

제3장 災害와 危險의 理解

3.1 서론

3.2 자연위험

3.2.1 천문재해

- (1) 태양계
- (2) 유성(遊星, Meteorites)
- (3) 운석
- (4) 질량소멸(Mass extinctions)

3.2.2 지질재해

- (1) 화산
- (2) 지진

3.2.3 기후재해

- (1) 기후변화
- (2) 극한기온 - 혹서(酷暑)와 혹한(酷寒)
- (3) 가뭄과 산불
- (4) 기근(饑饉)
- (5) 황사(黃砂)와 미세(微細)먼지

3.2.4 바람재해

3.2.5 수리재해

3.2.6 중력재해

- (1) 서론
- (2) 낙석(落石)
- (3) 토석류(土石流, Debris flow)
- (4) 산사태(山沙汰, Landslides)
- (5) 눈사태(雪沙汰, Avalanches)

3.2.7 생물재해

3.3 시설재해

3.3.1 교통시설

- (1) 서론
- (2) 도로교통

(3) 철도교통

(4) 선박교통

(5) 항공교통

(6) 우주교통

3.3.2 쓰레기 처리장

3.3.3 댐 실패

(1) 괴산댐 붕괴

(2) Teton 댐의 실패

(3) 임남(금강산) 댐과 평화의 댐

3.3.4 구조적 실패

(1) 와우(臥牛)아파트 붕괴

(2) 성수대교 붕괴

(3) 삼풍백화점 붕괴

3.3.5 에너지 생산과 원자력 발전

(1) 국제원자력사고 등급 (INES)

(2) 원자력 사고의 예

3.3.6 방사능(Radiation)

3.3.7 화학물질재해

3.3.8 화재

3.3.9 폭발

3.3.10 전문직업재해

3.3.11 정보기술(IT)재해

3.3.12 식품재해

3.4 사회적 위험

3.4.1 자살(Suicide)

3.4.2 빈곤(Poverty)

3.4.3 전쟁(War)

3.4.4 테러(Terrorism)

3.4.5 범죄(Crimes)

3.4.6 약물(마약) 남용과 알콜중독(Drug abuse and alcoholism)

- 3.4.7 등산사고(Mountaineering)
- 3.4.8 스포츠(Sport) 레저(생활체육)사고
- 3.4.9 공포(Panic)
- 3.4.10 정치와 언론 그리고 정보
- 3.5 건강위험
 - 3.5.1 심뇌혈관계 질환
 - 3.5.2 암(Cancer, 신생물)
 - 3.5.3 출산(Birth)
 - 3.5.4 의학적 역효과(부작용)
 - 3.5.5 전쟁후유증(PTSD)
 - 3.5.6 공수병
 - 3.5.7 전염병과 풍토병 그리고 대유행전염병 (Epidemics, Endemic and Pandemics)
 - (1) 선(腺)페스트(흑사병, Bubonic Plague)
 - (2) 말라리아(Malaria)
 - (3) 후천성 면역결핍증(AIDS)
 - (4) 폐결핵(Tuberculosis)
 - (5) 콜레라(호열자, Cholera)
 - (6) 수두(chicken pox)
 - 3.5.8 기타 감염성 질환
 - (1) 살인진드기
 - (2) 쯤쯤가무시병
 - (3) 뎅기열
 - (4) 슈퍼박테리아
 - (5) 신종 AI
 - (6) 유행성 출혈열
 - (7) 에볼라 바이러스
 - (8) 사스(SARS)
 - (9) 메르스(MERS)
 - (10) 장출혈성 대장균(Enterohemorrhagic E. coli)

- (1) 크로이츠펠트-야콥병(*Creutzfeldt-Jakob disease, CJD*) 인간광우병
- (2) 브루셀라증(brucellosis)
- (3) 레지오넬라증(Legionella)
- (4) 신중플루

참고문헌

第3章 災害와 危險의 理解

3.1 서론

앞의 2.2절에서 개관하여 구분한 재해속성에 기초하여, 본 장에서는 재해를 그 발생 원인에 기초하고 재해의 특성에 기초하여 구분하기로 한다. 따라서 재해를 자연재해, 시설재해, 사회적 재해 그리고 건강재해로 구분하여, 이러한 재해, 재난, 그리고 위험들에 대한 이해를 구하도록 정리하기로 한다. 역사적인 재해, 재난들이 미래의 위험성이 될 수 있기 때문에 위험과 재해라는 용어를 혼용하여 사용한다.

3.2 자연재해

3.2.1 천문재해

(1) 태양계

맑은 날 밤에 하늘을 쳐다보면 별들의 수가 마치 무한인 것처럼 보인다. 맨 눈에도 보이는 별들은 대부분 은하계(Milky Way galaxy)에 속한 것들이다. 이 은하계는 대략 2,000억 개의 별을 내포하고 있다(NGS, 1999). 약간의 행운이 함께 한다면 2백만 광년(光年, light years)이나 먼 곳에 위치한 안드로메다좌(성운, 星雲)(Andromeda galaxy)의 별들도 볼 수 있다. 일반적으로 천문계를 관측할 때는 또 다른 시간단위를 사용한다. 복잡하고도 정밀한 망원경을 사용함으로써 사람의 시력은 확장되어, 지구로부터 엄청난 거리에 위치한 우주의 물리적 경계로 여겨지는 곳에 위치한 물체(별)들을 보게 되는 것이다. 그러한 물체들은 지구로부터 130억 광년에 이르는 거리에까지 이른다. 실제로 사람은 단지 역사적인 물체들만 보아왔다. 것처럼 먼 곳에 위치한 물체들에 관심을 가지게 되면서 빛의 속도가 매우 중요하게 되었다. 130억 광년 이내의 범위에서 인류는 약 1,000억 개의 은하계를 발견하였다(NGS, 1999). 이처럼 엄청난 수의 물체들을 생각할 때, 우리 인류에게 해가 될 수 있는 물체가 있을 수 있음을 생각할 수 있다.

문제는 당연히 “우리는 위험하지 않을 정도로 충분히 먼 곳에 위치하고 있는가?” 이다. 만약 초신성(超新星, Supernovas : 별의 진화과정에서 마지막

으로 대폭발을 일으켜 태양의 천만 배에서 수억 배까지 밝아지는 별)같은 현상이 태양계 이웃에서 발생한다면 인류를 멸망시키는 결과를 낳는 사건이 될 수도 있겠다. 그러한 증거들은 은하계들 사이에서 거대한 폭발들이 발견되기 때문이다(NASA, 2003). 그러나 그러한 대폭발은 아직까지는 지구로부터 충분히 먼 거리에서 일어나고 있는 것이다. 앞에서 설명하였듯이 안드로메다좌는 지구로부터 2백만 광년이나 먼 곳에 있는 것이다. 지구에 가장 가까운 성운으로는 마젤란성운(Magellanic cloud)이 불규칙적이기는 하지만 아직도 15만 광년의 거리에 위치하고 있다. 따라서 위험성을 평가한다면 우리 지구가 속해있는 태양계 주변에 위치한 별들에만 초점을 맞추는 것이 합리적이라 판단된다.

우리의 태양계 주변의 별들은 태양에 대해서 상대적으로 거동하고 있다. 지구에 가장 가까운 별로는 센타우루스좌에 있는 프록시마(Proxima centaury)로 약 4.25 광년의 거리에 위치하고 있다. 별들은 은하수의 중심 주변에서는 빨리 움직이지만 별들의 상대적인 속도는 느린 편이다. 별들은 은하계의 중심을 약 20회 정도 돈 것으로 평가되며 평균회전시간은 2억 2,500만년 정도이다.

은하계의 중심에 블랙홀(black hole)이 있든 없든 간에, 그리고 위험성이라는 관점에서 그 의미는 현재로서는 미지수이다. 어쨌든 간에 인류는 인류와 관련된 별에만 초점을 맞출 수 있다. 여러 계산에 따르면 태양은 45억년 정도의 나이를 가진 것으로 보고 있다(Lanius, 1988). 이 값은 달이나 다른 유성으로부터의 암석들의 나이와 잘 일치하는 것으로 평가되고 있다. 태양의 연료는 수소인 것으로 평가되고 있으며 50억년 정도는 지속될 것으로 평가되고 있다(그림 3.1).

그러나 30억년이 지나면 태양은 바람직하지 않은 상태의 붉은 색의 거성(巨星)으로 지금의 태양보다 100배정도 더 큰 것으로 될 수 있다는 것이다. 표면온도는 5,800°C에서 4,000°C로 낮아질 것이며, 이러한 상태는 재해적인 요소가 될 수 있다. 따라서 별들의 변화에 대한 정밀한 모형이 확립되어야 할 것이다. 다행히도 그러한 모형 가운데 이론적 고려뿐만 아니라 실제 관측 면에서도 사용할만한 모형이 이루어지고 있다는 것이다.

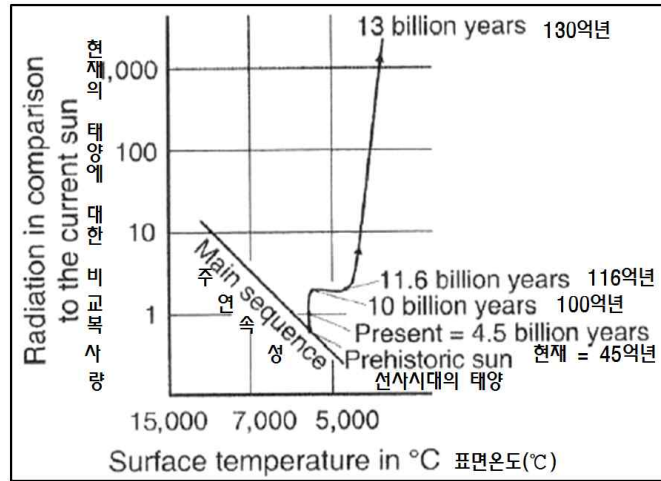


그림 3.1 Hertzsprung-Russel 도표에서의 태양의 변화 (Lanius, 1988)

지구가 안정적인 고체가 아니기 때문에 태양의 수명기간 내에 상당한 변화를 할 것이다. 이러한 증거는 화산폭발이나 지진발생을 통해서 확실하게 볼 수 있다. 지구 자체가 행성군에 속하고 있는 것이다. 태양과 행성간의 거리는 Titius-Bode 법칙으로 간단하게 나타낼 수 있다(표 3.1).

표 3.1 Titius-Bode의 법칙*에 의한 태양으로 부터의 행성들의 거리 (Gellert et al, 1983)

Planet : 천체		n	a_n	a
Mercury	수성	$-\infty$	0.4	0.39
Venus	금성	0	0.7	0.72
Earth	지구	1	1.0	1.00
Mars	화성	2	1.6	1.52
Small planets	소행성	3	2.8	2.78
Jupiter	목성	4	5.2	5.20
Saturn	토성	5	10.0	9.55
Uranus	천왕성	6	19.6	19.20
Neptune	해왕성	-	-	30.09
Pluto	명왕성	7	38.8	39.5

* Titius-Bode 법칙 : $a_n = 0.4 + 0.3 \times 2^n$, 여기서 a_n 은 천문단위(지구와 태양간의 거리)의 행성과 태양간의 거리, a 는 행성과 태양간의 관측된 거리

이 표에서의 거리는 천문(天文)단위로 지구와 태양간의 거리(1 천문단위)는 8.317광분(光分, light-minute : 1광분은 빛이 완전한 진공 속을 1분 동안 나아가는 거리로, 그 값은 17,987,547,480 m)으로 약 1억 5,000만 km 정도이다.

관측된 거리는 약간 높은 값을 보이고 있다. 따라서 명왕성(Pluto)이 해왕성(Neptune)의 궤도에 접근하고는 있지만 이러한 행성들간의 충돌이나 다른 부정적인 영향들은 현재로는 무시할 수 있을 것으로 보인다. 최근에 와서 명왕성이 행성군으로부터 제외되었다.

우리 태양계에서의 상당한 거리라는 것이 안전을 보장하기에는 충분하지 않다. Milankovich 이론에 의하면 천문학적 조건들이 지구상의 기후에 좋지 않은 영향을 끼치는 방향으로 전개되고 있다는 것이다. 지구 기후의 가장 중요한 동력은 태양의 복사현상(Radiation)이다. 이러한 복사현상은 적어도 지구와 태양간의 회전특성 변화에 기인한다고 한다(Williams et al., 1998, Allen, 1997):

- 이심률(離心率, Eccentricity, 또는 偏心率) : 태양을 중심으로 하는 지구궤도가 원형이 아니라는 점이다. 이는 10만년을 주기로 하는 순환의 변화를 의미하는 것이다.
- 지구는 균형이 잡히지 않은 천체이다. 이러한 불균형은 41,000년 주기로 변하고 있는 것이다.
- 회전(Gyration)주기가 19,000~23,000년으로 변하고 있다.

이러한 현상은 인류에게 영향을 줄 수 있으며 위험요소가 될 수 있을 것이다. 우주폭풍기간(Space hurricane season)으로도 불리는 우주공간의 기후상태가 최근에 매우 위험스러운 상태라고 보고되고 있다. 특히 1980년 Canada에서의 전력상실 사건과 1859년의 역사적인 태양폭풍 사건 이래로 태양풍(Solar wind)과 지구 자기장(磁場, Magnetic field) 사이의 상호관련성이 있음을 보이고 있다. 그러한 상호작용은 지구상의 전기전자 장비는 물론 우주비행사들도 위태롭게 할 수 있을 것이다(Plate, 2003). NASA에서는 현재 그러한 현상들의 예측을 개선할 수 있는 위성들을 운용하고 있으며 일부

Aurora 현상의 예측보고서가 확보된 것으로 보고하고 있다(Geophysical Institute, 2007). 더하여서 지구상에서의 인간의 활동들이 천문학적 위험, 예로서 오존층의 손상 같은 것을 불러 일으킬 수도 있다는 것이다.

(2) 유성(遊星, Meteorites)과 운석

행성들 간의 엄청난 거리 때문에 때로는 태양계 내에서 천체들 간의 직접 충돌은 없을 것이라는 착각을 일으킬 수 있다. 그러나 달이나 행성들 또는 소행성들의 표면을 관측해 보면 충돌흔적으로 견고한 표면을 가진 것을 알 수 있으며, 따라서 불충돌 이론은 잘못된 것임을 알 수 있다. 즉 짧은 시간동안에 높은 에너지를 가지는 충격이 지표면에 가해지면 대부분의 경우에서 지질학적 표면변화 과정이 매우 빠르게 일어남을 알 수 있다는 것이다(Koeberl, 2007).

1999년 달에 큰 충격이 가해졌던 것을 관측할 수 있었다. 목성(Jupiter)에서는 혜성(Comet) 조각(Shoemaker-Levy-9)으로부터 발생한 충격이 세계적인 관심을 끈 적이 있다. 수성(Mercury)도 그 역사과정에서 형상을 변화시키는 중요한 충격들이 있었음을 볼 수 있다. 우리가 살고 있는 지구도 역시 우주로부터 그러한 충격에 노출되어 있는 것이다. 현재까지 약 170회의 세계적인 구조적 충격이 있었음을 확인하고 있다.

분화구의 크기는 300km에서 100m 이하의 것들까지 다양하다(Koeberl, 2007). 역사적으로 보면 달의 생성 같은 훨씬 더 큰 충격들이 있었다(Langenhorst, 2002). 평균적으로 지구는 매년 20,000개의 유성으로부터 충돌을 당한다. 어떤 자료에 의하면 더 많은 수의 유성들이 지구에 충돌한다고도 한다. 그러나 산정은 여전히 어려움으로 남는다.

유성들의 속도는 10~70 km/sec 정도이다(Gellert et al., 1983). 유성들의 20 %는 혜성들의 잔해물이다. 유성우(Meteor showers)들은 연중 특정한 시기에 주기적으로 발생한다(표 3.2 참조).

표 3.2 연중 돌아오는 유성우들(Gellert et al., 1983)

Season(계절)	Name(이름)	Origin(근원)	Classification(분류)
3 January	Bootiden (Quadrattiden)	Unknown	Rich flow

12 March~5 April	Hydraden	Part Virginiden	Weak flow
1 March~10 May	Virginiden	Ecliptically	Strong flow
12~24 April	Lyriden	Comet 1861 I	Moderate flow
29 April~21 May	Mai-Aquariden	Comet Halley	Rich flow
20 April~30 July	Scorpius-Sagittariiden	Ecliptically	Weak flow
25 July~10 August	Juli-Aquariden	Ecliptically	Intensive flow
20 July~19 August	Perseiden	Comet 1862 III	Strongest flow
11~30 October	Orioniden	Comet Halley	Intensive flow
24 September	Tauriden	Ecliptically	Moderate flow
10 December			
10~20 November	Leoniden	Comet 1866 I	Moderate flow
5~19 December	Geminiden	Elliptical	Intensive flow

October-Draconids는 규칙적으로 돌아오는 유성우의 좋은 예가 되겠다. 유성우의 역사는 Giacobini-Zinner 혜성으로까지 거슬러 올라갈 수 있다. 이 유성우는 1926년 10월 9일에 처음으로 나타났던 것이다. 그 다음으로 1933년과 1946년에 특별히 유성우가 풍부했던 것이다. 1933년 10월 9일에는 평균 14,000개의 유성이 떨어진 것이 관측되었다.

떨어지는 별들은 지구에 도달하기 전에 70~120km의 고도에서 부서진 유성체들이다. 지구에 도달하는 유성체들의 전체 체적의 0.05%정도만이 낙하하는 별들이다. 지구에 도달하는 유성체 물질들의 99%는 미소유성체(Micrometeorites)들로 부터이다. 이것은 지구에 도달하는 유성체의 체적을 산정하는 일이 매우 어렵다는 것을 설명하고 있다. 한편, 170여개의 알려진 충격구조는 보다 큰 충격이 가능함을 보여주기도 한다. 표 3.3과 표 3.4는 역사적인 유성체 충격들의 기록을 보여주고 있다.

정리된 자료들은 단지 중대 충격들만으로 선사시대 이래로 또 다른 지표형성 과정들, 예를 들어 바람, 물, 얼음 등이 활동적이기 때문이다. 큰 분화구들에 비해서 작은 분화구들은 그 생성원인들과 과정들을 설명하기가 더욱 어렵다. 예를 들면, 미국의 Barringer 분화구는 직경이 1 km로 숲속에 있는 100 m 급 분화구 보다는 그 생성과정을 설명하기가 쉬운 것이다.

표 3.3 유성체 충격 기록 (Koebert & Virgil, 2007, Langenhorst, 2002)

Name and country(이름과 국가)	Age(나이, years)	Diameter(직경, km)
Vredefort structure, South Africa	2,023 million	300
Sudbury structure, Canada	1,850 million	250
Clearwater lakes, Canada	270 million	32, 22
Manicouagan, Canada	212 million	100
Aorounga, Chad	200 million	17
Gosses Bluff, Australia	142 million	22
Deep Bay, Canada	100 million	13
Chicxulub, Mexico	65 million	170
Mistastin Lake, Canada	38 million	28
Nordlinger Ries crater, Germany	15 million	
Steingeimer Becken, Germany	15 million	
Kara-Kul, Tajikistan	10 million	45
Roter Kamm, Namibia	5 million	2.5
Bosumtwi, Ghana	1.5 million	10.5
Wolfe Creek, Australia	300,000	0.87
Barringer Crater, Arizona, USA	50,000	1.2
Chubkrater, Canada		3.2

다음의 표 3.4는 1969년으로 끝났지만 그 후에도 많은 수의 유성체 사건들이 있었다. 예를 들면 2000년에 Canada와 Alaska에서 유성체 충격이 있었다(Deiters, 2001). 2002년 4월에는 독일의 Bavaria 지방에서 Neuschwanstein이라는 이름의 유성체가 발견된 바 있다. 이 유성체는 1.75kg 이지만 600kg 정도의 추가적인 질량이 있었던 것으로 추정된다(Deiters, 2002).

최근의 예로는 Pennsylvania Bolide에서 2001년 7월 31일 저녁 6시에 관찰된 것으로 Canada에서부터 Virginia 주에 이르기 까지 대낮에도 볼 수 있을 정도였으며 공중폭발에 의해서 집이 흔들리기도 하였다. 만약 이 유성체가 지구표면에 충돌하였다면 엄청난 폭발력으로 큰 손상을 초래하였을 것으로 추정되고 있다.

표 3.4 유성체 충격 기록 (Koebert & Virgil, 2007, Langenhorst, 2002)

Location and country 국가와 위치	Date 일자	Comments 적요
Naples, Roman Empire	79 A.D.	
Ensisheim, Germany	1492	
Cape York, Greenland	1895	33 tonnes iron meteorite
Kanyahiny, CSSR	09.06.1866	
Pultusk, Poland	30.01.1868	Rain of about 100,000stones
Long island, Kansas, USA	1891	564kg
Tunguska Meteorite, Russia	30.06.1908	About 1,000 km hearable, 7million tonnes heavy, 1,200~1,600 km^2 forest area destroyed
Hoba, South-West Africa	1920	60 tonnes iron meteorite
Sikhote-Alin Meteorite, USSR	12.02.1947	200 craters, biggest 27 m in diameter, 70 tonnes overall material
Fumas Co, Nebraska, USA	18.02.1948	About 1,000 stone meteorites, one of them 1,074 kg
Allende Meteorite, Mexico	08.02.1969	Overall 4 tonnes of particles

인류문명이 시작된 이래 일반적으로 거대한 유성체에 대한 인간의 경험은 적은 편이다. 발생확률이 매우 낮은 드문 일이지만 결과는 재해적일 것이다.

표 3.5는 충격의 재현기간과 폭발력으로 표시한 손상가능성의 관계를 보여주고 있다.

표 3.5 유성체 충격의 재현기간(NASA, 1999)

Size 규모	Return period 회귀주기(년)	Explosion power 폭발력(메가톤TNT)	Example 예
10 km	50~100,000,000 years	10^8 megaton TNT	Chicxulub, Mexico
1 km	1,000,000 years	10^5 megaton TNT	Mistastin Lake, Canada
100 m	10,000 years	10^2 megaton TNT	Barringer Krater, USA
10 m	1,000 years	10^{-1} megaton TNT	Tunguska Meteorite, Russia
1 m	1 years	10^{-2} megaton TNT	
1 mm	30 s	10^{-10} megaton TNT	

멕시코의 Chicxulub 소행성 같은 직경 10~20 km의 유성체의 폭발력은 $10^8 \sim 10^9$ 메가톤 TNT 급이다(NASA, 1999). 비교목적으로 보면 현재의 모든 원자탄의 폭발력은 약 $10^{5.5}$ 메가톤 TNT급이다. 약 10^4 메가톤 TNT급이면 소위 핵겨울(Nuclear winter)을 초래할 수 있다. 그리고 Hiroshima 원자탄은 약 10^2 메가톤 TNT급이다(NASA, 1999).

10^8 메가톤 TNT급의 폭발이면 전체 문명과 생물권을 파괴할 것으로 추정하고 있다. 수 km의 물체와 부딪히면 지구의 그쪽에서는 모든 생명체가 사라질 것이다. 또한 500°C 가 넘고 속도가 2,000~2,500 km/h인 충격파가 세계를 뒤덮을 것이다(NN, 2003). 만약 대양에 충돌한다면 수 km에 달하는 높이의 쓰나미가 발생할 것이다. 더하여 그러한 충격은 지진을 유발할 수도 있으며 화산폭발을 일으킬 수도 있다. 또한 그러한 폭발은 거대한 양의 먼지를 대기중으로 방출하게 하여 기온의 급강하를 유발할 수도 있다. 이러한 현상은 일부 화산 폭발 시에 나타난 현상으로 관측된 바 있다. 일반적으로 그러한 상황에서는 인류가 멸망할 가능성이 있다. 세계대전 후 여러 가지 가정에 기초하여 그러한 조건들을 찾아내는 연구가 진행되고 있다(Chapmann et al., 2001).

어쨌든 그러한 재난현상은 자연적인 요소에 의한 것만은 아니다. 사람들이 지금까지 만들어 낸 11,000개 정도의 대규모 인공물체들이 우주공간에서 관찰되고 있다. 뿐만 아니라 100,000개 정도의 소규모 물체들도 있는 것이다. 더 나아가서 크기가 0.1~1.0 cm 정도의 초소형 물체들도 1백만개가 넘는 것으로 평가되고 있다(McDougall & Riedl, 2005, NRC-Committee on Space Debris, 1995). 물론 이러한 물체들은 우주선에 대한 위협요소가 될 수 있으며 대기권으로 재돌입할 수 있는 것이다.

최근 2013년 2월 15일 아침 러시아 우랄 산맥 가까이 살고 있는 수천 명의 러시아인들은 현대에 와서 보기 힘든 유성우(遊星雨)가 하늘을 가로 질러 지나가는 것을 보았다. 몇 분 후에 올린 충격파는 수백km에 걸쳐 사람들을 놀라게 하고 창문을 부숴다. 결과로 엄청난 재해를 경험하게 하였으며, 천문재해에 대한 경각심을 일깨우는 계기가 된 것이다(참조 : <http://blog.chosun.com/menciuus/6848246>).

이 동영상은 몇 대의 자동차에 설치된 카메라가 찍은 것을 합친 것으로 하늘에 길게 늘어진 유성의 연기 꼬리와 움직이는 그림자 및 버스 뒤에 반사되

는 유성의 빛도 보인다. 이 유성의 불덩어리는 지구 대기에 들어온 자동차 크기의 얼음과 바위 덩어리에 의해 만들어진 것이다. 이 유성은 여러 각도에서 사진으로 잡혔기 때문에 유성이 어느 방향에서 와서 어느 쪽에 떨어졌는지 알 수 있다. 이 유성은 같은 날 다른 방향에서 지구를 지나간 소행성 [asteroid 2012 DA14](#)와는 아무 연관이 없는 것으로 판명되었다. 유성 잔해가 발견되면 이것은 유성이 형성된 태양계 초기의 모습을 인류에게 말해 줄 것이다.(Gallery : [Videos and images of the Great Russian Meteor](#))

축구장 절반 크기인 소행성 '2012 DA14'가 아슬아슬하게 지구를 비껴가는 장면이 한국천문연구원에 의해 촬영되어 공개되었다.

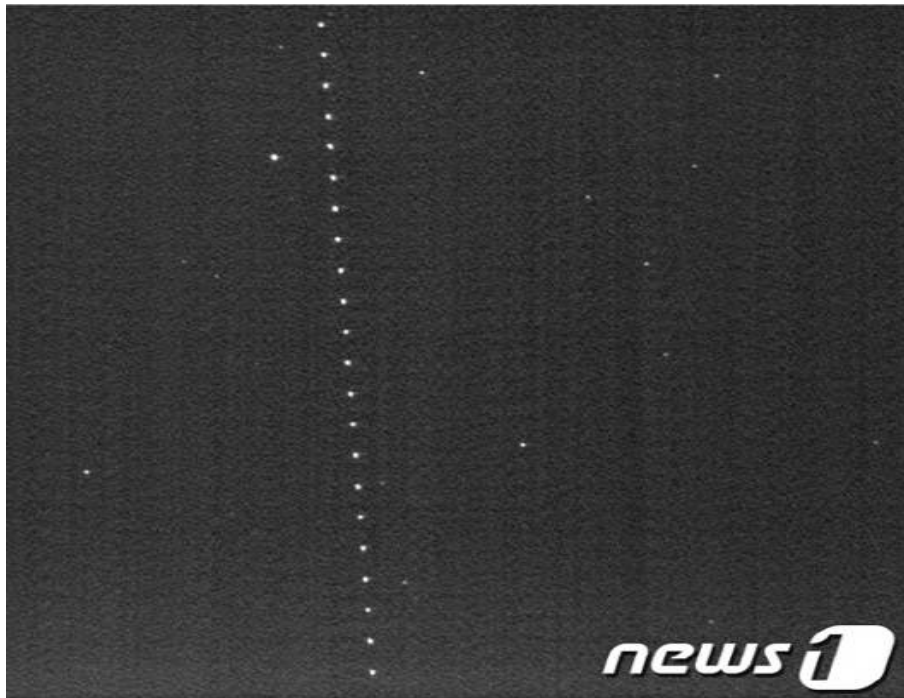


그림 3.2.1 2013년 2월 16일 새벽 소행성 '2012 DA14'가 지구에 근접해 지나가는 모습을 촬영한 사진을 한국천문연구원이 공개했다. 천문연이 찍은 소행성 '2012 DA14'의 이동 모습으로 0.1초 간격으로 촬영한 사진을 합성한 것이다.. 아래쪽이 남쪽, 오른쪽이 서쪽이다. 뉴스1 보도

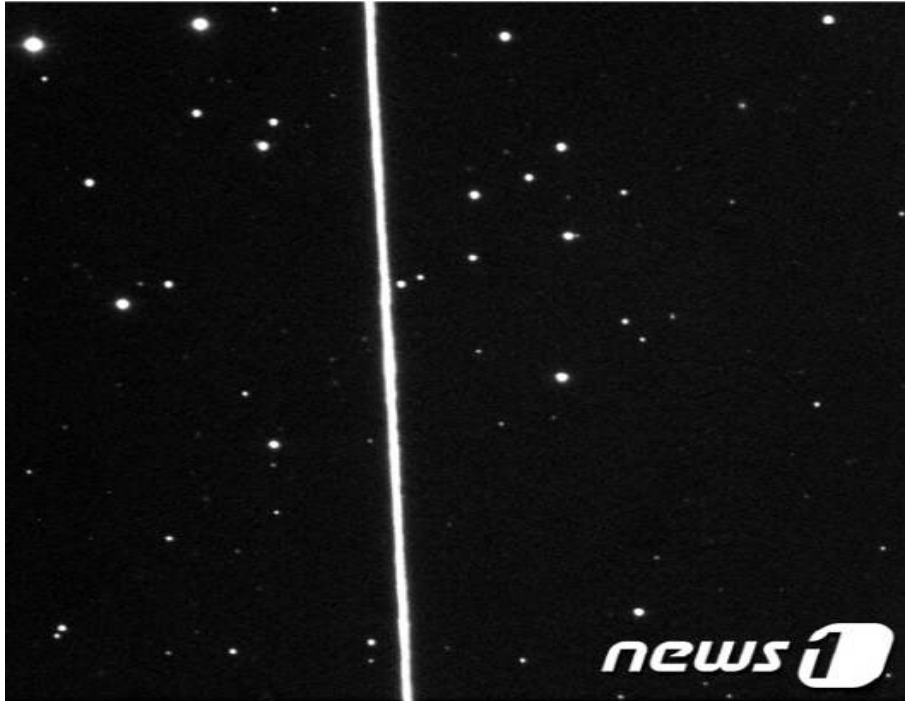


그림 3.2.2 가운데 긴 선이 소행성 ‘2012DA14’의 이동 모습으로 60초 노출시간 동안 소행성이 움직인 궤적이다. 뉴스1 보도

이날 천문연구원이 공개한 사진은 ‘2012 DA14’ 소행성을 0.1초 간격으로 촬영한 것과 셔터 속도를 60초로 해놓고 찍은 것이다. 두 사진을 비교해 보면 다른 정지한 행성들과 달리 ‘2012 DA14’ 소행성이 얼마나 빠른 속도로 이동했는지 알 수 있다.

천문연구원에 따르면 이날 오전 4시 24분 지구 지표면으로부터 2만7700 km까지 접근했던 소행성 ‘2012 DA14’의 속도는 초속 7.8 km였다. 이는 종알보다 약 10배 빠른 속도다. 또 나로 과학위성과 천리안 위성의 고도가 각각 1500 km, 3만5786 km인 것을 감안하면, 소행성 ‘2012 DA14’가 지구와 매우 가깝게 접근했다는 사실을 알 수 있다.

천문연구원은 1998년 인류가 소행성을 체계적으로 관측한 이래, 축구장 절반 크기의 소행성이 이처럼 지구와 가깝게 접근한 것은 처음 있는 일이라고 밝혔다. 또 이런 근(近)지구 소행성이 지구와 충돌할 확률은 1200년에 한 번

끝이라고 밝혔다.

소행성 ‘2012 DA14’ 는 지난 2012년 2월 23일 스페인 라 사그라(La Sagra)의 마요르카 천문대에서 처음 발견됐지만, 곧 어두워져 소행성의 위치를 잃어버렸다. 올해 1월 9일 카네기연구소 산하 라스캄파나스 천문대에서 소행성 ‘2012 DA14’ 를 다시 찾아내 국제천문연맹 소행성센터에 보고했다. ‘2012 DA14’ 라는 명칭도 이때 부여됐다.

(3) 운석 (김중섭 | 수원대학교 물리학과 교수의 글과 연합뉴스의 기사내용을 인용·편집함)

운석(meteorites)은 우주공간으로부터 지표로 떨어진 암석이다. 행성간 공간에는 혜성이나 소행성이 남긴 파편들이 떠돌아 다니는데, 이들을 **유성체**라 부른다.



그림 3.3 지구에서 발견된 가장 큰 운석인 나미비아의 호바운석. <출처: (cc) mike at Wikipedia>

지구는 초속 30km의 속도로 태양 주위를 공전하고 있어서 지구로 끌려 들어온 유성체는 초속 10~70km의 속도로 지구대기로 진입하여 대기와의 마찰로 가열되어 빛나는 **유성**이 된다. 대부분의 유성체는 작아서 지상 100km 상공에서 모두 타서 사라지나 큰 유성체는 그 잔해가 지표면까지 도달하는데, 이것이 운석이다.

운석은 우주에서 떨어진 돌 :

운석이 우주에서 온다는 인식은 오래 전부터 있었으나 19세기 이전까지 (서양의) 과학자들은 성간을 텅 빈 공간으로 간주했기 때문에 이를 인정하지 않았다. 운석을 의미하는 영어단어 ‘meteorite’ 는 ‘높은 대기’ 라는 뜻의 그리스어 ‘메테오로스(μ ε τ έ ω ρ ο ς)’ 에서 온 것으로, 운석이 대기 중에서 형성된다고 생각해서 붙인 이름이다. 그동안 수차례 일어났던 운석의 낙하

현상도 화산폭발과 관련된 암석이 날아온 것으로 해석하였다.

운석이 우주에서 온다고 처음 주장한 과학자는 독일의 **클라드니**(Ernst Friederick Chladni, 1756-1827)다. 그는 운석이 낙하한 기록들을 조사하여 운석은 지구 바깥에서 온다고 주장하였다. 또 영국의 하워드(Edward Charles Howard, 1744-1816)는 운석의 성분을 분석하여 지구의 암석과 다르다는 결론을 내렸다. 이후 운석이 우주에서 떨어질 수 있다는 생각이 받아들여지기 시작하여, 20세기에는 태양계 내에서 온다는 증거가 얻어졌다. 1980년대에는 운석은 모두 소행성대에서 온다고 생각하게끔 되었다. 운석이 떨어지는 현상을 **화구**(fireball)라고 하는데 큰 폭음과 밝은 빛을 동반한다. 화구를 서로 떨어진 지점에서 관찰한 기록이 있으면 화구가 낙하하기 전의 궤도를 추적할 수 있는데, 몇몇 화구에 대한 궤도추적으로 운석이 소행성대에서 왔음을 알 수 있었다. 하지만 우주선에 의한 태양계 탐사가 이루어지면서 운석이 모두 소행성대에서 오는 것은 아니라는 사실도 알게 되었다.



그림 3.4 소행성 베스타(Vesta)에서 온 운석<출처: B.Zellenr/NASA>

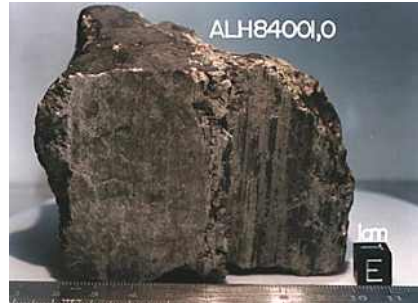


그림 3.5 화성에서 온 운석. <출처: NASA >

운석에는 석질, 철질, 석철질 운석이 있다 :

운석은 구성성분에 따라 3종류로 구분된다. **석질운석**(stony meteorites)은 주로 규산염 광물로 이루어진 운석이고, **철질운석**(iron meteorites)은 철과 니켈의 합금으로 이루어진 운석이다. 그리고 **석철질운석**(stony-iron meteorites)은 철질 성분과 규산염 성분이 반씩 섞여있는 것이다. 철질운석과 석철질운석은 지구 표면에서 발견되는 암석과 구성 성분이 크게 달라 쉽게 구별이 가능한데, 소행성의 핵이나 맨틀과의 경계에서 유래된 것으로 생각된다.

운석 중에서 가장 많은 부분을 차지하는 것은 석질운석이며 전체의 94%를 차지한다. 석질운석은 **콘드라이트(chondrites, 구립운석)**와 어콘드라이트(achondrites, 무구립운석)로 구분되는데 콘드라이트는 전체 운석의 86%를 차지할 정도로 가장 흔한 운석이다. 콘드라이트는 우주공간에서 녹았던 암석이 둥근 물방울 모양으로 식은 콘드룰(Chondrule)이라는 구조가 보이는 반면, 어콘드라이트에는 콘드룰이 보이지 않는다.

운석은 지구상의 암석과 구별되는 몇 가지 특징을 지닌다. 운석은 대기를 통과하면서 마찰열에 의해 녹아 없어진 수 mm 두께의 표면(용융각)을 갖고, 군데군데 녹으면서 떨어져 나간 움푹 팬 자국이 남아 있기도 하다. 또 지구상의 암석에 비해 밀도가 높고 자성을 띠기도 하며 종류에 따라 지구상의 암석에서는 볼 수 없는 독특한 내부구조를 갖기도 한다. 예를 들어, 석질운석 중 콘드라이트에는 콘드룰(Chondrule)이라는 구조가 보이고, 석철질운석에는 철질과 석질이 섞여 팔라사이트라 부르는 아름다운 모양을 띠며, 철질운석에는 빛살모양의 비드만스테텐(Widmanstätten) 무늬가 나타난다.



그림 3.6 석질운석 중 콘드라이트. 둥그란 콘드룰 구조가 보인다. <출처: NASA>



그림 3.7 철질운석. 녹아서 떨어져 나가 손가락으로 누른 듯한 흔적이 보인다. <출처: (cc) H. Raab>

운석을 찾기 쉬운 곳은 남극 :

운석의 이름은 운석학회의 보고 절차를 거쳐 운석이 떨어졌거나 발견된 지역 명으로 정해진다. 같은 장소에서 여러 개의 운석이 발견되었을 때는 발견년도와 일련번호를 덧붙인다. 예를 들어 ‘두원운석’은 1943년 전라남도 고흥군 두원면에 떨어진 운석을 지칭하고, ‘ALH 84001’은 1984년 남극의 Allan

Hills 지역에서 발견된 운석들 중의 하나(일련번호 001)를 지칭한다. 지구상에서 운석을 찾아내기 가장 좋은 곳은 남극대륙이다. 지구에서 발견된 운석의 70% 이상이 남극에서 발견되었다. 운석은 세계 각지에 떨어지지만 대부분 대양 밑으로 가라앉거나 지각 속에 묻혀버린다. 그렇지 않다 해도 지구의 암석과 혼동되어 쉽게 눈에 띄지 않는다. 하지만 남극대륙에서는 운석 조각들이 빙하에 의해서 운반된다. 특히 남극대륙의 동쪽에 있는 거대한 블루 아이스(blue ice) 지역은 오염되지 않고 불모지로 남아 있어서 운석을 찾기에 가장 좋은 곳이다. 썰매를 타고 이 지역을 횡단하다 검은 바위가 머리를 삐죽 내밀고 있는 것을 발견한다면 그것은 운석일 가능성이 매우 높다.

외계 아미노산이 발견된 머치슨 운석 :



그림 3.8 [사진_(cc) Basilicofresco at Wikipedia]

머치슨(Murchinson) 운석은 지구 밖 기원의 유기물질이 처음 발견된 유명한 운석으로, 운석이 떨어지는 것이 직접 관측되었다. 1969년 9월 28일 오전 10시 58분 오스트레일리아 빅토리아주 머치슨 마을 근처에 하늘에서 밝은 화구가 나타나 세 조각으로 쪼개진 다음 연기를 내고 사라졌고 30초 후에 진동이 들려왔다. 13km 범위에 최대 7kg의 파편들을 모두 모으니 100 kg이 넘었다. 머치슨 운석에서는 글리신, 알라닌, 글루타민산과 같은 흔한 아미노산과 이소발린이나 슈도류신과 같은 희귀한 아미노산

이 발견되었다. 다른 운석에서도 유기물이 발견된 적이 있었으나 낙하 후 지구 상에서 오염된 것이 밝혀졌던 반면 머치슨 운석은 낙하 즉시 유기물의 존재가 확인되었다.

화성에 떨어진 운석 :

운석은 지구 위에만 떨어지는 것이 아니라 태양계 내의 다른 천체표면에도 떨어진다. 이 사진의 운석은 화성에 떨어진 것으로 미국항공우주국의 화성탐사 로버(Mars Exploration Rover)인 오퍼튜니티(Opportunity) 호가 2005년

1월 6일에 파노라마 카메라로 촬영한 것이다. 이 운석은 지구 외의 다른 천체에서는 처음으로 발견된 운석이다. 표면에는 움푹 팬 곰보자국이 많이 있으며 크기는 농구공만하다. 오퍼튜니티 호에 장착된 스펙트로미터로 운석의 조성을 분석한 결과 이 운석은 대부분 철과 니켈로 구성된 철질운석임이 밝혀졌다.



그림 3.9 [사진_NASA/JPL/Cornell]

달에서 온 운석 :



그림 3.10 [사진_NASA]

과학자들은 여러 운석들을 분석하면서 지구위에 떨어진 운석이 모두 소행성대에서 온 것이 아니라는 사실을 알게 되었다. 지구 표면에서 발견되는 운석 중에는 소행성이 아닌 달이나 화성에서 오는 것도 있는데, 1981년 남극에서 발견된 이 운석이 그 첫 번째 예가 되었다.

세한 연구결과 이 운석의 성분은 아폴로 우주인이 달에서 가져온 암석과 거의 동일하다는 것이 밝혀져서 달에서 온 운석으로 판정되었다. 소행성외의 다른 천체에서 오는 운석들은 해당 천체에 운석이나 혜성이 충돌하여 그 충격으로 튕겨나간 그 천체의 암석이 행성간공간을 떠돌다가 나중에 지구 인력에 이끌려 지구로 떨어진 것이다.

미국자연사박물관의 윌라메트 운석 :



그림 3.11 미국자연사 박물관에 전시된 윌라메트 운석.
<출처: (cc) Dante Alighieri at wikipedia>

윌라메트 운석(Willamette Meteorite)은 미국에서 발견된 운석들 중에서 가장 큰 운석이다. 이 운석은 현재 미국자연사박물관에 전시되어 있는데 지구상에서 발견된 운석들 중에서 6번째로 크다. 윌라메트 운석은 미국 오리건 주의 윌라메트 계곡에서 발견되었는데, 운석이 떨어진 곳 근처에서는 크레이터가 발견되지 않았다. 이로 미루어 이 운석은 그 보다 북쪽의 캐나다 지역에 떨어졌던 운석이 빙하에 의해 윌라메트 계곡까지 운반되었던 것으로 여겨진다. 이 운석은 91%의 철과 7.62%의 니켈로 구성된 철질운석이며 크기는 3.0m×

2.0m×1.3m이고 무게는 15.5톤이나 된다.

우리나라의 운석 :

한국지질자원연구원에 따르면 현재까지 국내에 공식적으로 운석이 보고된 사례는 4건이다. 운곡 운석, 옥계 운석, 소백 운석, 두원 운석 등으로, 이 가운데 소재지가 확인된 것은 지질연 지질박물관이 수장고에 보관하고 있는 ‘두원 운석’이 유일하다.

두원 운석



그림 3.12 한국지질자원연구원 두원운석 ▲사진 = 연합뉴스

두원 운석은 일제 식민 치하인 1943년 11월23일 오후 3시47분 전남 고흥군 두원면 성두리 186-5 야산에 떨어진 것으로 보고됐다. 표면에는 운석이 땅에 떨어지면서 녹았던 부분이 굳으면서 생기는 ‘퓨전 크러스트(용융각)’라는 막이 많이 남아있다.

지구상에 발견된 운석의 85%를 차지

하는 ‘오디너리 콘드라이트’, 즉 시원운석(미분화운석)으로 분류된다. 한편, 두 원 운석의 소유주는 지질박물관이나 한국 정부, 혹은 한국인 개인이 아니라 일본인이다. 운석은 해방 후 일본으로 건너갔다가 국내 모 대학교수가 우연히 그 소재를 발견, 몇 년 동안 협상 끝에 김대중 정부 시절 우리나라의 희귀광물과 교환형식으로 영구 임대 형식으로 반환된 상태다.(이투데이 www.etoday.co.kr 기사 편집)

진주 운석 : (연합통신 기사 종합)

2014년 3월 9~10일경 유성현상이 나타났던 경남 진주시 대곡면 단목리의 강원기씨의 파프리카 재배 비닐하우스에서 10일에 발견된 운석(그림 3.13)과 진주시 미천면 오방리 중촌마을 박상덕씨의 콩밭에서 발견된 운석(그림 3.14), 그리고 진주시 미천면 오방리의 한 밭에서 탐사가 이주영씨에 의해서 발견된 3번째 운석은 지름이 약 6.5cm 정도인 것(그림 3.15)으로 화제를 모으고 있다.



그림 3.13 경남 진주시 대곡면 단목리의 강원기씨의 파프리카 재배 비닐하우스에서 발견된 운석



그림 3.14 경남 진주시 미천면 오방리 중촌마을 박상덕씨의 콩밭에서 발견된 운석

한국해양과학기술원 부설 극지연구소에 의해서 3월 16일 “광학·전자현미경을 통해 1차 분석한 결과 국제적인 기준에 맞는 금속(철·니켈)이 많이 함유된 운석으로 판명됐다” 고 밝혔다.

경남 진주시 대곡면의 한 밭에서 발견된 운석은 9.5kg 정도의 무게로 표면이 탄 것처럼 시커먼 암갈색을 띠고 있다.



그림 3.15 미천면 오방리 밭에서 탐사가 이주영씨에 의해서 발견된 3번째 운석

이어서 11일 진주시 미천면 오방리 중촌마을 박상덕씨의 콩밭에서 발견된 검은색의 둥근 모양인 이 물체는 높이 17cm, 길이 15cm 정도로 무게는 4.1kg 정도로 밝혀졌다. 처음 발견된 지점에서 불과 3~4km 정도 떨어진 위치에서 발견된 것이다. 또 진주시 미천면 오방리의 한 밭에서 탐사가 이주영씨에 의해서 발견된 3번째 운석 지름은 약 6.5cm 정도로 이러한 운석은 희소성과 학술적 가치가 상당한 것으로 평가되고 있다.

(4) 질량소멸(Mass Extinctions)

유성체 충격은 선사시대 동안에 소위 질량소멸(Mass extinctions)로 불리는 현상의 원인이 되었을 것으로 추정된다. 이러한 현상의 예로는 아마도 멕시코 지역에 충돌한 Chicxulub 소행성체의 충돌이 원인이 된 Cretaceous-Tertiary 경계소멸 사건이 있다. 이 충돌의 결과로 공룡을 포함하여 모든 식물군의 17 %가 소멸되었던 것으로 평가되고 있다. 물론 아직도 논쟁 중이기는 하지만 이러한 소멸의 한가지 원인 또는 유일한 원인이 되었음은 말할 나위가 없는 것으로 추정되고 있다.

이 소행성체의 충돌에 대한 견해는 1970년대의 Alvarez의 노력에 의한 것이다. Alvarez는 해성토(Maritime mud)의 이리듐(Iridium)양을 측정하여 해석한 것이다. 일반적으로 이태리 학자들의 자료를 사용한 조사결과를 보면 0.3 ppb(parts per billion) 정도의 이리듐이 기대된다. 그러나 어떤 토양층에서는 10ppb까지 이르는 많은 양을 발견하게 된 것이다. 이와 관련하여 그 후에 덴마크의 토양에 대한 검정이 이루어진바 65ppb까지 높은 수치를 보인바 있다(Stevn's Klint). 이 같은 높은 이리듐 값은 전 세계적으로 Cretaceous-Tertiary(현재는 Cretaceous-Paleogene로 불리기도 함) 소멸시대의 토층에서 발견된 것이다. 이리듐 자체는 지구의 희귀한 원소이다. 이리듐은 주로 유성체로부터 혹은 부분적으로 화산폭발로부터 발생한다. 이러한 사실에 기초하여 Cretaceous-Tertiary 경계 소멸 동안에 대량의 유성체 충격이 지

구에 가해졌다는 가설이 세워진 것이다. 이를 근거로 추정된 결과 유성체의 규모는 약 10 km 급인 것으로 65백만년 전에 충돌했던 것으로 추정하고 있다 (Alvarez et al., 1980).

다음으로 이러한 사실을 증명하기 위해서는 분화구를 찾아야 하는 것이다. 그러나 불행하게도 토사이동이나 지각활동 등에 의해서 충격의 흔적이 지워지거나 변화를 일으켜서 찾을 수 없는 상황이다. 다만 한가지 중요한 증거로 시간이 흘러도 잘 변화하지 않는 것으로 충격의 영향을 받은 암석이 있다. 분화구는 녹거나 충격을 받거나 아니면 각력암(角礫岩)화된 암석질들로 채워졌으며, 그러한 암석들 중의 일부는 충격 도중에 분화구로부터 주변으로 이동하였던 것이다. 이렇게 이동한 물질들을 분출물(噴出物) 또는 산란물(散亂物, Ejecta)이라 한다. 대부분의 조각들은 분화구 직경의 5배 거리 이내에서 발견된다(Montanari & Koeberl, 2000). 따라서 충격잔해물들에서는 이리듬이 증가할 것으로 생각되는 것이다. 국지적인 분화구들은 극미(極微)타이트(해저 침전물 중의 미세한 우주먼지의 일종)를 사용해서 인지할 수 있다. 이는 높은 압력으로 생성된 1 mm를 넘지 않는 매우 작은 미소운석(Tektite)이다. 그러한 높은 압력은 유성체 충격에 의한 충격파에 의한 것일 것이다.

결과를 요약하면 6,500만년 전에 대규모 유성체 충돌이 있었음을 보여주고 있다. 다른 설명도 가능하다. 즉 이리듬의 증가는 대규모 화산폭발에 의할 수도 있다. 약 6,500만년 전에 Deccan Traps 지역에 초대규모 화산폭발이 있었다. 배출된 용암의 양은 현재의 인도의 반을 덮을 정도의 것이었던 것으로 평가되고 있다. 또한 거대한 가스의 분출로 인해서 유성체 충격 전 50만년 동안에 약 8°C 정도로 지구의 평균온도가 상승하였다. 앞에서 언급하였듯이 화산 물질들에 의해서 많은 양의 이리듬이 발견되고 있다(NGS, 1998a,b).

고생물학자들은 하나의 거대한 재해사건에 의해서 모든 동물들이 소멸하였다는 주장에 대해서 이의를 제기하고 있다. 일부의 종류, 예를 들어 일부의 공룡 종류는 생존했을 것이라는 논쟁이 현재까지도 계속되고 있는 실정이다. Hadrosaurid 같은 종류는 충격기간 동안에도 생존했다는 증거가 있다는 것이다. 그러나 그러한 재해조건에서는 동물군은 회복될 수 없다는 것이다 (Jablonski, 2002). 나아가서 화석들이 그 후의 퇴적층으로 옮겨졌는지에 대한 것도 명확하지 않은 것이다. 여전히 고생물학자들은 급작스런 소멸사건에

동의하지 않지만 그러한 현상은 지구의 역사에서 여러 번 있었던 것이 확인되고 있는 것이다(표 3.6 참조).

표 3.6 지구 역사상의 질량소멸 기록(Morell, 1999)

Age 나이	Before(million years) 시기(백만년전)	Percentage of extinct biologic families 생물군의 소멸율
Ordovician 오르도비스기	440	25 %
Devon 데번기	370	19 %
Perm 페름기	250	54 % ¹
Trias 트리아스기	210	23 %
Cretaceous 백악기	65	17 %(C/T boundary extinction event)
Average 평균	88	Probability of 1.14×10^{-8} per year

¹ During Perm, about 90 % of all marine families became extinct (Hoffmann, 2000).

그림 3.16은 시간의 흐름에 따라 존재했던 해양생물군의 다양성을 보여주고 있다.

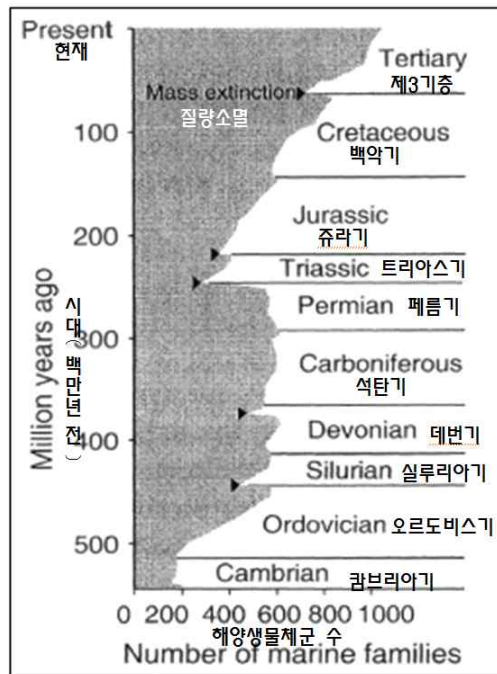


그림 3.16 시대별 해양생물군의 수(NGS, 1998a,b)

첫 번째로 흥미로운 사실은 현재의 해양생명체의 다양성이다. 한 시대에 이처럼 많은 종류가 있었던 적이 없었다는 사실이다. 이는 해양생물들의 다양성을 줄이는 인간의 영향에 대한 것은 고려하지 않고 있다는 사실이다.

다음으로는 질량소멸이 반복된다는 점이다. 아마도 가장 극심했던 소멸사건은 Perm 소멸 사건으로 판단된다. 일부의 연구자료에 의하면 약 10만년 전에 모든 생물군의 50%정도와 해양생물군의 90%가 소멸했다고 결론짓고 있다(Morell, 1999, Newson, 2001). 다른 자료들은 약간 낮은 율의 소멸을 이야기 하고 있다(NGS, 1998a,b). 가장 오래된 사건은 Ordovician 소멸사건이다. 이 사건동안에 약 25%의 모든 생물군이 사라졌다(Morell, 1999). 또 다른 연구자료에 의하면 75%의 모든 동물군들이 사라진 것으로 나타나고 있다(NGS, 1998a,b). Devonian 사건동안에도 소멸된 생물군의 수가 거의 같은 수준이었다.

현재의 종의 수는 약 150만 종류인 것으로 추정하고 있다. 어쨌거나 간에 인류의 수가 급격하게 증가함에 따라 수많은 다른 종류의 생명체가 위험에 놓이게 된 것이다. 1980년 중 생물자원의 양이 약 $2,000 \times 10^6$ 톤으로 평가한 바 있다. 인간생물자원의 총량은 전체 생물자원의 약 2.5 % 정도이고 가축들은 325×10^6 톤으로 평가되고 있다. 따라서 나머지 $1,625 \times 10^6$ 톤은 150만 종류의 것으로 남는 것이다. 생물자원의 총량은 일정한 것으로 가정하고 인류와 가축들은 1.7~2.1 %씩 지속적으로 증가하는 것으로 가정하면 2020년에는 단지 $1,370 \times 10^6$ 톤만이 다른 모든 종류들의 것으로 남는다. 따라서 이러한 수치는 종류의 감소를 보이는 것임을 알 수 있게 하고 있다. 나아가서 이러한 감소는 매우 빠른 추세로 진행되고 있어서 질량소멸(質量消滅)로 고려될 수 있다는 것이다(Füller, 1980).

종의 소멸에 대한 수많은 예가 있으며, 예를 들어 야생 비둘기(*Extopistes Migratorius*)는 19세기 말에 미국의 동부에서는 매우 흔한 동물이었다. 또 다른 조사연구에 의하면 전체적으로 수십억이 넘는 개체수를 보였다는 것이다. 그러나 고기의 맛이 좋고 보관성이 좋아서 1870년 이래로 지속적으로 사냥이 진행되어 1879년에는 Michigan 주에서만 10억 마리 이상이 잡힌 것으로 보고되었다. 1894년에는 마지막으로 부화용 동지를 보게 되었고, 야생 비둘기는 1907년에 마지막으로 보게 되었으며, 1914년에 이르러서는 마지막으로 야생

비둘기가 잡힌 것이다. 오늘날에 와서는 오직 몇 마리만의 원종이 독일의 Jena에 남아 있는 정도이다(Füller, 1980).

또 다른 예로는 남아프리카 산 얼룩말의 일종인 Quagga를 들 수 있다. 이는 얼룩말의 일종으로 남부 아프리카에 살고 있었던 것으로 남아프리카에 살던 네덜란드계 백인들(지금은 보통 Afrikaner 라고 함)인 Boer인들이 그들이 가지고 있던 가축들과 경쟁적이라고 생각해서 Quagga를 죽였던 것이다. 1870년 단지 세 마리의 Quagga만 동물원에 남아 있었던 것으로 보고되어 있다. 1883년에는 마지막 Quagga가 죽게 된 것이다.(Bürger et al., 1980). 또 다른 생물소멸에 관한 자료들을 참고문헌들에서 찾아 볼 수 있다(NGS, 1998a,b).

3.2.2 지질재해

재해의 원인들이 초지구적이든 아니면 모르든 간에 다음의 재해들은 지구의 구성체와 관련이 있다. 이러한 재해들은 지구가 안정적이라든지 변화가 없는 행성이 아니라 시간에 따라 변화하는 것이라는 점을 말해주고 있다. 그러한 변화는 거대한 에너지나 물질들을 방출할 수 있으며, 따라서 지구 자체에 큰 영향을 끼칠 수 있는 것이다(Coch, 1995, Zebrowski, 1997).

(1) 화산

지구는 다양한 화학층들로 구성되어 있다. 층들의 구성을 보면 상층에는 실리콘질 고체 지각으로, 점성질의 맨틀(Mantle), 액체상의 외핵(Outer core), 그리고 고체상의 내핵(Inner core)으로 구성되어 있다. 대부분의 암석들이 수억 년의 나이밖에 안되지만 어떤 암석들은 44억년 이상 된 것들도 발견되고 있다. 이는 지각의 나이를 보여 주고 있는 것이다.

지각의 두께는 대양이나 대륙이냐에 따라 5~70 km의 범위이다. 지각은 지속적으로 움직이고 있으며 주로 지구 내부층의 점성체와 액체의 순환에 기인한다. 만약 지각이 열리거나 파괴되면 유동체와 뜨거운 암석질, 기체 그리고 먼지들이 분출되어 화산을 이루게 되는 것이다. 화산물질들의 최대 깊이는 외핵 경계에 까지 이른다. 하부 맨틀은 2,500~3,000 km에 이른다(그림 3.17 참조).

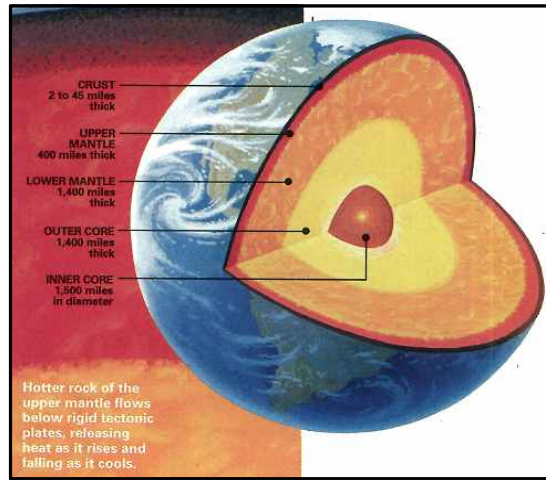


그림 3.17 지구체 모식도

화산은 지질학적인 것으로 지구표면의 형성과정으로 인식되고 있다. 화산의 수는 수천 개에 이르는 것으로 평가되고 있으며 단지 수백 개만이 활동성을 보이고 있다(그림 3.18과 표 3.7). 일반적으로 소규모의 분출(폭발) 수는 연간 약 50개 정도이고 대규모 폭발은 10년에 하나 정도인 것으로 평가되고 있다 (DKKV, 2002).

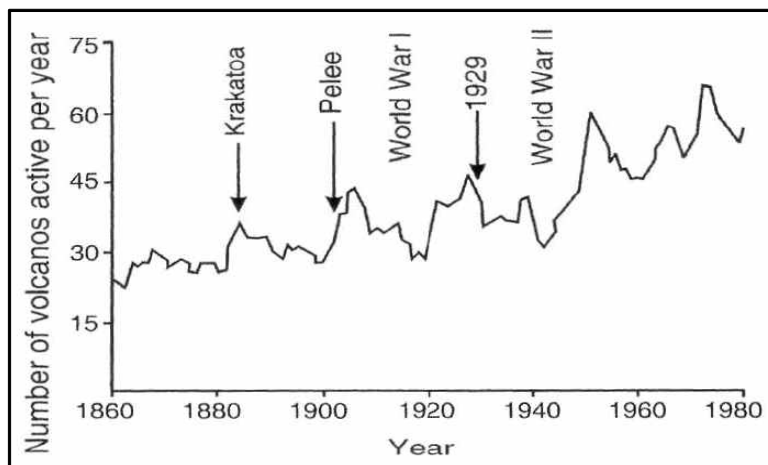


그림 3.18 연간 발생한 활화산 수의 변화(Smith, 1996) : 세계 대전 기간 동안의 활화산 수의 감소를 볼 수 있다.

표 3.7 지난 250년 동안에 발생한 가장 강력한 화산 자료 (Graf, 2001)

Volcano 화산	Year 연도	Explosivity 폭발력	Opacity 불가시정	SO ₂ (Mt)
Laki, Island	1783	4	2,300	100 ¹
Tambora, Indonesia	1815	7	3,000	130 ¹
Cosiguina, Nicaragua	1835	5	4,000	
Askja, Island	1875	5	1,000	
Krakatoa, Indonesia	1883	6	1,000	32 ¹
Tarawera, New Zealand	1886	5	800	
Santa Maria, Guatemala	1902	6	600	13 ¹
Ksudach, Kamtschatka	1907	5	500	
Katmai, Alaska	1912	6	500	12 ¹
Agung, Indonesia	1963	4	800	5±13 ¹
Mount St. Helens, USA	1980	5	500	1
El Chichon, Mexico	1982	5	800	7
Pinatubo, Philippines	1991	6	1,000	16±20

¹ Estimated, Mt=mega Tonnes

화산폭발의 강도는 여러 가지 방법으로 나타낼 수 있다. 화산폭발지수 (Volcanic explosivity index : VEI)가 Newhall & Self (1982)에 의해서 제시된 바 있다. 지진의 강도를 나타내는 Richter 규모와 대조되는 척도이다. VEI는 화산 배출물의 체적과 연기기둥의 높이를 기준하여 산정되며(표 3.8) VEI 값의 한계에 대해서 제안된 것이 있다(Smolka, 2007).

표 3.8 화산폭발지수(VEI) (USGS, 2008)

Category 규모범위	Volume erupted 분출량 in m ³	Column height 분출기둥높이 in km	Examples 예
0	<10 ⁴	<0.1	Nyiragongo, Tanzania (1977)
1	10 ⁴ ~10 ⁶	0.1~1	Unzen, Japan (1991)
2	10 ⁶ ~10 ⁷	1~5	Nevado del Ruiz, Colombia (1985)
3	10 ⁷ ~10 ⁸	3~15	El chicon, MExico (1982)
4	10 ⁸ ~10 ⁹	10~25	Mount St. Helens, US (1980)
5	10 ⁹ ~10 ¹⁰	>25	Krakatoa, Indonesia (1883)
6	10 ¹⁰ ~10 ¹¹	>25	Tambora, Indonesia (1815)
7	10 ¹¹ ~10 ¹²	>25	
8	>10 ¹²	>25	Taupo, New Zealand

또 다른 화산강도로는 Tsuya 지수가 있다. 뿐만 아니라 수많은 화산폭발의 지구기후에 미치는 영향을 나타내는 불투명도(Opacity) 자료가 있기도 하다. 지난 10만년 동안에 VEI 값이 8 정도인 두 개의 화산폭발이 있었다. 그 하나는 New Zealand 의 Taupo 화산폭발로 25,000년 전에 있었으며 1,200 km³의 화산재가 분출되었다.

다른 하나는 인도네시아 수마트라의 Toba 화산폭발로 75,000년 전에 있었으며 2,800 km³ 정도의 화산재가 분출되었다. 뿐만 아니라 Yellowstone에서도 VEI 8 정도의 화산폭발이 있었던 것으로 추정하고 있다(Newhall & Self, 1982). 참고로 St. Helena 산의 대폭발에서는 0.6 km³ 정도의 화산재가 분출되었다. 극한적인 화산폭발에 관한 통계자료가 Mason 등에 의해서 정리된 바 있다(Mason et.al, 2004).

낮은 강도의 화산이 폭발하더라도 사람에게 미치는 영향은 심각하다(Sparks & Self, 2005). 예를 들면 1902년 프랑스령 카리브 군도(French Caribbean island)의 Martinique의 Mont Pele 화산폭발은 30,000여명의 목숨을 앗아갔으며 St. Pierre 마을에서는 한 명의 죄수를 포함하여 단지 2명만이 생존하게 되었던 것이다(Newson, 2001).

Lacroix가 Mont Pele 화산폭발을 조사하여 유명한 보고서를 출판하였다. 18세기에 이미 Hutton 같은 연구가들이 있어서 지구의 변화와 진화에 대해서 연구를 시작하였다(Daniels, 1982). 1815년에 인도네시아의 Sumbawa 지역의 Tambora 화산폭발은 10,000여명의 목숨을 앗아갔으며, 그 후에도 그 지역에서 기아와 질병 때문에 82,000여명의 추가 사상자가 발생하였던 것이다. 뿐만 아니라 세계적으로 기후가 영향을 받아서 1816년 여름에는 기록상 가장 추운 기온을 보이기도 하였다.

유럽에서는 Napoleon 전쟁과 더불어서 엄청난 양의 작물수확이 감소하였던 것이다. 북미지역의 New England 주들에서는 이해 여름에도 얼음이 어는 기온을 보였던 것이다. Krakatoa 화산폭발은 세계적으로 평균기온을 0.3℃ 낮추기도 하였다. 화산폭발은 평균적으로 인위개변(人爲改變)에 의한 효과와 같은 정도로 기후에 영향을 끼칠 수 있다.

일부의 화산폭발들은 지난 2000년 동안에 산발적으로 폭발한 기록들 가운데서 매우 큰 역사적인 기록이 있다. 예를 들면 서기 79년에 폭발한 이태리의

Vesuvius 화산폭발이 있다. 이로 인해 Pompeii가 멸망했으며 그 후에도 서기 203년, 472년, 512년, 695년, 787년, 그리고 서기 968년과 1037년 사이에 5차례, 또 1631년에는 4,000여명의 사상자를 유발하였다(Daniels, 1982).

화산폭발은 몇 가지 형태를 가지고 있다. 분출화산(Effusive eruption), 증기분출화산(Steam explosion), 해저분출화산(Submarine eruption), Stromboly 분출화산, Plinian 분출화산, 백열화산(Glow eruption), paroxysmale explosion, 현무암홍수와 화산재흐름 화산 등이 있다(Daniels, 1982).

마그마(Magma)의 분출가능성에 대한 모형들이 규산(矽酸)농도와 마그마 속에 포함된 물과의 관계를 해석하고 있다(마그마는 땅속에 암석이 녹아 있는 상태이고, 용암은 녹은 암석이 지표면으로 노출된 것으로 구분한다). 이러한 물질들의 조성 상태에 따라서 마그마는 유체상태이거나 보다 점성이 큰 상태가 된다. 높은 증기압과 결합하게 되면 점성질 마그마는 대폭발을 일으킬 수 있다.

(2) 지진(地震)

판구조(板構造) 이론(Wegener, 1915)에 의하면 좁은 폭의 연약권층(軟弱圈層, Asthenosphere layer)은 100 km 정도의 두께를 가지는 암석권층(巖石圈層, 지각(地殼), Lithosphere layer)의 위를 움직이고 있다. 암석권은 지구의 고체층으로 여러 개의 판(Plate)으로 쪼개어져 있다(그림 3.19).

지구의 내부적 열원(熱源)은 판의 운동을 일으키고 있다(Sornette, 2006). 판의 경계들은 예리하게 단순한 것이 아니라 복잡하게 구성되어 있어서 때로는 수백 km의 길이에 이르는 것들도 있다. 따라서 판의 경계구역에서의 초소형 판이 발견된 이래로 지난 수십 년 동안에 알려진 판의 수는 계속해서 변하고 있다. 전에는 단지 14개정도로 알려져 있었으나 최근의 연구결과를 보면 42~52개 정도로 그 수가 확대되고 있다. 판의 크기는 멱법칙(冪法則)(Power law)을 따른다. 지구 표면의 한계성이 판의 크기의 한계를 결정짓는다. 뿐만 아니라 상부 맨틀의 대류셀(Convection cells)의 크기도 판의 크기에 영향을 미치고 있다(Sornette, 2006).

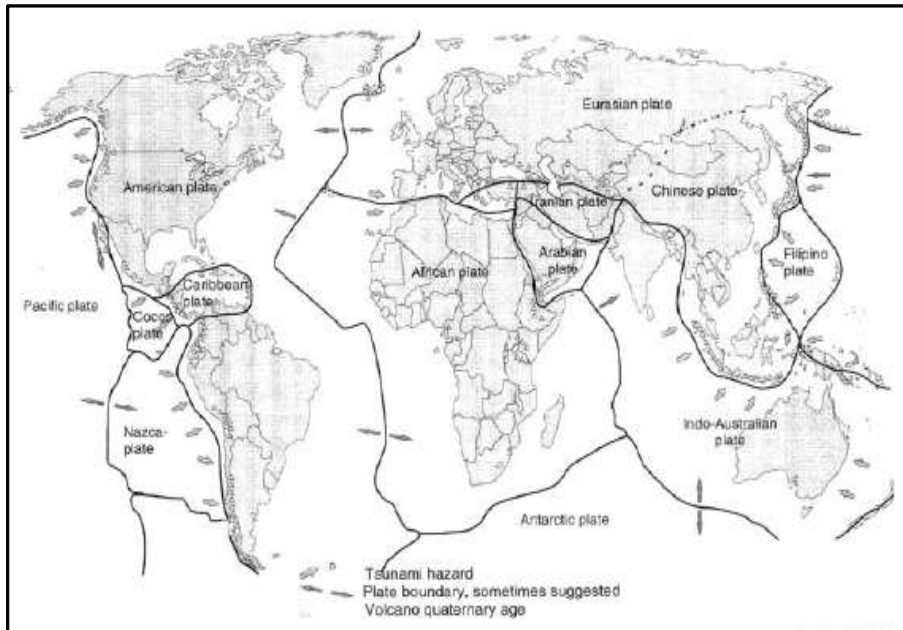


그림 3.19 지구의 판구조와 화산대 및 지진대(Diercke, 2002)

판의 크기 같은 지형학적 이유뿐만 아니라 에너지 소모도 지진동력을 한계 짓는다. 따라서 지진동력의 방출에너지에 대한 Gutenberg-Richter 법칙 (Gutenberg & Richter, 1954)이 대규모 지진에 대해서 수정되어 졌다 (Hosser et al., 1991). 그 결과로 유성체 충돌 같은 지구외적인 충돌을 고려하지 않는 경우에는 최대지진방출 에너지를 구할 수 있다. 20세기 동안에 가장 컸던 2개의 지진으로 1960년 5월 22일 남미 Chile에서 발생했던 것으로 총 배출 에너지는 1.1×10^{26} erg 였으며, 다른 하나는 1964년 3월 28일 북미 Alaska에서 발생했던 지진으로 총 배출 에너지는 4×10^{25} erg 였던 것이다. 이들의 방출 에너지는 거의 최고치에 이른 것이다. 다른 모든 지진들의 연평균 방출 에너지가 3×10^{24} erg 인 점은 매우 흥미로운 것이다. 전형적인 최대 지진의 발생 재현기간은 100년 이하이다(Sornette, 2006). 표 3.9는 지난 20세기 동안에 발생했던 지진들의 규모를 보여주고 있다. 이 규모는 방출된 에너지와 관련되어 있으며 상용대수로 나타낸 Richter 척도로 나타내어 있다.

표 3.9 1900~2004사이의 가장 큰 지진들(Munich Re, 2004)

Date 발생일자	Magnitude 발생규모	Region 발생지역
22.05.1960	9.5	Chile
28.03.1964	9.2	USA, Alaska
09.03.1957	9.1	USA, Aleutian
03.11.2011	9.0	Japan, Tohoku
04.11.1952	9.0	Russia, Kamchatka
26.12.2004	9.0	Indonesia
31.01.1906	8.8	Ecuador
04.02.1965	8.7	USA, Aleutian
15.08.1950	8.6	India, Assam
03.02.1923	8.5	Russia, Kamchatka
01.02.1938	8.5	Indonesia, Banda Sea
13.10.1963	8.5	Russia, Kuril Islands

Richter 척도는 진앙(震央, Epicenter)으로부터 100 km 떨어진 견고한 지반에서 최대진폭 0.05 Hz의 표준 Wood-Anderson 지진계로 측정된 값이다. 건물에 미치는 지진의 영향을 측정하기 위한 척도로는 MSK 척도 (Medvedev-Sponheuer-Karnik), Mercalli 척도, 그리고 EMS 척도 등이 있다.

지진발생 기구에 대한 이해를 바탕으로 보면 지진은 지각판의 경계지역들과 관련되어 있음이 분명하다. 이들 지역에는 30억 정도의 인구가 밀집되어 살고 있다(DKKV, 2002).

다음의 표 3.10과 표 3.11은 살인적인 지진들의 자료를 보여주고 있다.

표 3.10 1900~2004년 사이의 살인적인 지진들 (Munich Re, 2004a)

Date 일자	Event 발생형태	Mag. 규모	Region 발생지역	Fatalities 사상자수	Economic losses 경제적 손실 백만 US-dollars
27/28.7.1976	Earthquake	7.8	China, Tangshan	242,800	5,600
13.12.1920	Earthquake landslide	8.5	China, Gansu	235,000	25
1.9.1923	Earthquake	7.8	Japan, Tokyo	142,800	2,800
8.10.2005	Earthquake		Pakistan, India	88,000	5,200
28.12.1908	Earthquake	7.2	Italy, Messina	85,900	116
25.12.1932	Earthquake	7.6	China, Kansu	77,000	

31.5.1970	Earthquake landslide	7.9	Peru, Chimbote	67,000	550
30.5.1935	Earthquake	7.5	Pakistan, Quetta	50,000	25
20/21.6.1990	Earthquake	7.4	Iran, Gilan	40,000	7,100
23.5.1927	Earthquake	8.0	China, Gansu	40,000	25
26.12.1939	Earthquake	7.9	Turkey, Erzinean	42,900	20
13.1.1915	Earthquake	7.5	Italy, Avezzano	32,600	25
25.1.1939	Earthquake	8.3	Chile, Concepcion	28,000	100
26.12.2003	Earthquake	6.6	Iran, Bam	26,200	500
7.12.1988	Earthquake	6.7	Armenia, Spitak	25,000	14,000

표 3.11 역사상 가장 극심했던 20개 지진 (USGS, 2001)

Year 연도	Country, region 국가/지역	Fatalities 사상자수
23.01.1556	China, Shansi	830,000
27.07.1976	China, Tangshan	255,000
09.08.1138	Syrien, Alcpo	230,000
22.05.1927	China, Xining	200,000
22.12.856	Iran, Damghan	200,000
16.12.1920	China, Gansu	200,000
23.03.893	Iran, Ardabil	150,000
01.09.1923	Japan, Kwanto	143,000
05.10.1948	USSR, Turkmenistan, Ashgabat	110,000
Sept. 1290	China, Chihli	100,000
28.12.1908	Italia, Messina	70,000~100,000
8.10.2005	Pakistan, India	88,000
Nov. 1667	Kaukasus, Shemakha	80,000
18.11.1727	Iran, Tabriz	77,000
01.11.1755	Portugal, Lisabon	70,000
25.12.1932	China, Gansu	70,000
31.05.1970	Peru	66,000
1268	Italia, Asia Minor, Sicily	60,000
11.01.1693	Italia, Sicily	60,000
30.05.1935	Pakistan, Quetta	30,000~60,000

어떤 지역에서는 지진활동들이 수천 년을 거슬러 올라가기도 한다. Turkey 의 Antioch 시에서는 서기 115년, 458년, 526년, 588년, 1097년, 1169년, 그리고 1872년에 심각한 지진을 경험하였던 것이다. 458개의 지진으로 인해서 30만 명이 죽은 것으로 평가되고 있다(Gore, 2000).

물론 모든 지진들이 것처럼 엄청난 피해를 발생시키는 것은 아니다. 공학기술의 발전으로 지진피해자 수를 급격하게 감소시키고 있다. 지난 50여 년간에 수많은 연구들이 미국 California주의 구조물들의 지진하중에 대한 강화에 초점을 맞추어 연구하여 왔다. 또한 수많은 지진위험도 분석 연구들이 진행되어 왔다(Tyagunov et al., 2006).

지난 수십 년 동안에 미국에서는 130여명의 사상자만 났을 뿐이다. 이러한 결과를 얻기까지 250억 달러를 사용해서 내진 보호 활동을 하였던 것이다. 표 3.12에서 보듯이 2개의 지진결과를 비교하여 보면 그 효과가 분명하게 보인다.

표 3.12 2개의 지진에서의 사상자수와 손상의 비교 (Newson, 2001)

	Spitak 지진	Loma-Prieta 지진
Date(일자)	7 December 1988	17 October 1989
Magnitude(규모)	6.9	7.1
Region(지역)	Armenia	Northern California
Fatalities(사상자수)	>25,000	67
Injured(부상자수)	31,000	2,435
Homeless(주택상실)	514,000	7,362
Damage of property (재산손상)	Unknown	~78억 US dollars

Armenia와 California의 지진발생지역의 지형은 비교할 만하다. 즉, 산악지역에 대한 저지대의 비율, 인구분포, 전체 도시 시설물에 대한 새로운 시설물의 비율 등은 대조적이다(Bachmann, 1997). 지진의 결과는 매우 대조적이다. Armenia 지역에서의 시설물의 손상이 불명하기 때문에 개발국에서의 두 가지 예를 더 살펴보기로 한다.

1994년 California의 Northridge 지진은 440억 달러의 손상을 유발한 것으로 평가되고 있다. 더욱이 1995년 일본의 Kobe 지진에서는 약 6,300여명의 사상자를 발생시켰고 경제적으로는 1,000억 달러정도의 손상을 가져온 것으로 평가되고 있다(Mechler, 2003).

3.2.3 기후재해

(1) 기후변화

일반적으로 지질변화는 지진처럼 단기적인 위험을 초래할 뿐만 아니라 장기적으로도 기후에 영향을 미치며 기상변화를 초래하기도 한다.

최근에는 지구의 기후변화가 지속적으로 일어나고 있음을 확인하고 있다. 예로서 6,500만 년 전 지구상의 평균기온은 지금보다 훨씬 높았다. 5,500만 년 전에는 최고의 평균기온으로 높았던 사실을 알 수 있다.

그림 3.20은 6,500만년 동안에 대수(對數, log)로 표시한 시간대별 지구표면의 평균기온을 보이고 있다. 침두값에서는 극지의 얼음은 완전히 녹았으며 열대의 숲은 북극권까지 다달은 상태가 되었던 것이다(NGS, 1998a,b). 악어들의 선조는 Greenland까지 살았으며 대양의 해저면 온도는 지금은 약 4°C 이지만 당시에는 17°C 까지 이르렀다.

적도와 극지방 사이의 온도경사는 거의 무시할 정도였으며 지리적 육지분포는 그러한 기후조건에 크게 영향을 주었다. 약 6,000만 년 전에 Australia 와 남극이 분리되었다. 이것은 새로운 대양을 만들게 되었는데 남극을 차갑게 하는 결과를 유발하였다. 동시에 Africa는 Europe 쪽으로, India는 아시아로 접근하게 되었다. 이들 지역에서는 새로운 산맥들이 생겨났으며 이들은 기후조건을 변화시키는 중요한 요소가 되었다. 예로서 평균해수면의 표고가 낮아지고 육지의 면적이 늘어난 것은 기후조건을 변화시키는 중요한 요소가 된 것이다.

육지는 열저장능력을 낮추는 결과를 가져 왔으며 결과적으로 기온을 낮추는 결과를 초래하였다. 추가적으로 석탄과 석유의 형성은 지구온난화 가스를 형성하는 결과를 낳은 것으로 볼 수 있겠다.

따라서 5,500만 년 전부터 3,500만 년 전까지 사이에는 지구의 기후는 북극이 얼음으로 덮이는 냉각기를 경험하게 된 것이다. 뒤이어서 다음의 1,400만 년간에는 온난화 기간을 맞이하였던 것이다. 그리고 다시 몇 천 년 전에는 냉각기가 시작되었던 것이다(그림 3.20 참조).

결과적으로 북극의 얼음 두께는 지금의 그것보다 세배나 두꺼운 상태에 이르게 된 것이다.

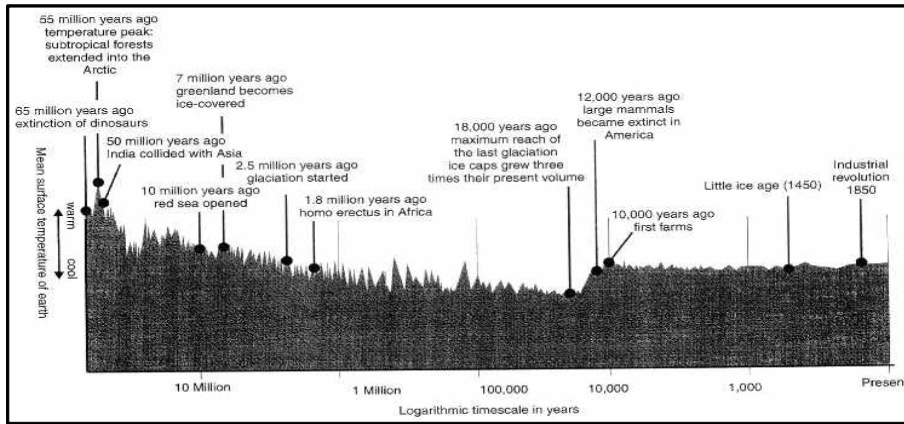


그림 3.20 지구표면의 평균기온 변화(NGS, 1998a,b)

나무의 나이테, 산호층, 얼음시주표본의 측정이나 역사적 자료들을 분석한 것에 기초하여 보면 지난 2만년 동안의 지구상의 기후변화를 잘 평가할 수 있다 (Wilson et al. 1999). 그러한 기후변화를 분석하여 보면 기후변화폭은 상대적으로 작은 편이다. 어쨌든 간에 그러한 변동은 지금도 일어나고 있으며 빙하의 규모로부터 알 수 있다. 예로서 Switzerland의 Aletsch 빙하지대(Alps에서 가장 긴 빙하임)의 Konkordia 지점에서는 지난 100년 동안에 100 m 의 두께가 얇아진 것으로 관측되고 있다(그림 3.21, 3.22 참조). 더욱이 지구상의 전체 얼음 체적은 1960년 이래로 약 10 %정도가 줄어든 것으로 보고되고 있다.

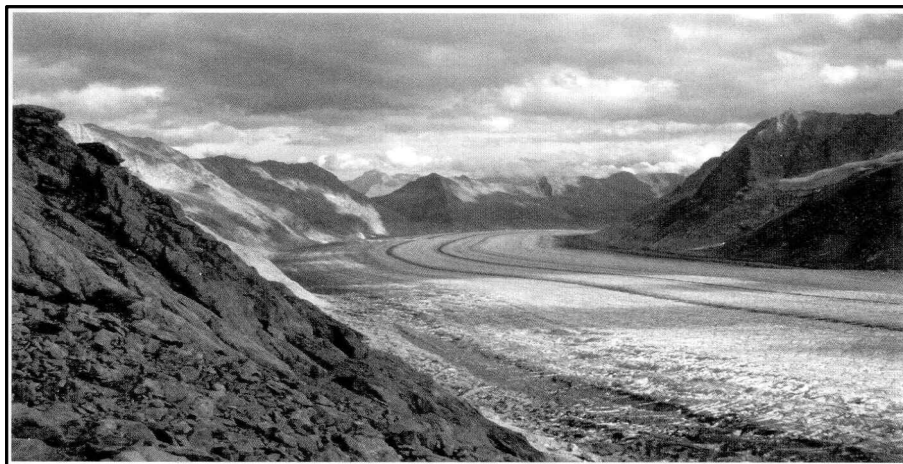


그림 3.21 스위스의 알프스에서 가장 긴 Aletsch 빙하지대

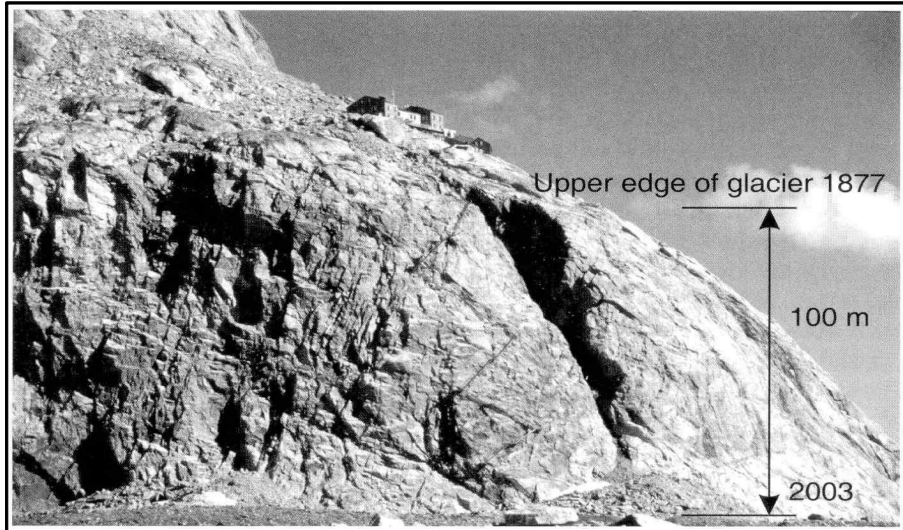


그림 3.22 Konkordia 지점의 Aletsch 빙하에서는 1877년 이래로 100 m의 두께를 잃어버렸다.

알레치빙하는 길이 16 km(최대길이 26.8 km), 평균너비 1,800 m, 면적 115 km² 규모이다.

지구북반구에서의 지난 2,000년 동안에 평균기온의 변화를 그림 3.23에서 볼 수 있다.

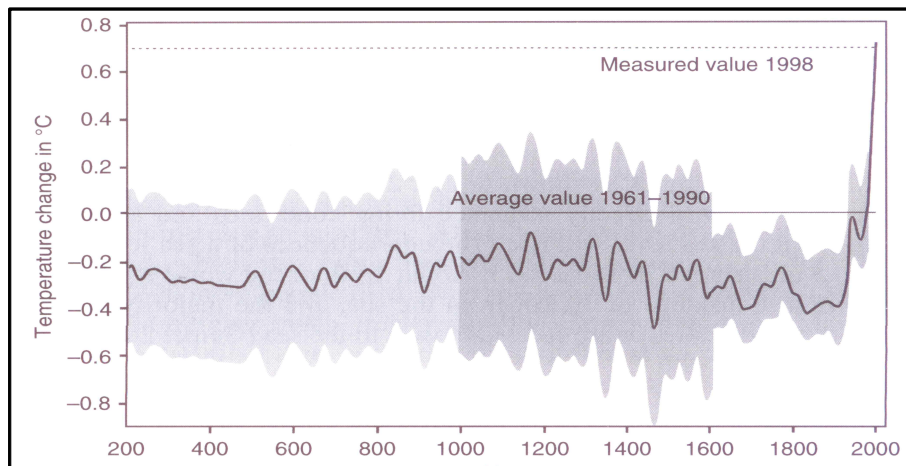


그림 3.23 지난 2,000년 동안의 북반구에서의 평균기온변화(IPCC, 2001)

물론 이 자료는 자료의 불확실성 때문에 과학계에서 많은 논란을 유발하였으나 이 그림은 평균값뿐만 아니라 자료의 신뢰범위(회색 부분)를 포함하고 있다. 이 그림은 잘 알려진 중세기의 온난화와 작은 규모의 빙하기를 보여주고 있다. 빙하기 후반에는 버려졌던 Greenland에서 온난화 기간 동안에는 Viking에서 정착했던 기록을 보이고 있다(NGS, 1998a,b).

그림 3.23은 마지막 50년 동안에 평균기온이 상승한 것을 보여주고 있다. 이러한 자료에 근거하면 전에 없었던 기온의 급격한 상승을 볼 수 있다. 1990년대는 아마도 지난 1,000년 동안에 가장 따뜻했던 기간으로 판단된다. 지구의 평균적인 표면 기온은 지난세기 동안에 약 $0.6^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 정도 상승한 것으로 평가된다(IPCC, 2001).

Europe의 계절 기온자료를 보면 경고수준 이상임을 볼 수 있다. 2003년의 여름기온은 평균값 보다 2°C 정도 높았던 것을 볼 수 있다. 이러한 높은 기온은 지난 500년 동안에 가장 높았던 여름 기온으로 판단되며 다음이 1747년의 여름 기온으로 판단된다. 1750년 이래로 따뜻한 여름이 진행되었으며 오히려 20세기에는 상대적으로 시원한 여름이 진행되었던 것으로 판단된다. 1923년부터 1947년까지는 첫 온난화 기간이 시작되었으며, 이어서 1977년까지는 시원한 기간으로 평가된다. 그리고 평균기온이 오르는 현상이 관측되었다(NZZ, 2004a,b).

겨울기온을 보면 유럽에서는 평균기온이 오르는 현상을 볼 수 있다. 1973년부터 2002년까지는 지난 500년 동안에 가장 따뜻했던 겨울 기온이었음을 볼 수 있다. 겨울 기온의 상승은 재해관리면에서 매우 흥미로운 현상이다. 중부유럽에서 겨울 기온이 상승하게 되면 눈이 줄어들고 장기간의 고기압대 형성이 줄어든다. 이러한 고기압대는 대서양으로부터 중부유럽으로 물려오는 폭풍을 동반하는 저기압대에 선행하는 것으로 평가받고 있는 것이다. 유럽에서 가장 추웠던 기록은 1708~1709 이었던 것으로 기록되고 있다.

기온측정뿐만 아니라 다른 기후영향들, 예로서 폭풍의 출현이나 El Nino 현상의 발생 등은 기온의 상승을 보여주고 있다. 그럼에도 불구하고 현재 진행되고 있는 체계적인 기후변화에 대한 증거들을 확보하기는 쉽지 않은 실정이다. 지구의 기후시스템은 극도로 복잡하며 많은 다른 시스템, 예로서 사회시스템, 천문시스템, 해양시스템 등과 연계되어 있는 것이다. 인류는 대량의 화석연료 소화를 통

해서 현재의 기후시스템에 많은 영향을 끼치고 있다. 만약 이러한 경향이 지속된다면(그림 3.24의 좌측 참조), 기온은 상승하여 삶의 조건이나 농업에 바로 영향을 미칠 뿐만 아니라 해수면의 상승을 초래하게 될 것이다.

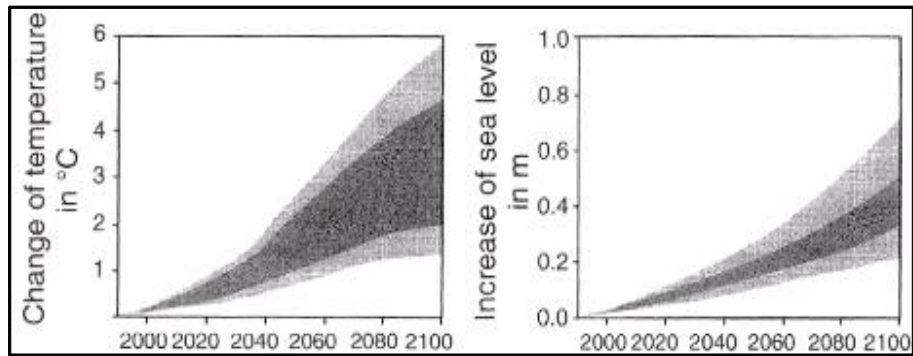


그림 3.24 기온변화와 해수면 상승량의 추정치(IPCC, 2001)

결과적으로 이러한 해수면의 상승은 표 3.13에서 처럼 약 0.5 m에 이를 것으로 평가된다. 세계인구의 1/5은 해안선으로부터 30 km 이내의 공간과 대부분의 대도시들, 그리고 바다에 가까운 해안도시들에서 살고 있다(Geipel, 2001).

표 3.13 북미와 일본의 해수면 상승과 인도네시아의 0.6 m, 다른 모든 나라에서 1 m의 해수면 상승에 의한 육지손실량 산정치 (Abramovitz, 2001)

	Loss of area (손실면적)		Affected population (영향받는 인구수)	
	km ²	%	Million	%
Egypt	2,000	< 1	8	11.7
Senegal	6,000	3.1	0.2	2.3
Nigeria	600	< 1	> 3.7	3
Tanzania	2,117	< 1	-	-
Belize	1,900	8.4	0.07	35
Guyana	-	-	0.6	80
Venezuela	5,700	0.6	0.06	< 1
North America	19,000	< 1	-	-
Bangladesh	29,846	20.7	14.8	13.5
India	5,763	0.4	7.1	0.8
Indonesia	34,000	1.9	2.0	1.1
Japan	1,412	0.4	2.9	2.3

Malaysia	7,000	2.1	> 0.05	> 0.3
Vietnam	40,000	12.1	17.1	23.1
Netherlands	2,165	6.7	10	67
Germany	-	-	3.1	4

기후변화는 홍수나 호우의 원인이 될 뿐만 아니라 추가적인 중력재해를 유발한다. 예를 들어 동토지역의 기온이 올라가면 토층의 강도를 잃게 되어 기초로서의 역할을 하지 못하게 된다. 알프스에서의 토층 이동에 대한 자료를 보면 소빙하기의 끝인 19세기 말에 침투량을 보이고 있다. 동토의 기능변화는 빙하호수의 기능 실패를 유발하여 결국은 홍수를 낳기도 한다.

(2) 극한기온 - 혹서(酷暑)와 혹한(酷寒)

기온변화는 시민들에게 직접적으로 영향을 끼친다. 2003년 8월 프랑스뿐만 아니라 유럽의 많은 국가들에서 열파(Heat wave)를 경험하였다. 이해 8월 4일부터 12일까지 파리에서는 모든 측정값들(최저값, 최고값, 및 평균값)이 1873년 이래로 종래의 모든 값들을 넘어서는 기록들 이었다.

이러한 열파는 대기오염과 연계되어 사망률을 높이는 원인이 되었다. 8월 4일에 이미 통계적 기대치를 훨씬 넘는 300여명이 죽었고, 12일에는 2,200명이 넘는 사람들이 죽었다. 이 기간 동안에 통계적 평균치를 훨씬 넘는 14,802명이 죽은 것이다. 주로 75세 이상의 노년층이 전체 사망률의 70%를 넘었다. 사망률에서의 우연의 일치점은 주로 노인복지관(Nursing home)에서 발생하였다. 뿐만 아니라 45세에서 75세 사이의 나이 군에서도 높은 사망률(30 %)을 보였다 (VMKUG, 2004).

지역별 사망률도 특성을 나타내었다. 어떤 농촌지역에서는 약간 높은 수준을 보였으나 파리나 대도시 주변에서는 사망률의 급격한 증가(130 % 이상)를 보였다. 이탈리아나 포르투갈 같은 다른 나라들에서도 비슷한 영향을 받은 것으로 보고되고 있다(VMKUG, 2004).

그림 3.25는 일 최고기온과 사망률의 상관성을 보이고 있다. 높은 기온은 높은 사망률을 보이고 있음이 분명하다. 그러나 이러한 결과가 공급수 부족 때문이 아니라는 점을 알아야 할 것이다.

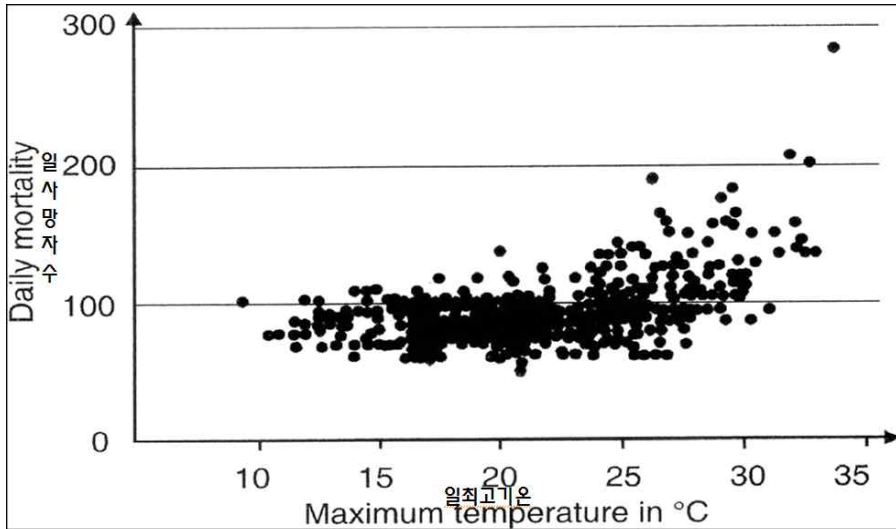


그림 3.25 도시에서의 일최고기온과 사망률간의 관계(Munich Re, 2003)

(3) 가뭄과 산불

고온은 극단적으로 가뭄을 포함하여 수자원의 고갈을 초래할 수 있다. 가뭄이 많은 나라들과 지역에서는 상습적이고도 만성적이기 때문에 자연재해나 위험으로 보지 않는 경우도 있다. 그러나 본서에서는 기상의 특이한 조건으로 보아서 자연재해로 정의한다. 예로서 아프리카의 어떤 지역에서는 가뭄이 몇 년의 주기로 규칙적으로 발생하는 지역이 있다. Ethiopia 에서는 사망자의 98 %가 가뭄으로 인한 것으로 보고되고 있다(Tadele, 2005). 표 3.14는 중대한 가뭄의 결과(기근)를 보여 주고 있다.

표 3.14 중대 가뭄재해와 피해결과(기근) (NN, 2004)

Year 연도	Location 지역	Consequences 중요한 영향
1064~1072	Cairo, Egypt	Non-appearance of Nile Floods causing famine where probably 4,000 people starved to death
1069	Durham, England	probably 50,000 people starved to death
1199~1202	Cairo, Egypt	Non-appearance of Nile floods causing famine where probably 100,000 people starved to death
1669~70	Surat, India	Probably three million people starved to death
1769~70	Delhi, India	18 months of drought, an estimated three

1790~91	Bombay, India	million people starved to death Famine in India, probably several thousand people starved to death, cannibalism occurred
1833	Guntur, India	Drought and famine with about 20,000 victims
1866	Raipur, India	Drought in Bengal, Orissa and BiHar, probably 1.5 million people starved to death or have died by diseases
1868	Bhopal, India	
1876~77	Madras, india	supposedly the most severe famine with about three million people starving to death and another three million dying from cholera
1877~78	Tsehangtschun, Manchuria, China	Drought over several years caused famine in northern and middle China with about 1.3 million victims
1898	Punjab, india	Probably one million people starved
1921~22	Nisehni Nowgorod wolgaregion, Russia	Prolonged drought causes famine, several million people affected
1932~33	Kiev, Russia-Ukraine	Economic rearrangement and drought yielded to famine, several million people were affected
1932~1940	Dodge City, Kansas, USA	Drought in middle west of the USA, 350,000 people left the region
1962	Parana, Brazil	Drought for several months yielded to severe fires in the coffee production regions
1967~1970	Biafra	Drought and war yielded to famine, about eight million people affected
1969~1974	Gao Mali, Sahel zone, Africa	Drought and political difficulties yield to famine and disease
1972	Nagpur, India	Heat wave of more than 40 ° C for several months, heavy damage to agriculture
1984~1985	Mekele, Ethiopia	Prolonged drought and war yielded to famine in several African countries. Ethiopia was the most severely hit.
1992	Bulawayo, Zimbabwe	Drought and famine hit 30 million people
1994	Grafton, New South Wales, Australia	90 % of the wheat harvest was lost due to drought

한 지역으로 유입하는 물의 양과 유출하는 물의 양 사이에는 일반적인 불일치가 있다. 만약 유출량이 많은 경우에는 그 지역은 건조지역(Arid)이다. 대략 40 % 정도의 인구는 물부족 지역에 살고 있다. 서기 2025년경에는 전 세계의 인구 중 반정도만이 식용수 공급이 가능할 것으로 보고 있다(그림 3.26). 이는 건조지역에 사는 수백 만명에게 중대한 문제를 유발할 수 있다.

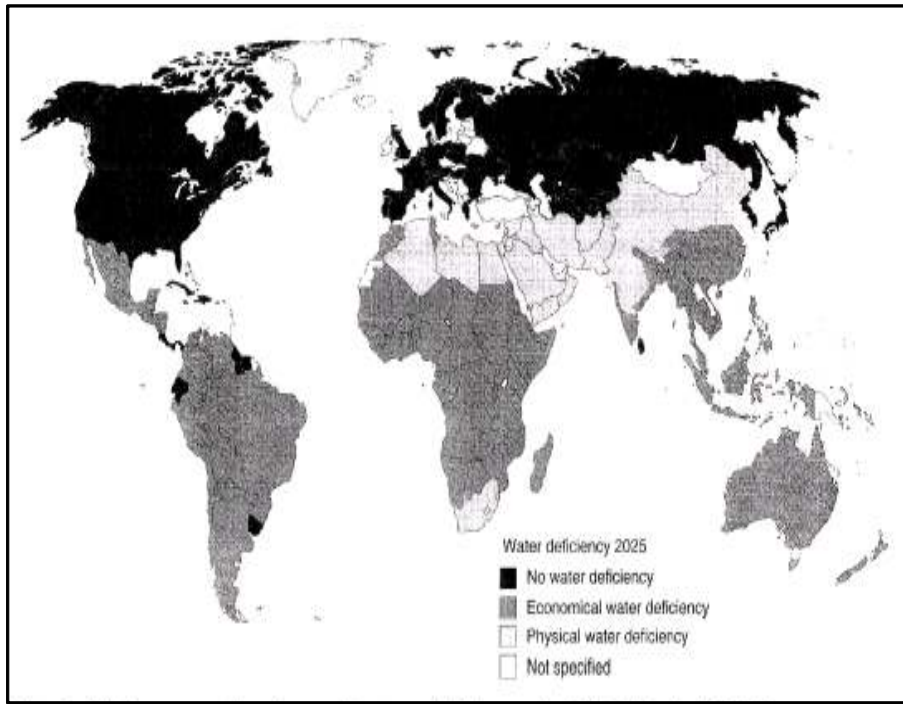


그림 3.26 서기 2025년경의 전 세계 물부족 지역(Geipel, 2001)

그렇지만 만약 어떤 지역이 건조지역이라면 공공의 충분한 물공급을 위한 활용 가능한 기술들이 있다. 예로서 중동지역에서는 담수화(淡水化) 장치들이 사용 가능하며 폐쇄형 물순환 시설도 가능한 것이다. 아주 가끔은 가뭄에 대응한 안전대책이 시행되지 않거나 충분히 수행되지 않은 경우가 있기도 하다.

기근(饑饉)은 가뭄뿐만 아니라 가뭄과 농장이나 숲에서의 극심한 화재와의 결합에 의해서도 발생한다. 캘리포니아에서 2003년과 2007년의 10월과 11월에 발생했던 막대한 산불이 좋은 예가 되겠다. 2003년에는 13,000명의 소방관들이 진화하려고 애를 썼으나 20여명이 화재로 죽었고 2,200채의 가옥이 파괴되었다.

재정적 피해규모는 너무나 커서 수계하기도 어려운 실정이었다. 1991년 10월의 Oakland Hill 화재 때의 피해정보에 따르면 보험청구액은 약 23억 달러에 이르렀었다. 1993년의 두 번의 산불로 약 10억 달러의 손실을 가져 왔다. 또 다른 예로는 Arizona(Rodea-Chediski) 산불 시에는 1억 2,500만 달러의 손실

을, New Mexico(Cerro Grande) 산불에서는 1억 5,000만 달러의 손실을 가져오기도 하였다(Munich Re, 2004b).

산불은 더 이상 지역의 문제가 아니라 세계적인 문제이다. 예로서 21세기로 들어서자마자 발생하였던 Indonesia 산불은 대기오염문제 때문에 전 세계적인 문제로 인식되었으며, 2001년 12월에 발생하였던 Sydney 산불(검은 성탄절 산불 : Black Christmas fire)시에는 15,000명 이상의 소방관이 진화를 하였다. 검은 성탄절이라는 이름은 Sydney시가 두꺼운 연기구름으로 뒤덮였던 것에 유래한다. 다음 그림 3.27은 호주에서 발생하였던 역사적으로 유명했던 대형 산불의 기록을 보여 주고 있다. 유럽의 기록은 Plate (2003)의 자료에서 찾아 볼 수 있다.

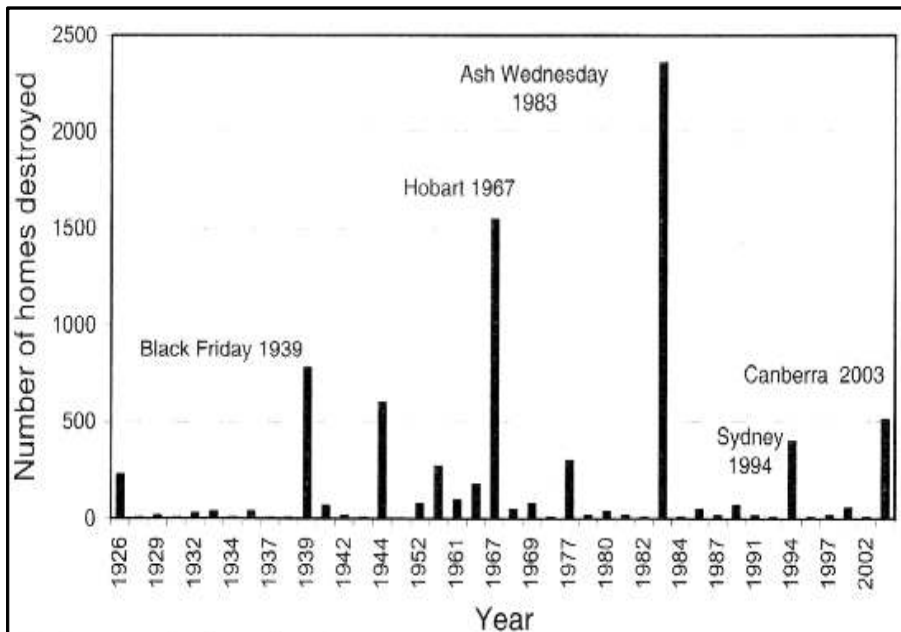


그림 3.27 호주에서 발생한 파괴된 가옥수를 기준한 대규모 산불 (McAneney, 2005)

가뭄에 의해서 대규모 산불이 발생하기도 하지만 가뭄은 방화에 의한 경우도 있다(McAneney, 2005). 가뭄은 많은 경우에 갈등과 같은 인위개변(人爲改變)과 연관되어서 기근의 원인이 되는 수도 있다.

(4) 기근(饑饉)

기근은 인구의 상당부분에서 일시적 식량 부족으로 발생하는 일시적 상황이다. 최근에 Zimbabwe와 북한에서 기근이 발생하였다. 단일 사회계층에서의 고질적인 식량부족은 기근으로 보지 않는다. 그럼에도 불구하고 세계의 여러 지역에서 그러한 현상이 발견되고 있다(그림 3.28과 그림 3.29).

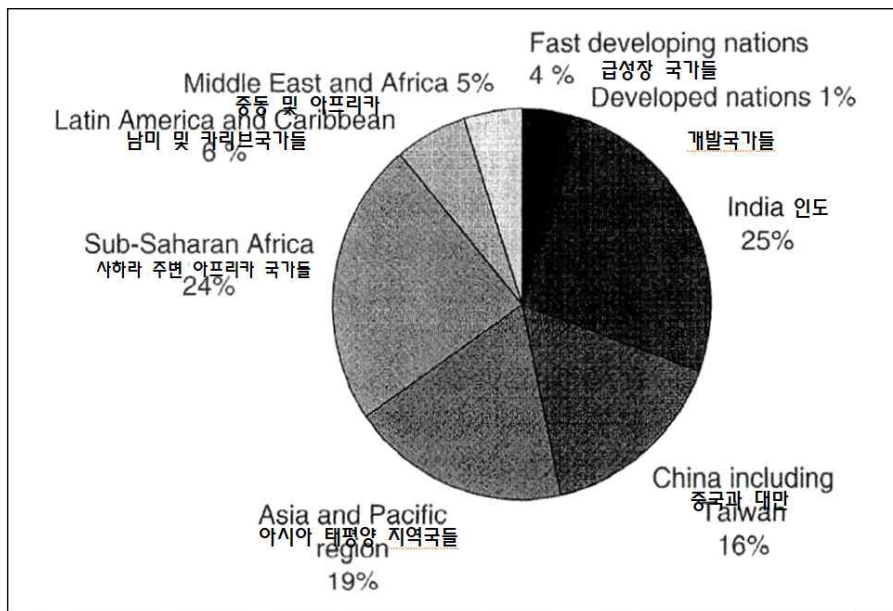


그림 3.28 세계식량농업기구에 의한 저영양 국민의 지리적 분포(FAO, 2003)

브라질의 경우는 인구의 1/4이 충분한 식량을 공급받지 못하는 것으로 평가되고 있다(NZZ, 2004). 아프리카의 Ghana에서는 인구의 1/3이 영양상태가 나쁜 것으로 평가되고 있다(Jelenik, 2004).

유엔의 식량농업기구(FAO)는 영양상태가 나쁜 인구수가 약 8억 4천만 명 정도인 것으로 평가하고 있다. 그들 중 대부분이 어린이들로 2,000년도에만도 세계적으로 370만 명이 영양부족으로 죽었다. 아프리카에서는 5세 이하의 어린이들 죽음의 50 %가 영양실조와 관련되어 있다. 전지구적 질병의 10 %정도는 영양부족과 관련되어 있는 것으로 평가되고 있다(FAO, 2003).

영양상태는 다양한 인체측정학적 요소들을 영양부족 형태에 따라 조정하여 판

단한다. 급성영양부족은 소진(Wasting) 상태로도 불리는 것으로 주로 키에 대한 몸무게의 비율로 판정한다. 70 % 이하 또는 나이에 따르는 팔뚝(Upper arm)의 직경으로 영양부족을 판정한다.

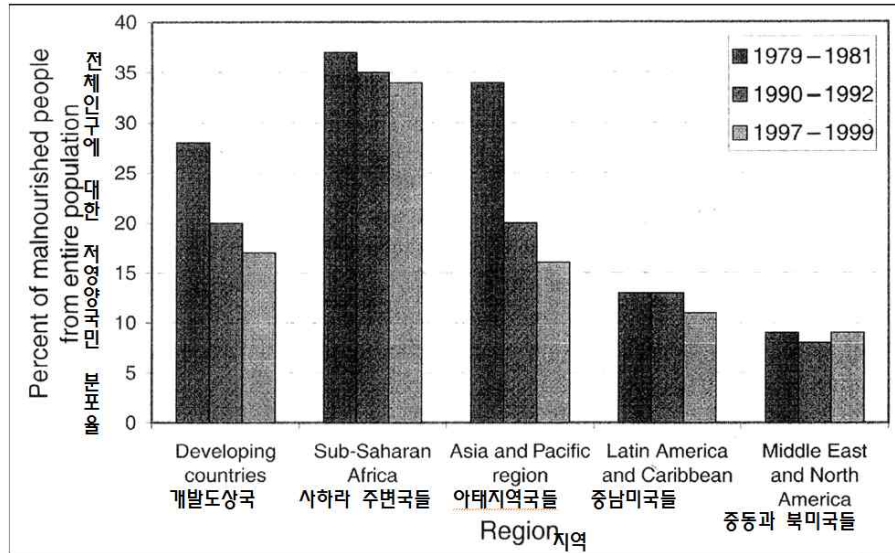


그림 3.29 지역별 저영양국민 분포수 (FAO, 2003)

만성적 영양부족을 결정하기 위해서는 나이에 대한 키의 비율이 사용된다. 물론 팔뚝의 직경으로 판정하기도 한다. 부종(浮腫, Edema)이나 굶주림에 의한 영양실조(Dystrophy) 같은 병원성(病源性) 지표들 역시 영양부족을 판정하는데 사용된다.

부종은 팔, 다리 그리고 얼굴에 나타나며 피부는 창백해지며 머리카락은 쉽게 빠진다. 지방조직과 근육조직을 크게 잃으면 갈비뼈, 척추뼈, 어깨뼈가 눈에 보일 정도가 된다. 일반적으로 극심한 악영양상태의 어린이들은 노인과 같은 외양으로 변한다. 영양부족에 대한 또 다른 역학적 측정방법으로는 공급되는 에너지량을 측정하는 것으로 판정할 수 있다. 일반적으로 2,000에서 2,600kcal가 1인당 매일 필요하다.

Switzerland에서는 1438년, 1530년, 1571~1574년, 1635~1636년, 1690~1694년, 1770~1771년, 그리고 1816~1817년에 기근이 발생하였던 기록이 있다(Kurmann, 2004). 기근은 기록된 것들 보다 훨씬 더 빈번하게 발

생하였던 것으로 판단된다. 이는 여러 지역에서 자료부족을 원인으로 기록된 자료들은 중세기 이후이며, 기근이 제한된 지역에서만 발생하기 때문인 것으로 판단된다. 기근은 산업화 이전에는 중대한 사회적 위협의 하나였던 것이다. 그럼에도 불구하고 19세기 말과 20세기 초에도 기근이 발생하였던 것이다. 잘 알려진 유명한 기근으로는 아일랜드의 감자부족으로 인한 기근이었다. 1백만 명 이상이 죽었으며 수십만 명이 이민을 떠났던 것이다.

문제는 기근이 자연적인 것이냐 아니면 사회적인 위협이냐이다. 역사적으로 보면 작물실패나 수확실패가 기근을 유발했으나 기근 극복에 필요한 곡물을 반드시 생산해야 했던 것은 아니었다. 대부분 수확실패 후에는 식품가격상승으로 이어져서 경제적 위기를 낳았던 것이다.

따라서 수확실패에 대한 경제적 반응은 심각하게 기근을 확대했던 것이다. 이러한 사실은 오늘날에 와서 보다 나은 교통수단에 의해서 더욱 명확하게 되고 있다. 중세 말부터의 해운업의 증가는 선박에 의해서 시장에서 긍정적으로 작용하는 식품수송이 최소한 해안지역에서 급격히 이루어지게 됨에 따라 기근이 줄어들게 된 것이다.

사회적 위협으로서의 기근은 1770~1771년과 1816~1817년의 스위스 기근을 볼 수 있다(Mattmüller, 1982). 삼유산업에서 경제적 위기가 발생하여 비고용인들은 오르는 식품비를 지불할 수 없게 됨에 따라 기근이 대부분의 비고용인들에게 발생하게 된 것이다. 이러한 사실은 영양부족을 겨우 면할 수 있을 정도의 식품생산능력 밖에 없는 일부 아프리카 국가들에서 사실로 나타났다. 그러나 여전히 영양실조의 어린이 숫자는 그대로인 상태이다. 식품구입에 사용하는 수입률을 보면 알 수 있다(Ziervogel, 2005).

일반적으로 영양부족을 줄이고 식품안전을 증가시키는 것이 중요 목표이다. 이것은 사람들이 정신적 요구를 충족하고 활동적이며 건강한 일상을 유지할 수 있는 충분하고도, 해가 없는, 그리고 영양가 있는 식품을 섭취할 수 있게 하는 것이다. 영양부족이 식품부족을 뜻하는 것은 아니다. 질병으로 인한 경우도 있는 것이다. 일반적으로 영양부족은 인체의 에너지 균형의 부족을 말한다. 사람이 필요로 하는 최소 에너지는 인체의 체온을 유지하며, 활동적인 일을 할 수 있게 하며, 질병에 대응할 수 있는 에너지들로 구성되어 진다.

(5) 황사(黃砂)와 미세(微細)먼지



그림 3.30 황사가 덮힌 서울의 거리

황사는 주로 중국 북부나 몽골의 건조·황토지대에서 바람에 날려 올라간 미세한 모래 먼지가 대기 중에 퍼져서 하늘을 덮었다가 서서히 강하하는 현상 또는 강하하는 흩먼지를 말한다. 3~5월에 많이 발생하며 때로는 상공의 강한 서풍을 타고 한국을 거쳐 일본·태평양·북아메리카까지 날아간다.

표 3.15 황사철 안전관리 자세히 보기

구분	발생전	발생중	발생후
가정	황사가 들어오지 못하도록 점검 실내 공기정화기 준비	외출자제, 외출시 보호의복 착용 귀가 후 깨끗이 씻고 양치질 필수	실내공기의 환기 및 환경 정화 황사 노출 물품은 세척 후 사용
학교	학생 비상연락망 연계 체계 유지 피해예방 행동요령 지도	실의학습 중지 및 연기	실내·외 방역 통한 먼지 제거 황사발생 후 전염병 예방접종
농가	방목장에 있는 가축 대피 준비 황사 세척용 장비 점검	가축 대피, 황사에 노출방지 시설물의 출입문·환기장 닫기	질병의 발생유무 관찰 병든 가축신고

미세먼지는 우리 눈에 보이지 않는 아주 작은 물질로 대기 중에 오랫동안 떠다니거나 흩날려 내려오는 직경 10 μm 이하의 입자상 물질을 말한다. 석탄, 석유 등의 화석연료가 연소될 때 또는 제조업·자동차 매연 등의 배출가스에서 나오며, 기관지를 거쳐 폐에 흡착되어 각종 폐질환을 유발하는 대기오염물질이다.

먼지는 입자의 크기에 따라 총먼지, 지름이 10 μm 이하인 미세먼지(PM 10), 지름이 2.5 μm 이하(PM 2.5)인 초미세먼지로 나뉜다. 미세먼지는 질산염(NO₃⁻), 암모늄(NH₄⁺), 황산염(SO₄²⁻) 등의 이온 성분과 탄소화합물(carbon compounds), 금속(elements) 화합물 등으로 이루어져 있다. 특히, 직경 2.5 μm 이하의 초미세먼지는 인체 내 기관지 및 폐 깊숙한 곳까지 침투하기 쉬워 기관지, 폐 등에 붙어 각종 질환을 유발할 수 있으며, 세계보건기구(WHO)는 미세먼지 중 디젤에서 배출되는 BC(black carbon)를 1급 발암물질로 지정했다. 또한, 장기간 미세먼지에 노출되면 면역력이 급격히 저하되어 감기, 천식, 기관지염

등의 호흡기 질환은 물론 심혈관 질환, 피부질환, 안구질환 등 각종 질병에 노출될 수 있다.(PM 2.5 환경기준 설정연구, 국립환경과학원, 2006) [네이버 지식백과] 미세먼지 [微細—] (시사상식사전, 박문각)

한편, 환경부는 지난 1995년 1월부터 10 μm 이하의 미세먼지(PM 10)를 새로운 대기오염물질로 규제하고 있으며, 2015년 1월부터 2.5 μm 이하의 초미세먼지(PM 2.5)에 대한 규제가 시행될 예정이다. 현재 「환경정책기본법 시행령」에 따른 미세먼지의 대기환경 기준은 24시간 평균 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이며, 1년간 평균 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이다. 2015년부터 시행되는 초미세먼지의 대기환경 기준은 24시간 평균 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이며, 1년간 평균 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하이다. 환경부는 2013년 8월부터 시작된 미세먼지 시범예보를 거쳐 2014년 2월부터 미세먼지 예·경보제를 전면적으로 시행한다는 계획이다. 초미세먼지에 대해서는 2014년 5월 시범예보를 거쳐 2015년 1월부터 전면적으로 시행할 예정이다. 미세먼지 예보 등급은 좋음(0~30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 보통(31~80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 약간 나쁨(81~120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 나쁨(121~200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 매우 나쁨(201~300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 위험(301 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상) 등으로 나뉘며, 노약자의 경우 '약간 나쁨' 이상부터 가급적 장시간 실외 활동은 자제하는 것이 좋다.

표 3.16 미세먼지 예보 등급에 따른 행동요령

예보 구간	예측 농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{일}$)	행동요령	
		노약자	일반
좋음	0~30	-	-
보통	31~80	-	-
약간 나쁨	81~120	장시간 실외 활동 가급적 자제 무리한 실외 활동 자제 요청	-
나쁨	121~200	(특히 호흡기, 심질환자, 노약자) 실외 활동 제한	장시간 무리한 실외 활동 자제
매우 나쁨	201~300	실외 활동 제한	실외 활동 자제
	301~	실내 활동	실외 활동 자제

출처: 환경부

■ 중국발 미세먼지

가속화되고 있는 중국의 산업화로 인한 중국발 미세먼지가 우리나라 오염물질의 상당부분 차지하고 있는 것으로 알려져 문제가 되고 있다. 한·중·일의 환경과학원이 2000년대 이후부터 10년간 함께 연구한 결과에 따르면, 우리나라

오염물질의 30~50%가 중국에서 발생한 것으로 잠정결론 내려졌다.

중국은 석탄 의존도가 70%가량(중국통계연보, 2011)으로, 특히 석탄연료 사용이 증가하는 겨울철에 스모그가 자주 발생하는데, 이것이 서풍 또는 북서풍 계열의 바람을 타고 우리나라로 날아와 우리나라에서 배출된 오염물질과 함께 혼합·축적되어 미세먼지 농도가 높아지는 현상을 말한다. 스모그는 연기(smoke)와 안개(fog)의 합성어로, 안개와 미세먼지·황산화물·질소산화물 등의 대기오염물질이 혼합되어 안개가 낀 것처럼 대기가 뿌옇게 되는 현상을 말한다.

■ 황사와의 차이점

황사나 스모그 둘다 미세먼지 농도에 영향을 끼쳐, 황사나 스모그의 고농도 발생 시 시정(visibility)을 악화시켜 대기가 뿌옇게 보이고, 호흡기에 악영향을 끼치는 것으로 알려져 있다. 하지만 황사가 중국 몽골의 건조지대에서 강한 바람에 의해 높은 대기로 불어 올라간 흩먼지가 바람을 타고 이동해 지상으로 떨어지는 자연현상인 반면, 고농도의 미세먼지 발생은 자동차·공장·가정 등에서 사용하는 화석연료 사용으로 배출된 인위적 오염물질이 주요 원인이 된다.

미세먼지 관측농도 (오후 3시 기준)

기준일시 2014.02.27 15



그림 3.31 미세먼지 관측망과 관측 예

3.2.4 바람재해

바람은 공기 질량체의 지구표면상의 움직임이다. 그들은 태양으로부터 공급되는 에너지에 의해서 힘을 받는다. 폭풍은 모든 대륙에서 발생하는 극심한 바람조건들 중의 하나로 생각한다. 폭풍은 기압형 폭풍(Barocline), 열대성 폭풍(Tropical), 대류성 폭풍(Convective)으로 구분한다. 또한 동일한 형태의 폭풍이라 할지라도 지구상의 위치에 따라서 다른 이름으로 불린다. 허리케인, 태풍, 싸이클론은 모두 열대성 폭풍이다. 그림 3.32는 열대성 폭풍의 구조를 보여 주고 있다.

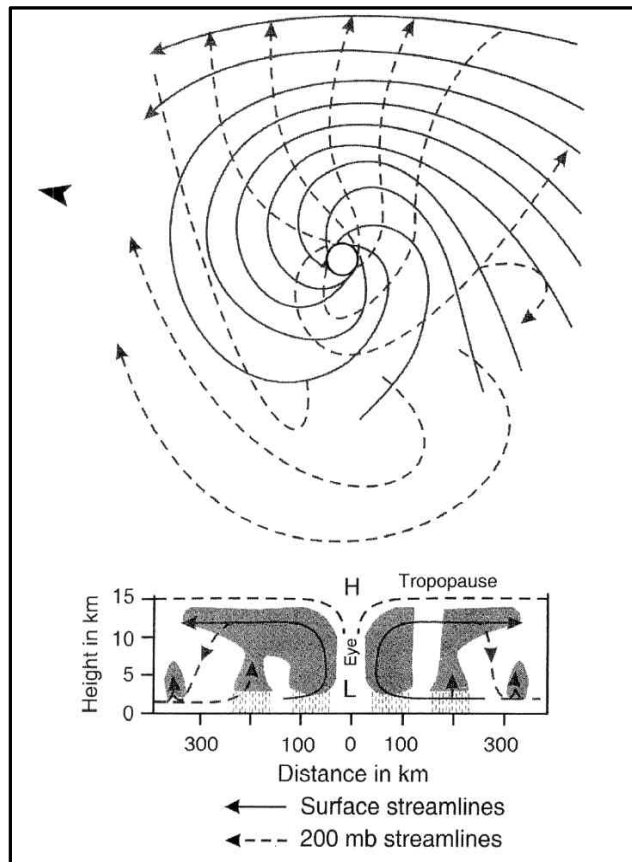


그림 3.32 열대성 폭풍의 평면구조와 연직면 구조 (Smith, 1996)

폭풍의 발생빈도는 지리적으로 다르다. 어떤 지역에서는 상대적으로 다른 지역보다 매우 높은 발생빈도를 보이고 있다. 그림 3.33은 폭풍성 회오리 바람(토네이도)의 발생빈도의 세계적 분포를 보이고 있다. 미국에서는 약 1,000개의 폭풍이 매년 기록되고 있다. 일반적으로 피해자 수는 상대적으로 낮은 편이다. 2002년의 경우 미국에서는 55명 정도이다.

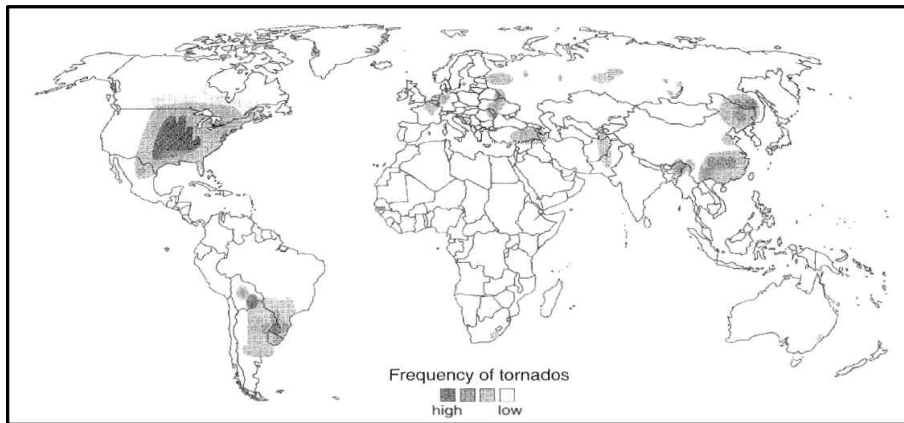


그림 3.33 폭풍성 회오리 바람의 발생빈도의 세계적 분포 (Vasilind, 2004)

바람과 풍압에 대한 많은 연구가 항행(航行)과 구조물에 역점을 두어 중점적으로 진행되어 왔다. 그림 3.34는 일부 거시기상과 미시기상 조건을 나타내는 풍속의 분광밀도(分光密度, Spectral density)를 나타내 보이고 있다.

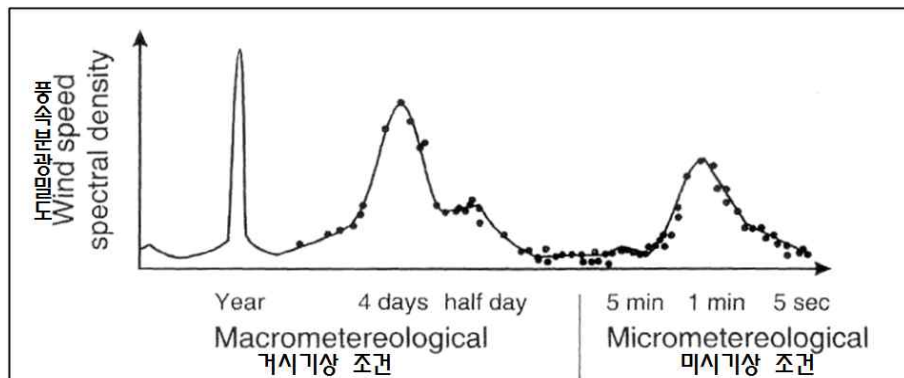


그림 3.34. 일부 거시기상과 미시기상 조건을 나타내는 풍속의 분광밀도(分光密度, Spectral density) (van der Hoven, 1957)

폭풍의 형태에 따라서 폭풍강도가 다르게 나타난다. 예를 들어 Fujita 척도는 폭풍성 회오리(돌풍, Tornado)의 강도를 풍속과 피해규모에 따라 나타내도록 되어 있다(표 3.17).

표 3.17 Fujita 척도 (Vasilind, 2004)

Fujita-scale 후지다 척도	Description 설명	Wind speed 풍속 in km/h
F 6	Inconceivable 상상초월 상황	> 512
F 5	Incredible 믿을 수 없는 상황	420 ~ 512
F 4	Devastating 파괴적 상황	333 ~ 419
F 3	Severe 중대 상황	254 ~ 332
F 2	Significant 심각한 상황	182 ~ 253
F 1	Moderate 중간 상황	117 ~ 181
F 0	Gale tornado 강풍, 돌풍	64 ~ 116

또 다른 강도측정으로는 1970년대에 개발된 Saffir-Simpson 척도가 있다(표 3.18). 이는 주로 허리케인의 강도를 나타내는 것으로 풍속과 대기압(중심기압)에 기초를 두고 있다.

표 3.18 Saffir~Simpson 척도 (Kantha, 2006)

Category 범주	Maximum wind speed 최대풍속 (m/s)	Surface pressure 지표면 기압 (mb)	Storm surge 폭풍파고 (m)
1	33 ~ 42	> 980	1.0 ~ 1.7
2	43 ~ 49	979 ~ 965	1.8 ~ 2.6
3	50 ~ 58	964 ~ 945	2.7 ~ 3.8
4	59 ~ 69	944 ~ 920	3.9 ~ 5.6
5	70 +	< 920	5.7 +

그 외에도 Torro 척도, 허리케인 강도지수(Hurricane Intensity Index) 또는 Australian-Tropical-Cyclone-Severity 척도(Munich Re, 2006b) 등이 있다. Beaufort 척도는 허리케인 보다는 작은 강도의 바람에 대해서 널리 사용되고 있는 것으로 19세기 초부터 사용되어온 가장 오래된 것이다(표 3.19).

표 3.19 Beaufort 척도 (Lieberwirth, 2003)

#	Description 설명	풍속		Land conditions 육상조건
		m/s	km/h	
0	Calm 조용함	0~0.2	0	Smoke rises vertically 연직으로 오르는 연기
1	Light air 상쾌함	0.3~1.5	1~5	Wind motion visible in smoke 연기에서 바람을 느낄 수 있음
2	Light breeze 가벼운 바람	1.6~3.3	6~11	Wind felt on exposed skin 피부에서 바람을 느낌
3	Gentle breeze 미풍	3.4~5.4	12~19	Leaves in constant motion 나뭇잎이 연속으로 움직임
4	Moderate breeze 중간정도의 바람	5.5~7.9	20~28	Small branches begin to move 작은 가지들이 움직임
5	Fresh breeze 상쾌한 바람	8.0~10.7	29~38	Smaller trees sway 작은 나무들이 움직임
6	Strong breeze 약간 센 바람	10.8~13.8	39~49	Umbrella use becomes difficult 우산의 사용이 힘들어 짐
7	Moderate gale 중간정도의 강풍	13.9~17.1	50~61	Effort needed to walk against the wind 바람속을 걷기에 어려움
8	Fresh gale 약간 센 강풍	17.2~20.7	62~74	Twigs break from trees 잔가지가 부러짐
9	Strong gale 강한 강풍	20.8~24.4	75~88	Light structure damage 경미한 구조물 손상이 발생
10	Storm 폭풍	24.5~28.4	89~102	Considerable structural damage 상당한 구조물 손상이 발생
11	Violent storm 격동적 폭풍	28.5~32.6	103~117	Widespread structural damage 광범위한 구조물 손상이 발생
12	Hurricane 허리케인	>32.7	>118	Considerable and widespread damage 상당하고도 광범위한 구조물 손상이 발생

Webster et al. (2005)는 보다 따뜻한 기후권에서 폭풍강도를 변화시킬 필요가 있음을 보이고 있다. 유럽에서의 겨울 폭풍에 대해서 앞에서 서술한 바 있다 (Lieberwirth, 2003, Munich Re, 2006a). 현재와 같은 기후조건하에서도 폭풍은 여전히 중요한 재해요소이다. 지난 1970년대 Bangladesh에서 발생했던 폭풍해일을 동반한 폭풍은 300,000여명을 사망시킨 적도 있다. 이는 20세기에 발생했던 재해 중에 가장 컸던 자연재해로 평가되기도 한다(O'Neill, 1998). 1998년 10월 허리케인 Mitch는 중미지역의 Honduras에서만 5,700여명의 사상자를 내었으며 60여만 명이 영향을 받았다. 피해액은 GDP의 80 %에 이르렀다. Peru에서는 300여개의 교량이 크게 손상을 입었다(Williams, 1999). 2000년에는 남아프리카까지 영향을 미친 극심한 폭풍이 발생한 적이 있다. 그해

2월과 3월에 싸이클론 Eline이 Mozambique, South Africa, Botswana, Swaziland, Zimbabwe, Malawi 그리고 Zambia를 통과하여 1,000명 이상의 사상자를 발생시켰으며 6억 6천만 달러 이상의 재산피해를 유발시켰다(Munich Re, 2001). 또 1992년에는 허리케인 Andrew가 미국에서 발생되어 150억 달러 이상의 재산 피해를 유발한 적이 있다. 1990년 유럽에서는 겨울 폭풍으로 150억 달러정도의 재산피해를 낸 적이 있다(Mechler, 2003).

사상자와 관련하여서는 미국의 경우 가장 중대한 허리케인은 1900년에 Galveston에서 발생했던 것으로 8,000여명의 사상자를 발생시켰다. 1928년 Okeechobee 호수에서는 2,500여명의 사상자를, 1893년 Georgia주 Savannah에서는 1,500여명의 사상자를, 그리고 1893년 Cheniere Caminada에서는 1,250여명의 사상자를 냈다(Munich Re, 2006b).

이러한 숫자들은 폭풍으로 인해서 엄청난 피해를 입을 수 있는 가능성을 보이고 있는 것이다. 따라서 폭풍 또는 강력한 바람에 대한 수많은 위험분석 연구들이 최근 10여 년간에 이루어져 왔다. Leicester et al. (1976), Petak & Atkisson (1992), Khanduri & Morrow (2003) 그리고 Heneka & Ruck (2004)의 연구들이 좋은 예가 되겠다.

3.2.5 수리(水理)재해

지진 외에 홍수는 인명피해와 관련해서는 가장 심각한 자연재해이다. 역사적으로 보면 1887년 중국의 Henan 홍수가 가장 인명피해(90만~150만 명 정도로 추정)가 컸던 것으로 판단된다. 유럽에서 가장 피해가 컸던 자연재해로는 "Gross Manndranke"로 불리는 1362년의 홍수를 꼽을 수가 있다. 3만에서 10만 명에 이르는 인명피해를 발생시켰던 것이다.

그림 3.35는 2002년 8월 Elbe강을 중심으로 하는 중부 유럽의 대홍수기간 동안의 독일의 Dresden 중심가를 보여 주고 있다. 이 구역은 하천으로부터 1 km 이상 떨어져 있는 위치였다. 독일에서만도 30만 명 이상이 영향을 받았다. 또한 그림 3.36은 이 홍수기간 동안의 프라하와 드레스덴의 하천수위 기록을 보여주고 있으며, 이 홍수의 영향을 받은 유럽의 도시들을 그림 3.37에서 볼 수 있다.



그림 3.35 2002년 8월에 발생한 중부유럽 대홍수시 물에 잠긴 독일의 Dresden 중심가
 (<http://www.hospitalityclub.org/bpt/Stories/flooddresden.html>)

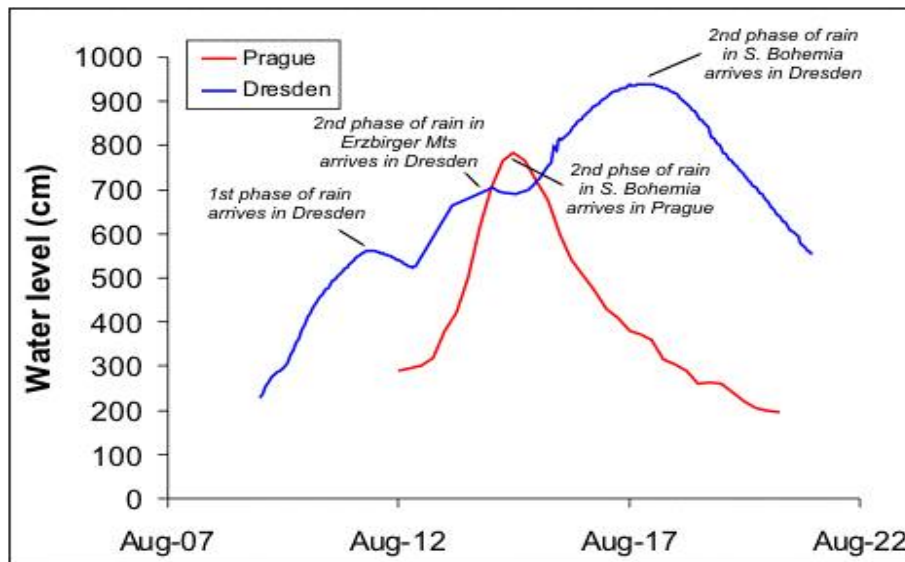


그림 3.36 2002년 8월의 Elbe강 대홍수시 프라하와 드레스덴의 홍수위 기록(RMSI 2003)

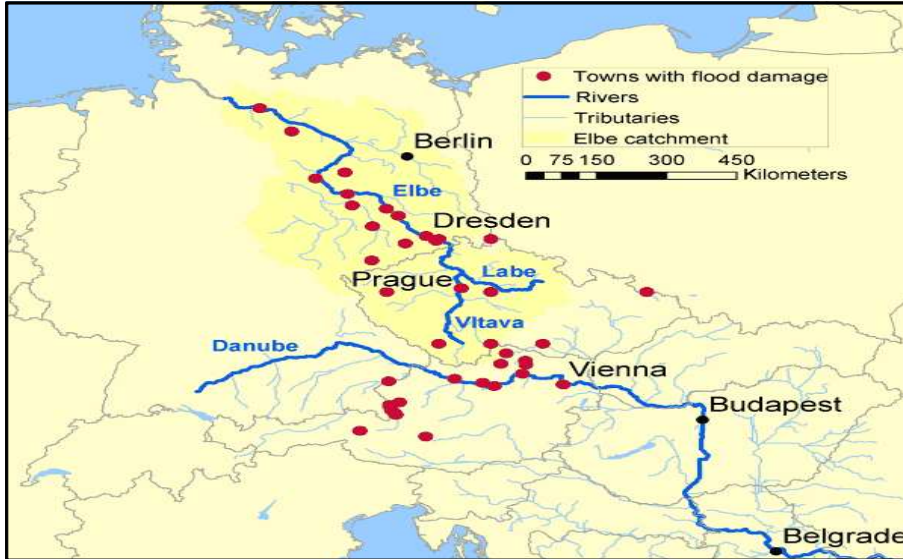


그림 3.37 2002년 8월의 Elbe강 대홍수의 영향을 받은 유럽의 도시들 (RMSI 2003)

1991년의 중국에서의 홍수는 2억 2천만 명의 사람들에게 영향을 끼쳤다 (Newson, 2001). 2002년 중부 유럽의 대홍수는 유럽 역사상 가장 피해액이 컸던 것으로 평가되고 있다(Mechler, 2003). 일차 평가에서 200억 유로에서 1,000억 유로로 평가되었었다(Kunz, 2002). 표 3.20에 불완전한 자료이지만 여러 홍수들에 대한 자료가 정리되어 있다.

표 3.20 독일의 북해지역과 세계적으로 극심했던 홍수자료 (NN, 2004, Schröder, 2004)

Date 일자	Location 위치	Number of victims 사상자 수
2200 B.C.	Hyderabad, India	
26.12.838	East Frisian coast	2,437
1099	Boston, England	Thousands
17.02.1164	East Frisian coast	20,000
16.01.1219	jütland, Denmark	Thousands ~ 36,000
14.12.1287	East Frisian coast	Thousands
1287	Dunwich, East Anglia, England	<500
1332 ~ 1333	Peking, China	Several millions

16.01.1362	Schleswig, Germany	30,000 ~ 100,000
09.10.1374	East Frisian coast	~
1421	Dort, The Netherlands	100,000
26.12.1509	East Frisian coast	~
31.10.1532	East Frisian coast	
1.11.1570	East Frisian coast	<4,000
1606	Gloucester, England	>2,000
1634	Cuxhaven, Germany	>6,000 ~ 8,000
1717	Den Haag, Netherlands	11,000
1824	St. Petersburg, Russia	10,000
3. ~ 4.2.1825	East Frisian coast	200
1851 ~ 1866	Shanghai, China	Several millions
1887	Henan, China	900,000 ~ 1.5 millions
1890	New Orleans, Louisiana, USA	
1911	Shanghai, China	20,000
1927	Cairo, Illinois, USA	300
1931	Nanking, China	130,000 ~ several millions
1935	Jérémie, Haiti	2,000
31.1 ~1.2.1953	Hollandflut	2,000
1954	Wuhan, China	40,000
1955	Cuttack, India	1,700
16.2.1962	East Frisian coast	330
1999	Ovesso Monsun Flood, India	10,000
1999	Venezuela	25,000 ~ 50,000

1970년 Bangladesh에서의 싸이클론은 30만 명의 사망자를 냈다(Mechler, 2003). Netherlands에서도 1950년대의 홍수로 2천여 명의 사망자를 내기도 했었다. 댐 하류부와 해수면 보다 낮은 저지대에 인구의 40 %정도가 살고 있는 이들 나라에서는 홍수피해를 피하기 위한 집중적인 프로그램들이 개발되었다. 홍수로 인한 인명손실에 대한 집중적인 연구로는 Jonkman (2007)의 연구가 유명하다.

유럽에서의 역사적 홍수자료를 보면 홍수는 상호 연관되어 있는 소위 "시간 연계성(Time clusters)"을 보이고 있다. 이러한 연계성 효과에 대한 여러 연구가 있다. 예로서 “기후주기성 이론” 또는 “홍수 후 육지의 물 저장 능력의 피로 현상 이론” 등이 있다. 따라서 다음 홍수는 물 공급량이 적더라도 발생할 수 있다는 것이다. 예로서 프랑스의 Ter 강, Segre 강, 그리고 Llobregat 강들에서 잘 나타내 보이고 있다. 이들 지역에서는 서기 1300년 이래로 홍수량 자료가 있

다. 그 가운데 1582년부터 1632년 사이의 첨두홍수량 자료들이 있으며, 이들 중에는 1592년과 1606년의 최대 첨두홍수량을 볼 수 있다. 더욱이 1768년부터 1800년까지 그리고 1833년과 1868년 사이에는 홍수의 “시간 연계성” 을 분명하게 발견할 수 있다(Huet & Baumont, 2004, Baladin, 1988). 표 3.21과 그림 3.38에서 Elbe 강의 홍수자료를 볼 수 있다.

표 3.21 Dresden의 Elbe 강에서의 역사적 최고수위자료 (Fische, 2003)

#	Date ¹ 일자	Water Level 수위 (m)	Volume 유량 (m ³ /s)
1	17 August 2002	9.40	4,700
2	31 March 1845	8.77	,700
3	1 March 1784	8.57	5,200
4	16 August 1501	8.57	5,000
5	7 February 1655	8.38	4,800
6	6~7 September 1890	8.37	4,350
7	3 February 1862	8.24	4,493
8	24 February 1799	8.24	4,400
9	2 March 1830	7.96	3,950
10	17 March 1940	7.78	3,360
11	20 February 1876	7.76	3,286

¹ Further major floods occurred in 1015, 1318 and 1432, however detailed information about the water level and volume is missing.

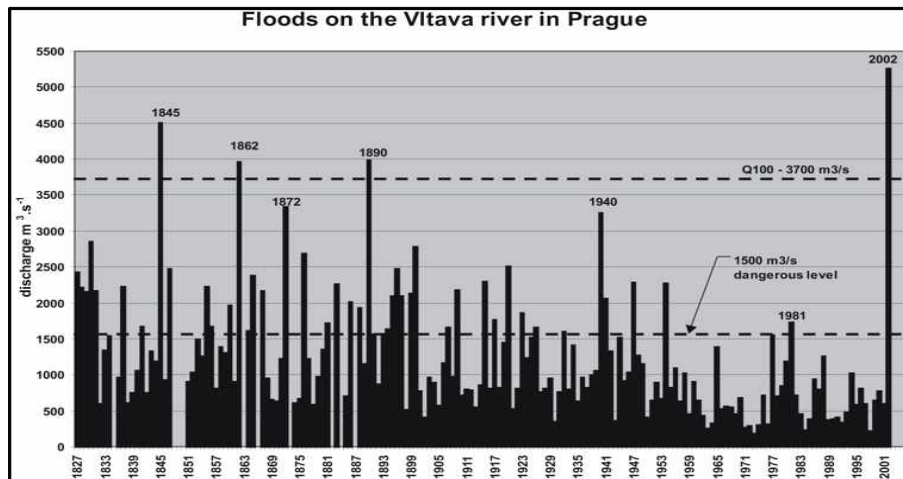


그림 3.38 Elbe 강변의 Prague 시 Vltava 에서 1827년 이래로 관측된 역사적 홍수량(cms) (RMSI, 2003)

우리나라의 홍수기록은 여러기록에서 찾아볼 수 있다(漢江史, 1985, 서울의洪水, 1997, 朝鮮古代觀測記錄調查報告書, 大正6年(1917年), 朝鮮の災害(調査資料第24輯), 昭和3年(1928年)). 그 중에서 가장 기록적인 홍수는 1925년에 발생했던 소위 을축(乙丑)년 대홍수를 꼽을 수 있다. 이 홍수로 인해서 서울의 용산역, 한강로, 노량진 부근이 모두 침수된 상황을 그림 3.39~그림 3.41에서 볼 수 있다.(이규현 해설 1986년)

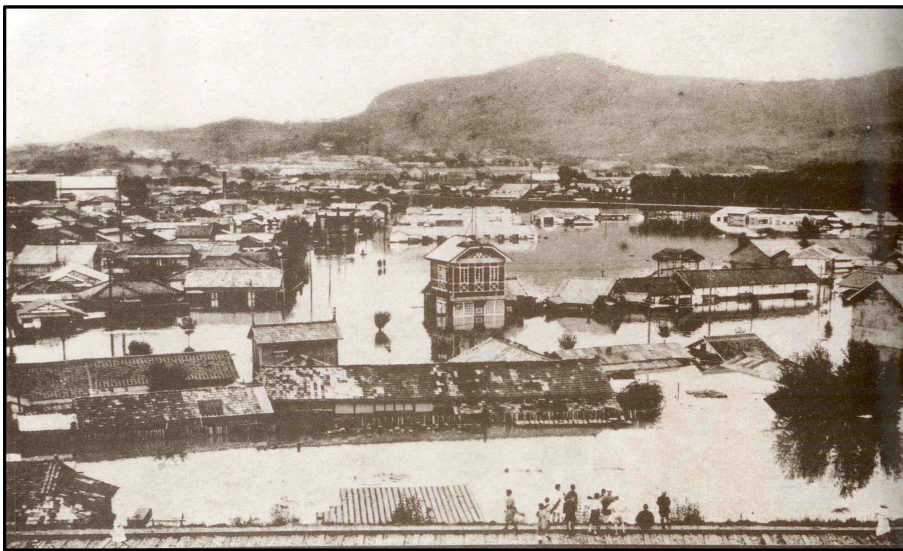


그림 3.39 1925년 7월 18일의 을축년 대홍수로 물에 잠긴 서울의 용산역 일원(뒤에 남산이 보인다)



그림 3.40 을축년 대홍수시 물에 잠긴 삼각지-한강로 일원



그림 3.41 을축년 대홍수시 물에 잠긴 노량진 일원의 가옥들

그림 3.42는 경기도 파주시 선유리에 주둔하던 미군 기갑부대의 소방서에서의
기둥에 기록된 홍수(침수)기록을 보여 주고 있다.(필자가 촬영)

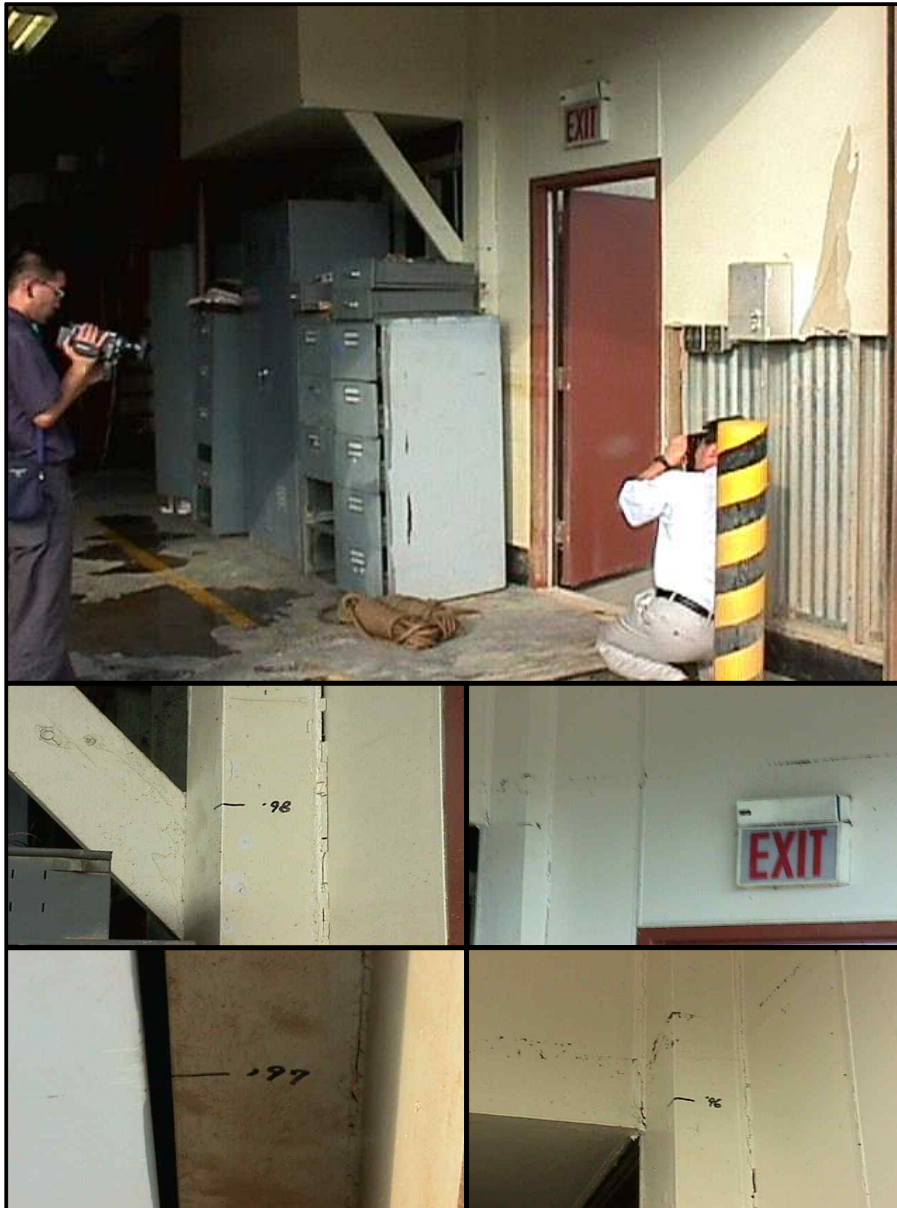


그림 3.42 경기도 파주시 문산읍 선유리 미군기갑부대 소방서 홍수흔적(1999년 8월)

또 다른 홍수자료는 NaDiNe (2007)에서도 찾아 볼 수 있다. 흥미롭게도 홍수자료는 시간적 상관성분만 아니라 지리적 상관성도 보이고 있음이 분명하다 (Jorigny et al., 2002).

주로 폭풍과 조석에 의해서 발생하는 바다홍수, 즉 폭풍해일은 대량의 눈녹음, 얼음녹음 또는 폭우에 의한 대량의 유출에 의한 하천홍수에 의해서도 발생한다. 이러한 현상은 표면파의 원인이 되기도 한다. 해수면파 중에는 기형적 이상파 (Freak waves)가 있다. 이는 공간적 시간적 상호간섭에 의해서 발생하는 것으로 평균적인 폭풍파보다도 최소한 3배정도 되는 규모를 보이고 있다(Rosenthal, 2004). 그러한 표면파와는 대조적으로 쓰나미(Tsunami)는 깊은 바다에서의 파로 주로 해저 지진에 의해서 발생한다. 쓰나미는 초장파로 파속이 매우 빠르다. 그리고 보통은 바다에서 사전 예고를 할 수 없다. 해안지역에서 쓰나미는 심각한 재해를 유발할 수 있다. 2004년 12월의 북수마트라 지진에 의한 쓰나미는 동인도양 연안에 엄청난 피해를 발생시켰다. 사실 것처럼 큰 재해를 유발한 쓰나미가 처음은 아니었다(표 3.22).

표 3.22 대규모 쓰나미 자료(Munich Re, 2004a, Smolka & Spranger, 2005, Schenk et al., 2005, et.al.)

Date 일자	Magnitude 규모	Region 지역	Fatalities 사상자 수
26.12.2004	9.0	Indonesia, Sri Lanka, India, Thailand	>223,000
11.3.2011	9.0	North East, Japan	
1883		Krakatau, Indonesia	36,400
1.11.1755		Portugal, Marocco	>30,000
15.6.1896		Sanriku, Japan	27,000
1815		Indonesia	>10,000
17.8.1976	8.0	Philippines	4,000
2.3.1933	8.3	Sanriku, Japan	3,060
21.5.1960	9.5	Chile, Hawaii, Japan	3,000
28.3.1964		USA, Alaska, Hawaii, Japan, Chile	3,000
12.12.1992	7.5	Flores, Indonesia	2,500
17.7.1998	7.1	Papua New Guinea	2,400
20.12.1946	8.1	Nankaido, Japan	2,000
5.11.1952		Paramushir Island, Russia	1,300
7.12.1944	8.0	Japan, Honshu	1,000
31.1.1906	8.2	Ecuador, Colombia	500

태평양 지역에서 많은 쓰나미들이 발생하고 있으며 특히 하와이(1960, 1974), Papua New Guinea(PTM, 2004, Synolakis et al., 2002, Synolakis, 2007, Yeh et al., 1995) 등에서 대규모 쓰나미가 자주 발생한다. 특별히 2011년 3월 11일에 발생한 일본 동북지역의 태평양 연안에서 발생한 지진에 의한 쓰나미는 동경전력(주) 소속의 후쿠시마 원자력발전소의 기능을 완전히 마비시켜 막대한 방사능의 유출 등으로 엄청난 생태환경적 재해를 유발하고 있다.

인도양의 동부인 북수마트라 지역에서 2004년 12월 26일에 발생하여 인도양 전역에 막대한 재해를 유발했던 쓰나미의 위력은 너무나 컸던 것이다. 뿐만 아니라 Norway 에서도 쓰나미가 발생한다. 1905년, 1934년 그리고 1936년에 발생했던 쓰나미들은 모두 174명의 인명을 앗아 갔다. 중적세(沖積世, Holocene times)에 노르웨이 대륙경사의 미끄러짐은 북해지역에 엄청난 쓰나미를 발생시키는 것으로 가정되어 지고 있다(NGI, 2007).

3.2.6 중력재해

(1) 서론

고산지대는 기후재해와 더불어 중력재해에 노출되어 진다. 이러한 재해는 주로 중력에 의한 대규모의 질량이동에 기인하는 것으로 산사태, 토석류, 급류, 부유물 이동, 눈사태 등으로 나타난다. 그림 3.43은 물의 양과 고형물질의 분포에 따른 다양한 과정체계를 보여주고 있다. 또한 다음의 표 3.23은 진행과정과 경고시간을 보여 주고 있다.

표 3.23 중력재해 과정의 형태와 특성치 (Holub, 2007)

Process (과정)	Speed (속도)	Warning time (경고시간)
Flood(홍수)	20 km/h	Minutes to hours
Debris flow(토석류)	40 km/h	Minutes
Spontaneous slope failure(자생사면붕괴)	4 km/h	Seconds to minutes
Permanent slope failure(영구사면붕괴)	0,0001~1 m/year	Months to years
Rock fall(낙석)	110~140 km/h	Seconds
Flowing avalanche(유동눈사태)	40~140 km/h	Seconds to minutes
Powder avalanche(급격눈사태)	110~250 km/h	Seconds

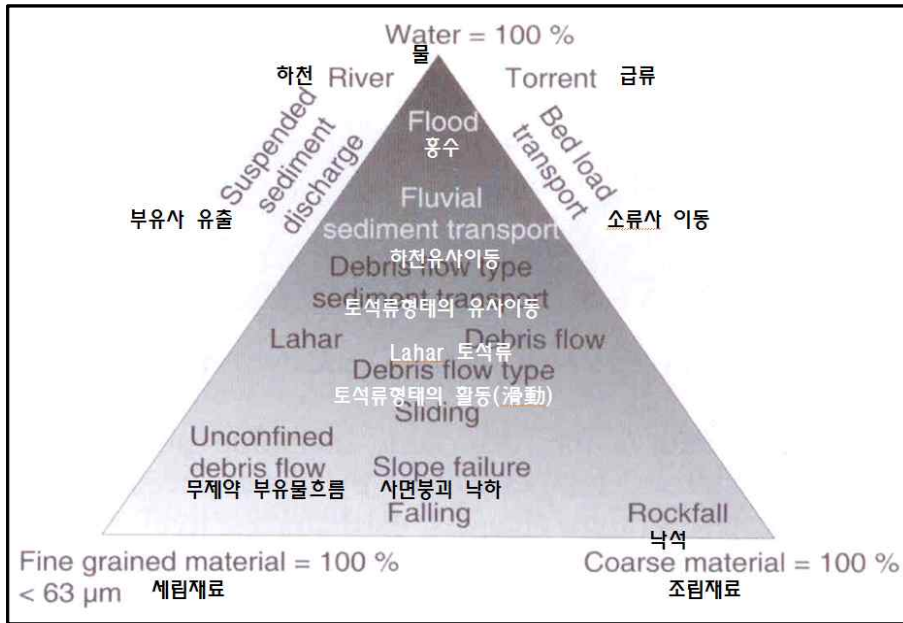


그림 3.43 물의 양과 고형물질의 분포에 따른 다양한 과정체계(Hübl 2007)

(2) 낙석(落石)

낙석은 암석의 빠른 하향 움직임 또는 상당한 체적의 제어되지 않은 조각한 재료들이 낙하하여 지반의 일부 손실이 발생하는 것을 말한다. 낙석들간의 접촉면이 유지될 때 이를 암석사태(沙汰, Rock slump) 또는 암석활동(滑動, Rock slide)으로 이름 한다(그림 3.44, Varnes, 1978). 함수상태를 무시할 수 있어야 하며 이러한 상태에서는 토석류의 이동에 비해서 이동거리가 짧다. (Selby, 1993).

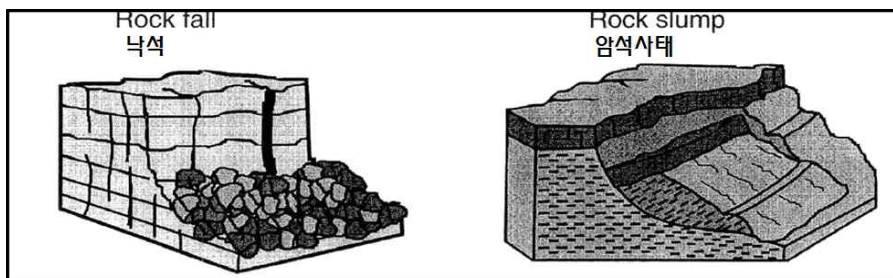


그림 3.44 낙석(Rock fall)과 암석사태(Rock slump) 또는 암석활동(Rock slide)의 차이

낙석과 관련한 독일어의 표현을 보면 매우 다양하다. 즉, 체적, 블록의 크기, 면적 또는 방출된 에너지 등에 따라 다양한 용어를 사용하고 있음을 볼 수 있다. 낙석을 분류한 것을 표 3.24에서 볼 수 있다(Poisel, 1997).

표 3.24 낙석의 분류(Poisel, 1997)

	Volume(체적, m ³)	Block size (블록 크기)	Area covered(면적, ha)
Pebble and block fall(Steinschlag) (조약돌과 블록의 낙하)	0.01	20 cm	< 10
Rock fall(낙석)	0.1	50 cm	< 10
Block fall(블록 낙하)	2	150 cm	< 10
Cliff fall(Felssturz)(절벽형 낙하)	10,000	25 m	< 10
Rock slide(Bersturz)(암석활동)	> 10,000		> 10

낙석의 원인은 여러 가지가 있다. 예를 들어 빙하후의 하중제거, 교란이 원인인 역학적 응력변화, 온도변화, 지진, 수리학적 또는 동수력학적 압력, 나무에 의한 하중 또는 인위개변에 의한 변화 등이 있다. 일단 암석요소들이 움직이기 시작하면 여러 종류의 움직임이 발생한다. 일반적으로 암석들은 활동(滑動, Sliding)으로 낙석이 시작되어 자유낙하(Freefall), 도약(Bouncing), 그리고 구르기(Rolling)로 진행 된다. 도약과 구르기의 차이점은 도약은 지면과의 접촉 없이 암석블록의 완전한 회전이 발생한다는 점이다. 자유낙하 후의 첫 번째 지면접촉이 매우 중요하다. 왜냐하면 운동에너지의 85 %이상이 지면에 의해서 흡수되기 때문이다. 물론 이러한 중속성은 암석이나 돌발이냐의 종류에 따라 크게 달라짐은 말할 필요가 없을 것이다.

최근에 낙석해석을 위한 컴퓨터 프로그램 "Rockfall", "CRSP" 또는 "Stone"이 개발되어 지고 있다. 이러한 프로그램들을 이용하면 어떤 위치에서의 암석의 운동에너지를 결정할 수 있으며, 이를 완화시킬 수 있는 대안들을 마련할 수 있을 것이다. 능동적인 완화 수단으로는 울타리나 그물망 설치, 벽이나 댐 설치, 깎려리 혹은 숲의 조성과 같은 것들을 계획할 수 있다. 이러한 능동적인 수단은 낙석을 막기 위해서 사용될 수 있겠다. 그러나 대규모의 암석활동(滑動)에는 적당하지 못하다. 심각한 암석활동에 대해서는 공간의 사용법을 제어하는 등의 수동적인 완화대책이 필요하다.

역사기록을 보면 1218년 Mont Granier에서 발생한 낙석으로 2,000여명이 죽었으며, 1348년 Dobratsch에서 지진으로 인해서 발생한 낙석사고에서는 7,000여명의 사망자를 냈으며, 1618년 Piuro에서 불법적인 채석으로 발생한 낙석사고에서는 2,500명이 사망했다.(Erismann & Abele, 2001).

(3) 토석류(土石流, Debris flow)

토석류는 물속에 초고농도의 불균등 토사가 움직이는 현상이다(Pierson, 1986). 토석류 구성 물질은 점토질 규격의 고형물에서부터 직경이 수 m에 이르는 바위덩어리까지 이른다(그림 3.45).

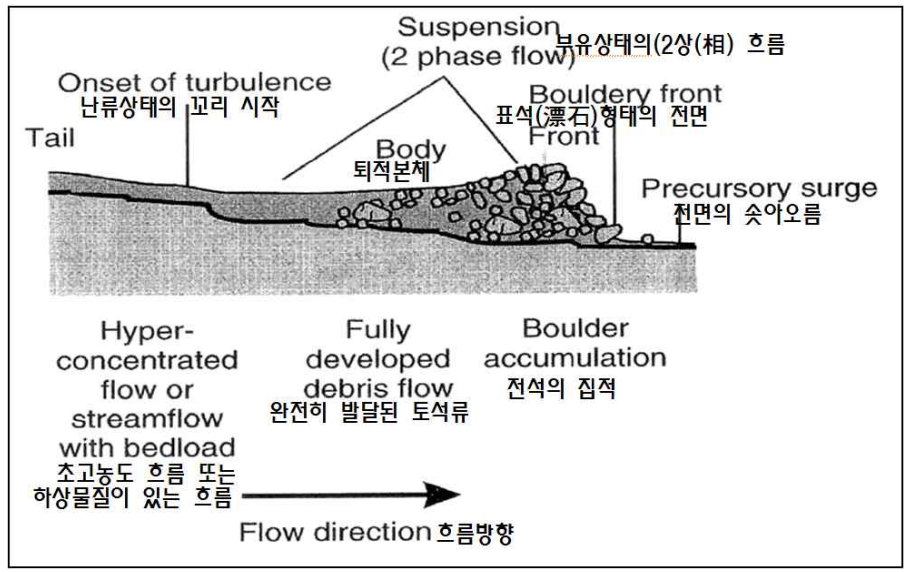


그림 3.45 토석류 파동 (Pierson, 1986)

토석류는 물의 밀도보다 2배 이상 더 크며 토석류의 전면은 30 m/s 이상에까지 이른다(e.g. Costa, 1984, Rickenmann, 1999). 그리고 침두유량은 동일한 유역에서 발생한 홍수량의 10배 이상에까지 이르기도 한다(e.g. Pierson, 1986, Hungr et al., 2001). 낙석으로 인한 연간 경제적 손실액을 산정하는 것은 극히 어려운 실정이다. 그런 가운데서도 2005년에는 Austria에서만도 8,000만 유로 이상이 홍수와 토사유실 방지, 그리고 토석류 방지를 포함하는 급류재해를 방지하기 위해서 사용된바 있다(WLV, 2006).

토석류 연구에서 흐르는 혼합체는 대부분 액상기반체인 물과 부유상태의 미세한 퇴사물질, 그리고 액체 속에 흩어져 있는 조각한 입자들로 구성된 고형물질로 구성된다. 미세한 것과 조각한 것들의 상대적인 농도에 따라 “점성형(粘性形)” 또는 “입자형(粒子形)”의 머릿자가 붙는다. 1970년대 초 이래로 토석류 거동에 대한 연구가 증가되었다(Johnson, 1970, Costa, 1984). 진흙흐름과 미세한 퇴사를 상당히 많이 포함하고 있는 토석류 흐름은 가끔 균질한 유체로 보아서 그 체적흐름 거동을 유동체(Rheologic) 성질로 보아 왔다(Cui et al., 2005). 토석류는 조각한 입자들과 물로 조합되어 있다. 이와 같은 단순한 유동학적 접근은 한계점을 가진다. 최근에 지반공학적 모형들이 입자형 토석류의 운동을 묘사하기 위해서 이용되어 왔다(e.g. Iverson & Denlinger, 2001).

토석류의 거동은 아주 다양하게 변할 수 있으며, 퇴적물의 구성체와 함수율에 따라서 강하게 지배받는다. 더욱이 토석류 체적과 체적흐름 거동은 수로를 따라 흐르는 동안에 변할 수 있다. 예로서 느슨한 퇴적물의 유입이나 지류로 부터의 물과의 상호작용에 의해서 변한다. 이러한 이유들로 인해서 지금까지 폭넓게 다양한 재료들로 구성된 토석류의 거동해석에 사용할 수 있는 일반적인 모형은 없다. 토석류의 강도와 체적과 지속기간, 그리고 재현기간을 산정할 수 있는 법칙이 있다(그림 3.46과 그림 3.47).

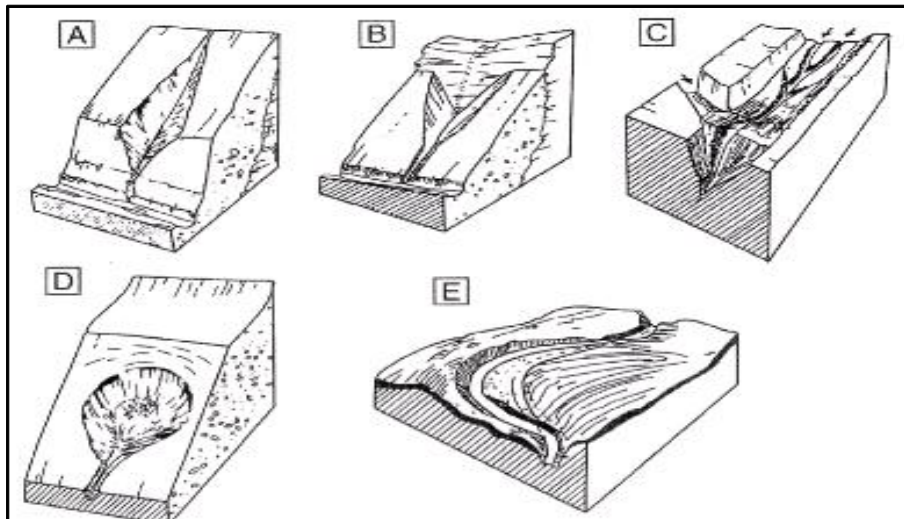


그림 3.46 침식결과의 다양한 형태 (Weber, 1964)

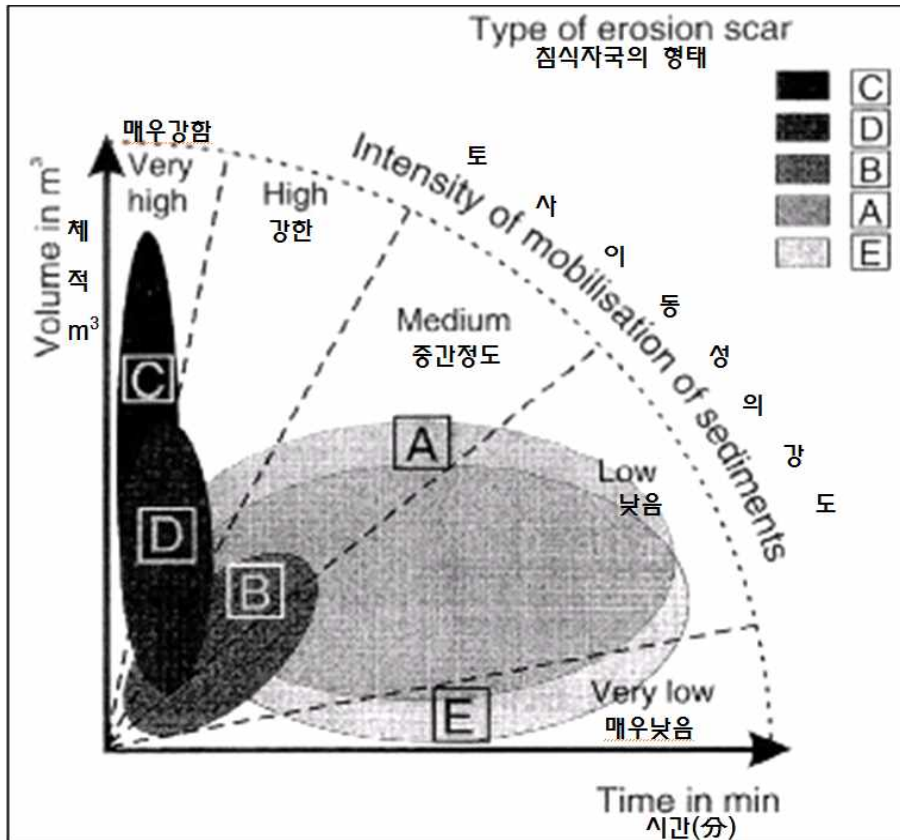


그림 3.47 세굴자국과 토석류의 관계 형태 (Hübl, 2006)

표 3.25는 극심한 체적을 가지는 예를 보이고 있다. 고밀도와 빠른 이동 때문에 토석류는 사람들과 주거지역에 위협을 가할 수 있다. 표 3.26은 토석류에 의한 재해결과를 보여주고 있다.

표 3.25 대규모 토석류, 암석사태, 그리고 산사태 자료 (Bolt et al., 1975)

Location(위치)	Time(시간)	Volume(체적, $10^9 m^3$)	비고
Blackhawk Landslide, Mojave Desert	Several thousand years ago	320	8 km length
Vajont Dan, Italy	1963	250	
Axmouth, Devon, England	1839	40	No fatalities

Madison Canyon, Montana	1959	27	26 fatalities
Sherman Glacier Slide, Alaska	1964	23	Air-crushing mechanism
Iran, Saidmarrch	Prehistoric times	20	
Flims, Switzerland	Prehistoric times	15	
Rossberg or Goldau, Switzerland	1806	14	457 fatalities, 4 villages
Tsiolkovsky crater, Moon		3	100 km length(based on the lower mass, the volume of the moon was decreased by a factor of 216)
Usoy, Pamir, USSR	1911	2.5	54 fatalities

표 3.26 토석류에 의한 재해 결과 (Stone, 2007, Pudasaini & Hutter, 2007)

Year(년도)	Place(장소)	Fatalities(사상자)
1596	Schwaz, Austria	140
1596	Hofgastein, Austria	147
1669	Salzburg, Austria	250
1808	Rossberg/Goldau, Switzerland	450
1881	Elm, Switzerland	115
1893	Verdalen, Norway	112
1916	Italy/Austria	10,000
1920	Kansu Province, China	100,000 ~ 200,000
1949	USSR	20,000
1962	Huascarán, Peru	5,000
1963	Vajont-Reservoir, Italy	2,043
1996	Aberfan, South Wales	144
1970	Huascarán, Peru	18,000
1974	Mayunmarca, Peru	451
1985	Stava, Italy	269
1985	Nevado del Ruiz, Peru	31,000
1987	Val Pola, Italy	30
2006	Leyte, Philippines	1,400

토석류의 심각한 재해가능성에 기초하여 여러 가지 재해완화 수단이 강구되어 왔다. 예로서 19세기 중엽 이래로 여러 국가들에서는 급류방벽(Torrential barriers)을 주로 사용하여 왔다. 그림 3.48.1은 그러한 급류방벽(사방댐)의 가능한 형태를 보이고 있으며, 그림 3.48.2~3.48.9는 토석류와 산사태의 피해를 줄이기 위한 다양한 재료와 형식들의 실례를 보여 주고 있다.

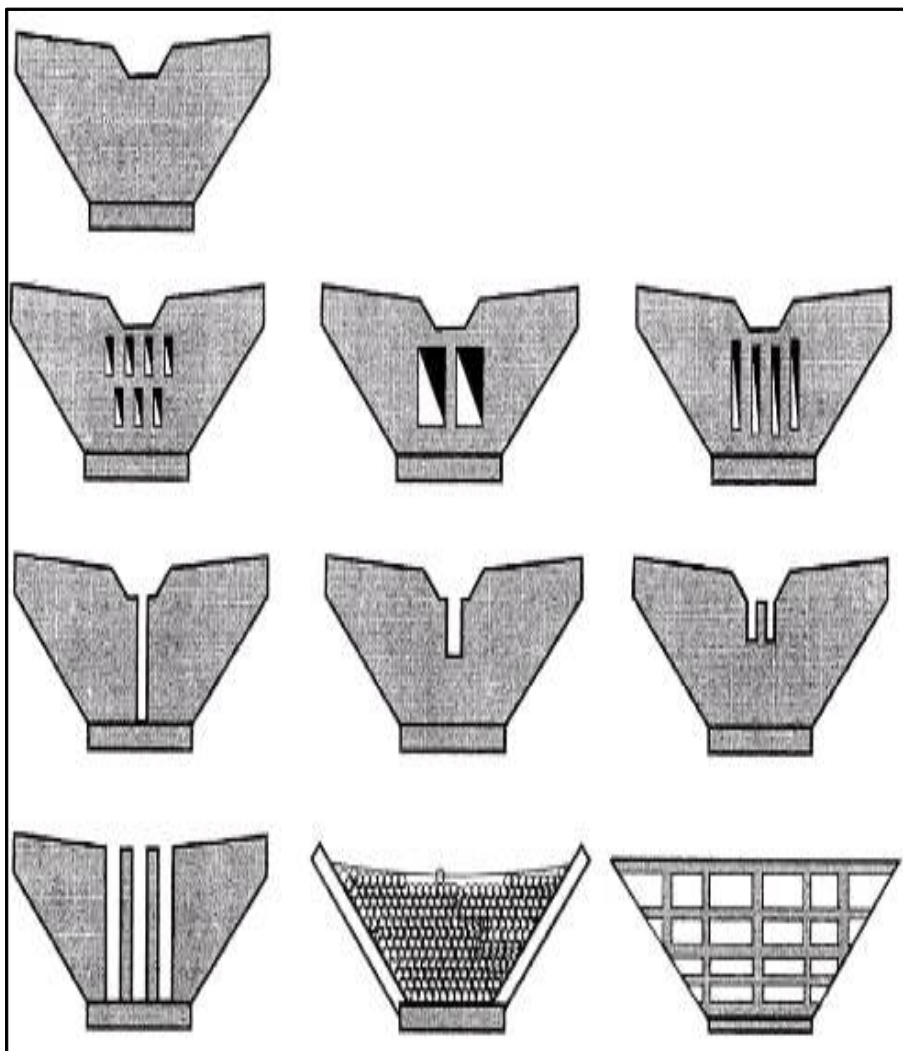


그림 3.48.1 급류방벽(사방댐)의 가능한 형태 (Bergmeister et al., 2007)



그림 3.48.2 중남 보령시 청라면 성주산 기슭에 설치된 사방댐 전경, 퇴적토 관리를 위한 대책이 필요하다



그림 3.48.3 경북도 예천군 상리면 두성리 돌쌓기 사방댐



그림 3.48.4 가원개발연구원이 개발한 콘크리트 중공형 사방댐



그림 3.48.5 버트리스형 사방댐



그림 3.48.6 경기도 파주시 광탄면 마장리의 목재형 사방댐

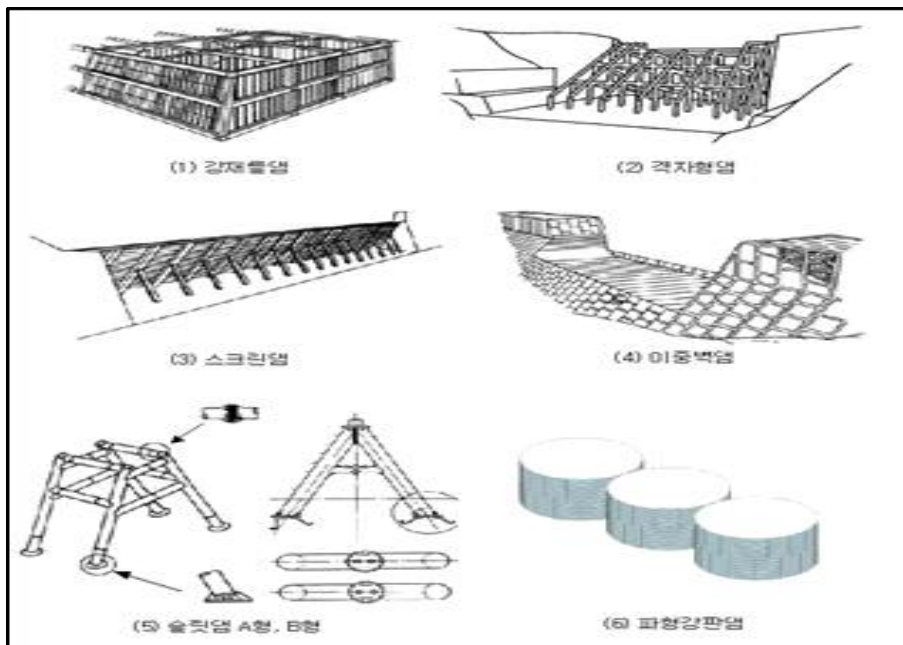


그림 3.48.7 강철재 사방댐



그림 3.48.8 대구시 팔공산 금화계곡의 석축형 다단계 사방댐



그림 3.48.9 경남 산청군 황매산 계곡에 설치된 5개의 연속 사방댐에 의해 산사태 피해를 막을 수 있었다. 출처 : KBS보도

그림 3.48.2에서 보듯이 사방댐 내에 퇴적되어 쌓인 토사를 준설하는 일이 다음의 호우를 대비한 매우 중요한 과제이다. 즉 유지관리가 매우 중요함을 인지하여 관련 계획과 예산을 확보해야 할 것이다.

(4) 산사태(山沙汰, Landslides)

산사태는 낙석이나 눈사태처럼 중력재해의 일종이다. 토석류와는 대조적으로 산사태는 흐름경로가 특정되지 않는 상태이다. 경사면과 언덕배기의 산사태는 습윤상태에서의 활동이나 흐름에 의한 질량 이동이다. 토양은 보통 세립자이고 물을 흡수할 수 있다. 질량은 경사면 위에서 이동하거나 흘러내린다. 아주 가끔은 그러한 과정이 시간에 따라서 변하기도 한다. 즉, 산사태 형태로 질량 이동이 시작되어 토석류로 전개되기도 하는 것이다. 급류가 토석류를 유발하기도 한다. 산사태 또는 토석류를 정의하기 위한 여러 가지 시도가 있다(표 3.25). 앞에서 설명하였듯이 그러한 정의가 최종 상태에 도달하게 되는지는 의심스럽다(DKKV, 2002).

표 3.27 산사태의 형태 (Cruden & Varnes, 1996, Bell, 2007)

속도 등급	설명	속도 (mm/sec)	전형적 속도	피해
7	극초고속(Extremely fast)	5×10^3	5 m/sec	재해상태, 수많은 사상자 발생
6	초고속(Very fast)	5×10^1	3 m/min	약간의 사상자 발생
5	고속(Fast)	5×10^{-1}	1.8 m/hour	대피가능
4	중간속도(Moderate fast)	5×10^{-3}	13 m/month	구조적 저항 불가능
3	느림(Slow)	5×10^{-5}	1.6 m/year	완화대책 가능
2	매우느림(Very slow)	5×10^{-7}	16 mm/year	일부 구조적 저항대책 가능
1	극히느림(Extremely slow)			움직임 감지불가

눈사태나 낙석과는 대조적으로 산사태는 엄청난 피해를 낳은 암반눈사태와 같은 다른 과정들과 결합되기도 한다. 1999년 12월 Venezuela에서 무시무시한 산사태가 발생하여 30,000여명의 사망자를 냈던 것이다. 이 산사태는 2주간의 지속적 폭우 후에 발생하였던 것이다. 물의 체적은 이 지역의 2년간의 평균 강우 체적에 해당하는 것이었다(Abramovitz, 2001).

1985년 11월 13일 Columbia에서 발생한 Nevado del Ruiz Armero 화산 폭발은 토석류와 화산폭발이 함께 했던 예이다. 이때 30,000명의 사망자를 낳았으며 산사태 때문에 여러 가지 참극을 낳았던 것이다(Newson, 2001).

Sweden의 경우 지난 여러 세기동안에 수많은 크고 작은 규모의 산사태가 발생하였던 기록을 볼 수 있다(표 3.28).

표 3.28 스웨덴의 역사적 산사태 기록 (SGU, 2004)

연도	위치	규모(ha)	사상자 수
1150	Bohus, River Göta älv	37	
1648	Intagan, River Göta älv	27	>85
1730	Gunnilse, River Lärjeån	30	
1759	Bondeström, River Göta älv	11	
1918	Getå, Bråviken Bay	0.2	41
1950	Surte, River Göta älv	22	1
1957	Göta, River Göta älv	15	3
1977	Tuve, Hisingen Island, Göteborg	27	9

표 3.28에서 1918년 10월 1일의 산사태는 단지 소규모의 공간(0.2 ha)에서 소량의 산사태가 발생하였으나 사망자수는 매우 컸던 것이다. 이 경우 열차가 움직이는 경사면으로 진입하여 불타게 된 것이다(SGU, 2004).

산사태는 많은 나라들에서 발생하고 있다. 1842년에서 1997년 사이에 Australia에서 발생한 산사태는 73명의 사망자를 발생시켰다(QG, 2004). 미국에서는 산사태로 인해서 연평균(1985년 기준) 12억 달러에서 15억 달러의 피해를 보이고 있다(Fernández-Steeger TM, 2002). 홍콩에서의 피해규모와 사상자 자료도 Shiu & Cheung (2003)이 정리하고 있다. 최근에는 Philippines에서도 산사태로 인해서 200여명이 죽은 상황이 벌어지기도 하였다.

산사태의 위험도 분석이 여러 곳에서 사용되고 있으며, 장래에 보다 심각한 피해를 피하기 위해 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 이것은 충분한 토지공간의 사용계획에 따라서 많은 피해를 줄일 수 있기 때문에 특별히 중요성을 가진다 할 수 있다. 산사태의 간접적인 결과, 예로서 쓰나미 같은 것에 영향을 주는 것을 분석할 수 있는 정교한, 보다 많은 방법들이 제시되고 있다(Minoura et al., 2005).

우리나라에서도 서울의 우면산 산사태(2011년 7월 27일 08~10시)는 서울시 서초구의 도심 산인 우면산 일대에서 발생한 것으로, 강우지속시간이 길었던 국지적 집중 호우에 의해서 발생한 것이다(그림 3.49.1~3.49.6 참조).

근본적으로 천재(天災)적인 요소에다 등산로 개척과 생태저수지공원 조성에 포함되었던 인재(人災)적 요소가 추가된 상황이었다. 등산로를 만들 때 등산로 위에서 내려오는 물이 등산로를 가로 지르게 하여 뚫으로서 다짐이 부족한 등산로 하류단에서 붕괴가 발생하도록 한 것이다.

또한 산곡(山谷)에 생태저수지 공원을 조성할 때 저수지의 배수기능을 충분히 고려하지 않은 채 저수지 제방을 넘칠 수 있게 설치한 것이 또한 원인이 되었던 것이다. 그러나 전체적으로는 장시간의 국지적 집중 호우에 의해 사면의 1 m 내 외인 얇은 토양층이 포화상태 이상으로 함수율을 가지게 된 것이 주원인이었다.

그 외에도 지난 90년대 말까지는 군부대의 참호와 교통호의 관리 부재로 장마 시에 배수불량이 발생하여 소규모 산사태가 많이 발생하였다. 그러나 실상을 알게 된 후 많은 개선을 실시하여 지금은 상당량 감소시킨 상태이다. 뿐만 아니라 각급 도로개설 시에 사면의 하단을 급경사로 처리하거나 약하게 처리하여 도로 주변에서 많은 산사태가 발생하였으나 지금은 상당부분이 개선되었다.



그림 3.49.1 2011년 7월 27일 집중호우로 17명의 사상자를 발생시킨 우면산 산사태 지역

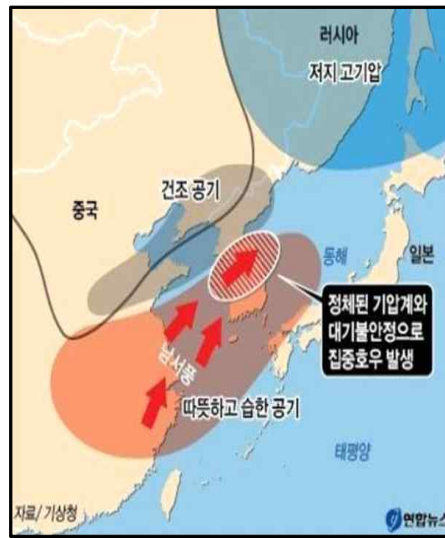


그림 3.49.2 우면산 산사태 발생 시의 한반도 주변 기압배치



그림 3.49.3 우면산 북측 산사태 흔적



그림 3.49.4 우면산 북측 산사태 흔적



그림 3.49.5 우면산 북측의 남부순환도로를 덮친 산사태 흔적



그림 3.49.6 우면산 북측의 아파트 단지의 산사태 피해 흔적

(5) 눈사태(雪沙汰, Avalanches)

눈사태는 눈의 질량이 움직이는 것이다. 이러한 움직임은 눈사태의 형태에 따르는 것으로 크게 다음과 같이 분류할 수 있다(그림 3.50).

유동형 눈사태는 미끄러지거나 흘러내린다. 반면에 **분말형 눈사태**는 재료가 부유상태(날아다니는)가 된다. 보통 유동형 눈사태는 눈판이 깨져서 방출되면서 시작한다. 이러한 눈판은 미끄러지면서 가속이 된다. 눈판이 텀블링하거나 튀어 오르면서 조각으로 깨지면서 눈의 움직임은 흐르는 상태가 되는 것이다. 유동형 눈사태의 밀도는 정상상태의 눈의 밀도와 비교할 만 하다(표 3.29).

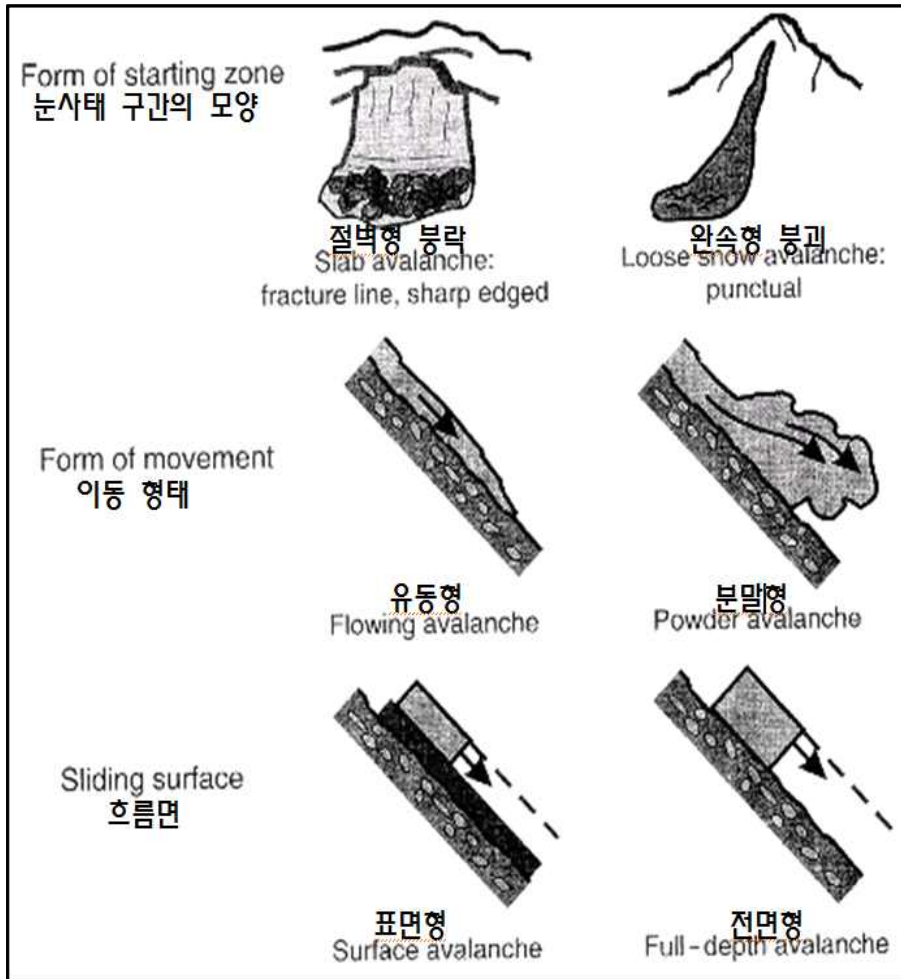


그림 3.50 눈사태의 구분 (Munter, 1999)

표 3.29 눈사태의 형태별 특성치 (William, 2006)

분류 가능 형태	유하밀도(kg/m ³)	고형물질의 농도(%)	대표적 누적밀도(kg/m ³)
Powder avalanche 분말형 눈사태	1 ~ 10	0 ~ 1	100 ~ 200
Wet avalanche 습식 눈사태	150 ~ 200	30 ~ 50	500 ~ 1,000
Dry snow avalanche 건식 눈사태	100 ~ 150	30 ~ 50	200 ~ 500

유동형 눈사태는 지면을 따라 흘러내리거나 다른 눈층 위를 흘러내린다. 이러한 눈사태를 지면 눈사태(Ground avalanches) 혹은 상층 눈사태(Upper (top) avalanches)라 한다. 더욱이 지면 눈사태는 눈이 아닌 재료일 수도 있다. 이와는 대조적으로 분말형 눈사태는 보통의 눈보다 훨씬 낮은 밀도를 보인다. 분말형 눈사태는 유동형 눈사태로부터 발달되거나 대부분의 경우 유동형 눈사태와 조합이 된다. 순수한 분말형 눈사태는 단지 특정 조건하에서만 존재한다. 분말형 눈사태의 조각들은 유동형 눈사태의 조각들로부터 분리된다. 분말형 눈사태의 속도는 90 m/s까지 이른다. 반면 유동형 눈사태는 40 m/s에 까지 이른다. 눈사태의 충격은 눈사태의 형태와 규모에 따른다. 캐나다의 눈사태 규모의 구분은 크기를 나타내는 하나의 예가 될 수 있다(McClung & Schaerer, 1993). 최근에 실제 규모에서 충격력을 측정하는 것에 기초를 둔 눈사태의 충격력 평가 모델들이 개발되고 있다(Gauer et al., 2008, Sovilla et al., 2008).

3.2.7 생물재해(生物災害, Biological risks)

사람은 무생물 환경에만 노출되어 재해를 입는 것이 아니라 살아 있는 생체에 의해서도 많은 재해를 입고 있다. 그러한 재해로는 독성을 가진 식물이나 독버섯, 동물, 육식동물 그리고 바이러스와 박테리아 등에 의한 재해가 있다. 마지막의 바이러스와 박테리아 재해에 대해서는 뒤에 추가적으로 보다 상세하게 설명하고자 한다. 여기에서는 곰이나 멧돼지, 개, 그리고 노루과 동물들에 의한 재해를 논하고자 한다. 곰이나 사자, 호랑이, 늑대 그리고 멧돼지 같은 동물은 사람을 해칠 수 있다. 일반적으로 피해수는 적으나 치명적인 경우가 많다. “개조심” 경고판은 여러 곳에서 볼 수 있다.

우리나라의 경우 멧돼지 피해는 농작물뿐만 아니라 사람에게도 직접적인 피해를 주고 있다. 멧돼지는 도심에도 출현하여 경우에 따라서는 매우 공격적인 행동을 보여 최근에 들어서 그 피해가 날로 증가하고 있는 실정이다. 노루과 동물들(노루, 고라니 등)에 의한 농작물 피해는 여러 곳에서 발생하여 농민들, 특히 산촌 농민들에게 많은 피해를 주고 있다. 그 외에도 뱀과 곤충, 그리고 들쥐들에 의해서도 못지않은 피해를 내고 있다. 조류는 조류독감(AI)의 주원인이 되고 있어 가금(家禽)산업의 치명적인 피해를 유발하고 있으며, 들짐승(특히 쥐)에 의한 전염병의 옮김이 가능하여 많은 경계를 하고 있는 실정이다.



그림 3.51.1 염소우리 앞의 개조심
경고판 : 동물과 사람
모두에게



그림 3.51.2 Norway 최북단의
Svalbard의 도로에
새워진 북극곰 경고판

바다에서도 최근의 기후변화와 더불어 해파리와 상어, 불가사리 등에 의한 피해가 증가하고 있는 실정이다.

개에 의한 피해도 자주 발생한다. 특히 투견들과 가축하여 야생화된 개들에 의한 피해는 해마다 증가하고 있는 추세이다. 독일에서는 개에 의해서 목숨을 잃은 수가 어느 나라 보다 큰 것으로 보고되고 있다.

3.3 시설재해

3.3.1 교통시설

(1) 서론

“이동(移動)”은 인간에게는 가장 기본적이고도 일반적인 필요하다. 인간들이 가장 처음 배우는 것은 움직임을 하는 행동들이다. 어느 정도의 교통능력의 증가는 바로 부(富)의 수단이 될 수도 있으며, 경우에 따라서는 부를 줄일 수도 있다.

도로교통, 철도교통, 선박교통, 항공교통 또는 우주교통 등의 다양한 교통수단을 들여다 보면 일반적으로 교통량이 늘어나고 있음을 볼 수 있다. 그림 3.52는 독일에서의 지난 몇 십년간의 일반 운송량의 변화를 보여 주고 있다.

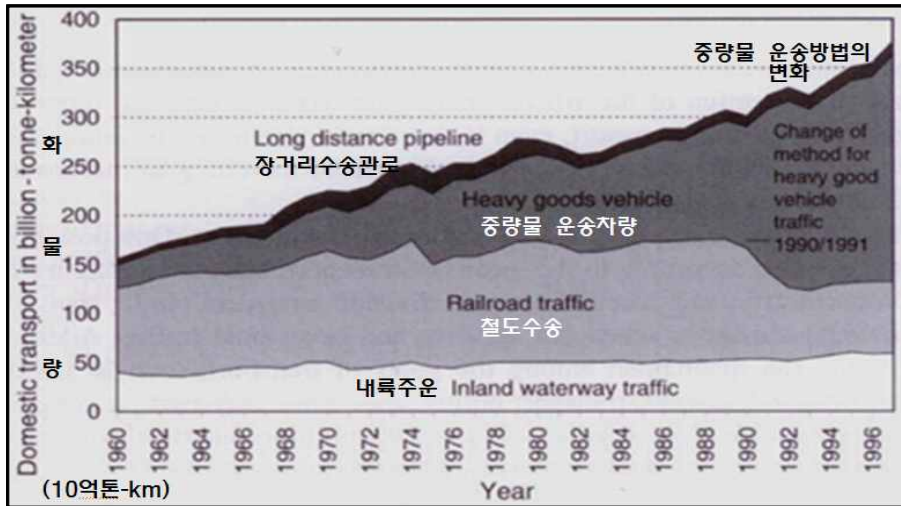


그림 3.52 독일에서의 1960~1997년 사이의 다양한 운송수단별 운송량 변화 (Proske, 2003)

그림을 보면 다양한 교통수단 간에는 치열한 경쟁이 있음을 볼 수 있다. 운송수단의 선택은 경쟁성분만 아니라 이동거리 같은 일반적인 특성에 따른다. 그림 3.53은 1999년 독일 Heidelberg시에서 교통수단의 선택성을 조사한 것이다.

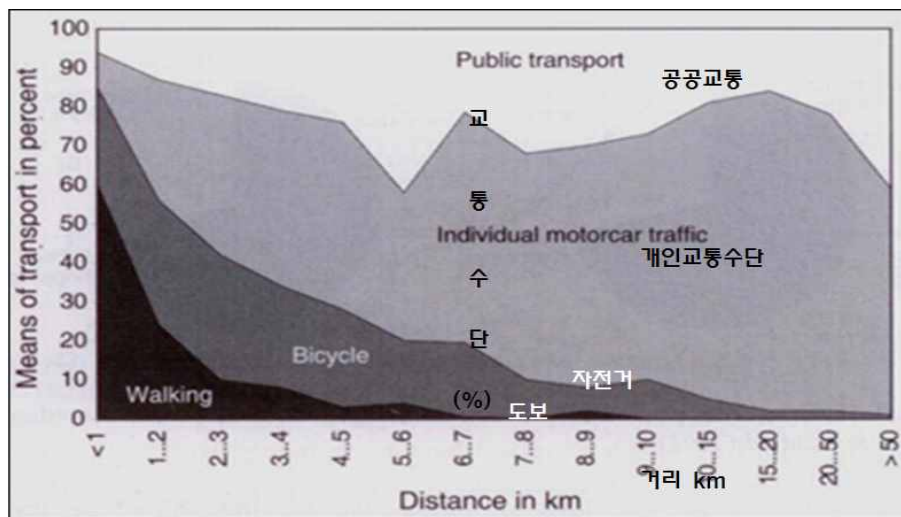


그림 3.53 1999년 독일 Heidelberg에서 조사한 교통수단과 이동거리에 관한 조사결과(Heidelberg, 1999)

분명하게 짧은 거리에서는 도보와 자전거를 이용하며, 반경 약 10 km 이내에서는 개인용 자동차를 선택하고 있음을 보여 주고 있다. 공공교통수단은 두 번의 침투치를 보이고 있으니 그 하나는 매우 짧은 거리에서 버스를 이용하는 데서 발생하며, 다른 하나는 기차를 이용하는 보다 먼 거리에서 발생한다.

중세기에는 대부분의 사람과 화물의 이동이 100 km를 넘지 않았다는 점은 흥미로운 점이다. 현대에 와서는 지구 표면 전체를 다양한 교통수단으로 다닐 수 있게 된 것이다.

우리나라의 여객수송량과 화물수송량의 운송수단별 변화 추세를 보면 다음 표 3.30과 같다. 이를 그래프로 나타내면 그림 3.54.1~3.54.2와 같다. 우리나라의 경제규모의 급격한 증대와 더불어 수송량이 꾸준히 증대되고 있으며 수송수단 간의 극심한 경쟁성이 보이고 있다.

여객 수송량의 변화 추세를 보면 전반적으로 수송량이 늘어나고 있는 추세이다. 그 중에서도 공로 수송량이 감소를 보이다가 최근에 들어 급격히 증가하고 있는 추세를 보이고 있음을 볼 수 있다. 뿐만 아니라 항공과 해운 수송량이 급격하게 증가함도 보이고 있는 실정이다. 이와 관련한 안전관리 문제도 심각하게 고려해야 함을 알 수 있다.

화물 수송량의 변화 추세를 보면 공로 수송량이 절대적으로 우세함을 보이고 있음을 볼 수 있으며 수송량 증가 추세도 지속적임을 볼 수 있다. 한편으로 국내 항공수송량, 철도 수송량, 그리고 해운 수송량은 날로 감소하고 있음을 볼 수 있다. 이는 공로 수송수단의 발전에 따른 편리성의 증대에 기인한 것으로 볼 수 있다.

표 3.30 국내여객·화물수송량 및 분담율

통계표명: 국내여객·화물수송량및분담율			단위: 여객(천인), 화물(천톤), 분담율(%)											
		년도	년도											
			1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
여객	철도	수송분담율	644,814	679,281	716,364	723,057	729,003	790,381	819,542	832,999	829,050	823,563	837,267	
		분담율	4.5	4.6	4.8	5.1	5.2	5.7	5.8	6.1	6.2	6.2	6.2	
	지하철	수송분담율	1,101,677	1,249,137	1,359,572	1,375,655	1,603,945	1,693,003	1,728,171	1,855,166	1,838,870	2,015,999	2,235,221	
		분담율	7.6	8.4	9.1	9.7	11.5	12.2	12.3	13.6	13.6	15.1	16.5	
	공로	수송분담율	12,721,877	12,854,212	12,848,750	12,117,439	11,603,575	11,289,507	11,480,422	10,887,456	10,783,922	10,455,862	10,410,577	
		분담율	87.8	86.8	86	85.1	83.1	81.8	81.6	80	80	78.4	77	
	해운	수송분담율	8,260	8,485	8,733	7,990	7,869	8,702	9,413	9,899	8,277	9,052	9,702	
		분담율	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	항공	수송분담율	11,064	12,253	14,555	15,550	18,406	21,009	23,567	25,639	19,504	21,145	22,514	
		분담율	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	
	화물	철도	수송분담율	57,922	61,215	58,768	60,167	57,866	57,469	53,527	53,828	43,345	42,081	45,240
			분담율	17.2	16	14.3	13.5	11.1	9.7	8.6	7.7	7.6	7.4	6.7
공로		수송분담율	215,125	245,126	266,009	289,450	345,831	408,368	426,414	499,083	408,136	401,177	496,174	
		분담율	63.8	64.1	64.7	64.9	66.3	68.6	68.6	71.3	72	70.7	73.4	
해운		수송분담율	63,915	76,124	85,869	96,196	117,694	129,112	140,951	147,046	115,179	123,692	134,467	
		분담율	19	19.9	20.9	21.6	22.6	21.7	22.7	21	20.3	21.8	19.9	
항공		수송분담율	183	200	242	273	306	323	351	387	363	393	434	
		분담율	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
여객		철도	수송분담율	850,970	851,715	894,620	921,223	950,995	969,145	989,294	1,018,977	1,020,319	1,060,926	1,118,621
			분담율	6.4	6.7	7.3	7.6	8.1	8	7.8	7.8	8	8.2	8.3
		지하철	수송분담율	2,527,099	2,012,386	1,982,192	2,033,411	2,020,360	2,079,961	2,090,290	2,141,872	2,182,346	2,273,086	2,358,758
			분담율	19	15.9	16.1	16.7	17.1	17.2	16.6	16.5	17	17.5	17.6
	공로	수송분담율	9,857,402	9,783,595	9,404,764	9,169,559	8,801,839	9,014,747	9,518,760	9,798,410	9,588,133	9,646,404	9,907,168	
		분담율	74.3	77.2	76.4	75.4	74.6	74.5	75.4	75.4	74.8	74.1	73.8	
	해운	수송분담율	9,340	9,460	10,336	10,648	11,099	11,574	12,634	14,162	14,868	14,308	14,266	
		분담율	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	항공	수송분담율	21,811	21,248	21,380	18,893	17,156	17,181	16,848	16,990	18,061	20,216	20,981	
		분담율	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	
	화물	철도	수송분담율	45,122	45,733	47,110	44,512	41,669	43,341	44,562	46,805	38,898	39,217	40,012
			분담율	6.3	5.9	6.2	6.6	6.1	6.3	6.2	6.4	5.1	5	5.2
공로		수송분담율	535,725	584,573	565,456	518,856	526,000	529,278	550,264	555,801	607,480	619,530	621,474	
		분담율	74.2	75.7	74.6	76.4	76.5	76.6	76.9	76.2	79.2	79.6	80.5	
해운		수송분담율	140,544	141,706	145,327	115,636	119,410	117,805	120,079	126,964	120,031	119,022	110,135	
		분담율	19.5	18.3	19.2	17	17.4	17.1	16.8	17.4	15.7	15.3	14.3	
항공		수송분담율	431	433	423	409	372	355	316	254	268	262	281	
		분담율	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	

출처: 국토해양부 「국토해양통계연보」

* 본 통계는 국토해양통계연보에 근거한 확정치임

* 수송분담율에 공로의 의미는 버스(고속, 시내, 시외, 전세)와 택시의 합을 의미

* 지하철 부문 여객수송량 및 분담율의 경우 운영기관별 집계에 따른 이중집계의 문제점 해소를 위해 '02년부터 집계방식을 변경

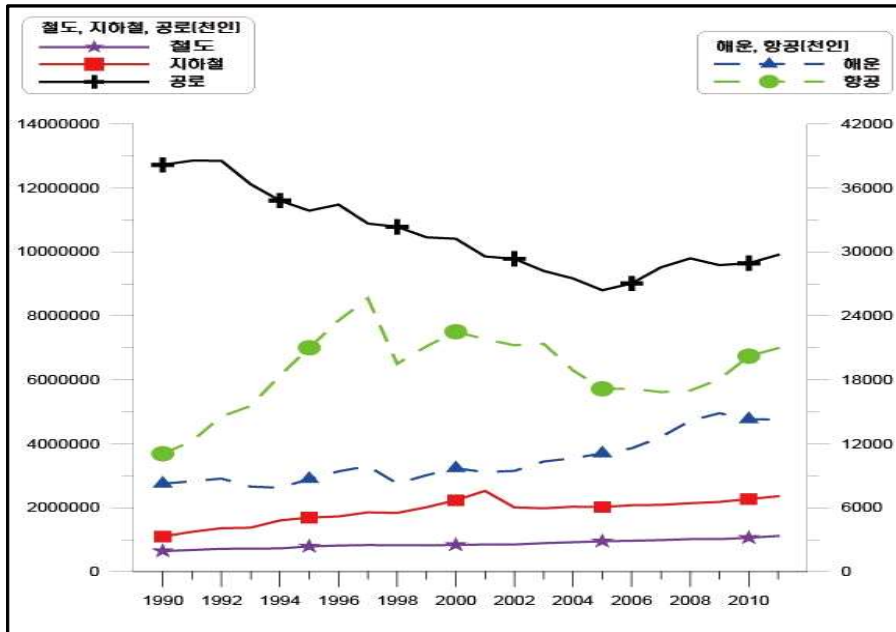


그림 3.54.1 국내 여객수송량(1990~2011)

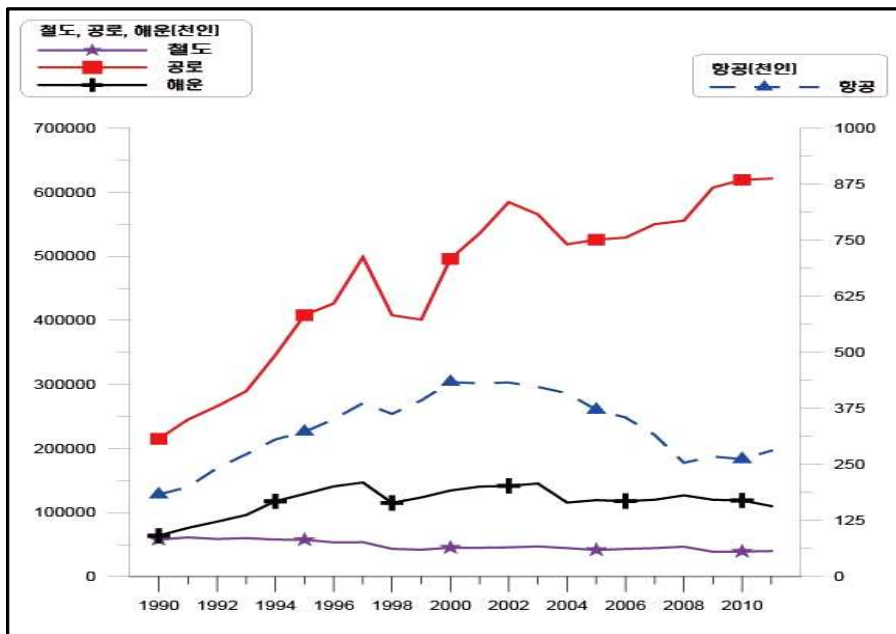


그림 3.54.2 국내 화물수송량(1990~2011)

(2) 도로교통

도로교통은 분명히 자동차 보다 오래된 것이다. 수레바퀴가 5,000~6,000년 전에 발명된 이래로 도로교통의 형태가 시작되었다.

현대의 도로교통은 몇 가지 방법으로 분명하게 구분할 수 있다. 구분하는 방법으로는 자전거교통, 모터교통 등과 같은 운송수단에 의한 것이 있을 수 있다.

다음으로는 공공교통, 개인교통, 정기운송과 비정기 운송 같은 방법일 수도 있다. 추가하여 교통의 목적에 따른 분류, 즉, 휴가교통, 직업교통, 여가시간교통, 쇼핑교통과 업무교통 등이 있을 수 있다. 그림 3.55는 독일에서 교통(업무)방향별 교통량을 조사한 내용이다.

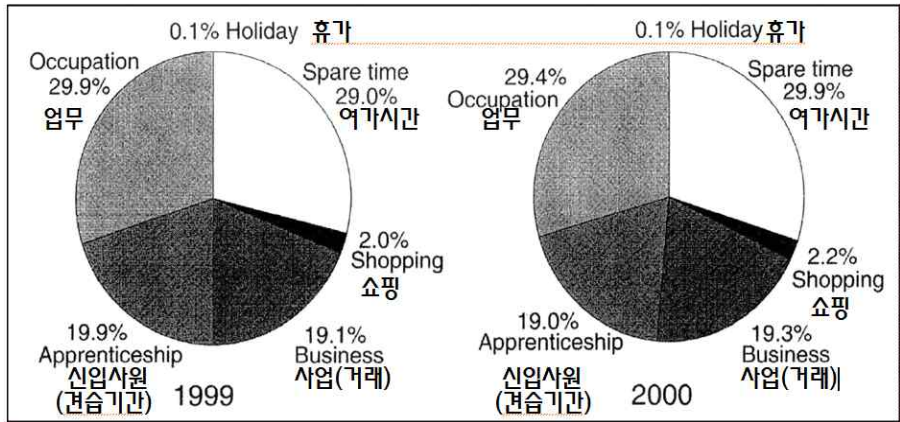


그림 3.55 1999년과 2000년의 독일에서의 교통(업무)방향별 교통량(%) (Kloas & Kuhfeld, 2002)

표 3.31은 지난 20세기 말 개인당의 교통 횟수와 거리, 그리고 교통시간이 증가하고 있음을 보이고 있다. 다만 최근에 독일의 경우, 개인 교통이 약간 감소하고 있음을 볼 수 있다. 이는 비고용율(실업률)이 높아지고 연료비가 상승한데서 원인을 찾을 수 있다. 아울러 2005/2006 겨울의 강추위로 인해서 교통량이 줄어들었음을 알 수 있다.

이러한 단기적인 변동을 무시하면 지난세기 동안의 자동차 교통량의 발전은 교통수단으로서 성공적 성장이었다고 할 수 있겠다.

표 3.31 독일에서의 교통량 추세(Chlond et al., 1998)

Indicator 상징	1976	1982	1989	1992	1994	1995	1996	1997
Participation of population in traffic in % 교통참여인구(%)	90.0	82.2	85.0		91.9	93.9	92.9	92.0
Number of trips per person per day 1일1인당의 교통횟수	3.09	3.04	2.75	3.13	3.32	3.39	3.46	3.52
Number of trips per mobile person per day 1일이동인구당의 교통횟수	3.43	3.70	3.24		3.61	3.61	3.73	3.82
Number of motorcars per inhabitant 주민당의 자동차수				0.508	0.502	0.467	0.511	0.518
Travel time per day in hours:minutes 1일교통시간(시간:분)	1:08	1:12	1:01		1:19	1:20	1:21	1:22
Kilometer per person per day 1일1인당의 교통거리(km)	26.9	30.5	26.9	33.8	39.3	39.2	39.6	40.4
Average way length in km 평균교통거리(km)	8.7	10.0	9.80	10.8	11.8	11.5	11.5	11.5

그림 3.56은 독일에서 1914년부터 2003년까지 승용차 수의 변동을 보이고 있다. 이 표에 나타난 년도 후에도 지속적으로 늘어나고 있으나 증가율은 점차 줄어들고 있는 실정이다.

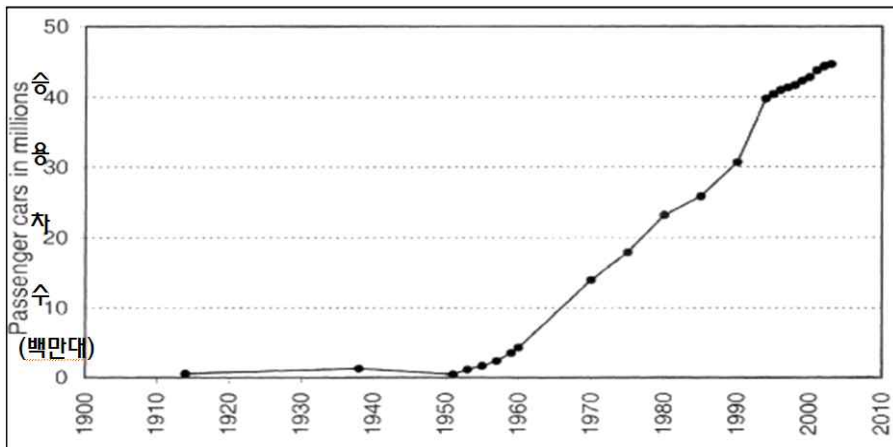


그림 3.56 독일에서 1914년부터 2003년까지의 승용차 수의 변동 (KBA, 2003)

유럽, 폴란드, 미국, 일본 그리고 독일에서의 도로교통 사상자수가 그림 3.57~3.60에 나타나있다. 그림 3.57은 시간축을 2년 간격으로 하였으며 그림 3.59는 폴란드에서의 월별 사상자를 나타내 보이고 있다. 최고의 수치는 보통 가을에 나타나며 최저는 봄에 나타나는 것을 볼 수 있다. 그림 3.60은 1일 기준의 청년층의 사상자 수를 보이고 있다. 그림에서 보듯이 최대의 사상자는 토요일 밤에 발생하는 것을 볼 수 있다.

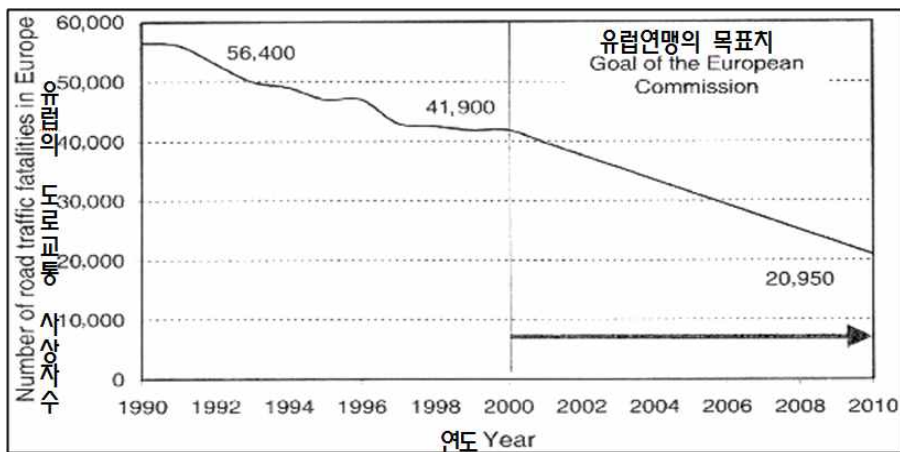


그림 3.57 유럽에서의 도로교통 사상자수(목표치 포함)

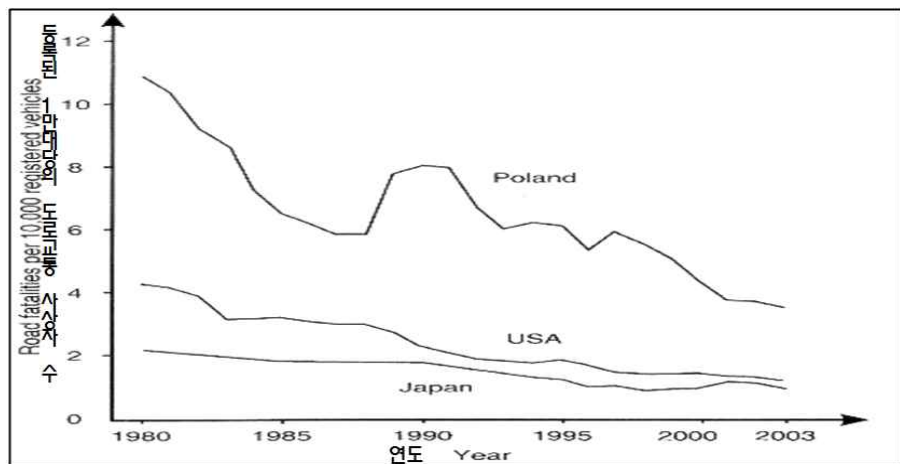


그림 3.58 폴란드, 미국 그리고 일본에서의 도로교통 사상자수 (Krystek & Zukowska, 2005)

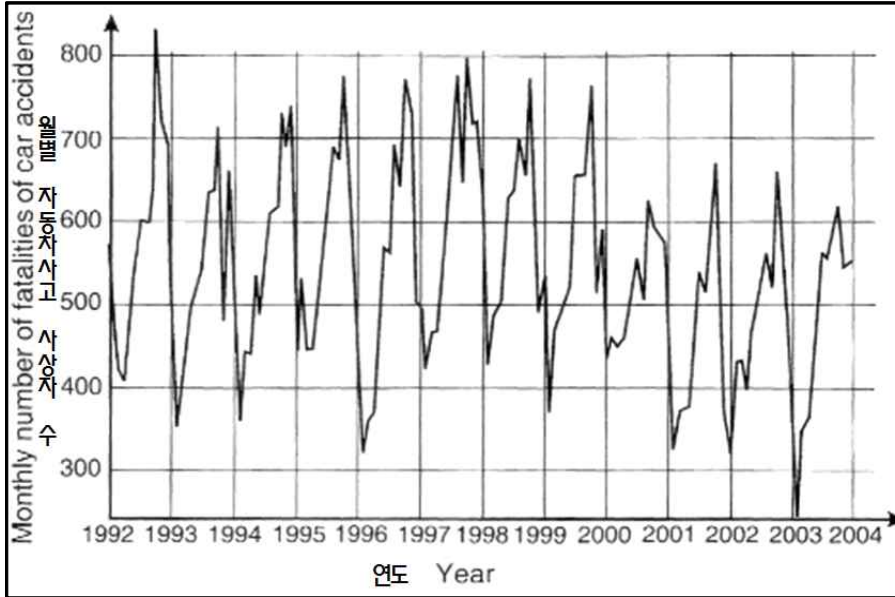


그림 3.59 폴란드에서의 월별 도로교통 사상자수 (Krystek & Zukowska, 2005)

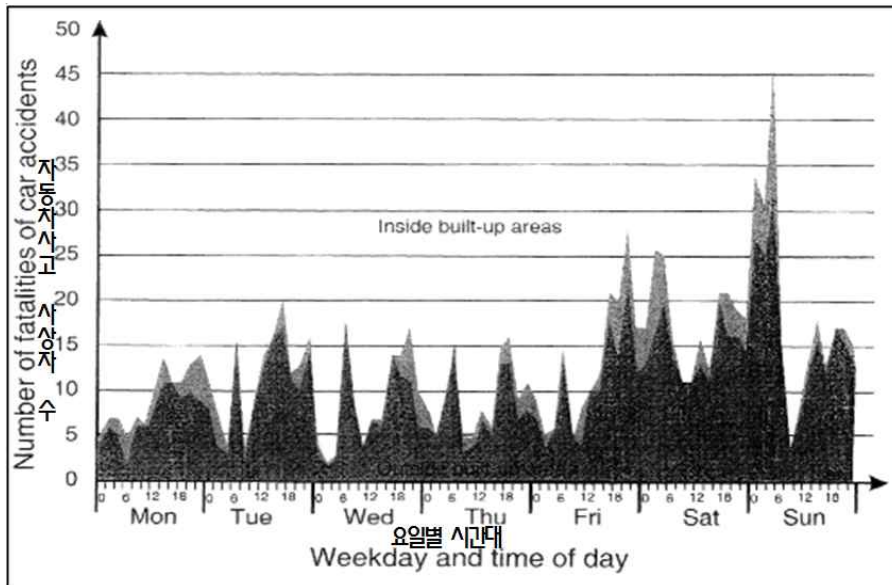


그림 3.60 독일에서 18시부터 24세 사이의 청년들의 1주일간 시간대별 도로교통 사상자수(SBA, 2006)

세계적으로는 매년 120만 명이 도로교통사고로 목숨을 잃는다. 특히 중하층의 수입계층에서 90% 정도를 차지하며 청년층의 수가 두드러지게 포함되고 있다(Peden et al., 2004).

매일 세계적으로 25세 이하의 청년층이 약 1,000여명씩 사고를 당하여 목숨을 잃고 있다. 도로사고는 15~19세 사이의 청소년들 죽음의 핵심요소가 되고 있다. 10~14세와 20~24세 구간에서는 죽음의 두 번째 요소가 되고 있다. 대부분의 젊은 사상자들은 취약한 교통계층으로 보행하거나 오토자전거, 오토바이 또는 공공교통수단 이용자들이다(Toroyan & Peden, 2007).

기상조건 역시 교통재해에 중대한 영향을 미친다. 그림 3.61은 환경조건들과 관련한 도로표면의 온도분포를 보여 주고 있다. 기상조건들과 사고사이의 관계를 Andrey & Mills (2003) 와 Andrey et al. (2001)가 오래도록 조사해왔다.

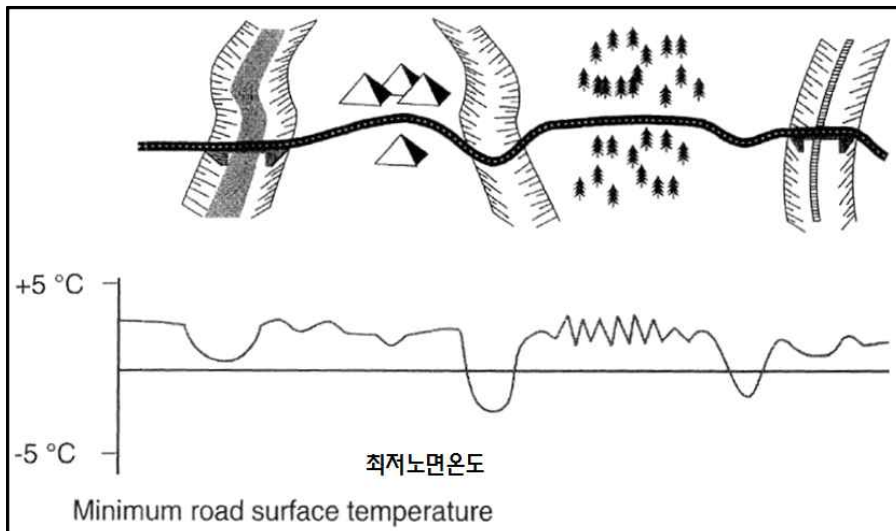


그림 3.61 최저 노면온도 분포(Smith, 1996)

교통 자체는 시설물 재해의 원인일수가 있다. 독일에서 화물자동차의 다리에 대한 충격으로 두 개의 교량이 붕괴되었던 사고가 있었다(Scheer, 2000). 그림 3.62는 다양한 교통수단과 토석류 충격에 의한 힘과 시간간의 관계를 보여주고 있다.

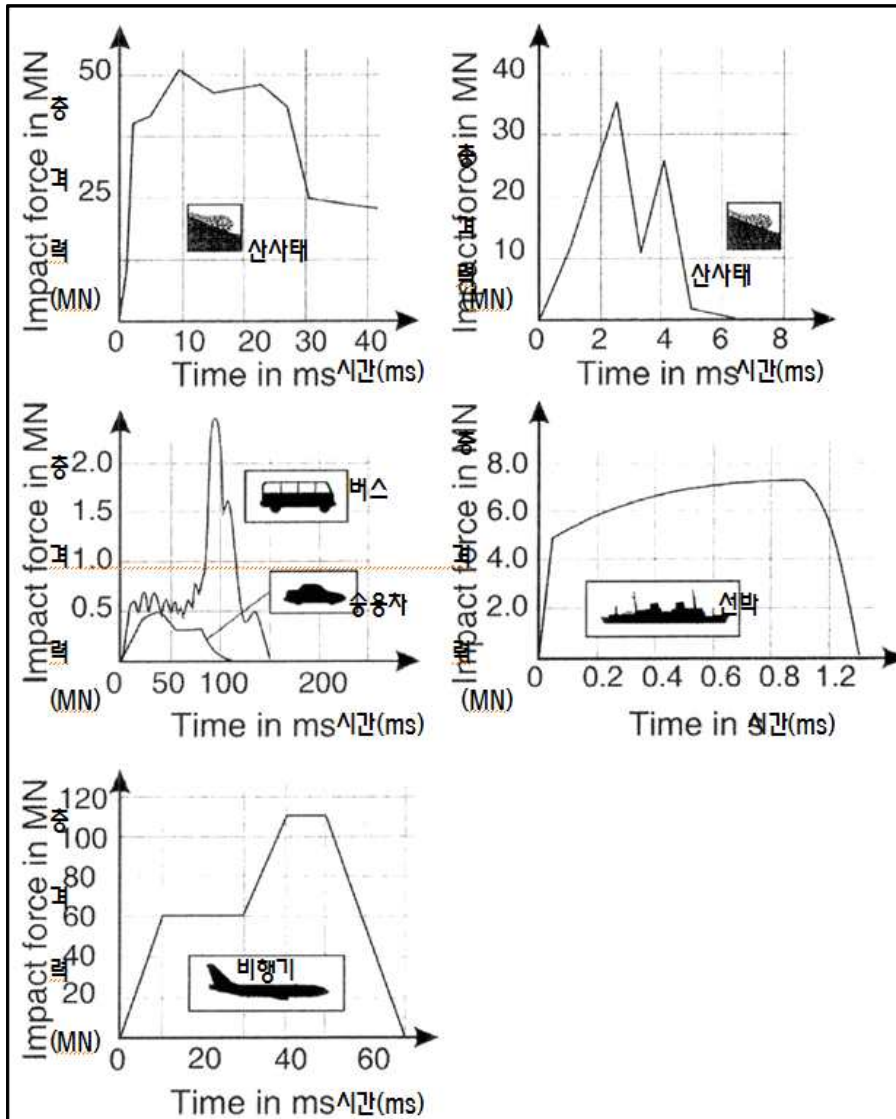


그림 3.62 자연적인 과정(산사태)과 다양한 교통수단별 가능 충격력과 시간 간의 관계 (Proske, 2003)

1997년 6월 28일 프랑스의 한 고속도로 위를 지나는 육교가 붕괴된 적이 있다. 이때의 원인은 트럭이 교각에 가한 충격으로, 세 사람의 사상자가 발생하였다. 일반적으로 프랑스에서는 교각이나 교량의 부품에 충돌하는 승용차의 수가

년간 30%정도이며, 트럭에 의한 것은 20%정도이다. 그러나 자료에 의하면 1973, 1977, 1990, 1997 그리고 1998년에만 충돌에 의한 붕괴가 발생하였던 것이다. 교량별 연간 충돌 확률은 자동차에 의해서는 0.0085 %, 트럭에 의해서는 0.006 %로 평가되고 있다. 교통량을 감안하면 트럭에 의한 충돌 확률은 연간 4×10^{-9} 정도이다. 충돌에 의한 교량붕괴 확률은 10^{-4} 정도로 교량이 충돌에 대해서 설계를 하였는지 여부는 고려하지 않은 상태이다. 충돌에 대한 첫 번째 설계규칙은 1966년에 처음으로 제정되었으며 1977년과 1993년에 수정 보완되었다(Holicky & Markova, 2003).

(3) 철도교통

기차는 가장 안전한 교통수단으로 알려져 있다. 표 3.32는 교통수단별 사망률과 사고율을 보여주고 있다.

표 3.32 교통수단별 사망률과 사고 발생률 (Kafka, 1999, Kröger & Høj, 2000)

Means of transport 교통수단	Mortality or accident frequency 사망률 또는 사고발생빈도
Railway(Japan) 철도(일본)	7.69×10^{-13} passenger kilometer(승객·km 당)
Railway(goods traffic Germany) 철도(화물수송, 독일)	5.00×10^{-7} goods kilometer(화물·km 당)
Road traffic(japan) 도로교통(일본)	6.67×10^{-11} passenger kilometer(승객·km 당)
Road traffic 도로교통	4.67×10^{-6} car kilometer(자동차·km 당)
Railway 철도	2.13×10^{-5} train kilometer(기차·km 당)
Airplanes(scheduled flights) 항공교통(정기선)	4.19×10^{-9} flight kilometer(운항·km 당)

2차대전 이후 수년동안 기차사고에 의한 사망자가 없었던 기간이 있었다. 예로서 영국에서는 2차대전 후 12년동안 운행중인 기차에 뛰어들거나 선로를 통과하다가 죽은 사건 외에는 기차사고로 인한 사망자는 없었다. 이러한 사고에서는 기관사가 사고의 책임을 지지 않는다. 일부 철도교통은 영국에서 150여년 전에 시작하였다. 지금까지 3,000여명이 죽었다. 그림 3.63은 영국에서 최근에 발생한 기차사고 추세를 보여주고 있다.

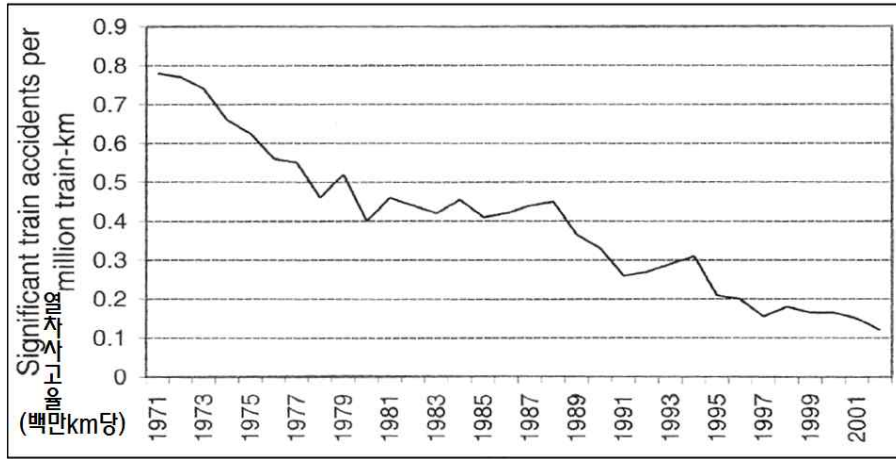


그림 3.63 최근 영국에서의 기차사고 발생 추세(Evans, 2004)

기차는 레일을 사용함으로써 기차의 운행방향이 정해진다는 면에서 철도교통의 안전성은 확보된다 할 수 있다. 이러한 면에서 신호체계 기술은 자동화 되어 매우 높은 안전성을 보이고 있다.

그러나 유럽에서는 100여명의 기차승객과 800~900여명의 사람들이 매년 죽는다(European Commission, 2002). 뒤의 숫자는 선로를 횡단하거나 사고로 죽는 숫자이다. 불행하게도 독일에서는 철도의 안전에 크게 영향을 주는 중대한 기차사고들이 있어왔다. 예로서 1998년 Eschede에서 발생했던 기차사고로 100여명의 사상자를 발생시켰었다. 이 사고는 두 가지 재해, 즉 기차의 탈선과 교량의 충돌과 그로인한 붕괴에 의한 복합사고 였던 것이다. 다른 예로는 1977년 Australia에서 발생했던 사고로 기차가 교량에 충돌하여 90여명의 사상자를 냈던 것이다(Schlatter et al., 2001). 표 3.33은 중대한 기차사고를 정리한 것이다.

표 3.33 대규모 철도사고 기록(Kichenside(1998), Preuβ(1997) and DNN (2005))

Country, Location 국가, 위치	Date 발생날짜	Number of fatalities 사상자 수	Remarks 비고
Sri Lanka, seenigama	26.12.2004	1,300	Tsunami hit a train.
France, Saint Michel	12.12.1917	660	A train with approximately 1,100 soldiers derailed

Soviet Union, Tscheljabinsk	3.6.1989	645	due to overload and defect brakes. A gas pipeline close to a train line explodes and hits two trains.
Italy, Balvana	2.3.1944	521	Due to overload of the steam engine, the train came to a standstill in a tunnel; people suffocated by the steam of the locomotive.
Ethiopia, Schibuti -Addis-Ababa	13.1.1985	428 fatalities, 370 injured	Train derailed due to high speed on a bridge, four railway carriages fell from the bridge.
Indonesia, Sumatra	8.3.1947	400	
Spain, Leon	16.1.1944	400	Train stoped in a tunnel.

(4) 선박교통

선박구조의 역사는 최소한 10,000년 전으로 거슬러 올라간다(Mann, 1991). 그렇게나 긴 시간 동안에 선박이 안전한 운송수단이 되었다는 의미는 아니다. 대략 250,000여척 선박이 영국 해안에서 실종되었다(Wilson, 1998). 1852년 한해에만도 1,115척의 선박이 영국해안에서 실종되어 900여명의 실종자를 낳았던 것이다. 1월에 5일 동안 지속되었던 폭풍으로 257척의 선박과 486명의 선원을 잃었던 적도 있다. 년중 최고의 선박 상실은 1864년으로 1,741척의 선박과 516명의 인명손실을 가져온 적이 있다. 그러나 선박상실의 역사는 선박구조의 시작과 함께 한다. 기원전 255년 로마함대는 카르타고(Cartago) 전투로부터 회군하는 중이었다. 함대는 폭풍우속으로 진입하게 되었으며 결국은 280척의 선박에 10만명의 군인들을 상실하게 된 것이다(Eastlake, 1998). 추가하여 1588년 가을 스페인령 Armada에서는 90척의 선박에 2만명의 선원들이 상실된 기록이 있다. 그러나 자연재해만의 원인은 아닌 것 같다(Wilson, 1998). 스페인령 Armada전투의 보다 자세한 상황은 Hintermeyer (1998)에서 찾아볼 수 있겠다.

이와 같은 유명한 사건들 외에도 또 다른 수많은 선박 상실사고들이 있다. 선박구조기술의 위험성을 일깨우기 위해서 사망자 수를 기준으로 몇 가지 사고들에 대해서 정리하기로 한다(Wilson, 1998, Eastlake, 1998).

- 1545년 "Mary Rose"호 실종으로 665명 실종
- 1707년 10월 22일, 폭풍으로 인해서 방향을 잃어 4척의 선박이 좌초되어 1,650여명이 실종
- 1852년 "Birkenhead"호가 좌초하여 445명의 사상자가 발생
- 1853년 "Annie Jane"호가 실종되어 348명의 사상자 발생
- 1854년 증기선 "City of Glasgow"호가 실종되어 480명의 실종자 발생
- 1857년 "Central America"호가 실종되어 426명의 승객이 실종
- 1858년 "Austria"호의 실종으로 471명의 승객도 실종
- 1859년 "Royal Charter"호의 실종으로 459명 실종
- 1865년 "Sultana"호의 증기보일러가 폭발하여 1,600여명이 죽음
- 1870년 "Captain"호가 안개 속에서 침몰하여 483명의 선원이 죽음
- 1873년 "Atlantic"호와 560명이 실종됨
- 1874년 "Cosapatrick"호와 472명의 사상자 발생
- 1878년 9월 3일, 여객선 "Princess Alice"호가 탄소증기선에 부딪혀 약 645명이 죽음
- 1898년 "La Bourgogne"호와 "Cromartyshire"호가 충돌하여 546명이 수장됨
- 1904년 New York에서 발생한 가장 큰 선박사고중의 하나인 "General Slocum"호의 화재로 주로 여자와 어린이들이 희생되어 총계 955명이 희생됨
- 1912년 "Titanic"호 사고로 1,503명의 사상자 발생
- 1914년 "Empress of Ireland"호와 "Storstad"호가 실종되어 1,078명이 희생됨
- 1917년 "Vanguard"호가 Orkney 섬에서 폭발로 실종되어 670여명의 사상자 발생
- 1945년 1월 30일 역사상 가장 큰 선박사고가 발생, "Wilhelm Gustloff"호가 독일 난민들을 수송하던 중 잠수함의 공격을 받아 9,000여명의 사상자 발생
- 1957년 가장 큰 범선이었다던 "Pamir"호가 실종되어 80명도 실종됨
- 1987년 평화시에 발생한 최대의 선박사고로 필리핀의 "Dona Paz"호는

승객용으로 1,500명을 수용할 수 있었다. 그러나 4,400여명을 승선시켜 향해하던 중 유조선 "Vector"호와 충돌하여 "Vector"호는 폭발하였으며 4,400여명의 사상자를 발생시켰다.

- 1994년 "Estonia"호가 실종되어 757명의 사상자를 발생

선박실종의 빈도가 높기 때문에, 특히 19세기 중엽에, 일정한 안전규정이 적용되기 시작했다. 독일에서는 1865년 5월 29일 난파선의 생존자 구조를 위한 조직이 확립되었다. 이 조직은 지금까지 62,000여명을 구조하였다 (Hintermeyer, 1998). 오늘 날에도 중대한 사고는 발생하고 있다. 2006년 이집트에서는 여객선이 침몰하여 1,600여명의 사상자를 내고 있다. 그림 3.64는 최근의 실종 선박의 규모(중량톤)를 보이고 있다. 필리핀, 방글라데시, 인도 등에서 대규모의 선박사고가 빈번하게 발생하고 있다.

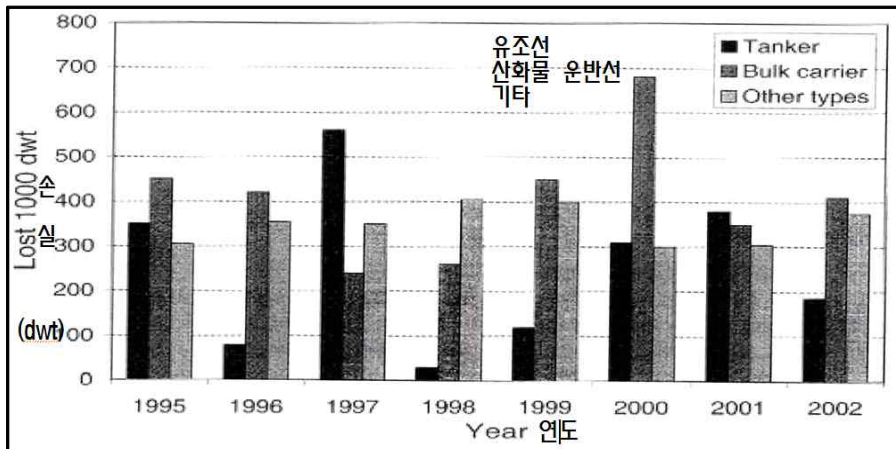


그림 3.64 최근의 실종 선박 규모(dwt)(ISL, 2007)

선박사고의 위험도를 평가하는 모형을 만들기 위한 많은 노력들이 있어 왔다 (Gucma, 2005, 2006 a, b, Guçma & Przywarty, 2007). 이러한 노력은 특별히 위험물질을 운반하는 경우에는 매우 중요한 의미를 갖는다. 표 3.34는 LNG(액화천연가스, Liquefied Natural Gas) 운반선의 사고 자료를 보이고 있다.

표 3.34 LNG(액화천연가스, Liquefied Natural Gas) 운반선의 사고 자료 (Foss, 2003)

Year 년도	Ship 선박명	Description of event 사고설명	Personal Injuries 부상자수	Damage to ship 선박손상정도	LNG release 유출정도
1965	Jules Verne(now Cinderella)	Overfilling	None	Fractures in tank cover and deck	Yes
1965	Methane Princess	Valve leakage	None	Fractures in deck	Yes
1971	Esso Brega(now LNG Palmaria)	Pressure increase	None	Damage to the top of cargo tank	Yes
1974	Massachusetts (barge)	Valve leakage	None	Fractures in deck	Yes
1974	Methane Progress	Touched bottom	None	None	No
1977	LNG Delta	Valve failure	None	None	Yes
1977	LNG Aquarius	Overfilling	None	None	Yes
1979	Mostefa Ben Boulaïd	Valve leakage	None	Fractures in deck	Yes
1979	Pollenger(now Hoegh Galleon)	Valve leakage	None	Fractures in tank cover and deck	Yes
1979	El Paso Paul Keyser	Stranded	None	Severe damage to hull and cargo	No
1980	LNG Libra	Shaft moved against rudder	None	Fracture to tailshaft	No
1980	LNG Taurus	Stranded	None	Hull damage	No
1985	Gadinia(now Bebatik)	Steering gear failed	None	None	No
1985	Isabella	Valve failed	None	Fractures in deck	Yes
1989	Tellier	Broken moorings	None	Hull damage	Yes
1990	Bachir Chigani	Hull fatigue	None	Structural cracks	No
1996	LNG Portovenere	Firefighting system malfunction	Six dead	None	No
2002	Norman Lady	Collision with submarine	None	Minor hull damage	No
2003	Century	Engine breakdown	None	None	No
2003	Hoegh Galleon	Engine breakdown	None	None	No
2004	Tenaga Lima	Damage to stern seal	None	Minor repairs	No
2004	British Trader	Fire in transformer	None	Minor repairs	No
2005	Laieta	Engine breakdown	None	Minor repairs	No
2005	LNG Edo	Gearbox vibration	None	Replacement gearbox	No
2005	Methane Kari Elin	Leaks in cargo tanks	None	Extensive repairs	No
2006	Catalunya Spirit	Damaged insulation	None	Extensive repairs	No

(5) 항공교통

먼저 공공성이 포함되지 않은 항공교통의 위험성을 논하고자 한다. 이러한 위험성은 상대적으로 낮은 것 같다. 표 3.35는 사람들이 포함되지 않은 채 항공기가 지상에 충돌한 사고를 보이고 있다. 그림 3.65는 항공기 충돌에서 “설계 충돌-힘”의 관계를 보여주고 있다. 1954년부터 1983년 사이에 세계적으로 약 5,000대의 비행기가 추락하였다(중국과 소련의 자료는 포함 안됨). 전 세계의 1%가 추락하는 비행기에 충돌할 확률은 약 연간 10^{-8} 정도인 것으로 평가되고 있다(van Breugel, 2001).

표 3.35 지상에 추락한 비행기 사고 기록 (Van Breugel, 2001)

Year 년도	Description and location 사고내용과 위치	Fatalities 사상자 수
1987	Small airplane crashed into a restaurant in Munich, Germany	6
1987	A-7 Corsair crashed into a hotel in Indianapolis, USA	12
1987	Harrier Jump-Jet crashed into a farm near Detmold, Germany	1
1988	A-10 Thunderbolt II hit 12 houses near Remscheid, Germany	6
1988	Boeing 747 Exploded over Lockerby, Scotland; airplane parts hit petrol station and houses	280
1989	Boeing 707 crashed into a shanty town near Sao Paulo, Brasil	17
1990	Military airplane hit a school in, Italy	12
1992	Hercules Transporter crashed into a motel in Evansville, USA	16
1992	Boeing 747 crashed into 10-floor house in Netherlands	43
1992	C-130 crashed into a house in West Virginia, USA	6
1996	Fokker-100 crashed into houses in sao Pulo, Brasil	98
2000	Military airplane crashed into a house in Greece	4
2000	Boeing 737-200 crashed into house near Patna, India	57
2000	Concorde crashed into a hotel near Paris, France	113

1953년부터 1986년까지 서방세계에서는 약 8,300대의 제트 비행기가 생산되었다. 1986년 현재 약 6,200대가 운영중이다. 최악의 항공사고는 1977년에 발생하였다. 두 대의 보잉 747기가 Canary 군도의 공항에서 충돌하여 600여 명의 사상자를 냈었다(Gero, 1996). 그러나 일반적으로 항공기 사고수는 1990년대에 들어와서부터 줄어들고 있다(그림 3.66).

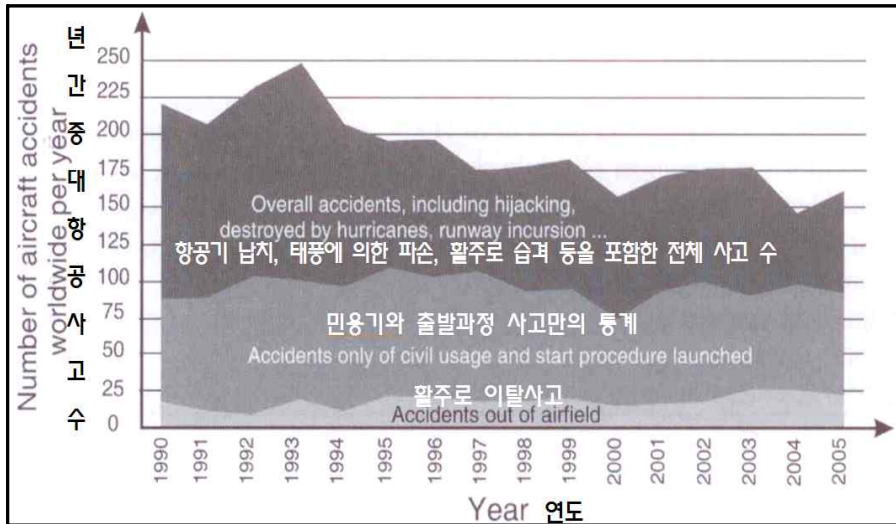


그림 3.65 최소한 5.7ton의 무게를 가진 항공기의 세계적인 사고수의 변천(Konersmann 2006)

그러나 항공기 이용자 수는 꾸준히 늘어나고 있다(그림 3.66 그림 3.67).

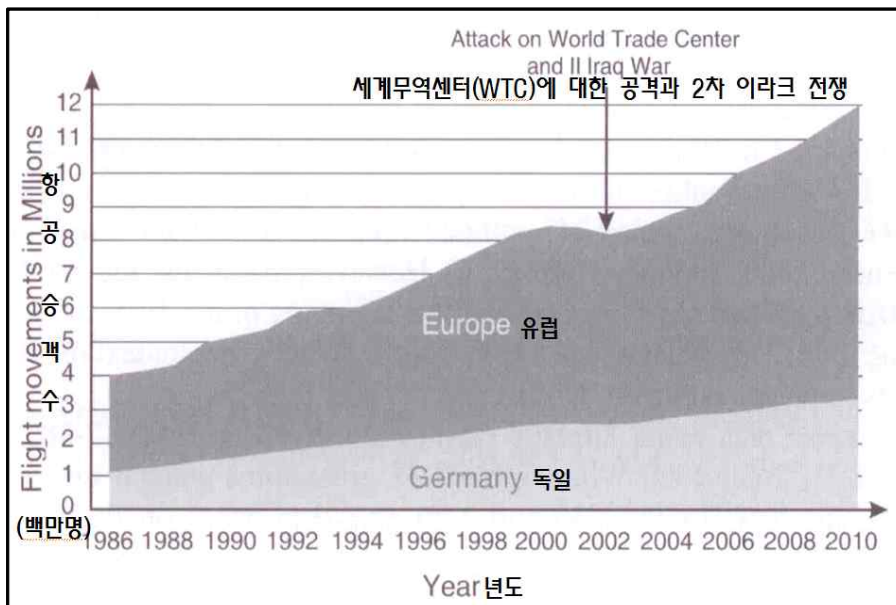


그림 3.66 유럽과 독일에서 항공교통 이용 인원수의 변화(Konersmann, 2006)

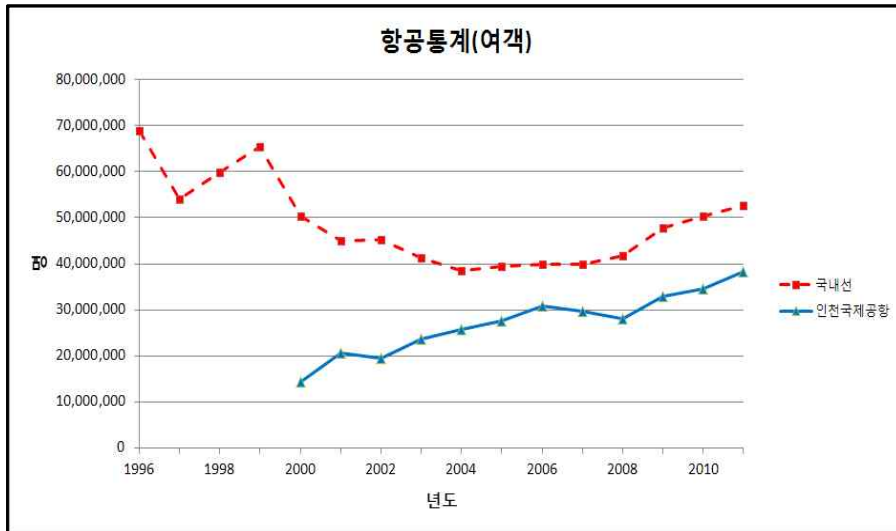


그림 3.67 우리나라의 국내선과 인천국제공항에서의 여객수 추세(한국항공공사와 인천 국제공항공사의 통계자료, 2013)

항공기 추락자료(사고)가 표 3.36~3.41 에 정리되어있다. 표 3.36은 항공기 손실의 일반적인 빈도를 보여주고 있으며, 표 3.37과 3.38은 비행단계에 기초한 자료를 보여주고 있다. 표 3.39는 항공기 형태별로 사고기록을 보여 주고 있으나 제4세대인 여객기는 포함하지 않고 있다. 표 3.40과 3.41은 독일공항에서의 자료를 보여 주고 있다.

표 3.36 항공기 손실의 일반적인 빈도(Weidl & Klein, 2004)

Source 자료	Frequency 발생빈도
German risk study nuclear power plants(part 4) 독일의 원자력발전소 위험성 연구 (제 4부)	2.5×10^{-12} per flight and km
German risk study nuclear power plants(phase B) 독일의 원자력발전소 위험성 연구(제 8 단계)	6.0×10^{-7} per flight
Bureau of Transportation Statistics>20 tonnes 교통국 통계 (20톤 이상)	3.84×10^{-10} per flight and km
Bureau of Transportation Statistics<20 tonnes 교통국 통계 (20톤 이하)	1.11×10^{-8} per flight and km
German Federal Bureau of Aircraft Accidents Investigation, Report 2001 독일연방 항공사고조사국 보고 2001	6.5×10^{-7} per flight
International Air Transport Association-Ranking 국제항공교통연맹-등급	4.24×10^{-10} per flight and km

표 3.37 비행단계별 항공기 사고(1959년~1985년) 분포(Moser, 1987)

Stage of flight 비행단계	Share on flight time in % 운항시간 비율	Share on accident in % 사고비율	Trend 경향성
Take off 이륙	1	21.8	Falling 감소
Climb 상승	19	7.2	Growing 증가
En route 항로진입	37	5.5	Falling 감소
Initial approach 진입초기	14	6.1	Constant 일정
Final approach 진입말기	10	32.4	Constant 일정
Landing 착륙	1	24.5	Falling 감소
Rolling (활주로에서 여객장으로 접근하는 과정)	18	2.5	Growing 증가

표 3.38 1985년부터 항공운송 형태별 항공교통 사고수

Accidents involving different types of flights 운항형태별 사고유형	Number
Fatal accidents in passenger schedule air traffic 정기운항에서의 중대승객사고	16
Fatal accidents in passenger non-schedule air traffic 비정기운항에서의 중대승객사고	5
Fatal accidents in passenger regional and shuttle air traffic 지역 및 근거리 왕복운항에서의 중대승객사고	10
Fatal accidents in cargo traffic 화물운항에서의 중대사고	9
Non-fatal accidents in passenger schedule air traffic 정기운항에서의 경미한 승객사고	115
Non-fatal accidents in passenger non-schedule air traffic 비정기운항에서의 경미한 승객사고	5
Non-fatal accidents in cargo traffic 화물운항에서의 경미한 사고	16

표 3.39 항공기 종류별 사고기록(운항조건이 상이함을 고려 할 것 - 특히 Fokker F.28의 경우) (Moser, 1987)

Model 기종	% of airplanes involved in accidents from all produced airplanes 전체 생산기종 사고난 비행기의 비율	Number of fatal accidents per million flights 백만회 운항중 중대사고수
1. Generation I		
Aérospatiale Caravelle	11.8	
DeHavilland Comet	9.8	
Convair 880/990	8.8	
McDonnell Douglas DC-8	8.1	
Boeing 707	7.6	
Boeing 720	3.3	
2. Generation II		
Fokker F.28	7.4	3.38
British Aerospace One-Eleven	5.7	0.54
Vickers VC10	3.7	

McDonnell Douglas DC-9	3.5	0.49
Hawker Siddeley Trident	2.6	
Boeing 737	2.2	0.74
Boeing 727	2.1	0.51
3. Generation III		
McDonnell Douglas DC-10	3.0	2.87
Boeing 747	1.5	1.51
Lockheed 1011 TriStar	1.2	1.21
Airbus A300	0.8	

표 3.40 독일의 공항들에서의 항공기 사고율(Konersmann, 2006)

Take off weight class 이륙중등급	1	2	3	4	5	6
Number based on stocktaking 2005 2005년도 일제조사서 결과	4,847	1,792	5,025	8,806	3,307	2,603
Average number of daily possible flights (take off and landing=one flight) 1일 평균 가능운항횟수 (1회운항=이륙과 착륙)	5	8	6	5	3	2
Average number of flights per year in million 연평균 운항수(백만회)	8.845	5.232	11.004	16.070	3.621	1.900
Average number of risk relevant accidents 사고관련 평균 수	9	1	5	4	2	1
Reference accident rate $\times 10^{-7}$ 사고율 $\times 10^{-7}$	10	1,9	4,5	2,5	5,5	5,3

표 3.41 독일 Frankfurt 공항에서의 사고수(Fricke, 2006)

	2000	2015
Probability of accident per flight 운항당의 사고확률	5.75×10^{-8}	5.15×10^{-8}
Probability of accident per year 연간사고확률	0.026	0.034

그림 3.68은 표 3.40의 추가적인 자료이다. 독일에서는 1990년 통일되기 전에 국경에서 헬리콥터기의 주락이 항공기 주락수에 많이 포함되어 있다(Weidl & Klein, 2004).

교통수단별 위험성의 비교는 파라미터의 선택에 따라 매우 다르게 나타난다. 표 3.32에서 항공기는 교통거리를 고려하면 낮은 위험성을 보이고 있다. 그러나 그림 3.69에서 항공교통은 여행수에 기초한 위험성 파라미터에 기초하여보면 상당히 높은 위험성을 보이고 있다.

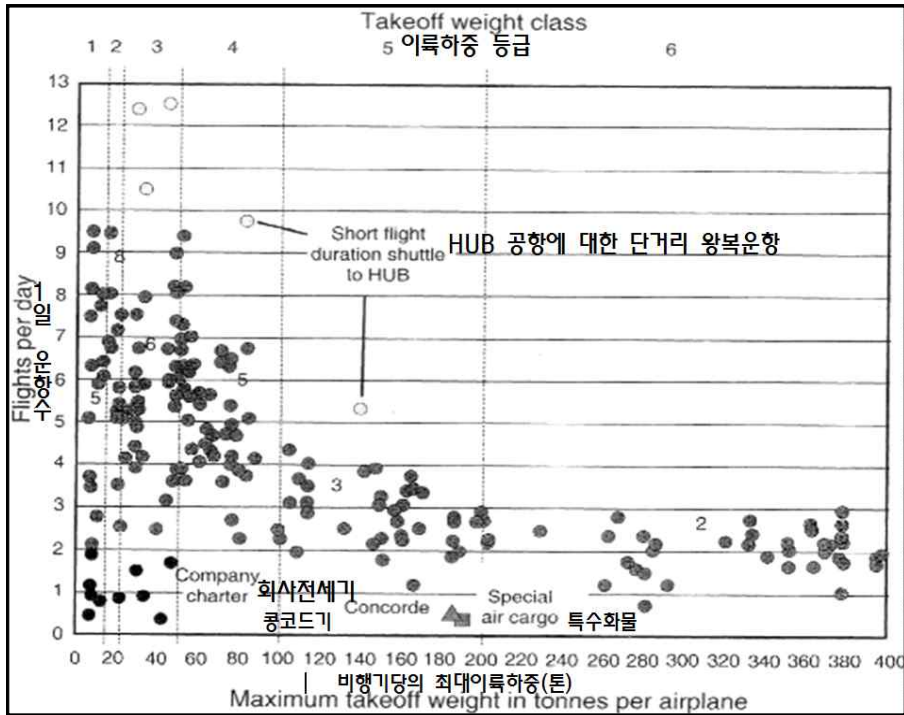


그림 3.68 최대이륙하중 대비 1일 운행수(Konersmann, 2006)

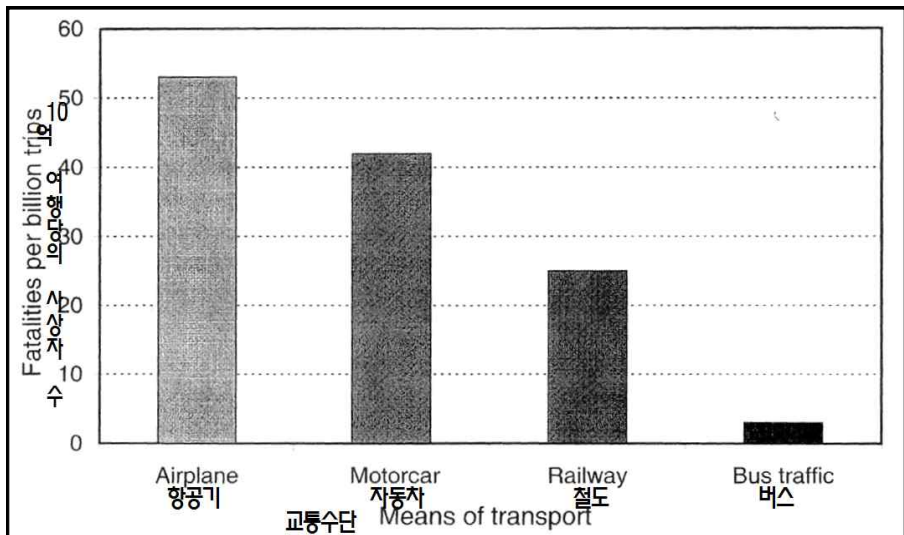


그림 3.69 교통수단별 여행수(10억회)별 사상자수 비교 (LIN, 2003)

(6) 우주교통

다른 교통수단들과 비교해서 우주교통은 특별한 성질을 가지고 있다. 먼저, 이 동인구가 소규모라는 점이다. 그러나 비용은 대단하다는 점이 있다. 위험성면에서 우주교통은 상당히 높은 위험성을 내포하고 있다. 1979년 까지 92명의 우주인들이 우주로 나아갔다. 여행 중의 사고로 인해서 4명의 우주인들이 죽은 반면 1967년에는 지상시험중에 몇 사람의 우주인들이 죽었다. 여기서 아마도 가장 잘 알려진 사고로는 지상에서의 아폴로 캡슐의 화재사건이다. 이는 여러 개의 로켓이 폭발하여 많은 사상자를 내는 원인이 되었다. 1967년 4월 러시아 우주인 Komarow는 귀환 중에 낙하산이 펴지지 않아서 죽었다. 1970년 아폴로 13호 우주인들은 임무 중에 살아남았다. 1971년 6월 3명의 러시아 우주인들은 재진 입중에 압력을 잃어서 죽었다(Mielke, 1980).

우주왕복선의 개념이 안전의 개선과 완전한 상실(손상)의 확률을 10^{-1} 에서 10^{-2} 로 낮추는데 목적을 둔 것이기는 하지만 (Paté-Cornell & Fischbeck, 1994), 1986년의 Challenger 호 폭발과 2003년의 Columbia호의 소실은 이러한 우주왕복선의 개념의 약점을 보여 주고 있다. 이러한 2건의 사고 손실과 130여건의 임무를 고려할 때, 임무 당 $2/130=0.015$ 의 위험성을 평가 할 수 있다. 이것은 임무당의 승객수를 고려한 사상자 수를 고려한다고 해도 똑같이 평가될 것이며, 우주인들에게는 두 번째의 임무가 없을 것이다. 지금까지 450명이 우주로 보내졌으며 거의 20여명의 사상자가 발생하였다. 이는 임무 당 $20/450=0.04$ 의 사상자 발생 위험성으로 평가된다. 미래의 우주임무는 손실확률로 표시되는 안전을 개선하는 것이 필요하다(표 3.42 참조).

표 3.42 계획된 새로운 우주임무의 손상 또는 손실 확률 (Altavilla et al., 2000)

Projects 사업명	Probability of damage or loss 위험이나 손상 확률
Hermes Project	Failure of missile per mission (미사일 발사 실패확률) 10^{-4} Loss of parts per mission (발사시의 부품손실확률) 10^{-3} Overall per mission (전체적 발사 실패 확률) 10^{-2}
Assured Crew Return Vehicle (ACRV) 확실한 승무원 귀환기	Failure during mission and four years in space (발사실패와 우주공간에서의 4년 동안의 실패 확률) 3×10^{-3}
Crew Rescue Vehicle (GRV) 승무원 구조기	Failure during mission and five years in space (발사실패와 우주공간에서의 5년 동안의 실패 확률) 5×10^{-3}
Crew Transport Vehicle (CTV)	Loss of missile per mission (발사시의 미사일 손실 확률)

승무원 수송기	3×10^{-3} Heavy damage per mission (발사시의 중대손상 확률) 2×10^{-3} Risk to population on ground per mission (발사시 지상의 시민들에 대한 위험확률) 10^{-7}
---------	--

역대 주요 우주선 사고 :

1967년 1월 21일, 미국 플로리다주 케이프 커내버럴에서 최초의 우주인을 태우고 발사될 예정이던 미국의 아폴로 1호에서 발사 시험 도중 화재가 일어나 당시 탑승해 있던 미국 우주비행사 3명이 숨졌다. 이 사고 후 3개월 만인 1967년 4월 구소련의 소유스 1호가 우주로 발사됐다 귀환 도중 재진입에 실패했다. 당시 이 우주선에 탑승했던 블라디미르 코마로프가 숨져 지금까지 우주비행 사고로 숨진 첫 번째 희생자로 기록됐다. 최악의 우주비행 참사로 기억되는 챌린저호 사고는 1986년 발생했다. 1986년 1월 28일 승무원 7명을 태우고 미국 플로리다주 케이프 커내버럴 기지에서 이륙했던 챌린저호는 발사 73초 만에 추진 보조장치 결함으로 누출된 가스에 불이 붙으면서 공중 폭발했다. 전 세계인이 TV 중계를 통해 지켜보는 가운데 발생한 이 사고로 사망한 7명의 승무원 중에는 당시 시민 자격으로 최초로 선발됐던 뉴햄프셔주 고등학교 교사이자 두 아이의 엄마였던 크리스타 매컬리프가 포함돼 있었다. 이 사고로 2년 9개월 동안 미국에서 우주왕복선 비행이 전면 중단됐으며, NASA(미국 항공우주국)의 발사 정책 등이 일부 조정됐다. 그리고 2003년 2월 1일, 최초의 우주왕복선으로 1981년 첫 발사된 이후 수십 차례에 걸친 항해를 해왔던 컬럼비아호가 28번째 우주비행을 마치고 지구로 귀환하다 공중폭발했다. 컬럼비아호는 첫 이스라엘 우주인인 일란 라몬 대령과 여성우주인 2명 등 모두 7명을 태우고 플로리다주 케네디 우주센터를 이륙, 16일간의 과학실험을 마친 뒤 귀환하는 도중 공중폭발, 승무원 7명이 모두 사망했다. 2012년 8월 9일, 플로리다주 케네디 우주센터에서 NASA의 무인 달착륙선 ‘모르페우스(Morpheus)’가 발사 30초 만에 추락하며 불타버리는 사고가 있었다. 다행히 인명 피해는 없었으나, 저가형 친환경 우주선 제조가 난항을 겪게 되었다. 한편 1960년 10월 24일 구소련의 카자흐스탄 바이코누르 우주기지에서 유인 우주선 R-16의 시험발사 도중, 2단

로켓 가동과 동시에 1단 로켓에 불이 붙으며 우주선이 폭발하는 사고가 있었다. 그로 인해 약 150여 명이 발사대 근처에서 산화하거나 불에 타 사망했고, 유독가스 질식사로 목숨을 잃기도 했다. 당시 로켓 개발 책임자였던 미트로판 네델린 사령관이 사고 현장에서 숨진 것을 계기로 '네델린 참사'라고 불린다. 이 사건은 1990년대까지 철저히 극비에 부쳐져, 러시아 내에서도 거의 알려지지 않았다.[네이버 지식백과] 역대 주요 우주선 사고 (시사상식사전, 2013)].

챌린저호 폭발사고



그림 3.70 챌린저 우주왕복선 폭발사고(Space Shuttle Challenger disaster)는 1986년 1월 28일에 미국의 챌린저 우주왕복선의 발사 73초 후 고체 연료 추진기의 이상으로 인한 폭발로 7명의 대원이 희생된 사고이다. 챌린저호는 열 번째 임무인 STS-51-L을 위해 발사된 직후였다. 이 사고로 탑승하고 있던 승무원 7명 전원이 사망하는 인명피해와 4865억원의 금전적 손실을 입었다. 외부연료탱크의 폭발 직후, 보조추진로켓은 분리되어 불규칙적으로 날아가고 있다. 연료탱크의 폭발로 발생된 연기 내에서는 챌린저호 본체가 압력에 의해 분해되었다.



그림 3.71 우주 도전의 영웅들

앞줄 왼쪽부터 : 마이클 J. 스미스(40, 1) - 조종사. 공군 중령.
프랜시스 스코비(46, 2) - 선장. 해군 대령.
로널드 맥네어(35, 2) - 탑승 운용 기술자. 물리학자.
뒷줄 왼쪽부터 : 엘리슨 오니즈카(39, 2) - 탑승 운용 기술자. 공군 중령.
크리스타 맥컬리프(37, 1) - 탑승 과학 기술자 겸 우주비행 참가자.
교사.
그레고리 자비스(41, 1) - 탑승 과학 기술자. 공군 대위.
주디스 레스닉(36, 2) - 탑승 운용 기술자. 기술자.
괄호 속 숫자는 순서대로 사망 당시 나이와 사고 자체를 포함한 우주 비행 횟수이다.

STS-51-L 미션의 목표 :

- TDRS-B 인공위성의 궤도 투입 - 주목적
- 헬리 혜성의 관측 - 맥네어가 수행할 예정이었다.
- Teacher in Space 계획의 실행 - 제목 그대로 우주에서 원격으로 학교 강의를 진행하는 것으로 맥컬리프가 수행할 예정이었다.
- 기타 과학 실험
- 우주에서의 색소폰 연주 - 정식 목적은 아니며, 맥네어와 그와 사적인 친분이 있는 작곡가 자르와의 공동작업이었다.

3.3.2 쓰레기 처리장

앞에서는 운송수단에 대해서 논의하였다. 여기서는 쓰레기 처리에 대해서 논의하기로 한다. 쓰레기 처리는 쓰레기의 공간 확정을 뜻한다. 쓰레기양은 이미 경고수준으로 된 정도이다. 예로서 미국에서의 쓰레기양은 1940년대의 연간 50만톤에서 1993년에는 3억톤에 달하고 있다(Garrick, 2000). 독일에서 지난 10년 사이에 엄청나게 증가하여 1983년의 3천만톤에서 1993년에는 4,300만톤에 이르게 되었다(Merz, 2001).

다행히도 지난 10여년 간에 1인당의 쓰레기 발생량은 거의 일정하게 유지되었으며, 유독성 쓰레기의 범위가 넓어지기는 했지만 특별한 쓰레기들의 발생량은 줄어들기 시작했다. 위험한 쓰레기들이 특별히 관심을 끄는 것은 그것들이 독성을 가지고 있기 때문이다.

유독성 쓰레기들을 안전하게 처리할 수 있는 공간 또는 장벽을 만드는 일은 1980년대와 1990년대에 독일에서 집중적으로 논의되었었다(HMUE, 1992). 이는 1980년대 말 독일에서 쓰레기 소각의 한계성 때문이었다. 그 때 이후로 새로운 쓰레기 처리장의 개설은 강한 규제가 가해지기 시작했다. 지금은 인구밀집지역에서의 극히 제한적인 쓰레기 처리장이 허가를 받기 위해서는 여러 가지 규제를 받게 되었다. 근래에 와서는 쓰레기의 1/3정도는 소각되거나 재생되고 있다. 이것은 대부분의 개발선진국에서는 평균적인 일이다. 아울러 많은 나라들에서 쓰레기가 수출되고 있는 실정이다.

1980년대 이후로 이 같은 쓰레기 처리장에 대한 제한성들의 증가는 전체적으로 쓰레기양을 줄이는데 큰 역할을 하게 되었다. 현재의 쓰레기는 미래에서도 마찬가지로 가지겠지만 처리장에 매립하기전에 분리되고, 소각되고, 가스화되고, 수화(水化)되거나 생물학적 선처리과정을 거치게 될 것이다(Merz, 2001).

우리나라에서는 2011년말 현재 222개의 쓰레기 처리장이 공식적으로 운용되고 있다. 그러나 불법적으로 매립처분되는 수는 파악도 못하고 있는 실정이다. 이러한 쓰레기 처분장에서 발생하는 침출수와 가스, 그리고 병원균의 확산과 해충의 발생으로 인한 피해는 참으로 염려되는 바이다.

액상(液相)의 산업폐기물은 일반적으로 매우 강한 유독성을 포함하고 있어서 그 피해는 가공할 정도이다. 또한 음식물 폐기물의 불법 매립처분 또한 그 침출수로 인해서 지하수 오염과 하천오염, 그리고 토양오염과 악취발생과 해충의 발

생이 심히 염려되는 바이다. 최근의 구제역(口蹄疫) 파동과 조류독감(AI)으로 인해 소위 “살처분(殺處分)” 한 소, 돼지, 닭, 오리 등 가축들의 매립 시체에서 발생하는 침출수 문제는 우리의 환경위생 문제에 심각한 영향을 끼치고 있음이 확인되고 있다. 그로 인한 지하수 오염, 토양오염, 인근 하천수의 오염, 처분장에서의 해중의 발생 등 참으로 염려스러운 악영향이 발생하고 있는 것이다.

표 3.43 폐기물매립시설현황((2011년까지 전체누적))(환경부 제공)

시도	매립지 수(개소)	총매립지 면적(m ²)	총매립용량 (m ³)	기매립량 (m ³)	잔여매립 가능량(m ³)	2011년 매립량	
						(m ³)	(톤)
합계	222	31,320,258	424,340,883	209,120,431	215,220,452	9,324,133	8,116,562
부산	1	747,922	24,494,000	13,296,449	11,197,551	514,721	283,097
대구	1	853,400	32,378,541	10,016,312	22,362,229	326,258	554,509
인천	5	19,793,391	245,809,381	115,894,824	129,914,557	4,952,324	4,142,707
광주	2	263,966	2,924,906	2,846,234	78,672	211,629	148,411
대전	1	608,256	8,762,063	6,841,495	1,920,568	262,750	183,852
울산	2	288,263	5,271,656	4,441,514	830,142	137,966	105,706
경기	10	753,098	8,463,371	3,261,350	5,202,021	174,078	105,597
강원	24	1,202,476	16,374,043	11,052,459	5,321,584	529,355	406,458
충북	12	402,065	4,936,344	3,301,048	1,635,296	112,443	99,096
충남	16	567,404	7,051,784	3,495,293	3,556,491	226,805	570,603
전북	15	913,552	8,883,534	5,906,011	2,977,523	263,933	180,384
전남	33	1,425,016	16,624,471	9,453,475	7,170,996	538,382	466,366
경북	40	1,136,694	15,842,007	6,488,609	9,353,398	585,840	430,509
경남	27	2,048,271	23,858,958	10,773,658	13,085,300	415,753	335,454
제주	10	316,484	2,665,824	2,051,700	614,124	71,895	103,814

고형(固形) 산업쓰레기의 불법 매립처리도 매우 심각한 문제를 유발하고 있다. 특히 건설폐기물의 농경지 매립이나 산곡(山谷) 매립처분은 매립지 토양의 기능을 완전히 상실하게 하는 중대한 결과를 낳기까지 하고 있다.

합법적으로 계획되고 설계된 매립장에서의 처분도 많은 문제를 유발하고 있다. 침출수, 비산먼지, 악취 발생, 발화 등 매우 다양한 환경위생문제를 유발하고 있다. 특히 겨울에는 매립 표면이 얼기 때문에 가스배출 문제를 심각하게 검토할 필요가 있다. 외국에서도 고형쓰레기 매립지에 건설된 고속도로에서 겨울에 비와 눈 그리고 한파가 이어졌을 때 도로가 폭발하여 고속도로 기능을 상실한 큰 사고가 발생한 적도 있다.



그림 3.72 수도권 쓰레기 매립지 : 서해안과 경인운하(아라뱃길), 그리고 인천공항고속도로에 인접하여 위치한 매립지 부근에는 환경관련 연구원이 있으며, 일부 매립이 완료된 공간에는 시민체육공원 등 다양한 위락공간으로 개발하여 사용하고 있다.

독일에서는 아직도 3,000여개의 쓰레기 매립지가 운용되고 있다. 그들 중 대부분은 고형물이나 공사장에서 굴착한 흙을 매립하는 공간으로 사용되고 있으며, 10%정도인 300여 곳만 일반 쓰레기 매립장으로 사용되고 있다. 이 300여 곳의 쓰레기 매립장의 표준성질은 아직은 낮은 수준이다. 200여 곳 만 쓰레기 가스를 처리하고 있으며 60여 곳 만이 폐수를 정화시키고 있다. 일반 쓰레기 매립장의 10 %정도에서는 아직도 폐수를 어떤 형태로든지 처리하지 않고 있다. 약 70 %는 폐기수를 하수처리장으로 보내어 처리하고 있다. 과거 서독에서는 약 10,000여개의 매립장이 있었던 것으로 알려져 있다. 1990년대에는 약 6,000여개의 매립장이 사용되고 있었으며, 그들 중 단지 129여개만이 매립기준을 유지하고 있다는 것이다(Paffrath, 2004).

1970년대에는 개발국 선진국들에서도 “쓰레기 분리 매립”, “매립지 차수벽”, “침출수 채취”, “가스제거와 제어” 그리고 “후처리” 같은 용어가 매립장 설계가들에게는 생소한 단어였다. 요즘에 와서는 여러 가지 새롭고 다양한 매립지 시스템이 개발되어 소개되고 있다. 고안정성을 가진 매립장으로는 다중 장벽시스템과 다양한 후처리 과정이 포함되고 있다.

현재에 이르러서는 더 이상 수동적인 처리장(저장)은 보이지 않게 되었으며, 나아가서 화학적 또는 생물학적 처리과정이 있는 반응기를 사용하고 있다. 쓰레

기 처리장의 수명은 보통 30 ~100년 정도이다. 오늘 날에 와서도 절대 안전한 쓰레기 처리장을 구현 못하고 있는 실정이다. 다양한 배출물질들의 수용할 만한 수준에 대한 다양한 규제를 받고 있는 실정이다.

물을 위험하게 할 수 있는 유체에 대응해서 사용할 콘크리트 방벽의 용용에 대해서만 언급하기로 한다. 물을 위험하게 할 수 있는 유체란 물을 오염시키거나 물의 성질을 바꾸어 놓을 수 있는 것들을 말한다. 만약에 그러한 유체들이 방출 되면 환경과 사람에게 막대한 위해가 될 수 있다. 그러한 유체에 대한 2차 방벽으로 불리는 시설은 매우 드물기는 하지만 연간 10^{-4} 정도의 기회를 갖는 것으로 평가되고 있다.

안전성 등급에 기초하여 수용할만한 실패위험을 1회의 허용방출체적으로 구하여 표 3.44에 나타내었다(Wörner, 1997, Kiefer, 1997).

표 3.44 물을 위험하게 할 수 있는 유체의 1회 허용방출량(Kiefer, 1997)

Safety class 안전등급	Safety requirement for ground and water 지반과 물에 대한 안전요구 수준	Acceptable volume 수용가능한 체적
1	Low safety requirement(for example, already contaminated ground) 낮은 안전요구 수준(예 : 기 오염된 땅)	1 m ³ /100 years
2	Usual safety requirements 보통안전요구 수준	1 m ³ /10,000 years
3	Special safety requirements(for example, drinking water reservoir) 특별 안전요구 수준(예 : 음용수 저수지)	1 m ³ /100,000 years

수용할 수 있을 만한 최종 위험성을 산정하기 위해서는 그러한 유체의 위해성을 알아야 한다. 이러한 위해성은 독성과 이동성에 근거하여야 한다. 독성은 동물군별로 다양한 척도로 설명되고 있다. 여기에서는 MLD(중앙치사량, Median Lethal Dose : LD50)를 사용하기로 한다. 즉, 독극물에 노출되었을 때 50 %의 사망률에 이르는 양을 말한다. 이 정도의 독성 기준은 포유동물, 물고기, 그리고 박테리아에 적용되어 왔다. 1998년 독일에서는 물을 위태롭게 할 수 있는 제어되지 않은 유체들이 2,700여 경우가 방출된 적이 있다. 저장시설에서는 약 900여건이 발생하기도 하였다.

1912년 이래로 독일의 Segnitz 시에서는 안료(顔料)(Schweine- furter green)를 생산하고 있다. 결과적으로 토양에 비소(As, 砒素, arsenic)성분이

평균적으로 2,500 mg/kg 정도, 지하수에 9,300 mg/l 의 농도를 보이고, 구리의 농도는 토양에 2,300 mg/kg을 보이고 있다. 역시 독일의 Fürth에서는 거울을 생산하던 곳이 폐쇄되었다. 수은 농도가 공기중에 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 잡석에서는 $3,000 \text{ mg}/\text{m}^3$, 토양에서는 $4,000 \text{ mg}/\text{m}^3$ 의 농도를 보였던 것이다.

Thuringia의 Rochlitz에 있는 유명한 타르(tar)호수에서는 거의 2,000만톤의 갈색유연탄 타르와 1,000만톤의 석유가 처리되었다. 더하여 2차대전 기간 동안에는 공장이 폭격을 받아 약10만톤의 물질들이 방출된 것이다. 토양과 지하수는 매우 심하게 오염되어 지하수에서는 이름하여 “수영하는 석유렌즈(swimming oil lenses)”가 형성되기도 하였다. 이같은 곳을 정확하기 위해 수많은 기술들이 개발되어 적용되었다. 예로서 HOT-PACK, MEC-TOOL, XTRAX, BEST, 이동식 오븐(mobile oven), 미생물학적 기술들, 그리고 안정화 기술들을 들수 있겠다. 동독지역의 우라늄광산을 위해서 Wismut사는 많은 기술을 개발하였다. 쓰레기 처리장에서의 방사능 쓰레기들을 처리하기 위해서는 수십억 유로가 소요되는 것이다(Paffrath, 2002).

또 다른 예로는 광산업 지역에서는 제어되지 않은 쓰레기들을 쉽게 찾아 볼 수 있다. 대규모 쓰레기 처리장에서는 독극물들이 포함될 수 있어서 환경에 상당한 위해요소가 되고 있다. 때로는 호수에 쓰레기를 처리하는 곳이 있는 바 이 경우에는 인위적인 댐으로 보강되기도 한다. 만약 그러한 댐이 실패하게 되면 호수의 물은 방출되어 환경문제는 물론 나아가서 재해적인 상황이 될 수 있다. 댐 실패에 대해서는 다음 절에서 논의하기로 한다.

3.3.3 댐 실패

1975년 8월 7일 중국 중부의 Henan 에서는 26시간 동안의 폭우 후에 Banqiao 댐과 Shimantan 댐 등 여러 댐이 무너졌다. 이러한 댐 파괴는 약 6억 m^3 의 물을 방출하여 계곡과 평야지대를 거치는 시속 50 km/h의 홍수류를 발생시켰다. 이로 인해 24시간 내에 85,000여명의 사상자를 냈으며, 그 후에도 기근과 질병으로 인해서 145,000여명이 목숨을 잃었던 것이다. 만약 이러한 자료가 정확하다면 1970년의 Bangladesh에서의 폭풍해일과 1976년의 중국 당산대지진, 그리고 2004년의 북수마트라에서의 쓰나미를 제외하고는 이같은 댐 실패는 세계에서 가장 심각한 재해가 되는 것이다. 역사상 가장 큰

기술적 재해로 정리된다(Lind & Hartford, 1999).

이러한 재해는 분명하게 자연재해와 기술적 재해의 관계성을 보여주고 있다. 일반적으로 댐은 정상적인 기후조건에서는 실패하지 않는 것으로 보고 있다. 나아가서 1차적인 재해와 2차적인 재해의 관계가 분명하여 식품이 부족하거나 질병으로 인한 2차재해의 결과로 보다 많은 사람들이 죽어가게 되는 것이다. 이것은 일차 재해 후에 사회시스템이 무너지는 신호임이 틀림없는 것이다. 취약성(脆弱性)으로 설명되는 것이다. 지진발생 동안에 일부 교량이 붕괴되고, 따라서 그 지역은 외부로부터의 지원이 불가능하게 되며 따라서 극도의 외적 취약성을 보이게 되는 것이다. 이러한 취약성에 대해서는 많은 논의가 이루어져 왔다. 예를 들어 독일의 Cologne 지역에서는 홍수나 지진시에 라인강의 교량이 붕괴되는 경우의 가능한 충격을 조사하여 왔다. 일본에서도 지진후의 교량 실패를 고려하여 연구한 바 있다. 단지 구조물의 실패만이 지역의 취약성을 증가시키는 것이 아니다. 전화통신망의 실패라든지 전력공급의 실패 같은 경우로 재해정보의 소통이 불가능하게 되는 경우에는 그 지역의 급작스런 변화는 단지 위성관측에 의해서만 가능하게 될 것이다.

다시 댐으로 돌아오면 모든 댐의 실패가 그러한 처참한 재해를 유발하는 것은 아니다. 1960년부터 1996년 사이에 약 23,700개의 미국의 댐가운데서 23개가 실패하였다(Lind & Hartford, 1999). 이러한 댐의 실패는 318명의 목숨을 앗아 갔다. Syria에서 2002년 6월에 발생한 마지막 댐 실패는 22명의 목숨을 앗아 갔으며 약 3,800여명이 가옥을 상실하게 된 것이다. 표 3.45에 댐 실패 사례를 정리하였다.

표 3.45 댐 실패 자료(Pohl, 2004)

Dam 댐	Country 국가	Year of accident 발생연도	Number of fatalities 사상자 수
Puentes	Spain	1802	680
Dale Dyke Dam	U.K.	1864	250
Qued-Fergoug	Algeria	1881	200
South Fork./Johnstown	USA	1889	2,209
Bouzey	France	1895	100
Austin	USA	1910	100
Saint Francis	USA	1928	500
Möhne	Germany	1943	1,200
Vega de Tera	Spain	1959	400

Malpasset	France	1959	400
Vajont	Italy	1963	2,000
Vratsa	Bulgaria	1966	600
Rapid City	USA	1972	250
Macchu-Earth dam	India	1979	2,500

(1) 괴산댐 붕괴

우리나라에서도 충북 괴산군에 위치한 괴산댐이 1984년 7월에 호우로 인하여 붕괴되어 피해를 유발한 적이 있다.

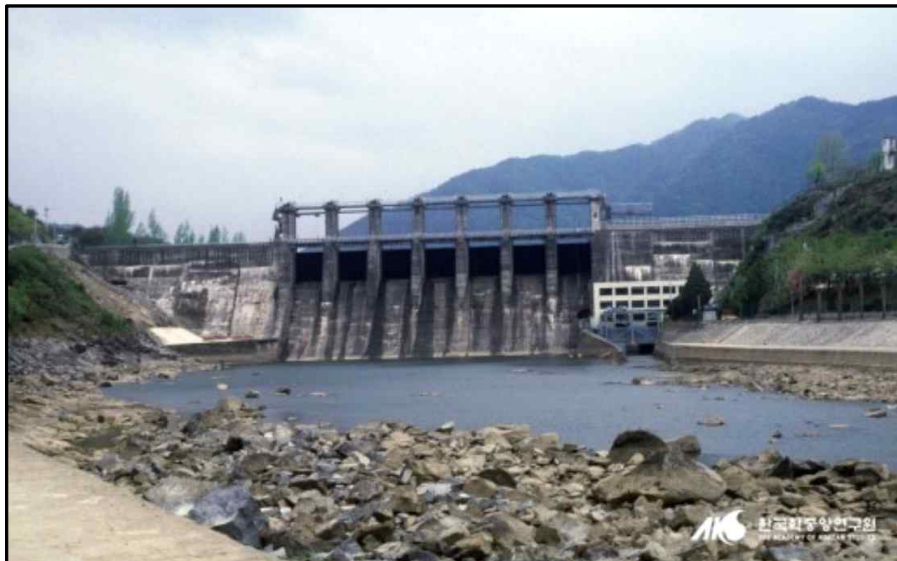


그림 3.73 괴산댐 전경

(2) Teton 댐의 실패

1976년 6월 5일에 미국 Idaho 주 Rexburg 부근의 Teton 댐의 실패는 11명의 인명손실과 13,000두의 가축, 그리고 수백만 달러의 재산손실을 유발했다. 결과로 오늘날에는 미국 개척국에서 엄격한 기준으로 댐의 안전을 관리하고 있다(<http://www.usbr.gov/pn/about/dams/sod.html>).

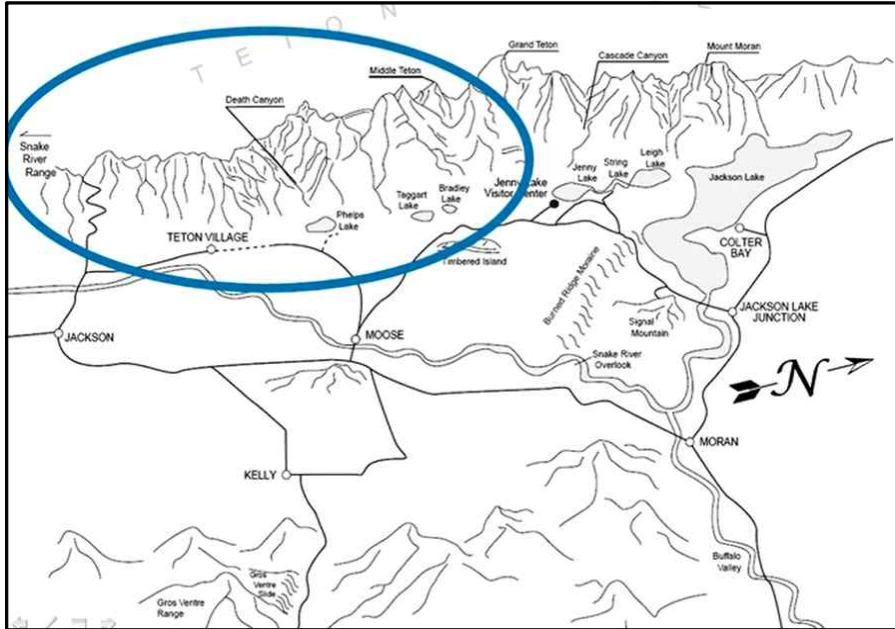


그림 3.74 Teton 댐의 위치



그림 3.75 Teton Dam collapse. June 5, 1976



그림 3.76 Teton Dam collapse. June 5, 1976



그림 3.77 View of Teton Dam after collapse.

1963년 이태리의 Vajont에서 특별한 댐 실패가 발생하였었다. 이 경우는 앞의 토석류와 산사태 절에서 이미 언급한 바 있다. 호우의 결과로 거대한 사면 붕괴가 발생한 것이다. 2 km x 1 km x 150 m의 토체가 움직여서 댐 상류에 있는 호수로 밀려든 것이다. 결과로 70 m 높이의 홍수파가 발생하였던 것이다. 이 홍수파는 댐 상류의 지역에서 2,500여명의 사상자를 발생하였던 것이다. 이러한 재해는 토사흐름 분야에서 뿐만 아니라 법정에서도 광범위하게 거론되었다. 이 같은 특별한 경우에는 댐 자체는 붕괴되지 않았으나 사면붕괴를 고려하지 않았다는 점에서 전체적인 댐 설계에 문제가 있었던 것으로 분석되었다(Pohl, 2004).

댐이 구조적으로 의도한 목적을 충족한다 하더라도 또 다른 다양한 위험성이 발생한다. 1950년에 30m가 넘는 댐이 약 5,000개 정도가 있었다. 그러나 2000년에는 이 수가 45,000개로 증가되었다. 이러한 사실은 경제적으로, 생태학적으로, 그리고 사회적으로 중요한 충격을 가할 수 있는 것이다. 중국의 양자강에 댐을 축조하기 위해서 2백여만명의 국민들이 이동하였으며, 현재는 이러한 대규모 질량체가 지진을 유발할 가능성에 대해서 논란이 진행되고 있다(Klesius, 2002).

(3) 임남(금강산) 댐과 평화의 댐

임남댐(任南 dam)은 북한강 상류의 비무장지대 너머 북측에 있는 조선민주주의인민공화국(북한)의 댐이다. 금강산댐이라고도 부르며, 2003년에 완공되었다. 임남댐의 건설은 1986년에 시작되었다. 대한민국 정부는 1988년 서울 올림픽을 앞두고 있어서 이 댐이 수공(水攻)용으로 쓰일 수 있다고 판단하고 임남댐의 하류부인 남쪽에 평화의 댐을 건설하였다.

이후 수공 위협에 대한 우려는 줄어들었으나, 2002년에 위성사진을 통해 임남댐이 큰 비에 붕괴될 수 있다는 사실이 드러났다. 2005년에는 예고 없이 대량의 물이 방류되어 대한민국 지역에 피해를 유발한 일이 있었다. 임남댐 건설 이후 북한강으로 유하되는 물의 양은 12퍼센트가 줄어들어 한강 하류에 있는 서울 지역에 물 부족 현상과 환경 문제를 일으키기도 했다.

임남댐의 폭은 710미터이며, 높이는 121.5미터이다. 저수용량은 약 26억 톤으로 알려졌다.



그림 3.78 임남댐 건설중(본담(우), 물넘이(좌))

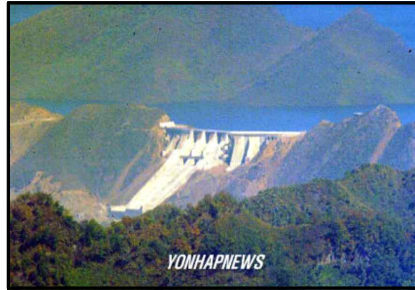


그림 3.79 임남댐 물넘이(연합뉴스)

평화의 댐에 담긴 사연

1986년에 국민을 충격과 공포에 빠뜨린 이른바 ‘금강산댐 소동’이 일어났다. 그해 10월30일 전두환 정권은 북한이 비밀리에 200억 m^3 저수용량의 금강산댐(임남댐) 건설계획을 세웠으며, 이 댐이 붕괴될 경우 서울은 12~16시간 내에 물바다가 되고 여의도 63빌딩의 일부, 국회의사당의 지붕 부분만 남게 된다는 충격적인 시뮬레이션을 발표했다. 정부는 대대적인 성금모금운동을 펼쳤으며, 급기야 강원도 화천군 동촌리에 ‘평화의 댐’ 건설을 추진하였으며, 평화의 댐은 1989년 5월27일 댐 높이 80m에 이르는 공사가 완료된 것으로 끝났다.

정권이 바뀌면서 금강산댐 위험이 터무니없이 과장됐으며, 결국 정권 유지 차원의 ‘국면전환용’ 사기극이라는 결론에 도달했다. 평화의 댐은 천덕꾸러기가 되어 홍물로 변했다. 하지만 ‘평화의 댐’ 자체의 효용성은 훗날 입증되었다. 평화의 댐 북쪽으로 24km 떨어진 곳에 완공된(2003년) 임남댐(금강산댐) 제체에 붕괴와 균열이 발생하고 누수가 확인되자 우리 정부는 2006년 홍물로 남아 있던 평화의 댐 2단계 증고공사를 마무리 지었다. 임남댐(26억 2000만 m^3)보다 1000만 m^3 이 많은 26억3000만 m^3 의 저수용량의 평화의 댐을 완성하여 만에 하나 북한의 임남댐이 붕괴되더라도 하류부의 안전을 확보하도록 하였다. 그러나 여전히 ‘물자원’ 문제는 남아있다. 2단계 평화의 댐 공사로 하류에 위치한 파로호의 물을 뺐 것도 문제이다. 더욱 큰 고민은 북한 임남댐 건설로 연간 17억 m^3 에 달하는 물이 내려오지 않는다는 점이다. “어차피 남북간 댐은 세운 것이니까 북은 물을 내려 보내주고 남은 북한에 부족한

전력을 보내주는 상생의 협력이 마련되어야 할 것 같아요.” 라는 생각을 하는 사람들이 있지만 이는 임남댐의 기능을 이해하지 못한데서 하는 말이다. 임남댐은 물을 저수하였다가 북쪽으로 도수하여 안변에 있는 북한의 “청년발전소” 에 물을 공급하는 것이 기본적인 임무임을 알아야 할 것이다.



그림 3.80 북한강 상류 강원도 화천군에 위치한 평화의 댐의 모습

참고자료

- (영어) “S. Korea completes ‘Peace Dam’ to block flood attack from North” , 《World Tribune》 , 2005년 10월 27일 작성.
- (영어) “Fears over North Korean dam” , 《BBC News》 , 2002년 5월 3일 작성.
- (영어) Choe Sang-Hun. “Peace Dam Still Waits for the Flood That Never Came” , 《New York Times》 , 2007년 8월 28일 작성.

3.3.4 구조물 실패

댐 실패는 구조물 실패의 특수한 경우이다. 구조물 실패는 보통 두 가지 원인에 기인하고 있다. 즉, 극한적인 과하중(過荷重), 즉 충격 같은 사고적인 하중에 의한 것이거나 인적인 실패와 관련한 불충분한 강도에 기인한 것들이다. 이러한 원인들은 개발국이나 개발도상국가들에서 흔히 볼 수 있는 것이다. 2004년 2월 3일 Turkey에서 10층짜리 건물이 붕괴되었으며, 2004년 1월 27일에는 Egypt의 Cairo에서 화재 후 건물이 붕괴되었으며, 2004년 2월 16일에는 Moscow의 수영장 건물이 붕괴되어 25명을 죽게 하였던 것이다. 역시 2004년 봄에는 France의 한 공항의 새로운 터미널의 한 부분이 무너져 내린 것이다.

2013년 4월 24일(수) 방글라데시 수도 다카 중심으로부터 서쪽으로 약 20 km에 있는 공업지역 사바(Savar) 중심가에서 9층 건물이 붕괴되어 5월 11일까지 사망자는 1,117명으로 집계되었다. 사고 원인은 공식 발표되지 않았으나 건물의 구조적 결함에 의한 것으로 추정되었다. Rana Plaza라는 이 건물은 시외 버스 정류장 바로 인근에 있으며, 1~3층까지는 은행 등 상가와 4층부터는 5개의 봉제공장이 소재하였던 것으로 총 고용규모는 3000여 명인 것으로 밝혀졌다 (그림 3.81 참조).



그림 3.81 방글라데시 수도 다카시 서부에 있는 공업지역 사바(Savar) 중심가에서 9층 건물이 붕괴된 현장



그림 3.82 독일 Weimar
의 기울어진 주택

독일의 건축물 붕괴 예를 그림 3.82에서 볼 수 있다. 1997년과 1998년에 Hamburg 인근의 Halstenbeker 스포츠 홀의 붕괴를 볼 수 있다. 이 건물은 “buckling egg” 라는 별명을 얻게 되었으며 건설도중에 있던 두 번의 붕괴에도 아무도 다치지 않는 않았으나 구조물은 결코 완성되지 못했다.

이 건물의 실패는 기하학적으로 조그마한 변화에도 매우 취약한 복잡한 구조형식에 기인했던 것으로 알려졌다. 독일에서의 또 다른 예로는 2006년 1월 2일에 Bad Reichenall 에서 발생한 구조물 실패이다. 역시 스포츠 홀이 오후에 붕괴되어 15명이 죽었는데 그 대부분이 어린이들이었다. 독일에서의 이러한 구조적 실패는 공공건물의 안전성에 대한 논란을 유발하게 된 것이다. 설하중(雪荷重)을 고려하였지만 Poland에서도 설하중 때문에 건물이 붕괴되었던 것이다. 이러한 논란은 동서독일에서 많은 경량 구조물들이 설하중 때문에 실패하였던 1970년대 초에 큰 반향을 일으켰던 것이다. 초기에 동독에서는 노동쟁의 때문에 구조적실패의 원인이 있었다고 가정했다. 그러나 설하중과 목재로부터 철재로의 구조재료의 변화가 원인이었던 것으로 나중에 판명되었다. Bad Reichenall의 실패원인이 유지관리의 부재와 장기간에 걸친 구조의 변화, 그리고 새로운 접착재의 적용에 의한 복합적인 것이었음이 밝혀졌다. 이 같은 재해의 결과로 2006년 12월에 독일의 건물구조부(Ministry for Buildings and Structures)에서는 공공건물의 안전기준에 관한 법을 추가적인 조사를 더하여 바꾸기로 결정하였던 것이다.

그러한 일이 있었기는 하지만 독일에서의 구조체들의 안정은 여전히 강하다. 2004년 현재 독일에서는 약17,293,678동의 주거용 건물들(Knobloch, 2005)과 약5,247,000동의 비거주용 건물들(SBA, 2005)이 사용 중에 있다. 전체인구 8천만 명이 하루에 20시간 이상 노출되어 있으나 연평균 사망자수는 10명 정도로 지극히 낮은 수치를 보이고 있는 것이다.

이같이 낮은 위험성은 설계과정에서 뿐만 아니라 건설장소 자체에서의 높은 수준의 관리 노력에 기인하는 것으로 평가되고 있다. 예를 들면, 2000~ 2001

년 사이에 고속도로 교차로 위를 지나가는 고가도로가 세워진 적이 있다. 상부구조물을 세우는 동안에 낮은 콘크리트 강도에 이른 적이 있다. 많은 전문가들이 그 원인에 대해서 의문을 제기하여 가능한 원인들과 책임자에 대해서 많은 논란을 일으켰다. 결과적으로 콘크리트 생산을 위한 혼합과정에 있던 화학공장에서 문제가 있었음이 밝혀졌다. 우연히 섬유유연제를 콘크리트 혼화제로 사용했던 것이다. 이 섬유유연제는 콘크리트 강도를 낮게 하는 원인이 되었으며 결과적으로 상부구조체는 2001년 여름 완공 후 곧바로 폭파되었다. 또 다른 예로는 독일의 Dresden 부근의 Saxony에서 고속도로교 공사에서 상부구조용 콘크리트를 치던 중 인부가 너무 적어서 발생한 경우이다. 즉 일손이 부족하여 콘크리트가 충분히 다져지지 않게 되어서 시험천공을 한 결과 콘크리트 속의 공동(空洞)을 발견하게 된 것이다. 이것은 물론 교량의 유효단면을 감소시켜 받을 수 있는 하중(하중내력)에 크게 영향을 끼친 것이다. 결과적으로 교량의 일부를 다시 건설하게 된 것이다.

사고유발 하중에 관련된 사고에 비해 건설사고의 경우는 개인적인 사고로 인지되고 있는 실정이다. 특히 지진은 사고유발 하중을 발생하여 가끔 많은 인명사고를 내고 있다. 2004년 2월 25일 Morocco 에서와 2004년 2월 6일 Iran의 Bam 에서는 지진으로 인하여 수많은 건축물들이 붕괴되었다. 그리하여 두 도시의 건물들의 70%가 파괴되었으며, 3~4만 명의 인명 피해가 발생한 것이다. 앞의 “지진재해” 절에서 언급하였듯이 개발국과 개발도상국에서의 지진피해의 결과는 다르게 나타나는 것이다. 개발도상 국가들에서는 현대적인 구조적 규정들을 적용하지 않은데서 그 원인들이 발견되며 개발국들의 원인들은 다르게 나타나고 있다.

무엇보다도 현대적인 규정들은 구조물들의 설계와 건설(시공)과정에서 전문가들에 의해서 수행되어 진다. 많은 건설현장을 들여다보면 실상은 다른 모습이다. 예를 들면 독일의 경우에서도 많은 경우에 있어서 현장에서 독일어를 사용 못하는 경우가 많다. 그러나 모든 설계는 독일어로 되어 있는 것이다. 한 예로서 새로운 건축물의 경사가 잘못되어 있는 경우에 어떤 작업자는 경사기준을 맞추기 위해서 콘크리트를 갈아내도록 요구 받기도 하는 것이다. 작업자가 독일어를 이해하지 못하기 때문에 콘크리트를 갈아내는 것이다.

건축물 실패의 원인은 대부분 사람에 의한 것들이다. 800여개의 손상을 입은

건축물들을 조사한 결과를 표 3.46에 정리하였다(Matoussek & Schneider, 1976).

표 3.46 건축물 손상의 원인들(Matoussek & Schneider, 1976)

손상원인들	Percentage on overall damages 전체손상의 비율(%)
Ignorance, carelessness 무지와 부주의	37
Insufficient knowledge 불충분한 지식	27
Underestimate of influences 영향의 과소평가	14
Forgetfulness and mistakes 망각과 실수	10
Unwarranted abandonment on others 기타 부당한 포기	6
Objectively unknown situations and influences 상황과 그 영향의 객관적 무시	6

독일의 건물구조부(Ministry of Buildings and Structures)의 손상보고서를 보면 이 표의 내용을 확인할 수 있다. 실패의 가장 우세한 원인으로는 “무지(無知)”이다. 건설현장에서 자주 볼 수 있는 현상으로 철근정착품(steel anchor) 같은 중요 부품이 쓰레기장에 방치되어 있는 것들이다. 현장기술자는 일부 작업자들이 콘크리트가 너무 높은 데서 부어지기 때문에 철재 기둥으로부터 정착품들을 단순하게 탈착하는 것을 볼 수 있다. 이러한 정착품들은 기둥의 내하중 거동에 매우 중요한 역할을 하는 것이다. 그러나 작업자들은 그들의 작업의 연속성만을 생각하기 때문이다.

다음으로 중요한 원인은 충분하지 못한 지식 때문이다. 이것은 실제로 제한된 의사소통능력이나 훈련을 제대로 받지 못한 값싼 노동력의 고용과 관련한 것들이다. 제대로 훈련을 받지 못한 노동자들의 부정적 영향은 건설현장에서도 발견되지만 병원 같은 곳이나 원자력 발전소 등 여러 현장에서 발견되어 진다.

건설과정에서의 단계별 구조적 손상의 원인들의 분포를 표 3.45에서 볼 수 있다. 문제들의 50 %정도는 건설(시공)단계에서 발생한다. 이는 품질관리와 검사, 그리고 정상적인 조건에서의 구조의 취약성에 대한 큰 노력이 필요함을 보이고 있는 것이다.

일반적으로 철근이나 철근콘크리트 혹은 벽돌 혹은 석재 같은 건설재료들이

국부적인 실패가 발생하는 경우에는 하중을 재분배하기 때문에 구조물의 안전성을 높이게 되는 것이다. 특히 정적 부정정 구조("static indeterminate structures")로 불리는 높은 견고성을 지닌 구조물이 설계되는 것이다.

품질관리 자체는 또 다른 10 %의 오차를 포함하고 있다(표 3.47). 그러나 다른 값들과 결합이 되면 실패확률이 보다 낮은 것으로 변할 수 있는 것이다.

$$P(I|A) = P(I) \times P(A) = 0.1 \times 0.1 = 0.01$$

$$P(I|E) = P(I) \times P(E) = 0.1 \times 0.4 = 0.04$$

$$P(I|C) = P(I) \times P(C) = 0.1 \times 0.5 = 0.05$$

표 3.47 구조물의 설계와 건설기간동안에 발생할 오차의 확률

Stage of project	과업단계		P
Error of architect	건축오차	P(A)	0.1
Error of design engineer	설계자의 오차	P(E)	0.4
Error during construction	건설기간중의 오차	P(C)	0.5
Error during control	제어기간중의 오차	P(I)	0.1

건축물과 토목시설물 사이의 오차의 분포가 다른 점을 기억해야 할 것이다. 즉 전문 영역별로 인과관계의 확률로 설명할 수 있는 것이다. 일반적으로 토목기술자들은 제어 가능한 비교적 정적 계산을 하는 반면, 건축가들은 비제어성 결과들을 만들어 낸다. 예를 들면 건축물의 아름다움이나 사용성 같은 것들이다. 지난 몇 년동안에 독일을 비롯한 유럽과 미국, 그리고 아시아 지역에서도 이러한 경향은 변하고 있다. 즉 건축분야도 그들의 생산품에 대해서 점점 더 책임감이 증대되고 있는 상황이다. 위의 표를 보면 적어도 구조물의 1/10 정도는 결함을 가지고 있음을 보이고 있다. 이러한 결함의 대부분은 사람의 실수에 의한 것이다. 이것은 숨어 있는 현상으로 재해로 바로 이어지는 것은 아니다. 이러한 결과로 인해서 여러 분야에서 제어기술이 개발되어 채택되어 왔다.

구조물의 개발과정 단계별로 오차발생에 대한 상세한 조사를 할 수 있게 되었으며 더불어 사용기간 중에도 조사를 할 수 있다. 따라서 손상과 실패는 건설단

계에서의 발생과 사용기간 중의 발생으로 구분할 수 있겠다. 교량이나 주택들이 건축 중에 무너진 경우는 놀라운 일이 아니다. 표 3.48은 알려진 교량 실패 자료를 보여주고 있다. 여기서 교량 실패의 주원인이(약 25 %) 건설 중이었음을 볼 수 있다. 건설 중의 거푸집 붕괴가 약 50 %에 이르는 것을 알 수 있다.

표 3.48 교량 실패의 원인들(Scheer, 2000)

S. No.	Cause during/by	원인들	Number of known cases
1	Construction	건설	93
2	Usage under normal conditions	정상조건하에서의 사용	86
3	Ship impact	선박충격	48
4	Impact of under-passing traffic	하부통행 차량의 충격	16
5	Impact of over-passing traffic	상부통행 차량의 충격	18
6	Flood and ice	홍수와 유빙	32
7	Fire and explosion	화재와 폭발	15
8	Failure of formwork	거푸집의 실패	48
Total	합계		356

다음의 표 3.49에서 보듯이 어떤 경우는 교량의 하중실험 중에 무너지기도 한다. 또 다른 교량사고 원인으로는 충격같은 사고적인 하중이 있다. 정상적인 상태에서의 사고는 단지 1/4 정도에 지나지 않는다. 교량실패는 단지 일시적인 것일 뿐만 아니라 영구적일수도 있다.

표 3.49 역사적인 교량실패 자료(Scheer, 2000)

Year 연도	Location 위치	Remark 비고
1209	Old London Bridge, England	Constriction of river cross-section yielded to destruction
1817	Dryburgh Abbey, Scotland	Chain suspension bridge destroyed by storm
1820	Union Bridge, Berwick, Scotland	Chain suspension bridge destroyed by storm
1830	durham, England	Chain suspension bridge showed great deformation under live loads
1830	Yorkshire, England	Chain suspension bridge destroyed by a cow herd only a few months after construction
1876	Ashtabula, USA	Collapse during snow storm under train (80 fatalities)
1887	Bussey bridge close to Boston, USA	Steel framework bridge collapsed under train (26 fatalities)
1891	Mönchstein, Basel, Switzerland	Bridge collapsed under train(73 fatalities)

1893	Chester, USA	Framework bridge collapsed under train during rebuilding(40 fatalities)
1893	Louisville, USA	165 m long framework bridge collapsed due to hurricane/gale(22 fatalities)
1907	Quebec, Canada	Framework bridge collapsed during construction(74 fatalities)
1931	Bordeaux, France	Suspension bridge failed during inauguration party and load tests(15 fatalities)
1940	Frankenthal close to Mannheim, Germany	Failure of lift technique(42 fatalities)
1948	Pier at Stresa, Italy	Overload by about 1,000 people(12 fatalities)
1962	Bridge at Morace, Yugoslavia	Failure of bridge claimed 21 fatalities
1972	Naga City, Philippines	Bridge overloaded during procession (145 fatalities)
1977	Bundesstaat, Assam, India	Bridge failed under train(45 fatalities)
1982	Bridge over Brajmanbari, Bangladesh	Bridge failed under overloaded bus (45 fatalities)
1970	Westgate, Melbourne, Australia	Failure of bridge by buckling(34 fatalities)
1977	Pushkin bridge close to Moscow, Soviet Union	Insufficient maintenance caused failure (20 fatalities)
1981	Bridge over Totora-Oropeska river, Peru	During maintenance bridge was overloaded and load bearing ropes failed(50 fatalities)
1994	Sungsu Steel framework ridge close to Seoul, South Korea	Mistakes during design and overload caused failure(32 fatalities)

지난 세기말에는 특히 안정화 문제가 교량실패의 원인이 되기도 하였다. 예를 들어 1960년대 말과 1970년대 초에 여러 개의 강박스거더교(steel box girder bridges)가 붕괴되었다. 1969년의 4 Vienna Danube교 붕괴, 1971년의 독일 Koblenz 시의 Rhine 교 붕괴, 1970년 Milford Haven의 Cleddau 교 붕괴, 역시 1970년 Melbourne의 Westgate교 붕괴, 그리고 1973년 Zeulenroda의 저수지 교량 붕괴 등 강박스거더교의 붕괴를 볼 수 있다. 이들은 초기변형을 무시한 결과로 교량재를 밀어 넣는 도중의 좌굴(buckling)을 유발하게 되어 붕괴에 이르게 된 것이다.

1994년 서울 한강의 성수대교 붕괴로 많은 인명피해는 물론 복원될 때 까지의 불편은 이루 말할 수 없는 것이었다. 나아가서 기존 구조물에 대한 시민들의 신뢰 상실은 가장 큰 문제로 대두되게 되었으며 사회불안이 팽배하였던 것이다.

이러한 자료를 보면 교량붕괴는 아주 규칙적인 것처럼 보이나 사실이 아니다.

미국에 있는 60여만개의 교량과 독일의 12만개 교량, 영국의 15만개 교량 대부분은 기술적으로 신뢰할만한 제품이다. 그들 가운데는 2~3백년 이상의 기간 동안에도 그 기능을 잘 수행하고 있는 것이다. 건축물들 그리고 구조물들과 비교하여 것처럼 오랜 기간 동안에 목적인 본래의 기능을 발휘하고 있는 기술제품은 없는 것이다(Proske et al., 2005).

최근의 기술적 발달과 더불어 각종 형식의 장대교량이 건설되면서 만약 실패하는 경우에는 교량의 사회적 기능 손상이 심각해 질 수 있다. 터널의 경우에도 마찬가지로 장대 터널의 건설이 활성화 되면서 건설 중의 안전관리 문제도 문제려니와 사용 중의 안전관리 문제도 심각하다. 만약 그 기능이 약화되거나 상실하게 되면 그에 따른 사회적 기능은 엄청난 충격으로 까지 발전될 수 있는 것이다.

우리나라에서 발생하였던 역사적인 구조물 실패 사례를 다음에 정리하여 교훈으로 삼고자 한다.

(1) 와우(臥牛)아파트 붕괴

1970년 4월 8일 서울 마포구 창천동 와우지구 시민아파트 15동 건물 전체가 붕괴되어 33명이 사망하고 39명이 중경상을 입은 사건이다. 69년 12월 26일에 준공한 후 불과 4개월 만에 일어난 이 붕괴사고는 조사 결과 아파트의 받침 기둥에 철근을 제대로 쓰지 않아 기둥이 건물의 무게를 지탱하지 못한 때문으로 밝혀져, 아파트 부실 공사에 대한 인책문제가 국회에까지 비화되어 서울시장 김현옥(金玄玉)이 물러나는 사태까지 빚었다.

사고가 발생하자 경찰·군·예비군·미8군 등 1천여 명이 동원되어 구조작업을 벌였다. 이 사고를 계기로 경찰은 당시 전국 697개 아파트에 대한 안전도 검사에 나섰는데, 85동이 날림공사였음이 밝혀져 한때 아파트 기피현상이 빚어지기도 했다. 이 사건 이후 도시빈민의 주거문제가 새롭게 대두하기 시작했다.

(출처 : 한국근현대사사전, 한국사사전편찬회 엮음, 가람기획)

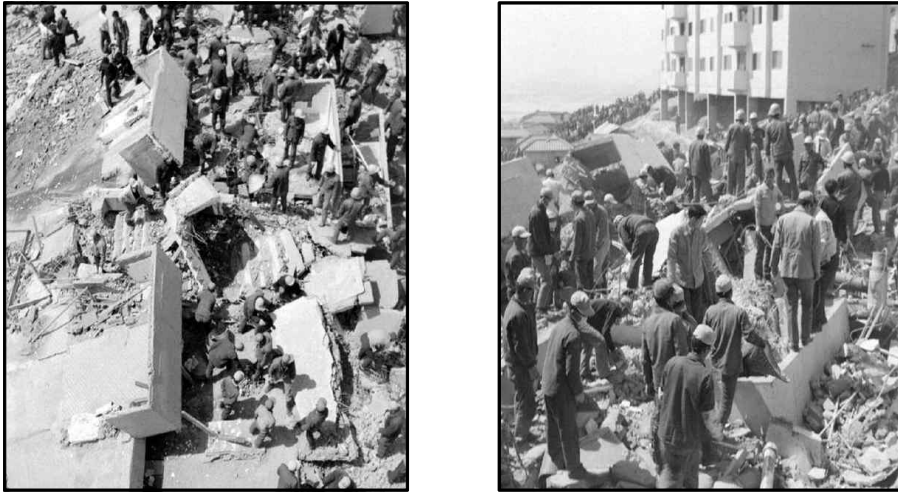


그림 3.83 와우아파트 붕괴 현장(출처 : 서울시청 <서울600년사>)

(2) 성수대교 붕괴

1994년 10월 21일 오전 7시 서울시 성동구 성수동과 강남구 압구정동을 연결하는 성수대교의 상부 트러스 48m가 붕괴한 사건으로, 교량 상판을 떠받치는 트러스(철제구조물)의 연결이음새의 용접이 제대로 되지 않고 10mm 이상이 돼야 하는 용접두께가 8mm밖에 되지 않았으며 강재 볼트 연결핀 등도 부실했던 것으로 검찰 조사결과 밝혀졌다. 또한 관리를 맡고 있는 서울시에서도 형식적인 안전점검과 관리를 소홀히 했고, 부식된 철제구조물에 대한 근본적인 보수 없이 녹슨 부분을 페인트로 칠하는 방법으로 위험을 숨겼다.

이 붕괴사건으로 공공시설에 대해 일제히 안전점검이 이루어졌고, 당산철교 등 부실 징후가 드러난 시설물은 사용을 중지하고 보강공사를 실시했다.

그 뒤 서울시는 1995년 4월 26일부터 기존의 성수대교를 헐어 내고 새 다리를 짓기 시작하여 사고발생 2년 8개월 만인 1997년 7월 3일 차량통행을 재개했다(출처 : 성수대교붕괴사건 [聖水大橋崩壞事件, 네이버 백과사전])(표 3.49 참조).



그림 3.84 붕괴된 성수대교(출처 : 성수대교붕괴사건 [聖水大橋崩壞事件, 네이버 백과사전])

(3) 삼풍백화점 붕괴

1995년 6월 29일 오후 5시 57분쯤 서울 서초구 서초동 삼풍백화점 5층 건물 2개동 북쪽 건물이 완전히 무너져 내려 501명이 사망하고 939명이 부상당했다. 단일 사고로는 건국 이래 최대의 사망자를 낸 사고로 기록됐다. 사고당시 백화점 안에는 고객 1천여명과 직원 5~6백여명이 있었다. 백화점 건물은 폭격을 맞은 듯 폭삭 가라 앉아 삼시간에 폐허로 변했으며 수십명이 피투성이가 돼 밖으로 튀어 나오는 등 현장주변은 아비규환을 이뤘다. 사고 현장은 콘크리트 잔해와 철근 구조물이 수북이 쌓였고 파편이 인근 법원건물에까지 튀었다. 삼풍백화점 건물은 붕괴 며칠 전부터 벽면에 금이 가기 시작했으며 이날 오전 일찍부터 4층천장이 내려앉기 시작했다.

삼풍백화점 사고는 부실설계, 부실시공에 의한 품질사고로서 사고원인이 매우 복합적이었다. 설계와 시공만 부실한 것이 아니라 유지관리의 부실, 기술을 무시한 건축주의 독선, 부정부패와 뇌물관행을 기본으로 한 건설업계의 비리 등 총체적인 부실의 결과였다.

사고 원인

1. 삼풍백화점은 상업용이 아닌 주거용(건축허가가 나지 않았지만 용도변경으로 건축허가)



그림 3.85 붕괴된 삼풍백화점 현장(출처 : 네이버 백과사전)

2. 본래 4층설계... 하지만 무리한 5층 확장공사(옥상의 물탱크를 포함 추가 무게 87톤...설계하중의 4배)]
3. 삼풍백화점은 애초에 무량판 공법(플랫 슬래브 구조)의 건물로 설계해서 완공한 백화점 건물이었다. 당초 구조계산서에는 건물 4층과 5층의 20개 기둥 가운데 8개는 지름이 800mm 로 그 안에 고장력 철근 16개를 설치하도록 되어 있었으나, 이 8개의 기둥이 설계 변경과정을 거치면서 지름은 600mm 로 가늘어지고 철근 숫자도 8개로 줄어들었다.
4. 본래 삼풍백화점의 에어컨은 북관 동쪽 삼풍아파트 7동 방향에 설치되어 있었으나, 삼풍백화점은 삼풍아파트와는 불과 30 m도 떨어져 있지 않았으며, 이로 인한 소음으로 삼풍아파트에서 주민들의 불만이 제기되었다.

그러자 경영진들은 1993년 8월, 에어컨을 북관 서쪽 우면로(牛面路) 방향으로 옮기기로 결정했으나 그 이동 방법이 문제였다. 당시 삼풍백화점은 남, 북관 옥상에 비닐하우스 모양의 천장을 옥상 가운데에 설치했는데, 비용 절감이라는 명목으로 에어컨을 옮길 때 크레인을 사용하지 않고, 굴림대에 싣고 반대쪽으로

ㄷ자 모양으로 밀고 가는 최악의 실수를 일으켰던 것이다. 이로 인해 옥상 전체에 균열이 생겼으며, 이때부터 붕괴가 시작되었다. 따라서 붕괴의 가장 큰 원인은 냉각탑의 무리한 이동이 원인이 되었던 것이다.

3.3.5 에너지 생산과 원자력 발전소

사람들은 구조적 위험을 이용할 뿐만 아니라 그러한 위험에 노출되기도 한다. 더욱이 일부의 전문가들은 다른 사람들보다 더 위험에 노출되는 것 같다. 예를 들어 바다낚시는 가르치는 것보다 더 위험하다. 원자력발전 산업의 안전성과 관련하여서는 공공으로 매우 지대한 관심을 가지고 있다. 원자력 에너지 생산은 보다 높은 위험성을 가지고 있다. 다른 형태의 에너지 생산은 사람에게 대한 위험성으로 비교된다. 그러한 위험으로는 수력발전용 댐의 실패, 가스저장용기의 폭발, 광산폭발, 또는 원자력 발전소의 사고 같은 것들을 포함한다. 그림 3.86과 그림 3.87은 Inhaber (2004)의 자료에서 인용한 것으로 에너지 생산기술과 관련한 사상자 수를 보이고 있다.

원자력 발전소는 특별한 특성을 가지는 것처럼 보인다. 이 기술에 대한 절대손상 가능성은 지금까지 알려진 어떠한 다른 에너지 생산기술에 대한 것보다 훨씬 더 높은 수준이다.

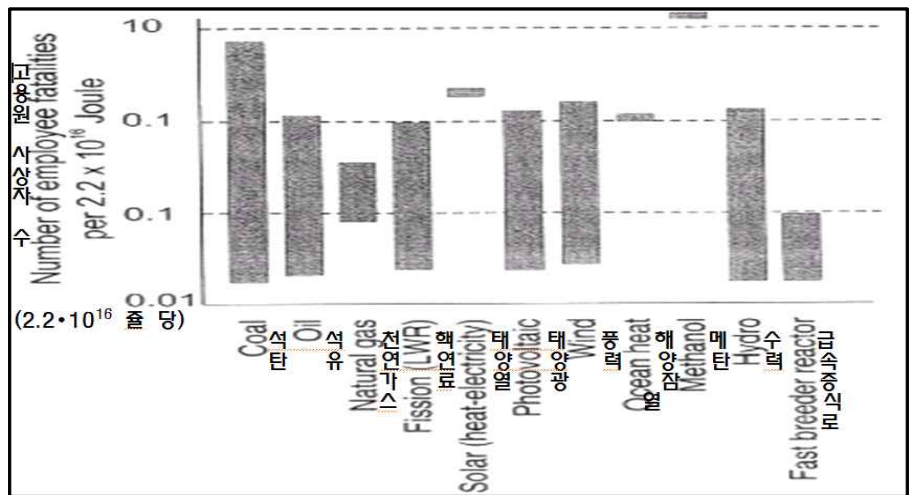


그림 3.86 에너지 공급기술별 위험도 : 에너지생산 단위당의 근로자 피해수의 단위 (Inhaber, 2004)

독일에 있는 19개의 원자력 발전소 위치에 대한 연구결과 한 군데에서의 손상은 2,500 km 반경 내의 6억 7천만명이 영향을 받는 것으로 나타났다. 초기의 사상자와 손상은 단지 직경 20 km 이내의 지역에서만 발생하는 것으로 가정하고 있다.

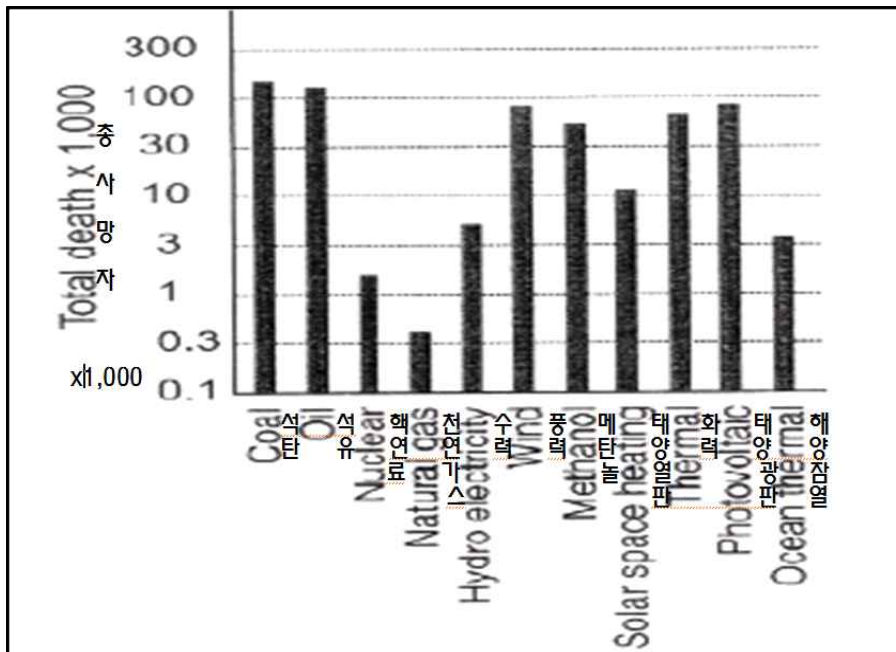


그림 3.87 에너지 생산기술과 관련한 전체 사망자 수 (Inhaber, 2004)

2만명의 초기 사상자 발생 후 연간 5.9×10^{-5} 의 확률을 가지고 또 다른 10만 명의 사상자가 발생하는 것으로 평가되었다 (Hauptmanns et al., 1991).

원자력 기술이 가지는 위험성에 대한 많은 연구가 있다(GRS, 1999). 여기서는 목표위험척도(目標危險尺度, "Objective risk measures"), 즉 원자력발전 산업은 위험성 평가의 매우 중요한 선구적 역할을 하고 있는 것이다.

위험성에 대한 모든 연구는 원자력 발전소에서 보다 많은 사고들을 방지하려고 했지만 어느 정도의 사고는 피할 수 없음을 보여주고 있다. Chernobyl 사고는 세계적으로 잘 알려졌다. 수많은 보고서들이 이 사고를 자세하게 설명하고 있지만(Jensen, 1994, IAEA, 1991), 자료에 따라서는 이 사고로 인한 사상자

수가 적게는 42명(Haury, 2001), 9,000명(IAEA), 그리고 많게는 500,000명(Haury, 2001)에 이른다. 다음으로 큰 사고는 미국의 Three Mile Island (TMI) 사고였으나 외부적인 피해는 없었다(US-NRC, 2004). 이 사고 조사 시에는 필자도 참여할 기회가 있어서 서스키하나 강의 수질과 생물권(물고기, 식물, 동물, 조류)의 변화를 조사하는 업무를 일부 수행했었다. 이러한 사고의 규모는 IAEA/INES의 기준에 따라 분류할 수 있다.

(1) 국제원자력사고 등급 (INES)(IAESA, 2007)

원자력 사고(Nuclear and radiation accidents)란 원자력시설이나 원자력 이용에서 발생하는 사고이다. 원자력 사고는 폭발에 의한 피해뿐 아니라 눈에 보이지 않는 방사능에 의한 피해가 수반되어 공포와 두려움의 대상이 된다. 원자력 사고는 사고가 시설 내부로 국한되는 내부 사고에서부터 외부로 방사능이 누출되어 수많은 사람들이 방사능에 피폭되는 대사고까지 다양하다.

국제원자력기구(IAEA)는 1992년부터 원자력 사고의 정도를 일관성 있고 또 일반인들이 이해하기 쉽게 사건등급(Event Scale)을 도입하여 평가하고 있다. 이것이 국제원자력사고등급(INES, International Nuclear Event Scale)이며 0~7등급으로 구분된다.

0등급은 변이(Deviation), 1~3등급은 사건(Incident), 4~7등급은 사고(Accident)로 구분된다. 사건(Incident)은 위험이 시설 내부로 국한된 경우이고, 사고(Accident)는 위험이 외부로 확대된 경우이다. 그동안 5등급까지의 사고는 여러 차례 발생했으나, 6등급은 한번, 7등급의 사고는 두 차례씩 발생하였다.

가장 큰 사고는 1986년에 구소련(현재 우크라이나)에서 발생한 체르노빌 원전 폭발 사고이다. 다음은 국제원자력사고등급에 대한 설명이다.

0등급 - 척도 미만(Deviation- No Safety Significance)

경미한 이상. 사건이 발생했으나 안전에 영향을 끼치지 않아서 사건으로 간주하지 않는다. 즉 정상운전의 일부로 간주되며 안전성에 영향이 없는 고장이다.

1등급 - 이례적인 사건(Anomaly)

운전제한 범위에서의 이탈로 기기고장, 종사자의 실수, 절차의 결함으로 인하여 운전요건을 벗어난 비정상적인 상태이다.

2등급 - 이상(Incident)

시설물 내의 상당한 방사능 오염. 시설 종사자들의 법정 연간 피폭한계치 내의 방사선 노출. 시설 내부에서 방사능 오염과 피폭이 있었지만 안전상 심각한 정도는 아니다. 즉 사고를 일으키거나 확대시킬 가능성은 없지만 안전계통의 재평가가 요구되는 고장이다. 예 : 월성1호기 원자로냉각재 누출('94)

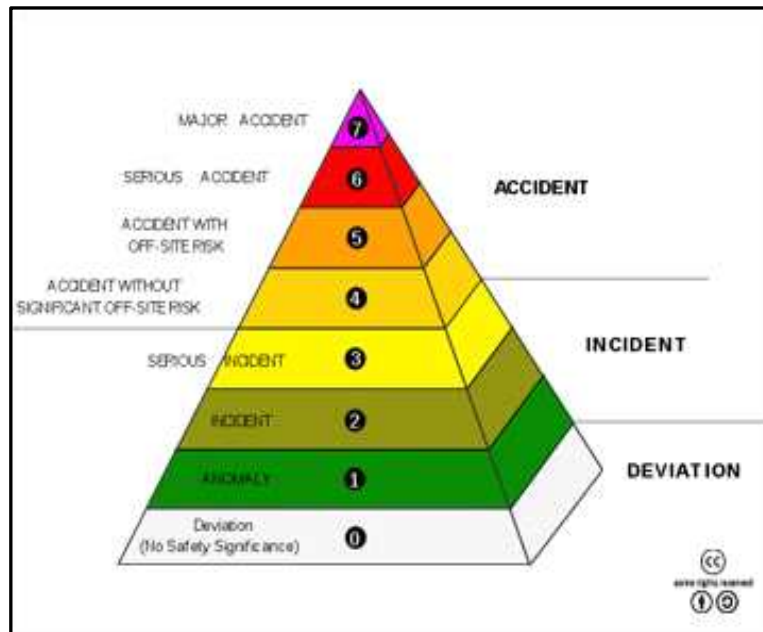


그림 3.88 국제원자력사고등급(INES, International Nuclear Event Scale) <출처: (cc) 102orion at Wikipedia>

3등급 - 중대한 이상(Serious Incident)

시설물 내의 심각한 방사능 오염. 시설 종사자들의 심각한 피폭. 시설 내부에서 안전상 심각한 방사능 오염과 피폭이 발생한 상태이다. 즉 사고를 일으키거나 확대시킬 가능성이 있는 안전계통의 심각한 기능 상실 상태이다. 예 :

스페인의 반델로스 원전의 화재발생('89)

4등급 - 시설 내부의 위험 사고(Accident With Local Consequences)

원자로 노심이 상당한 손상을 입었고 시설 종사자들이 심각한 피폭으로 사망. 소량의 방사능이 외부로 유출되어 주변 지역에 대한 경고가 시작되는 상태이다. 즉 연간 허용 제한치 정도로 일반인이 피폭 받을 수 있는 비교적 소량의 방사성 물질 방출사고로서 음식물의 섭취제한이 요구되는 사고이다. 예 : 프랑스의 세인트 라우렌트원전사고('80)

5등급 - 시설 외부로의 위험 전파 가능 사고(Accident With Wider Consequences)

원자로 용기에 중대한 손상을 입은 경우. 노심 용해가 시작되고 원자로 격벽의 일부가 파손되어 방사능이 외부로 누출되어 시설 및 주변 지역에 대한 대피 권고가 발동된다. 즉 방사선 비상계획의 부분적인 시행이 요구되는 정도의 방사선 피해를 주는 제한된 양의 방사성 물질방출 사고이다. 예 : 영국의 윈드스케일 원전사고('57) / 미국의 트리마일아일랜드 원전사고('79)

6등급 - 심각한 사고(Serious Accident)

상당량의 방사성 물질 외부 유출. 사고지점과 인근 지역에서 신속하게 대피하지 않으면 매우 위험하다. 즉 방사선 비상계획의 전면적인 시행이 요구되는 정도의 방사능 피해를 주는 다량의 방사성 물질 방출 사고이다.

7등급 - 대형사고(Major Accident)

대량의 방사성 물질 외부 유출. 생태계에 심각한 영향 초래. 광범위한 지역에 방사능 물질을 누출시켜 엄청난 재앙을 몰고 온다. 즉 한 국가이외의 광범위한 지역으로 방사능 피해를 주는 대량의 방사성 물질 방출 사고이다. 예 : 구 소련의 체르노빌 원전 사고('86)

원자력 사고가 발생하기 시작한 것은 인류가 원자력을 발견하고 이용하기 시작한 20세기 중반부터이다. 그 후 크고 작은 많은 원자력사고가 일어났다.

원자력 사고는 다른 어떤 사고보다도 초기 대응이 중요하다. 초기대응 방법에 따라 원자력 사고의 규모나 사태의 주이가 전혀 달라질 수 있다. 하지만 불행하게도 많은 사고들의 경우 책임자들이 기밀이나 보안 등의 이유로 사고를 은폐하다가 사고가 걷잡을 수 없이 확대되는 경우가 많았다. 때로는 방사능에 대한 무지나 공포로 인하여 작은 사고가 큰 사고로 발전하기도 하고 엄청난 혼란이 조래되기도 했다.

가장 최근의 사고로는 2011년 3월 11일 일본 동북지방에서 발생한 지진(규모 9.0)으로 인해서 쓰나미가 발생하여 동경전력의 후쿠시마 원전이 완전히 붕괴되어 엄청난 방사능(사고규모 7로 최악의 상태)이 방출되면서 일본 전역에서 운영 중이던 54기는 물론 건설중이던 3기와 건설 준비중이던 12기가 모두 가동이 중단되거나 건설이 중단되어 엄청난 불편과 파문이 발생하였다. 이 사고 후 1년이 지난후 철저한 점검과 안전조치 후 재가동되기 시작하였으나 원전에 대한 불안은 여전히 가시지 않고 있는 실정이다.

이 시점에서 그동안 일어났던 중요한 원자력 사고를 돌아보도록 한다.(출처 : 네이버캐스트에 실린 수원대학교 물리학과 김중섭 교수의 글을 인용함)

(2) 원자력 사고의 예

① 키시팀(Кыштым) 사고 (1957년 구소련, 6등급)

1957년 9월 29일에 구소련의 마야크(Маяк) 핵연료 재처리 공장에서 일어난 사고이다. 이 공장은 오조르스크(Озёрск) 시에 있었지만 오조르스크는 여행이나 거주가 제한된 폐쇄도시여서 가까운 이웃 도시인 키시팀(Кыштым, Kyshtym) 시의 이름을 따서 키시팀 사고라 불린다. 사고는 70~80톤의 방사성 폐기물을 모아둔 저장탱크가 냉각장치 이상으로 온도가 올라가 폭발하여 발생했다. 이 폭발로 방사성폐기물을 모아둔 콘크리트 뚜껑이 날아가 방사성 물질이 대기 중으로 유출되었다. 하지만 이 공장은 비밀시설이어서 사고를 숨기고 있다가 사고발생 1주일 후에야 이유를 설명하지 않고 주변 지역의 주민 10,000명에게 대피령을 내렸다. 그 결과 47만 명이 방사능에 피폭되어 최소한 200명 이상이 사망한 것으로 추정된다. 방사성 물질은 바람을 타고 퍼져 800km²에 달하는 넓은 지역을 오염시켰다. 소련은 오염된 지역을 자연보호구역으로 위장하고 주민들의 출입을 금지시켰다. 이 오염지역

은 ‘동우랄 방사능 흔적(EURT, East Urals Radioactive Trace)’ 이라 불린다. 이 사고는 조레스 메드베데프(Zhores Medvedev)가 <네이처>지에 폭로하여 서방세계에 알려졌으며 체르노빌 사고가 일어나기 전 최악의 사고로 기록되었다.

② 윈드스케일 원자로 사고 (1957년 영국, 5등급)

1957년 10월 10일 영국의 윈드스케일(Windscale)이라고 불리던 원자력 단지에서 발생한 방사능 누출사고이다. 현재는 그 원자력 단지를 셀라필드(Sellafield)라 부른다. 사고는 원자로 내에서 중성자 감속재로 쓰이는 흑연에 쌓인 위그너 에너지(Wigner Energy)를 줄이기 위해 흑연을 가열하는 과정에서 발생했다. 흑연을 가열하는 동안 과열되어 원자로의 온도가 높아지는 사고가 발생하였다. 이를 후 원자로의 온도는 다시 낮아졌으나 감시 모니터 상에는 계속 온도가 상승하는 것으로 나타나 냉각팬을 가동시켜 공기를 집어넣어서 방사성 물질이 외부로 퍼져 나가는 사고가 발생하였다.

이 사고로 인명피해는 없었으나 방사성 동위원소를 머금은 지역 주변에서 생산한 우유와 기타 작물들을 폐기처분하였다. 셀라필드 원자력 단지는 영국의 주요 핵시설 중 하나로 여러 공장과 원자력 발전소가 같이 붙어 있는데, 이 원자력 단지에서는 이 사건 외에도 1955년도부터 1979년까지 수차례나 4등급의 원자력 사고가 발생하기도 했다.



그림 3.89 영국의 윈드스케일 원자로 (Windscale Piles) <출처: (cc) Chris Eaton>

③ 네바다 유카 평원 방사능 누출 사건 (1970년 미국)

1970년 12월 18일 미국 네바다 주에 있는 유카 평원(Yucca Flat) 내 바네베리(Baneberry) 지하 핵실험장에서 대기 중에 방사능이 유출된 사건이다. 유카 평원은 미국의 네바다 주 라스베가스 북쪽 160km 떨어진 곳에 있는 미국의 핵실험장이며 일반인들의 접근금지구역이다. 유카 평원은 사막에 있는 분지이며 네바다 주 안에 있는 4개의 주요 실험장(NTS, Nevada Test Site)들 중의 하나이기도 하다. 유카 평원에서는 739회의 핵실험이 이루어졌는데 NTS에서 행해진 실험의 80%가 이곳에서 이루어졌다. 바네베리 사고는 충격으로 갈라진 틈으로 방사능 연기기둥이 솟아올라 바람에 의해 3가지 다른 방향으로 흩어져 대기를 오염시킨 사건이다. 바네베리 시험 역시 2009년 3월 타임지가 선정한 세계 최악의 원자력 사고들 중 하나다.



그림 3.90 1970년 네바다 유카 평원 방사능 유출 사건 장면, 방사능 연기 기둥이 바람에 흩어지고 있다.

④ 스리마일 섬 원자력 발전소 사고 (1979년 미국, 5등급)

1979년 3월 28일 미국 펜실베이니아주 미들타운의 서스키하나 강의 섬인 스리마일 섬(Three Mile Island) 원자력발전소에서 일어난 노심 용해 사고이다.



그림 3.91 방사능 누출 사고가 발생한 스리마일 원자력 발전소 전경

이 발전소에는 2대의 가압수형 원자로가 있었는데, 가압수형 원자로는 압력을 가한 물을 원자로의 냉각재 및 중성자 감속재로 사용한다. 따라서 가압수형 원자로는 압력을 가한 물을 끊임없이 순환시켜서 물이 끓지 않도록 하는 것이 중요하다. 사고는 이 급수시스템에 문제가 생겨서 발생했다. 하지만 관리자들이 사고 원인을 찾지 못하는 동안 노심의 절반 이상이 녹아내리는 대형사고로 발전했다.

주 정부는 만약의 경우에 대비해 인근 지역 주민들에게 대피령을 내렸고 주민들은 충격과 공포에 질려 정신없이 탈출하기에 이르렀다. 다행히 사고 발생 16시간 만에 사고원인이 파악되어 원자로가 파괴되거나 붕괴되는 사태는 모면

하였다. 또 외부로 누출된 방사선량도 자연방사선량에 못 미쳐 민간인들의 피폭피해는 없었다. 하지만 이 사고는 미국 내에서 반핵여론을 불러일으켜서 카터 대통령은 미국에서는 더 이상의 원자력 발전소를 건설하지 않는다고 선언하게 되었다. 이로 인해 70여 개 원전 건설계획이 백지화되고 30년 동안 원전건설이 중단되기에 이르렀다.

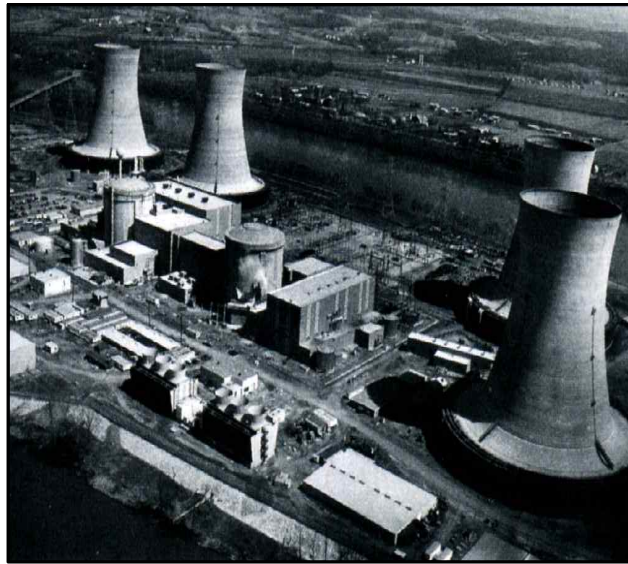


그림 3.92 아래의 것이 2호기. 사고를 일으킨 다음날 촬영했다(출처 : Newton, 2011년 6월호)

주변 환경과 사람들에 대한 영향 ...

수소와 더불어 방출된 방사성 물질은 대부분 격납 용기에 머물고 있었는데, 외부로도 방출되었다. 주변 80km 범위에 사는 주민 216만 명의 피폭량은 평균 1mSv로 생각된다. 단, 사고 당시 정보가 잘못 전달되어, 불필요한 대피 권고가 나오는 등 주민에게 큰 충격을 주었다.

발전소의 현재 : 2호기 건물은 1990년까지 제염(除染 : 약품으로 씻는 작업 등을 통해 방사성 물질을 제거하는 일)되고, 방사성 폐기물의 처분이 완료되었다. 2호기는 현재 감시 상태에 있다.

⑤ K-431 원자력 잠수함 폭발 사고 (1985년 구소련)

1985년 8월 10일 러시아의 블라디보스토크(Vladivostok) 차즈흐마만(Chazhma Bay)에 정박 중이던 원자력 잠수함 폭발사건이다. 사고를 일으킨 원자력잠수함은 에코 II급인 K-431 원자력 잠수함으로 연료 재공급 중 폭발하여 방사능 가스구름을 대기 중으로 유출시켰다. 이 사고로 10명의 승무원이 사망하였고, 49명의 사람들이 방사능에 피폭당하였다.

구소련과 러시아의 원자력 추진 잠수함들은 동력원인 원자로의 이상으로 인해 방사선 피폭이나 화재와 같은 사고들을 수십 차례 일으켰다. 그 중에서도 특히 에코 II (Echo II)급 잠수함은 여러 차례 사고를 일으켜 수많은 승조원들이 희생되었다. 이 사고는 2009년 3월 타임지가 선정한 세계 최악의 원자력 사고들 중 하나다.

⑥ 체르노빌(Chernobyl) 원자력 발전소 사고 (1986년 구소련, 7등급)

1986년 4월 26일에 구소련(현재 우크라이나)의 [체르노빌 원자력 발전소](#)에서 발생한 폭발에 의한 방사능 누출 사고이다. 현재까지 발생한 원자력 사고 중 최악의 사고이다. 발전소에서 원자로의 가동중단에 대비한 실험을 진행하다가 중기 폭발이 일어나 원자로의 콘크리트 천장이 파괴되어 대량의 방사성 물질이 대기 중으로 누출되었다. 56명이 사망하고, 20만 명 이상이 방사선에 피폭되어 25,000명 이상이 사망하였다. 누출된 방사성 물질은 우크라이나, 벨라루스, 러시아 등으로 떨어져 심각한 방사능 오염을 초래했다. 낙진의 80%가 떨어진 벨라루스는 전 국토의 1/4이 출입금지 구역이 되었다. 이 사고를 수습하기 위해 소련이 투입한 비용도 천문학적인 액수여서 결과적으로 소련이 붕괴되는 한 원인으로 작용하였다.

체르노빌 사고로 주민대피령이 내려져서 주민이 모두 떠나버려 지금은 사람이 살지 않는 유령도시가 된 곳이 있다. 소련은 ‘안전한 원자력’이라는 슬로건을 내걸고 체르노빌 원자력 발전소와 함께 도시를 계획하여 [프리피야트](#) (П р и п ъ я т ь, Pripjat, 프리피야티)라는 도시를 건설했다. 프리피야트는 약 14,000가구, 5만 명의 주민이 거주하는 중소도시로 성장했으나, 사고로 유령도시가 되고 말았다. 그로부터 20여 년이 지난 오늘날 프리피야트는 텅 빈 아파트와 빌딩들 사이로 수목과 잡초가 무성할 뿐이다. 완전히 폐허로

된 공간일 뿐이다. 현재 프리피야트는 접근이 가능하지만 장기체류 시에는 매우 위험하다. 또 시내 곳곳에는 체르노빌 사고 당시 떨어져 내린 낙진들을 모아서 묻어놓은 곳이 많아서 가이거 계수기 없이 함부로 돌아다니면 안 된다. 앞으로도 위험한 방사성 원소가 충분히 감소하려면 900년은 걸릴 것으로 예상된다.



그림 3.93 원자력 사고로 폭발한 체르노빌 원자로 4호기



그림 3.94 유명도시가 된 프리피야트 시가지에서 본 체르노빌

체르노빌 원전사고 후 오염물질(세슘)의 확산범위를 보면 너무나 광대한 지역이 오염되어 있음을 볼 수 있다. 반경 1,000 km까지도 바람을 타고 오염물질이 확산되어 생태환경에 지대한 영향을 주고 있는 실정이다(그림 3.95). 또한 체르노빌 원전사고 4년 후 러시아, 우크라이나, 그리고 벨라루시에서의 어린이 갑상선암의 발생이 급증했음을 보이고 있다(그림 3.96).

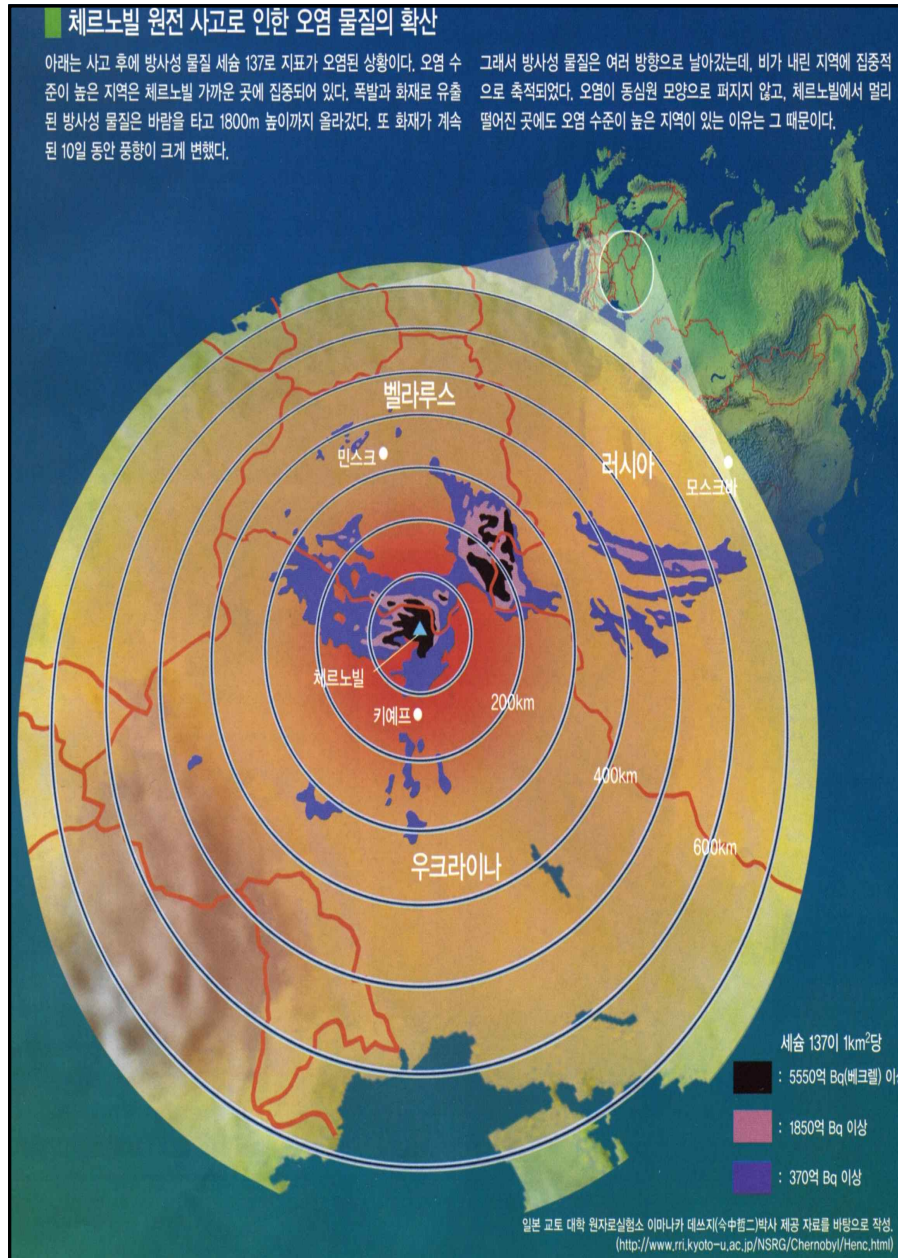


그림 3.95 체르노빌 원전사고 후 오염물질 확산범위(출처 : Newton, 2011년 6월호)

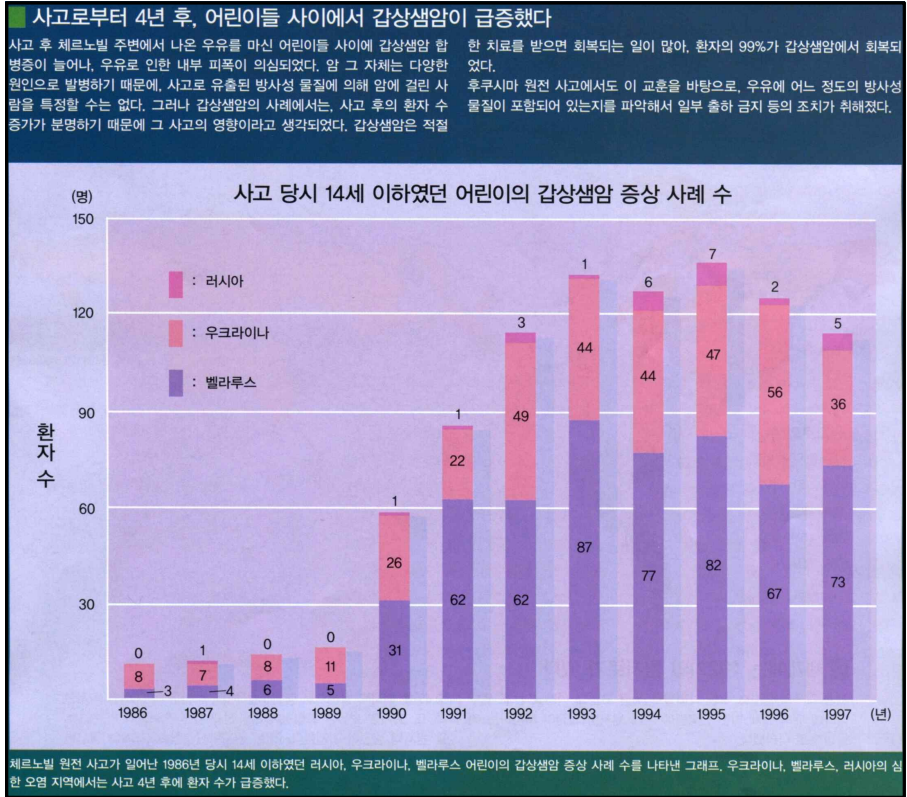


그림 3.96 체르노빌 원전사고 4년 후 어린이 갑상선암 발생 급증 상황(출처 : Newton, 2011년 6월호)

⑦ **고이아니아(Goiânia) 방사능 물질 누출 사고 (1987년 브라질, 5등급)**

1987년 9월 13일 브라질의 **고이아니아(Goiânia)** 시에서 발생한 방사능 물질 누출사고이다. 고이아니아는 고이아스 주의 주도이며 2006년 현재 인구가 160만인 대도시이다. 이 사고는 방사능 물질 관리를 잘못하면 어떤 재앙이 닥칠 수 있는지를 보여주는 사례가 되었다. 발단은 이 도시에 있던 암 전문 의료원이 이전을 하면서 건물주와의 법적분쟁으로 방사선치료기를 이전하지 못해 발생했다. 법원에서는 경비원을 배치하여 지키게 하였으나 경비원이 무단 결근 한 날 도둑이 들어 방사선치료기를 훔쳐갔다. 사고는 도둑들이 그 기기가 무엇인지 모르고 그 안에 있던 방사성 물질인 염화세슘가루를 꺼내어 고물상에 팔았고, 그 후 염화세슘가루는 여러 사람의 손에 들어가게 되었다. 보름

후, 주변 사람들이 동시에 아프기 시작하면서 가루의 정체가 판명되었다. 삼시간에 도시 전체가 방사능 공포에 휩싸여서 10만 명이 넘는 사람이 방사능 오염 검진을 받았다. 체르노빌 사고가 일어난 지 1년밖에 되지 않았기 때문이다. 조사결과 8개 지역에서 250여 명이 방사선 피폭되었음이 밝혀졌다. 4명이 사망하였고, 20명이 입원 치료를 받았다. 캡슐을 파손한 도둑은 한 쪽 팔을 절단해야 했다. 해당 지역은 각종 약품과 진공청소기, 기타 장비로 수거되어 오염물질은 방사능 폐기를 처분장으로 옮겨졌다.



그림 3.97 1987년 브라질 고이아니아 방사능 물질 누출 사고 후 수습된 방사성 폐기물들

⑧ 도카이 존 방사능 누출사고 (1999년 일본, 4등급)

1999년 9월 30일 일본 **도카이존**(東海村)의 핵연료 재처리 회사(JCO)의 핵연료 가공시설에서 일어난 임계사고이다. 사고는 이 회사에서 통상적으로 하던 불순물 제거 작업에서 비롯되었다. 이 작업은 이산화우라늄 분말을 초산에 녹여서 별도의 용기에서 잘 섞은 다음 조금씩 침전조에 넣도록 되어있었다. 하지만 이 작업을 하던 3명의 인부들은 지시된 작업수칙을 무시하고 초산에 이산화우라늄 분말을 녹인 후 그냥 침전조에 붓는 식으로 작업을 계속하였다. 마침내 우라늄의 양이 임계질량을 넘어서서 원자핵연쇄반응이 시작되었다. 작업자들은 방사선 과다노출로 쓰러졌고 이들을 구하기 위해 출동한 소방관들도

방사능 사고임을 인지하지 못해 피폭되었다. 사고 발생 한 시간 후 임계사고로 보고가 되었으나 4시간 30분이 지난 후에야 주변 거주민들의 대피가 시작되었다. 연쇄반응을 멈추게 하려면 침전조의 냉각수를 빼내어 증성자의 감속을 막아야 했다. 하지만 방사선이 강했기 때문에 방호복을 입고도 몇 분밖에 일할 수 없었고, 마침내 해머로 파이프를 부수고 침전조에 가스를 주입하여 냉각수를 빼내고 봉산수를 주입하여 연쇄반응을 멎게 하였다. 이 사고로 2명의 인부가 사망했고 수십 명의 피폭자가 발생했다. 공장은 폐쇄되었고 회사도 문을 닫았다.

⑨ **미하마 원자력발전소 증기 누출 사건 (2004년 일본, 1등급)**

2004년 8월 9일 일본 후쿠이(福井) 현에 있는 간사이전기 **미하마 원자력 발전소**에서 발생한 증기누출 사고이다. 이 사고는 미하마 원자력 발전소 3호기의 냉각배관 파열로 일어났으며 원자로에서 증기가 누출되었다. 이 사고로 4명이 죽고 6명이 부상을 입었다. 여러 명의 사망자가 발생한 사고이지만 인명피해의 원인이 방사능에 의한 것이 아니라 냉각계통에서 새어나온 고온고압의 냉각수가 만들어낸 증기에 의한 것이었기 때문에 가장 낮은 등급인 1등급으로 분류되었다. 이번에 사고가 난 후쿠시마 원자력 발전소에서도 2006년에 방사능 유출 사고가 발생한 바 있다.



그림 3.98 2004년 사고가 난 간사이 전기 미하마 원자력 발전소
 <출처: (cc) Hirorinmasa at wikipedia>

⑩ 후쿠시마 원자력 발전소 사고 (2011년 일본, 7등급)

2011년 3월 11일 발생한 도호쿠 대지진과 쓰나미로 인해 이튿날 후쿠시마에서 일어난 원자력 사고이다. 현재 사고가 진행 중이며 노심용융이 발생하여 세계의 관심과 우려를 낳고 있다. 사건 발생 당시에는 온도나 압력 등이 심각한 수준에 이르지지는 않았지만 지진과 쓰나미 때문에 전력이 끊어지고 장비들이 망가져서 도쿄 전력이나 일본 정부의 계산과 달리 일이 잘 수습되지 않고 있다. 게다가 원자로의 수도 6개나 되어서 연속적으로 문제를 일으키고 있다. 사고 당일 사고등급은 4등급으로 발표되었지만, 사태가 악화되어 국제원자력기구(IAEA)에서 사고 등급을 공식적으로 5등급으로 상향 조정하였다. 이후 2011년 4월 12일, 일본 원자력안전보안원은 사고 등급을 최악의 단계인 7등급으로 격상할 것을 발표하였다.



그림 3.99 2011년 3월 11일 쓰나미로 인한 후쿠시마 원자력 발전소 사고 모습. 폭발로 건물이 파괴되고 연기가 치솟고 있다.

한 가지 첨언할 것은 Gabon 공화국에서는 천연원자로 같은 것이 발견되었다. 15만년 동안에 상항의 우연한 일치로 인해서 6개의 다른 지역에서 핵반응이 발

생한 것이다. U235의 농도를 감소시키는 자연적인 과정이 적절하게 발생한 것이다. 이러한 자연적인 반응은 그곳에서 우라늄 광산을 개발할 때 발견된 것이다 (Rennert et al., 1988).

현재 전 세계에는 432기의 원자력 발전소에 약 10,000 여개의 원자로가 가동되고 있다(그림 3.100 참조)

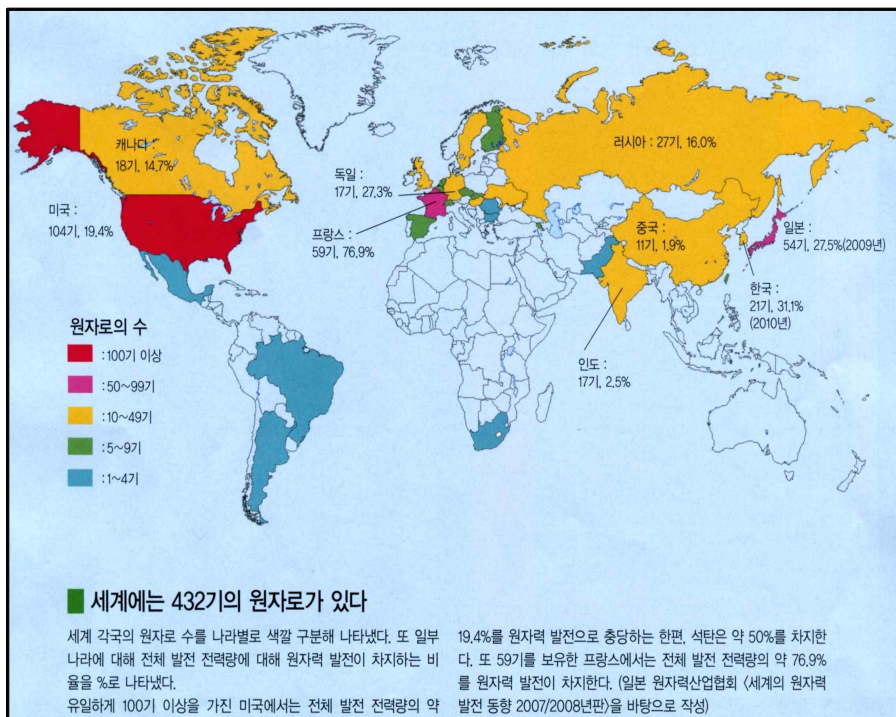


그림 3.100 세계의 원자로 사용 현황(2011.7 현재)(출처 : Newton, 2011년 6월호)

우리 한반도 주변에도 막대한 수의 원자로가 가동되거나 건설 중 또는 계획 중이다. 다음 그림 3.101에 보듯이 한반도 주변국인 중국에 현재 가동 중인 13기, 건설 중인 27기, 계획 중인 것이 188기가 있으며, 일본에서도 운영 중인 것이 54기, 건설 중인 것이 3기, 그리고 계획 중인 것이 12기가 있다. 우리나라에서도 현재 운영 중인 것이 21기, 건설 중인 것이 7기, 그리고 계획 중인 것이 4기가 있다. 원자력 발전소의 안전에 매우 신경이 쓰이는 상황이다.

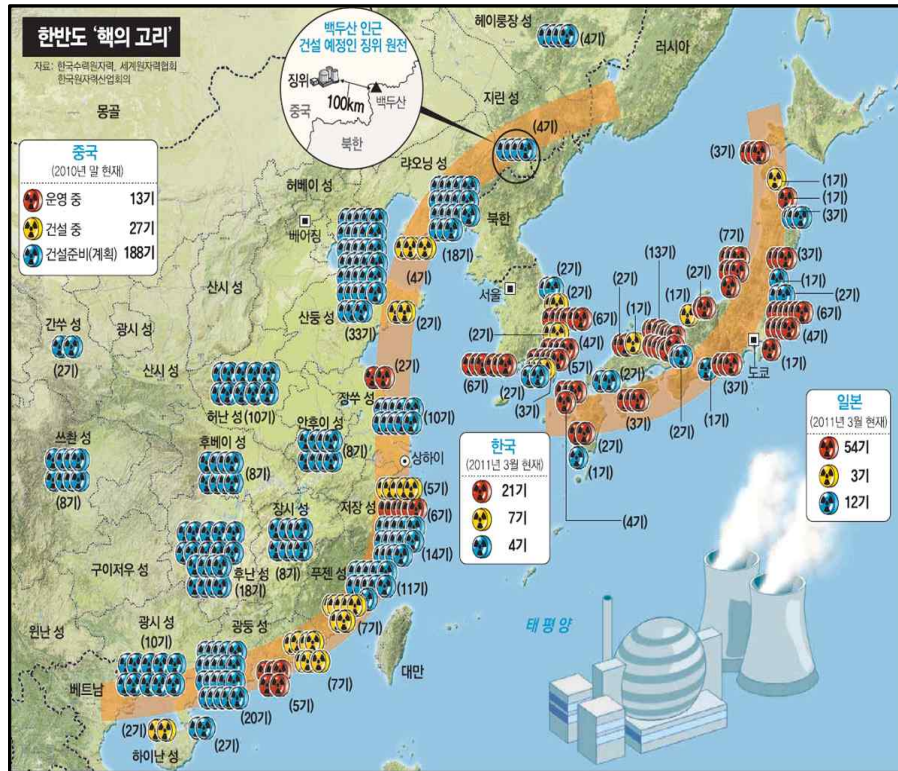


그림 3.101 한반도 주변국(중국, 일본, 그리고 한국)의 원자력 발전소

3.3.6 방사능(Radiation)

방사성 물질이 내놓는 방사능은 원자력 발전의 안전과 관련하여 매우 중요한 관계를 가지고 있다. 독일에서는 전역에 걸쳐 거의 균등하게 분포된 2,000여개의 측정소들을 통해서 방사능을 측정하고 있다. 나아가서 원자력 발전소 부근에는 보다 많은 측정소들을 배치하고 있다. 이러한 광범위한 관측망은 방사능 방출의 현저한 감소를 보이지 않고 있을 뿐만 아니라 원자력 발전소 부근에서의 어린이 백혈병(leukemia rate) 발병률이 높은 것을 보여 주고 있다(Kaatsch et al., 2008).

Chernobyl 원자력 발전소의 4호 원자로는 폭발하기 전에 4×10^{19} Bq 규모의 방사능 물질을 방출한 것이다. 폭발 중과 후에는 $1 \sim 2 \times 10^{18}$ Bq 정도의 방사능 물질을 방출하였던 것이다. 모든 비활성 기체들이 증발한 것으로 가정

한다. 추가하여 iodine, cesium 그리고 tellurium 같은 핵종(核種, nuclide)의 10~20%도 방출 된 것으로 본다. 다른 핵종들도 낮은 율이기는 하지만 방출된 것이다. 방출된 물질들의 25%를 사고 첫날에 방출한 것이다. 나머지는 다음의 9일 동안에 환경 속으로 방출된 것이다. 사고 후에 약 115,000명이 소개(疏開)되었으며, 지금까지 Bq(Becquerel) 단위의 방사능 측정값만 소개되어 있다.

방사능 측정과 관련한 다른 측정들을 정리할 필요가 있다. "Gray(Gy)" 는 흡수된 방사능의 양을 나타내는 척도로 kilogram당의 Joule로 주어지고, Bq 는 1초당의 값으로 주어진다. 이러한 단위는 생물(특히 가축)에게 가해질 수 있는 손상을 정량화 하는데 사용된다. 하지만 정확한 치사량은 아직까지 구해 지지 않은 상태로 “중양값” (LD₅₀ : median lethal dose)이 사용되고 있다. 이것은 노출된 모집단(개체군)의 50%를 죽이는 값이다. 사람의 경우는 잘 치료하면 이 값은 5Gy 정도이다. 반면에 우수한 치료를 한다면 LD₅₀은 9Gy까지 높일 수 있다. 그림 3.102는 노출량별 사망률의 분포를 보여 주고 있다.

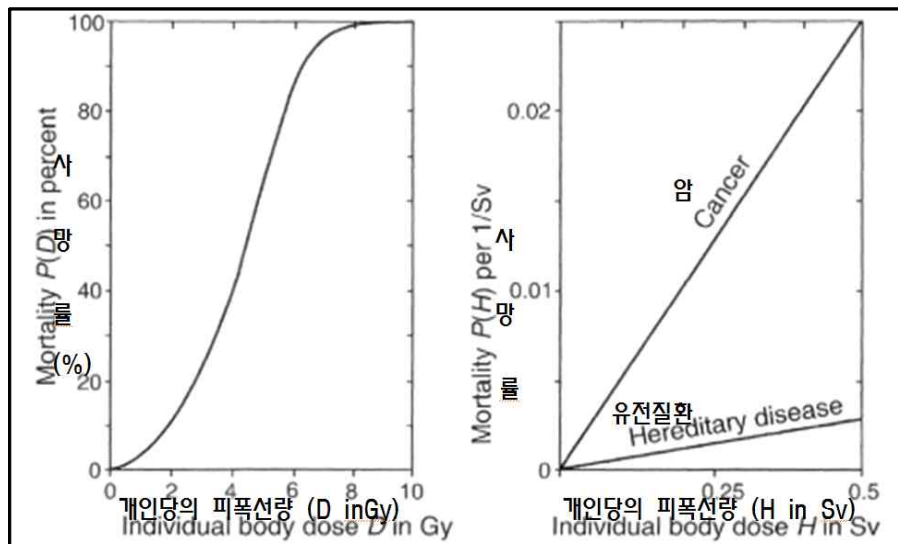


그림 3.102 방사능 노출량과 사망률 사이의 통계학적 및 결정론적 관계성(Jensen, 1994, IAEA, 1991)

이러한 관계에 대한 추가적인 측정이 이루어진 것이 Sievert 이다. 방사능의 Sievert (Sv)는 인체가 방사능에 노출되었을 때 받는 영향의 정도를 나타내는 단위로 Joule/kg 로 구해지나 이온화 방사능의 종류, 즉 α , β , γ 방사능의 종류에 따라서 각기 다른 결과를 나타내는 것을 고려해야 한다. 따라서 Sievert (Sv)는 등가량을 구하는 데만 사용할 수 있다.

이온화 방사능은 동물과 식물에도 영향을 미친다. 그러나 지상환경에서는 0.1Gy 이하의 노출량에 대해서는 정확한 방사능 노출 효과에 대한 것들이 아직까지 구해지지 않고 있다. 1일 1mGy 이하의 만성적 방사능 노출은 별다른 영향을 보이지 않으나 수생환경에서는 이 값은 10배 정도로 높아진다 (Paretzke et al., 2007, Wenz et al., 1980).

Chernobyl 사고를 돌이켜 보면 1979년 4월 26일과 27일에 방사능은 시간당 10mSv에 이르렀으며, 그 정도의 노출량에서는 사람들을 소개해야 하는 결정을 내려야 했던 것이다. 구호반에서 일하던 사람들은 15Gy 까지 노출되었다. 방사능 노출의 극치값은 40Gy의 단위에 이른 경우도 있었다. 발전소 위치의 반경 30km 지역의 평균 노출량은 2Gy 이었다. 적어도 237명이 심각한 방사능 노출성을 보였으며 약 30명이 사고이후 질병으로 바로 죽었다. 청소한 깨끗한 지역에 사는 대부분의 사람들도 100~250mSv 정도의 등가 노출량을 보였다(IPSN, 1996). 인구의 대부분은 15mSv 정도로 노출되었다. 이 같은 방사능 노출량은 대부분이 방사능에 노출된 고기와 우유 제품의 소비에 의한 것으로 판명되었다. 약 70만명이 100mSv 정도로 노출되었으며 이와 관련한 암 발생 확률은 0.005 정도 이다. 북반구의 대부분의 국가들이 이 방사능 물질의 방출의 영향을 받았던 것이다. Denmark에서는 자연방사능값인 2.4mSv 값에 비해 0.02mSv 정도로 방사능 노출 값이 매우 낮았다. 이와 관련한 보다 자세한 자료는 Jacob(2006)에서 찾아 볼 수 있다. Kellerer(2006)는 Russia 국민들의 전체적인 암 발생 가능율이 20%에서 22%로 상향되었다고 평가한 바 있다. 독일에서는 2,000여명의 추가적인 암 발생이 있었던 것으로 보고 있다. 추가적인 신규 암 발생이 연간 33,000여명인 것으로 보고 있다.

또 다른 중대사고 예로는 원자력 발전과는 관계가 없지만 브라질 Goiania 의 Brasilian city에서 발생한 방사능 물질 누출 사고가 있다. X-ray 기기들

이 도독을 맞아서 폐기물 하치장에서 분해되었던 것이다. 249여명이 오염되었으며 12만 여명이 오염과 관련하여 통제를 받게 되었던 것이다. 환경에는 방사능 핵종이 흔하다. 전형적으로 인체 속에서 볼 수 있는 방사능 물질의 양을 표 3.50에서 볼 수 있다. 표 3.51은 독일 맥주와 음료수에 들어 있는 Radon 226의 방사능 값을 보여주고 있다.

표 3.50 50kg의 체중을 가진 인체 속에 들어 있는 자연방사능 물질 (in Bq) (Paretzke et al., 2007)

Nuclide 핵종	Presence (출현량) in Bq
Tritium	20
Carbon-14	3,500
Pottasium-40	4,000
Rubidium-87	600
Lead-210	18
Polonium-210	15
Radium-226	1.2
Uranium-238	0.5

표 3.51 독일맥주와 음료수에서의 Radon 226의 농도 (Paretzke et al., 2007)

맥주상표	mBq/l
Schneider Wei ß e	147
Erdinger Weissbier	13
Pkantus Weizenbock	9
Paulaner Beer	33
Überkinge r Quelle	296

자연방사능은 놀라운 것이 아닌 것으로, 원시 방사능 핵종이 자연적인 분해과정에서 발견되기 때문이다. 핵종의 발생은 두 가지 부분으로 구분된다. 즉 자연 방사능으로 은하계적(galactic cosmic) 과정과 초신성(supernovas, 별의 진화과정에서 마지막으로 대폭발을 일으켜 태양의 천만배에서 수억배까지 밝아지는 별)이 처음 부분이다. 이 부분은 사람과 환경에 있는 모든 무거운 핵종들의 공급원이다. 태양계적 과정으로 태양 활동과 불꽃에 의한 것으로 두 번째 부분이다. 태양은 실제로 사람과 환경에서의 모든 빛핵종(light nuclides)의 원천이다 (Van der Heuvel, 2006).

자연적인 원시 방사능 핵종의 반감기(half-life period) 자료가 표 3.52와 표 3.53에 제시되어 있다.

표 3.52 원시 방사능 핵종의 반감기 (Paretzke et al., 2007)

Nuclide 핵종	Half-life period (반감기) in years
K-40	1.3×10^9
Rb-87	4.8×10^{10}
In-115	4.0×10^{14}
Te-123	1.2×10^{13}
Te-128	1.5×10^{24}
Te-130	1.0×10^{21}
La-138	1.4×10^{11}
Nd-144	2.1×10^{16}
Sm-147	1.1×10^{11}
Sm-148	7.0×10^{16}
Gd-152	1.1×10^{14}
Lu-176	3.6×10^{10}
Hf-174	2.0×10^{15}
Ta-180	1.0×10^{13}
Re-187	5.0×10^{10}
Os-186	2.0×10^{16}
Pb-190	6.1×10^{11}
Pb-204	1.4×10^{17}

표 3.53 원시 방사능 핵종의 반감기(Paretzke et al., 2007)

Nuclide 핵종	Half-life period 반감기
Tritium	12.3 years
Beryllium 7	53.3 days
Carbon 14	5,730 years
Sodium 22	2.6 years

환경 중의 Radon 농도는 폭 넓게 논의 되고 있다(Brüske-Hohlfeld et al, 2006). Austria 의 Tyrol 주의 Umhausen (주민 2,600 명)의 경우는 매우 높은 자연적인 라돈 농도를 보인 좋은 예가 되겠다. 주택에서 측정된 몇 가지 방사능 수치를 보면 다음과 같다.

- 연평균 방사능 농도 $2,000 \text{ Bq/m}^2$
- 극한값 $40,000 \text{ Bq/m}^2$
- 측정자료중 최고값 $274,000 \text{ Bq/m}^2$

지난 20년간 독일의 Umhausen에서는 41명이 폐암으로 죽었다. 통계적으로 보면 6~7명 정도가 기대되었다. 이처럼 높은 방사능 수치의 중요 원인은 토양의 매우 높은 투수계수(透水係數) 때문이었다. 이는 거대한 암석이나 1만년 전의 토석류에 기인하는 것으로 판단되었다. Radon은 Umhausen 이나 인도의 일부지역에서는 자연적인 방사능의 공급원이 되고 있다. 독일에서는 자연방사능의 약 25%를 차지하고 있다(Brüske- Hohlfield et al., 2006). 더욱이 비행 중의 방사능은 상당한 위험이 될 수 있다(Schraube, 2006). 표 3.54와 표 3.55에서 보듯이 원자력 발전소에서의 사고와 핵무기 생산과 저장 은 전체적으로 보아 오히려 방사능 발생의 기여도가 표 3.56에서 보듯이 낮은 편이다.

표 3.54 환경 속으로 방출된 방사능 사고와 일반적인 방출 경로 (Paretzke et al., 2007)

Activity 활동	Mode of release 방출형태	
	Routine action 일상적 활동	Accidental event 사고 상황
Military purposes 군사적 목적		
Weapon production 무기생산	Hanford, USA (1944~1945) Chelyabinsk, USSR (1948~1956)	Techa River, USSR (1949~1951) Kysim, USSR(1957) Windscale, UK(1957) Rocky-Flats, USA(1969) Tomsk-7, USSR(1993)
Atmospheric tests 대기중 시험	Nevada, USA (1951~1962) Semipalatinsk, USSR (1949~1962) Novaya Zemlya, USSR (1955 ~1962)	Altay, USSR(1949) Marshall Islands, USA(1954)
Nuclear fleet weapon transport 원자력 함대 핵무기 운반	Kola Peninsula, USSR	Palomares, Spain(1966) Thule, Greenland(1968)
Power production 전력생산	Reactor operation 원자로 운전 Fuel processing 핵연료 처리	Worldwide Sellafield, UK La Hague, France
Radioisotope use 동위원소 사용	Loss of sources 동위원소 분실 Satellite re-entry 위성재돌입	Cuidad Juarez, Mexico(1982) Goiania, Brazil (1987) SNAP-9A, Global(1964) Cosmos-954, Canada (1978)

표 3.55 사고와 관련한 특정방사능 핵종 방출량(in pBq)
(Paretzke et al., 2007)

Event 사고명	¹³¹ I	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹⁰⁶ Ru	¹⁴⁴ Ce	^{239,240} Pu
Techa River	6.5×10^5	12	12	10...20	~10	11
Nuclear tests 1952~1962(원자 시험)	0.7	910	600	12,000	30,000	0.07
Kystim	1,200	0.03	2	1.4	24	6.0×10^{-6}
Windscale		0.02	8	0.003	140	
Chernobyl		85		30	0.0002	
Goiania		0.05		0.01		

표 3.56 독일에서의 잔여물 (Paretzke et al., 2007)

내용구분		mSv per year
Fallout Chernobyl	체르노빌 사고 낙진	0.015
Fallout A-Bombs	원자탄 낙진	0.01
Technology and Research	체르노빌과 관련연구	< 0.02
Nuclear Power Plants	원자력 발전	< 0.001
Profession	직업관련	< 0.01

방사선 의학에의 노출로 인한 방사능량이 날로 증가하고 있는 점은 매우 관심을 가져야 할 부분이다. 예를 들어 그림 3.103에 나타난 것 같은 CT(Computer Tomography 컴퓨터 단층촬영) 같은 것이 대표적이다(DA, 2007, EANM, 2007).

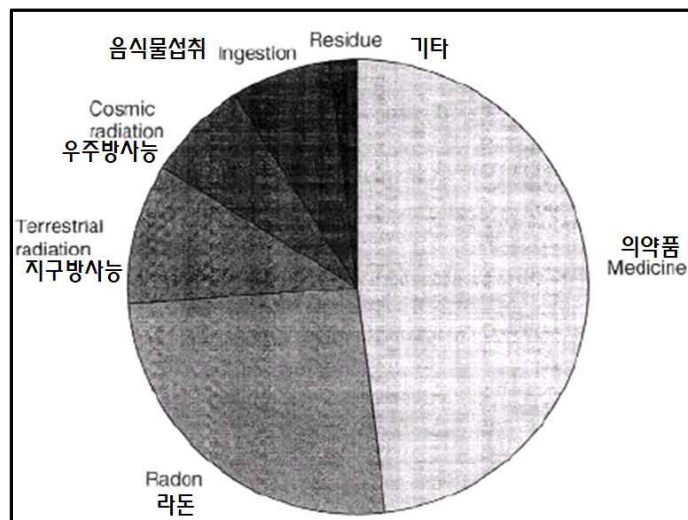


그림 3.103 독일에서의 방사능 노출량(BfS, 2007)

다만 지금까지는, 이온화하는 방사능(ionising radiation)만이 위험한 것으로 여겨 왔다. 그러나 아직까지 비이온화 방사능(non-ionising radiation)이 위험한지 아닌지는 아직 불명확하다(Junkert & Dymke, 2004). 그러한 비이온화 방사능은 mobile phones에 대량으로 사용되고 있다. 이러한 사실은 사람들이 위험에 대한 인식을 제대로 하지 못하고 있음을 보여 주고 있는 것이다. 즉, 이로운 점에 대해서는 분명하게 하고 있으나 불리한 점에 대해서는 분명하지 않은 상태를 유지하고 있는 경우가 매우 많은 것이다. 이러한 사실은 많은 화학물질들을 사용함에 있어서 사실인 경우가 너무나 많다.(그림 3.104~3.106 참조)

방사선의 종류 : 방사성 물질과 방사능은 서로 다른 것이다.

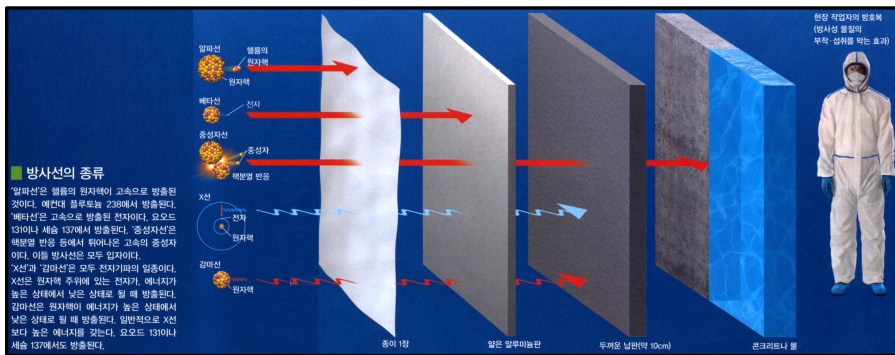


그림 3.104 방사선의 종류(출처 : Newton, 2011년 6월호)

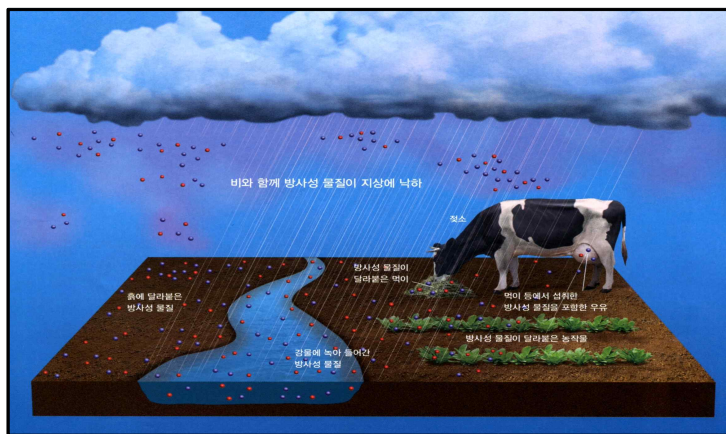


그림 3.105 방사성 물질과 방사능(출처 : Newton, 2011년 6월호)

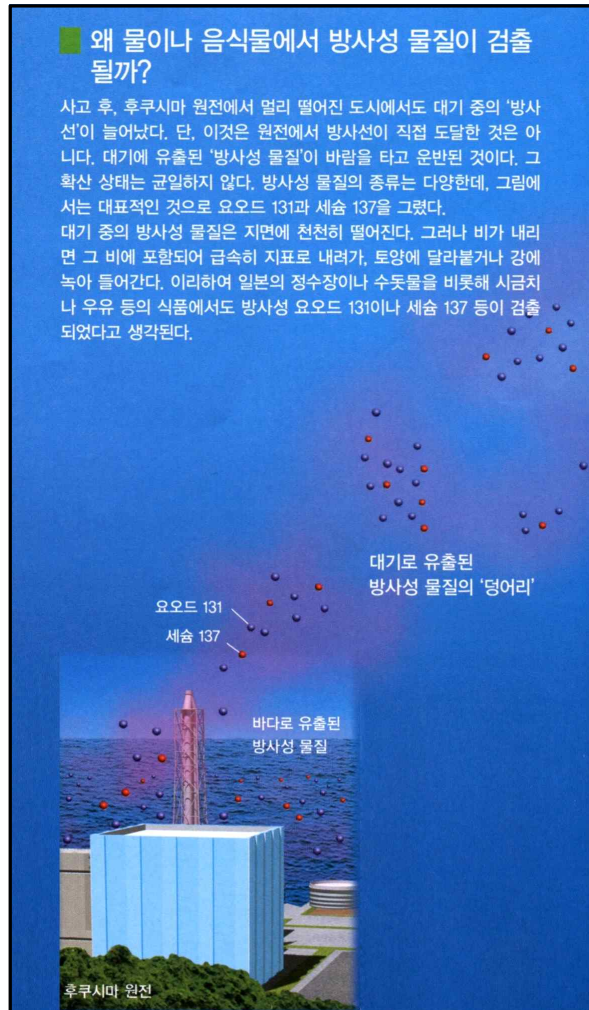


그림 3.106 방사성 물질과 방사능(출처 : Newton, 2011년 6월호)

3.3.7 화학물질 재해

화학물질들은 폭발이나, 독성, 질식, 화재, 화재보조재, 부식, 동상(凍傷), 감염 또는 환경오염 등의 위험을 초래할 수 있다.

현재까지 약 1천만 종류의 화학물질이 알려져 있다. 그 중에 5~7만 종류가 생산되며, 저장되고, 또한 운반되며 엄청난 양이 사용되고 있다. 1981년 9월 18일 이래로 유럽시장에서 사용가능한 화학물질의 종류는 약 10만 종류에 이

큰다(European Inventory of Existing Commercial Chemicals). 이 가운데 1,000톤 이상의 대량을 생산하는 모든 화학물질들은 약 2,600 종류이다. 이들을 140 군으로 나누어 위험성을 분석한 결과를 자료로 찾아 볼 수 있다 (Ahrens, 2001). 작업장에 대해서는 500여 가지의 화학물질 허용농도를 과학적으로 규정하고 있다. 그러나 어떤 작업장들에서는 5,000여 물질들이 상당한 수준의 농도로 사용되고 있는 실정이다(Brandhofer & Heitmann, 2007).

위험한 물질들이 생산되어 수송되며, 저장되고 사용된다. 그림 3.107에서 독성 측정치와 총사용량을 볼 수 있다. 독일에는 약 8,000개의 화학공장들이 있다. 이러한 화학공장들은 흔히들 매우 위험한 것들로 여겨지고 있다. 독일에서는 매년 10~20건의 심각한 화학공장 사고가 발생한다. 따라서 그러한 사고의 발생빈도는 연간 공장당 $1\sim 2 \times 10^{-3}$ 정도이다(Ruppert, 2000). 그러나 최근들어 이러한 사고발생 수는 점차 감소하는 것으로 보여진다(Ruge, 2004).

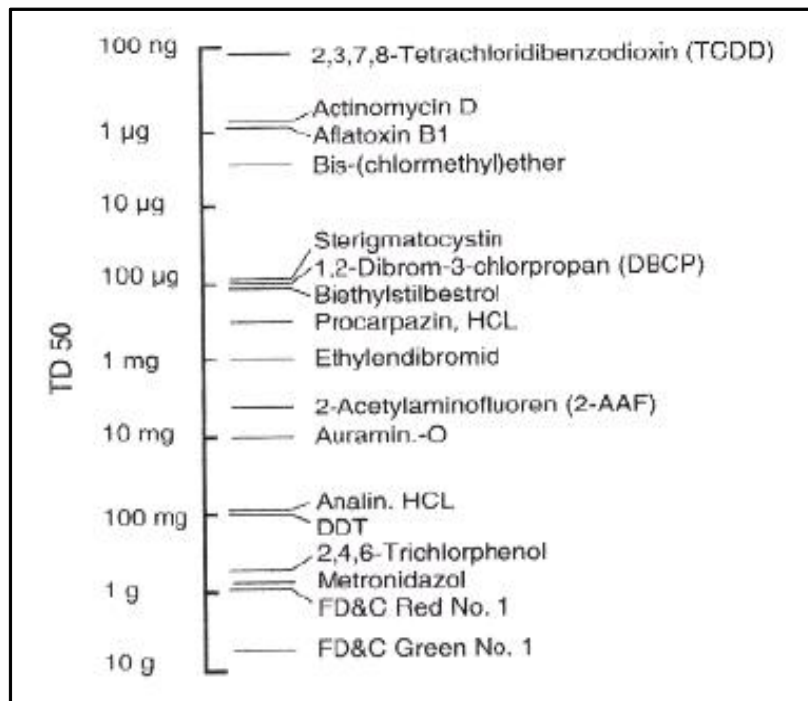


그림 3.107 화학물질별 TD(total dose)50

화학공장 사고로 최악 중의 하나로는 1921년 9월 21일에 발생했던 Oppau의 BASF공장 폭발 사고다. 9월 21일 ammonium nitrate 4,500톤이 폭발하였던 것이다. 이 폭발로 인해서 지경 100m, 깊이 20m의 분화구가 발생하였으며 500여명이 죽었다. 이 사건 후에 독일에서는 ammonium nitrate의 생산과 무역을 금지하게 된 것이다. 우연의 일치이기는 하지만 2001년 9월 21일 France의 Toulouse에서 ammonium nitrate가 폭발하였다. 사상자 수는 30명에 이르렀으며 부상자도 수천명에 이르렀다. 또한 3,000여 프렛식공동주택(한층에 1가구가 사는 아파트)과 700여 공공건물, 그리고 112개 학교들이 손상을 입었다. 이 폭발로 인해서 공황상태가 유발되었으며 Toulouse에서는 3일 동안 음료수 공급이 장애를 받았다(Hubert et al., 2004, Munich Re, 2004a,b).

화학공장의 폭발은 세계적으로 보면 비교적 규칙적으로 발생하는 듯하다. 예를 들면 1944년 Cleveland에서의 연료폭발로 130여명이 죽었으며 (Considine, 2000) 2003년 North Carolina주 Kingston에서 발생한 제약공장의 폭발은 30여명을 부상하게 하였던 것이다(Munich Re, 2004a,b). 최근의 사고로는 2005년 12월 11일 영국의 Bruncefield에서 발생했던 공장화재 사고를 볼 수 있다. 최종 피해액이 5억 영국파운드(British pounds)에 이르렀던 것이다. 사상자도 43명이나 발생하였다. 이러한 수치는 매우 높은 것이나 다행히도 화재가 산업지역에서 일요일에 발생하여 더 이상의 피해도 있을 수 있었던 상황이었다.

폭발이나 화재는 화학물질을 제어하지 못하면서 발생한다. 아울러 그러한 물질은 독성을 가지고 있다. 예를 들면 1976년 Italy의 Seveso에서 Dioxin이 환경으로 누출되었다. 누출지점 부근에서의 소들과 작은 동물들은 죽었으며 7만여 가축들이 죽었고 2십만명이 의학적 치료를 받았으며 여러채의 집들이 독성에 노출되어 심하게 오염되어 결국은 허물게 된 것이다.

아마도 최악의 화학사고는 1984년 12월 3일에 India의 Bhopal에서 발생했던 사고 일 것이다. 약 40톤의 methyl isocyanate가 환경계로 누출되어 4,000여명을 죽게 하였으며, 2만 내지 25만명이 장기적인 영구 불구 내지는 부분적 불구에 놓이게 된 것이다(Broughton, 2005, Union Carbide, 2007).

이러한 예들에서 보듯이 화학물질의 누출 영향은 장·단기적인 재해로 구분할 수 있다. 장기적인 재해는 낮은 농도의 화학물질에 장기간에 걸쳐 노출되면서 발생한다. 반면에 단기적 재해는 고농도화학물질이 인지도 못하게 노출되어 발생하는 것이 일반적이다.

다른 예로는 1986년 11월, Swiss 의 Sandoz 회사에서 불난 곳에 의도하지 않은 화학물질의 방출에 의한 결과를 볼 수 있다. 불을 끄기 위한 물이 강한 독성을 가진 살충제를 Rhine 강으로 유입시킨 것이다. 400km에 걸친 Rhine강의 식물군과 동물군에 심각한 손상을 일으켰던 것이다(Rütz, 2004). 우리나라에서도 구미시에서 발생한 화재 때 살수에 의해서 독극물이 낙동강으로 유입되어 커다란 문제를 일으킨 적이 있다.

마지막 예로는 광산과 관련한 것으로 2003년 중국의 한 가스전(gas field)에서 발생한 사고이다. 기본적으로 화학공장과는 다르지만 화학물질과 관련이 있기 때문이다. 가스누출로 250여명을 죽게 하였으며 9,000명 이상이 상처를 입었으며 60,000여명이 소개되는 상황을 유발하였던 것이다(Spiegel, 2003).

화학물 생산공장과 관련한 사고의 추가적인 예가 수없이 많지만 수공도중에도 많은 사고가 발생하고 있다. Austria 에서는 도로를 이용하여 170만톤 이상의 맹독성 화학물질들이 수송되고 있으며 기차를 이용해서는 연간 13만개의 화차들이 맹독성 화학물질들을 수송하고 있다. 또한 맹독성 화학물질을 수송하는 트럭사고가 매년 20회 정도 발생하고 있는 것이다. 세계적으로 해상수송의 경우 컨테이너 운반선의 20 %정도가 화학물질을 운반하고 있다. 이러한 수치는 놀랍게도 매우 높은 수치로 왜 이처럼 많은 양이 수송되는가 하는 점이다. 어쨌거나 수많은 화학물질들이 일상생활에서 이용되고 있는 것이다.

그림 3.108은 많은 장소들에서 볼 수 있는 화학물들에 대한 경고판들을 보여주고 있다. 그러나 많은 화학물질들은 기술적인 장비들 속에서 숨어 있는 것이다. 예를 들면 ammonia는 스케이트장이나 냉동 창고에서 냉매로 매우 많이 사용된다. Chloride 는 수영장에서 소독제로 사용된다. Terrorist 들이 공공장소에서 chloride 를 사용하는 것을 방지하기 위하여 현재 chlorine 의 대체제가 개발되고 있는 중이며, 농업분야에서도 비료, 살충제, 그리고 제초제 같은 수많은 독극물들이 사용되고 있는 실정이다.



그림 3.108 각종 경고 및 금지표지 : 화학물질 / 고온, 저온 등

최근 우리나라에서도 불산가스 누출사고가 발생하여 많은 문제를 노출시키고 있다. 공장 관리자마저도 불산가스의 유독성과 누출시에 어떻게 대처해야 하는지를 모르고 있는 실정이라서 염려가 되는 실정이다. 환경부에서는 우리나라에서 사용되는 모든(1톤 이상 생산하거나 수입 거래되는 것) 화학물질을 관리할 수 있도록 유럽연합에서 2008년 이후로 시행하고 있는 REACH 제도를 도입하기로 하였다.

REACH는 두 번째 마감일인 2013년 5월 31일까지 유럽화학물질청(ECHA)에 총 3215 업체에서 9084 등록서류를 제출했다. 최종 등록 및 서류 제출된 숫자는 모든 서류 처리 후 9월 초에 발표 예정이다. 등록 통계와 관련된 자세한 내용은 ECHA 웹사이트에 기재되어있다. 2013년 5월 31일까지, 3215개의 업체에서 연간 100~1000톤 제조 또는 수입되는 물질에 대하여 9084개의 등록 서류가 제출됐다. 등록의 20%는 중소기업, 80%는 대기업에서 제출했다. 23%의 등록은 비유럽권 업체를 대신하여 유일대리인을 통해 이루어졌다.

26개의 EU 회원국 및 3개의 유럽경제지역에서 등록서류를 제출했으며, 가장 많은 서류를 제출한 국가는 독일(31%), 영국(12%), 이탈리아, 프랑스와 네덜란드(각 8%) 순이다. 2013년 마감시한까지 2923종의 물질이 추가적으로 등록되었다. 기존 마감 기한 내에 이미 등록된 696종의 물질은 기존 등록자들과 공동으로 신규업체에서 등록 제출을 했다. 지정한 톤수 범위에서 가장 유해한 화학물질은 이미 2010년 12월 1일 마감일에 등록되어야 했다.

대부분의 물질은 여러 업체에서 공동등록으로 진행했다(82%). 공동등록은 평균 한 선도등록자당 2.9개의 공동등록자로 구성되어있다.

정확한 등록물질 및 등록서류 수는 모든 서류가 처리 된 후 9월 초에 발표 될 것이다. ECHA는 등록업체로부터 지불한 등록비용을 집계중이다. ECHA는 기밀정보를 제외한 2013년의 대부분 등록 정보를 연말에 공개할 예정이다.

2008년 REACH 시행 이후, 총 6598종의 물질이 등록되었다. EU 내에 연간 1톤 이상 제조 또는 수입되는 물질에 대한 마지막 REACH 등록 마감일은 2018년 5월 31일이다.

REACH의 목표는 안전한 화학물질 사용을 통한 산업 경쟁력 및 기술 혁신 향상과 공공 보건 및 환경 보호다. (출처:ECHA 홈페이지 번역)

특히 한가지 더 문제되는 것은 솔벤트를 이용한 유사석유 제조와 유통으로, 연관된 많은 문제를 유발하고 있어서, 이를 에너지 문제로만 볼 것이 아니라 유해 화학물로도 인식하여 안전하게 관리할 수 있는 제도의 확립이 필요한 것 같다. 또한 국내에서 생성되는 화학폐기물이 동남아시아 등의 저개발국들을 통해서 오용될 가능성이 높은 것으로 인지되고 있어서 면밀한 추적이 필요한 실정이다.

3.3.8 화재

화재는 이미 언급하였듯이 화학물질과 관련한 위험이다. 일반적으로 “화재는 확산을 제어할 수 없는 연소의 불확실한 형태이다” 라고 정의 할 수 있다. 화재는 열과 산소 그리고 연소물질을 필요로 한다. 다음 표 3.57에 역사적으로 기록할만한 중요화재 목록을 볼 수 있다.

2차 대전 동안의 의도적인 대규모 화재가 있었다. 독일의 일부 도시들은 엄청난 폭격을 당했으며 동시에 화재도 경험하게 되었다. 결과로 1943년 Hamburg 나 1945년의 Dresden 시 같은 곳에서는 10만명 이상이 죽는 끔찍한 경험을 하게 된 것이다.

표 3.57 중대화재의 목록(Flemmer et al., 1999)

Time 때	Location 장소	Victims 피해자	Remark 비고
19 July 64 A.D.	Fire of Rome	Not known	Probably intentional
August 70 A.D.	Destruction of Jerusalem	1/4 of the Jewish Population perished	Probably / Partially intentional
September 1666	Great Fire of London	Only 8 fatalities, but 100,000 left homeless	Experienced a pest epidemic the previous year.
September 1812	Fire of Moscow		Intentional
17 January 1863	Fire in a church of Santiago de Chile	2,500 fatalities	
8 October 1871	Great Fire of Chicago	About 300 fatalities, but 90,000 left homeless	The damage had been estimated at about 200 million dollars yielding to the liquidation of 54 American fire insurances.
8 October 1871	Forest Fire of Peshtigo, Wisconsin	2,862 fatalities	About 1,000 km ² area of forest burnt.
8 December 1881	Theatre fire of Vienna	896 fatalities	
3 February 1901	Oil field fire of Baku	More than 300 casualties	
15 June 1904	Fire of the steamer "General Slocum" on Hudson river	More than 1,000 fatalities involving children and mothers	
10 March 1906	Mine fire of "Courrières"	1,205 fatalities	
22 September 1928	Fire in Novedades theater in Madrid	About 110 fatalities and 350 injured	

6 June 1931	Glass palace in Munich		
2 March 1934	Hakodate, Japan	More than 900 fatalities, 2,000 injured and about 150,000 homeless	The fire occurred together with a snowstorm. Most of the fireplugs were frozen. An area of about 15 km ² was completely
May 1937	Fire of "Hindenburg" in Lakehurst	35 fatalities	With about 590 flights 16,000 passengers were transported over the years.
1937	Fire of a high school in London, Texas	294 children	Gas explosion
28 July 1945	Fire in Empire State Building, New York		
16 April 1947	Explosion of french Tanker "Grandcamp" in Texas City	More than 2,000 fatalities	90 % of all houses in Texas city destroyed, 100 million US dollars loss.
28 July 1948	Fire in BASF in Ludwigshafen	178 fatalities and 2,500 injured	
9 June 1995	Collission of "Johannishus" in the English Channel		
1 December 1960	School fire in Chicago		
19 July 1960	Mine fire in Salzgitter		
17 October 1960	Ship fire on Rhine		
17 December 1961	Circus fire in Niteroi, Brasilia	323 fatalities and over 500 injured	2,500 people visited a circus performance, when the circus tent started to burn and fall down.
22 December 1963	Fire on "Lakonia"		
11 July 1978	Explosion of a tank truck at the camping site "Los Alfaques" in Spain	180 fatalities and 600 injured	
6 July 1988	Explosion of "Piper Alpha" in the North Sea	170 fatalities	
15 April 1997	Fire in Mina (close to Mekka)	343 fatalities and 2,000 injured	
1998	Fire of a toy production plant in Bangkok	210 fatalities and 500 injured	
17 October 1998	Pipeline fire in Nigeria	Probably more than 1,000 fatalities	An oil Pipeline leaked and people attempted

30 October 1998	Fire of discothèque in Göteborg	61 fatalities	to take from a sea of oil. the oil lake exploded.
3 December 1998	Fire of orphanage in Manila	About 30 fatalities	

표 3.57에서 보듯이 화재는 초기 문명세계에서도 있었던 것이다. 최초의 소화(消火)용 양수기(揚水機)는 기원전 250년에 Alexandria 의 Ktesibios 에 의해서 발명되었다. 휴대용 양수기가 만들어졌던 것이다(NN, 1997). 이미 기원전 2400년에서 2000년 전에 옛 Egypt 언어에 화재와 불타는 도시에 대한 묘사가 있는 것이다(Flemmer et al., 1999).

1518년 Augsburgian Goldsmith 가 구동식 주수기(注水器)를 발명하였으며(NN, 1997), 1666년 런던의 대화재 이후 영국에서는 소화전이 설치되었다. 거의 비슷한 시기에 화란인 van der Heijden이 소화용(消火用) 물호스와 수동식 양수기를 발명하였다. 1676년에 첫 보험회사 Hamburgian General-Feur-Cassa가 설립되었으며, 독일에서는 Lippian State Fire Insurance 같은 대부분의 지역보험사들이 18세기에 설립되었다. 보험에 앞서 소유품이 화재로 인해 손상된 사람들은 빌릴 수 있도록 허락을 받았다. 그러나 이것은 큰 도움이 되지 않았던 것이다(NN, 1997).

기술적 발명품들은 화재안전을 개선하였다. 피뢰침(Lightning rod)은 이미 고대에도 알려져 있었으나 잊어버린 것이다. 1750년 Benjamin Franklin 에 의해서 다시 발명된 것이다. 그래서 1769년에 Hamburgian church St. Jacobi에 처음으로 피뢰침이 설치되었던 것이다(NN, 1997).

1829년 수동식 양수기는 기계식 양수기로 대체되었으며 1888년 Chicago 에서 처음으로 회전식 사다리가 소개되었다(Flemmer et al., 1999). 특히 스프링클러식 소화전은 그림 3.109에서 보듯이 Canada 에서의 화재피해를 경감시켰다. 화재에 의한 사망의 주된 이유는 일산화탄소에 의한 질식(60 % 이상)과 연소(약 26 %), 그리고 신체적 방해(10 % 이상)이다(Schneider and Lebeda, 2000).

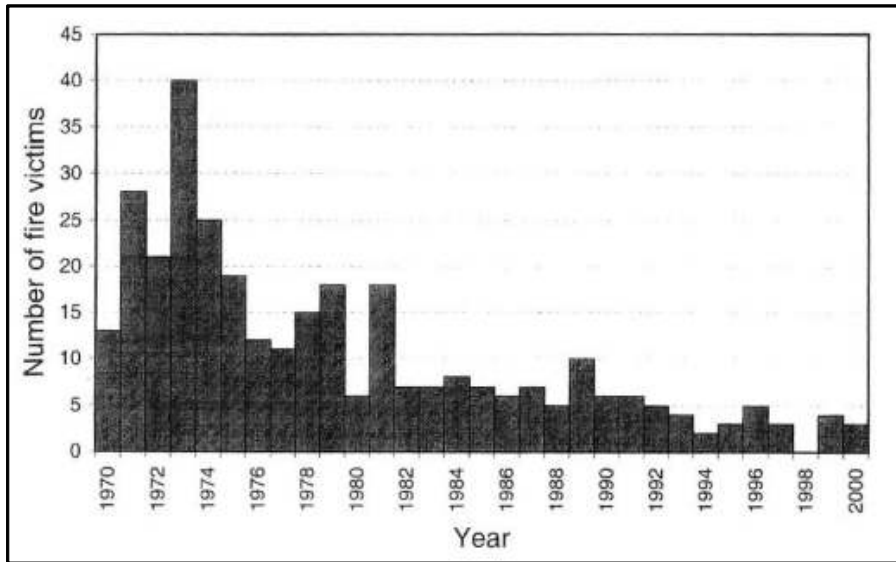


그림 3.109 Canada 에서의 화재피해자수 변천 (Holdgate, 2001)
(Maier 2006에서 인용)

독일에서는 화재로 인해서 연평균 손해가 100억 유로(Euro) 정도에 이르고 있다(Friedl, 1998). 매년 22만건의 화재가 발생하고 있으나 이는 완전화재 자료만 정리한 것이다. 즉, 인구 1,000명당 평균적으로 2.75건의 화재가 발생하고 있음을 나타낸다(Mehlhorn, 1997). 표 3.58은 각국의 GNP(gross national product 국민총생산량)와 관련하여 화재로 인한 직접적인 손해를 보여주고 있다.

표 3.58 개발국에서의 화재피해액 (Tri Data Corporation, 1998, Schneider und Lebeda, 2000)

국가	Direct fire damages as percentage of gross national product 직접화재 피해율(GNP 대비%)	Number of fire fatalities per 10 ⁶ inhabitants (Mehlhorn, 1997) 화재 사상자수(주민 백만명 당)
USA		21~27
Finland	0.19	22~24
England	0.24	19~21
Sweden	0.21	16~20
Denmark	0.39	15~20
Belgium	0.45	20
France	0.26	13~19

Norway	0.34	17~18
Netherlands	0.20	6~13
Germany	0.19	9~13
Italy	0.15	7~6
Switzerland	0.25	5~6
Austria	0.16	7
Canada		18~22
Spain		7~12
Japan		14~16

Finland 에서의 건물의 종류별로 화재분포를 구분하면 표 3.59와 같다.

표 3.59 Finland에서 1996년부터 1999년까지의 화재발생수와 건물 종류별 면적 (Rahikainen & Keski-Rahkonen, 2004)

Occupancy 건물의 사용형태	Fires 화재발생 수	Total area (m ²) 연면적
Residential buildings 주거용	4,361	231,565,978
Commercial buildings 상업용 건물	356	18,900,450
Office buildings 사무용 건물	140	16,354,516
Transport, firefighting and rescue service buildings 교통용, 소방서, 구조구급용 건물	123	10,627,751
Buildings for institutional care 복지기관 건물	197	8,780,942
Assembly buildings 의회 건물	112	7,379,199
Educational buildings 교육용 건물	122	18,801,759
Industrial buildings 산업용 건물	1,038	40,321,357
Warehouses 창고	405	7,434,710
Other buildings 기타	2,650	2,437,960

이러한 분포는 표 3.60에 보인 건물종류별 화재하중과 표 3.61에 나타난 건물종류별 화재발생 확률을 반영한 것이다

표 3.60 BSI(2003) 발췌자료와 NFSC 화재하중밀도 (Weilert & Hosser, 2007)

Occupancy 사용형태	Fire load density (mJ/m ²) 화재하중밀도			
	Average 평균	Fractile 구분		
		80 %	90 %	95 %
Dwellings 주거	780	870	920	970

Hospital(room)	병원입원실	230	350	440	520
Hospital storage	병원저장소	2,000	3,000	3,700	4,400
Hotel(room)	호텔객실	310	400	460	510
Office	사무실	420	570	670	760
Shops	가게	600	900	1,100	1,300
Manufacturing	제조공장	300	470	590	720
Manufacturing and Storage	제조공장과 저장소	1,180	1,800	2,240	2,690
Libraries	도서관	1,500	2,250	2,550	-
Schools	학교	285	360	410	450

표 3.61 건물종류별 화재발생확률(Schneider & Lebeda, 2000)

Type of building	건물형태	Country	국가	Probability of fire per million m ² floor space per year 연간 백만m ² 당의 확률
Industry building	산업용	Great Britain	영국	2
Industry building	산업용	Germany	독일	2
Office building	사무용	Great Britain	영국	1
Office building	사무용	USA	미국	1
Residential building	주거용	Great Britain	영국	2
Residential building	주거용	Canada	캐나다	5
Residential building	주거용	Germany	독일	1

표 3.62에 화재원인을 정리하였으며 표 3.63에 화재진압 조건별로 화재증가 확률을 정리하였다.

표 3.62 화재원인들(Tri Data Corporation, 1998)

Cause of fire	화재원인	Percent of fires	화재발생률
Unknown cause	알려지지 않은 원인	47.2	
Arson	방화	15.5	
Open fires	개방화재	6.6	
Arson by children	아이들에 의한 방화	2.9	
Heating	가열화재	3.8	
Cooking	요리시의 화재	5.4	
Electric distributor(cables)	송배전	4.5	
Heat radiation from other sources	다른 원인들에 의한 열방사	2.4	
Smoking	흡연화재	3.2	
Natural fires(lightning)	번개 등에 의한 자연발화	1.3	
Electrical appliances in household	가전제품 화재	2.1	
Explosions, fireworks	폭발, 불꽃놀이	3.0	
Other electrical appliances	기타 가전제품 화재	2.0	

표 3.63 화재진압장비에 따른 화재증가확률(Bub et al., 1983)

Firefighting by 화재진압방법	Probability that a fire will develop to a full size 최대화재상태로의 발달에 이를 확률
Public fire brigade 공공소방대	0.1
Sprinkler 스프링클러	0.01
Well-equipped, factory-owned fire brigade with fire detector system 화재감지장치를 포함한 장비를 잘 갖춘 공장 자체소방대	0.001~0.01
Sprinkler system and well-equipped, factory-owned fire brigade 스프링클러와 장비를 잘 갖춘 공장 자체소방대	0.0001

특별한 화재형태로는 터널화재를 들 수 있다. 이 터널화재는 발생할 경우 지대한 사회적 관심을 받게 된다. Promat Tunnel (2008) 터널에서와 Cassini & Pons-Ineris (2000)(그림 3.110)에서의 다양한 위험물질들의 운송에 따른 여러 가지 다양한 형태의 화재 예를 볼 수 있다.

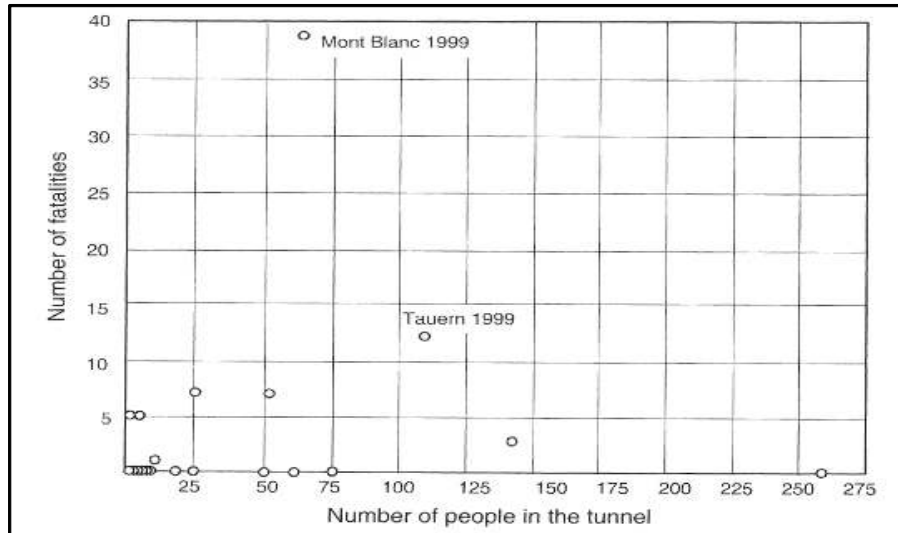


그림 3.110 터널화재에서의 사상자 수(Rackwitz & Streicher, 2002)

1999년 Mont Blanc 도로터널에서의 사고 후 많은 조사가 이루어졌다 (Bergmeister, 2006, 2007, Krom & de Wit, 2006). 터널화재에서의 고 열에도 불구하고 가장 문제가 되는 것은 연기와 방향성의 제한이 문제이다.

연기농도 0.066 m^{-1} 에서 시정거리는 4 m 이하이다. 따라서 익숙하지 않은 터널에서는 사람들이 비상출구를 찾기가 쉽지 않다. 해당 터널을 잘 아는 사람들은 시정거리 1 m 에서도 비상출구를 찾을 것이다. 제한된 시정거리에 더하여 연기는 보통 일산화탄소(CO)나 산성물질들같은 유독성 물질들을 포함하고 있다. 공기 중에 일산화탄소 농도가 600~800 ppm 이면 사람은 의식을 잃게 된다(Fileppo et al., 2004).

어떤 경우에는 터널화재가 자동차 사고와 독극물 운반과 직결되는 경우도 있다. 더욱이 터널에서의 사람의 거동은 위험을 증가시킬 수 있다. 터널조명의 형태에 따라서는 간질병의 발작을 유발할 수 있어서 이에 대한 규제가 필요하다고도 한다.

3.3.9 폭발

폭발과 화재는 가끔 연계되어 있다. 폭발은 가스나 증기의 팽창과 관련한 극히 강하고 빠른 힘의 현상이다(VGB, 2001). 폭발 속도는 사람이 폭발의 연속성을 가늠하지 못할 정도로 빠르다. 연소속도는 표 3.64에서처럼 화재나 폭발을 분류하는데 이용된다. 표 3.65는 폭발물 입자들이 날아가는 거리를 보여 주고 있으며, 표 3.66은 폭발에 의한 과잉압력을 보여 주고 있다.

표 3.64 연소속도에 기초한 화재와 폭발의 분류

		Combustion speed
Combustion	(연소(燃燒))	Millimeter per minute
Deflagration	(폭연(爆煙))	Centimeter per minute
Explosion	(폭발(爆發))	Meter per second
Detonation	(폭작(爆炸))	Kilometer per second

표 3.65 폭발물 입자들이 날아간 거리(van Breugel, 2001)

폭발 장소	Year	Distance from explosion centre 폭발중심으로 부터의 거리	Mass(kg) 질량	Speed(m/s) 속도
Romeo Village	1984	Fragments of tank 500 m high and 3,000 away 탱크파편 500 m 높이, 3000m 거리	-	100~170
Crescent City		Fragments of tanker 100 m away 탱크파편 100m 거리	>10,000	85
Mexico City	1984	Fragments of tank 400 m away 탱크파편 400m 거리	13,000	60~150

Feyzin	1966	Slab elements 300 m away 슬래브 조각 300m 거리	70,000	-
Texas City	1978	Parts 230 m away 부분품들 230m 거리	-	-

표 3.66 폭발에 의한 과잉압력의 영향

Overpressure in bar 과잉압력	Effect 영향	
0.60	Immediate fatalities	즉시 사상자 발생
0.30	Failure of structures	구조물 실패
0.20	Heavy damages to structures	구조물에 중대 손상
0.14	Deadly injuries	사망할 정도의 상처
0.07	Heavy injuries	중대 상처
0.03	Glass failure	유리파손

기록된 중요 폭발자료를 보면 1645년 Delft (Netherland)에서 화약폭발 사고가 발생하였다. 이 폭발은 80 km 떨어진 곳에서도 폭발음을 들을 수 있었으며 현재는 폭발지점에 시장이 조성되어 있다. 1807년 화란의 Leiden시에서는 배에 실었던 화약이 폭발하여 50명의 어린이를 포함하여 모두 150여 명이 죽었다. 이에 Napoleon 이 방문하여 도시 내부의 오염정도를 점검하여 공장들의 위치를 조정하도록 황제포고령을 내리기도 하였다. 그러나 이 포고령의 내용은 200년이 지난 지금에도 이루어지지 않은 것으로 평가되고 있다. 따라서 1807년 이래로 도시들에서 1867년의 Athens시에서의 화약폭발 같은 폭발이 수시로 계속되고 있는 실정이다(Ale, 2003).

역사상 가장 컸던 2건의 폭발사고는 화약을 싣고 있던 선박과 관련되어 있다. 1917년 12월 6일 Canada 의 Halifax 에서 발생했던 폭발이 가장 컸던 것으로 프랑스 화물선 Mont Blanc호가 화약을 유럽의 전장으로 수송하려고 New York에서 11월에 등가폭발력 3kt TNT(Trinitrotoluene)를 적재한 후 유럽으로 가기 전 Canada 의 Halifax에 중간 입항하던 중 Narrow Canal 을 통과할 때 노르웨이 화물선 Imo호도 같은 Narrow Canal항로를 허용운항 속도 보다 2배 빠르게 진입하여 Mont Blanc호를 충돌한 것이다. Imo호의 충돌로 Mont Blanc호의 우현이 파괴되어 Mont Blanchg의 Benzene 탱크가 손상을 입어 새었던 것이다. 불행하게도 Imo호의 선장은 자기 배를 떼어 놓기로 결심하였으나 배들의 금속부분간의 마찰열로 인해서 Mont Blanc 호

의 갑판에서 벤젠이 발화되어 폭발하게 된 것이다. 선박에서의 화재진압 능력을 넘어선 대화재와 폭발이 진행된 것이다. 이 과정에서 선장은 Mont Blanc 호를 침몰시킬 것을 결정하지 못하고 그냥 포기하고 만 것이다. 따라서 Mont Blanc 호는 폭발되어 대화재를 안은 채 Halifax 항의 보조항 기능을 하고 있던 Richmond 항으로 흘러가게 된 것이다. 결과로 접안시설에 도달하게 되어 접안시설 마저도 화재에 휩싸이게 된 것이다. Mont Blanc 호를 접안시설로부터 떼어 놓으려고 애를 썼으나 실패하여 끝내는 충돌 30분 후에 배 전체가 폭발하게 된 것이다. 이 폭발로 인해서 접안시설 부근에서 화재 구경을 하던 2,000 여명이 죽었으며 9,000 여명이 부상을 입게 된 것이다. 선박 자체는 찢어져 버리고 선체의 일부는 수 km 떨어진 곳에서 발견되기도 하였다. 또한 항내에 있던 여러 척의 배들이 파괴되었거나 중대한 피해를 입었으며 철로도 폭발로 인해서 중대한 피해를 입어 기차가 지나가면서 결국은 붕괴되어 버린 것이다. 화차들도 굴러 넘어졌으며 폭발은 수많은 부상자를 냈을 뿐만 아니라 25,000 여명이 주택을 잃어버린 것이다(Korotikin, 1988).

이와 대비되는 재해가 2차대전 중인 1944년에 인도 Bombay에서 발생하였다. 1944년 4월 13일 Fort Stikene 라는 선박이 1,400톤의 화약을 싣고 있었다. 이 배는 목화와 건어물도 싣고 있었다. 이른 아침 하역이 시작되었으나 오후에 목화에서 불이 발견되었다. 2시간 반 동안 선원들이 화재를 진압하려고 애를 썼으나 결국은 실패하였다. 나아가서 선박의 바깥에서는 새빨간게 달아오른 부분이 보이기 시작하였고 결국은 화염이 시작되어 화약고 부분으로 전파된 것이다. 역시 선박은 가라앉지 않은 채 항구로부터 예인되지 않은 상태에서 폭발하게 되어 이웃에 있던 13척의 선박을 소실시키게 된 것이다. 50 여동의 창고들을 포함하여 반경 400 m 이내의 모든 건물들이 심한 손상을 입게 되었으며 달아오른 선체의 파편들이 시가지로 흩어져서 수많은 화재를 유발하였다. 2일 후인 4월 15일에는 화재가 시의 중심부에 도달하게 되어 120 km 멀리서도 화염을 볼 수 있을 정도가 되었던 것이다. Bombay시의 완전 소실을 방지하기 위하여 400 m 폭으로 방화로를 설치하였으며 결과적으로 이 폭발로 인해서 1,500여명이 죽었으며 3,000여명이 상해를 입었고 수많은 사람들이 주택을 잃어버리는 결과를 낳았다(Korotikin, 1988).

Bombay에서의 폭발이 60여년 전에 발생하였지만 지난 몇 년간의 상황을

보면 아직도 폭발재해가 남아 있는 것이다. 일부 폭발이 화학산업과 관련되어 있음을 2.3.8절에 설명하였지만 여기서는 2000년 5월에 화란의 Enschede 시의 불꽃병 제조공장에서 발생하였던 폭발을 정리하고자 한다. 이 폭발은 인근의 300채의 주택을 완전히 소실시켰으며 22명의 인명손실을 가져왔다.

폭발성 자재를 사용하는 공장은 그 위치선정에 세심한 주의를 요한다. 표 3.67과 표 3.68 그리고 표 3.69는 주거지역으로부터 그러한 공장들의 적정한 이격거리를 결정하는데 크게 도움이 될 수 있을 것이다.

표 3.67 토지사용 분류기준 (Italian Ministry of Public Works Decree, 2001, Uguccioni, 2004 로부터 발췌)

Criteria for definition 정의 기준	Temtorial	Class 등급				
	A	B	C	D	E	F
Residential area (criteria building index in m ³ /m ²) 주거지역 (기준건물지수 m ³ /m ²)	>4.5	1.5~4.5	1~1.5	0.5~1	<0.5	-
Places where there is a concentration of people with limited mobility, e.g. hospitals, retirement homes, nurseries, elementary schools 기동성이 제한적인 인구밀집지역 (병원, 양로원, 초등학교 등)	>25 beds (병상) >100 people (사람 수)	<25 beds (병상) <100 people (사람 수)				
Places where a significant concentration of people outdoors can occur, e.g. marketplaces or other commercial places 실외에서 가능한 극심한 인구밀집 지역 (시장 등 상업지역)	>500 people (사람 수)	<500 people (사람 수)				
Places where a significant concentration of people indoors can occur, e.g. commercial centres, office buildings, hotels, high schools, universities 실내에서 가능한 극심한 인구밀집 지역 (상업용 센터, 빌딩, 호텔, 중고등학교, 대학교 등)		>500 people (사람 수)	<500 people (사람 수)			
Places where a significant concentration of people can occur, with limited period of presence, e.g. theatres, churches, stadiums, etc 일시적으로 가능한 극심한 인구 밀집지역 (극장 교회, 운동장 등)		>100 people outdoors (실외 사람 수) >1,000 people	<100 people outdoors (실외 사람 수) <1,000 people	Any number with max weekly attendance 최대 주간 참여자 수에		

		indoors (실내 사람 수)	indoors (실내 사람 수)	관계없음		
Railway stations and transportation network nodes 기차역과 교통 환승지점		>1,000 people per day (1일 사람 수)	>1,000 people per day (1일 사람 수)			
Industry, farming 산업용 농장					Any dimen sion (규모에 관계없 이)	
Within plant fences, areas nearby within which there are no structures present and where the presence of people is normally foreseeable 공장의 울타리 내부, 인근에 구조물이 없으며 정상적인 가시가 가능할 정도의 사람들이 모이는 곳						x

표 3.68 손상규모의 정의 (Italian Ministry of Public Works Decree, 2001, Uguccioni, 2004)

Accident scenario 사고 시나리오	High lethality 높은 치사율	Beginning of lethality 조기 치사율	Irreversible damages 회복불가한 손상	Reversible damages 회복가능한 손상	Structural damages /Domino effects 구조물 손상 / 연쇄반응효과
Stationary heat radiation 일정한 열방사	12.5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	12.5 kW/m ²
BLEVE/Fireball (variable heat radiation) /화구(다양한 열방사)	Fireball radius 화구(火球) 규모	350 kJ/m ²	200 kJ/m ²	125 kJ/m ²	200~800 m depending on storage type (저장형태에 따라서)
Flash fire (instantaneous heat radiation) 순간화재(순간적 열방사)	LFL ???	1.2 LFL	-	-	-
VCE (peak overpressure) 첨두과압	0.5 bar (0.6 open spaces 열린공간)	0.14 bar	0.07 bar	0.03 bar	0.5 bar
Toxic release (absorbed dose) 독성방출(흡수량)	LC ₅₀ (30 min, hmn)		IDLH ???		

표 3.69 산업시설과 비교한 토지사용 분류(Italian Ministry of Public Works Decree, 2001, Ugucconi, 2004)

Probability class of events 확률 구분	Effect category 효과 구분			
	High lethality 높은 치사율	Beginning of lethality 초기 치사율	Irreversible damages 회복불가능한 손상	Reversible damages 회복가능한 손상
$<10^{-6}$	DEF	CDEF	BCDEF	ABCDEF
10^{-4} - 10^{-6}	EF	DEF	CDEF	BCDEF
10^{-3} - 10^{-4}	F	EF	DEF	CDEF
$>10^{-3}$	F	F	EF	DEF

크게 보면 3가지로 구분할 수 있겠다. 즉, 폭발구역(explosive zone), 손상구역(damage zone), 그리고 주의구역(attention zone)으로 구분할 수 있겠다. 폭발구역은 폭발자체에 매우 근접한 구역이다. 이 구역에서는 폭발과잉압력이 0.6 bars 이상인 구역으로 정의된다. 손상구역은 과잉압력이 0.6~0.07 bars 인 구역으로 정의 한다. 이 구역에서는 인명을 잃을 정도의 극심한 손상이 발생하는 구역인 것이다. 마지막 주의구역에서는 사망자는 발생하지 않으나 부상자는 발생할 수 있다. 과잉압력은 0.03 bars에 까지 이를 수 있다. 주거지역은 분명히 주의구역으로 되는 것이다.

예를 들어 20톤 정도의 폭발성 물질을 저장하는 산업용 창고시설의 경우는 폭발구역을 약 70m 정도로 확보하여야 하며, 손상구역을 420 m 정도까지, 그리고 주의구역을 1,200 m까지로 확보해야 하는 것이다. 따라서 저장창고는 주거지역으로부터 최소한 420 m는 이격되어야 하는 것이다.

특별한 재해물질의 저장 경우로 무기(병기) 저장과 관련한 수많은 연구들이 수행되었다. 이와 관련하여 위험값을 산정하기 위한 컴퓨터 프로그램들이 개발되어 있다. 예로서 독일의 Ernst Mach Institute에서 개발한 프로그램 ESQRA-GE 가 있다(Doerr et al., 2002). 그 외에도 Gürke (2002), Swisdak (2001), Kingery & Bulmash (1984), NATO (1997) 그리고 Prasse (1983)에서 여러 프로그램들을 찾아볼 수 있다. 탄약은 의도했던 의도하지 않았던 간에 폭발의 중요한 원인이다. 역사상 가장 큰 비원폭 폭발은 1947년 4월 18일에 발생하였다. 6,700톤의 탄약이 독일과 Helgoland섬 폭발에 사용되었던 것이다. 그러나 폭발은 성공적이지 못하였던 것이다.

3.3.10 전문직업재해

탄약을 사용하거나 생산하거나 아니면 저장하는 사람들은 어느 정도의 직업적(전문적) 위험에 처해 있다. 그림 3.111과 그림 3.112는 직업별 사고율로 나타낸 위험성을 보여주고 있다.

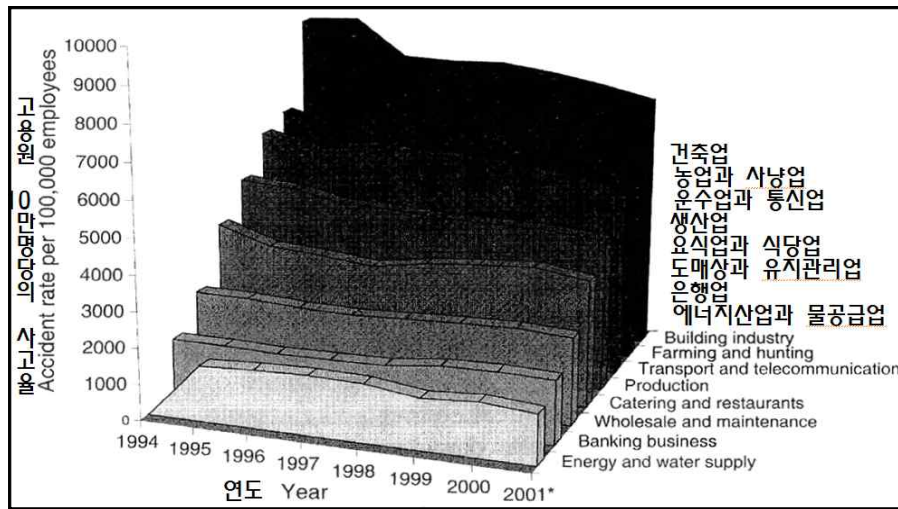


그림 3.111 직업별 사고율 (Bergmeister et al., 2005)

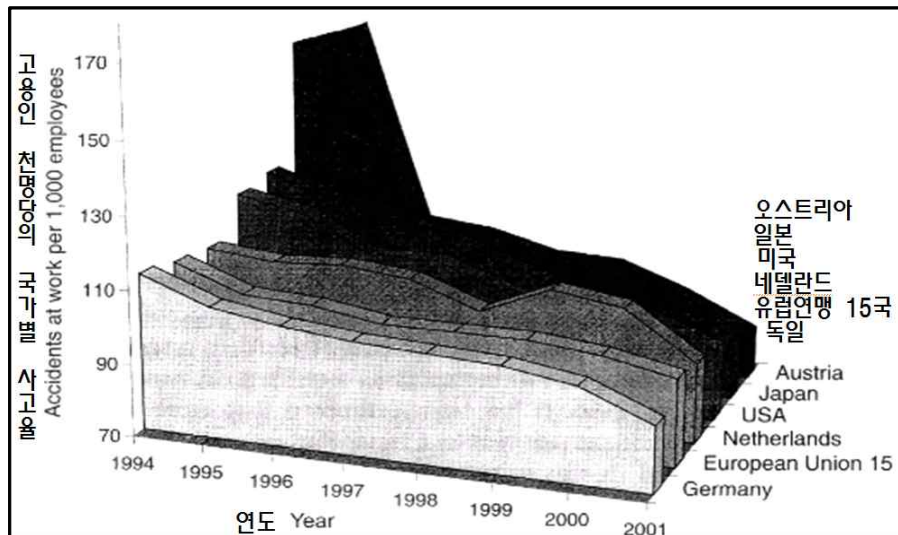


그림 3.112 국가별 사고율 (Bergmeister et al., 2005)

예로서 그림 3.111에는 포함되어 있지 않지만 광산업은 위험한 직업으로 인식되고 있다. 중국에서는 매년 8,000여명 이상이 목숨을 잃고 있는 직업이다. 2001년 7월에는 주석광산으로 물이 쏟아져 들어가서 200여명이 죽었다.

광산재해는 오랜 역사를 지닌 것으로 Ruhr 지방에서는 13세기에 광업이 시작되었다. 16세기에는 광구에서 폭발이 일어났으며, 1881년에는 모든 광산은 반드시 2개의 연직갱을 가지도록 법제화 되었다. 이것은 치명적인 사고로부터 재해를 완화시키기 위한 수단으로 설정된 것이다. 그렇다 하더라도 그러한 사고의 엄중한 피해는 오랫동안 줄어들지 않았다(표 3.70).

표 3.70 주요 광산사고 (Kroker & Farrenkopf, 1999)

Year 연도	Location 사고위치	Number of fatalities 사사아자 수
1942	Benxihu, China	1,500
1906	Courrières, France	1,100
1960	Shanxi, China	680
1960	Coalbrook, South Africa	440
1913	Colliery, Wales	440
1946	Grimberg, Germany	405
1866	Yorkshire, England	390
1907	Monongah, USA	360
1908	Bockum, Germany	350

광산재해는 광부들뿐만 아니라 광산 부근에 사는 사람들에게도 치명적이다. 수많은 사고들에서 보면 유독성 광물의 제어되지 않은 방출이 문제가 되는 경우가 많다. 예로서 1998년 Spain에서 발생했던 광산폐기물을 저장하던 댐이 붕괴되어 비소(arsenic), 카드뮴(cadmium), 탈륨(thallium) 등과 같은 화학원소들을 포함하는 폐기물들을 방출하게 된 것이다. 이 댐이 붕괴되었을 때 약 400만 m³의 폐기물과 진흙이 방출되었다. 진흙의 대부분은 댐 주변에 퇴적되기는 하였지만 나머지는 국립공원 부근에서 홍수를 일으켜 Guardiana강으로 흘러들어간 것이다. 결과적으로 엄청난 생태적 손상을 유발하게 되었던 것이다(Sjöstedt, 2004).

2000년 1월 Romania의 금광에서도 비슷한 사고가 발생하였다. 광산폐기물을 저장하는 댐이 무너져서 120톤의 시안화물(cyanaide)을 방출하게 된 것

이다. 폐기물들이 Theiss강과 Danube강으로 연결된 Lapus 강으로 흘러들어 1,000톤이 넘는 물고기를 독극물로 중독되게 하였던 것이다.

매우 지독한 사고로는 1966년 Wales의 Aberfan에서의 석탄광산 붕괴와 관련한 사고였다. 이 붕괴사고는 대부분이 어린아이들이었던 144명을 죽게 하였다. 1985년에는 Italy의 Trentino에서 발생한 광산폐기물 저장 댐붕괴로 260명을 죽게 하였으며 60채 이상의 건축물을 파괴시켰다(European Commission, 2003).

광업만이 상당한 위험을 지닌 직업이 아니라 다른 직업들도 상당한 위험성을 지닌 것들이 많다. 예를들어 어업과 농업도 상당히 높은 위험성을 가진 직업이다(DIRERAF, 2007). 건설산업 역시 상당한 위험을 가지고 있다. 독일연방의 Saxony주에서는 모든 치명적인 산업사고들 중에서 50 % 정도가 건설 산업에서 발생하고 있다. 현장에서의 사고에 대한 보호조치는 회사나 관계당국에도 중요한 관심사이다.

독일에는 직업의 안전과 건강을 위한 연방기관(Federal Institute for Occupational Safety and Health)이 있다(BAUA, 2008). 또한 독일 안전공학자 협회(Association of German Safety Engineers)와 (VDSI, 2008)와 자유안전공학자와 공장간 봉사자 협회(Association of Freelance Safety Engineers and Interplant Services)(BFSI)도 있다. 직업의학과 환경의학, 기온평가(Hausladen et al., 2002), 그리고 작업장의 화학물질평가(Böse-O'Reilly et al., 2001)까지도 포함하여 논의하여야 할 것이다.

광산에서 발생하는 가스폭발, 갱내화재, 광산보안, 낙반, 산업재해, 탄진폭발 등으로 사상자, 시설기재의 파손, 광물자원의 손실을 수반하는 사고로 광산은 작업장이 지하에 있고, 자연에 대한 도전(挑戰)을 항상 계속하게 되므로, 광산의 갱내외에는 다른 산업에 비하여 많은 재해요인이 산재한다. 따라서 이에 대한 충분한 보안책이 수립되지 않으면 재해가 일어날 위험성은 항상 있다. 한국의 산업별 재해 현황을 보면, 광산이 다른 산업에 비하여 재해율이 높은 것을 알 수 있으며, 특히 석탄광산이 금속광산에 비하여 보안상 위험이 더 많은 것이 사실이다. 광산재해는 합리적인 보안책을 수립, 시행함으로써 방지해야 하나, 면밀한 대책을 수립해도 자연조건의 위험을 완전히 없앨 수 없다. 한국의 탄광은 석탄이 급경사로 매장되어 있고 상·하반(上下盤)이 연약하

며, 채굴의 기계화가 곤란하여 인력에 의존하는 채탄작업을 수행하는 등 자연 조건이 불합리하므로 다른 나라에 비하여 재해율이 높다. 광산재해에 있어서 큰 문제가 되는 것은 대형재해와 발생빈도가 높은 재해이다 [네이버 지식백과] 광산재해 [mine accident, 鑛山災害] (두산백과).

광산재해의 재해율과 예방재해는 재해의 정도를 비교할 때, 발생횟수나 사망자수가 같아도 가동자수(稼動者數), 가동시간·생산량에 따라 보안상태가 달리 분석된다. 이와 같은 보안성적을 비교하기 위하여 다음과 같은 재해율이 적용된다.

- ① 연가동(延稼動) 100만 명당 재해율 : 사상자수를 연가동 인원으로 나누고, 이것을 100만 배한 것,
- ② 연가동 100만 시간당 재해율 : 사상자수를 연가동 시간으로 나누어 100만 배한 것,
- ③ 생산 100만 t당 재해율 : 사상자수를 생산량(출탄량·출광량)으로 나누어 이 수치에 100만 배한 것,
- ④ 도수율(度數率) : 노동재해의 발생빈도를 나타내는 수치로, 연가동 100만 시간당 사상자수로 나타낸 것,
- ⑤ 강도율 : 노동재해의 강도를 나타내는 수치이며, 손실일수를 가동인원으로 나누어 1,000배한 것,
- ⑥ 가동인원 1,000명당 재해율 : 사상자수를 가동인원으로 나누어 1,000 배한 것으로,

이는 다른 산업과의 재해비율을 분석하는 데 사용된다. 광산재해는 그 발생 원인과 종류가 복잡다양하여, 예방대책을 명료하게 표현할 수는 없다. 그러나 재해를 방지하고 보안을 확보하는 것은 사회적으로나 광산경영의 측면에서 철저히 시행되어야 한다. 광산재해를 예방하는 데는 무엇보다 기계화·자동화, 정보화를 시행하여 인력에 의한 채굴 방법에서 탈피해야 하고, 보안장비의 현대화를 도모하는 동시에 효율적인 보안교육을 실시하는 것이 최선책이다.

우리나라에서 '03~' 11년도 광산사고 발생 주이를 살펴보면 발생건수와 인명피해가 '07년도까지 증가하다가 감소하는 추세이며, '10년도에 약간 증가하다가 '11년에는 다시 감소하였다. 이는 안전교육과 장비의 현대화, 자

동화, 그리고 석탄산업 합리화 정책에 따른 탐광수의 절대적인 감소에 기인하는 것으로 추정된다.

표 3.71 광산사고 인명피해 추세분석('03~'11)

구 분	발생건수	인명피해	사망	부상	사망비율
'03년	59	79	11	68	13.92
'04년	65	72	9	63	12.50
'05년	42	45	5	40	11.11
'06년	43	43	1	42	2.33
'07년	55	55	6	49	10.91
'08년	36	36	4	32	11.11
'09년	30	31	10	21	32.26
'10년	34	34	7	27	20.59
'11년	27	28	5	23	17.86

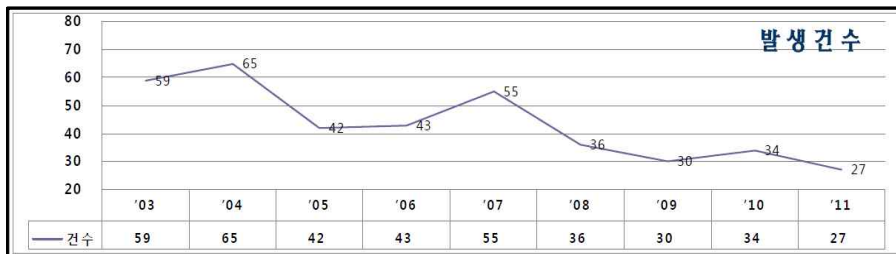


그림 3.113.1 광산사고 인명피해 추세분석('03~'11)

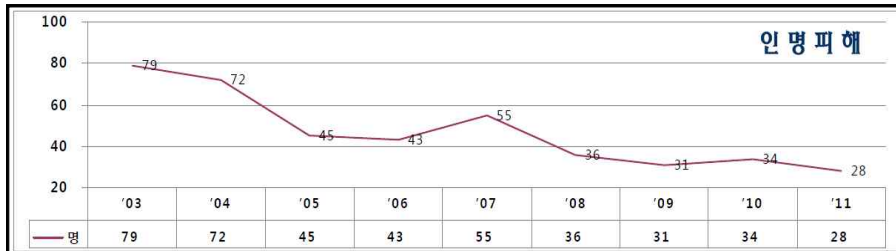


그림 3.113.2 광산사고 인명피해 추세분석('03~'11)

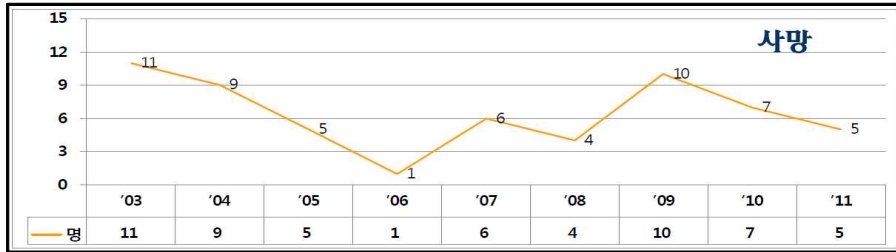


그림 3.113.3 광산사고 인명피해 추세분석('03~'11)

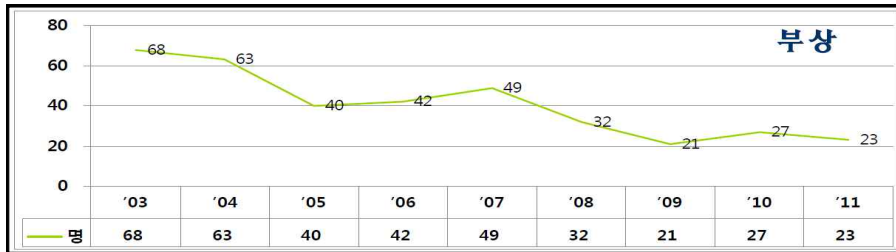


그림 3.113.4 광산사고 인명피해 추세분석('03~'11)

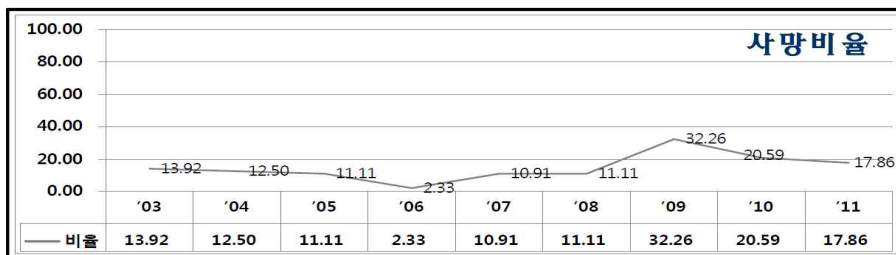


그림 3.113.5 광산사고 인명피해 추세분석('03~'11)



그림 3.113.6 광산사고 인명피해 추세분석('03~'11)

3.3.11 정보기술(IT) 재해

수많은 산업들이 수십년간 혹은 수백년간 유지되어 왔다. 농업이나 광업같은 산업에서도 새로운 기술들이 나타나 사용되고 있다. 사실 그 같은 전통산업에서의 신기술들은 새로운 정보기술에 기초하고 있다. 전자정보처리는 가장 중요한 것으로 지난 삼십여년 동안에 평균적인 작업환경(여건)을 크게 변화시키고 있다. 30여년 전에 개인용 컴퓨터가 보급되면서 오늘날에 와서는 자동차, 비행기, 선박, 승강기, 세탁기, 교통신호등 등이 컴퓨터 정보기술로 제어되고 있는 것이다. 통신분야와 금융분야 등의 일부기술들은 정보기술에 의해서 보다 넓게 활용되고 있다. 이같은 많은 분야에서의 정보기술은 인간의 삶과 죽음을 결정할 수도 있는 상황이 되어 가고 있다. 따라서 만약 이러한 정보기술이 실

패하게 되면 인간들에게 결정적인 위해를 가할 수 있게 될 것이다. 따라서 많은 경우에서 부분적인 실패 후에도 운전이 가능하도록 “2중체계(또는 지원체계, redundant or backup systems)” 를 사용하고 있다. 이 분야에서 주어진 시간에 주어진 문제에 대한 해를 구하는 점에서 “안전” 이 이해되어야 한다. “서기 2000년 문제” 같은 문제의 경우, 지난 1999년에 미국에서만도 컴퓨터 실패로 인해서 1천억 달러의 비용이 소모되었다.

정보기술로 인해서 의도적으로 많은 문제를 야기하고 있다. 2001년에 컴퓨터 바이러스로 인해서 130억 달러가 소모되었으며, 2002년에는 200~300억 달러, 2003년에는 약 550억 달러가 소모된 것으로 보고되어 있다(c't, 2004, Tecchannel, 2004, PC Magazin, 2004).

소프트웨어 공학은 새로운 정보기술의 한분야로 1968년에 처음으로 소개되었다. 프로젝트 실패의 예를 들면 독일연방의 경제부(Ministry of Finance)는 FISCUS 라는 소프트웨어를 개발하려고 했었다. 이 프로그램은 독일의 650개소 세무서에 사용될 것으로 독일의 세무행정의 균질성을 기대하였던 것이다. 이 프로그램의 개발에는 9억 Euros가 사용되었으나 13년 후인 2004년에 부처이기주의 때문에 사업자체가 취소되어 버렸다.

독일에서의 또 다른 예로는 2005년에 시작한 Web 기초의 프로그램 2A11 이 있다. 이 프로그램은 독일에서 새로운 실직자에 관한 규정으로 “Hartz-IV 개정” 으로 불리던 것이다. 이 규정은 프로그램화되어 250만건의 지원이 처리될 것으로 기대되던 것이다. 이 프로그램이 처음 소개되었을 때는 사소한 bug가 발견되었을 뿐이었다. 계정번호가 확인과정이 없이 자동으로 부여되었으며, 따라서 은행계좌 이체가 작동하지 않았으며 따라서 수많은 사람들의 계좌번호가 작동하지 않았던 것이다. 결과적으로 수많은 사람들이 그들의 비고용 혜택을 받지 못하게 된 것이다 (Aβ mann et al., 2006).

독일에서의 세 번째 예를 들면 트럭들에 대한 거리 기준의 교통요금제에 관한 프로그램이었다. 이것은 매우 복잡한 것이었지만 결국은 실패한 것이다. 즉, 트럭에 장치한 보드장치에서 자동적으로 update 하는 기능이 제대로 작동하지 않은 것이다. 결과적으로 많은 문제를 유발하였던 것이다(Aβ mann et al., 2006).

최근에 전 세계적으로 발생하는 해킹문제는 매우 심각하다. 금융전산망, 군

사정보망, 통신망, 산업전산망, 산업시스템, 운영시스템 등 거의 모든 시스템을 망라하여 해킹이 발생하고 있다. 이로 인한 손상금액은 상상을 초월하는 액수로 평가되고 있다. 동시에 발생하는 시민생활 불편 피해는 계산도 할 수 없을 정도이다.

3.3.12 식품재해

지난세기 중엽이후로 최근의 수십년 사이에 공장식 농업과 식품산업의 생산품들의 등장으로 농업의 새로운 위험요소가 등장하게 되었다. 초기 세기들에서는 악기상으로 인해서 식량생산에 장애를 초래한 것이 가장 큰 위험요소였다. 그러나 인공첨가물이 추가되면서 새로운 위험이 대두되게 되었으며, 사람들은 식품이 삶을 위한 가장 일반적인 필요가 된 이래로 식품의 안정성과 관련하여 민감하게 되었던 것이다. 지난 수십년 간의 예를 보면 참으로 심각한 문제를 볼 수 있게 되었다(표 3.72).

표 3.72 유럽에서의 식품사고 예 (Dittberner, 2004)

Year 년도	Region or country 지역 또는 국가	Problem 문제점
1971	Rhineland-Palatinate	Illegal amount of HCH(hexachlorocyclohexane) in milk 우유에 허가 이상의 HCH
1972	Baden-Württemberg	Illegal amount of HCH in milk and vegetables Salmonellae in poultry 우유와 야채에 허가 이상의 HCH, 가금에 살모넬라균
1977	Germany	Illegal amount of HCH in milk 우유에 허가 이상의 HCH
1979	Hesse, Hamburg	Illegal amount of HCH in milk 우유에 허가 이상의 HCH
1979	Nordrhein-Westfalen	Illegal amount of thallium in milk 우유에 허가 이상의 탈륨
1979	Hamburg	Illegal amount of dieldrin(pesticide) in 500 tonnes of Danish butter 화란 버터 500톤에 허용이상의 딜드린(살충제)
1980	Germany	Detection of the synthetic hormone(diethylstilboestrol) in veal 송아지 고기에 합성호르몬제 발견
1981	Spain	Illegal mixture of olive oil with rape oil that was designated for industrial usage. About 20,000 suffered toxication, some dead.
1982	Germany	Salmonellae in nearly 70 % of all deep-frozen chicken detected
1984	Bonn	Illegal amount of HCH in milk
1985	Austria, Germany	Detection of anti-freeze agents in Austrian and German wines
1986	Ukraine, Europa	Radioactivity in food caused by emission of radioactive material from the nuclear power plant in Chernobyl

1986	Italy	Red wine mixed with methyl alcohol, about 30 people died.
1987	Germany	Detection of worms in sea fishes. the consumption of sea fishes fell sharply and new control procedures were imposed.
1987	U.K.	First publication of BSE
1988	Germany	Hormones found in about 70,000 calves
1993	Germany	Reports about spoilt meat in freezers
1994	Germany	Pesticide detected in baby food
1995	Bavaria, Baden-Württemberg	Antibiotics found in honey
1996	Germany	Application of toxic disinfection agents for cleaning of hen-coops
1997	Germany	Illegal import of beef from U.K.
1997	Italy, Belgium	Production of butter using suet and chemicals in Italy, distribution mainly in Belgium
1999	Belgium	Animal feed mixed with dioxin containing industrial oil leading to, prohibition of eggs, butter and meat products
2000	Spain	Illegal amount of pesticides found in spanish capsicum
2001	Germany, Austria	Application of hormones and vaccines for the fattening of pigs
2001	Europe	Import of shrimps from Asia treated with antibiotics
2002	Netherlands, Germany	Import of veal loaded with chloramphenicol
2002	Sweden, Europe	Detection of acrylamid in some foods
2002	Thailand, Hesse	Import of Thai poultry containing nitrofurantoin
2002	Germany	Nitrofen(herbicide) found in wheat
2002	Italy, Germany	Import of turkey containing tetracyclin
2002	Germany	Spoiled poultry in trade
2002	Germany, Mecklenburg-Western Pomerania	Storage of wheat in the ground of a former military airport, wheat contained high amounts of lead
2003	Germany, Israel	Breast milk substitute contained insufficient amounts of vitamin B1, in Israel two babies died
2003	Italy	Poison attack on mineral water and milk products

산업적 식품생산에서 가장 심각했던 식품사고로는 영국과 유럽에서 발생하였던 BSE(bovine spongiform encephalopathy : 광우병) 대유행이었을 것이다. BSE는 스크레피(scrapie : 양이나 염소의 뇌를 침범하는 전염병으로 치사율이 매우 높음)에 감염된 양으로부터 유래한 것으로 판명된 것이다. 불행하게도 발생 수년전에 이미 동물성 단백질(사료)에 의해 반주동물인 양들이 병을 앓게 되고 재현되는 것을 알게 되었던 것이다. 이 질병은 양들로부터 소

들에게로 자연적으로 전파되는 것도 판명되었던 것이다. 그러나 죽은 동물들의 사체는 반추동물의 사료로 사용되었으며 결과적으로 20만마리가 넘는 소들이 질병에 걸리게 된 것이다. 사전에 살처분된 숫자는 몇 백만마리가 넘는 것이었다.

스크래피질병은 200년 전부터 잘 알려진 것으로 병든 양고기를 사료로 사용하지 않은 경험 많은 목장주들은 사전에 BSE를 사람으로 전파시키지 않았던 것이다. 그러나 결국은 소들로부터 다른 동물로의 전파가 증명되어 결국은 종(種)들간의 전이를 확인하게 된 것이다. Papua New Guinea에서 유행하였던 것으로 집중적인 연구를 통해서 BSE의 사람으로의 전파과정을 상당히 밝혀낸 것이다. 1990년대 중반부터 Creutzfeld-Jakob질병의 새로운 형태가 관찰되기 시작했다. 그러나 이 질병의 인과관계를 밝히는 것은 극히 어려운 것이다. 그럼에도 불구하고 초기의 Creutzfeld-Jakob질병과는 대조적으로 어린이들에게도 이 질병이 옮겨지는 것을 확인하고 있다. 현재도 200여명이 조금 안되는 숫자의 환자가 있는 상태이다. 수적으로는 상당히 낮은 수준이지만 잠복기간이 20년 정도인 점을 고려하면 안심할 것이 아니다. 최근의 연구 결과를 보면 잠복기간과 발생확률은 유전인자 의존형임이 밝혀지고 있다 (Worth Matravers et al., 2000, Prusiner, 1995, Carrell, 2004).

농업에서의 새로운 기술의 발전은 유행병의 원인일 수도 있다. 대부분의 소비자들은 기술의 변화를 잘 알지 못한다. 그러나 유전자 변형 식품의 경우는 소비자들이 그 변화를 잘 알게 되었다. 결과적으로 많은 사람들이 그러한 식품들을 거절하고 있는 상태이다. 그러나 한 가지 지적할 것은 그러한 유전자 변형 식품이 이미 수십년간 사용되어 왔다는 점이다. 유전자 배열의 변환기술 뿐만 아니라 방사능 물질의 조사기술을 사용하여 식물의 변종을 유발하고 유전적으로 새로운 작용을 하는 새로운 품종을 만들어 내는데 사용한지도 이미 30년이 넘는 것이다. 이와는 대조적으로 유전공학은 한종류의 유전자배열을 달리하여 유전자 이식체(transgenic creatures)를 생산하는 단계에 까지 이르게 되었다(Uni-protokolle, 2004, Spahl & Deichmann, 2001).

새로운 질병으로 부터의 독립성과 유전자 조작 식품, 그리고 또 다른 수많은 위험들이 식품과 관련하여 증가되고 있다. 개발선진국들에서는 모든 식품들이 변화를 맞이하고 있다. 식품의 효과나 디자인 혹은 현재의 문화적 변화,

특히 여성들의 날씬함의 추구와 식사시간 등과 관련하여 많은 변화를 보이고 있다. 그러한 변화에 대한 일반적인 경향을 Grimm(2001)과 Pollmer (2006)에서 찾아 볼 수 있다.

3.4 사회적 위험(Social Risks)

3.4.1 자살(Suicide)

자살은 자신의 생명을 고의적으로 포기하는 것이다. 이러한 생명포기는 어떤 위험한 행동에 의해서 이루어지는 적극적인 방법으로 이루어 질 수 있다. 예를 들면 시설물로부터 뛰어 내린다든지 혹은 흉기를 사용한다든지 아니면 투약거부나 음주에 몰두한다든지 하는 등의 생명유지 수단들을 위태롭게 하는 행동들에 의한 수단들이 있다.

세계적으로 보면 자살 성공자 수는 매년 1백만 명에 이른다. 그러나 이러한 수치는 지정학적 위치나 시간에 따라 변한다. 독일의 경우 자살자 수는 1982년의 18,700에서 2000년에는 약 12,000으로 줄어든다(Helmick, 2004, Eichenberg, 2002). 최대의 자살률은 전 소련연방 지역이다(그림 3.114).

성별 구분에 의하면 남성이 여성에 비해 자살을 더 많이 실행하는 편이다. 러시아 남성의 경우는 여성보다 4배까지 더 많은 편이다. 반면에 독일의 경우는 남성 자살률이 여성의 2배 정도이다.

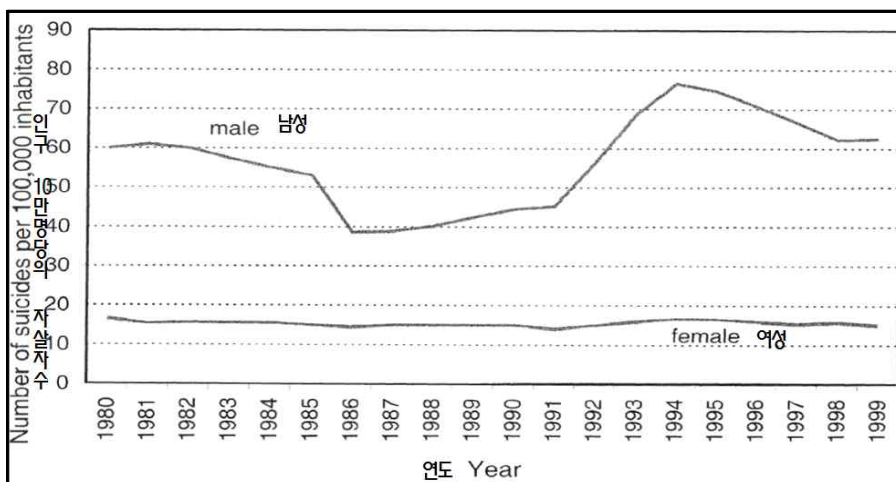


그림 3.114 러시아에서의 자살률 변화 (Felber, 2004)

자살률은 연령대 별로 다르다. 일반적으로 나이가 더해가면서 자살률은 증가한다. 자살률은 청년기에 첨두를 보인다. 15세에서 29세 사이에는 사망원인의 2번째를 자살이 보여주고 있다. 60세가 넘는 여성은 상당한 자살률을 보이고 있다(Dlubis-Mertens, 2003).

독일의 경우 자살이 전체 사망률의 1.3%를 차지하고 있다. 그러나 보고되지 않은 수가 보고된 거의 25%에 이른다고 알려져 있다. 얼마나 많은 수가 약을 잘못 사용하고 있는지, 자동차 사고와 기타 사고들이 의도적으로 얼마나 이루어지고 있는지를 파악하는 것은 매우 어려운 상태이다. 자살시도는 자료 보호 제한으로 인해서 기록되지도 않는 실정이다.

언론 매체가 자살에 가장 큰 영향을 끼치고 있다. 인터넷에서는 집단자살 조직까지 이루어지고 있는 실정이다. 대중매체는 때로는 자살 방법론까지도 보도하고 있어 모방 자살을 부추키기도 하고 있다. 이러한 현상을 "베르테르 효과 : Werther effect"라고도 한다. 이는 괴테(Goethe)의 작품 “젊은 베르테르의 슬픔 : The Sorrows of Young Werther” 이 출판된 후에 첫 자살이 우연히 이 작품과 연계되면서 부르게 된 것이다.

결과로 여러 국가들에서 자살에 관한 유행이 생겨난 것이다. 예를 들면 유명한 미국의 금문교(The Golden Gate Bridge)에서의 자살자 수는 이미 1,000명을 넘어섰고 있다. 프랑스에서는 대중매체에서 자살사진을 실을 수 없게 되어 있으며 오스트리아에서는 지하철을 이용한 자살은 연계자살을 방지하기 위하여 보도를 못하게 하고 있다.

자살을 많이 하는 장소들의 예를 표 3.73에 정리하고 있다. 독일의 경우 세계에서 가장 큰 조적(造積) 아치구조인 Gölitzsch Viaduct (Gölitzschtalbrücke) 수로(水路)교량에서 자살이 자주 발생하고 있다(그림 3.115). (http://en.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6litzsch_Viaduct)

표 3.73 자살로 유명한 구조물 또는 장소에서의 자살자 수

Structures 구조물	Number of suicides 자살자 수
Golden-gate-Bridge in San Francisco 금문교	~ 1,200
Eiffel Tower 에펠탑	~ 370
skyway-Bridge in Florida 플로리다 스카이웨이 교량	~ 81 since 1989

Arro-Secco-Bridge in Pasadena(California) 파사데나(캘리포니아) 아로-섹코 교량 Mount Mihara Vulcano in Japan 일본 미하라 분화구 Empire-State-Building in New York 뉴욕 엠파이어 스테이트 빌딩 Space-Needle in Seattle 시애틀 Space-Needle	
---	--



그림 3.115 독일의 Göltzschtal 수로(水路)교량

자살의 중요한 원인 중의 하나는 우울증(depression)이다. 독일의 경우 인구의 5 %정도인 4백만 명이 우울증으로 고생하고 있다는 평가이다. 만약 이것이 사실이라면 자살은 사회적 위험이 아니라 건강위험으로 보아야 할 것이다. 그러나 대부분의 경우 우울증은 단일의 극적인 사회적 상황으로 인해서 발생한다. 예를 들면 실업이라든지 배우자의 손실(사망, 이혼 등) 또는 자녀의 손실 등과 같은 것이 많은 경우에서 원인이 되고 있다. 이것들은 사람들이 살아 가는 사회적 연계망(네트워크)의 손상으로서, 만약 남아있는 사회적 연계망이 상처를 치유하기에는 불충분하다면 그 개인은 실패할 수도 있는 것이다.

매년 200여명 투신하는 한강에서 인명(人命) 구할 묘책은? (2013.05.09. 조선닷컴 사회부 기동취재팀 이정원 기자의 기사문)

“통곡하며 슬퍼할 어머니를 한번만 더 생각해요!”



2013년 4월 28일 개그맨 정범균(27 사진, /조선일보DB)씨가 서울 마포대교에서 뛰어내리려던 한 40대 남성을 설득해 구조한 사건이 있었습니다. 마침 마포대교를 지나던 정씨와 시민이 투신을 그림 3.116 개그맨 정범균 기 전 남성을 구조해 다행이지만, 2007년부터 2011년까지 933명이 한강에서 뛰어내려 이 가운데 412명(44.2%)이 목숨을 잃었습니다. 지난해에는 8월말까지 111명이 투신자살을 기도해 52명이 사망했습니다. 한강 투신사고는 날씨가 더워질수록 늘어납니다. 보통 1~2월보다 7~8월에 3배 정도 증가하는데, 추운 겨울에는 강가에 접근하기 어렵다는 심리적 요인 탓이 크다고 합니다. 때문에 여름만 되면 한강 수난구조대, 한강경찰대, 한강 근처 경찰서와 소방서는 늘 비상 대기상태입니다.

여름철 투신자 겨울의 3배... 신고접수 매뉴얼만 충실해도 인명 구조 가능

지난해 7월초 서울 중구와 용산구를 담당하는 중부취재라인에서 활동할 때, 한 병원의 장례식장을 갔다가 옛된 청년의 영정사진이 놓인 빈소에서 발길을 멈췄습니다. 그해 7월 3일 오후 5시 54분쯤 한강대교 남단에서 몸을 던져 투신자살한 대입준비생 임모(22)씨였습니다. 한강대교를 지나던 행인이 다리 위에 놓인 슬리퍼, 모자, 휴대폰을 보고 119에 즉시 신고를 했지만, 차가운 강물로 뛰어내린 청년은 40분쯤 후인 오후 6시 36분 싸늘하게 식은 시신으로 발견됐습니다. 당시 119신고 통화내용은 이랬습니다.

- 신고자 : 동작대교 그 노랑진 쪽에 있는 거 가까운 텐데요 여기에 다리에 슬리퍼랑 모자랑 핸드폰이랑 우산이 이렇게 놓여 있거든요.
- 접수자 : 잠깐만요 동작대교 그러시면 이 남단 쪽이랑 얘기예요?
- 신고자 : 예, 노랑진에 가깝고요. 여기가 어디냐면 생명의 전화SOS있고요. 인명구조 장비 보관함 바로 옆이에요.
- 접수자 : 동작대교 남단이네요?
- 신고자 : 예 노랑진 쪽에 더 가깝고요.
- 접수자 : 예, 알겠습니다. 그럼 저희가
- 신고자 : 생명의 전화 있는데 인명구조장비보관함 바로 옆에 있거든요? 판

건 몰라도 핸드폰이 있어 갖고요. 핸드폰이랑 슬리퍼랑 모자가 있는 건 좀.

- 접수자 : 알았습니다. 저희가 나가서 확인 해볼게요.

뭔가 이상하지 않나요? 다리 한가운데에서 유류품을 발견하고 당황한 신고자는 자기도 모르게 사건 발생장소인 ‘한강대교’를 ‘동작대교’로 바꿔 말했던 겁니다. 신고자가 당황한 와중에도 ‘생명의 전화’와 ‘구조장비 보관함’이란 힌트를 주면서 장소를 안내했지만, 서울종합방재센터는 ‘동작대교로 출동하라’는 지령을 내립니다.

동작대교에 수난구조대가 도착했지만 임씨의 흔적은 없었고 구조대가 신고자와 다시 직접 통화해 신고 16분 만에야 한강대교 현장에 도착했습니다. 구조대가 신속하게 투신 지점으로 출동하려면 신고전화를 접수한 서울종합방재센터의 정확한 위치확인이 필요했지만 이런 확인 절차가 없었습니다. ‘신고접수자 매뉴얼’에 따라 통화의 주도권을 잡고 다리의 생김새나 주변의 시설물 등을 물어 위치를 제대로 확인했다면 구조대는 4분 내 현장에 도착해 임씨의 생명을 구할 수 있었을텐데 하는 아쉬움이 남습니다.

한강 전체에 수난 구조대 두곳 뿐, ‘구조 사각(死角)지대’ 보완해야



그림 3.117 마포대교를 지키는 수난구조대, 조선일보DB

서울 한강 일대에는 투신 신고가 접수되면 출동하는 수난구조대가 영등포와 광진 2군데 운영 중입니다. 반포대교를 기점으로 서쪽은 영등포, 동쪽은 광진구조대가 관할합니다. 문제는 관할지역의 거리가 20km 이상이다 보니, 현장에 도착하는 시간이 오래 걸리는 ‘구조 사각(死角)지대’가 존재한다는 것입니다. 수난(水難)사고의 특성상 일반적으로 물에 빠진 사람을 구하려면 신고 3분 내에 현장에 도착하는 구호체계가 필수적입니다. 특히 한강은 조류가 심해서 출동시간이 지연될수록 인명구조율이 현저하게 떨어집니다. 하지만 현재 2곳 뿐인 수난구조대가 제 시간에 현장에 도착하긴 매우 어렵습니다.

수난구조대에서 인명구조에 사용하는 중형보트와 구조정은 각각 시속 35노

트, 10노트의 속력을 냅니다. 서울시 소방재난본부에 따르면 중형보트가 3분 이내에 도착할 수 없는 다리는 한강·한남·성산·잠실대교 등 9곳입니다. 구조정은 서강대교와 영동대교를 뺀 모든 다리에 3분 안에 도착할 수 없습니다. 특히 한강대교는 2003년부터 2011년까지 138명이 뛰어내려 투신자 수 2위를 기록한 ‘자살 명소’란 불명예를 기록한 다리로 대표적인 ‘구조 사각지대’에 속합니다. 실제로 한강대교에서 뛰어내렸을 때 사망률은 35%나 됩니다. 2010년 한강대교에서 가까운 반포지구에 수난구조대를 신설한다는 계획이 세워졌으나 2년 넘게 보류됐습니다.

투신자들을 가장 효과적으로 설득하는 말은?

투신 자살을 막기 위해 마포대교 난간에 새겨진 문구들을 사진에서 볼 수 있습니다. 자살 기도자에게 말을 걸고 위로하는 내용입니다.(문현웅 기자) 한강대교를 관할하는 서울 용산경찰서 한강로 파출소는 여름철이면 보통 하루에 1건, 많게는 2~3건씩 투신 관련 신고를 받습니다. 자살 기도자를 진정시켜 병원에 데려다 주는 일을 주로 하다보니 일대 관할 지구대나 파출소에서 근무하는 경찰들은 ‘설득의 달인(達人)’이 됩니다.

경찰들은 다리 난간에 서 있는 사람을 진정시키기 위해 말을 걸며 구조대가 도착할 시간을 벌니다. 경찰이 출동하면 “가까이 오면 죽어버리겠다”고 흥분하는 사람도 간혹 있는데, 이럴 땐 멀찍이 떨어져 흥분을 가라앉히는 게 최우선이지요.

이들과 현장 출동 경찰과의 긴장상태가 1시간 넘게 이어질 때도 종종 있습니다. 이럴 때 가장 효과적인 설득 방법은 뭘까요? 한강로파출소의 한 경찰관은 “자살을 결심하게 된 사연을 들어주면서, (자살하면)슬퍼할 가족 얘기를 조심스럽게 꺼내는게 고전적인 기법이지만 가장 좋다”고 했습니다. 일례로 지난해 9월 말 생활고를 견디다 못해 투신을 결심한 A씨가 “엄마를 만나기 위해 물속으로 들어가야 한다”고 한강대교 난간에 올라가 외쳤는데, 현장 경찰이 “물 속에 계신 어머니도 선생님이 따라오시면 슬퍼하실 것입니다”고 말해 A씨가 잠깐 주춤하는 틈을 노려 그를 짚싸게 감싸안아 안전한 곳으로 옮겼다고 합니다.



그림 3.118 마포대교 난간의 자살방지 문구들, 조선일보DB

‘투신자살 다리 1위’란 오명(汚名)을 갖고 있는 마포대교 난간에 “무슨 고민 있어?”, “내일은 해가 뜬다”, “밝은 날도 오겠지” 같은 문구가 새겨져 있고, 다리 중간에 활짝 웃는 가족·친구·연인의 사진들이 붙어 있는 것 역시 마지막 순간 가족 등의 정(情)에 호소하기 위함입니다. 한강 다리 위에 설치된 ‘생명의 전화’ 수화기도 나름 유용합니다. ‘생명의 전화’ 상담원과 이야기를 나눠 자살을 포기한 사람만 지난해 163명이었습니다. 앞서 언급한 대입 준비생 임모씨(22)의 어머니는 “살아있을 때 더 많이 얘기를 들어주지 못하고 더 많이 사랑한다고 말 못한 게 후회된다”고 땅을 치며 절규했습니다. 아들이 세상을 떠난 지 10개월이 흘렀지만, 어머니의 카카오톡 프로필 사진은 아직도 아들이 유치원 때 고사리손으로 그린 그림, 아들의 웃는 얼굴 사진입니다.

연일 기온이 오르고 있지만, 남아있는 가족들에게 평생 지울 수 없는 큰 상처와 아픔을 남기는 투신이 올해에는 아예 사라지거나 크게 줄어든다면 얼마나 좋을까요. 최소한 강물에 뛰어든 사람을 신속하게 구조하는 체제를 빈틈없이 갖추고 마지막 순간까지 그들의 마음을 되돌리는데 조금도 소홀함이 없었으면 합니다.

최근(2005년~2011년) 우리나라의 인구 십만명당의 남녀 사망자와 사망률을 다음의 표와 그림에서 볼 수 있습니다. 사망자수를 줄이는 적극적인 사회 안전망이 확립되어야 할 것임을 보여 주고 있습니다.

표 3.74 인구 십만명당 사망자와 사망률(자료출처 : 통계청)

사망 원인	2005			2006			20.....07			2008			2009			2010			2011		
	N	R	S	N	R	S	N	R	S	N	R	S	N	R	S	N	R	S	N	R	S
고의적 자해 (자살)	12,011	24.7	24.7	10,653	21.8	21.3	12,174	24.8	23.9	12,858	26.0	24.7	15,412	31.0	29.1	15,566	31.2	28.7	15,906	31.7	28.8
남자	8,026	32.9	35.7	7,227	29.5	31.3	7,747	31.5	32.7	8,260	33.4	33.7	9,936	39.9	39.3	10,329	41.4	40.0	10,866	43.3	41.1
여자	3,985	16.4	15.4	3,426	14.1	12.9	4,427	18.1	16.8	4,598	18.7	17.2	5,476	22.1	20.2	5,237	21.0	18.9	5,040	20.1	17.9

N : 사망자수 (명) R : 사망률 (십만명당) S : 연령표준화 사망률 (십만명당)

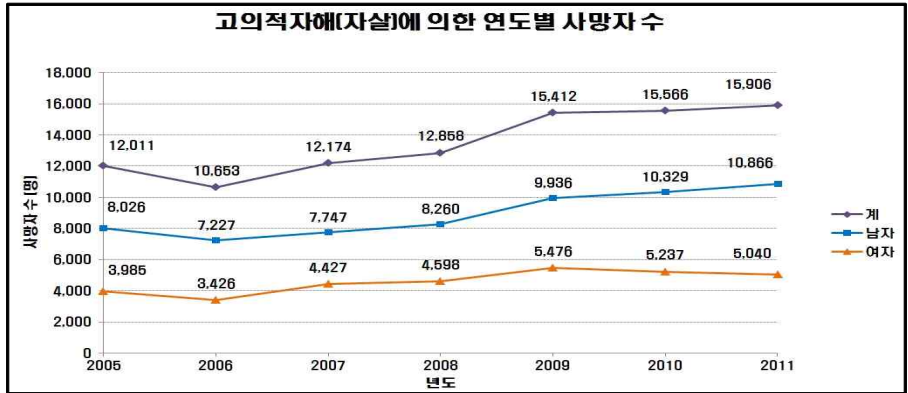


그림 3.119 고의적 자해(자살)에 의한 연도별(2005~2011) 사망자 수(남, 여, 합계)

다음은 OECD 국가들 중 자살율이 월등한 1위인 우리나라의 실상을 보여주는 자료이다. 2010년을 기준으로 10만명 당 33.5명이 자살한다. 2위인 일본보다 12.3명이나 앞서는 수치이다. 전통적인 자살왕국인 헝가리가 2010년도 집계에서 빠진 관계로 일본이 2위가 되었으나 집계에 포함된다하더라도 10명 이상이나 격차가 벌어지는 1위자리 고수는 가능할 것이다.

자살은 현실과 이상의 괴리로 좌절하여 벌어진다. 청년 실업을 상승, 가계부채 급증, 실질소득 하락, 소득대비 값비싼 등록금, 치열한 생존경쟁, 배수의 진을 치고 사는 직장인들...

이 모든 것이 현재의 대한민국의 일반 국민의 삶의 모습일 것이다. 자살을 세계 1위는 그냥 만들어 진 것이 아닐 것이다.

표 3.75 OECD 국가들의 년도별 자살을 주세

Suicides 자살								
Deaths per 100 000 population 인구 십만명당의 자살자 수								
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Australia	10.9	10.6	10.3	10.4	10.8	10.8	10.5	10.6
Austria	17.4	16.7	16.2	14.7	14.5	14.1	14.1	13.9
Belgium	..	18.4	18.6	17.7	..	..	..	..
Canada	11.7	11.0	11.2	10.4	10.5	10.7	11.1	..
Chile	11.6	11.8	11.2	11.7	11.8	13.1	13.3	..
Czech Republic	16.7	15.0	14.8	13.1	12.7	12.6	13.2	13.5
Denmark	11.5	12.0	11.3	11.6	..	..	..	..
Estonia	24.9	23.9	19.8	17.4	18.3	17.3	19.3	15.8
Finland	20.1	20.0	18.3	19.6	18.2	19.0	18.9	17.3
France	17.8	17.5	17.1	16.5	15.8	16.1	16.2	..
Germany	12.6	12.0	11.4	10.7	10.2	10.3	10.3	10.8
Greece	3.3	3.0	3.4	3.3	2.8	3.1	3.2	..
Hungary	27.1	26.5	25.2	23.4	23.3	23.4	23.3	..
Iceland	9.8	12.5	11.5	10.8	12.0	12.4	11.8	..
Ireland	11.5	11.5	10.8	10.6	10.4 (b)	11.5	11.7	11.0
Israel (1)	7.5	7.1	7.3	6.0	5.3	5.7	6.2	..
Italy	6.4 (b)	..	..	5.6	5.7	5.8	5.9	..
Japan	23.3	21.9	22.1	21.6	22.1	21.8	22.2	21.2
Korea	28.1	29.5	29.9	26.2	28.7	29.0	33.8	33.5
Luxembourg	11.1	14.3	10.7	14.1	16.8	9.2	11.3	..
Mexico	4.6	4.5	4.6	4.5	4.5	4.7	5.0	4.8
Netherlands	9.2	9.1	9.4	9.1	8.0	8.4	8.9	9.2
New Zealand	13.3	12.4	12.7	12.7	11.9	12.4	..	..
Norway	11.1	11.8	11.6	11.5	10.5	10.6	11.9	11.2
Poland	15.2	15.6	15.5	14.8	13.4	14.4	16.3	15.9
Portugal	10.6	..	..	..	8.9	9.0	8.9	9.3
Slovak Republic	14.2	12.5	12.6	..	..	10.7	10.8	11.3
Slovenia	27.1	24.0	23.6	24.6	19.9	18.6	20.0	18.6
Spain	7.8	7.7	7.3	6.9	6.7	7.0	6.9	6.3
Sweden	12.0	12.4	13.1	12.7	11.9	12.2	12.9	11.7
Switzerland	16.6	16.6	16.6	16.5	16.9	..	..	..
Turkey	..	..	..	..	..	..	..	..
United Kingdom	6.6	6.9	6.7	6.7	6.3	6.9	6.8	6.7
United States	11.1	11.3	11.2	11.3	11.7	12.0	..	..

[출처] 불명예스러운 OECD 최고의 자살을 국가 - Korea 작성자 전영석 세무사

3.4.2 빈곤(Poverty)

빈곤은 특정한 삶의 형태로 이해할 수 있다. 이러한 삶의 형태는 기회의 부족으로 정의할 수도 있겠다. UNO는 빈곤을 “삶의 기반상실(deprivation of the basis of living)” 로 정의하고 있다. 이러한 빈곤은 여러 가지 방법으로 측정될 수 있다. 즉, 빈곤모수는 금전적 수입, 빈곤 기준선(poverty line), 기초필요에 대한 불만족 정도(unsatisfied basic needs indicator), 또는 빈곤자수 지수(poverty head count index) 등을 기준으로도 측정할 수 있다 (Coudouel et al., 2003).

빈곤은 세계 모든 곳에서 발견될 수 있으며 모든 연령의 사람들에게 영향을 끼칠 수 있다. 가용할 금전적 자원량에 기초하면 1일 1달러 이하로 살아가는 세계인구의 1/5정도인 12억명 정도는 가난하다. 물론 빈곤이 세계적으로, 지리적으로 균등하게 분포되어 있는 것이 아니라 도처에서 발견되고 있는 것이다. 특히 개발도상 국가들에서 높은 빈곤율을 보이고 있는 것이다. 개발도상 국가들에서의 기초적인 건강서비스가 제한적임을 고려하면 전체 인구의 60 % 정도가 빈곤한 삶을 보이고 있는 상태이다. Mexico 같은 일부 국가들에서는 인구의 70 %~90 %가 빈곤하게 살고 있는 것으로 보인다.

일부는 다른 사람들 보다 더 극심한 빈곤한 삶을 살고 있는 것이다. 예를 들면 세계적으로 5세 이하의 어린이들 중 1천60만명의 어린이가 매년 죽고 있는 실정이다. 이들은 주로 영양실조나 의학적 치료가 모자라서 죽고 있는 것이다(Razum & Breckenkamp, 2007). 사회적 상태와 어린이 건강과의 일반적 관계는 Lampert & Kurth (2007)에서 찾아 볼 수 있다. 건강에 미치는 실업과 빈곤의 영향들은 Weber et al. (2007)이 잘 조사한 바 있다.

여러 연구들의 결과로 빈곤에 의한, 심지어는 개발선진 국가들에서도, 수명 기대치들이 잘 평가되어 있다. 독일의 경우를 보면 빈곤에 의해서 5년~12년의 수명기대치를 잃어버리고 있다. 다른 나라들에서는 7년 정도가 평가되고 있다(Cohen, 1991).

개발도상 국가들에서도 수명기대치가 빈곤에 의해서 가장 크게 영향을 받고 있으며, Zimbabwe 같은 나라에서는 빈곤으로 인해서 33년의 손실수명을 보이고 있다. 빈곤은 비정상적인 정치적 여건들과 관계되어 있으며 특히 전쟁상태와 연결되어 있는 것이다.

3.4.3 전쟁(War)

전쟁은 평상시에는 생각할 수 없을 정도로 사망률을 급격하게 증가 시킬 수 있다. 한편, 전쟁은 비교적 규칙적으로 발생한다(Richardson, 1944). 따라서 전쟁이 사망률에 미치는 영향을 고려해야 할 것이다. 전쟁 중의 사망률은 군사작전 뿐만 아니라 일상의 여건들이 저하된다는 점들과 연계된다. 예를 들면 수많은 사람들이 기아나 의료여건이 충분하지 않아서 죽어간다. 뿐만 아니라 전쟁의 여건 하에서 가족을 잃는다든지 하는 등 엄청난 스트레스가 사망의 중요한 원인이 되고 있다.

1차 대전 동안에는 34개국의 15억 2천만명이 전쟁상태에 있었다. 약 6,700만명의 군인들이 기동중이었으며 그들 중 13%는 죽었고 30%정도는 부상당했다. 그리고 5%정도는 전쟁 후에 불구가 되었다. 이러한 결과는 군인들의 사망률이 연간 $3\%(3 \times 10^{-2})$ 정도임을 보이고 있는 것이다(Schenck, 1965). 2차 대전에서는 독일군인들의 사망률은 연간 12~15 % 정도였으며, 1939년과 1945년 사이에서는 약 530만명이 죽었다. 기동율(한 국가에서 살고 있는 남자들의 총 수에서 군인들의 수)은 거의 50%에까지 이르렀다. 전체 전쟁기간동안에 독일 전체 남성의 25%가 죽었다(Overmans, 1999).

전체 5천만명의 희생자를 포함하여 2차대전은 인류역사상 인간이 저지른 가장 큰 재앙이었음을 알 수 있다. 어떤 사람들은 주장하기를 20세기의 전쟁들은 쇠사슬처럼 서로 연계되어 있다는 것이다. 1차 대전은 연계전쟁의 시작으로 대규모의 사상자를 냈을 뿐만 아니라 수십년을 지속하는 내란 상태를 유발하여 수많은 사람들의 목숨을 앗아가는 등 많은 국가들을 무너뜨린 결과를 낳았다. 러시아와 중국에서 발생한 내란이 가장 좋은 예가 될 것이다. 1차 대전의 경제적 결과 역시 독일의 Nazi 당의 정치적 성공이 책임져야 할 사항이다.

2차 대전의 결과로 유럽은 분리되었으며 아시아에서는 황제들이 영원한 변화를 맞이하게 되었다. 일본의 영향력은 급격하게 줄어들어 한국을 중립상태로 만든 상태에서 떠났다. 이것이 한국전쟁과 월남전쟁을 유발한 원인이 된 것이다. 이처럼 전쟁의 연계성은 20세기 동안에 1억 5천만 명에서 2억 명에 이르는 인명 손실을 낳은 가장 큰 원인이 된 것이다. 20세기 동안에 전체 사망자 가운데 4 %~5 %정도가 전쟁의 결과로 죽었다고 평가되고 있다. 전쟁 관련 사망자 수를 표 3.76에서 볼 수 있다.

표 3.76 역사상 전쟁관련 사망자 수 (Eckhardt, 1991, Leger Sivard, 1996)

Century 시기(세기)	War death in millions 전쟁사망자 수(백만)	Death per 1,000 people 천명당의 사망자 수
1st-15th	3.7	Not specified
16th	1.6	3.2
17th	6.1	11.2
18th	7.0	9.7
19th	19.4	16.2
20th	109.71	44.4

20세기가 가장 큰 전쟁 피해를 유발하기는 하였지만 전쟁은 인류발전과 더불어 아마도 피할 수 없는 것일지도 모른다. 전쟁은 옛 이집트 시대에서부터 그리스 시대, 로마 시대, 대 이동시대, 그리고 중세 시대를 통해서도 계속되었다. 표 3.77은 지난 5세기 동안에 있었던 중요 전쟁에서의 사상자 수를 보여 주고 있다. 사상자 수에 대해서 다른 설명이 더해 있다. 유럽의 30년 전쟁 동안에 군인 사상자 수는 전체 사상자수에 비해서 매우 적은 편이었다.

그러나 이 전쟁 중에는 민간인들에 대한 군인들의 난동이 매우 심했던 것이다. 여기에 더해해서 문제가 되었던 것은 기아와 유행병이었다. 사상자에 대한 보다 자세한 내용은 19세기 프러시아 왕립의사에 의해서 기록된 “30년 전쟁동안의 유행병과 기아” 그리고 “30년 전쟁동안의 전염병과 전쟁의 역사 (History of epidemics, famine and war during the time of the 30 year war)” 책에서 찾아 볼 수 있다. Mark Brandenburg은 인구의 반을 잃었다고 기술하고 있다. 그러나 당시에는 가끔 사람을 죽이지는 않고 아예 몰아낸 적이 많았다. 따라서 실제적인 사상자수는 낮은 편이었다. 당시에 농부들은 그들의 마을에서 떠나지 못하게 하였던 것이다. 따라서 많은 농부들은 전쟁동안에 성장하는 도시로 도망하기 위해서 매우 혼란스런 상황에 놓였던 것이다. 결과적으로 30년 전쟁은 독일의 인구를 급격하게 줄게 한 결과를 낳았다. 30년 전쟁 이전에는 독일의 전체 인구는 약 2,200만명 이었으나 전쟁 후에는 1,350만명으로 줄어들었다.

역사 초기의 전쟁과 중세의 전쟁들과는 대조적으로 현대의 전쟁은 매우 파괴적인 무기를 사용하게 된 점이 있다. 이같은 파괴력의 증강과 결과를 표 3.77에서 볼 수 있다.

표 3.77 선택한 전쟁관련 사망자 수 (Renner, 1999, White, 2007)

Conflict 분쟁	Period 기간	Number of people killed in millions 사망자 수(백만)	Civilian victims In percent 민간인 사상자율
Peasants' War in Germany 독일 농민 전쟁	1524~1525	0.17	57
Dutch independence War versus Spain 화란의 대 스페인 독립전쟁	1585~1604	0.18	32
30~year War in Europe 유럽의 30년 전쟁	1618~1648	4.00	50
Spanish Succession in Europe 유럽의 스페인 왕위세습전쟁	1701~1714	1.25	~
7~year War(Europe, North America, India) 7년전쟁(유럽, 북미, 인도)	1755~1763	1.36	27
French Revolutionary and Napoleonic wars 프랑스혁명과 나폴레옹 전쟁	1792~1815	4.19	41
Crimean War 크림 전쟁	1854~1856	0.77	66
US Civil War 미국 시민전쟁	1861~1865	0.82	24
Peruguay versus Brasil and Argentina 페루 대 브라질과 아르헨틴 전쟁	1864~1870	1.10	73
Franco-Prussian War 프랑코-프러시아 전쟁	1870~1871	0.25	25
Congo Free State War 콩고 자유국 전쟁	1886~1908	8.00	
US-Spanish War 미국-스페인 전쟁	1898	0.20	95
Mexican Revolution 멕시코혁명	1910~1920	1.00	
Russian Civil War 러시아 시민전쟁	1917~1922	4.0~10.0	
China : Warlord and Nationalist Era 중국 대장정과 국부군 시대	1917~1937	40.0	
World War I 1차 세계대전	1914~1918	26.0	50
Armenian massacres 아르메니아 대학살	1915~1923	1.00	
Stalin's regime 스탈린 독재시대	1924~1953	15~30	
World War II 2차 세계대전	1939~1945	53.5	60
Chinese Civil War 중국 국공 내전	1945~1949	1.0~6.0	
Mao Zedong's regime including famine 모택동 독재시대	1949~1975	40~45.0	
Korean War 한국전쟁	1950~1953	2.7~2.9	50
Rwanda and Burundi 르완다와 부룬디의 내전	1959~1995	0.7~1.7	
Vietnam War 월남전쟁	1960~1975	3.0	58
Nigeria 나이지리아 내전	1967~1970	2.0	50
Cambodia 캄보디아 내전	1970~1989	1.2	69
Bangladesh secession from Pakistan 방글라데시 내전(파키스탄에서 분리)	1971	1.0	50
Afghanistan 아프간 내전	1978~1992	1.5	67
Mozambican Civil War 모잠비크 내전	1981~1994	1.0	95
Sudan Civil War 수단 내전	1984	1.5	97

파괴력(explosive power)은 TNT 등가 질량으로 표시하였다. 살상지수(killing index)는 일부 군에서 품질관리를 위해 사용하는 것으로 가능한 목표

의 수로 나타내고 있다. 물론 이 수치는 대포의 최대 속도만을 고려한 다소 이론적인 것으로 병기에 대한 병참(탄약 공급 문제 등) 문제 등은 고려하지 않은 것이다. 표 3.78에 근거하면 최대의 파괴력은 원자탄에서 찾아 볼 수 있다(Albrecht, 1985).

표 3.78 무기들의 파괴력과 살상지수(Albrecht, 1985)

Weapon 무기	Explosive force in TNT 폭발력	Killing index 살상지수
Javelin 창		18
Sword 칼		20
Bow and arrow 활과 살		20
Crossbow 격발식 활		32
Drake, 12 pounds (12lb 소형대포) 16C		43
Flint with flintlock (부싷돌 중(수발총)) 18C		47
Muzzleloader rifle, (전장총포) 19C 중반		150
Field gun, 12 pounds, (12lb 야포) 17C		230
Breech loading fire arm (후미장전 총), 19C 말		230
Repeating rifle (반복총), 1차대전		780
Field gun type (야포형 12 lb 소화탄) Gribeauval, 18C		4,000
Machine gun (기관총), 1차대전		13,000
Machine gun (기관총), 2차대전		18,000
Field gun, explosive grenade 75 mm, (75mm 폭발 소화탄형 야포) 19C 말		34,000
Tank (two machine guns)(2문의 기관포를 장착한 탱크) 1차대전		68,000
Airplane, (one machine gun, two bombs) (1문의 기관포와 폭탄 2개 탑재형 비행기) 1차대전		230,000
Field gun, explosive grenade 155 mm, (155mm 폭발 소화탄형 야포) 1차대전		470,000
Howitzer, grenade with proximity fuze 155 mm, (근접기폭장치 장착의 155mm 곡사 소화탄포) 2차대전		660,000
V-2-Rocket, (V-2로켓) 2차대전		860,000
Tank, (one gun, two machine guns) (1포 2기관포를 가진 탱크)		2.2 million
Fighter bomber, (eight machine guns, two bombs) (8문의 기관포와 2개의 폭탄형 전폭기) 2차대전		3 million
Hiroshima nuclear bomb (히로시마 원폭)	20 kiloton	49 million
Short-range ballistic missile type Lance (Lance형 단거리 탄도미사일)	0.05 kiloton per war head	60 million
Short-range ballistic missile type Lance (Lance형 단거리 탄도미사일)	1 kiloton per war head	170 million
Howitzer caliber 155 mm, type M 109	0.1 kiloton	680

(M109형 구경 155mm 박사포)	per war head	million
Tactical rocket, French type Pluton (프랑스 Pluton 형 전술 로켓)	20 kiloton	830 million
Phantom-fighter bomber with bomb B-61 B-61폭탄을 탑재한 팬텀전폭기)	350 kiloton	6.2 million
Intermediate-range ballistic missile, French model M-20 (프랑스 M-20 형 중거리 탄도 미사일)	1 megaton	18 million
Intercontinental ballistic missile, Soviet type SS-18 (소련 SS-18형 대륙간 탄도 미사일)	25 megaton	210 million
USA, 1954, test of nuclear fusion bomb (핵융합폭탄 실험) 1954년 미국	15 megaton	
USSR, 1960, test of biggest nuclear fusion bomb (최대 핵융합폭탄 실험, 1960년 소련)	60 megaton	

원자탄은 폭발 에너지의 공급을 위해서 핵융합이나 핵분열을 사용하는 군사적인 폭발 수단이다. 앞에서 언급하였듯이 폭발력은 TNT 등가질량으로 주어진다. 1 gram의 U-235의 핵분열 에너지는 2×10^4 kg TNT 와 동등하거나 8.2×10^{10} Joule의 에너지를 발생한다. 핵분열은 U-235 와 Pu-239의 핵종(核種 nuclide)이 중성자(neutron)와 충돌하여 발생한다. 핵분열은 분열이 시작되면 자유중성자(free neutron)를 생산하여 연속적인 반응을 유발한다. 이러한 연속 반응은 임계질량에 따르는 것이다.

전형적인 임계질량은 50 kg의 U-235이다. 이론적인 임계질량은 어떤 기술적 수단에 의해서 감소될 수 있기 때문에 1/100 이하의 작은 무게를 가진 소형 폭탄이 가능한 것이다. Hiroshima에 사용된 폭탄은 단지 1 kg의 U-235을 사용하였으며 그 폭발력은 2.2×10^7 kg TNT 이었다.

이와는 대조적으로 핵융합 폭탄은 핵융합으로부터 에너지를 얻는다. 핵분열에 의한 폭탄의 임계질량 효과 때문에 그 규모는 제한적인 반면에 핵융합 폭탄의 폭발력은 중수소(deuterium)의 생산과 저장이 무한이기 때문에 무제한이다. H-bomb은 1962년 태평양상에서 400 km 의 영역을 점화하였다. 폭발력은 1.5×10^9 kg TNT 와 맞먹는 것으로 Honolulu에서 1,500 km 떨어진 곳에서 폭발하였다. 최대의 폭발력을 가진 폭탄은 1960년 구소련(USSR)이 점화한 것으로 6×10^{10} kg 의 TNT와 맞먹는 것이었다(Rennert et al., 1988).

10^{10} kg TNT 규모의 폭발력은 폭발지점으로부터 8 km 이내의 모든 구조물을 파괴시킬 수 있다. 15 km 이내의 거리에서는 중요구조물의 파괴를 볼

수 있다. 10^7 kg TNT 규모의 폭발력은 태양 보다 100 배 이상인 불꽃 때문에 눈의 망막을 대량으로 소실시킬 수 있다. 2×10^8 kg TNT 규모의 발화점은 4.5 km까지 완전히 소실시킬 수 있다. 표 3.79는 폭발 에너지를 다른 에너지의 형태로 변환 시킨 것이다(Rennert et al., 1988).

표 3.79 에너지 간의 변환(Rennert et al., 1988)

Energy 에너지	percentage (%)
Shock wave 충격파	50
Thermal radiation 열복사	35
Immediate ionising radiation 직접이온화복사열	5
Late ionising radiation 후기이온화복사열	10

10^6 kg TNT 와 등가질량인 핵폭탄의 폭발력은 New York 시 2 km 상공에서 터지면 New York 시 규모를 완전히 소멸시킬 수 있다(표 3.80과 3.81).

표 3.80 충격파에 의한 원자탄 폭발의 사상반경(Rennert et al., 1988)

Explosive power in TNT EQUIVALENT 폭발력	Fatality radius(km) 사상반경
10^6	0.2
10^7	0.5
10^8	1.5
10^9	3.0
10^{10}	6.6

표 3.81 10^6 kg TNT 등가질량의 원자탄 폭발이 가지는 방사능 영향 (Rennert et al.1988)

Distance from explosion(m) 폭발로 부터의 거리	Dose(Gy) 조사량	Time to death (days) 사망에 이르는 시간
400	180	1~2
500	83	1~2(5 min capable of acting)
640	30	5~7
760	6.5	5~7(2 h capable of acting)

원자탄 폭발의 열방사능은 도시지역에서 엄청난 화재를 유발하며, 역시 엄청난 방사능이 화재의 일부를 소화시킬 수도 있는 충격파를 뒤따르기도 하며, 불타는 물질을 다른 곳으로 옮기게 하여 또 다른 새로운 화재를 유발할 수도 있다. 화재는 화재폭풍(firestorm)으로 성장할 수 있으며, 화재의 중심부에서는 시속 160 km 이상의 바람을 일으킬 수 있다. 그러한 바람은 거대한 량의 먼지를 대기 중으로 일으킬 수 있다. 만약 핵전쟁이 발생되어 수많은 도시들이 그러한 비극적인 경험을 하게 된다면 그것은 분명하게 공기 중에 상상할 수 없는 양의 먼지와 재를 날리게 될 것이다. 이러한 거대한 질량은 지구를 덮게 되어 태양을 가리는 현상으로 나타날 것이다. 이렇게 되면 극적인 온도 강하가 발생할 것이다. 이것을 “핵겨울(nuclear winter)” 이라 부른다. 표 3.82는 세계적 핵전쟁에 대한 여러 가지 시나리오와 방출되는 먼지와 재의 양에 대해서 보여 주고 있다. 그러한 세계적 핵전쟁에 대한 가정에 기초하면 아무도 승자는 없다. 더욱이 직접적으로 핵피해를 입지않았다고 하더라도 말이다(Turco et al., 1985).

표 3.82 조사분석된 핵전쟁의 시나리오(Turco et al., 1985)

Scenario 시나리오	Overall Explosive power in mega tonnes 전체 폭발력 (메가톤)	Inhabited or industrialise d targets in percent explosive power 주거지역 또는 산업지역 (폭발력 %)	Explosive power of single warheads in mega tonnes 단일탄두의 폭발력(메가 톤)	Overall number of explosion s 전체 폭발 수	Ash particles <1 μ M in million tonnes 1 μ M이하의 재 입자(백만톤)	Dust particle <1 μ M in million tonnes 1 μ M이하의 먼지입자(백만 톤)
Weak over Ground Explosions 지상에서의 약한 폭발	5,000	33	0.1~1	22,500	300	15
Full exchange of nuclear Strokes 완벽한 핵무기타격	10,000	15	0.1~10	16,160	300	130
Mean exchange of nuclear strokes 평균정도의 핵무기 타격	3,000	25	0.3~5	5,433	175	40
Limited exchange of nuclear strokes 제한적인 핵무기 타격	1,000	25	0.2~1	2,250	50	10
Strike against military targets 군사적 목표물 타격	3,000	0	110	2,150	0	55
Strike against hard targets(bunkers) 병거 같은 견고시설	5,000	0	5~10	700	0	650

타격 Strike against urban centers 도시중심부 타격	100	100	0.1	1,000	150	0
World war 세계전쟁	25,000	10	0.1~10	28,300	400	325

현대전쟁에서는 오히려 국지적으로 집중된 전쟁 양상을 보이고 있다. 이러한 전쟁 양상은 일반 시민들과 군인들에게 전통적인 전쟁에 비해서 위험을 상당히 줄이는 것으로 인식하게 하고 있다. 그럼에도 불구하고 Afghanistan 이나 Iraq 에서의 진행중인 전쟁은 기대하고 있는 낮은 사망률을 보이지 않고 있다. 미군 병사들에게는 낮은 사망률이 어느 정도 이루어지는 듯 하지만 개발 국가들에서의 평화로운 삶에 비하면 사망률은 여전히 높은 편이다. 2003년과 2004년의 2차 Iraq 전쟁에서 10만명이 희생된 것으로 평가하고 있다 (Roberts et al., 2004). 2,200만의 인구를 고려한다면 이는 연간 $4\sim 5 \times 10^{-3}$ 의 사망률을 보이고 있는 것이다.

2003년 미군 300명이 전투에서 죽었다. 이러한 전투에 참여한 군인수는 약 10만명에 이른다. 따라서 군인들의 사망률은 3.0×10^{-3} 에 이르는 것이 된다. 비교 목적으로 2차대전 중의 독일 병사들의 사망률은 연간 0.1 이었다. 2차 Iraq 전쟁 중의 미군병사들의 사망률은 실제로 그 전쟁 후에도 줄어들지 않았다는 점은 기억할 필요가 있다. 사망률은 여전히 연간 3.0×10^{-3} 의 높은율을 유지하고 있는 것이다. 미군 전체의 사망자 수는 2007년 말 현재 4,000명을 잃고 있으며 약 3만 여명이 부상을 입고 있는 상태이다.

일반적으로 세계적으로 발생한 군사적 행동의 수를 표 3.83에서 볼 수 있다(Ipsen, 2005). 전쟁의 기간들은 표 3.84에서 볼 수 있다.

표 3.83 전쟁 수(Ipsen, 2005)

Period 기간	Number of armed conflicts 무장분쟁 수	Increase in armed conflicts 무장분쟁에서의 증가수
1945~1969	5~15	10
1969~1975	15~30	15
1975~1992	5~52	17
Since 1992	≈ 30	

표 3.84 20세기 동안의 전쟁의 기간(Ipsen, 2005, 22013년 기준으로 수정)

Country 국가	Beginning of war 전쟁의 시작	Duration until today in years 오늘(22013)까지의 경과연수
Burma	1949	64
Columbia	1965	48
Israel/palestine	1967	46
Northern ireland	1969	44
Philippines	1970	43
Cambodia	1975	38
Iraq/kurdistan	1976	37

이러한 두가지 효과는 군사적 팽창주의의 쇠락으로 인해서 1990년대에 전개된 결과와는 대조적이다. 공산주의가 몰락 한 후에 세계적으로 군사적 팽창주의는 급격하게 줄어 들었다(표 3.83). 그러나 최근의 추세는 오히려 경고수준임을 보여주고 있는 실정이다.

2005년 세계적으로 군사비 지출은 1조 1천억 달러에 육박한다. 이것은 세계 GDP(world gross domestic product)의 2.5 %에 해당하는 것이다. 1990년대 중반 이래로 군사비 지출은 약 30 % 정도 늘어났다(표 3.85).

표 3.85 1986년과 1994년의 세계군사비 지출 (Conetta & Knight, 1997, US ACDA, 1996, IISS, 1996) : 단위 - 10억달러

	1986	1994	%Change
World	1297.0	840.3	-35.2
OECD	622.6	540.9	-13.1
Non-OECD World	674.4	299.4	-55.6
NATO	562.6	469.3	-16.6
Non-NATO World	734.4	371.0	-49.5
Non-NATO OECD	60.0	71.6	+19.3
US	365.3	288.1	-21.0
Non-US World	931.7	552.2	-40.7
Non-US OECD	257.3	252.8	-1.7
Non-US NATO	197.3	181.2	-8.2

현재는 미국이 군사비 지출의 대부분을 차지하고 있으며 이는 주로 진행중인 군사작전 때문이다(표 3.86). Russia, China 그리고 India 같은 다른 나

라들에서도 군사비 지출은 늘어나고 있다. 이는 경제 성장에 수반하여 증가하고 있는 것이다(SIPRI, 2006). 인구 1인 당의 최고 군사비 지출국은 Israel 이다(표 3.87). 미군의 높은 군사비 지출은 Afghanistan 과 Iraq 에서의 군사작전과 연계되어 있다. 이러한 군사 행동은 2001년 9월 11일 New York 의 World Trade Center 를 공격한 테러의 결과와 직접 또는 간접으로 연계되어 있다.

표 3.86 2005년 현재의 군사비 지출(CIA, 2005) : 단위-10억달러

Country 국가	Current military expenditures 군비지출액
US	276.7
China	55.9
France	46.5
Japan	39.5
Germany	38.8
UK	31.7
Italy	20.2
Saudi Arabia	18.3
Brasil	13.4
Korea, South	13.1
India	11.5
Australia	11.4
Iran	9.7
Israel	8.9
Spain	8.6
Turkey	8.1
Canada	7.9
Taiwan	7.6
Netherlands	6.5
Greece	6.1
Korea, North	5.2
Singapore	4.5
Sweden	4.4
Argentina	4.3
Egypt	4.0

표 3.87 2005년 현재의 1인당 군사비 지출(CIA, 2005) : 단위 - 달러

Country 국가	Amount 1인당 군사비 지출
Worldwide average	311
Israel	1,487
Singapore	1,003
US	986
Brunei	977
Kuwait	931
New Caledonia	925
Qatar	911
Oman	893
Bahrain	801

Saudi Arabia	778
France	778
Norway	687
United Arab Emirates	654
Greece	574
UK	530
Sweden	495
Cyprus	482
Australia	475
Germany	466
Denmark	460
Netherlands	404
Taiwan	356
Italy	349
Switzerland	348
Finland	347

3.4.4 테러(Terrorism)

테러는 폭력(violence)과 범죄의 특별한 형태로 나타나는 것이다. 1983년 이래로 미국에서는 테러를 “정치적 동기로 사전에 계획되어 일반 대중에게 영향을 주기 위해서 비전투적인 목표를 향해서 준국가급 단체들이나 비밀조직 원들에 의해서 실행되는 폭력”으로 정의하고 있다(DoS, 2004).

2001년의 세계무역센터(World Trade Center) 테러 공격 후 관련한 전쟁이 발발하였다. 테러는 오랜 역사를 가진 것으로 지난 수십년 간의 테러에 의한 피해자료를 통계적으로 조사한 연구가 있다(Bogen & Jones, 2006). 여기서 이러한 테러 전쟁을 완화시키기 위한 충분히 안정된 방법에 대해서는 더 이상 논하지 않기로 한다. 일반적으로 세계적인 테러분자들의 수는 아직도 상당수이다. 물론 이러한 숫자는 테러의 정의에 따라 지배적이다. 예를 들면 Iraq에서의 모든 공격들을 테러 공격으로 본다면 Iraq는 테러의 중심지가 될 것이다. 그러나 많은 부분이 군사적 행동으로 볼 수 있는 것이다.

테러에 의한 최대의 사상자 수는 물론 2001년 9월 11일의 뉴욕에 있는 세계무역센터(WTC) 공격과 워싱턴에 있는 국방성(Pentagon)에 대한 공격, 그리고 Pennsylvania 주에서의 비행기 공중납치에 의한 것이다. 2001년에는 3,000명 이상의 목숨을 앗아갔지만 다른 해에는 보통 1,000명 이하로 세계적으로는 몇백명 이하의 피해가 났을 정도이다. 2002년에는 약 700 여명의 테러 피해자가 발생하였다. 테러 공격수는 세계적으로 연간 200~400 회 정도이다(DoS, 2004).

테러 공격은 각기 다른 곳에서 또한 각기 다른 시간이지만 집단성을 보이고 있다. 위치적 집단성은 주로 풀리지 않은 정치적 난제들과 연관이 있다. 대표적인 곳이 Israel 이다. 장기적으로 보면 Northern. Ireland 와 영국도 테러의 위치적 집단성을 형성한 곳이다. 결과적으로 2001년 WTC에 대한 테러 공격은 새로운 수준의 것이다. 이러한 결과는 직접적인 피해자뿐만 아니라 수 백만명에게 미친 정치적 변동이라든지 자유의 수준에 미친 엄청난 간접효과는 더욱 심했다. 또 다른 중요한 테러 현상을 유럽에서도 발견할 수 있다. 2004년 Spain 에서의 열차 테러 공격은 200 여명의 목숨을 앗아 갔으며 1,000명 이상을 부상시켰다. 1989년 Scotland 의 Lockerbie 상공에서의 Boeing 747 폭발은 280명의 희생자를 냈다. 독일 월드컵 축구 경기 동안에 폭탄공격 확률은 0.38 % 정도로 평가된 바 있다(Woo, 2006). 지난 30년간의 중요 테러 공격자료를 표 3.88과 표 3.89에서 찾아 볼 수 있다.

표 3.88 최대의 피해를 가져온 테러 공격(Swiss Re, 2002)

Insured Damage ¹	Fatalities	Date	Incident	Country
19,000	3,000	11.09.2001	Attack on World Trade Center, Pentagon and other buildings	USA
907	1	24.04.1993	Bomb blasting in london close to the NatWestTower	U.K.
744	-	15.06.1996	Bomb blasting in Manchester	U.K.
725	6	26.02.1993	Bomb explosion at the underground parking Lot of the World Trade Center in New York	USA
671	3	10.04.1992	Bomb explosion in the London financial District	U.K.
398	20	24.07.2001	Suicide bombing at Colombo International Airport	Sri Lanka
259	2	09.02.1996	Bomb attacks against London South Key Docklands	U.K.
145	166	19.04.1995	Bomb attack against a government building In Oklahoma City	USA
138	2	21.12.1988	Bomb explosion on PanAm Boeing 747 above Lockerbie	U.K.
127	0	17.09.1970	Blasting of three hijacked passenger airplanes in Zerga	Jordan

¹ Million US-dollars 2001.

표 3.89 최대의 희생자를 발생한 테러 공격(Swiss Re, 2002)

Insured Damage ¹	Fatalities	Date	Incident	Country
19,000	3,000	11.09.2001	Attack on World Trade Center,	USA

-	300	23.10.1983	Pentagon and other buildings Bomb attack against US and French forces camp	Lebanon
6	300	12.03.1993	Series of 13 bomb attacks in Bombay	India
138	270	21.12.1988	Bomb explosion on PanAm Boeing 747 above Lockerbie	U.K.
	269	09.01.1983	KAL007 missile attacked by Russian Jet Fighter(SU-16)' at Sahkaine, Russian Territory	Korea, South
-	253	07.08.1998	Two bomb attacks a against us embassy in Nairobi	Kenya
145	166	19.04.1995	Bomb attack against a government Building in Oklahoma City	USA
45	127	23.11.1996	Hijacked Boeing 767-260 of Ethiopian Airlines crashed into the Indian Ocean	
-	118	13.09.1999	Bomb attack destroyed residential Building in Moscow	Russia
-	100	04.06.1991	Arson in an arm cache in Addis Abeba	Ethiopia
6	100	31.01.1999	Bomb attack in Ceylinco House in Colombo	Sri Lanka

¹ Million US-dollars 2001.

이미 언급하였듯이 테러 공격은 지역적 집단성과 시간적 집단성으로 자주 발생한다. 1980년대와 1990년대의 영국에서의 폭탄 경고와 공격에서 쉽게 찾아 볼 수 있다. 성탄절 기간동안에 런던의 쇼핑센터나 지하철에서의 폭탄 경고를 기억하는 사람이 많을 것이다. 영국에서의 테러 공격은 북아일랜드 지방의 독립과 관련되어 있다. 이러한 예는 스페인 같은 유럽의 다른 지역에서도 발견된다. 독일 같은 나라에서도 1970년대와 1980년대의 붉은 군대(Red Army)와 관련된 테러집단이 발생한 바 있다. 1995년 일본에서는 동경의 지하철에서 독극물을 사용한 테러가 발생한 바 있다. 결과로 5명이 희생되었으며 약 5,000여명이 부상을 입었던 것이다. 러시아, 인도, 그리고 인도네시아 등에서도 테러 공격이 발생한 바 있다.

테러 공격의 규모는 희생자 수에 의해서 뿐만 아니라 사회적 시스템의 충격으로도 정의할 수 있다. 그러한 충격은 사전에 도움(의료진, 소방관, 경찰과 군인 등)을 필요로 하는 양에 따라 정의될 수 있다. 재앙적인 테러들은 지역 사회나 한 국가에서의 정상적인 일상을 파괴할 정도의 손상을 일으킬 수 있다. 이러한 것은 WTC 공격에서 분명하게 볼 수 있었다. 미국 동부의 항공교

통을 완전히 막아버린 것이다. 그러한 2차적인 효과는 가끔 직접적인 손상에 비해 훨씬 높은 수준의 경제적 가치뿐만 아니라 사회적 신뢰와 사회체계의 변화에 대한 손상의 원인이 되기도 한다. 예를 들어 2005년 London Heathrow 공항에서의 액체폭탄을 사용한 공격이 계획되었을 때, 전 유럽에서의 항공탑승규정이 변화를 가져오게 되어 수백만의 많은 여객들에게 영향을 끼치게 되었던 것이다. 결과적으로 Netherland 같은 나라에서는 정상적인 일상에서 지능적 테러에 대응할 안전보장 수단이 없는 것으로 판단되어 일상생활을 재건하기 위한 정책이 확립되게 되었던 것이다. 예로서 테러분자가 폭탄 공격을 한 후에 보안점검은 공항에서 뿐만 아니라 철도역, 버스, 학교와 대학교, 심지어는 슈퍼마켓에서까지 보안점검이 강화된 것이다. 이러한 것은 표준적인 일상을 완전히 뒤엎는 일인 것이다.

재해와 비재해적인 테러분자들의 공격의 구분은 피해자 수에 따른다. 보통 300~500명 정도의 피해자가 발생하면 정규적인 비상사태로 분류하여 처리하며, 그 이상의 숫자로 늘어나면 이웃지역으로부터 추가적인 도움을 요청하게 된다. 예로서 1,000여명의 피해자가 발생하게 되면 보통 200 km까지의 거리로부터도 도움을 요청하게 되는 것이다.

그러한 사태에 이르게 되면 의료지원이 정상적인 처리 상태가 되지 못하여 불가하게 된다. 응급상황에서는 환자 한 사람당 최소한 2분 이상의 관찰을 요구한다고 알려져 있다(Adams et al., 2004).

일반적으로 많은 나라들에서 다양한 테러행위에 대응하는 조직들이 있다. 그러한 테러행위에는 폭탄 뿐만 아니라 생물학적, 화학적, 심지어는 핵무기 까지 포함된다(Davis et al., 2003). 이러한 무기들은 사회구조에 크게 영향을 미치기 때문에 각 종류별로 특별한 대응기관과 준비계획이 필요하다. 대응기관으로는 경찰이나 비밀보안기관과 의료기관을 포함한다. 특별한 준비로는 전쟁이나 테러상황에서 사용될 수 있는 핵무기에 대응해서 요드정(錠)(iodine tablets)의 확보도 포함된다. 이 요드정은 인체 속에 저장되는 방사능 물질의 저장을 막거나 아니면 최소한으로 낮출 수 있다.

미국대폭발테러사건[美國大爆發—事件] [편집]

사건은 4대의 민간 항공기를 납치한 이슬람 테러단체에 의해 동시 다발적으

로 이루어졌는데, 시간대별 상황은 다음과 같다.

07시 59분 92명의 승객을 태운 아메리칸 항공 소속 AA11편이 보스턴을 출발해 로스앤젤레스를 향해 날아 올랐다. 이어 08시 1분 45명을 태운 유나이티드 항공의 UA93편이 뉴저지주에서 샌프란시스코로, 08시 14분 65명을 태운 유나이티드 항공의 UA175편이 보스턴에서 로스앤젤레스로, 09시 64명을 태운 아메리칸 항공의 AA77편이 워싱턴에서 로스앤젤레스로 각각 향했다.



그림 3.120 2001년 9월 1일 테러 발생시 뉴욕시 세계무역센터(WTC)를 공격(충돌)하는 민간여객기(AA 11, 가중 Boeing 767-200ER)

사진 좌측의 남쪽 타워에 유나이티드 항공 175편이 충돌하기 직전에 있는 장면이고, 그에 앞서 우측의 북쪽 타워에는 아메리칸 항공 11편이 충돌해서 건물이 불타고 있다.

08시 46분 AA11편이 항로를 바꾸어 세계무역센터 북쪽 건물(제1 세계 무역 센터)과 충돌한 직후인 09시 3분 UA175편이 남쪽 건물(제2 세계무역센터)

터)과 충돌하였다. 09시 40분 AA77편이 워싱턴의 국방부 건물과 충돌하고, 이어 약 9시 59분 경 세계무역센터 남쪽 건물이 붕괴된 뒤, 10시 3분 UA93편이 피츠버그 동남쪽에 주락하였다. 10시 30분 경 세계무역센터 북쪽 건물이 완전히 붕괴되고, 이 여파로 인해 17시 20분 47층짜리 세계무역센터 부속건물인 제7 세계 무역 센터 빌딩이 힘없이 주저앉았다. 제7 세계무역센터의 붕괴 원인은 제1·2 세계무역센터의 붕괴로 철골들의 잔해들이 튕겨나와 제7 세계무역센터 건물을 타격한 것으로 보인다.

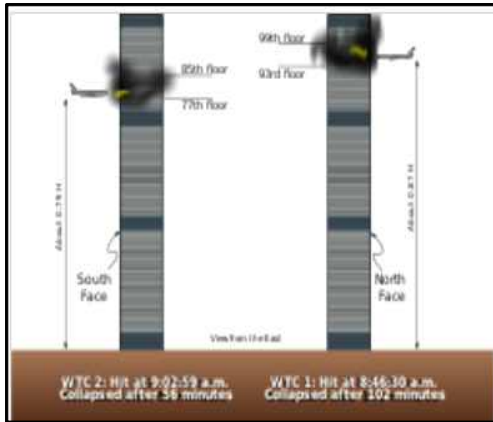


그림 3.121 세계 무역 센터가 피격당한 증수.

세계 최강대국 미국은 순식간에 아수라장으로 바뀌었고, 세계 경제의 중심부이자 미국 경제의 상징인 뉴욕은 하루아침에 공포의 도가니로 변하고 말았다. 미국의 자존심이 일거에 무너진 것은 뒷전으로 하고, 이 세기의 대폭발 테러로 인해 90여 개국 2,800~3,500여 명의 무고한 사람이 생명을 잃었다. 사건이 일어나자

마자 CNN 방송망을 타고 시시각각으로 사건상황이 전 세계에 생중계되면서 세계 역시 경악하였다.

위치	<ul style="list-style-type: none"> 미국 뉴욕 (첫 번째·두 번째) 미국 워싱턴 D.C (세 번째) 미국 펜실베이니아 주 (네 번째)
발생일	2001년 9월 11일 (화) 오전 8:46 – 오전 10:30 (UTC-4)
종류	비행기 탈취, 대량 학살, 자폭 테러
사망자	2999명 (19명의 탈취자 제외)
부상자	6291명 이상
용의자	알카에다 (오사마 빈 라덴 지도)

그림 3.122 911 WTC 테러사건 개요

이 사건으로 인한 피해는 4대의 항공기에 탑승한 승객 266명 전원 사망, 워싱턴 국방부 청사 사망 또는 실종 125명, 세계무역센터 사망 또는 실종 2,500~3,000명 등 정확하지는 않지만 인명 피해만 2800~3500명에 달한다. 경제적인 피해는 세계무역센터 건물 가치 11억 달러(1조 4300억 원), 테러 용장을 위한 긴급지출안 400억 달러(약 52조 원), 재난극복 연방 원조액 111억 달러(약 12조 원) 외에 각종 경제활동이나 재산상 피해를 더하면 화폐 가치로 환산하기 어려울 정도이다.

납치당한 4대의 항공기에는 3~5명의 납치범들이 탔을 것으로 추정되는데, 미국연방수사국(FBI)의 조사 결과 범인들은 사우디아라비아와 이집트 출신의 조종사들로 알려졌다. 미국은 사우디아라비아 출신의 국제 테러리스트인 오사마 빈 라덴과 그의 주종 조직인 알카에다를 주요 용의자로 보고 있으며, 그 밖에 팔레스타인해방기구(PLO) 산하의 무장조직인 하마스(HAMAS), 이슬람 원리주의 기구인 지하드, 레바논의 헤즈볼라 등 다른 이슬람 테러조직들도 관여했을 것으로 보고 있다.

항공기가 세계무역센터 남쪽 건물과 충돌한 직후인 09시 31분, 부시 미국 대통령은 이 테러사건을 '미국에 대한 명백한 테러 공격'으로 규정하고, 이어 전국의 정부 건물에 대피령을 내리는 한편, 국제연합(UN), 시어스 타워(현 월리스 타워), 디즈니랜드 등 주요 건물을 폐쇄하였다. 같은 날 금융시장 폐장 결정을 내린 뒤, 뉴욕과 워싱턴에 해군의 구축함 등 장비를 파견하였다.

이후 전개[편집]

미국 · 영국 연합군은 2001년 10월 9일 아프가니스탄 주변에 350여 기의 항공 전력을 배치하고, 아프가니스탄 영토에서 자유로운 전투 · 폭격기를 이용한 공습과 아프가니스탄 북부동맹군을 앞세워 같은 해 11월 20일에는 아프가니스탄 전역을 함락하였다. 이어 다음달 22일 연합군은 반 탈레반 정권인 과도정부를 수립함으로써 탈레반과의 전쟁을 종결하였다. 그러나 미국이 이 전쟁의 목표로 삼았던 빈 라덴과 그의 조직 알카에다를 뿌리뽑는 데는 실패하였다. 이후 미국은 '테러와의 전쟁'을 끝내지 않고 이후 중동으로 눈을 돌려 2003년 3월 20일에는 이라크전쟁을 일으켜 20일 만에 완전 함락시키고 새로운 과도정부를 출범시키는 등 대 테러 전쟁을 계속하고 있다. 이후 2011년

5월 제로니모 작전의 일환으로 오사마 빈 라덴을 사살 후 수장하였다.

희생자 집계[편집]

- [뉴욕](#)
 - 세계무역센터 (WTC) : 실종 4972명, 사망 152명
 - [아메리칸 항공 11편](#) 탑승객 : 사망 92명
 - [유나이티드 항공 175편](#) 탑승객 : 사망 65명
- [워싱턴 D.C.](#)
 - 미국 국방부 청사 : 사망 또는 실종 125명
 - [아메리칸 항공 77편](#) 탑승객 : 사망 64명
- [펜실베이니아 주](#)
 - 유나이티드 항공 93편 탑승객 : 사망 44명

9·11 테러 자작극 음모론[편집]

9·11 테러 자작극 음모론이란 부시 정권이 유테 세력과 공동으로 9·11 테러를 실시했다는 자작극 혐의를 말한다. ‘진보연구학회’를 이끄는 데이비드 레이 그리핀 박사는 9·11사건의 ‘진상규명’을 주장하는 그룹이 초기에 크게 두 갈래로 나뉘었다고 말한다.

- LIHOP(let it happen on purpose): 정부가 테러에 대한 정보를 사전에 알았음에도 일부러 무시하거나 방관했다는 주장.
- MIHOP(made it happen on purpose): 정부의 핵심인사들이 테러를 계획했고, 알카에다와 협조관계를 맺고 있다는 주장으로, ‘루스 체인지’가 대표적이다.

그러나 케네디 대통령 암살 의혹을 다룬 영화 ‘JFK’를 감독한 올리버 스톤은 9·11사건을 다룬 영화 ‘월드 트레이드 센터’를 개봉하면서 “음모론이 자주 나오는 이유는 미국 정부가 제대로 조사하지 않았기 때문이며, 9·11이 미국 정부의 자작극이라고 생각하지는 않는다”고 밝혔다. 국내에 잘못 들어온 소식으로는 “하지만 급작스러운 테러상황에서 유대인이 장악한 언론이 실시간으로 그 장면을 촬영했으며, 쌍둥이 빌딩의 20%를 렌트하고 있는 유대인은 한 명도 죽지 않았는데다가, 부시 정권이 곧바로 아프가니스탄 공습

을 시작한 것으로 비추어 보아 유대인과 부시 정부의 합작 테러사건이라는 음모론도 제기되고 있다"는 소문이 난 적이 있다. 그러나 이에 대해 막상 실제로의 통계 조사한 결과는 이들 주장의 오류를 원히 드러내고 있다.

윙딩스 음모론[편집]

윙딩스 기호체와 일반 글씨체의 비교를 보면, 실제로 "3"의 건물 모양은 건물이 아닌 문서 모양이다.

알카에다가 컴퓨터로 테러 정보를 서로 교환했다는 음모론이다. 당시 쌍둥이 빌딩에 충돌한 비행기 편명인 'Q33NY'를 워드에 입력한 후, 이를 윙딩스(wingdings) 글씨체로 바꾸어서 보면 테러를 암시하는 문양이 나온다는 것이다. 그러나 당시 테러에 이용된 비행기 4대 중 'Q33NY'라는 편명의 비행기는 없으며, 전문가들은 조작되었을 가능성이 큰 이야기라고 지적하였다.

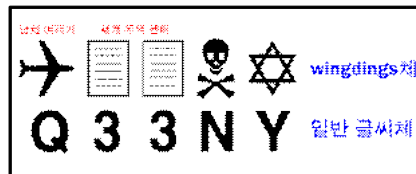


그림 3.123 윙딩스 기호체와 일반 글씨체

한국 사회에 미친 영향[편집]

- 김대중 정부는 국가안보회의를 소집하고, 전군에 비상경계령을 내렸다.
- 지상파 방송 3사에서 뉴스 특보가 철야로 방송되고, 국제전화 불통 사태가 벌어지고, 주요 언론사 인터넷 홈페이지가 마비되는 등 전국민의 엄청난 관심을 불러 일으켰다.
- '그라운드 제로'라는 MBC방송국 특집드라마가 2007년 방송되었다.

3.4.5 범죄(Crimes)

테러공격은 범죄행위의 특별한 형태로 중죄(重罪)를 구성하는 살의(殺意)를 가진 교살(絞殺, murder)과 정당방위나 범죄를 구성하는 경우의 살인(homicide)을 포함한다. 하지만 이것들만이 아니다. 일반적으로 살인은 법률

에서 “생명에 대한 악의적인 동기로 특징지어지는 범죄적 공격” 으로 정의하고 있다. 이러한 특징을 다하지 않은 살인, 즉 정당방위 같은 경우의 살인을 homicide 라 한다.

미국에서는 매년 22,000여명이 교살이나 정당방위의 살인 그리고 경찰의 범죄행위 방지수단의 살인으로 죽임을 당한다(Parfit, 1998). 비교를 위해서 표 3.90은 교살과 정당방위 살인을 연도별로 지역에 따라서 정리하였다 (Remde, 1995, Walker, 2000, BKA, 2004).

표 3.90 연도별 지역별 교살과 정당방위 살인 수

Year 연도	Country or city 국가 혹은 도시	Number of murders and homicides per 100,000 Inhabitants per year 년간 인구 십만명당 교살자와 정당방위 살인자 수
1981	USA	10.2
1989	USA	9.8
1998	USA	6.3
1993	Johannesburg, South Africa	155.0
1993	London, U.K.	2.5
1999	Dresden, Germany	0.8
1996	Dresden, Germany	1.9

그림 3.124는 한세기 동안에 미국에서 발생한 교살율과 정당방위 살인율의 변화를 보여 주고 있다. 경제적 풍요와 살인율의 관계를 볼 수 있을 것 같다. 사형집행은 살인율에 거의 영향을 미치지 않는 것을 볼 수 있다.

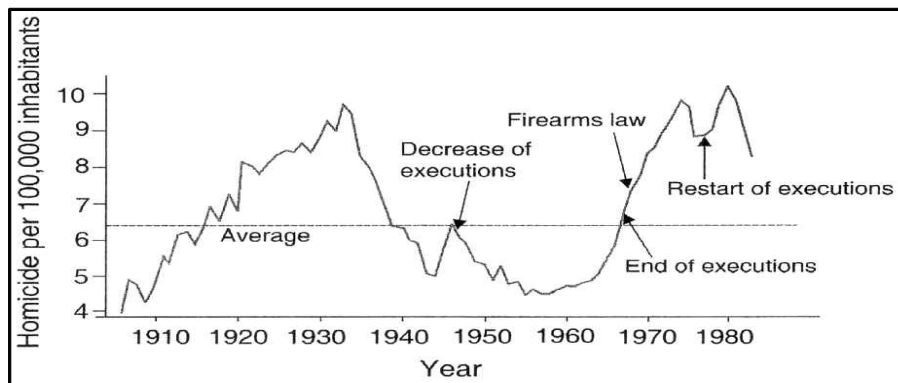


그림 3.124 미국에서의 1900~1980년대의 살인율 추세

독일에서의 살인율의 변화추세는 그림 3.125에서 볼 수 있다. 이 그림에는 살인 자체 뿐만 아니라 살인시도까지 포함되어 있다. 이 자료에서 1993년까지의 자료는 서독에서만 자료이고, 독일통일 후의 자료는 Rückert(2004)가 정리한 것이다.

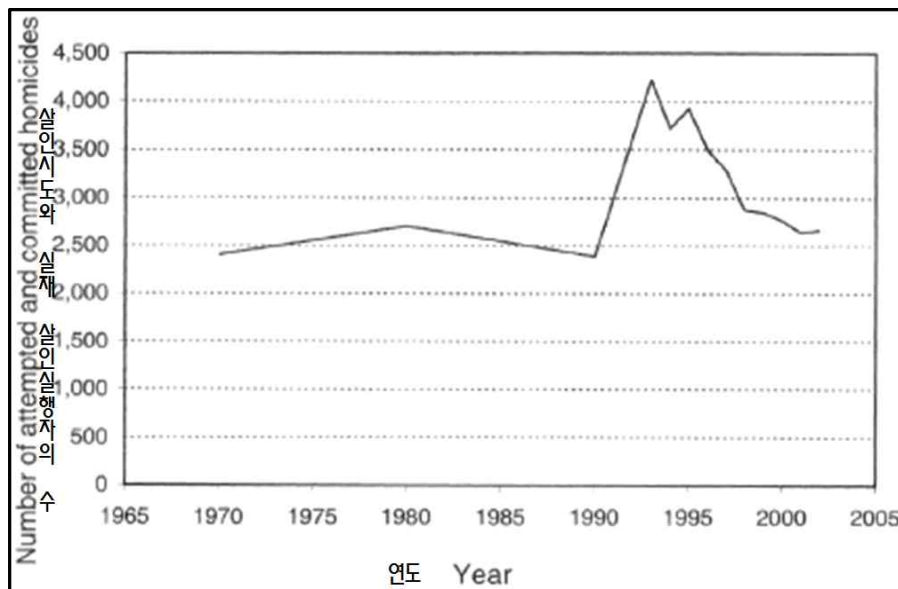


그림 3.125 독일에서의 살인율 추세(Rückert, 2004)

자료의 동질성 문제로 인해서 해석이 어렵기는 하지만 자료의 일반적인 추세는 1993년 이래로 살인율이 줄어 드는 것을 볼 수 있다.

이러한 평균수치는 범죄행위가 많은 도시지역 같은 특정 지역별 발생빈도를 고려하지 못하는 경우가 있다. 경찰은 지역별 범죄행위의 발생빈도를 지도상에 구해서 사용하고 있는 것이다.

그림 3.126은 1998년 미국 Philadelphia 시에서 구한 구역별 범죄 밀도를 보여주고 있다(Fragola & Bedford, 2005).

여기서 논하는 범주는 사람에 대한 매우 격렬함(폭력)과 연계되어 있다. 이러한 폭력의 세계적인 문제를 세계보건기구(WHO)에서 중점적으로 분석한 바 있다(Krug et al., 2002).

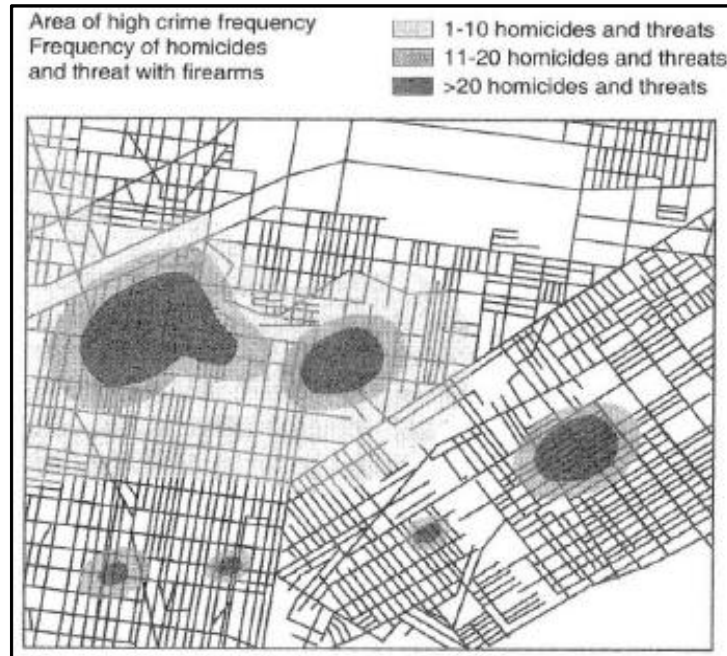


그림 3.126 시가지에서 범죄율이 높은 지역을 발견하기 위한 지리 정보(GIS) 지도의 예(Fragola & Bedford, 2005)

최근에 개발국가에서의 10대들의 폭력문제가 거의 모든 대중 매체의 관심을 휘어잡고 있다. 병적인 사회여건이 우울한 거동을 낳는다는 것은 잘 알려진 사실이다. 우울한 거동들과 10대들의 공격적인 거동 간에는 상당한 관계가 있다. 많은 젊은 이들은 어린 시절의 불균형적인 성장과정으로 인한 심각한 악습으로 인해서 자신을 은둔형으로 만들고 있다. 과도한 TV 시청이나 컴퓨터 사용 그리고 극단적인 폭력적 거동을 유발할 수 있다(Te Wildt & Emrich, 2007).

국가별 살인율

2007년 각국의 경찰청의 통계로 집계된 UN 산하기관 범죄국의 국가별 살인사건을 보면 전체조사대상 114국중에 우리나라의 살인율은 **72위**로써 2000년도부터 꾸준히 10만명당 평균 2.1명을 유지하고 있다.

한국의 살인사건중 40%가 음주중 이루어 지고있다. (원인이 아닌 상태이라 하지만 음주상태라는 점을 생각할 때 충분한 간접원인으로 추정할 수 있다)

Country	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	최근 결과
1 Iraq							101	89	89
2 Venezuela	51	53	60	68	61	58	65		65
3 El Salvador	37.3	34.6	31.1	32.7	41.0	54.9	55.3		55.3
4 Honduras	49.92	53.72	55.89	33.57	31.89	35.06	42.91	49.9	49.9
5 Jamaica	34	44	40	36	54	58	49		49
6 Guatemala	25.8	25.2	30.7	35.0	36.3	42.0	45.2		45.2
7 South Africa	49.6	47.8	47.4	42.7	40.3	39.6	40.5	38.6	38.6
8 Colombia	62.7	64.6	65.8	51.8	44.6	39.3	37.3	37	37
9 Belize	16.3	24.9	33.1	24.9	28.7	30.0	33.0	30.8	30.8
10 Trinidad and Tobago	10.0	12.58	14.33	20.69	20.07	29.69	28.53	30.38	30.38
11 Brazil	26.7	27.8	28.4	28.9	27.4	26.6	25.7		25.7
12 Mexico	14.11	13.94	13.04	17.5	11.1	10.6	25		25
13 Dominican Republic	13.09	12.49	14.51	18.73	25.25	26.41	23.56		23.56
14 Puerto Rico	18.2	19.4	20.1	42.0	20.4	19.6	18.8		18.8
15 Ecuador				15.07	18.33				18.33
16 Russia	19.80					18.0	16.5		16.5
17 Swaziland	88.61			13.05	13.63				13.63
18 Mongolia				13.51	12.81				12.81
19 Paraguay	12.05								12.05
20 Haiti								11.5	11.5
21 Panama	10.1	10.56	9.56	10.8	9.7	11.2	11.3		11.3
22 Suriname				15.10	10.30				10.30
23 Lithuania	10.01	10.14	8.45	9.96	9.38				9.38
24 Papua New Guinea	9.06								9.06
25 Latvia	10.03	9.28	9.15	9.44	8.58				8.58
26 Thailand	8.47								8.47
27 Zimbabwe	7.24			7.99	8.44				8.44
28 Belarus	10.13	9.72	9.96	8.91	8.31				8.31
29 Kyrgyzstan	8.40			8.15	8.01				8.01
30 Zambia	7.89								7.89
31 Costa Rica	6.34	6.64	6.44	6.99	6.23	7.81	7.68		7.68
32 Barbados	7.49								7.49

그림 3.127 국가별 살인율

33 Ukraine	8.93			8.51	7.42					7.42
34 Seychelles	7.39									7.39
35 Uganda				7.95	7.37					7.37
36 Pakistan	6.86									6.86
37 Estonia	10.45			10.96	6.82					6.82
38 Moldova	8.13	8.36	7.99	7.94	6.71					6.71
39 Sri Lanka				6.42	6.69					6.69
40 Namibia		6.33	6.35							6.35
41 Georgia	4.76			6.62	6.22					6.22
42 United States	5.5	5.6	5.6	5.7	5.5	5.6	5.7			5.7
43 Albania		6.64	5.68							5.68
44 Peru		4.91	4.25	4.85	5.54					5.54
45 Argentina	7.17	8.43	9.47	7.9	6.3	5.8	5.27			5.27
46 Philippines	7.59	7.47	8.20	4.97	4.31					4.31
47 Uruguay	4.61	6.31	6.46	5.30	5.64	4.3				4.3
48 cotedivoire	4.07									4.07
49 Palestine				2.70	4.04					4.04
50 Yemen	3.98									3.98
51 Turkey				3.83	3.83					3.83
52 Nepal		2.56	3.42							3.42
53 Spain	1.25			3.65			3.35			3.35
54 Bulgaria	4.07			3.15	3.08					3.08
55 Switzerland	0.96	2.42	2.92	2.59	2.94					2.94
56 Iran				2.64	2.93					2.93
57 Bolivia		3.74	2.82							2.82
58 Finland	2.86	3.01	2.54	1.97	2.75					2.75
59 Dominica	2.74									2.74
60 Israel				3.01	2.62					2.62
61 Scotland		1.95	2.20	1.84	2.56					2.56
62 Mauritius	2.19			2.95	2.51					2.51
63 Armenia	3.34			2.50	2.48					2.48
64 Northern Ireland		2.90	2.48							2.48
65 Azerbaijan	2.81	2.69	2.59	2.20	2.41					2.41
66 Sweden		1.88	2.45	2.13	2.39					2.39
67 Romania	2.50	2.66	2.52	2.52	2.37					2.37
68 Malaysia	2.36									2.36

그림 3.127(계속)

69 Republic of Macedonia	2.31							2.31
70 Slovakia	2.65	2.40	2.57	2.70	2.26			2.26
71 Czech Republic	1.69	2.29	2.29	2.27	2.22			2.22
72 대한민국	2.02			2.19	2.18			2.18
73 Hungary	2.05	2.49	2.00	2.33	2.09			2.09
74 United Kingdom		1.76	2.03					2.03
75 Chile	1.55			1.75	1.9			1.9
76 Canada	1.59	1.67	1.67	1.74	1.95	2.01	1.85	1.85
77 Croatia		1.86	1.79	1.53	1.83			1.83
78 Portugal	2.47			2.61	1.79			1.79
79 Malta		1.52	1.51		1.75			1.75
80 Cyprus		0.92	0.26	1.71	1.70			1.70
81 Poland	5.61	2.01	1.87	1.72	1.64			1.64
82 France	1.78			1.64	1.64			1.64
83 Bermuda				3.14	1.56			1.56
84 Belgium		1.80	1.50					1.50
85 Slovenia	1.81	1.42	1.83	1.07	1.47			1.47
86 Algeria				2.04	1.39			1.39
87 Brunei				0.56	1.37			1.37
88 New Zealand	1.17	1.16	1.29					1.29
89 Australia	1.57			1.53	1.28			1.28
90 Maldives		2.50	2.79	1.28				1.28
91 Italy	1.29	1.23	1.12	1.24	1.23			1.23
92 Tunisia	1.18	1.26	1.22					1.22
93 Syria				1.04	1.14			1.14
94 Japan	1.10							1.10
95 Indonesia	1.05							1.05
96 Iceland	1.78	0.35	1.41		1.03			1.03
97 Kuwait		1.71	0.99					0.99
98 Germany	1.17	1.05	1.11	0.99	0.98			0.98
99 Bahrain				0.43	0.98			0.98
100 Netherlands	1.42	1.23	0.97					0.97
101 Saudi Arabia	0.51	0.87	0.92					0.92
102 Ireland				1.12	0.91			0.91
103 Luxembourg		1.36	0.90					0.90
104 Austria		0.87	0.81					0.81

그림 3.127(계속)

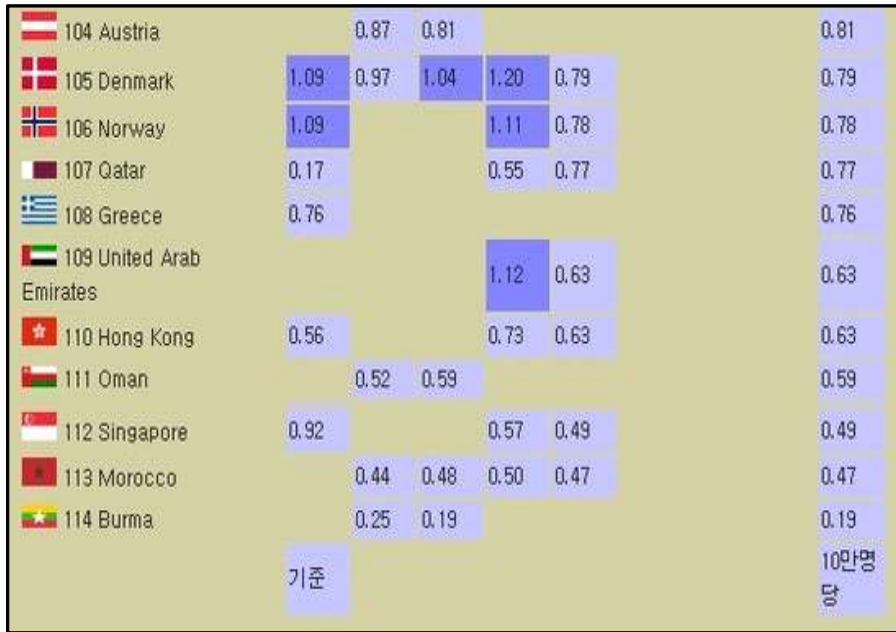


그림 3.127(계속)

우리나라의 살인사건은 연도별로 다음과 같다(살인범죄를 말하는 것으로 사망자수는 다른 통계가 있다).

표 3.91 우리나라의 연도별 살인사건 발생주이

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1,051	957	998	1,083	1,061	1,073	1,111	1,109	1,374	1,251

즉, 연간 1000여건이 발생하며 이중 외국인에 의한 범죄는 2007년 이후 매년 약 100여건을 차지하고 있다.

3.4.6 약물(마약) 남용과 알콜중독(Drug Abuse and Alcoholism)

약물관련 범죄와 약물의 불법 거래는 범죄적 재해일 뿐만 아니라 사용자에 게도 재난이다. 약물중독은 개발도상국가와 개발국가들에서 가장 큰 살인자의 역할을 하고 있다. 독일에서는 매년 십만명의 흡연관련 사망이 기록되고 있다.

약물이 사망의 직접적인 원인이 되는 경우는 드물지만 암이나 심혈관 질환, 그리고 호흡기 질환의 초기원인으로 인지되고 있다. 독일에서는 각각 연간 43,000명, 37,000명, 그리고 20,000명이 죽고 있다. 흡연자들의 폐암과 후두암이 질환으로 될 확률은 비흡연자들의 그것에 비해 각각 20배와 10배만큼 높다. 다행히 지난 몇 년동안에 남자들의 흡연율이 60 %(1980년)에서 46 %(1999년)로, 여자들의 흡연율은 54 %에서 34 %로 떨어지고 있다. 그러나 아직도 담배로 인해서 2030년에는 매년 830만명의 목숨을 요구하고 있는 것으로 평가하고 있다.

흡연에 이어서 두 번째로 많은 사망을 낳는 것은 알콜중독이다. 알콜이 사망의 원인임에 대한 인지는 아직도 어려운 것으로 남아 있다. 독일의 경우 매년 4만~5만 명이 알콜 희생자로 평가되고 있다. 스위스에서 자료를 표 3.92에 주었다.

표 3.92 스위스에서 연령 15~74세의 알콜중독에 의한 만성질환의 종류별 사망자 수와 사망연령 (Gutjahr & Gmel, 2001)

Gender 성별	Chronic diseases caused by alcoholism 알콜관련 만성질환		age 연령							Total
			15~24	25~34	35~44	45~54	55~64	65~74	>74	
Male 남자	Chronic consequences 중대만성질환	Number of fatalities 사망자 수	1	12	61	168	220	236	235	933
		Lost life-years 사망연령	35	483	2162	4273	3232	1193	-	11378
	Acute consequences 급성질환	Number of fatalities 사망자 수	51	62	49	51	38	36	68	355
		Lost life-years 사망연령	2728	2823	1741	1306	587	176	-	9361
	Portion of alcohol-related death from all deaths 전체사망자 중 알콜관련 사망자 율	Mortality(%) 사망율	12.1	9.4	10.9	11.5	7.4	4.0	1.8	4.2
		Lost life-years 사망연령	12.0	9.6	11.3	12.2	7.8	4.9	-	9.7
Female 여자	Chronic consequences 중대만성질환	Number of fatalities 사망자 수	1	6	34	66	81	121	412	721
		Lost life-years 사망연령	118	388	1308	1796	1343	581	-	5534
	Acute consequences 급성질환	Number of fatalities 사망자 수	9	13	11	12	10	15	70	140
		Lost life-years 사망연령	504	552	397	292	148	64	-	1957
	Portion of alcohol-related death from all deaths 전체사망자 중 알콜관련 사망자 율	Mortality(%) 사망율	6.7	5.6	8.7	7.4	5.0	3.2	2.0	2.7
		Lost life-years 사망연령	7.7	6.3	9.7	8.2	5.8	3.9	-	6.9

세계보건기구(WHO)는 알콜 소비량의 한계량으로 여자의 경우 1일 20 gram, 남자의 경우 1일 60 gram 으로 규정하고 있다. 독일에서는 모든 남성의 10~15 %와 여성의 3~5%는 이 한계량에 이르는 것으로 보고되고 있다. 전체적으로 17만명 정도가 알콜중독 상태이고, 이들 중 남성 25,000명, 여성 6,000명은 병원치료를 받았으며 또 다른 남성 88,000명과 여성 10,000명이 외래환자로 치료 받았다고 한다. 독일에서는 알콜의 간접적인 영향으로 33,000 명의 자동차 사고가 발생하여 약 1,500 여명이 사망에 이르게 되었다. 이것은 모든 자동차 사고의 20 % 정도를 차지하는 것으로 평가되고 있다(BMG, 2000).

알콜중독은 표 3.93에 근거해서 구분할 수 있다. 최근의 새로운 연구결과를 보면 단지 2개 그룹으로 구분할 수 있다는 것이다. 즉, 1형은 25세 이후에 알콜중독이 시작되는 것으로 2형에 비해서 오히려 사회적 복잡성이 덜하다는 것이다. 2형은 보다 빠른 시기에서 시작하는 것으로 심각한 사회적 복잡성이 특징이며 어린 나이 때부터 친족 사이에서 알콜과 약품의 잘못된 사용이 관련되는 것이다.

표 3.93 알콜중독의 분류(Möller et al., 2001)

Type of alcoholism 알콜중독형태	Type 형태특성	Addiction 중독성	Signs of addiction 중독 특성	Frequency 발생빈도(%)
Alpha 알파	Conflict Drinker 충돌형 음주	Only psychological 단지 심리적임	No loss of control, Capability of abstinence 자제력 손상 없음, 금주능력 있음	5
Beta 베타	Occasional Drinker 간헐적 음주	None 없음	No loss of control, Capability of abstinence 자제력 손상 없음, 금주능력 있음	5
Gamma 감마	Addictive Drinker 상습음주	First only Psychological Later physical 조기에는 단지 심리적임, 나중에는 신체적 증상이 발현됨	Loss of control, but Occasional capability of abstinence 자제력 손상 그러나 가끔 금주능력 유지	65
Delta 델타	Habitual Drinker 습관적 음주	Physical 신체적 증상 발현	Inability for abstinence, continuous low level of drunkenness 금주능력 상실, 지속적으로 낮은 수준의 음주상태 유지	20
Epsilon 엡실론	Episodical Drinker 우연적 음주	Psychological 심리적 증상 발현	Loss of control of Several days during Excessive drinking 과다한 음주동안에 여러날 자제력 상실	5

알콜중독의 건강상의 문제는 다양하다. 남성의 경우 매일 60 gram 정도의 순수 알콜을 만성적으로 마신 경우와 여성의 경우 매일 20 gram을 만성적으로 마신 경우는 간경변증(肝硬變症) 자체와 관련한 정신적 질환의 원인이 되고 있다. 이러한 질병으로는 급성착란증이나 알콜환각증, 알콜열광증, 인격변화, 치매, Korsakow 신드롬 또는 Wernicke 뇌병 등이 있다(Möller et al., 2001).

알콜 같은 범정 약품들에 더하여 잘못 사용되고 있는 불법 약품들이 있다. 독일의 경우를 보면 마리화나(cannabis) 같은 약들이 가장 자주 잘못 사용되는 약품일 것이다. 독일에서만도 연간 1회 이상으로 마리화나를 사용하는 수가 2백만이 넘는 것으로 평가되고 있다. 이는 독일 전체 인구 8천만명의 2.5%에 해당하는 수치이다. 엑스타시(Ecstasy)도 최소한 50만명이 연간 1회 정도로 사용하는 것으로 평가되고 있다(0.6%)(BMG, 2000).

독일에서는 매년 8,000여명이 헤로인(heroin)을 시작하고, 7,000명 정도는 암페타민(Amphetamine)을, 5,000여명은 코케인(cocaine)을, 4,000여명은 엑스타시 사용을 시작하는 것으로 조사되고 있다. 여기서 말하는 사용시작자(Consumption beginners)란 의도적인 잘못된 약물사용과 관련된 사람들로 맛을 본다든지 처음 사용자, 그리고 탐닉하지 않는 사람들을 포함한다(BMG, 2000). 약물사용과 관련한 사망의 대부분은 여러 종류의 약물을 복합적으로 잘못 사용 한다든지 아니면 여러 해 동안에 장기간에 걸쳐 잘못 사용하는데 기인한다. 1999년 독일에서는 약 1,800여명이 약물 관련으로 사망하였다고 등록되었다(그림 3.128).

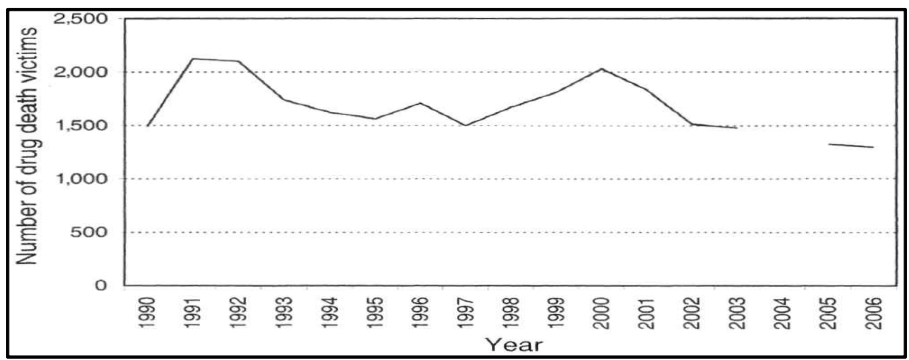


그림 3.128 독일에서의 약물 피해 사망자 수(DNN, 2004)

어린이들과 10대들의 약물사용 잘못도 중대한 재난적 요소가 되고 있다 (Stolle et al., 2007). 약물의 잘못된 사용에 더해서 합법적인 약물이라 할 지라도 잘못 사용하는 경우가 있다. 진통제, 수면제, 안정제, 흥분제, 그리고 청결제 등이 이에 속한다.

이러한 약품들의 잘못된 사용은 평균적으로 여성의 20 %정도, 남성의 10 %정도가 그러한 조제약에 관련되어 있는 것으로 조사되고 있다. 연령대별로 보면 50대 이상 여성의 30% 이상이 앞서서와 같은 약물 오용과 관련되어 있다는 것이다(BMG, 2000).

음주형태와 경과 [출처]알콜중독 이야기 - 음주형태와 경과

알콜중독자의 음주형태는 크게 종일 음주형(해장술형)(Pattern of whole day drinking)과 저녁 폭음형(Pattern of heavy drinking limited to evening and night), 휴일 폭음형(Pattern of heavy drinking limited to weekends), 단주-폭음 반복형(Pattern of periods of sobriety interspersed binges) 으로 나눌 수 있다.

종일 음주형이란 밤낮을 가리지 않고 기회만 닿으면 술을 마시는 알콜중독의 음주형태이다. 항상 술병을 끼고 살면서 주야로 마시기에 아주 많은 양을 마시지는 못하며, 주위 사람 눈에는 술에 빠져서 사는 것으로 보인다. 항상 얼큰하게 취해 있기 때문에 정상적인 직업생활을 유지할 수가 없다.

흔히 영화나 TV 등에서 묘사되는 알콜중독자는 대부분 '종일 음주형'인 경우가 많다. 안타깝게도 알콜중독 치료병원에 본인의 의지와 상관없이 보호자의 동의에 입원하는 경우는 이런 음주 형태를 보이는 경우가 많다.

저녁 폭음형이란 아침에는 술을 마시지 않으나 저녁마다 술을 마시는 것을 말한다. 저녁이 되면 술을 마시고 집에 귀가하여 별 것도 아닌 일에 화를 내며 가족들을 들들 볶다가 잠이 들고, 아침이 되면 술 냄새가 풍기기는 해도 직장에 그러저럭 나가고, 이런 음주형태로 가족과는 매일 싸우지만 전혀 반성하지 못하고, 이런 모습을 거의 매일 가족이나 주변사람들에게 보여주며 살게 된다. 이들은 늘 위태롭게 직장생활과 가정생활을 유지하게 되며, 살아가는데

있어 많은 의욕의 상실과 무기력의 전형적인 모습을 보여주게 된다.

저녁 폭음형을 보이는 알콜중독자가 우리 주위에 몹시 많으나, 가족이나 직장에서 이들을 알콜중독자로 인식하지 못하여, 결국 이들은 예외없이 '종일 음주형'으로 진행되게 되는 것이다. 직장인으로서 이런 음주형태를 보일 경우 충분히 알콜중독이라는 인지만 가능하다면 치료 효율은 매우 높은 편이다.

휴일 폭음형이란 주중에는 술을 마시지 않으나 공휴일, 일요일 또는 날마다 교대근무를 하는 직종에 있는 사람들이 비번인 날에 술을 마시는 사례가 많다. '저녁 폭음형'과 비슷한 특징을 보인다.

단주-폭음 반복형은 1주일 내지 수개월을 폭음하다가 다시 수주일 내지 수개월을 단주하는 사이클을 보이게 된다.

알콜중독자의 치료 여부에 상관을 두지 않는 경과를 구분하면 크게 다음과 같은 다섯 가지로 나뉘어진다.

첫 번째, **심신몰락형(사망형)**으로써 음주로 인하여 점차적으로 정신적으로는 판단력도 흐려지고 기억력도 떨어지며, 성격 또한 고집스럽거나 난폭, 또는 어린아이처럼 떼를 쓰게 된다. 신체적으로는 허약해지게 되고, 간과 뇌가 손상되어 간경화, 암으로 사망하거나 알콜성 지매에 걸리기도 한다.

두 번째, **현상유지형**으로써 '심신몰락형'처럼 정신적, 신체적으로 쉽게 붕괴되지는 않으나 음주로 인한 가정, 직장, 사회생활 및 건강에 계속적인 문제를 일으키며, 본인과 주위사람을 항상 피곤하게 하면서 '지지고 볶는 인생'을 살게 된다.

세 번째는 **단주폭음기복형**으로써 수개월간 음주를 하다가 수주일 내지 수년을 단주하여 가족에게 기쁨을 주더니만 어느 날부터인가 다시 수주 내지 수년을 음주하여 가족에게 고통을 안겨주게 되는 단주->음주의 싸이클을 그리며

사는 형입니다. 가족들은 환자의 재발을 수 차례 경험했기에 환자가 설사 단주하고 있다고 할지라도 언제 또다시 음주할지도 모른다는 생각에 불안감을 은근히 느끼게 마련입니다.

네 번째는 **단주형**으로써 술을 한잔도 입에 대지 않으며 사는 케이스입니다. 술을 먹지 않아 신체적으로는 완전히 정상을 되찾게 되지만 술을 먹지 않고 있음에도 불구하고 아직 정상적인 대인관계, 가정생활, 직장생활을 하지는 못합니다.

다섯 번째는 **회복형**으로써 술을 안 마시는 것은 물론이거니와 중독에 빠지기 전의 정상적인 가정, 직장, 사회생활로 복귀된 삶을 살게 됩니다.

치료가 개입되지 않는 알콜중독은 목숨은 붙어 있으나 사회적으로는 이미 사망한 상태이며, 자신은 물론이거니와 가족도 죽음으로 몰아가고, 결국 신체적으로도 피폐해져 조기에 사망하는 질환입니다. 통계적으로 볼 때에 중독의 예후는 결코 좋지 못합니다. 알콜중독은 목숨을 걸 수 있을 정도의 신념으로 치료 해야만 하는 엄연한 '정신질환' 이지 '질병'이 아님을 충분히 인지해야 합니다.

3.4.7 등산사고(Mountaineering)

분명히 사람은 절대안전을 추구하는 것은 아니지만 위험과 편익 사이에서 맞바꿈도 한다. 하나의 좋은 예로서 등산을 꼽을 수 있다. 이 경우 사람은 자기가 좋아하는 것에 대한 성취감을 맛보기 위해서 높은 위험을 선택하는 것이다.

1990년대 초, Pamir 산맥의 Lenin 봉우리에 오르려다가 약 40여명이 희생되었다(Haubler, 2004). 1975년부터 2002년까지 Everest 산을 약 1,200여명이 올랐다. 이 가운데 175명이 죽었다.

1996년 한 해에만도 15명이 죽었다. 이는 7명이 등반에 성공하면 1명은 죽었다는 것을 말한다. 그러나 최근에는 사망률이 줄어들었다(그림 3.129 참조)(Klesius, 2003). 중체적으로 산별로 사망률을 표 3.94에서 볼 수 있다.

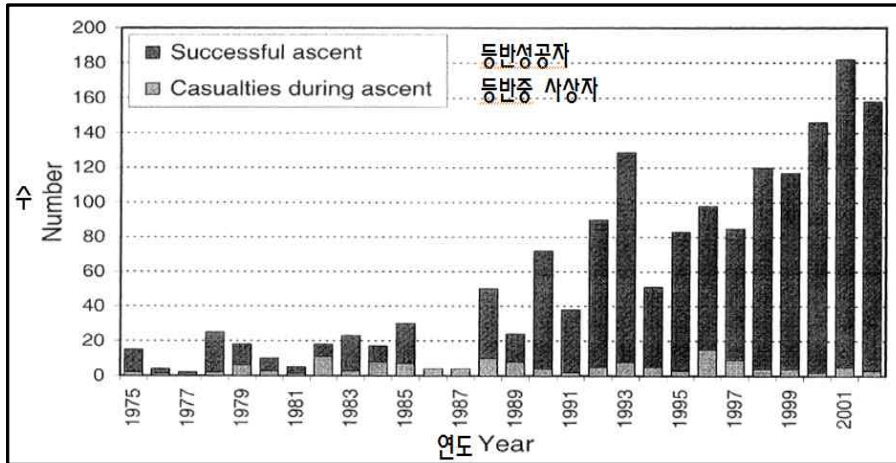


그림 3.129 연도별 Everest 산 등반가 수(사망자 수 포함)(Klesius, 2003)

표 3.94 유명한 산별 총체적인 사망률(Höbenreich, 2002)

	높이 (m)	정상에 성공적으로 도달한 사람의 수	등반 등산자 수	정상 등산 성공 수	전체 사망자 수	상승 중 사망자 수	등정 성공자 수에 대한 사망자의 비율	등정 성공자에 대한 하강 중의 사망자 비율
Everest	8,850	1,173	299	874	165	40	1:7.1	1:29.3
K2	8,611	164	1	163	49	22	1:3.4	1:7.5
Kantschendzönga	8,586	153	7	146	38	7	1:4.0	1:21.9
Lhotse	8,516	129	1	128	8	2	1:16.1	1:64.5
Makalu	8,463	156	0	156	19	8	1:8.2	1:19.5
Cho oyu	8,201	1,090	92	998	23	5	1:47.4	1:218
Dhaulagiri	8,167	298	8	290	53	5	1:5.6	1:59.6
Manaslu	8,163	190	1	189	51	3	1:3.7	1:63.3
Nanga Parbat	8,125	186	2	184	61	3	1:3.1	1:62
Annapurna	8,091	109	3	106	55	8	1:2.0	1:13.6
Gasherbrum I	8,068	164	3	161	17	3	1:9.7	1:54.7
Broad peak	8,047	217	5	212	(+107)	18	(1.2) %	22.2 %
Gasherbrum II	8,035	468	12	456	15	3	1:31.2	1:156
Shisha pangma	8,027	167	2	165	(+434)	19	(0.3) %	10.5 %
Sum	4,664	436	4,228	4,769	591	115		
Average	8,282	333.1	31.1	-	42.2	8.2	1:7.9	8.8

우리나라의 등산사고 발생현황을 분석해보면 2009~2011년도에는 발생건수와 인명피해가 점점 증가추세에 있으며, 2011년에는 2010년 대비 발생건수 30.52%(722건), 인명피해는 27.54%(486명)가 각각 증가하였다.(표 3.95와 그림 3.130 참조)

표 3.95 등산사고 인명피해 추세분석('09~'11)(출처 : 2011 재난연감)

구분	발생건수	인명피해	사망	부상	기타	사망비율
'09년	2,366	1,765	63	1,702	-	3.57
'10년	3,088	2,251	88	2,034	129	3.91
'11년	4,243	3,802	90	3,712	1	2.37

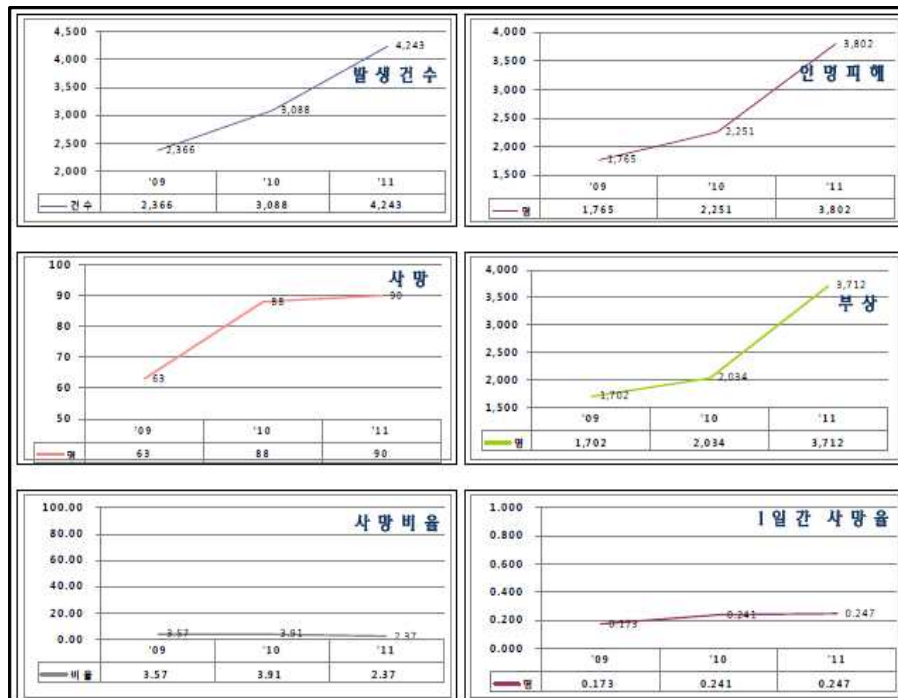


그림 3.130 등산사고 인명피해 추세분석('09~'11)(출처 : 2011 재난연감)

3.4.8 스포츠(Sport) 레저(생활체육)사고

스포츠를 위험으로 고려하는 것에 대해서 낮설게 생각하는 사람이 있을 것이다. “역효과” 절에서 설명하였듯이 “제약”에 의한 “위험”도 매우 높은 것이다. 사람이 살아가는 기본적인 방법에는 스포츠 같은 조직적인 그리고 제어된 신체적 활동들을 요구하지 않는다. 그러한 활동이 요구된다 할지라도 부상 같은 위험이 따를 수밖에 없다. 표 3.96은 미국의 100대 병원에서 정리한 스포츠 활동 종류별로 관련된 사고들을 정리한 것이다. 그러나 이러한 사고 수치들은 대부분의 경우 생명을 위협하는 것은 아니다.

표 3.96 1998년 미국에서의 스포츠 사고(NIIC, 1999)

Sport	Number of accidents 사고 수	Percent of accidents in age classes 연령별 사고율		
		0~4	5~14	15~24
Basketball 농구	631,186	0.6	31.5	46.4
Bicycling 자전거	577,621	7.1	55.0	15.2
American football 미식축구	335,247	0.3	45.0	43.1
Baseball 야구	180,582	4.5	50.4	23.3
Soccer 축구	169,734	0.5	45.7	37.6
Softball 소프트볼	132,625	0.3	19.2	30.1
Fitness equipment 체력증진 기구	123,177	0.4	13.9	26.3
In-line skating 인라인 스케이팅	110,783	0.7	61.1	18.7
Trampoline jumping 트램폴린 도약	95,239	9.6	69.6	14.0
Skiing 스키	81,787	0.5	14.2	15.9

레저(생활체육) 사고 발생 주이를 살펴보면 2011년에는 2010년 대비 발생 건수는 965.2%(2,722건), 인명피해는 1,174.9%(2,761명) 각각 증가하였다(표 3.97과 그림 3.131 참조). 이를 보면 주5일 근무제와 차량의 급속한 보급, 전반적인 생활수준의 향상과 더불어 레저활동의 급격한 증가로 사고 발생건수와 사상자 수가 급격히 증가하고 있다. 이는 레저활동의 안전 수칙에 대한 숙지도가 절대 부족한 것에 원인이 있는 것으로 판단되어, 안전한 레저 활동을 위한 교육훈련이 절실히 요구되는 상황이다.

스포츠 활동과 관련한 문제로 TV등을 통한 화려한 스포츠기술을 익숙하게 보아온 일반인들이 자신의 체력과 스포츠 기술력을 잇은 채 무리하고 화려한 기술력 구사를 시도하는 가운데 발생하는 사고가 매우 많은 것으로 분석되고 있다. 이에 대한 교육도 절실히 요구되고 있는 것이다.

표 3.97 레저사고 인명피해 추세분석('09~'11)

구 분	발생건수	인명피해	사망	부상	기타	사망비율
'09년	429	442	9	433	-	2.03
'10년	282	235	3	217	15	1.28
'11년	3,004	2,996	2	2,994	-	0.07

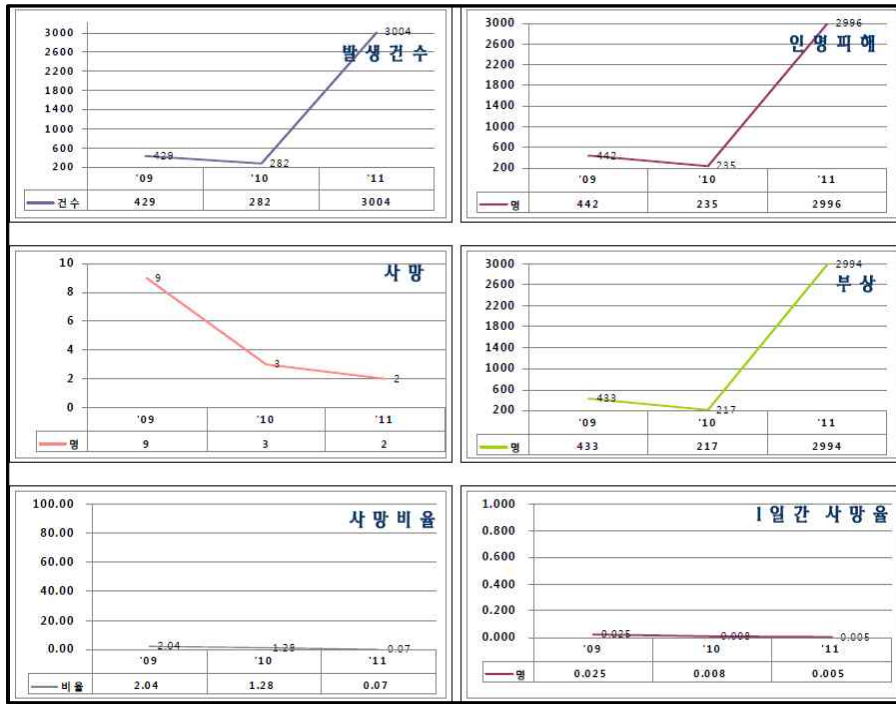


그림 3.131 레저사고 인명피해 추세분석('09~'11)

3.4.9 공포(Panic)

다중공포는 군중들이 놀라서 도망치게 하는 특별한 인간 행동으로 참사를 유발할 수 있다. 각종 기념일 행사나 축제, 종교 행사, 스포츠 행사, 문화 행사, 전시장, 클럽 행사, 대규모 공연장 등에서 볼 수 있다.

그러한 상황에서 인간의 행동을 예측한다는 것은 매우 복잡한 것이다. 화재와 연기, 총기난사, 굉음, 복잡한 건축구조, 대규모 주차장, 불순한 기상, 갑작스런 호우(소나기), 우박, 시간적 압박, 두려움 또는 히스테리, 루머라든지 하는 여러 가지 요인들이 있을 수 있다. 더욱이 이러한 상황이 되면 개인적 자유로움이 제한을 받게 되어 새로운 집단적 행동들이 유발되는 것으로 법률적 문제가 진행될 수 있다(Kretz, 2005).

실제로 많은 경우에서 보면 비상출구가 더 많이 제공된다고 해서 도움이 되는 것이 아님을 알 수 있다. 비상출구는 수많은 사람들이 동시에 몰리기 때문에 혹은 자기가 들어온 통로로 나갈려는 기억에 기초한 심리적 경향 때문에

유용하지 못한 경우가 많은 것이다. 공포심에 의해서 도망치는 사람들의 수를 예측하려는 수치모형이 개발되기도 하였다(Helbing et al., 2000).

3.4.10 정치와 언론 그리고 정보

우리나라의 경우 언론에 가장 중요하게, 많이 보도되는 것이 정치분야이다. 정치가 국민의 불편을 해소해주고 희망을 주는, 예측가능한 과정이라 판단될 때는 국민들에게 행복감을 주고, 자기의 정치적 견해를 자유롭게 표현하여 사회적 소통이 좋은 사회가 될 수 있다. 그러나 국민 모두가 불쾌감을 느낄 수 있는 전쟁에 몰입하게 되면 오히려 정치적 내용으로 인해서 국민적 피로감을 더해주는 사회적 재해요소가 될 수 있다. 이러한 정치사회적 상황은 정치적 리더십에 대한 국민적 기대감의 상실이 더해질 수 있으며 정치에 식상해 질 수 있어서 정치를 외면하는 바람직하지 않은 상태가 될 수 있다.

언론도 국민들이 다양한 정보를 비교하여 자기 판단을 할 수 있는 시대에 이르렀음에도 불구하고 언론사 자신들의 견해를 확대하여 경쟁적으로 재생산하는 상황에 대해서는 상당한 저항감과 사회적 스트레스를 유발할 수 있다. 특히 선정적인 제목의 설정이나 표현의 지나친 자극성에 대해서는 사회적 반감을 유발할 수 있으며, 보도의 진실성에 대한 신뢰를 상실하게 하는 사회적 재해의 요소가 될 수 있다.

정보 역시 과다하고 가치를 판단할 수 없을 정도가 되어버리는 상태, 특히 불확실한 정보 또는 사실이 아닌 정보가 극히 짧은 시간동안에 대규모로 확산되는 상황에서는 국민들에게 스트레스를 주는 한편, 정보에 둔감하게 하는 재해요소가 될 수 있다.

3.5 건강위험

개발국에서의 사람들은 주로 건강 문제로 죽는다. 자연사나 기술적 위험 때문이 아니다. 가장 문제가 되는 원인으로는 심장혈관계 질병(cardiovascular diseases)과 암(cancer)이다. 개발도상국가들에서는 다른 것 같다. 즉 감염이 훨씬 더 영향이 크다. 그림 3.132는 독일에서의 사망원인들과 개발도상국가들에서의 사망원인들을 보여 주고 있다. 이 절에서는 건강 위험(재해)을 이해하기로 한다.

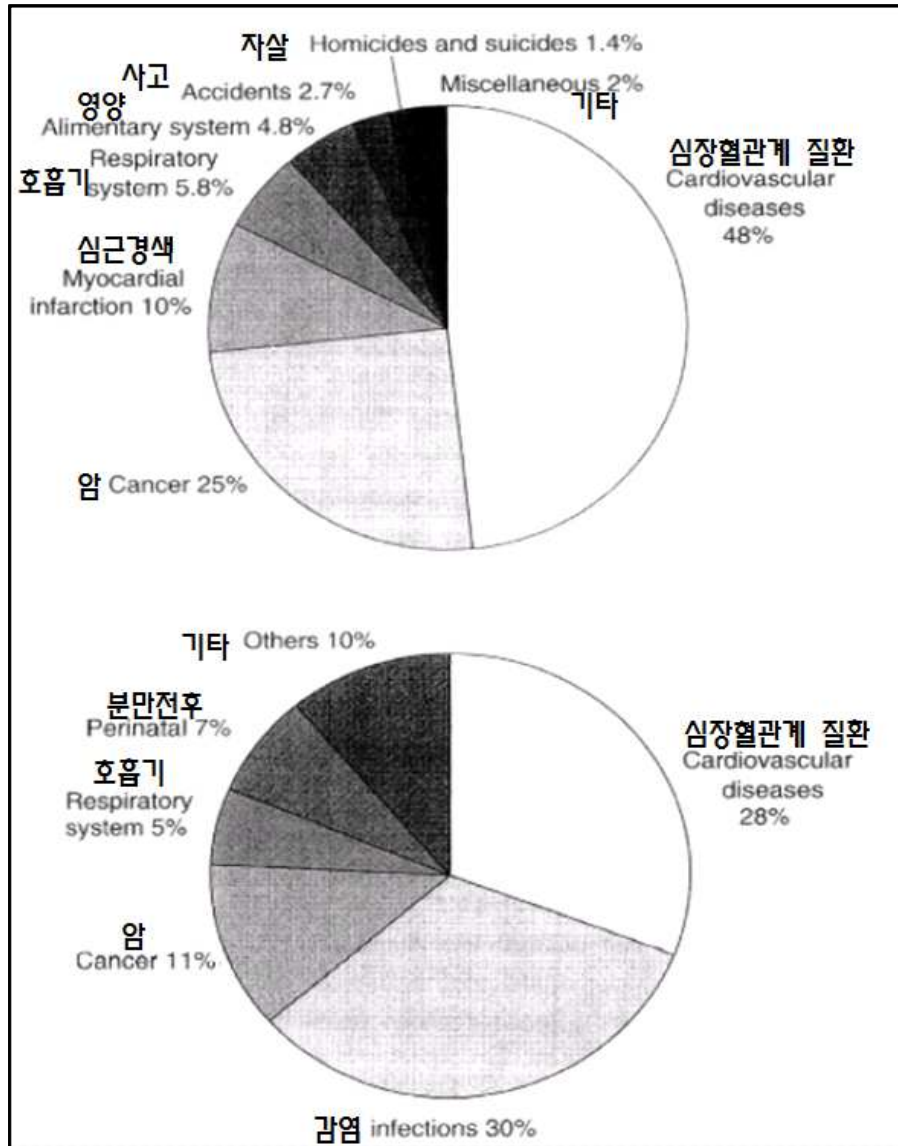


그림 3.132 개발국가(위)와 개발도상국가(아래)의 사망 원인들(UNO의 독일연방통계청 자료에서 발췌)

3.5.1 심뇌혈관계 질환(Cardiovascular diseases)

개발국가들에서의 인구의 약 50%는 심장혈관계 질환으로 죽는다. 1975년부터 1995년 사이에 평균적으로 70만명의 미국인들이 매년 심장혈관계 질병

으로 인해서 죽었다(Parfit, 1998).

일반적으로 “심혈관계 질환”이라는 용어는 심장과 혈관계에서의 모든 병적인 변화로 정의하지만 수많은 다른 질병들도 포함한다. 예를 들어 (심장의) 관상동맥 질환, 심장기능 부전(不全), 질식 또는 가사(假死), 대부분의 심근경색, 고혈압과 뇌졸중 등을 포함한다. 진단은 환자의 병력(病歷), 가족 병력, 신체적 진단, 심전도(ECG/EKG), 혈액진단 혹은 혈관조영술 등 여러 가지 기법으로 시행한다. 중년 이상이 주로 이러한 질병에 노출되기는 하지만 지난 몇 십년 동안에 이런 질병과 관련한 발병율과 사망률이 줄어들고 있는 추세이다. 예를 들면 심장혈관계 질환이 과다한 비율을 경험했던 Finland에서는 1980년대에 특별한 예방 프로그램을 실시하였다. 이 프로그램은 학교에서 혈압의 규칙적 제어와 금연을 포함하여 “건강과 위생(health and hygiene)” 법을 시행하고 식품산업계에도 저지방, 저염도 식품을 생산하도록 하였다. 이 프로그램의 결과로 심장혈관계 환자는 감소하였다(Walter, 2004). 발생율의 감소뿐만 아니라 beta blocker, 혈전용해제 혹은 혈압상승원인물질 변환효소억제제 등 약물치료법을 개선하여 사망률도 감소하였다. 사망률 감소의 2/3정도가 이러한 예방수단에 의한 것으로, 나머지 1/3은 정확한 치료법에 의한 것으로 판단되고 있다. 따라서 조기발견이 매우 필요한 것으로 인지되고 있다. 중요한 위험그룹을 조기에 밝혀내는 조사법으로는 다음과 같은 것들이 있다.

- ☞ Framingham Heart Study, USA
- ☞ Seven Country Study, USA
- ☞ MONICA (Monitoring of Trends and Determinants of Cardiovascular Diseases), WHO
- ☞ ARIC (Atherosclerosis Risk in Communities), USA
- ☞ PROCAM (Prospective Cardiovascular Muenster), MUnster, Germany
- ☞ KORA (Cooperative Health Research in the region Augsburg)
- ☞ SHIP (Study of Health in Pomerania), Greifswald, Germany
- ☞ Heinz Nixdorf Recall Study (Risk Factors, Evaluation of Coronary Calcification, and Lifestyle), Essen, Germany

이러한 연구들은 원인위험요소들(causal risk factors)(표 3.98)과 조건위험요소들(conditional risk factors) 그리고 질병소질 위험요소들(predisposing risk factors) 을 밝힌 것이다. 4가지 중요 위험요소들로는 고혈압(hypertension), 흡연(smoking), 콜레스테롤 과다(hypercholesteremia), 그리고 당뇨(diabetes) 인 것으로 밝히고 있다. 새로운 환자들의 75~85%가 이들 원인에 의한 것임을 밝히고 있다(인터넷 Universitdt Miinster, 2007 혹은 BNK, 2007). 이러한 질병과 관련한 한 가지 고무적인 소식은 이러한 질병은 가역적이라는 점과 치료가 가능하다는 점이다. 또 다른 수많은 위험요소들이 있지만 생략하기로 한다.

표 3.98 심뇌혈관계 질환의 위험요소들(Grundy, 1999)

Risk factor 위험요소	Categorical level 구분
Cigarette smoking; 흡연	Any current 모든 것
Blood pressure 혈압	≥ 140 mm Hg systolic 수은주(水銀柱) ≥ 140 mm 이상 ≥ 90 mm Hg diastolic 수은주(水銀柱) 90 mm 이상
LDL cholesterol 저밀도 리포단백질 콜레스테롤	≤ 160 mg/dL
HDL cholesterol 고밀도 리포단백질 콜레스테롤	< 35 mg/dL
Plasma glucose 혈당(플라스마 글루코제)	> 126 mg/dL (fasting) 식전(食前)

3.5.2 암(Cancer, 신생물)

암(癌)은 개발국가들에서 모든 사망의 원인들 중 약 25%정도를 차지하고 있다. 암은 세포의 과다한 미숙상태의 악성종양으로 자율성(自律性)과 침습성(侵襲性) 성장과 아울러 전이(轉移)할 수 있는 능력을 가진 것으로 설명하고 있다(Roche, 1993). 종양세포들은 사람의 일생 중 어느 때든지 나타날 수 있다. 그 원인은 다양하고 복합적인 것으로 한 가지 원인에 의한 것만은 아니다. 어떤 경우에는 원인관계가 밝혀졌다 하더라도 그러하다. 대부분의 경우 종양세포는 인지되어지며 내생적 방어기능에 의해서 파괴될 수 있다. 특히 노인 중에서는 방어능력이 약해지며 잘못된 세포수가 증가하기 때문에 암의 발생위험이 증가한다.

1997년 독일에서는 약 33만명이 여러 가지 형태의 암으로 고통을 당했다. 그들 중 1/4은 60세 이하의 연령을 보였다. 그러나 평균연령은 남자의 경우는 66세, 여자는 67세였다. 암을 가진 사람들은 기대수명을 8년 정도 잃어버리는 것으로 판단되고 있다. 다행히 일부 암에서는 생존율이 증가하고 있다. 이것은 주로 치료법의 개선과 조기발견, 그리고 암의 종류에 따른 변화에 의한 것으로 평가되고 있다. 예를 들어 위암환자의 수는 감소하고 있다. 그러나 대장암 환자의 수는 늘어나고 있는 실정이다. 그러나 대장암 환자의 생존기회는 위암환자의 생존기회보다 높은 것이다(Cancer Register, 1997). 사람의 일생동안에 암에 걸릴 수 있는 확률은 다음의 표 3.99에 보이고 있다.

표 3.99 일생동안의 암발생 위험도(EPA, 1991)

	Carcinoid situation or material 발암상황 또는 물질	Cancer lifetime probability 일생동안의 발암확률
1.	Sun(skin cancer) 햇빛(피부암)	3.3×10^{-1}
2.	Smoking(one package per day) 흡연(매일 한갑)	8.0×10^{-2}
3.	Natural radon concentration inside a house 집안에서의 자연 라돈 농도	1.0×10^{-2}
4.	Natural radiation outside of houses 집밖에서의 자연 복사	1.0×10^{-3}
5.	Passive smoker 간접흡연	7.0×10^{-4}
6.	Artificial chemicals inside buildings 건물내부에서의 인공화학물	2.0×10^{-4}
7.	Air pollution in industrial areas 산업시설에서의 공기오염물질	1.0×10^{-4}
8.	Chemicals in drinking water 음용수에서의 화학물질	1.0×10^{-5}
9.	Chemicals in food 식품에서의 화학물질	1.0×10^{-5}
	(a) 60 gram peanut butter per week(natural aflatoxin) 주당 60gr 의 땅콩버터(자연 아플라톡신(발암물질))	8.0×10^{-5}
	(b) once per year a trout from lake Michigan 년 1회의 미쉬간 호수의 송어 섭취	1.0×10^{-5}
10.	Leaking of chemicals from a dump site 폐기물 처리장으로 부터의 화학물질 누출	$1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-6}$

이러한 수치는 미국의 경우이기는 하지만 대부분의 개발국가들에 적용하여 보면 일생동안 매우 높은 값을 보이고 있음에 주목할 필요가 있다. 예를 들어 세 사람 중 한 사람은 그들의 일생 중에 어느 때인가는 피부암에 노출 될 수 있다는 것과 흡연자 열 명 중의 한사람은 어떠한 암에 노출될 수 있음을 보이고 있다. 모든 암 환자의 1/4은 흡연과 연계되어 있다. 그림 3.133과 3.134는 암과 흡연의 관계를 보여주고 있다.

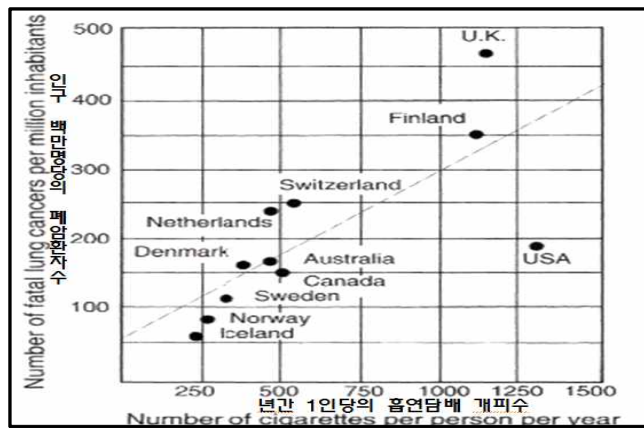


그림 3.133 국가별 담배흡연량과 폐암발생수의 관계 (Henschler, 1993)

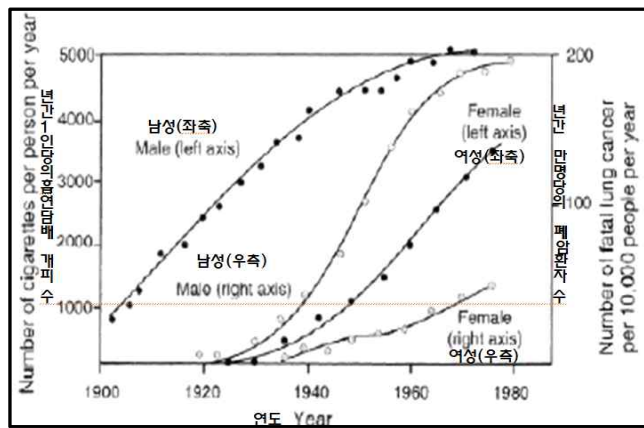


그림 3.134 성별 년도별 담배 흡연량과 폐암 발생수 (Henschler, 1993)

나아가서 화학물질도 암과 관련 있는 것 같다. 동물실험의 결과를 보면 약 2천명의 화학계 종사자들이 발암인자에 노출되어 있음을 증명하고 있다 (Henschler, 1993). 특정한 직업군이나 특정한 삶의 형태에 따른 관계가 이미 한 세기 전에 밝혀진 바 있다(표 3.100).

표 3.100 암발생 원인들에 대한 초기 조사연구 업적(Henschler, 1993)

Year	Author 저자	Type of cancer 암종류	Work or type of living 직업이나 생활형태
1743	Ramazzini	Breast cancer	Nun
1761	John Hill	Nose cancer	Snuff
1775	Percival Pott	Serotum cancer	Chimney sweep
1795	Soemmering	Lip cancer	Pipe smoker
1820	Ayrton et al.	Skin cancer	Arsenic therapy
1874	Volkman	Serotum cancer	Brown coal tar
1895	Rehn	Cyst cancer	Aniline worker
1902	Frieben	Skin cancer	X-rays
1933	CIF	Nose cancer	Nickel extraction
1935	Lynch & Smith	Lung cancer	Asbestos
1940	Müller	Bronchial cancer	Cigarette smoking
1943	Wedler	Mesothelioma	Asbestos
1974	Creech & Johnson	Liver hemangiosarcoma	Vinyl chloride

암 원인들이 그림 3.135에 나타나 있다.

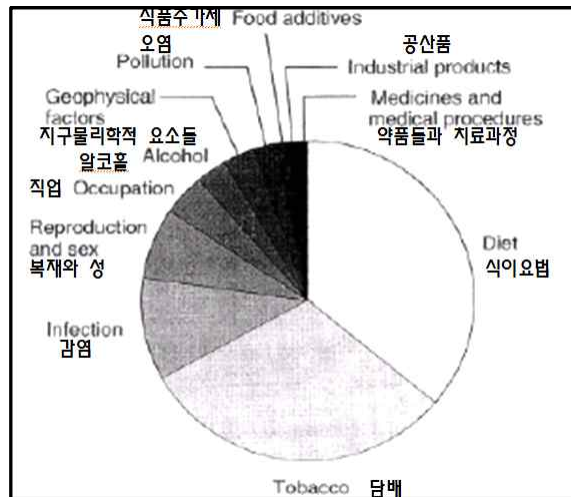


그림 3.135 암의 원인들(Doll & Peto, 1981) - 추가적인 연구는 Schmähl et al.(1989) 참조

이온화 방사선이 가끔 암의 원인으로 인식된 이래로(그림 3.136과 3.137) 방사선의 원인들과 암의 원인들 간의 관계를 보여주고 있다.

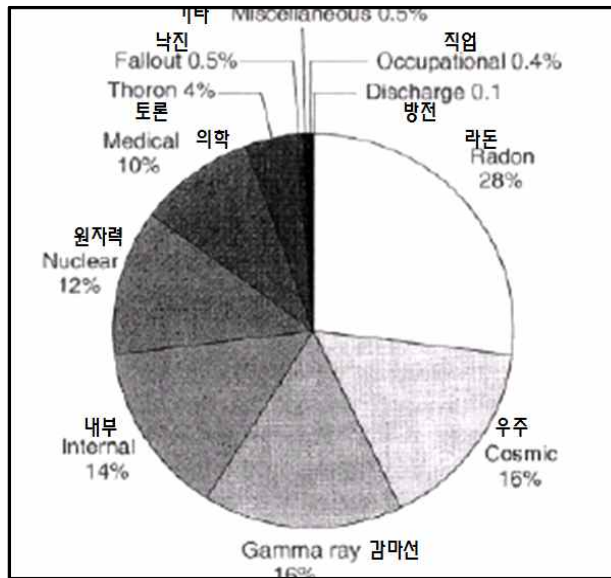


그림 3.136 방사능의 원인들(NRPB, 1986)

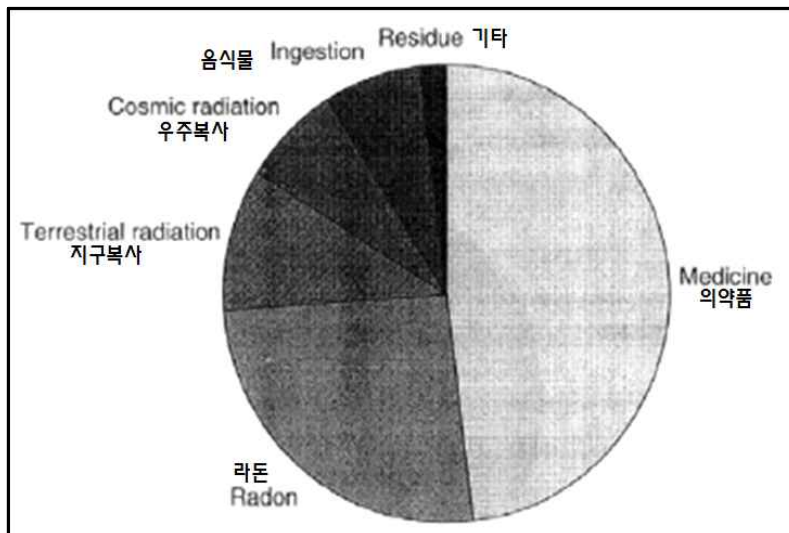


그림 3.137 방사능의 원인들(BfS, 2007)

암의 발생원인은 아직도 규명되지 않고 있으나 내적 요인인 유전적 요소와 외적 요인인 암발생 유발요인으로 작용되는 발암 화학물질, 방사선·자외선·우주선, 지속적인 염증과 손상, 암유발 바이러스(oncogenic virus) 감염의 복합적 요소가 작용하는 것으로 간주된다.

내적 요인인 유전적 요소에 대해서는 동물실험상 많은 입증이 있으나 인간의 암에 대한 작용 여부는 망막아세포종(網膜芽細胞腫)이나 가족적 대장 이종종 등 일부를 제외하고는 확실한 증거가 없으며, 오히려 외적 요인인 환경적 요소와 구별하기 어려운 실정이다.

사람에게서 발암물질로 증명되었거나 강하게 의심이 되는 것으로는 무엇보다도 담배가 폐암의 가장 중요한 원인으로 대두하고 있는 것을 비롯하여 벤젠 등의 여러 가지 방향성 탄수화물, 아질산염 아민(위암의 원인과 관계가 있다)을 포함한 방향성 아민, 항암화학요법에 사용되는 알킬화제(alkylating agents) 및 염화비닐물질과 과량의 호르몬제 등을 들 수 있고, 방사선과 방사성 물질 및 자외선(피부암) 등이 입증되고 있으며, 바이러스 감염으로는 인후암의 엡슈타인-바르 바이러스(Epstein-Barr virus), 림프절종의 버켓바이러스(Burket virus), 간암의 헤파티티스 B 바이러스(hepatitis B virus), 헤르페스 바이러스(herpes virus) 등이 지적되고 있다. 이밖에도 여러 가지 면역억제제 및 스킨스토소미아시스(schistosomiasis : 住血吸蟲病) 등의 기생충도 의심된다.

암은 원래 정상이었던 세포가 암세포로 돌연변이를 일으키면서 발생된다. 정상세포를 암세포로 변화시키는 원인은 담배, 환경오염, 중금속, 자외선, 방사선, 바이러스, 면역체계 이상, 유전적 요인 등 매우 다양하다. 그 중에서도 특히 암을 유발할 수 있는 물질을 가리켜 우리는 발암물질이라고 부른다. 발암물질은 우리 생활 속에 매우 다양하고 광범위하게 퍼져 있다. 햇빛, 방사선의 일종인 감마선, 타르와 매연, 비소, 중금속, 석면, 벤젠이나 염료 등 화학물질, 아플라톡신 등 식품 속에 생기는 독소, 거기에 각종 곰팡이와 바이러스 등 일일이 헤아릴 수 없을 정도로 다양한 발암물질이 우리와 공존하고 있다. 고도의 물질문명을 이룩한 현대인은 발암물질 속에 둘러쌓여 살고 있다고 해도 과언이 아니다.

이런 발암물질이 여러 이유로 우리 몸속으로 들어와 정상 세포의 염색체에

돌연변이를 일으키면 악성종양, 즉 암이 발생한다.

지속적인 자극, 잘못된 식습관, 스트레스 등은 암을 부르는 손짓들을 하고 있다. 대부분의 발암물질은 환경적 요인에 의해 몸에 들어온다. 경우에 따라서는 외부의 지속적인 자극으로 약해진 부위에 발암물질이 직접 침투해서 암을 일으키기도 한다. 예를 들어 중지로 상한 이빨 끝에 혀가 자꾸 다친다든가, 의치가 잘 맞지 않아 혀에 자주 상처가 나는 것을 오랫동안 방치해서 설암(혀에 생기는 암)이 생길 수 있다. 손 끝에 생긴 작은 티눈을 오랫동안 내버려 두었다가 피부암으로 발전한 예도 있다. 또 파이프 담배를 즐기는 사람이 그렇지 않은 사람에 비해 구순암(입술 부위에 생기는 암)이 생길 확률이 높고, 씹는담배를 즐기는 인도인들은 다른 나라 사람보다 구강암(입안에 생기는 암)이 더 잘 생긴다. 이렇게 몸의 일정 부위에 오랫동안 끊임없이 자극을 주어 괴롭히면 그 부분의 세포가 이상을 일으켜서 암세포로 변한다. 이것을 ‘만성 자극설’ 이라고 부른다.

몸에 나쁜 음식이나 잘못된 식습관도 암을 불러오는 원인이다. 음식 속에 포함된 발암물질이 소화기관을 통해 몸속으로 들어와 암을 일으킬 수 있다. 음식이 원인이 된 암은 보통 입이나 식도, 위, 대장 등 소화기관에서 많이 발생한다. 하지만 유방암, 비뇨기계통의 암, 생식기암 등 소화기관이 아닌 부위에서도 식습관에 의해 암이 발생할 수 있다. 연구 결과에 따르면 지나치게 짠 음식은 위암, 식도암, 구강암을 유발할 수 있고, 육류를 비롯한 기름진 음식을 많이 먹는 사람은 대장암이나 유방암에 걸릴 확률이 높다.

스트레스나 유전 등과 같은 내적 요인도 암의 원인이 될 수 있다. 내적 요인은 "내가 얼마나 쉽게 암에 걸릴 수 있는가" 혹은 "암에 걸리면 얼마나 쉽게 나을 수 있는가"에 영향을 미친다. 길어진 수명, 환경오염 등 발암물질에 노출되는 시간이 길어진 현대에는 어쩌면 발암물질보다 더욱 주의해야 하는 암의 주범일 수 있다. 특히 현대인들의 삶과 떼려야 뗄 수 없는 정신적인 스트레스는 암의 큰 적으로 자주 지목되고 있다. 아직 스트레스가 직접 암을 일으킨다는 증거는 발견되지 않았음에도 많은 암 전문가들은 스트레스를 암의 주적으로 손꼽는데 주저하지 않는다. 스트레스가 많을수록 흡연이나 음주 등 암을 부르는 습관에 노출되기 쉽기 때문이다. 물론 스트레스 그 자체가 인체에 직접 미치는 악영향도 만만치 않다. 면역력이 떨어지고 자연치유력이 약해지는

등의 스트레스 증상은 암의 발생과 치료, 예방에 결코 좋다고 할 수 없다.

암세포는 정상세포가 변해서 생긴다. 무시무시한 암세포도 원래는 우리 몸 속에서 제 기능을 다하던 착한 세포였던 것이다. 하지만 앞서 설명한 여러 요소 때문에 세포는 손상을 입는다. 그 중에서도 세포 내 유전물질을 담당하는 DNA가 손상되면 세포는 스스로 복구 시스템을 돌리며 원래대로 돌아가고자 한다. 예를 들어 신경세포는 성인의 경우 손상을 받으면 재생이나 복구가 안 된다. 하지만 복구과정에서 원래대로 회복할 수 없다고 판단되면 세포는 스스로 사멸의 길을 선택하는데, 드물게 DNA가 원래와 다른 형태로 복구되기도 한다. 이것을 ‘변이’ 라고 한다. 이런 변이세포 중 비정상적인 성질을 가지고 사멸하지 않은 채 계속해서 불필요하게 분열을 거듭하는 세포가 바로 암세포다.

정상세포의 DNA에는 암 억제물질과 암 유발물질들이 잘 균형잡혀 있지만, 변이가 일어나면 이런 균형이 무너진다. 그래서 암 억제물질의 기능이 약화되고 암 유발물질이 강해지면서 암세포로의 변환을 지속해서 유도하게 된다. 다행히 세포 속에는 암세포로의 변환을 제어하는 장치가 단계별로 설치되어 있다. 구역마다 방어장치가 설치된 셈이다. 덕분에 한 두 번의 세포 변이로 금방 암세포가 만들어지지는 않는다. 따라서 대부분 수 년 또는 수십 년 동안 지속적인 변이 후에 암세포로 변환된다.(제공자 HIDOC, 서울아산병원 암센터 2013.1.31. 본 내용은 참고자료이며, 본인에 맞는 적절한 진단 및 치료를 위해서는 의사와 상담하여야 할 것이다.)

3.5.3 출산(Birth)

매우 자연적인 과정이라 하더라도 재난은 포함되어 있다. 이러한 현상은 출산과정에서 보면 분명해진다. 표 3.101은 유아와 산모의 사망률을 보여주고 있다.

표 3.101 국가별 유아와 산모의 사망률(Zwingle, 1998)

Country 국가	Infant mortality rate 유아사망률	평균값	
Columbia	28×10^{-3}	Average infant mortality rate: 유아 평균사망률	
Brazil	43×10^{-3}	Developed countries 개발국가들	8×10^{-3}
Nicaragua	46×10^{-3}	Developing countries 개발도상국들	64×10^{-3}
Mexico	28×10^{-3}		

		Average mother mortality rate during birth:	
		Developed countries	개발국가들
USA	7×10^{-3}		
Russia	17×10^{-3}		
U.K.	6×10^{-3}		
Italy	6×10^{-3}		
Turkey	42×10^{-3}		
Germany	5×10^{-3}		
Mali	123×10^{-3}		
Egypt	63×10^{-3}		
Nigeria	63×10^{-3}		
Botswana	60×10^{-3}		
Iran	35×10^{-3}		
Saudi Arabia	29×10^{-3}		
India	72×10^{-3}		
China	31×10^{-3}		
Japan	4×10^{-3}		
Bangladesh	82×10^{-3}		
Papua New-Guinea	77×10^{-3}		
Australia	5×10^{-3}		
		Developing countries	개발도상국들
			1.0×10^{-4}
			50.0×10^{-3}

저개발국가들과 개발국가들 사이에서의 차이는 분명해진다. 이러한 차이는 표 3.102, 3.103, 그리고 3.104 에서 더욱 분명해진다.

표 3.102 국가별 5세 이하 어린이 사망자 총수(Razum & Breckenkamp, 2007)

S.No.	Country 국가	Number of child deaths under the age of five 5세 이하 어린이 사망자 총수
1	India	2,204,000
2	Nigeria	1,059,000
3	Congo	589,000
4	China	537,000
5	Ethiopia	515,000
6	Pakistan	482,000
7	Bangladesh	289,000
8	Uganda	203,000
9	Angola	199,000
10	Niger	194,000

표 3.103 국가별 1,000명 출산 중 5세 이하 사망자수
(Razum & Breckenkamp, 2007)

S.No.	Country 국가	Number of child deaths under the age of five 1,000명 출산 중 5세 이하 사망자수
1	India	283
2	Nigeria	260

3	Congo	259
4	China	219
5	Ethiopia	205
6	Pakistan	204
7	Bangladesh	203
8	Uganda	200
9	Angola	197
10	Niger	194

표 3.104 유아사망의 공간 분포와 사망원인 서열
(Razum & Breckenkamp, 2007)

	Africa	Southeast Asia	Eastern Medi-Terranean	Western Pacific	America	Europe
Absolute number of deaths under the age of five per year	4.4 Mio	3.1 Mio	1.4 Mio	1.0 Mio	0.4 Mio	0.3 Mio
Number of deaths per 1,000 births	171	78	92	36	25	23
Perinatal complications	26 %	44 %	43 %	47 %	44 %	44 %
Pneumonia	21 %	19 %	21 %	13 %	12 %	12 %
Diarrohea	16 %	18 %	17 %	17 %	12 %	13 %
Malaria	18 %	0 %	3 %	0 %	0 %	0 %
Measles	5 %	3 %	4 %	1 %	0 %	1 %
HIV/AIDS	6 %	1 %	0 %	0 %	1 %	0 %
Accidents	2 %	2 %	3 %	7 %	5 %	7 %
Others	5 %	12 %	9 %	13 %	25 %	23 %
Mio-million						

세계적으로는 연간 1,060만명의 5세 이하 어린이가 죽는 것으로 평가되고 있다. 이러한 엄청난 숫자는 현대의 지식으로 충분히 극복할 수 있는 숫자이다(Razum & Breckenkamp, 2007, IFRC, 2006). 일부 사회에서는 는 내적인 원인으로 인해서 유아 사망률이 30%까지 이를 수 있다(Schiefenhövel, 2004). 이러한 수치는 동물의 사망률과 비슷하다. 예를 들면 Bangladesh의 저습지에 사는 호랑이 새끼들의 사망률은 첫 3개월 이내에

서는 60%에 까지 이른다.

다행히 개발국들에서의 유아 사망률은 훨씬 좋은 수치를 보이고 있다. 여러 나라들에서 그 수치는 1%이하를 보이고 있다. 최저 사망률은 0.4%에까지 내려간다. 이러한 진전은 19세기 이후 유럽과 미국에서의 의학적 개선 요인과 위생 개선에 기인하는 것으로 보고 있다. 이러한 현상은 출산관련 사망률 뿐 아니라 지구상의 모든 질병에서도 같은 추세를 보이고 있다.

3.5.4 의학적 역효과(부작용)

의학적 치료의 목표는 치유(회복)와 환자들을 지원하기 위한 것이다. 어떤 질병으로 고생하는 사람들은 증가된 위험에 놓여 있는 상태이다. 만약 치료 중에 잘못이 발생하면 환자의 생존확률에 직접적으로 결정적인 영향을 끼칠 수 있으며 피할 수 있는 것일지도 모르는 사망에 이르게 할 수 있다.

치료도중에는 여러 가지 형태로 잘못이 있을 수 있다. 예를 들어 오진(誤診)이나 잘못된 처방이나 치료 실수도 있을 수 있다. 경우에 따라서는 알든 모르든 간에 약 처방의 역효과가 있을 수도 있다. 예를 들면 암치료에서 화학요법의 알려진 역효과는 환자의 생명의 질에서는 상당히 감소하고 있지만 여전히 전하다. 그러나 얻는 것이 더 많기 때문에 사용하고 있는 것이다. 일반적으로 역효과는 치료에서 불리하지만 의도적이지 않은 효과로 정의한다. 물론 올바른 의학적 치료를 전제로 하고 약 처방도 적정하게 하는 것을 전제로 한다.

역효과에 의한 사망자수는 미국의 경우 연간 44,000 내지 98,000명에 이르는 것으로 평가되고 있다. 이는 Canada, Australia, U.K. and New Zealand 에서의 수치와는 비교되는 것이다(Wreathall, 2004, JCAHO, 2004, Davis et al., 2001, Vincent et al., 2001, Wilson et al., 1995). 이러한 수치들이 상당히 높게 보이지만 치료를 하지 않았을 때의 사망자 수는 훨씬 더 높음을 기억할 필요가 있다. 따라서 이러한 수치를 근거로 의학체계를 비난할 사항은 아니지만 치료의 질과 위험관리절차에 대한 대책이 있어야 할 것이다. 사망을 피할 수 있는 경우를 40~70%로 보는 견해도 있음을 살필 필요가 있다(Wreathall, 2004). 이런 경우는 주로 사람에 의한 오류발생, 소통의 문제, 기술적 실패 또는 알려진 부가적 역효과 등에 의한 것이다. “불확정성과 위험” 부분에서 서술하였듯이 복잡한 체계에서는 사람은

“놀라는 반응” 을 보인다. 이러한 놀라는 반응이 때로는 의학적 치료에서 문제를 유발하는 경우가 있다. 그래서 경험이 필요한 것이다.

한 가지 중요한 역효과에 대해서 집중적으로 그리고 공개적으로 논할 것은 예방접종에 관한 것이다. 현대적인 것들이 부가적 역효과가 많았던 과거의 것들 보다는 훨씬 예방접종 효과가 좋기는 하지만 여전히 역효과가 발생하고 있음이다. 독일연방의 Saxony 주에서 2001년과 2004년 사이에 거의 920만 명이 예방접종을 하였다. 이들 가운데 10건의 역효과가 발생하였다. 여러 종류의 예방접종별로 바람직하지 않은 결과를 낳은 경우의 발생 수들의 분포를 그림 3.138에서 볼 수 있다.

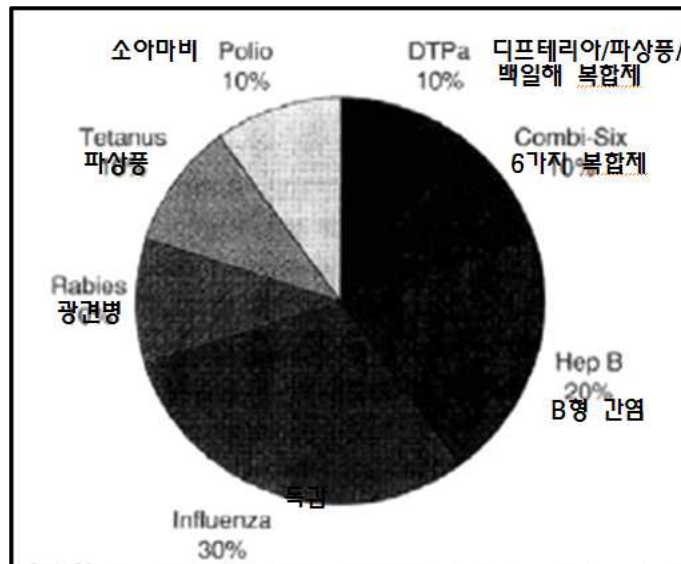


그림 3.138 독일의 Saxony 지방에서의 예방접종 종류별 발생한 부작용들의 발생률 (Bigl, 2007)

물론 장기적으로 보면 그 발생률은 변할 것이다. Saxony지방에서만도 1990년부터 2000년까지 약 2,200만명이 각종 예방접종을 받았다. 결과로 22건의 부작용이 발생하였다. 가장 많은 수의 부작용이 발생한 것은 BCG 예방접종이었다(Bigl, 2007). 아마도 전세계적으로 가장 널리 사용되는 약제로는 아스피린(acetylsalicylic acid : aspirin)일 것이다. 아스피린이 심근경색이나 뇌졸중의 발생을 줄여주는 것으로 확인되었다.

다른 한편으로 아스피린은 위장장애와 뇌졸중(gastrorrhagia and cerebral apoplexy)을 증가시킨다. 따라서 이 약제는 안전기준에 맞게 사용해야 한다. 다른 분야에서는 환자의 안전을 저하시킬 수 있다. 이점과 불리점을 서로 정밀하게 비교분석하여야 할 것이며 특히 다른 약제와 혼합하여 사용하는 경우에는 환자에게 위험을 가중시킬 수 있어서 더욱 그러하다. 선행적 약제관리는 지수함수적 역효과를 유발할 수 있음이 Smith 등(Smith et al, 1966)에 의해서 밝혀진 바 있다. 다른 약제들과의 복합적 사용에 따른 역효과의 인지는 매우 어렵다(표 3.105).

표 3.105 한가지 ~ 세가지의 부작용에 대한 치료를 받은 환자의 수 : 다양한 발생건들에 대한 95 % 신뢰수준 - 발생건수가 작은 경우에는 증명이 분명하지 않아 극히 어렵다.(WHO, 1983)

Incidence of adverse effects 부작용 발생 확률	Number of patients treated for adverse effects 부작용으로 치료받은 환자 수		
	one	two	three
1/100	300	480	650
1/200	600	960	1,300
1/1,000	3,000	4,800	6,500
1/2,000	60,000	9,600	13,000
1/10,000	30,000	48,000	65,000

모든 입원환자의 약 6%는 역효과에 의한 환자로 추정되고 있으며 모든 사망자의 0.1%~ 0.2%가 역효과에 의한 것으로 추정되고 있다. 이러한 죽음의 80% 정도는 막을 수 있을 것으로 판단되고 있다(Fauler, 2006).

약제와 역효과 간의 인과관계를 밝히기 위한 문제는 이상증후군을 통해서 가시적이 되고 있다(AVP, 2005, Oerlinghausen, 2006, 그림 3.139와 3.140 참조).

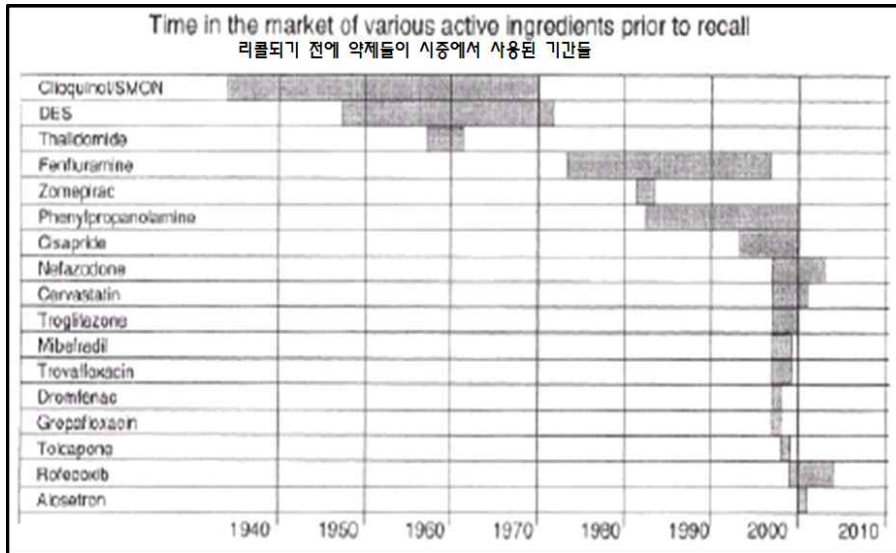


그림 3.139 약제들이 리콜되기 전에 시중에 판매되었던 기간들 (Munich Re, 2005b)

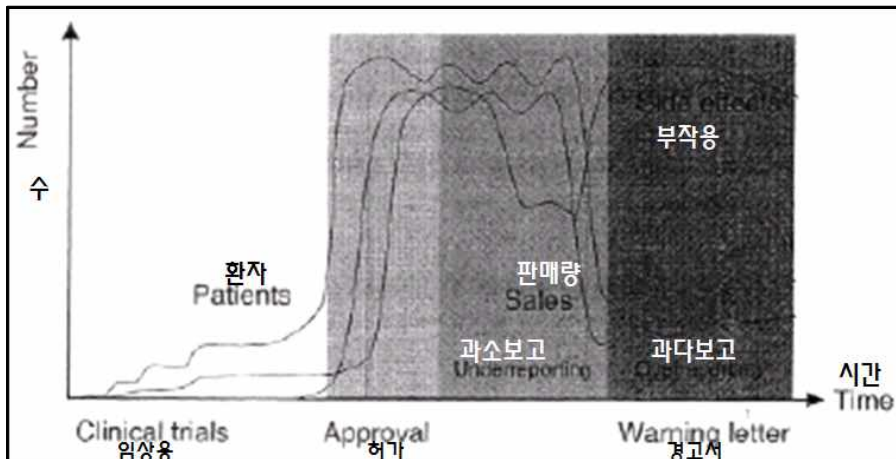


그림 3.140 약제가 정착되기까지의 기간 중 환자수와 약제판매수, 그리고 부작용수 간의 발생 모형

3.5.5 전쟁후유증(외상후유증)(PTSD)

전쟁후유증(PTSD)도 치명적이다. PTSD(Post Traumatic Stress Disorder)란 외상 후 스트레스 장애로, 전쟁, 고문 등 심각한 사건을 겪어

공포감을 느끼고, 사건 후에도 고통을 느끼며 거기서 벗어나기 위해 에너지를 소비하게 되는 정신질환 중 하나다. PTSD는 개인질환이 아닌 사회문제로 대두되고 있다.

3.5.6 공수병

다음은 이름에서도 보여주듯이 감염되면 물을 보고 부들부들 떨게 된다는 **공수병(恐水病, 광견병)**이다. 주로 온혈동물에 있어서 신경중세를 동반하는 치명적인 전염병이다. 격리되어 광견병 바이러스의 유입이 제한되어 있는 지역이나 국가를 제외한 대부분의 나라에 퍼져 있다. BC 20세기의 기록에 의하면, 메소포타미아의 에수눈나(Eshnunna) 법전에 법령의 형태로서, 광견이 사람을 물어 죽였을 경우 처벌을 받는다는 기록이 있다.

광견병의 실체는 1800년 초 실험적으로 광증을 보이는 개의 타액을 주사함으로써 입증되었다. 1881년 L.파스퇴르의 연구 결과, 이 질병이 전염성이며, 토끼를 이용해 계대배양함으로써 예방가능하다고 하였다.

역사적으로 이 방법이 광견병 바이러스에 노출된 사람에게 할 수 있는 유일한 치료방법이었으며, 이를 '파스퇴르 치료법'이라고 한다. 광견병에 걸려도 생존하는 사람이나 개도 있으나 아직은 치명적이다. 때문에 가장 중요한 인수공통전염병 중의 하나이다.

우리나라에서는 1907년 첫 발생보고가 있었고, 그 후 매년 200~800두 발생하였다. 그 후 강력한 방역실시로 크게 감소하여 1984년에는 1두 발생 후 1992년까지 발생이 없다가 최근 휴전선 비무장지대의 야생동물에 의해 경기·강원 북부 산간지방에 발생한 예가 있다. 만일, 개한테 물리면 48시간이 내라는 치료시기가 중요한데, 인근의원 같은곳은 치료제인 안티톡신(항독소)이 없을 수 있으니, 큰 병원을 일단 가보시고 거기도 만일 없다면 질병관리본부에 가면 구할 수 있다고 합니다. 질병관리본부의 연락처와 주소 알려드립니다.

- 질병관리본부 웹사이트 <http://www.cdc.go.kr/CDC/main.jsp>
- 질병관리 본부 주소 : 충북 청원군 오송읍 오송생명2로 187
오송보건의료행정타운내
- 감염병관리과 전화번호 : 043-719-7120

(참고) 네이버 지식백과 공수병, 두산백과

<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=1609&docId=523579&mobile&categoryId=1609>

공수병이나 말라리아처럼 홍역의 경우도 우리나라에서 없어졌다고 생각하는 병종의 하나인데, 홍역의 경우 2차접종까지 하는게 중요하다고 한다.

3.5.7 전염병과 풍토병 그리고 대유행전염병 (Epidemics, Endemic and Pandemics)

전염병은 인류발전에, 특히 산업혁명 전에 크게 영향을 끼친 재해였다. 산업 혁명은 노동조건들과 삶의 조건들을 극적으로 크게 개선하는 결과를 낳았으나 산업혁명 후에도 역시 전염병과 대유행전염병이 발생하였다.

전염병(epidemics)이란 제한된 지역 또는 제한된 시간 내에서 질병이 대규모로 발생하는 것을 말한다. 대유행전염병(pandemics)이란 한 국가나 대륙의 상당부분을 차지하여 전염병이 발생하는 것을 말한다. 역사적으로 보면 전염병 수준이나 대유행전염병 수준에 이르렀던 여러 가지 질병이 있었다. 이러한 질병들은 주로 감염성 질병으로, 규모(magnitude)와 심각성(severity)으로 나타낼 수 있다.

독감(Influenza)은 박테리아(세균) 감염 질병으로 전염성 또는 대유행전염성으로 나타날 수 있다. 예를 들면 1889년, 그리고 1918년과 1919 사이에서 대규모로 발생하여 대유행이 되었던 독감은 수많은 희생자를 유발하였다. 1918년과 1919년 사이에 발생하였던 스페인독감은 4번의 파동을 거쳤다. 결과로 2200만명의 생명을 앗아 갔다. 독일에서만도 225,000명에서 300,000명 사이의 피해, 즉 인구의 0.5%가 죽는 피해를 유발하였다(Jütte, 2006). 스페인독감은 약 5억 명이 감염되었던 것으로 평가되고 있다. 최근에도 대유행독감이 발생되고 있다. 1957년 아시아독감이 발생하여 약 1백만 명이 희생되었으며 1968년에는 홍콩독감이 발생하여 70만명이 죽은 결과를 낳았다. 2006년에는 H5N1 변종 조류독감이 발생하여 영국에서만도 32만명이 희생된 것으로 평가하고 있다.

최근에는 2009년에 발생한 신종독감(swine flu)으로 2010년 현재까지 전

세계가 경계를 하고 있는 실정이다. 소위 정상적인 독감(계절독감)으로 인해서 독일에서도 수천명의 희생을 발생시키고 있다(표 3.106 참조). 16세기 이래로 흑사병을 포함한 약 30종류의 대유행독감이 있었다.

표 3.106 독일에서의 독감유행기간별 환자수(RKI, 2007)

Influenza season 독감유행기간	Fatalities 환자수
1995/96	32,000
1996/97	7,000
1997/98	6,000
1998/99	20,000
1999/00	12,000
2000/01	7,000
2001/02	4,000
2002/03	17,000
2003/04	6,000

20세기 초반에 발병한 스페인 독감(Spanish flu/ Spanish influenza, 원어명 La Grippe)이 있다. 한때 아주 위험했었다. 지금까지 인류최대의 재앙으로 꼽힌다. 세계인구의 1/5이나 감염으로 인해 사망했다. 우리나라에서도 740만명이 감염되어 14만명이 사망했다. 특히, 3.1운동 때(1919년)에 많이 죽었다. 이 스페인 독감은 조류독감, 돼지독감류의 하나인데, 이전까지 사람의 면역체계와는 한번도 만남적이 없던 것이라 엄청난 사망자를 내게 된 것이다.

1918년에 처음 발생해 2년 동안 전세계에서 2500만~5000만 명의 목숨을 앗아 간 독감을 말한다. 14세기 중기 페스트가 유럽 전역을 휩쓸었을 때보다도 훨씬 많은 사망자가 발생해 지금까지도 인류 최대의 재앙으로 불린다.

스페인독감이 정확히 언제 어디서부터 시작되었는지는 알려져 있지 않다. 학자들은 1918년 여름 악성 독감이 동시 다발적으로 유행하고, 첫 사망자가 발생하면서 주목을 받기 시작했기 때문에 독감 이름을 스페인독감으로 부르는 것은 잘못되었다고 보고 있다.

실제로 독감이 처음 보고된 것은 1918년 초여름이다. 당시 프랑스에 주둔하던 미군 병영에서 독감 환자가 나타나기 시작하였으나, 특별한 증상이 없어 별로 주목을 끌지는 못하였다. 같은 해 8월 첫 사망자가 나오고, 이 때부터 급속하게 번지면서 치명적인 독감으로 발전하였다.

곧이어 제1차세계대전에 참전했던 미군들이 귀환하면서 9월에는 미국에까지 확산되었다. 9월 12일 미국에서 첫 환자가 발생한 지 한 달 만에 2만 4000 명의 미군이 독감으로 죽고, 총 50만 명의 미국인이 죽었다. 1919년 봄에는 영국에서만 15만 명이 죽고, 2년 동안 전 세계에서 2500만~5000만 명이 죽었다.

한국에서도 740만 명이 감염되었으며 감염된 이들 중 14만여명이 사망한 것으로 알려져 있다. 당시에는 바이러스를 분리·보존하는 기술이 없어 그동안 스페인독감의 정확한 원인은 밝혀지지 않고 있었다. 그러다 2005년 미국의 한 연구팀이 알래스카에 묻혀 있던 한 여성의 폐 조직에서 스페인독감 바이러스를 분리해 재생하는데 성공하였다. 재생 결과 이 바이러스는 2000년대 초부터 아시아를 중심으로 빠르게 번지는 조류독감(조류인플루엔자) 바이러스 H5N1과 거의 일치하는 것으로 확인되었다.

즉 스페인독감은 사람의 간에 전이될 수 있는 조류독감이라는 것이다. 이는 다시 말해 조류독감이 변종을 일으킬 경우, 스페인독감과 마찬가지로 사람의 간에 전이될 수 있다는 것을 의미한다.

판데믹(pandemic)에서 pan은 그리스어로 ‘모두’ demic은 ‘사람’이라는 뜻이다. 이 용어는 세계적으로 유행병이 있을 때 세계보건기구가 그 위험도에 따라 등급을 나눈다.

- 1단계는 동물끼리만 한정된 전염일 때,
- 2단계는 동물에서 소수의 사람에게만 전염된 상태,
- 3단계는 사람들 사이에 전염이 된 상태,
- 4단계는 급속히 사람들에게 퍼져 세계적인 유행병 조짐이 보일 때,
- 5단계는 2개국 이상으로 전염이 되었을 때,
- 마지막이 가장 위험한 상태인 판데믹이다.

판데믹의 발생 역사를 보면 바로 흑사병(중세 14세기 유럽), 스페인독감, 그리고 최근(2009년 6월 11일)에는 세계보건기구(WHO)에서 “신종플루 대유행”을 선언하여 전염병 경보를 6단계로 격상한 바 있다.

(1) 선(腺)페스트(흑사병, Bubonic Plague)

선(腺)페스트는 흑사병(Black Death)으로도 불린다. 이는 14세기~18세기의 유럽에서 가장 흑심했던 전염병으로 평가되고 있다. 흑사병은 전염성이 매우 강한 것으로 쥐에서 발견되며 벼룩을 통해서 전달된다. 폐흑사병이나 피부 흑사병 같은 몇 가지 형태가 있다. 사망률은 흑사병의 형태에 따르지만 폐흑사병의 경우 95%, 선(腺)흑사병의 경우는 75%, 폐혈증의 경우는 100%에 까지 이르렀다. 흑사병은 시베리아나 몽고, 이란 같은 북서아시아 지역과 아프리카의 소위 흑사병저장소로부터 발생한다(Roche, 1993).

역사 기록으로 보면 흑사병은 기원전 430년 경의 펠로폰네소스 전쟁(Peloponnic wars) 동안에 아테네 포위공격을 설명하는데서 찾아 볼 수 있다. 아테네 사람들의 1/3이 흑사병으로 죽었다는 기록을 보이고 있다. 서기 170년에는 로마제국의 동편에서 흑사병이 유행하였던 기록도 보이고 있으며, 542년에는 로마제국을 재현하겠다는 Justinian 황제의 모든 목표들을 송두리째 파괴해 버린 소위 Justinian 흑사병도 있었다. 서기 630년에는 페르시아 제국에서도 흑사병이 유행하였던 기록을 볼 수가 있다(Leberke, 2004, Grau, 2004).

아마도 흑사병이 가장 유행하였던 기록은 1347년부터 1352년까지의 것일 것이다. 이 기간 동안에 전체 유럽인구의 1/4 정도인 2,500만여 명이 죽었다. 독일의 Lubeck 시에서는 90 %의 시민을 잃었다. 그들 중에는 토지소유주들인 부자들도 25 % 정도가 죽었으며, 35 %의 의회의원들도 죽었다. 역시 독일의 Erfurt 시에서도 인구의 반이 죽었으며 Frankfurt/Main 에서도 매일 2,000여명씩 죽었다(Grau, 2004).

이러한 역사적인 대유행병은 Crimea 반도에서 유래하였던 것이다. 당시 일부의 제노바(Genoa) 상인들이 Tatar 와 Awar 군인들에 의해서 상당기간 동안 포위되어 Kaffa 시에 억류되어 있었다. 물론 이 때 이 도시에서 혹은 포위망에서 이미 흑사병이 발병하였는지는 확실하지 않지만 포위가 풀린 다음 제노바 상인들이 제노바로 돌아오거나 Constantinople 이나 Messina, 그리고 Naples 등에 머물렀다. 그런데 이들 도시에서 처음으로 흑사병이 발생하였던 것이다. 그 후에 전 유럽에서 대유행이 발생하였던 것이다. 처음에는 이태리에서 발생하여 1348년에는 Vienna로, 영국으로 그리고 1350년에는 스칸디나

비아 국가들로 전파되었던 것이다. 심지어 Iceland에까지 전파되었던 것이다. 피해자 수는 불분명하지만 확실한 것은 수많은 지역들이 완전히 인구가 줄어들거나 황폐화되었던 것이다. 이태리의 경우만 보더라도 대유행 이전의 인구로 회복하는데 거의 한세기가 소요되었음을 상기할 필요가 있다.

이 전염병이 14세기 중엽에 끝이 났을 때 이 전염병이 다시 발생할 수 있다는 것을 생각하지 못했었다. 독일의 Lubeck 시는 1350년뿐만 아니라 1406년, 1420년, 1433년, 1451년, 1464년, 1483년, 1484년, 1525~1529년, 1537년, 1548년, 1550년, 1564년, 1565년, 1625년, 그리고 1639년에도 이 전염병이 발생하였던 것이다. 이태리에서는 1630년에 대유행전염병이 발생하였으며, London에서도 1661~1666년에 발생하였고 Vienna에서도 1678~1679년에 발생하여 각각 10만여명의 희생자를 발생시켰던 것이다. 1720년과 1814년에는 France 와 Belgrade에서도 각각 흑사병이 발생하였으며 심지어 19세기 끝무렵에도 아시아 지역에서 페스트가 대유행하였던 것이다. 1894년 홍콩에서 시작하여 중국과 일본에도 이르렀으며 1896년에는 인도에까지 발생하였던 것이다. 이로 인해서 결과적으로 1500만 명이 희생된 것으로 평가되고 있는 실정이다. 무역선들에 의해서 1897년에는 Suez, 1899년에는 South Africa, 1900년에는 San Francisco, 1920년에는 Paris 까지 전파된 바 있다. Paris 에서는 20명 만이 발병하였다. 1911년에 만주에서 발생하였던 흑사병은 성공적으로 관리하였던 것으로 평가되고 있다.

세계보건기구(World Health Organization)의 자료에 의하면 아직도 전 세계적으로는 매년 1,000~3,000여명의 흑사병이 발생하는 것으로 보고되고 있다. 1994년 인도에서는 전염병 센터가 건립되었다. 전반적으로 지난 세기동안에 흑사병은 지속적으로 감소한 것으로 나타나고 있다. 이러한 상황의 전개는 말라리아 같은 다른 감염성 질병에서는 보이지 않고 있는 실정이다.

흑사병은 페스트균(*Yersinia pestis*)에 의해 발생하는 급성 열성 전염병이다. 페스트균은 현재 주로 아시아, 아프리카, 아메리카 대륙에 부분적으로 분포해 있다. 페스트균은 숙주 동물인 쥐에 기생하는 벼룩에 의해 사람에게 전파된다. 흑사병의 주요 형태는 가래뿔 흑사병(bubonic plague), 패혈증형 흑사병(septicemic plague), 폐렴형 흑사병(pneumonic plague) 등이다. 중세에 유럽에서 크게 유행하여 희생자가 많았다. 국내에서는 근래에 발병이 보

고된 바가 없다. 발병위치는 전신에서 발병한다. 박테리아의 일종인 페스트균이 흑사병의 원인이다. 페스트균에 감염된 쥐에 기생하는 벼룩이 쥐의 피를 빨아먹는 동안 페스트균에 감염되고, 이 벼룩에 사람이 물리면 페스트균에 감염된다. 증상을 보면 갑작스런 발열 및 전신 증상을 특징으로 한다. 크게 세 가지의 증상이 있다.

1) 가래톳 흑사병

일반적으로 2~6일의 잠복기 이후, 오한, 38도 이상의 발열, 근육통, 관절통, 두통 등의 증상이 나타난다. 대개 이러한 증상이 발생한 후 24시간 이내에 페스트균이 들어간 신체 부위의 국소 림프절 부위에서 통증이 발생한다. 벼룩이 주로 다리를 물기 때문에 허벅지나 서혜부의 림프절에 페스트균이 들어가므로 수 시간 내에 가래톳(보통 서혜부의 림프선이 염증으로 인하여 부어 오른 것, 또는 체표에 가까운 다른 림프선, 특히 겨드랑이나 가랑이의 림프선이 염증으로 인해 부어 오름)이 커지고 통증을 느끼게 된다. 겨드랑이나 서혜부의 통증 때문에 만지거나 걷는 등의 동작을 잘 하지 못하고, 주변 피부가 붉게 부어 오를 수 있다. 치료할 경우 증상이 빠르게 호전되는데 2~5일 정도면 발열 등의 이상 증상이 사라진다. 그러나 치료를 하지 않는 경우에는 병이 치명적인 상태로 급속히 진행되고, 심하면 사망에 이를 수도 있다.

2) 패혈증성 흑사병

20% 정도의 환자에서는 일차성 패혈증이 발생하는데, 그 증상이 일반적인 패혈증의 증상(구역, 구토, 복통, 설사 등)과 같으므로 정확한 진단이 필요하다. 그 외에 출혈성 반점, 상처 부위의 출혈, 범발성 혈관내 응고증(Disseminated Intravascular Coagulation, DIC)에 의한 말단부의 괴사(조직이나 세포의 일부가 죽은 것), 치료가 잘 되지 않는 저혈압, 신장 기능의 저하, 쇼크 등의 증상이 나타날 수 있고, 급성 호흡 부전 증후군이 동반되기도 한다.

3) 폐렴성 흑사병

폐렴성 흑사병은 흑사병의 주요 형태 중 가장 생명에 위독하며, 약 5% 정

도의 환자에서 발생한다. 잠복기는 대개 3~5일이고 급작스럽게 발생하는 오한, 발열, 두통, 전신 무력감의 증상을 동반한다. 빠른 호흡, 호흡 곤란, 기침, 가래, 흉통 등의 호흡기 증상이 발생하고 질병 이틀째부터는 객혈 증상, 호흡 부전, 심혈관계 부전, 허탈 등의 증상이 나타날 수 있다.

진단이 늦어지는 경우 사망률이 높아지므로 의심을 하고 진단하는 것이 중요하다. 특히 유행지역을 여행하고 돌아온 경우에 흑사병과 비슷한 증상이 나타나면 반드시 의심해 보아야 한다. 흑사병으로 의심되는 경우 혈액이나 림프액, 가래 등을 받아서 페스트균 배양 검사를 시행한다.

항생제를 투여하여 치료하는데, 발병 초기에 치료를 시작해야 효과적이므로 조기에 정확하게 진단하는 것이 중요하다.

현재는 주로 아시아, 아프리카, 아메리카 대륙에서 부분적으로 발병하고 이 지역 이외에는 거의 발생하지 않는다. 그러나 흑사병 유행지역을 여행하는 경우에는 주의가 필요하다.

(2) 말라리아(Malaria)

말라리아는 3종류 즉, 4일열 말라리아(malaria quartana), 3일열 말라리아(malaria tertiana) 그리고 열대성 말라리아(malaria tropica) 가 있다. 열대성 말라리아는 치명적이다. 모든 말라리아는 말라리아 병원충속에 속하는 원생동물에 의하여 발생한다. 말라리아 병원충은 세포간 병원충이다. 그것들은 확질모기(Anopheles mosquitoes)에 의해서 옮겨진다. 로마 철학자 Marcus Terentius Varro는 말라리아가 모기에 물린 매우 작은 동물에 의해서 옮겨지는 것으로 가정했다(Köster-Lösche, 1995). 말라리아 병원충은 모기 안에서 한번의 변화과정과 사람 암에서 또 한번의 변화과정을 거친다. 잠복기간은 말라리아 병원충에 따라 다르게 7일에서 40일 정도로 다양하다. 전 세계적으로 말라리아에 감염된 사람의 수는 3억 내지 5억명 정도로 추산하고 있다. 세계인구의 40%는 말라리아 오염지역에 살고 있다. 말라리아는 매년 대부분이 5세 이하인 어린이 1백만~3백만명의 목숨을 앗아가고 있다. 말라리아가 주로 발생하는 지역은 Africa, South America 그리고 Asia 지역이다 (그림 3.141).

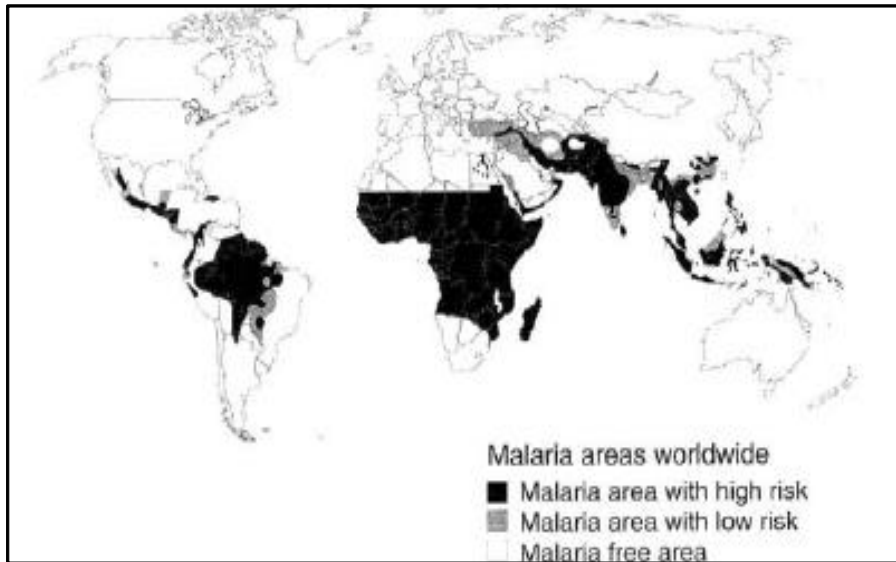


그림 3.141 말라리아의 세계적 분포

Africa 지역은 전세계 발생 환자의 90 %를 차지하고 있다. 역사적으로 보면 말라리아 오염지역은 Europe 의 북부에까지 이른다.

16세기(1557~1558), 17세기(1678~1682), 18세기와 19세기(1806~1811, 1845~1849, 1855~1860, 1866~1872)에는 말라리아가 크게 전염되었던 적이 있다. 농지가 대규모로 개발되어 경작되고 과도한 DDT(dichloro diphenyl trichloroethane) 사용의 증가로 말라리아는 줄어들고 있는 상태이다.

그러나 불행하게도 말라리아 병원체는 저항력을 가지게 된 것이다. 날이 갈수록 약제와 특히 항말라리아 약제인 조제약이나 chloroquine 과 mefloquine 의 사용량이 증가하고 있다.

우리나라에서도 휴전선 부근(경기도 북부 지역)에서 말라리아가 발생하고 있으며, 특히 북한 지역에서 자주 발생하는 것으로 알려지고 있다.

말라리아는 아프리카 같은 더운 나라에서만 걸리는 것으로 알려졌으나 우리나라에서도 “학질”이라는 이름으로 있었을 만큼 예전부터 존재는 했던 것이다.(“허준”이라는 사극에 많이 나왔다.)

이 병이 옛날에는 어느 정도였는지는 몰라도 1993년도 이전에는 완전히 없

어졌다고 여겼는데, 다시 부활한 질병이라고 한다. 그 뒤로도 매년 2천명 이상 감염된다고 한다. 이 병은 외국에서 주로 많이 감염되어 오는 거라고 하나 휴전선 부근의 전방에서 발생이 눈에 띄는 것을 보면 그냥 가볍게 지나칠 질병은 아닌 것 같다. 이 병이 심각한건 뇌를 손상시키기 때문인데, 뇌에 있는 혈관이 막히는 증상으로 뇌에 손상을 입었으니 회복 되더라도 뇌졸중같이 마비 증상등 후유증도 크다고 한다. 말라리아는 치료를 위한 완벽한 백신이 아직 개발이 안돼서 봉사단체에서 아프리카 같은데 가서 기껏 할 수 있는게 모기장을 주고 오는 방법 밖에는 없다고 하니, 아프리카 아이들에게는 태어나면서 숙명적으로 겪게 되는 하나의 큰 재앙인 것 같다.

말라리아(*malaria*, 다른이름 : 학질, 하루거리 열, 3일열, 4일열)는 열록날개 모기류(*Anopheles species*)에 속하는 암컷 모기에 의해서 말라리아를 일으키는 말라리아 원충이 전파되는데, 우리나라에서는 중국 열록날개 모기(*Anopheles sinensis*) 암컷이 말라리아 원충을 전파시킨다. 말라리아 원충에 감염된 모기에게 물린 후 인체에서 감염 증상이 나타날 때까지는 2주~수개월의 시간이 소요된다. 오한, 발열, 발한의 전형적인 감염 증상이 나타나는데 원인 병원체의 종류에 따라 증상 및 특징이 다르다. 우리나라의 토착 말라리아는 3일열 원충(*Plasmodium vivax*)으로 1970년대에 사라졌다가 1993년 이후 다시 유행하기 시작하였다.

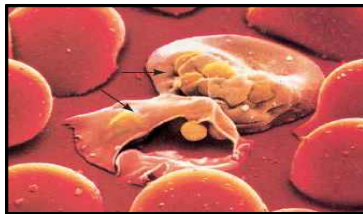


그림 3.142 말라리아 원충에 의해서 용해된 적혈구

1) 원인

플라스모디움(*Plasmodium*) 속에 속하는 3일열 원충(*Plasmodium vivax*), 난형열 원충(*Plasmodium ovale*), 4일열 원충(*Plasmodium malariae*), 열대열 원충(*Plasmodium falciparum*)의 네 가지 말라리아 원충이 각각 3일열 말라리아, 난형열 말라리아, 4일열 말라리아, 열대열 말라리아를 일으킨다.

2) 증상 :

감염된 모기에게 물린 후 인체에서 임상 증상이 나타날 때까지의 잠복기는

약 14일이지만, 3일열 말라리아의 경우 길게는 1년 정도(5개월~1년 6개월) 까지 간 속에 잠복해 있기도 한다. 발병 후 감염의 전형적인 증상이 순차적으로 나타난다. 한두 시간 동안 오한, 두통, 구역 등의 증세가 나타나는 오한기가 먼저 나타나고, 피부가 따듯하고 건조해지고 빈맥, 빈호흡 등을 보이는 발열기가 3~6시간 이상 지속된 후 땀을 흘리는 발한기로 이어진다.

발열 이외에도 환자는 빈혈, 두통, 혈소판 감소, 비장이 비정상적으로 커지는 등의 증세를 보인다. 빈혈은 적혈구가 파괴되면서 발생하고, 파괴된 적혈구와 헤모글로빈이 비장에 침착되면서 비장이 커지며, 혈소판 감소증은 항혈소판 항체가 형성되어 생긴다. 열대열 원충에 감염되었을 때에는 여러 가지 합병증이 발생할 수 있다. 저혈압, 뇌성 혼수, 간질성 폐렴, 심근 부종 등을 일으킬 수 있으며, 자주 발생하는 질환에는 사구체신염이나 신증후군, 급성 세뇨관 괴사증, 흑수열 등이 있다.

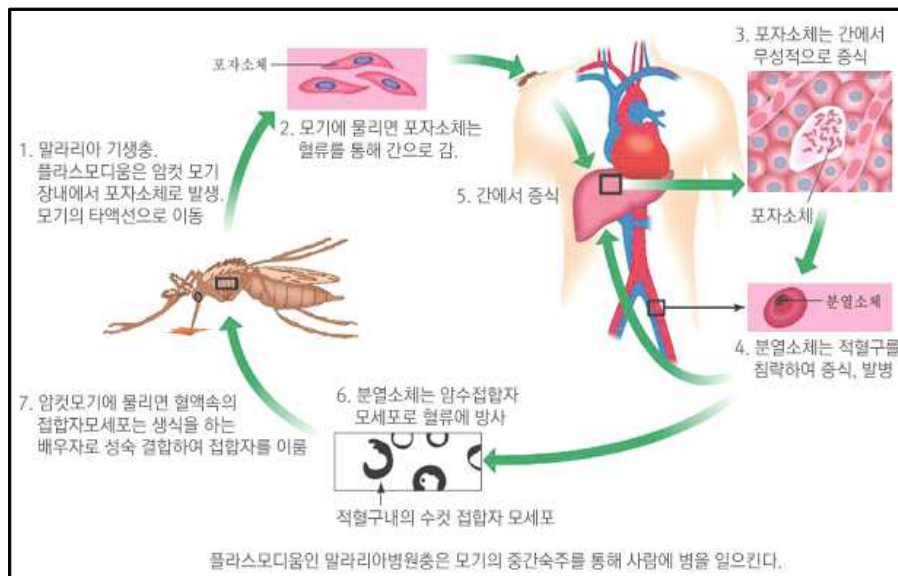


그림 3.143 말라리아 원충에 의한 감염 과정

3) 진단

말초혈 도말을 김자염색(giemsa stain)한 후 현미경으로 관찰하여 말라리아 원충을 찾아낸다. 말라리아가 의심되면 박충 도말과 후충 도말을 시행한다.

확진하기 전 선별검사에는 아크리딘 오렌지(Acridine orange)로 염색한 후 형광현미경으로 관찰하는 방법을 사용한다. 또, 열대열 말라리아의 선별검사법으로 덤스틱(dipstick)법을 사용할 수 있다.

열대열 말라리아는 증증임에도 불구하고 말초 혈액에서 말라리아 원충이 보이지 않을 수 있으므로 감염이 의심되면 여러 차례 반복 검사하는 것이 필수적이다. IFA법 등의 혈청 진단이 가능하지만, 항체는 발병 후 1주일 이상 지난 뒤에 나타나기 때문에 혈청진단법은 조기 진단에는 유용하지 않다.

4) 검사

① 혈액도말 검사

후층 도말법은 많은 양의 혈액을 도말하여 건조시킨 후 적혈구를 모두 용혈시키고 원충과 백혈구만 현미경으로 검사하므로 말라리아 양성 또는 음성의 판정에 매우 편리한 방법이다. 그러나 종을 감별하는 것은 어려운 경우가 많다. 박층 도말법은 적혈구와 백혈구를 슬라이드에 얇게 도말하여 원충과 적혈구를 정확히 관찰할 수 있으므로 종 감별에 매우 유용하지만 감염 밀도가 낮은 경우는 진단이 어려우므로 두 가지를 병행하면 진단에 도움이 된다.

② 아크리딘 오렌지 염색

환자 혈액 5 μ l와 아크리딘 오렌지 용액 10 μ l를 슬라이드글라스에서 혼합한 후 커버글라스를 덮어 2~3분간 잠시 두었다가 형광현미경으로 검사하는 방법이다.

③ 혈청학적 검사

ELISA(enzyme-linked Immunosorbent assay, 효소면역측정법)는 말라리아 원충의 단백질항원을 이용하여 대량의 시료를 검사할 때 사용할 수 있는 방법이다.

④ 유전자적 검사:

PCR은 말라리아 원충의 MSP와 CSP 유전자 등을 특이 프라이머(primer)로 확인한다.

5) 치료

말라리아 치료약은 예상되는 원충의 약에 대한 내성을 감안하여 선택되어야 한다. 클로로퀸(chloroquine)은 가격이 싸고 매우 효과적이어서 수년간 광범위한 지역에서 말라리아 치료의 선택약(drug of choice, 일차선택약이라고도 하며 어떤 질병에서 가장 먼저 사용해야 하는 약)이었지만, 클로로퀸에 내성을 보이는 원충들이 점차 증가하고 있어 주의가 필요하다. 현재 세계적으로 가장 문제가 되고 있는 것은 클로로퀸에 내성이 생긴 열대열원충으로 그 유행지역이 확장되고 있으며 대부분의 경우 다른 약제 역시 효과적이지 않기 때문에 문제의 심각성을 더하고 있다.

현재 처방 가능한 항말라리아 약으로는 아르테메터(artemether), 아르테수네이트(artesunate), 아토바쿠온(atovaquone), 퀴닌(quinine), 클로로퀸, 독시사이클린(doxycycline), 메플로퀸(mefloquine), 프리마퀸(primaquine), 프로구아닐(proguanil), 설파독신-피리메타민(sulfadoxine- yrimethamine), 하이드록시클로로퀸(hydroxychloroquine) 등이 있다.

6) 경과/합병증:

① 3일열 말라리아(vivax malaria)

권태감과 서서히 체온이 상승하는 발열 증상이 발병 초기에 수일간 계속되다가 오한과 고열이 나타난다. 두통이나 구역을 동반하며, 땀을 많이 흘린 뒤 열이 내려가고 하루 동안 열이 없다가 다시 발열, 발한 후 해열을 반복하는 하루거리 발열의 증상이 나타난다.

치료하지 않는 경우, 증상은 1주~1개월간 때로는 그 이상에 걸쳐 계속된다. 후에 증상이 재발하는 경우 2~5년 주기로 나타난다. 예방약을 복용하는 환자에게서는 이러한 전형적인 증상이 나타나지 않는다. 열대열 말라리아와 달리 3일열 말라리아는 어린이나 고령자, 면역부전환자 이외의 사람에게서는 중증으로 진행되지 않는다.

② 난형열 말라리아(ovale malaria)

3일열형 말라리아이며, 다른 증상도 3일열 말라리아와 비슷하다. 원충의 감염 농도는 낮다. 최대 5년 후에도 재발할 수 있다.

③ 4일열 말라리아(malariae malaria)

3일열 말라리아와 비슷하다. 이틀 동안 열이 없다가, 다시 권태감, 발열, 발한 후 해열을 반복한다. 비장이 비정상적으로 커지는 증상은 두드러지지 않는다. 50년까지도 재발이 반복될 수 있다.

④ 열대열 말라리아(falciparum malaria)

초기 증상은 3일열 말라리아와 유사하지만, 발열의 주기성은 불분명하고 발열, 오한, 기침이나 설사 등의 증상이 나타나기도 한다. 중증이 되면 황달, 응고 장애, 신부전, 간 부전, 쇼크, 의식 장애나 섬망, 혼수 등의 급성 뇌증이 나타난다. 증상이 가벼운 경우라도 갑자기 회복이 불가능한 징후가 나타날 수 있으므로 진단과 동시에 치료를 시행해야 한다. 치료하지 않으면 길게는 9개월~1년 정도 증상이 계속된다. 치료하지 않는 경우 사망률은 10% 이상이며 치료해도 0.4~4%의 환자가 사망에 이른다.

7) 예방방법

말라리아에 대한 백신은 없다. 가능한 한 모기에 물리지 않도록 하는 것이 가장 중요하며, 필요한 경우 의사와 상담하여 말라리아 예방약을 복용한다. 동남아시아, 중동, 중부아프리카, 중남미 등 말라리아 위험 지역을 여행할 때에는 항말라리아제를 복용하는 것이 권장된다.

약물 내성 지역을 확인하고 임신부나 가임기 여성에서의 상황 등을 고려해서 약제를 선택해야 한다. 클로로퀸은 산모에게 사용할 수 있는 가장 안전한 약이나, 대부분의 지역에서 내성이 있다. 출국 1주일전부터 복용을 시작하여 귀국 후 4주간 추가로 복용해야 한다. 말라론은 출발 1~2일 전, 하루에 1정 복용하기 시작하여 귀국 후 7일간 복용한다. 메플로퀸은 3개월, 독시사이클린은 1주일간 임신을 피하는 것이 좋다.

8) 생활 가이드

모기가 활동하는 야간에는 외출을 가능한 삼가는 것이 좋으며, 외출을 할 때에는 긴 소매의 상의와 긴바지를 착용하여 피부 노출을 최소화하는 것이 좋다. 모기 기피제를 바르거나 모기장 사용을 고려해 볼 수 있다.

(3) 후천성 면역결핍증(AIDS)

인간면역결핍 바이러스(HIV : Human Immunodeficiency Virus) /후천성 면역결핍증(AIDS : Acquired Immuno Deficiency Syndrome)은 비교적 새로운 질병으로, 과학적으로는 1980년 미국에서 처음으로 소개된 것이다. 첫 환자는 Gaetan Dugas라는 사람이지만 그 후의 조사연구에 의하면 AIDS는 침판지와 다른 영장류(靈長類)들로 부터의 질병으로 거슬러 올라간다. 이것은 이 질병이 1980년에 시작된 것이 아니라는 점을 뜻한다. 하지만 대유행이 시작된 것은 이 때 부터이다(Köster-Lösche, 1995). 2~6주간의 잠복기 후에 7~10일간 첫 급성 HIV감염증세가 나타난다. 이러한 감염은 보통 HIV 감염으로 나타나지 않으며 항체도 나타나지 않는다. 급성감염 후에 만성감염이 시작되어 평균 10년 이상을 지속하게 된다. 이 기간 동안에 면역체계는 손상이 증가되고 CD4 세포(림프구(球) : lymphocyte) 수는 μ l의 혈액 당 1,000에서 200정도로 급격하게 저하한다. 이 수준에서 면역체계는 심각하게 손상되어 소위 opportunistic 감염이 발생한다. 병든 혈액의 림프구 수에 기초하여 HIV 감염의 다른 상태들을 구분할 수 있다.

1980년 초에 150여명이 죽었으며 약 500여명이 감염되었던 것으로 판명되었다. 1985년에는 12,000 여명이 감염되었으며 일부 자료에 의하면 현재 3,400만~4,600만명이 HIV/AIDS 에 감염된 것으로 보고되고 있다. 2003년에는 420만~580만명이 신규로 감염된 것으로 보고되고 있다. 이러한 수치에는 80만명의 어린이가 포함되어 있는 것이다. 어떤 지역에서는 새로운 감염자 수가 줄어들고 있다. 독일에서는 1980년대에 새로운 감염자 수가 8,000여명이었으나 현재는 2,000~2,500 정도로 줄었다. 다른 지역에서는 감염자 수가 상당히 늘어나고 있다. 남아프리카 같은 지역에서는 전체 인구의 10 % 이상이 감염되고 있으며, 아시아의 일부지역에서도 감염자 수는 상당히 증가하고 있는 실정이다(Bloom et al., 2004, BfG, 1997). 2003년에 230만~ 360만명이 AIDS로 죽었다. 지금까지 이 질병이 발생한 후로 약 2천만명 이상이 죽었다. Mathers & Loncar (2006) 는 2030년 까지 AIDS 로 인해서 총계 1억1천7백만명이 죽을 것으로 평가하고 있다. 이는 년평균 650만명이 죽는다는 수치를 보이고 있다. 남아프리카에서 사망률에 가장 큰 영향을 끼치는 것이 AIDS 임을 알 수 있다.(그림 3.144)

대부분의 나라들에서는 15세~40세의 나이 군들의 사망률은 낮은 편이다. 그러나 남아프리카에서는 이 나이 군에서 최고의 사망률을 보이고 있다(van Gelder, 2003). AIDS가 처음으로 인지되고 1983년과 1984년에 Robert Gallo와 Luc Montagnier에 의해서 HIV가 발견된 후로 많은 연구가 진행되었다. 그러나 아직도 이 질병은 치료할 수 있는 것이 아니다. 1987년에 첫 HIV 치료제가 나왔으나 현재는 4종류의 활성물질군으로 이루어진 25종의 단독치료제 혹은 복합제가 준비되어 있다.

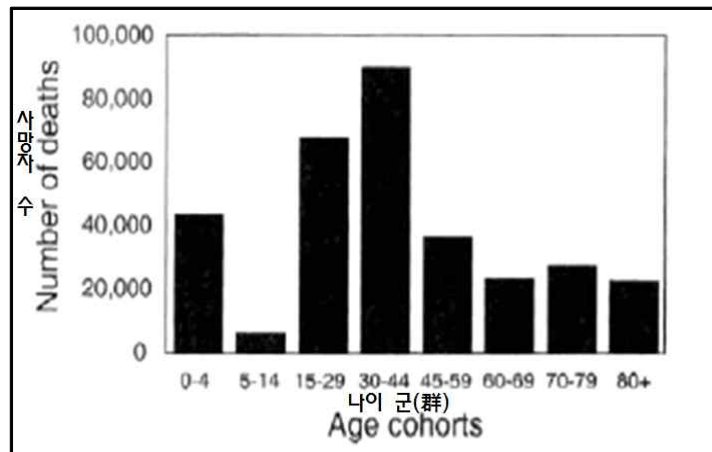


그림 3.144 남아프리카에서의 나이 군별 사망률 (van Gelder, 2003)

이 에이즈는 발견된지 오래 돼서 전 세계적으로 이미 많이들 알려진 병이다. 원숭이, 특히 침팬지에서 온 병이라고 알려진 이 병은 전파경로를 아직도 정확하게 모르는 상태이다. 해위의 유명 연예인들도 이 병으로 많이 죽었는데, 퀸의 리드싱어 프레디 머큐리도 이 병으로 세상을 떠났다. 정식명칭은 ‘후천성 면역결핍증후군’이고, HIV라는 병원체에 의해 면역체계가 완전히 망가지는 병이다. 전 세계적으로 32년간 3천 4백만명을 감염시켰다. 중국에서는 현재 에이즈로 인해 가장 많이 죽고, 아프리카나 동남아시아 같은 나라도 많은 걸로 알려져 있다. 주로 성매매가 많은 나라에서 일어나는 병들이다. 성이 개방된 지역에 많고, 매춘이 성행하는 곳에 많다. 전 세계적으로 사하라 남부 아프리카 지역이 68%로 가장 많다고 한다.

에이즈는 성관계나 수혈로 거의 감염이 되는데, 아직도 이 병에 대한 오해가 많은 것으로 알려져 있다. 에이즈에 걸리면 무조건 일정시기내에 사망한다고만 알고 있었는데, 발병 후 28년간 살아 있는 사람도 있고, 감염자의 80%가 여전히 생존하고 있어서 당뇨병처럼 치료와 관리(일명, 콕테일 치료)만 잘 하면 오래 살 수도 있다고 한다. 에이즈에 대한 또 다른 오해는 감염경로인데, 에이즈환자와 악수나 포옹, 운동같은 일상적인 신체접촉에 의해서는 감염이 되지 않고, 같이 음식을 먹거나, 키스를 하더라도 감염이 되지는 않는다.

[참고] 네이버 지식백과 후천성면역결핍증후군

<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=866&docId=434793&mobile&categoryId=866>

(4) 폐결핵(Tuberculosis)

결핵은 재발성 감염 질환이다. 전 세계 인구의 1/3~1/2 정도가 이 질병의 영향을 받고 있다. 매년 1억명 정도가 새롭게 이 병원체(결핵균 : Mycobacterium tuberculosis)에 의해서 감염되고 있다. 세계적으로 사망자 수는 매년 약 2~3백만명 정도가 된다. 매일 5천명 정도가 결핵으로 인해서 죽으며 이들의 95%정도는 개발도상 국가들에서이다(RKI, 2004).

불충분한 사회적 여건들과 결핵의 확산과의 상관성을 소련연방이 붕괴된 후 러시아에서의 예에서 찾아볼 수 있다. 급격한 사회적 변화는 다수의 국민들을 궁핍으로 몰아 간 결과를 낳았다. 이러한 결과는 결핵 환자를 급격하게 늘게 하였다. 단지 10년 만에 결핵환자의 수는 두 배로 늘어나게 된 것이다. 결과로 사망률은 3배로 늘어나게 되었으며, 죄수와 같은 계층에 대한 간헐적 치료는 결핵균에 대한 치료에 저항력만 키우게 한 결과를 낳았다(RKI, 2004).

결핵(Tuberculosis)은 기원전 7천년 경 석기 시대의 화석에서 그 흔적이 발견된 이래 인류 역사상 가장 많은 생명을 앗아간 감염 질환으로, 1882년 독일의 세균학자 로버트 코흐(Robert Koch)가 결핵의 병원체인 결핵균(mycobacterium tuberculosis)을 발견하여 같은 해 3월 학회에 발표함으로써 세상에 알려지게 되었다.

주로 폐결핵 환자로부터 나온 미세한 침방울 혹은 비말핵(droplet nuclei, 기침이나 재채기를 하면 결핵균이 들어 있는 입자가 공기 중에 나와 수분이

적어지면서 날아다니기 쉬운 형태로 된 것)에 의해 직접 감염되지만 감염된다고 하여 모두 결핵에 걸리는 것은 아니며 대개 접촉자의 30% 정도가 감염되고 감염된 사람의 10%정도가 결핵 환자가 되며 나머지 90%의 감염자는 평생 건강하게 지낸다. 발병하는 사람들의 50%는 감염 후 1~2년 안에 발병하고 나머지 50%는 그 후 일생 중 특정 시기에, 즉 면역력이 감소하는 때 발병하게 된다.

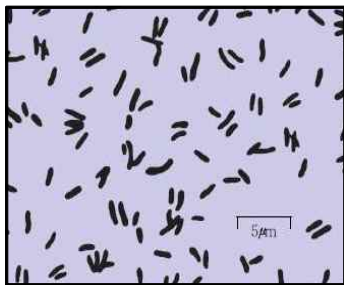


그림 3.145 결핵의 형태

결핵은 그 정의상 결핵균에 의한 감염 때문에 발생하며, 현재까지 알려진 활동성 결핵 발생의 원인으로는 1년 이내의 최근 감염, 흉부 X선상 섬유화된 병변의 존재, 에이즈, 규폐증, 만성 신부전 및 투석, 당뇨, 면역 억제제 투여, 위장 절제술 및 공회장 우회술(소장의 일부를 우회시키는 수술) 등의 수술력, 특정 장기이식 시기, 영양실조 및 심한 저체중 등이

있다. 우리나라에서는 2000년 8월 이후 의사들의 신고에 기반을 둔 결핵정보 감시체계가 출범되었으며, 그 이후의 통계자료를 바탕으로 했을 때 새로운 환자의 연령 평균값은 40대 이상이고 남녀별 발생률은 약 1.6:1로 남자에서 다소 높은 편이다.

생리학적으로 일단 결핵균에 의한 감염이 일어나면 그에 대한 숙주 면역반응으로 세포매개성 면역과 지연과민반응이 일어나게 되며 T림프구가 중요한 역할을 하게 된다. 이러한 면역학적 병태 생리에 따라 결핵을 소아 결핵/성인 결핵/면역억제 숙주 결핵으로 나누기도 하나, 결핵균을 포함한 비말핵(기침할 때 나오는 분비물에 섞인 균)을 흡인한 사람들의 30% 정도가 결핵균에 감염되고 그들 중 10%정도만 결핵이 발병한다는 사실은 결핵에 대한 숙주의 감수성 차이에 유전적 혹은 환경적인 요소가 존재함을 시사한다.

일반적으로 폐결핵 환자의 70~80% 정도가 급성 혹은 거의 급성(아급성)으로 증상을 가지고 있지만 이는 반드시 폐결핵 환자에서만 볼 수 있는 특이한 증상은 아니다. 따라서 결핵으로 인한 증상이 환자 자신이나 의사들에 의해서 심각하게 받아들여지지 않고 쉽게는 감기로 혹은 다른 폐 질환 또는 흡연과 관련된 증상으로 취급되어 종종 증상만 가지고는 결핵인지 아닌지 진단하기가

어려운 경우도 많다. 그러나 대체로 기침과 가래 등의 증상이 2주 이상 지속되는 경우에는 반드시 결핵에 관한 검사를 받아보도록 해야 한다.

폐결핵의 증상을 호흡기와 관련된 증상과 호흡기 이외의 전신 증상으로 구분하여 보면, 호흡기 증상으로는 기침이 가장 흔하며 객담(가래) 혹은 혈담(피 섞인 가래)이 동반되는 경우가 있다. 혈담은 객혈(피를 토하는 것)로 나타나기도 하는데, 초기보다는 대체로 병이 진행된 경우에 나타난다. 또한 병이 진행되어 폐의 손상이 심해지면 호흡곤란이 나타나고 흉막이나 심막을 침범하였을 때는 흉통을 호소하기도 한다. 전신 증상으로는 발열, 야간 발한, 쇠약감, 신경과민, 식욕부진, 소화불량, 집중력 소실 등과 같은 비특이적인 증상이 나타날 수 있으며 특히 식욕부진은 환자의 체중감소를 야기할 수 있다. 일반적으로 성인 폐결핵 환자의 흔한 초기 증상으로는 잦은 기침, 객혈, 발열, 전신적인 무력감과 미열, 체중감소를 꼽을 수 있다.

결핵은 발병하는 부위(폐, 흉막, 림프절, 척추, 뇌, 신장, 위장관 등)에 따라 증상이 다르게 나타난다. 예를 들어 림프절 결핵이면 전신 증상과 함께 목 부위 혹은 겨드랑이 부위의 림프절이 커지면서 동통이나 압통을 느낄 수가 있고, 척추 결핵이면 허리에 통증을 느끼며, 결핵성 뇌막염이면 두통과 구토, 의식 저하 등의 증상이 나타날 수 있다.

2주 이상 지속되는 호흡기 증상 및 전신 증상이 있는 경우 결핵을 의심하고 진단적 검사를 시행하게 된다. 특히 환자가 결핵에 감염될 수 있는 위험인자를 가지고 있는 경우라면 더욱 강력히 의심을 해 볼 수 있다. 우선 결핵균의 감염 여부를 조사하기 위해서는 투베르쿨린 피부반응 검사(Tuberculin Skin Test)를 시행할 수 있고, 활동성 여부를 확인하기 위해 흉부 X선 촬영을 시행하고, 결핵균을 확인하기 위한 객담 도말검사 및 배양검사를 시행한다. 혈액 검사에서는 일반적인 급성기 염증 반응을 시사하는 적혈구 침강속도(ESR)의 증가, 백혈구 증가, C 반응성 단백질(CRP)의 증가가 있을 수 있다. 이러한 초기 검사의 결과가 결핵을 진단하는데 부족한 경우 환자에 따라 흉부 전산화 단층촬영(CT), 기관지 내시경 검사 등을 시행할 수 있다.

최근에는 빠르고 정확한 중합효소 연쇄반응법(PCR)을 통한 결핵균 검사, 폐결핵 감염 여부를 보다 정확히 알 수 있는 체외 인터페론감마(Interferon-gamma) 검사 등이 도입되었으며, 일단 결핵이 진단되고 나면 배양된 결핵균

에 어떤 약이 효과가 있는지를 알아보기 위한 약제 감수성 검사, 검출된 균의 결핵균 여부를 확인하는 균감별검사 등을 시행한다.

1) 검사법

① 폐결핵 감염의 진단

(a) 투베르쿨린 피부반응 검사

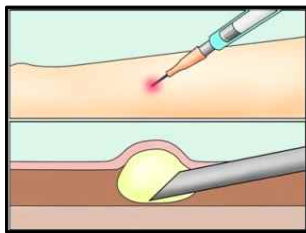


그림 3.146 투베르쿨린 피부반응 검사

결핵균의 감염 여부를 조사하기 위해서는 투베르쿨린 용액(RT-23 2TU)을 좌측 팔의 안쪽 피부 내에 주사 후 48~72시간에 주사 부위의 피부 결합조직이 단단해지는 경결 반응을 측정한다. 이때 반응 부위가 10mm 이상이면 양성으로 판정한다. 우리나라에서는 비씨지(BCG) 접종에 따른 위양성(실제 음성인데 결과로는 양성 나오는 것)

문제로 인해 결핵균 감염의 해석에서 맹점을 가지고 있는 검사법이다.

(b) 체외 인터페론 감마(Interferon-gamma) 검사

최근 도입된 새로운 검사법으로 결핵균에 감염된 T-세포만을 자극하는 특이 항원을 사용하여, 효소면역법(ELISA, enzyme-linked immunosorbant assay)으로 인터페론 감마(interferon-gamma) 농도를 측정하여 결핵의 감염 여부를 판단하게 된다. 과거 투베르쿨린 피부반응 검사로 인한 위양성 문제를 보완한 검사로, 미국에서는 잠복 결핵의 진단에 쓰고 있다. 아직 우리나라에서는 실험적 단계에서 이루어지고 있지만 향후 결핵 감염뿐만 아니라 활동성 폐결핵의 진단에서의 이용 가능성 또한 제시되고 있다.

② 폐결핵 발병진단

(a) 흉부 X선 촬영

엑스선 검사방법으로는 실제 크기로 촬영하는 흉부 직접촬영과 70mm, 100mm 크기의 축소된 사진으로 찍는 간접촬영이 있는데, 여러 사람을 집단으로 검사할 경우에는 간접촬영을 많이 이용한다. 그 소견에 따라 초감염 결핵과 재활성화 결핵으로 나뉘며 흔히 전자는 소아 결핵, 후자는 성인 결핵으로 분

류하기도 한다. 인체면역결핍 바이러스(HIV) 감염자는 초감염 결핵 소견이 주로 나타나는 것으로 알려져 있다.

(b) 결핵균 검사

결핵균 검출은 결핵을 진단할 수 있는 가장 확실한 방법이다. 최소한 3번 이상 시행해야 정확도를 높일 수 있고, 항산균 도말검사와 배양검사가 있다.

도말검사는 가래를 슬라이드에 얇게 발라 결핵균만을 선택적으로 염색해 현미경으로 관찰하는 방법이다.

결핵균은 일반적인 폐렴에서 세균 검사 때 쓰이는 그람 염색액으로 염색되지 않고 붉은색을 띠는 푸크신(fuchsin)으로 염색되고 나면 강산에 의해서도 탈색되지 않는다는 의미에서 ‘항산균(acid-fast bacilli)’ 이라고 불리는데, 결핵균 외에도 항산성을 보일 수 있는 균들이 있어 간혹 주의를 요한다. 전통적인 질넬슨(Ziehl-Neelsen)법과 최근 보다 빨리 판독할 수 있는 형광 염색법이 있다.

배양검사로는 가래뿐만 아니라 뇌척수액이나 흉수, 농양, 조직 등에서도 시행되며 배양을 위한 배지로는 두 종류의 고체 배지와 액체 배지가 있는데 현재 국내에서는 대부분 고체 배지에만 접종을 하고 있다. 결핵균은 그 특성상 배양에 오랜 시간이 걸리므로 대개 8주까지 배양 결과를 확인해야 하나, 배양 양성은 3~4주 정도에 가장 많이 나온다.

배양검사에서 균이 자라면 항산균 염색으로 확인 후 결핵균의 여부를 확인하고 최근에는 이를 위해 분자생물학적 방법이 많이 쓰이고 있다. 최종적으로는 감별된 결핵균에 대한 약제 감수성 검사가 시행된다.

(c) 흉부 CT

임상적으로 의심은 되나 흉부 X선 검사만으로 결핵의 진단이 힘든 경우에 전산화 단층촬영(CT)이 유용하다. CT는 오래된 섬유화 병변과 새로운 활동성 병변을 구분하는데 도움을 주는데, 특히 소세기관지나 소세기관지 주위의 병변은 결핵이 시작됨을 특징적으로 보여준다(“Tree-in bud” pattern). 그 외에도 CT는 공동, 흉곽 내 림프절 병증, 좁쌀 결핵(결핵균이 피를 타고 전신으로 퍼져나가 여러 장기에 염증을 일으킨 상태로 마치 좁쌀처럼 미세한 병변이

전신에 나타나는 것), 기관지 확장증, 기관지 협착, 흉막 질환을 진단하는데 민감도가 높고 결핵종 내의 석회침착 여부 판정에 특히 유용하다.

(d) 기관지 내시경 검사

임상적으로 기관지 결핵이 의심되거나 객담 검사에서 결핵균이 검출되지 않거나 혹은 악성 종양과의 감별 진단이 필요한 경우 기관지내시경 검사를 시행할 수 있다.

③ 그 외 검사

(a) 종합효소 연쇄반응법(PCR)을 이용한 결핵균 검사

기존의 결핵균 검사에 비해 검사의 민감도가 양호하고 재현성이 좋아 미국의 식품의약청(FDA)에서 승인을 받은 상업화된 방법들이 있지만 아직은 보조적인 진단 방법으로만 사용될 수 있다. 폐결핵이 강력히 의심되지만 도말검사 에서 음성인 환자가 종합효소 연쇄반응법(PCR) 검사에서 양성이면 결핵으로 진단할 수 있으나, 역시 종합효소 연쇄반응법 검사가 음성이라고 해서 결핵을 배제할 수는 없다.

(b) 약제 감수성 검사 및 신속 내성 검사

아직까지 국내 지침에서는 미국에서처럼 초치료 환자를 포함한 모든 배양 양성 결핵환자에게 약제 감수성 검사를 시행하도록 권고하지는 않으나, 앞으로 국내에서도 미국과 같이 약제 감수성 검사를 시행하는 것이 바람직할 것으로 여겨지고 있다. 현재는 배양된 집락을 이용해서 한천 배지나 계란 배지에 접종하는 ‘비율법’ 이 지금까지의 사례가 많고 경제적이기 때문에 많은 나라에서 시행되고 있다.

최근 2가지 이상의 약제에 내성이 있는 다제 내성 결핵이 문제화되면서 좀 더 빨리 약제 감수성 검사 결과를 얻고자 하는 노력이 있어 왔는데, 특히 결핵의 1차 치료약제 중 하나인 리팜피신(RMP)의 경우 리팜피신 내성균은 다제 내성을 보이는 경우가 많고 또한 약 95%가 또 다른 1차 치료약제인 아이나(INH, isoniazid)에도 내성이므로 현재 리팜피신 내성은 다제 내성의 지표로 보조적으로 이용되고 있다. 현재 아이나와 리팜피신에 대한 내용성을 동

시에 확인할 수 있는 분자생물학적 방법을 이용한 신속 내성 검사가 국내에도 보급되어 있다.

2) 치료방법 :

결핵균은 산소 분압이 높은 환경에서 잘 증식하나 그 증식 속도는 일반 세균에 비해 느리고, 대식세포 내에서도 생존하면서 돌연변이로 약제 내성을 획득하는 비율이 높은 것이 특징이다. 따라서 결핵 치료의 가장 큰 원칙은 감수성 있는 살균 제제를 선택하여 약제 내성을 방지하기 위해 다제 병용 요법으로 장기간 치료를 하는 것이며, 최고 혈중농도를 위해 1회 전량 투여 요법을 권장하고 있다.

과거 결핵을 치료할 수 있는 효과적인 약물이 없던 1950년대까지만 하더라도 결핵 환자들은 깨끗한 공기가 있는 시골에서 요양을 하거나 혹은 감염된 폐를 강제로 허탈시켜서 폐 속에 있는 결핵균이 공기와 접촉하지 못하게 폐쇄시키는 방법을 사용했던 적도 있었다. 그러나 지금 항 결핵제가 개발된 이후부터는 일부 특수한 경우를 제외하면 항 결핵제를 꾸준히 복용하는 것만으로도 대부분의 결핵은 완치가 가능하다.

현재 결핵치료에 사용할 수 있는 항 결핵제는 모두 9~10종 정도가 있는데, 이 중 효과가 좋고 부작용이 적어 우선적으로 사용하는 항 결핵제를 ‘1차 약제’ 라고 하며, 이보다 효능은 떨어지면서 부작용은 더 심해서 부득이하거나 꼭 필요한 경우에만 사용하는 항 결핵제를 ‘2차 약제’ 라고 한다.

이러한 약제를 바탕으로 현재 결핵 환자에 사용하고 있는 가장 일반적인 결핵 치료법은 아이나, 리팜핀, 에탐부톨, 피라진아마이드 4가지 약물을 두 달간 매일 복용한 후, 이후 피라진아마이드를 제외한 3가지 약물을 4개월에서 7개월 정도까지 추가로 복용하는 표준 단기 화학요법을 적용하고 있다. 이는 결핵균의 수를 치료 초기에 급속히 감소시켜 약제 내성균의 출현 기회를 뺏고, 대식세포 내 결핵균이나 서서히 증식하는 균을 박멸하고자 하는 방법으로 현재 아이나, 스트렙토마이신 등에 내성인 균에도 유효하고 치료 실패율이 낮으면서 재발 시에도 다시 처음 처방으로 재치료가 가능하여 치료 탈락자의 감소 효과도 있다.

일단 결핵 치료를 시작해서 약을 복용한 지 2주 정도가 지나면 기침이나

발열, 무력감 등의 증상은 거의 사라지게 된다. 결핵약은 효과적인 약의 흡수 문제 때문에 가능하면 하루 한번 식전 1시간에서 30분전에 모든 약을 한꺼번에 복용하도록 권장하고 있는데, 특히 결핵치료에서 가장 중요한 것은 결핵약을 거르지 않고 매일 정확하게 복용하는 것이므로 가능하면 모든 약을 한꺼번에 복용하는 것이 가장 확실한 방법이다. 그러나 일부 환자의 경우에는 속쓰림, 발열, 관절통, 두드러기, 간 기능 이상 등의 결핵 약제 고유의 부작용을 경험하기도 하는데, 이 때 환자가 약을 불규칙하게 먹거나 마음대로 약을 끊게 되면 얼마 지나지 않아 결핵균이 다시 증식하면서 증상이 재발하거나, 경우에 따라서는 약에 저항성을 가진 균이 출현하면서 치료에 실패하기 때문에 꼭 병원을 재방문하여 적절한 조치를 받아야 한다. 현재 결핵 치료에 사용할 수 있는 약이 모두 10여종 정도에 불과하다는 사실을 생각하면 결국 결핵은 첫 번째 치료에서 확실하게 치료를 하는 것이 가장 중요하다는 점을 꼭 기억해야 한다.

아울러 국내에서는 1962년 이후 국가결핵관리 사업이 시작된 이래 세계보건기구의 지침에 맞춰 결핵 예방을 위한 비씨지(BCG) 접종에서부터 각종 통계적 자료 수집을 위한 결핵감시에 이르기까지 국가적 전담기구를 두고 있으며, 민간과 긴밀한 협조를 이루기 위해 다양한 방면에서 노력하고 있다.

3) 경과/합병증 :

우리나라의 결핵 환자는 과거에 비해 크게 감소하였지만, 여전히 많은 사람들이 결핵으로 고통을 받고 있다. 최근 보도된 자료에 따르면 우리나라 인구 10만명 당 결핵 발생자 수 평균 87명, 인구 10만명 당 결핵 사망자 수는 평균 10명으로, 이는 OECD 국가의 평균인 17.7명과 2.1명을 훨씬 웃도는 수치로 OECD 국가 중 결핵 발생률 및 사망률 1위를 차지하고 있다.

결핵은 일반적으로 항 결핵제만 꾸준히 잘 복용하면 완치가 가능한 질환이지만, 완치의 여부와 무관하게 결핵에 의해 감염된 폐에는 다양한 형태로 그 후유증이 남게 된다. 이는 폐실질에서부터 흉곽에 이르기까지 전체 흉부 어디에도 가능하며, 석회화된 결핵종, 폐실질 내 공동, 기관지 확장증, 라스무센(Rasmussen's) 동맥류, 기관지 흉막루, 기흉 등이 있다. 드물지만 결핵을 앓은 흔적에서 폐암이 발생하는 경우도 있어 주의를 요하고, 특히 공동 내에

진균증이 생기는 경우 대량 객혈의 위험이 있어 경우에 따라서는 수술적 치료가 필요하기도 하다.

치료에 잘 반응하지 않거나 치료 중에도 객담(가래) 검사에서 항산균이 계속 검출된다면 약제 내성 결핵을 의심하게 된다. 약제 내성 결핵은 대부분 복약 순응도가 떨어져 약을 불규칙하게 복용한 것 때문이었으나, 최근에는 처음부터 약제 내성 결핵에 감염이 되는 경우도 증가하고 있다. 약제 내성 결핵의 경우 치료 기간은 더 늘어나고 복용해야 할 치료약의 종류도 더 많이 늘어나게 되는데, 최근에는 다제 내성 결핵 뿐만 아니라 광범위 약제 내성 결핵도 등장하여 인류의 건강을 위협하고 있는 실정이다.

4) 예방방법 :

결핵을 예방하려면 비씨지(BCG) 접종을 해야 한다. 비씨지는 우형 결핵균의 독성을 약하게 하여 만든 것으로 사람에게는 병을 일으키지 않으면서 결핵에 대한 면역을 갖게 하는 백신이다. 결핵균에 감염되기 전 비씨지 접종을 하면 그렇지 않은 경우보다 발병률이 1/5로 줄어드는데, 이 효과는 10년 이상 지속된다. 특히 비씨지는 폐결핵뿐 아니라 사망률이 높은 소아의 결핵성 뇌막염이나 속립성 결핵(좁쌀결핵)의 예방효과가 높기 때문에 가능한 한 출생 후 1개월 이내에 비씨지를 접종하도록 하고 있다.

① 생활 가이드 :

간혹 결핵 환자의 가족 중에 또 다른 결핵 환자가 발생하는 경우 혹시 유전이 아니냐고 질문을 하는 경우가 있는데, 이것은 환자의 몸에서 나온 결핵균에 다른 사람이 전염된 것이지 결핵은 유전되는 병이 아니다.

또한 과거 효과적인 결핵치료약이 없던 시절에는 결핵환자가 다른 사람에게 병을 옮기지 않도록 병원이나 요양소에 환자를 격리했던 경우가 있었으나, 현재 나와 있는 결핵약은 처음 2주 정도만 꾸준히 복용하면 결핵균의 전염력이 거의 소실되기 때문에 특별한 상황을 제외하고는 따로 입원을 하거나 격리생활을 할 필요는 없고, 환자가 사용하는 식기, 의류, 침구, 책 등과 같은 환자의 소유물이나 음식을 통해서도 결코 전염되지 않는다. 사실 실제로 문제가 되는 것은 결핵을 진단받고 치료를 시작한 이후가 아니라 결핵을 진단받기 이

전의 시기이므로 환자의 가족이나 주변 사람들에서 결핵이 의심되는 증상이 발생하면 미루지 말고 의사의 진찰을 받는 것이 좋다.

담배는 그 자체로 결핵에 더 잘 걸리게 하지는 않는 것으로 알려져 있으나 담배를 피우는 사람은 기관지염으로 인해 평소에도 기침과 가래가 많이 나오므로 결핵으로 인한 증상을 담배로 인한 증상으로 오해하여 병을 키우는 경우가 있을 수 있고, 결핵이 발생한 경우에는 추가적인 세균 감염이 발생할 수 있으므로 결핵 환자는 반드시 금연을 해야 한다.

산모나 수유부의 경우에도 특별한 상황이 아닌 이상 결핵치료가 아이에게 특별한 영향을 미치지 않는다고 알려져 있다.

② 식이요법 :

결핵을 치료하기 위해서는 오랫동안 상당히 많은 양의 약을 매일 먹어야 하고 대부분의 결핵약은 간에서 대사가 된다. 때문에 간혹 결핵에 걸려 보약이나 개소주 등과 같은 건강보조식품을 임의로 먹게 되면 그 자체가 간에 추가적인 부담을 줄 수가 있다.

따라서 결핵 환자도 일반 사람들과 마찬가지로 여러 가지 일상적인 음식들을 골고루 먹으면 된다. 최근 일부의 연구결과에서 특정 비타민이나 미량원소 등을 먹으면 결핵 예방에 도움을 준다고 알려지기도 하였으나 아직까지 일반적으로 받아들여진 사실은 아니다.

5) 관련질병 : [척주결핵](#) , 결핵성 수막염 , 장결핵

(5) 콜레라(호열자, Cholera)

역사적으로 콜레라는 중요한 전염병이었다. 1917년에는 약 60만명의 인도 사람들이 콜레라로 인해서 죽었다. 처음에 이 질병은 영국에는 영향을 끼치지 못했다. 따라서 영국인들에게는 관심 밖의 일이었다. 그러나 영국군 사령부에서 18,000명의 사망자 중에 9,000명의 군인들이 포함되어 죽은 후에는 영국에서도 경고가 걸리게 된 것이다(Köster-Lösche, 1995).

그림 3.147은 1854년 London 에서 콜레라 유행이 발생하였을 때, 콜레라의 발생 분포를 보여 주고 있다. 이 때 처음으로 수질과 콜레라가 관련 있

음이 밝혀지게 된 것이다.

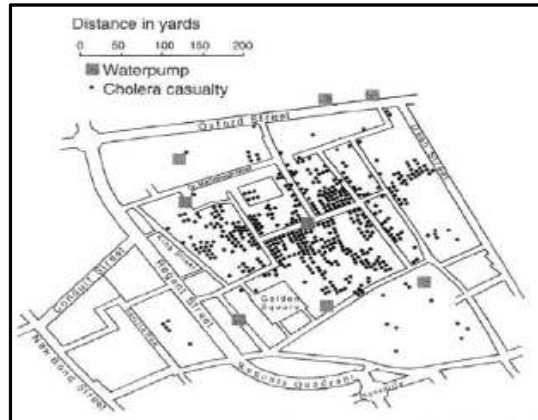


그림 3.147 1854년 London 에서의 콜레라 발생 분포 (Fragola & Bedford, 2005)

(6) 수두(chicken pox)

수두는 수두-대상포진 바이러스(varicella-zoster virus)에 의한 급성 바이러스성 질환이다. 증상은 급성 미열로 시작되고 신체 전반이 가렵고 발진성 수포(물집)가 생긴다. 잠복기간은 2~3주, 보통 13~17일이다. 수두나 대상포진의 수포에서 나오는 액의 직접 접촉 또는 공기를 통해서 전파된다. 감염자의 타액(침)을 통해서도 전파될 수 있다. 수포는 발생 초기일수록 전염성이 강하고, 딱지가 생기면 전염되지 않는다.

* 발병위치 : 전신

1) 원인

원인으로는 헤르페스 바이러스과(Herpesviridae), 알파헤르페스 바이러스아과(Alphaherpesviridae)에 속하는 수두-대상포진 바이러스(Varicella-zoster virus, VZV, HHV-3)가 수두의 원인 바이러스이다.

2) 증상

증상을 보면 잠복기간은 2~3주이며 보통은 감염 후 13~17일 후에 증상이 나타나기 시작한다. 급성의 미열로 시작되고, 가려움(소양감)을 동반한 피부

발진은 몇 시간 동안의 반구진 시기, 3~4일간의 수포(물집)기를 거쳐 7~10일 내에 가피(딱지)를 남기고 호전된다.



그림 3.148 수두 증상

수포는 연속적인 과정을 거치면서 단계별로 변화하고, 동시에 여러 단계의 수포가 공존하는 특징이 있다. 수포가 터지면 껍질이 된다.

수포는 노출 부위보다는 두피, 겨드랑이, 구강 점막이나 상기도 점막, 결막 등과 같이 가려진 부위에 더 많이 발생하는 경향이 있다. 벨트를 착용하는 부위 등 피부를 자극하는 곳에도 수포가 생기기 쉽다. 증상이 가볍거나 비전형적인 감염형, 불현성(겉으로 그 증상이 나타나지 않는 상태) 감염도 있지만, 성인에게서는 발열과 전신 감염 증상이 심하게 나타난다.

3) 진단방법 :

대부분의 경우에는 임상 증상을 관찰하는 것으로도 충분히 진단 가능하다. 수포에서 핵 내 봉입체(바이러스 감염 시에 숙주 세포의 핵에 특징적으로 나타나는 구조)를 가지는 다핵 거대세포를 검출하는 것으로 진단할 수도 있다. 전자현미경으로 바이러스를 관찰하거나, 세포배양으로 바이러스를 분리한다. 직접 바이러스 항원을 검출하여 진단할 수 있으며 혈청학적으로 진단할 수도 있다.

4) 치료방법 :

수두는 대부분의 경우 병이 진행되면서 증상이 자연적으로 좋아지기 때문에 특별한 치료는 필요 없다. 면역억제 환자에서 발생한 수두에는 항바이러스제인 아시클로비어(acyclovir)나 비다라빈(vidarabine)을 사용하면 증상이 경감된다. 그러나 면역기능이 정상인 수두 환자에서 항바이러스제는 급성기의 통증이나 발진이 호전되는 것을 만나절에서 이를 정도 앞당기는 효과만 있을 뿐 증상 완화 효과는 없다. 따라서 모든 수두 환자에게 항바이러스제를 투여하는 것은 바람직하지 않으며, 삼차신경의 제1분지가 이완되거나 증상이 심한 경우에만 사용하도록 제한해야 한다.

5) 경과/합병증 :

전체적인 사망률은 십만 명당 2명 정도이지만, 성인에서는 사망률이 십만 명당 30명으로 15배 높다. 주요 사망 원인은 성인의 경우 바이러스성 폐렴이고, 소아에서는 이차적인 세균감염과 뇌염이다. 백혈병 환자는 고위험군에 속하며 사망률이 5~10%에 달한다. 산모가 분만 5일 전부터 분만 후 2일 사이에 수두에 걸리면 신생아는 생후 5~10일 사이에 종종 수두에 걸릴 위험성이 있으며, 이 경우 사망률은 30%에 달한다. 임신 초기에 감염되면 약 2%의 태아에서 선천성 기형이 생긴다.

6) 예방방법 :

감수성이 높은 신생아나 면역억제 환자는 수두 환자와 접촉하지 않도록 주의한다. 피하주사용 생백신을 1~12세까지 감수성이 있는 사람에게 사용한다. 한 번에 0.5mL를 투여하면 3~6년 동안 70~90%의 방어력이 생긴다. 성인에서 4~8주 간격으로 2회 투여하면 약 70%의 효과가 있으며, 백혈병 환자의 경우에도 똑같이 2회 투여한다. 백신을 투여하면 발병하더라도 가벼운 증상만 나타난다. 백신의 부작용으로 7%에서 경미한 수두양 발진이 생긴다. 빈도는 감염된 경우보다 적지만, 나중에 대상포진을 일으키기도 한다.

① 생활 가이드 :

병원이나 각종 시설 등에서는 피부의 병적인 증상이 처음 발생한 후 5일간 혹은 수포가 마를 때까지 환자를 격리한다. 학교에서도 같은 기간 학생이 등교하지 않도록 해야 한다. 면역억제 환자가 있는 병원이나 병동에서는 중증의 수두를 방지하기 위해 수두에 걸린 환자를 철저히 격리해야 한다.

② 식이요법 : 특별히 식이조절을 필요로 하지는 않는다.

③ 관련질병 : [대상포진](#)

3.5.8 기타 감염성 신종 질병

피해자 수를 기준한 질병 목록은 임의로 확대할 수 있다. 예를 들면 1880

년에서 1980년까지 100년 동안에 천연두로 약 5억 명이 목숨을 잃었으며, 현재도 홍역으로 90만명이 세계적으로 목숨을 잃고 있다. 1995년에만도 5천만명 이상이 감염질환으로 죽어가고 있다(Bringmann et al., 2005). 이처럼 목록을 나열하면 끝이 없을 것이다. 관심있는 독자는 UN 보고서 "Global burden of disease"를 보면 좋을 것이다.

특히 많은 개발도상 국가들에서는 아직도 감염성 질병들이 여전함을 볼 수 있다. 예로서 말라리아, 아메바성 이질, 주혈흡충병(bilharziasis), 리슈마니아증(leishmaniasis), 그리고 수면병(sleeping sickness) 등으로 인해서 수많은 사람들이 죽어가고 있다. 병원체(균)들은 점점 더 저항력이 세지고 있으며, 이러한 질병들은 개발도상국들에서만 아니라 개발국가들에서도 마찬가지로의 경향을 보이고 있다. 예로서 병원체 포도상구균(Staphylococcus aureus)은 메티실린(페니실린계 항생물질) 저항체(methicillin-resistant)가 되어가고 있으며, 장구균(腸球菌, enterococcus)은 반코마이신 저항체(vancomycin-resistant)가 되어가고 있으며, 일부의 포도상구균계의 병원체들도 반코마이신 저항체 또는 중간 저항체가 되고 있다.

1970년대 이래로 새로운 항생제가 개발되지 않고 있다. 단지 약제적 조합에만 의존하고 있는 실정이다. 그러나 많은 전염성 질병들에 대해서 성공적으로 방어하고 있기도 하다. 예를 들어 콜레라, 천연두, 한센병(나병), 매독, 흑사병들이 약제들과 삶의 질을 개선하여 관리되고 있는 것이다. 이러한 상황은 죽음을 유발하는 건강 위험성뿐만 아니라 사회적인 조건들이나 사회적 위험성을 보여 주고 있는 것이다.

다음은 ‘우리를 위협하는 신종질병’이라는 주제로 tvN에서 방송한 내용을 중심으로 구글, 두산백과, 네이버지식백과 등을 참고하여 추가로 정리한 것이다. 중복성이 많으나 질병재해에 대한 이해를 돕는데 많은 도움이 될 것이라 판단하여 수록한다.

신종전염병과 관련하여 바이러스성 질병과 전염성 질병에 관련된 영어단어 몇 가지를 간단하게 정리하기로 한다.

- * viral diseases : 바이러스성 질병
- * infectious diseases : 전염성 질병
- * epidemic : 전염병, Spreading rapidly and extensively by infection

and affecting many individuals in an area or a population at the same time

- * pestilence : 치명적인 악성 전염병, 특히 서혜임파선종의 전염병, A usually fatal epidemic disease, especially bubonic plague
- * plague : (전염성이 매우 높은)전염병, A highly infectious, usually fatal, epidemic disease
- * syndrome: 증후군(정확하게 원인을 잘 모를 때 비슷한 증상을 보이는 병에 붙이는 것)
- * smallpox : 천연두
- * avian influenza(AI, bird flu) : 조류독감
- * Black death(the block plague,pest : 흑사병
- * malaria: 말라리아, 학질
- * Tuberculosis : 폐결핵
- * Cholera : 콜레라
- * typhoid : 장티푸스
- * typhus : 티푸스(티푸스의 균이나 리케차가 일으키는 병을 통틀어 이르는 말)
- * yellow fever : 황열병(모기로 전염되는 열대지방의 전염병)
- * polio : (척주성)소아마비
- * dengue(fever) : 뎡기(뎡그)열

다음으로 구글에서 ‘worst epidemic’ 이라는 키워드로 찾아낸 사이트 몇 개를 링크한다.

<http://www.neatorama.com/2009/04/27/5-deadliest-pandemics-in-history>

<http://dsc.discovery.com/tv-shows/curiosity/topics/10-worst-epidemics.htm>

http://www.oddee.com/item_90608.aspx

위에서 링크한 웹페이지에서는 다음에 서술한 내용들이 거의 다 들어가 있다. 다만 살인진드기와 신종플루와 같이 새로 밝혀지거나 발견된 것에 대한 내용은 거의 없고, 인류사상 최악의 질병만 모아 놓은 것이다.

(1) 살인진드기



그림 3.149 진드기

2013년 5월부터 뉴스에 자주 나오면서 많은 사람들에게 이슈가 되었던, ‘원인불명의 열성질환’ 이라고만 알려져 있었고 원인을 모르고 있다가 2009년에 겨우 발견된 신종바이러스 전염질환으로, 중국, 일본을 거쳐 우리나라에서도 발견된 ‘살인진드기’ (공식명칭 : 작은소 참진드기) 문제이다. 이 진드기에 물리면 SFTS바이러스가 사람에게 전염되어 ‘중증 혈소판감소 증후군(SFTS)’ 에 걸려서 혈소판이나 백혈구가 감소하는 현상이 일어나게 되는데, 감염되면 여러 장기 특히, 신장과 심장이 손상되고, 2013년 6월 현재 치료제도 없고 백신도 없다고 한다. 따라서 최대한 조심하는 수밖에 없는 것 같다. 지난 6월 5일자로 우리나라에서 살인진드기에 감염된 확진환자 7명 중 4명이 사망했다고 한다. 치사율이 매우 높은 편이다. 이 살인진드기는 5월부터 여름 내내 활동이 왕성하다고 하니 야외에서 특히 조심해야 할 것 같다. 하지만, 대개는 회복이 된다고 하니 지나친 염려는 않아도 될 듯 보인다.

(2) 쯤쯤가무시병

2012년도에 우리나라에서 가장 많이 걸린 감염병은 결핵과 수두, 그리고 쯤쯤가무시병의 순서이다.

쯤쯤가무시병은 오리엔티아 쯤쯤가무시균(Orientia tsutsugamushi)에 의해 발생하는 감염성 질환이다. 진드기의 유충이 피부(전신)에 붙어 피를 빨아먹은 부위에 가피(딱지)가 동반된 궤양이 나타나는 것이 특징이다.

진드기 유충에게 물려 오리엔티아 쯤쯤가무시균에 감염되는 경우 쯤쯤가무시병이 발생한다. 농부와 군인들 같이 주로 야외에서 활동하는 사람에게서 발병하기 쉽고, 국내에서는 성묘를 가는 주석을 전후하여 전국 각지에서 많이 발생한다.

쯤쯤가무시는 일본어인데, 우리말로 털진드기이다. 이 병은 10년 전보다 무려 350% 이상으로 많이 증가했다는데, 그 원인으로는 추축하건데, 캠핑활동이 많이 늘어난 것이 원인이 아닌가 생각되기도 한다. 이병에 걸리면 물린 부

위에 검은 딱지가 생기는데, 전신에 발진, 고열, 오한, 두통에 설사까지 하는 증상을 보이고 있다. 야외에서 풀밭에 함부로 눕지 않는 것이 최상의 예방책이다.

잠복기는 6~21일까지 다양하지만 보통 10~12일 정도이다. 잠복기가 지나면 발열, 발한, 두통, 결막충혈, 림프절 종대(커진 상태, 비대)의 증상이 나타난다. 발열이 시작되고 1주일 정도 지나면 암적색의 반점상 구진이 몸통에서 나타나 사지로 퍼져나가며 수일 내에 사라진다.

감염자의 대부분은 피부에 특징적인 가피(딱지)가 생긴다. 구역, 구토, 설사 등의 위장관계 증상이 동반될 수 있다. 쯤쯤가무시병에 특징적으로 나타나는 가피가 있을 경우 이를 의심할 수 있다. 혈청반응을 통한 항체 검사가 널리 이용되고 있다. 혈액검사와 흉부 방사선 촬영을 시행한다. 혈액 검사에서 백혈구나 혈소판 감소증이 나타날 수 있고, 간 기능 이상이 동반될 수 있다.

흉부 방사선 촬영에서 폐침윤(폐의 병소에서부터 염증이 주위의 조직으로 퍼져 나가는 상태로 방사선 촬영 사진에 흐릿하고 경계가 명확하지 않은 형태로 나타남)이 관찰되기도 한다. 테트라사이클린(tetracycline), 독시사이클린(doxycycline) 등의 항생제를 투여하면 증상이 호전된다.

적절한 치료를 받으면 1~2일 내에 증상이 빠르게 호전될 수 있지만 치료하지 않을 경우 약 2주 동안 발열이 지속된다. 합병증으로 뇌수막염, 난청, 이명이 동반될 수 있다. 사망률은 지역이나 나이, 면역상태에 따라 차이가 있으며 1~60%로 다양하다.

특별한 예방 백신은 없으며, 병을 앓고 난 후에도 재감염이 발생할 수 있다. 쯤쯤가무시병 유행지역 및 유행기에 야외 활동을 하는 경우에는 진드기 유충의 접근을 차단할 수 있는 화학약품을 옷에 바르거나 노출된 피부에 진드기 방충제를 발라 감염을 예방한다. 사람 사이에 전파되지 않기 때문에 환자의 격리는 필요하지 않다.

(3) 뎅기열

다음은 모기에 의해 감염되는 질병인 뎅기열과 말라리아이다.

뎅기열(dengue fever) 또는 다른 이름으로 뎅기쇼크 증후군은 뎅기 바이러스가 사람에게 감염되어 생기는 병으로 고열을 동반하는 급성 열성 질환이다.

뎅기 바이러스를 가지고 있는 모기가 사람을 무는 과정에서 전파된다. 이 모기는 아시아, 남태평양 지역, 아프리카, 아메리카 대륙의 열대지방과 아열대지방에 분포한다. 우리나라에는 없는 병이지만, 최근에는 유행지역에 다녀온 후 발생하는 경우가 매년 30여 명씩 보고되고 있다. 뎅기 바이러스를 전파하는 모기는 집 주위에 서식하는 모기이며, 보통 비가 고인 페타이어나 물웅덩이에 서식하고, 주로 낮에 활동한다.

뎅기열은 우리나라 한 연예인에 의해 우리에게 잘 알려진 병인데, 뎅기열에 걸리면 감기증상을 보이다가 대부분 호전되는데, 심하면 피를 토하고 죽을 수도 있다고 한다. 이 병의 매개체는 흰줄숲모기이다.

1) 발병 위치

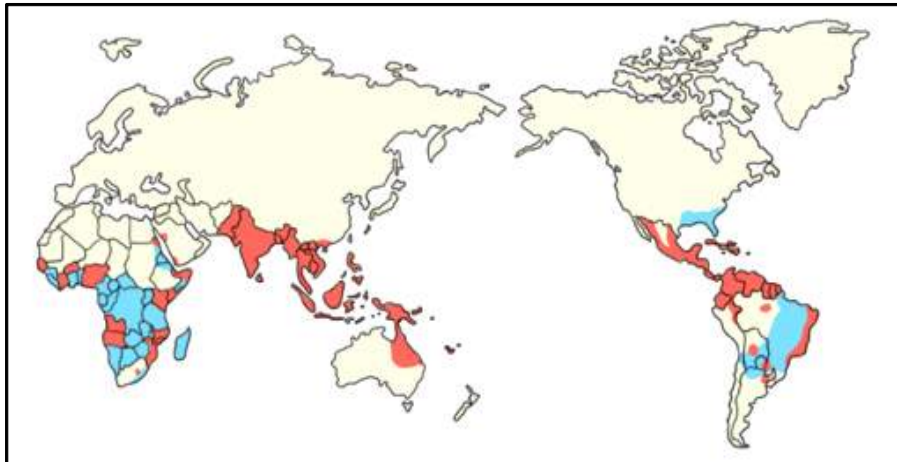


그림 3.150 전세계의 뎅기열 발생 분포

2) 원인

원인을 보면 플라비 바이러스(Flavivirus)속에 속하는 뎅기 바이러스(dengue virus)가 병을 일으킨다. 뎅기 바이러스에는 1형, 2형, 3형, 4형의 네 종류가 있다.

3) 증상

갑작스럽게 고열이 나서 발열은 3~5일간 계속되고, 심한 두통, 근육통, 관

절통, 식욕부진이 생긴다. 초기에 때로는 신체 전반에 붉은 반점이 나타난다. 열이 떨어지면서 온 몸에 피부 발진이 1~5일간 계속되는데, 초기에는 얼굴, 목 및 가슴 부위에 좁쌀 모양의 발진이 일시적으로 나타나다가 3~4일째에 가슴과 몸통에서 시작하여 팔 다리와 얼굴로 퍼지게 된다. 전신의 림프절이 커지지만 간이나 비장은 축진되지 않는다. 코피나 잇몸 출혈 등의 경미한 출혈이 질병 경과 중에 나타난다. 성인의 경우 혈변을 보거나 월경과다, 목 부위의 림프절이 붓는 증상이 나타나기도 한다.

뎅기열의 심한 형태로 뎅기 출혈열이나 뎅기 쇼크 증후군(dengue hemorrhagic fever)이 있는데, 이 경우 환자는 열이 떨어지면서 일시적으로 호전되는 것처럼 보이다가 상태가 급속히 악화되는 양상을 보인다. 매우 심한 식약감이나 불안증세가 생기고, 식은땀이 나며, 입 주위가 파랗게 되기도 한다. 가슴의 늑막에 물이 차고, 배에 물이 차는 복수가 생겨서 배가 불러지는 현상이 생길 수도 있다. 뎅기쇼크 증후군이 계속되면 장에서 출혈이 생겨 혈변이 나타난다. 이 경우에는 병의 경과 및 치료 결과가 좋지 않아 사망할 확률이 40~50%에 달하지만, 적극적인 중환자 치료를 받으면 사망률을 낮출 수 있다. 일부에서는 뇌염 증상이 동반된다.

4) 진단

뎅기열이 유행하는 지역에 여행을 다녀온 경우 피부 발진 및 발열 등으로 의심할 수 있으며, 피 검사로 항체를 확인하거나 뎅기 바이러스의 핵산(DNA)을 검출하면 진단할 수 있다.

5) 검사

발병 5일 이내 급성기에는 혈액에서 바이러스를 검출할 수 있으며, 6일 이후에는 혈청에서 항체를 검출할 수 있다. 항체검사는 균을 직접 검사하는 것이 아니고 균에 대한 우리 몸의 반응을 검사하는 것이므로 확실한 진단을 위해서는 시간을 두고 그 항체의 수치가 올라가는 것을 확인해야 한다. 국내에서는 질병관리본부에서 항체검사를 하고 있으며, 병원에서도 혈액검사를 하면 질병관리본부에 검사를 의뢰하여 결과를 통보 받는다.

6) 치료

뎅기 바이러스를 죽이거나 억제하는 특이적인 치료는 없으나, 병의 경과 중 환자가 느끼는 증상은 심할 수 있으므로 증상 완화를 위한 치료가 필요하다. 혈소판 감소가 심하게 오는 경우에는 몸에서 출혈 현상이 있을 수 있다.

뎅기 출혈열은 몸에서의 출혈 현상뿐만 아니라 혈압이 떨어지고 다른 장기들의 기능이 저하되는 현상이 생겨 환자가 사망에 이를 수 있으므로 적극적인 중환자 치료가 필요하다.

7) 경과/합병증

보통의 뎅기열은 1주일 정도 지나면 특별한 후유증을 남기지 않고 저절로 좋아지고 사망하는 경우는 드물지만, 혈소판 감소가 심하게 오는 경우에는 몸에서 출혈 현상이 있을 수 있다. 뎅기 출혈열은 몸에서의 출혈 현상뿐만 아니라 혈압이 떨어지고 다른 장기들의 기능이 저하되는 현상이 생겨 환자가 사망에 이를 수 있다.

(4) 슈퍼박테리아

다음은 슈퍼박테리아인데, 이걸 외국에서 슈퍼버그(super bug)라고 많이 알려져 있다. 이는 항생제의 잦은 사용에 저항할 수 있어 강력한 항생제에도 죽지 않는 박테리아이다. 1961년 영국에서 MRSA(Methicillin-Resistant Staphylococcus Aureus, 메티실린내성황색포도상구균)이, 1996년 일본에서는 VRSA(Vancomycin-Resistant Staphylococcus Aureus, 반코마이신내성황색포도상구균)이 처음으로 보고되었다. 항생제는 병원균에 의한 감염증을 치료하는 약물로, 감염 증세에 뛰어난 효능을 보인다. 그러나 항생제를 자주 사용하다 보면 항생제에 내성을 가진 균주들이 살아남거나 돌연변이를 통하여 항생제에 대한 저항성을 가진 균주들이 생겨나게 된다. 따라서 점점 더 항생제에 내성력이 강해진 병원균들이 생겨나게 되며, 이 때문에 치료를 위하여 더 강력한 항생제를 사용하게 되는데, 그러다 결국은 어떤 강력한 항생제에도 저항할 수 있는 박테리아가 생겨나기도 한다. 이를 슈퍼박테리아라고 한다.

현재까지 개발된 항생제 가운데 세계에서 가장 강력한 항생제는 반코마이신(vancomycin)으로, 1950년대 이후 황색 포도상구균의 중증 감염증을 치료

하는 데 사용해왔다. 그러나 1996년 이 항생제에도 강한 내성을 보이는 VRSA가 발견되었다.

그러나 2002년 영국의 과학자들이 항생제를 제조할 때 널리 사용되는 토양 균인 스트렙토마이세스 코엘리컬러(streptomyces coelicolor)의 유전자지도 를 완성함으로써 항생제에 대한 슈퍼박테리아의 내성 문제를 해결할 수 있는 단서를 마련하였고, 같은 해 미국에서도 슈퍼박테리아 병원균에 항생제 저항성 을 부여하는 핵심 유전자를 밝혀내는 등 슈퍼박테리아 퇴치를 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

그럼에도 전문가들은 항생제의 남용과 오용으로 인한 문제가 갈수록 심각해 지고 있으며, 이 슈퍼박테리아를 퇴치한다고 해도 또 다른 슈퍼박테리아들이 나타날 수 있다고 경고한다. (참조항목 : 바이러스, 페니실린, 포도상구균, 폴 리펩티드, 항바이러스제, 항생물질, MRSA염증, 항생제, 반코마이신) <http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=200000000&docId=1221968&mobile&categoryId=200000478> 참조

(5) 신종 AI

이 병이 처음 발견된 건 1997년 홍콩에서 3살짜리 아이가 독감으로 사망 했을 때이며, 이는 시신을 부검 해보고 나서야 비로소 알게 됐다. 조류에서 전파 된 것이다. 더 강력한 신종 AI가 중국에서 발병을 한 이유와 발병근원지 로 추정되는 상하이 중심의 특정지역이 있다. 중국에 많은 왕래가 있으신 분 은 유념해야 할 것 같다. 특히, 조류독감의 치료제로 알려져 있는 타미플루라 는 약에 대한 내성도 있으며, 특히 아이들이 조심해야 하는 질병인 것 같다.

중국에서 확산되고 있는 H7N9형 신종 AI 잠복기가 최대 10일까지 이를 수 있다는 연구 결과가 나왔다. 타이완신문 ‘중국시보’는 기존의 AI 대책 이 잠복기를 일주일로 보고 대응한 만큼 전면 재검토돼야 한다며 이같이 밝혔다. 대만 질병통제센터는 이에 따라 AI 감염 의심자나 감염자와 접촉한 사람 에 대한 관찰과 추적기간을 7일에서 10일로 늘리기로 했다.

(참고) 네이버 지식백과 조류인플루엔자 <http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=865&docId=72032&mobile&categoryId=1743>

(6) 유행성 출혈열

이것도 찌뜨가무시병처럼 군대에 있을 때 조심하라면서 많이 들었던 병이다. 감염되면 특히, 신장에 안 좋은 영향을 미친다고 한다. 군대에서 조심하라고 하는 이유는 여기에 있다. 이 바이러스는 한탄바이러스와 서울바이러스라는 이름이 붙어 있는데, 그 이유는 이렇다고 한다.

유행성출혈열(epidemic hemorrhagic fever with renal syndrome, 流行性出血熱)은 고열에 이어 단백뇨나 전신성의 출혈 경향 등을 보이는 바이러스성 전염병이다. 한국에서 매년 발생하고 있는 무서운 제3군 법정 전염병으로서, 사망률이 7%나 되며 현재 국제학회에서는 신증후군 출혈열이라 부르지만 유행성출혈열이라는 이름으로 알려져 있었으며, 6·25전쟁 직후에는 한국과 미국학자들이 한국형출혈열이라고 부른 때도 있었다. 환자는 남북한을 비롯하여 중국(40만 명), 러시아(1~2만 명), 동남아 및 유럽에서 수십 년 전부터 발생하였으며 세계적으로 매년 약 50만 명의 환자가 발생하고 약 4~7%가 사망한다.

한국에서 처음 환자가 발견된 것은 6·25전쟁 중인 1951년이며, 그 후 매년 수백 명의 환자가 주로 휴전선 근처에서 발생하였고, 최근에는 약 2,000명 이상의 환자가 전국에서 발생하고 있다. 1993년 여름에는 미국에서도 처음으로 출혈열 환자가 남서부지역에서 집단 발생하여 큰 소동이 벌어졌는데, 사망률이 70%나 되어 공포의 대상이 되고 있으며, 캐나다에서도 환자가 발생하여 사망하기도 했다.

이 병의 원인으로는 한탄바이러스속에 속하는 한탄바이러스, 서울바이러스, 푸우말라바이러스 및 무에르토벨리바이러스들의 호흡기 감염으로 시작된다. 한탄바이러스는 1976년 이호왕(李鎬汪) 박사가 세계 최초로 동두천 지역에서 잡은 등줄쥐에서 발견하여 한탄강의 이름을 따으며, 서울바이러스도 이호왕 박사가 1980년 서울 서대문구에서 잡은 집쥐에서 제2의 병원체를 발견하여 명명한 것으로 한국에서 최초로 발견된 미생물이다. 유럽에서 유행하는 출혈열의 병원체는 푸우말라바이러스이며, 미국의 병은 무에르토벨리라는 바이러스에 의하여 생긴다.

이 병의 증세를 보면 초기증세는 독감과 비슷하며 전신쇠약과 식욕부진으로 시작하여 고열(40℃)과 심한 두통 및 복통 등이 있고, 3~4일 후에는 눈·

코·구강·얼굴 및 가슴 등에 출혈반점이 생긴다. 또 복통과 심한 요통이 있으며 간혹 위장출혈로 맹장염으로 오진되는 수도 있다. 일주일 후에는 신장염을 동반하여 심한 단백뇨와 감뇨기가 오며 혼수상태에 빠지는 경우도 있으며, 이뇨기를 거쳐 회복까지 약 1~2개월이 걸린다.

유행시기와 보균동물은 1년 내내 전국에서 환자가 발생되며 농촌에서는 봄과 가을 농번기와 건조한 계절에 많이 유행한다. 이 병의 보균동물은 전국에 있는 등줄쥐와 집쥐이다. 시골에서는 등줄쥐의 약 15%가 한탄바이러스를 갖고 있으며, 도시에 있는 집쥐의 약 12%가 서울바이러스에 감염되어 있다. 이런 쥐의 소변과 타액 중에는 다량의 바이러스가 함유되어 있는데 배설물에 오염된 먼지가 사람의 호흡기를 통해 들어오면 전염된다.

치료 및 예방 수단으로는特效약이 없으므로 발병 초기에 빨리 병원에 가야 하며 출혈이 각종 장기에서 일어나기 때문에 절대안정이 필요하다. 환자 이송시 특별히 이 점을 유의해야 한다. 예방은 들쥐나 집쥐와의 접촉을 절대 금해야 하며 또 쥐의 서식처를 멀리해야 한다. 특히 농민·군인 및 토목공사 종사자가 위험군이며, 야외에서의 캠핑·낚시·사냥·골프 등의 활동을 할 때도 주의를 기울여야 한다. 집쥐를 정기적으로 잡는 것도 한 가지 방법이다. 가장 효과적인 예방법은 예방주사를 맞는 것인데, 한국에는 세계 최초로 개발된 ‘한타박스’가 있다. 한 달 간격으로 백신을 2번 피하에 접종하면 약 1년간 면역효과가 있으며, 1년 후에 재접종하면 한탄바이러스와 서울바이러스에 대한 면역이 유지된다.(참조항목 : 법정감염병, 에볼라출혈열, 에볼라바이러스)

(7) 에볼라 바이러스

이 병은 더스틴 호프만 주연의 “outbreak” 라는 영화에 나와서 많이 알려진 병이기도 하다. 이 영화는 개봉당시 한국에 대해 안 좋게 묘사가 되어 우리나라에서는 이슈가 되었었다. 이 에볼라 바이러스가 처음 발견된 곳은 아래와 같다. 이 병이 최초로 알려지게 된 계기가 있는데, 이 병에 걸리면 생기는 증상들을 보면 사람이 사용한 주사바늘이 재사용 되면서 급속하게 전 세계적으로 전파된 것이라고 한다. 이 병으로 인해 수단에서는 400명에 가까운 주민과 의료진들이 몰살된 사건도 있었다고 하고, 1976는 치사율이 88%, 1977년에는 감염된 사람들이 전부 다 사망했고, 1995년에는 81%, 2003년

90%라는 치사율이 나올 정도로 정말 무서운 병이다. 아직도 이 바이러스의 숙주와 매개체도 모르고 치료약이나 백신도 없는데, 역사상 가장 빨리 숙주를 죽이고, 다른 사람에게 빨리 전염이 되는 가장 무서운 바이러스라고 한다.

에볼라바이러스(Ebola virus)는 괴질바이러스의 일종으로 1967년 독일의 미생물학자 마르부르크 박사가 콩고민주공화국의 에볼라강(江)에서 발견한데서 유래한 명칭이다. 형태학적으로 다양한 모양을 가진다. 기다란 막대 모양, 나뭇가지 모양, 끝이 구부러진 모양 등 다양하다. 직경은 80nm, 길이는 700~1,400nm 정도이다. 이 바이러스에 감염되면 유행성출혈열 증세를 보이며, 감염 후 일주일 이내에 50~90%의 치사율을 보인다. 혈관을 통해 모든 장기에 이동, 장애를 일으키며 출혈과 함께 사망에 이르게 한다. 1976년 콩고민주공화국과 수단 등지에서 대거 발병한 기록이 있다. 콩고민주공화국에서 발생했을 때에는 88%에 육박하는 치사율을 보이며 280여명의 사망자를 내고 발병자 중 38명만이 살아남았다. 또한 1995년에도 콩고민주공화국의 키크위트 지방에서 집단으로 발병하여 164명의 사망자를 낸 바 있다. 한때 바이러스의 자연 숙주를 원숭이류로 추정해 왔으나 그렇지 않은 것으로 밝혀져, 현재 자연계 숙주가 알려져 있지 않은 실정이다. 한편, 에볼라바이러스의 변종으로 HTLV 바이러스가 있다.(참조항목 : 유행성출혈열, 에볼라출혈열)

(8) 사스(SARS)

사스가 처음으로 발견되고 전 세계적으로 전염되게 된 일화를 보면 단기간에 32개국 수천 명에게 감염되었다고 한다. 중증 급성호흡기 증후군(Severe Acute Respiratory Syndrome)으로 ‘SARS’로 약칭하고 있다. 우리나라에서는 2003년 4월 25일부터 5월 10일사이 감염자가 단 3명 정도로 약했는데, 김치를 먹으면 사스에 안 걸린다고 해서 그때 김치가 동이 날 정도로 많이 팔렸다. 일종의 마케팅 인듯하다. 바이러스의 정체는 밝혀졌지만, 감염경로나 백신이 없는 상태라 우리에게 괜한 두려움을 주는 존재이기도 할 수 있다.

(9) 메르스(MERS)

메르스(MERS : Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus, 중

동호흡기증후군)는 2003년 아시아에서 발생한 뒤 전 세계를 휩쓸어 800명에 가까운 사망자를 낸 사스 바이러스와 같은 계열이다. 잠복기가 1주일가량이고 사스와 마찬가지로 고열, 기침, 호흡곤란 등 심한 호흡기 증상을 일으킨다. 다만 사스와는 달리 급성 신부전증을 동반하는 것이 특징이다.

2012년 9월 이레 사우디에서 메르스 코로나바이러스에 감염된 환자 49명 가운데 사망자는 32명으로 늘었다. 사우디 보건부는 추가 사망자 가운데 2명은 서부 타이프에서, 다른 2명은 환자가 집중 발생한 동부 이스턴 주에서 각각 나왔다고 설명하고 있다. 보건부는 또 서부 제다에서 만성 폐질환을 앓던 2세 남자 아이를 비롯해 이스턴 주와 리야드 등지에서 감염 환자 3명을 추가로 확인했다고 밝혔다.

세계보건기구는 2012년 9월 이후 2013년 6월 현재 전 세계에서 메르스 코로나바이러스 감염 환자 64명이 발생해 이 가운데 38명이 숨졌다고 밝혔다.

신종 코로나바이러스로 불리던 이 바이러스는 사우디를 비롯한 요르단, 카타르, 아랍에미리트 등 중동 지역에서 환자가 집중적으로 발생해 메르스 코로나 바이러스(MERS-CoV)로 명명되었다. 최근에는 프랑스, 독일, 이탈리아, 튀니지, 영국 등지에서도 감염자가 일부 확인되고 있다.

메르스(MERS-CoV)는 전염병 중 가장 최근에 생긴 병이다. 이 병도 신장에 안 좋은 영향을 미쳐 신부전증까지 일으킨다고 한다. [참고] 네이버 지식백과 사스

<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=866&docId=14743&mobile&categoryId=866>

(10) 장출혈성 대장균(Enterohemorrhagic E. coli)

다음은 특이하게 채소에서 전염된다는 **장출혈성 대장균**이다. EHEC 대장균(O15:H7)은 여행자 설사를 일으키는 여러 세포독소(cytotoxin)를 생산한다. 그러나 그 기작은 잘 알려져 있지 않다. 고기에서 발견되는 식중독을 일으키는 O-157(앞에 O는 알파벳)보다 독성이 더 강한 채소에서 발견되는 O-104 대장균이다. 이 병에 감염되면 용혈성 요독증후군이라고 해서 역시 신장에 독이 쌓이는 문제가 생긴다. 이 병은 아직 우리나라에는 감염자가 발견되지 않

았지만, 평소에 채소를 더 깨끗이 씻어 먹어야 한다.

(1) 크로이츠펠트-야콥병(*Creutzfeldt-Jakob disease, CJD*) 인간광우병

크로이츠펠트-야콥병은 인간에게 발생하는 대표적인 프리온 질환이다. 프리온(prion)이란 광우병을 유발하는 인자로 단백질(protein)과 비리온(virion: 바이러스 입자)의 합성어이며 이제까지 알려진 박테리아나 바이러스, 곰팡이, 기생충 등과는 전혀 다른 종류의 질병 감염인자이다. 사람을 포함해 동물이 프리온에 감염되면 뇌에 스펀지처럼 구멍이 뚫려 신경세포가 죽음으로써 해당 되는 뇌기능을 잃게 되는 해면뇌병증(spongiform encephalopathy)이 발생한다.

전 세계에 걸쳐 산발적으로 발병하며, 비교적 급격히 진행되는 고위 대뇌기능과 소뇌기능의 저하, 근육간대경련 그리고 뇌파검사상 관찰되는 1~1.5Hz의 예파(sharp wave, 뇌파상 돌발성 이상파로 볼 수 있는 날카로운 모양의 파)가 특징적으로 나타난다. 크로이츠펠트-야콥병은 네 가지 형태로 분류할 수 있는데, 이 중 산발 크로이츠펠트-야콥병(sporadic CJD)이 가장 흔하고 전체의 85% 정도를 차지한다. 가족 크로이츠펠트-야콥병(familial CJD)은 10~15% 정도를 차지하며 프리온 단백질의 유전 정보를 갖고 있는 유전자인 PRNP의 돌연변이에 의해 발병된다. 의인성 크로이츠펠트-야콥병(iatrogenic CJD)은 1~2% 정도를 차지한다. 광우병에 걸린 소의 부산물을 섭취한 후 발생하는 변종 크로이츠펠트-야콥병(variant CJD)은 전체 크로이츠펠트-야콥병 환자의 극히 일부분에 해당된다.

크로이츠펠트-야콥병은 변종 프리온에 의해 발병하는 대표적인 질환이다. 프리온은 외부에서 유입된 병원체의 이중 단백질이 아니라 사람의 경우 20번 염색체에서 유래되는 단백질이며 이 단백질의 유전정보를 갖고 있는 유전자를 PRNP라고 한다. 정상적인 프리온 단백질의 기능은 아직 완전히 알려지지 않았지만, 신체 내에서 항산화물질로서의 기능, 신경전달물질의 기능, 장기상승작용에서의 중요기능 등 다양한 기능을 수행하는 것으로 추정되고 있다. 정상 뇌 조직에서 분리된 프리온 단백질은 단백분해효소K로 처리하면 완전히 분해되지만, 프리온 질환을 가진 환자의 뇌 조직에서 분리된 변종 프리온은 단백질분해효소K에 저항성을 지닌다. 변종 프리온 단백질은 대부분 신경교세포에 축

적되어 신경아교증이 일어나게 된다.

증상을 보면 산발 크로이츠펠트-야콥병 환자의 약 25%는 이 질병에 특징적인 임상 증상이 나타나기 수주일 또는 수개월 전부터 비특이적인 증세가 나타나는데, 원인불명의 무력감과 허약감, 식욕변화, 수면습관의 변화, 체중감소, 집중력 감퇴, 일시적인 시각 및 장소 혼동, 환각, 감정장애 등이 여기에 해당된다. 시각장애, 어지럼증, 균형장애와 수족의 감각장애 등의 신체증상도 자주 나타나는 전구증상이다. 인지장애는 인지기능의 각 부분에 걸쳐 전반적으로 나타난다. 운동실조는 30~70%에서 나타나고 근육간대경련은 외부 자극에 의해 반사적으로 나타나는 특징이 있으며 약 75%에서 나타난다.

변종 크로이츠펠트-야콥병은 초기에 정신이상, 동통성 감각이상, 운동실조가 주로 나타나다가 말기에 치매 증상이 나타난다. 또한 발병 연령이 대체로 낮은 편이며 뇌파에서 나타나는 이상 증상이 특징적이지 않다. 진단방법으로는 크로이츠펠트-야콥병을 진단할 수 있는 임상 기준이 고안되어 임상 진료에 유용하게 사용되고 있다. 크로이츠펠트-야콥병을 진단하기 위해서는 추가적으로 뇌파에서 특징적인 예파를 검출하고, 뇌척수액 검사에서 14-3-3 단백질을 확인하며, 뇌 자기공명영상촬영(뇌 MRI)에서 특징적인 증상을 확인한다. 임상적으로 진단이 불확실할 때에는 조직병리학적검사, 염기서열 분석 등이 필요하다.

치료방법으로는 프리온 질환을 치료하기 위한 많은 시도가 있었지만, 일단 임상 증상이 나타난 이후에는 아직까지 어떠한 치료법으로도 효과를 보지 못했다.

경과/합병증으로는 크로이츠펠트-야콥병은 발병 이후 대개 1년 이내에 사망하는 것으로 알려져 있다. 변종 크로이츠펠트-야콥병의 경우 산발성 크로이츠펠트-야콥병보다 다소 느린 경과를 거치지만 대부분 1.5~2년 이내에 사망한다고 알려져 있다. 세계보건기구에서 21세기 가장 위험한 전염병이라는 경고를 하고 있다. [참고] 네이버 지식백과 인간광우병

<http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=200000000&docId=1208208&mobile&categoryId=200000735>

(12) 브루셀라증(brucellosis)

다음으로는 사람과 동물이 모두 걸리는 인수공통전염병인 **브루셀라증 (brucellosis)**이다. 주로 동물과 많이 접촉을 하는 직업군에서 많이 걸린다. 이 병은 완치되더라도 면역력이 떨어지면 재발할 수 있다고 하니, 일종의 발의 무증균이나 피곤하면 입술에 물집이 생기는 단순포진을 일으키는 헤르페스 바이러스와 비슷한 것 같다.

Brucella 속의 세균에 의한 인간 및 동물의 감염증으로 인축공통전염병의 하나이고, 가축에서는 법정전염병으로 지정되어 있다. 동물에서는 본 증세가 가축뿐만 아니라 다종의 초식이나 육식 동물에게서 발견되고 주로 유산을 일으킨다. 사람에게서는 생유, 유제품 등을 거친 경구감염 외, 감염사체의 취급 등에 의해 감염되어 특징적인 파상열을 보인다. 그러나 최근 B. canis에 의한 브루셀라증은 사람과 개의 접촉이 많은 관계로부터 주목되고 있다.(출처 : 식품과학기술대사전)

브루셀라증[brucellosis , Malta fever, Bruzellose , Maltafieber] Br. ucella abortus. Br. suis, 및 Br. melitensis의 3종의 어느 것인가에 의한 감염증이다. 감염동물의 변뇨, 유즙, 조직을 매개로 사람에게 감염된다. 잠복 기간은 5~21일로 긴 것은 수개월의 것도 있다. 일반적으로 증상발현은 완만하며, 전신권태, 두통, 관절통, 복통, 신경통을 동반한다. 특징이 있는 것은 열형(열型)으로 10~14일 간격으로 저녁부터 오한과 함께 열이 상승하고 발한과 함께 아침에는 해열되는 경우가 많다. 응집반응이 진단적 가치가 높으며, 증상 발현 2~3주째부터 상승한다. 테트라사이클린계의 항생물질이 유효하다.(출처 : 간호학 대사전)

브루셀라증[Canine Brucellosis, Brucella Canis] 개의 브루셀라증은 암컷에서 유산을 일으킬 수 있고, 수컷에서는 부고환염과 정세관의 위축으로 인한 불임과 관계가 있다. 브루셀라증은 인수공통감염증으로 여겨진다. 감염된 대상과 접촉하거나 성관계를 맺을 경우 전염될 수 있다. B.CANIS는 감염된 뼈로부터 분리되었다. 진단은 혈액이나 미성숙 조직으로부터 세균을 분리하여 할 수 있다. BRUCELLA SUIIS 또한 개에서 질병을 일으킬 수 있고, 개는 BRUCELLA ABORTUS의 매개체 역할을 할 수 있다.

주요증상으로는 각막의 부종; 거리감각불능; 동공부동; 뒷다리 양쪽 부전마비, 무기력, 마비; 뒷다리 파행, 경직, 절름발이; 림프절 종대, 림프절 병증,

중창, 종괴; 무기력, 침울, 졸림, 생기없음; 발열; 복강내부 종괴, 중창, 유착; 비정상적인 자세; 사지마비, 무기력; 수척, 건강상태 불량, 증체율 불량; 수컷 불임; 식욕부진, 식욕감소, 식욕절제; 안구 전방출혈, 안구돌출; 암컷의 불임증, 저수태; 앞다리 파행, 경직, 절름발이; 외음부, 질의 악취냄새, 분비물; 외음부, 질의 점액성 분비물; 외음부, 질의 화농성 분비물; 요통, 허리 통증; 운동기피, 쉽게 지침; 운동실조, 협조불능, 절뚝거림, 넘어짐; 유산, 허약한 새끼 분만, 사산; 음경, 포피, 고환, 음낭의 종대, 종괴; 음낭 통증; 음낭, 고환 크기 이상; 음낭, 고환의 절창, 열상; 전립선 비대, 중창, 종괴; 전립선 통증; 지각과민, 예민함; 체중감소; 탈모, 무모증; 편측 부전마비; 피부 누관, 공동형성; 피부 또는 피하의 중창, 종괴, 결절; 피부 부종; 피부, 털, 기털이 축축함; 피부, 털의 건조; 피부의 궤양, 미란, 찰과상; 피부의 화농성 분비물; 피부홍반, 염증, 발적이 있다. (출처 : 한국과학기술정보연구원)

(13) 레지오넬라증(Legionella)

다음으로는 더워지기 시작하는 계절에, 지난해에 사용했던 에어컨의 청소를 잘 하지 않아서 생길 수 있는 전염병, 레지오넬라증(Legionella)이 있다. 이 병이 처음 알려진 특이한 계기가 있는데, 미국의 재향군인회와 관련이 있다. 요즘 잘 걸리는 병이라 예방차원에서 감염경로를 상세하게 알 필요가 있다. 이 균은 최근 백화점에서도 발견되고, 호흡기를 통해 감염된다고 한다. 호흡기를 통해서 감염이 되니, 폐렴이나 심장에 문제가 생기게 되어 사망에 이르기 까지도 한다. 특히, 아이들은 면역력이 약해져 있을 때 사람이 많은 곳이나, 깨끗하지 않은 분수대 물에는 접근하지 말라는 주의를 줘야 하겠다.

레지오넬라증은 물에서 서식하는 레지오넬라균에 의해 발생하는 감염성 질환으로 레지오넬라 폐렴과 폰티악 열(Pontiac fever)의 두 가지 형태로 나타난다. 레지오넬라 폐렴은 발열과 함께 폐에 염증이 생겨서 기침, 호흡 곤란 등이 생기는 경우를 말하며 호흡기 이외의 증상도 흔히 동반한다. 폰티악 열은 폐렴은 없이 독감과 같은 호흡기 증상이 나타나며 증상이 폐렴보다는 덜 심하다.

레지오넬라증의 90% 이상은 레지오넬라 뉴모필라(Legionella pneumophila)에 의해서 발생한다. 이 병원균에 대해 18개의 혈전형

(serotype, 미생물의 표면에 존재하는 항원이 특정 항체와 결합하게 되면 동일한 혈청형의 미생물로 분류됨)이 알려져 있고, 이 중 레지오넬라 뉴모필라 제 1 혈청형이 가장 흔한 병원균이다. 레지오넬라균은 25~45°C의 따뜻한 물에서 잘 번식하며 수돗물이나 증류수 내에서 수 개월간 생존할 수 있고, 온수기, 에어컨의 냉각탑, 가습기, 온천, 분수 등에도 존재한다. 레지오넬라균에 오염된 물이 아주 작은 물 분무 입자의 형태로 공기 중에 퍼졌을 때 이를 사람이 들이마시면 호흡기를 통해 균이 침투한다.

레지오넬라 폐렴은 발병 초기에는 밥맛이 없고, 힘이 없고, 머리가 아프고, 온 몸이 쭈시는 증상으로 시작해서 오한과 함께 체온이 39~40.5°C까지 급격히 오른다. 가래가 별로 없는 마른기침이 나고 설사, 구역, 구토나 복통 증상이 있으며, 발병 3일째부터 가슴 엑스레이 검사에서 이상 증상이 보이기 시작한다. 이러한 폐의 병적인 변화가 점차 진행되면 사망에 이를 수도 있다. 가슴 엑스레이 검사 상에 나타나는 이상 증상과 환자가 느끼는 증상이 반드시 일치하지는 않으므로, 항생제 치료를 시작하여 환자가 호전 효과를 느끼더라도 가슴 엑스레이 사진 상 폐렴은 계속 악화되고 있을 수도 있다. 가슴 엑스레이 사진 상 나타나는 이상 증상이 완전히 치료되기 위해서는 증상이 호전되기 시작한 후부터 1~2개월, 때로는 3~4개월까지 걸린다. 폐렴 이외의 증상이 동반되기도 하는데 심근염, 심외막염, 부비동염, 봉소염, 복막염, 신우신염 등도 일어난다. 폰티악 열 증상은 레지오넬라 폐렴의 증상과 같지만 폐렴이 발생하거나 사망을 초래하지는 않는다. 폰티악 열은 치료하지 않아도 대개는 2~5일, 길어도 1주일 이내에 자연적으로 치유된다.

레지오넬라증은 다른 질환과 구별될 수 있는 특징적인 증상이 있는 것이 아니기 때문에 비슷한 증상이 나타날 때에는 레지오넬라균 감염을 의심해야 하며 확진을 위해서 원인균인 레지오넬라균을 확인해야 한다.

환자의 가래를 얻어 그 안에 들어있는 레지오넬라균을 특수배지에서 배양하여 분리해낼 수 있다. 직접면역형광법을 사용하여 호흡기 분비물이나 감염된 조직에서 레지오넬라균을 검출하거나, 소변의 항원검사를 통해 레지오넬라 뉴모필라에 대한 항원이 존재하는지 또는 혈청 검사에서 항체의 양이 4배 이상 증가되었는지를 검사하여 레지오넬라균에 감염되었는지를 판단할 수 있다. 중합효소 연쇄반응도 진단에 이용될 수 있다.

새로운 매크로라이드(macrolide)계 항생제인 아지스로마이신(azithromycin)과 퀴놀론(quinolone)계 항생제인 레보플록사신(levofloxacin), 제미플록사신(gemifloxacin), 목시플록사신(moxifloxacin) 등을 치료 약제로 사용한다. 아지스로마이신 500mg을 하루 1회씩 먹는 약으로 또는 정맥 주사로 3~5일간 투여할 수 있고, 레보플록사신 500mg을 하루 1회씩 먹는 약으로 또는 정맥 주사로 7~10일간 투여한다. 면역성이 떨어진 환자나 X선 촬영에서 침범 범위가 넓게 나온 경우에는 항생제 투여 기간을 늘려야 한다.

레지오넬라증은 환자가 기존에 갖고 있는 질환의 종류와 심한 정도, 환자의 면역상태, 폐렴의 심한 정도, 적절한 항생제의 투여시기에 따라 병의 경과가 다르다. 면역 억제제를 투여 받거나 다른 질병에 의해 면역력이 매우 약화된 환자의 경우 질환의 초기에 적절한 항생제로 치료받지 못하면 사망률이 80%에 달하기도 한다. 면역기능이 정상이면서 적절한 시기에 항생제를 투여 받은 환자의 경우에는 사망률이 0~11% 정도로 낮다.

(14) 신종플루

이 병은 우리나라 연예인들이 감염됐고, 한참 유행할 때 한 텔런트의 아들이 이 병으로 사망했다는 소식이 많이 안타까워했었던 것인데, 이 병은 사람, 돼지, 조류 인플루엔자 바이러스의 유전물질 혼합으로 인한 돌연변이 바이러스에 의해 감염되는 병이다. 우리나라에서는 2010년 8월 현재까지 총 270명, 전 세계적으로는 18,000명이 이 병으로 사망했다. 이 병은 인류최대의 재앙이라고 하는 스페인 독감과 유사해서 세계적으로 이슈가 됐었는데, 결국 일반 독감과 유사한 사망률에 그쳤다고 하니, 다행인 것 같다.

사람·돼지·조류 인플루엔자 바이러스의 유전물질이 혼합되어 있는 새로운 형태의 바이러스로서, 2009년 4월 멕시코와 미국 등지에서 발생한 뒤 아메리카·유럽·아시아 대륙의 여러 나라로 확산되었다.

1) 신종플루 검역 :

H1N1 또는 신종플루로 약칭한다. 처음에는 ‘돼지인플루엔자(돼지플루)’ 또는 ‘돼지독감’ 이라고 하였으나 돼지와 관련이 있다는 증거가 없어 세계보

건기구(WHO)의 공식 명칭으로 사용하는 ‘신종 인플루엔자A(H1N1)’ 로 통일되었다. 사람·돼지·조류 인플루엔자 바이러스의 유전물질이 혼합되어 있는 새로운 형태의 바이러스로서 2009년 4월 처음 발견되었다.

바이러스의 전파 경로에 대해서는 아직까지 명확하게 밝혀지지 않았지만, 기존의 계절 인플루엔자 바이러스와 유사하게 비말(飛沫) 감염, 곧 감염된 사람의 기침이나 재채기 등을 통하여 주로 사람 대 사람으로, 감염자와 가까운 접촉자 사이에서 전파되는 것이 일반적인 경우로 알려져 있다. 식품으로는 전파되지 않기 때문에 돼지고기나 돼지고기 가공품을 섭취하는 것만으로는 감염되지 않으며, 70℃ 이상으로 가열조리하면 바이러스가 사멸된다.

잠복기도 확실하지는 않지만 대략 1~7일 사이로 추정된다. 증상은 확진 환자에게서 발열, 오한, 두통, 기침·인후통·콧물·호흡곤란 등의 상기도증상, 근육통, 관절통, 피로감, 구토 또는 설사 등이 나타난다. 전염기는 보통 증상이 발생하기 하루 전부터 발생 후 7일까지 전염력이 있는 것으로 보고되었으며, 어린이의 경우는 10일 이상으로 길어질 수도 있다.

치료제는 인플루엔자 치료제인 오셀타미비르(Oseltamivir, 상품명 타미플루)와 자나미비르(Zanamivir, 상품명 릴렌자)가 효과가 있는 것으로 보고되었다. 예방 조치로는 손을 자주 씻을 것, 손으로 눈·코·입을 만지지 말 것, 재채기나 기침을 할 경우에는 화장지로 입과 코를 가리고 한 뒤 손을 깨끗이 씻을 것, 발열이나 호흡기 증상 등이 있는 사람과 접촉을 피할 것 등을 권고한다.

발생 이후 2009년 5월 19일 현재 전 세계 40개국에서 확진환자 9830명이 발생하였으며, 79명이 사망하였다. 발생지로 지목되는 멕시코가 확진환자 3648명에 사망자 72명, 미국이 확진환자 5123명에 사망자 5명으로 가장 많다. 아시아에서는 일본에서 159명, 중국에서 7명이 확진되었고, 한국도 4명이 발생하였다.

한편, 세계보건기구는 2009년 4월 29일 신종 인플루엔자A의 전염병 경보를 5단계로 격상시켰는데, 이는 인간 대 인간의 바이러스 전염이 한 대륙의 최소 2개국에서 발생하여 ‘대유행이 임박하였음’을 경고하는 것이다.

신종플루는 2009년 6월 9일 세계보건기구(WHO)가 전 세계 74개국에서 수많은 사람들이 이 바이러스에 감염된 뒤 신종플루에 대한 경보를 격상, 40

년 만에 처음으로 세계적 전염병으로 선언했다. 이로써 국제 전염병 경보수준은 최고단계인 ‘6단계’로 격상됐다. 전염병 경보 6단계 격상은 “신종플루 진원지였던 미주 대륙 이외의 다른 대륙에서도 바이러스가 지역사회에서 ‘사람 대 사람’의 감염을 통해 지속적으로 확산”될 때 취하는 WHO 대유행 단계 정의에 따른 조치다. 당시, 전 세계 신종플루 감염상황은 74개국에서 28,774명에 발생했으며, 사망자는 144명이었다. WHO는 당시 조치로 각국의 무역관계, 관광산업 등이 위축될 것을 우려하여 “신종플루의 전 세계적인 지리적 확산을 반영한 것이지 전염병의 심각성을 고려한 것은 아니다”고 설명하기도 했다.

당시 국내 보건당국은 신종플루 ‘주의’ 경보를 유지하였으며, WHO 전염병 경보가 최고치에 달하면서 보건복지가족부는 관계부처 관계자와 전문가가 참여하는 위기평가회의를 긴급 개최하고, 국가 전염병 위기수준을 논의했다고 밝혔다. 복지부 관계자는 “국내 감염자 대부분이 해외 유입 및 그들과 긴밀히 접촉한 사람들”이라며 “위기경보 기준에 따라 현 수준인 ‘주의’ 단계를 유지하되 향후 발생상황을 예의주시하고 대유행 선언 및 가을철 유행에 대한 추가적인 조치를 강구할 것”이라고 말했다. 이어 “검역 및 입국자 관리를 통해 해외환자 유입을 차단하는 동시에 지역사회 환자감시 및 조기치료 체계를 병행 운영하고 올 하반기 가을철 대유행에 대한 대비책을 마련하겠다”고 덧붙였다. 학교, 직장, 군부대, 사회복지시설 등을 중심으로 집단발병 감시를 지속적으로 실시하고, 대량 환자 발생에 대비해 1만 병상 규모의 격리병상을 지정하며, 격리병원 교육, 의료자원 배분 등을 통해 대비책을 마련한다는 복안이다. 또한 추경예산 182억 원으로 130만 명분의 백신을 조기에 확보하고 추가확보 방안을 마련하였다. 보건 당국은 “신종플루가 계절 인플루엔자보다 중증도가 높지 않은 만큼 과도하게 불안해하지 말라”면서도 “만약에 대비해 위험지역을 방문하거나 방문자와 긴밀한 접촉을 한 후 7일 내에 발열, 기침, 인후통, 콧물 등의 증상이 발생하면 보건소에 즉시 신고해달라”고 당부했다. 복지부 관계자는 “자발적인 신고를 통해 환자를 조기 발견한 것이 지역사회 전파를 차단하는 데 매우 중요한 역할을 했다”고 설명했다. 6월 12일 현재 우리나라는 56명의 신종플루 환자가 발생한 상태였으며, 감염자는 멕시코 입국자 3명, 외국어 예비강사 22명 집단발병, 미국(26)과 유럽

(1), 필리핀(2), 중국(1), 호주(1)와 홍콩(1)에서 입국한 이들이었다. 연령별로는 남성이 29명, 여성이 27명인데 이 중 20대가 가장 많은 것으로 드러났다. 그러나 신종플루가 전 세계적으로 호주, 칠레 등 남반구 국가를 중심으로 급속하게 확산되고 있어, 지속적인 환자 유입 및 지역사회 유행 가능성이 매우 클 것으로 전망했었다. (출처 : 뉴스한국 2009년 6월 14일자 조정희 기자)

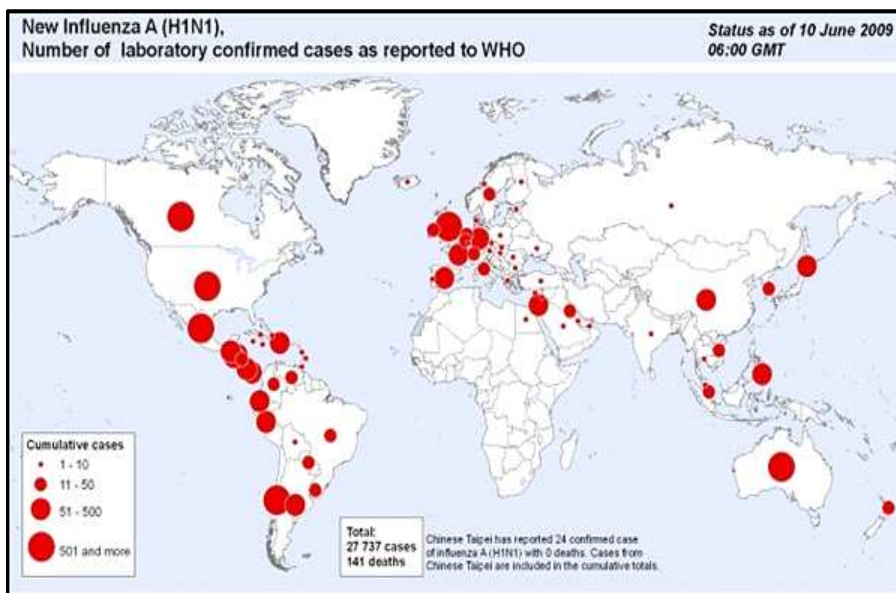


그림 3.151 2009년 6월 10일 현재 전 세계 신종플루 감염지역 분포현황.(출처 : WHO)

모든 병의 가장 기초적인 예방법은 바로 손씻기이다. 손씻기는 손을 15~20초정도(생일축하곡 한 소절 부를 정도의 시간)로 손톱 밑까지 깨끗이 씻는 것이다. 손 씻는다는 것은 세균을 씻어 내는 게 주 목적이지만 균을 죽이는 건 아니기 때문이다. <http://www.wikihow.com/Wash-Your-Hands>

참고문헌

- BCP 입문(2004), 이영재, 윤정원, 디지털타임스
具悼會(1997), 서울의 洪水, 도서출판 서울문화
도시의 안전(1998), 서울시립대학교 도시과학대학 수도연구소
방재경제와 산업(2006), 오금호 (강의 자료집)
방재사전(2010), 한국방재협회 방재사전편찬위원회
소방학개론(2004), 최진중, 형설출판사
수해방지대책 백서(2003), 국무총리 국무조정실 수해방지대책기획단
수해방지종합백서(1999), 대통령비서실 수해방지기획단
신 재난안전관리(2008), 한건연, R&D 프레스
신국가방재시스템 백서(2007), 소방방재청
沿岸災害の豫知と防災(1988), 白亞書房
위기관리(Business Continuity)(2006), 이영재, 생능출판사
위기관리와 커뮤니케이션(2003), 이연, 학문사
이규현 (해설) (1986) “사진으로 보는 근대한국”, 서문당
자연재해 위험관리(2006), 한국화재보험협회
자연재해의 이해(3판)(2010), 이재수, 구미서관
재난관리 60년사(2009), 소방방재청
재난연보(2011), 소방방재청
재해연보(1979~1991), 건설부
재해연보(1992~1996), 내무부, (1997~2003), 행정안전부, (2004~2012),
소방방재청
朝鮮の災害(調査資料第24輯)(昭和3年(1928年 8月)), 朝鮮總督府
朝鮮古代觀測記錄調査報告書(大正6年(1917年 7月)), 金崎金步
地域防災計劃の實務(1997), 京都大學防災研究所編, 鹿島出版社
풍수방재,(2012), 한건연, R&D 프레스
漢江史(1985), 서울特別市
한국공항공사와 인천국제공항공사의 통계자료, (2013)
한반도 지진 및 지진해일 현황과 대책(2000), 한국지질 자원연구원 지현철,
(학술회의 발표자료)

- Abramovitz J (2001) Unnatural Disasters. Worldwatch Paper 158, October 2001, Worldwatch Institute
- Adams H-A, Vogt M & Desel H (2004) Terrorismus und Medizin - Versorgung nach Einsatz von ABC-Kampfmitteln. Deutsches Ärzteblatt. Jahrgang 101, Heft 13, 26. März 2004, pp. B 703-B 706
- Ahrens R (2001) Wie viel Nutzen für wie viel Risiko. Dokumentation des Workshops. Frankfurt am Main, Februar 2001
- Albrecht U (1985) Einführung. Rüstung und Sicherheit. Spektrum der Wissenschaft: Verständliche Forschung. Verlagsgesellschaft, Heidelberg 1985, pp. 7-16
- Ale BJM (2003) Keynote lecture: Living with risk: a management question. In: Bedford T & van Gelder PHAJM (Eds): Safety & Reliability - (ESREL) European Safety and Reliability Conference 2003, Maastricht, Netherlands, Balkema Publishers, Lisse 2003, Vol. 1, pp. 1-10
- Allen PA (1997) Earth Surface Processes. Blackwell Science, Oxford
- Altavilla A, Garbellini L & Spazio A (2000) Risk assessment in the aerospace industry. Proceedings-Part 2/2 of Promotion of Technical Harmonization on Risk-Based Decision-Making, Workshop, May 2000, Stresa, Italy
- Alvarez LW, Alvarez W, Asaro F & Michel HV (1980) Extraterrestrial cause for the Cretaceous-tertiary extinction. Science 208(4448) pp. 1095-1108
- Andrey J & Mills B (2003) Collisions, casualties, and costs: Weathering the elements on Canadian roads. ICLR Research, Paper Series-No. 33
- Andrey J, Mills B & Vandermolen J (2001) Weather Information and Road Safety, Paper Series-No. 15, August 2001, The Institute for Catastrophic Loss Reduction (ICLR)
- AVP (2005) Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft. Arzneiverordnung in der Praxis. Pharmavigilanz. Berlin
- Aßmann U, Demuth B & Hartmann F (2006) Risiken in der Softwareentwicklung. Wissenschaftliche Zeitschrift der

- Technischen Universität Dresden, 55, Heft 3-4, pp. 105-109
- Bachmann H (1997) Erdbebensicherung der Bauwerke. In (Ed) Mehlhorn, G.: Der Ingenieurbau: Grundwissen, Teil 8: Tragwerkszuverlässigkeit, Einwirkungen. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 1997
- Baladin RK (1988) Naturkatastrophen ?Der Pulsschlag der Naturgewalten. 2. Auflage, Verlag MIR, Moskau und BSB G.G. Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig
- BAUA (2008) Federal Institute for Occupational Safety and Health, www.baua.de
- Bell R (2007) Lokale und regionale Gefahren- und Risikoanalyse gravitativer Massenbewegungen an der Schwäbischen Alb. Dissertation. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- Bergmeister K (2006) Beton unter hohen Temperaturen - eine Frage der Tunnelsicherheit, Beton- und Stahlbetonbau, 101(2), pp. 74-80
- Bergmeister K (2007) Opening lecture: Innovative technologies to upgrade fire safety of existing tunnels. In: Taerwe L & Proske D (Eds) Proceedings of the 5th International Probabilistic Workshop, Ghent 27-28 November 2007, pp. 1-14
- Bergmeister K, Curbach M, Strauss A & Proske D (2005) Sicherheit und Gefährdungspotentiale im Industrie und .Gewerbebau. Betonkalender 2006, Teil II, Ernst & Sohn
- Bergmeister K, Suda J, HUI) J, & Miklau FR (2007) Schutzbauwerke gegen Wildbachgefahren. Betonkalender 2008, Ernst and Sohn
- BfG (1997) - Bundesministerium für Gesundheit: AIDS-Bekämpfung in Deutschland. Bonn 1999,7. überarbeitete Auflage, Kölnische Verlagsdruckerei
- BfS (2007) Federal office for radiation protection. www.bfs.de
- Bieseke D (1988) Wie vor. Alle Hunde in den Himmel. - Bissiges zu einem Missbrauch. Böblingen: Tykve
- Bigl S (2007) Undesirable effects after vaccination in the free state of Saxony. Ärzteblatt Sachsen, 3,2007, pp. 128-134 and 5, 2007, pp. 230

- BKA (2004) Bundeskriminalamt: Polizeiliche Kriminalstatistik 1999 für die Bundesrepublik Deutschland, <http://www.bka.de>
- Bloom DE, Bloom LR, Steven D & Weston M (2004) Business and HIV/AIDS: Who me? In: Talyor K & DeYoung P (Eds) A global review of the business response to HIV/AIDS. Joint United Nations Program on HIV/AIDS,
- BMG (2000) Bundesministerium für Gesundheit. Drogen- und Suchtbericht 1999 der Drogenbeauftragten der Bundesregierung.
- Bogen KT & Jones ED (2006) Risks of Mortality and Morbidity from Worldwide Terrorism: 1968-2004. Risk Analysis, Vol. 26, No. 1, pp. 45-59
- Bolt BA, Horn WL, Macdonald GA & Scott RF (1975) Geological Hazards -
- Böse-O'Reilly S, Kammerer S, Mersch-Sundermann V & Wilhelm M (2001) Leitfaden Umweltmedizin. Urbach & Fischer, München-Jena
- Brandhofer P & Heitmann K (2007) REACH-Die neue Herausforderung für Ihr Unternehmen. Ecomed Sicherheit, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH, Landsberg
- Bringmann G, Stich A & Holzgrabe U (2005) Infektionserreger bedrohen arme und reiche Länder - Sonderforschungsbereich 630: Erkennung, Gewinnung und funktionale Analyse von Wirkstoffen gegen Infektionskrankheiten", BUCK, Forschungsschwerpunkt, pp. 22-25
- Broughton E (2005) The Bhopal disaster and its aftermath: a review. Environmental Health. 4: p 6
- Brüske-Hohlfeld I, Kreienbrock L & Wichmann H-E (2006) Inhalation natürlicher Strahlung: Lungenkrebs durch Radon. GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH in der Helmholtz-Gemeinschaft. Klemm C, Guldner H & Haury H-J (Eds) Strahlung. 18. Ausgabe 2006. Neuherberg. pp. 37-43
- BSI (2003) PD 7974-1: 2003: Application of fire engineering principles to the design of buildings; Part 1: Initiation and

- development of fire within the enclosure of origin
Bub H, Hosser D, Kersen-Bradley M & Schneider U (1983) Eine Auslegungssystematik für den baulichen Brandschutz. Brandschutz im Bauwesen, Heft 4, Berlin, Erich Schmidt Verlag GmbH
- Bürger M, Sedlag U & Zieger R (1980) Zooführer. Urania-Verlag, Leipzig
- Cancer register (1997) Arbeitsgemeinschaft Bevölkerungsbezogener Krebsregister in Deutschland (Eds) Krebs in Deutschland - Häufigkeiten und Trends. Gesamtprogramm zur Krebsbekämpfung. Saarbrücken, 1997
- Carrell RW (2004) Prion dormancy and disease. Science 306 (5702), pp. 1692-1693
- Cassini P & Pons-Ineris P (2000) Risk assessment for the transport of goods through road tunnels. Proceedings - Part 2/2 of Promotion of Technical Harmonization on Risk-Based Decision-Making, Workshop, May, 2000, Stresa, Italy
- CDL (2007) Crowd Dynamics Limited.
<http://www.crowddynamics.com/>
- Chapmann CR, Durda DD & Gold RE (2001) The comet/asteroid impact hazard: a system approach. Office of Space Studies, Southwest Research Institute, Boulder CO 80302 und Space Engineering and Technology Branch, Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel MD 20723, 24 February
- Chlund B, Lipps O & Zumkeller D (1998) Das Mobilitätspanel (MOP) - Konzept und Realisierung einer bundesweiten Längsschnittbeobachtung. Universität Karlsruhe - Institut für Verkehrswesen. IfV - Report Nr. 98-2
- CIA (2005) World Factbook, 28 July 2005
- Coch NK (1995) Geohazards Natural and Human. Prentice Hall, New Jersey
- Cohen BL (1991) Catalog of Risks extended and updated. Health Physics, Vol. 61, September 1991, pp. 317-335
- Conetta C & Knight C (1997) Post-Cold War US Military Expenditure in the Context of World Spending Trends. Cambridge, MA, Commonwealth Institute, Project on Defense

- Alternatives Briefing Memo #10, January 1997.
<http://www.comw.org/pda/bmemo10.htm>
- Considine M (2000) Quantifying Risks in the Oil and Chemical Industry. Proceedings - Part 1/2 of Promotion of Technical Harmonization on Risk-Based Decision-Making, Workshop, May, 2000, Stresa, Italy
- Costa JE (1984) Physical geomorphology of debris flows. In: Costa JE & Fleischer PJ (Eds): Developments and Applications of Geomorphology. Berlin, Springer: pp. 268-317
- Coudouel A, Hentschel JS & Wodon QT (2003) Poverty: Measurement and Analysis. Worldbank
- Cruden DM & Varnes DJ (1996) Landslide types and processes, In: Turner AK & Schuster RL (Eds) Landslides: Investigation and Mitigation. TRB Special Report, 247, National Academy Press, Washington, pp. 36-75
- c't (2004) Milliarden Schaden durch Liebesbrief:
<http://www.heise.de/newsticker/meldung/9390>
- Cui P, Chen X, Wacing Y, Hu K & Li Y (2005) Jiangia Ravine debris flows in south-western China. In: Jakob M & Hungr O (Eds) Debris-flow Hazards and Related Phenomena. Springer, Berlin, Heidelberg: pp. 565-594
- DA (2007) - Deutsches Ärzteblatt. Von vielen Ärzten unterschätzt. Jg. 104, Heft 30, 27th July 2007, p B 1899
- Daniels GG (Ed) (1982) Planet earth - volcanos. Time-Life Books. E.V. Amsterdam
- Davis LE, LaTourrette T, Mosher DE, Davis LM & Howell DR (2003) Individual Preparedness and Response to Chemical, Radiological, Nuclear, and Biological Terrorist Attacks. RAND: Public Safety and Justice, Santa Monica
- Davis P, Lay-Yee R, Briant R, Schug S, Scott A, Johnson S & Bingley W (2001) Adverse events in new zealand public hospitals. Principal findings from a National Survey, No. 3 Occasional Papers. December 2001: Department of Public Health and General Practice, Christchurch School of Medicine and Health Sciences, University of Otago, Christchurch, New

Zealand

- Deiters S (2001) Tagish Lake Meteorit-Überbleibsel von der Entstehung des Sonnensystems. 28. August 2001.
<http://www.astronews.com/news/artike1/2001/08/0108-029.shtml>
- Deiters S (2002) Meteoriten-Teil der bayerischen Feuerkugel gefunden 31. Juli 2002.
<http://www.astronews.com/news/artike1/2002/07/0207-024.shtml>
- Diercke (2002) Weltatlas. Westermann Schulbuchverlag GmbH, Braunschweig 1988, 5. Auflage
- DIRERAF (2007) Development of Public Health Indicators For Reporting Environmental and Occupational Risks Related To Agriculture And. Fishery, <http://www.direracificorn/>
- Dittberner K-H (2004) Europas wichtigste Lebensmittel-Skandale, http://earth.prohosting.com/khdit/BSE/Skandale.html#1982_1, <http://bse.khd-research.net>
- DKKV (2002) Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V.: JournalistenHandbuch zum Katastrophenmanagement 2002. Erläuterungen und Auswahl fachlicher Ansprechpartner zu Ursachen, Vorsorge und Hilfe bei Naturkatastrophen. 7. überarbeitete und ergänzte Auflage, Bonn: 2002
- Dlubis-Mertens K (2003) Suizidforen im Internet-Ernstzunehmende Beziehungen. Deutsches Ärzteblatt, Jahrgang 99, Heft 3, März 2003, p 118
- DNN (2004) - Dresdner Neueste Nachrichten: Zahl der Drogentoten sind auf Tiefststand. Drogenbeauftragter der Bundesregierung, Freitag, 23th April, p 1
- DNN (2005) - Dresdner Neueste Nachrichten: Zugfahrt in den Tod, 4. January 2005, p 3
- Doerr A, Guerke G & Ruebarsch D (2002) The german risk-based explosive safety code. 30th DOD Explosive seminar 2002
- Doll R & Peto R (1981) The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the U.S. today. Journal of the National Cancer Institute, 66, pp. 1191-1308
- DoS (2004) US Department of State. Patterns of Global

- Terrorism 2003
- EANM (2007) www.eanm.org
- Eastlake K (1998) A century of sea disasters. Brown Partworks Limited, German Version, Gondrom Verlag Blindlach
- Eckhardt W (1991) War-Related Deaths Since 3000 BC, Bulletin of Peace Proposals, December 1991
- Eichenberg C (2002) Suizidprophylaxe. Deutsches Arzteblatt, Jahrgang 99, Heft 8, August 2002, p 366
- EPA (1991) US Environmental Protection Agency: Environmental Risk: Your Guide to Analysing And Reducing Risk. Publication Number 905/9-91/017, October 1991
- Erismann TH & Abele G (2001) Dynamics of Rock Slides and Rock Falls. Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- European Commission (2002) Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlamentes and des Rates zur Eisenbahnsicherheit in der Gemeinschaft and zur Änderung der Richtlinie 95/18/EG des Rates über die Erteilung von Genehmigungen an Eisenbahnunternehmen und der Richtlinie 2001/14/EG über die Zuweisung von Fahrwegkapazität der Eisenbahn, die Erhebung von Entgelten für die Nutzung von Eisenbahninfrastruktur und die Sicherheitsbescheinigung, Brüssel, 23.1.2002
- European Commission (2003) Entwurf einer Richtlinie über die Bewirtschaftung von Abfällen aus der mineralgewinnenden Industrie. Brüssel, 2. Juni 2003, [http : //wko at/up/en et/b ergbauab_frl .pd](http://wko.at/up/en/et/b/ergbauab_frl.pdf)
- Evans AW (2004) Railway Risks, Safety values and Safety costs. Imperial College London, Centre for Transport Studies, August 2004
- FAO (2003) Food and Agriculture Organisation (Hrsg.) The State of Food Insecurity in the World 2003. Monitoring Progress Towards the World Food Summit and Millennium Development Goals Year. Rom
- Fauler J (2006) Risiko Arzneimittel. Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden, 55, Heft 3-4, pp. 79-83
- Felber W (2004) Suizidraten in den Ländern der ehemaligen

- Sowjetunion und in Sachsen. Technische Universität Dresden, Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie
- Fernández-Steeger TM (2002) Erkennung von Hangrutschungssystemen mit Neuronalen Netzen als Grundlage für Georisikoanalysen. Dissertation, Fakultät Bio- und Geowissenschaften, Universität Karlsruhe
- Fileppo E, Marmo L, Debernardi ML, Demetri K & Petusio R (2004) Fire prevention in underground works: software modelling applications. (Hrsg) Spitzer C, Schmocker U & Dang VN: International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management 2004, Berlin, Springer Verlag, London, Vol. 2, pp. 726-731
- Flemmer S, Willing M & Brehlo A (1999) Brandkatastrophen - Die verheerendsten Brände des 20. Jahrhunderts. Tosa Verlag, Vienna
- Foss MM (2003) LNG Safety and security. Center for energy economics. Texas, October 2003, www.utexas.edu/energyecon/lng
- Fragola JR & Bedford T (2005) Identifying, emerging failure phenomena in complex systems through engineering data mapping. Reliability Engineering and System Safety, 90, pp. 247-260
- Fricke H (2006) Modellierung von Öffentlichen Sicherheitszonen um Verkehrsflughäfen und deren wirtschaftliche Konsequenzen. Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden, 55, Heft 3-4, pp. 123-130
- Friedl JF (1998) Hauptursachen für Brände. Brandschutz, Beilage DBZ, 1
- Füller H (1980) Das Bild der modernen Biologie. Urania-Verlag. Leipzig
- Garrick BJ (2000) Nonradioactive Waste Disposal. Proceedings - Part 1/2 of Promotion of Technical Harmonization on Risk-Based Decision-Making, Workshop, May, Stresa, Italy
- Gauer P, Lied K & Kristensen K (2008) On avalanche measurements at the Norwegian full-scale test-site

- Ryggfonn. Cold Regions Science and Technology 51, pp. 138-155
- Geipel R (2001) Zukünftige Naturkatastrophen in ihrem sozialen Umfeld. Zukünftige Bedrohungen durch (anthropogene) Naturkatastrophen. Hrsg. Volker Linneweber. Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V. (DKKV) pp. 31-41
- Gellert W, Gärtner R, Küstner H & Wolf G (Eds) (1983) Kleine Enzyklopädie Natur. VEB Bibliographisches Institut, Leipzig, 21. durchgesehene Auflage
- Geophysical Institute (2007)
www.gedds.alaska.edu/AuroraForecast/
- Gero D (1996) Aviation Disasters. Motorbuch Verlag, Stuttgart (in German)
- Gore R (2000) Wrath of the gods. Centuries of upheaval along the Anatolian fault. National Geographic, July 2000, pp. 32-71
- Graf H (2001) Klimaänderungen durch Vulkane, Max-Planck-Institut für Meteorologie. Hamburg
<http://www.mpimet.mpg.de/institut/jahresberichte/jahresbericht-2002.html>
- Grau G (2004) Der schwarze Tod. Wochenpost Nr. 30/1988,
<http://home.eplus-online.de/jmct/interest/pest.html>
- Grimm H-U (2001) Aus Teufels Topf - die neuen Risiken beim Essen. Knauer Taschenbuchverlag: München
- GRS (1999) Gesellschaft für Anlagen- and Reaktorsicherheit mbH. Zur Sicherheit des Betriebs der Kernkraftwerke in Deutschland. July 1999: Köln
- Grundy SM (1999) Primary prevention of coronary heart disease: integrating risk assessment with intervention. Circulation. 100, pp. 988-998
- Gucma L & Przywarty M (2007) Probabilistic method of ships navigational safety assessment on large sea areas with consideration of oil spills possibility, In: Taerwe L & Proske D (Eds), Proceedings of the 5th International Probabilistic Workshop, Ghent 27-28 November 2007
- Gucma L (2005) Keynote lecture: Methods of probability assessment of ship accidents on restricted water areas. In:

- Kolowrocki K (Ed) *Advances in Safety and Reliability*, Taylor & Francis Group, London, pp. 717-730
- Gucma L (2006) Restricted water area optimization with risk consideration, *Proceedings of the 4th International Probabilistic Symposium*, 12-13 October 2006, Berlin, pp. 289-299
- Gucma M (2006) Multi-factor MANOVA method for determination of pilot system interface, *Proceedings of the 4th International Probabilistic Symposium*, 12-13 October 2006, Berlin, pp. 367-376
- Gürke G (2002) Risikoanalyse für die munitionstechnische Sicherheit; Abschlussbericht. Fraunhofer Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-MachInstitut; E 19/02; Januar 2002
- Gutenberg B & Richter CF (1954) *Seismicity of the Earth*. Princeton University Press, Princeton
- Gutjahr E & Gmel G (2001) Die sozialen Kosten des Alkoholkonsums in der Schweiz Epidemiologische Grundlagen 1995-1998. Lausanne: Schweizerische Fachstelle für Alkohol- und andere Drogenprobleme. SFA/IASPA
- Hauptmanns U, Hertrich M & Werner W (1991) *Technische Risiken*. Springer Verlag, Berlin
- Haury H-J (2001) Die Zahl der Todesopfer von Tschernobyl in den deutschen Medien - ein Erklärungsversuch. GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit. April 2001
- Hausladen G, de Saldanha M, Nowak W & Liedl P (2002) *Bauklimatik und Energietechnik für hohe Häuser*. Betonkalender 2003, Ernst und Sohn, Berlin 2003, pp. 303-364
- Häußler O (2004) Am blutigen Berg im Himmelsgebirge. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, Dienstag 10th August 2004, Nr 184, p. 9
- Heidelberg (1999) *Haushaltsbefragung zum Verkehrsverhalten in der Region*:
<http://www.heidelberg.de/rathaus/publik/haushaltsbefragung-verkehr.pdf>
- Helbing D, Farkas I & Vicsek T (2000) *Simulating dynamical*

- features of escape panic, *Nature* 407, pp. 487-490
- Heneka P & Ruck B (2004) Development of a storm damage risk map, In: Mahlzahl D & Plapp T (Eds) A review of storm damage functions. *Disasters and Society*, Logos Verlag, pp. 129-136
- Henschler D (1993) Krebsrisiken im Vergleich ? Folgerungen für Forschung und politisches Handeln. *GSF - Mensch und Umwelt. Ein Magazin des GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit*. 8. Ausgabe, März 1993, pp. 65-73
- Hintermeyer H (1998) Schiffskatastrophen - von der Spanischen Armada bis zum Untergang der Pamir. Pietsch Verlag, Stuttgart
- HMUE (1992) Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten: Hochsicherheitsdeponie-Konzepte. Entwicklung und Planung eines Modellvorhabens für eine Hochsicherheitsdeponie als Sonderabfallager, Ergebnisse einer Studie. Erich Schmidt Verlag, Berlin 1992
- Hoffmann HJ (2000) When Life nearly came to an end. The Permian Extinction. *National Geographic*. Number 3, September 2000, pp. 100-113
- Holdgate R (2001) A mandate for sprinklers? Fire prevention and fire engineer *Journal*. September 2001. Fire Protection Association, London
- Holicky M & Markova J (2003) Reliability analysis of impacts due to road vehicles. *Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering*, Der Kiureghian A, Madanat S & Pestana JM (Eds), Millpress, Rotterdam, pp. 1645-1650
- Holub M (2007) Studienmaterial Wildbach- und Lawinenverbauung. University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna
- Hosser D., Keintzel E & Schneider G (1991) Seismische Eingangsgrößen für die Berechnung von Bauten in deutschen Erdbebengebieten. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben Harmonisierung europäischer Baubestimmungen. Eurocode 8 - Erdbeben. Universität Karlsruhe
- Hubert E, Debray B & Londicke H (2004) Governance of the

- territory around hazardous industrial plants: decision process and technological risk. (Hrsg) C Spitzer, U Schmocker & VN Dang: International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management 2004, Berlin, Springer Verlag, London, 2004, Vol. 3, pp. 1258-1263
- Hübl J (2007) Skriptum Wildbach- und Lawinenverbauung, Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur Wien (unveröffentlicht)
- Huet P & Baurmont G (2004) Lessons learnt from a Mediterranean Flood (Gard, September 2002) (Hrsg) Spitzer C, Schmocker U & Dang VN: International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management 2004, Berlin, Springer Verlag, London, 2004, Vol. 2, pp. 638-643
- Hungr O, Evans SG, Bovis MJ & Hutchinson JN (2001) A review of the classification of landslides of the flow type. Environmental & Engineering Geoscience, VII(3), pp. 221-238
- Höbenreich C (2002) Todesrisiko Achttausender - Trockene Zahlen, ntichterne Fakten. Berg & Steigen. 1/2002, pp. 29-32
- IAEA (1991) The International Chernobyl Project: Assessment of Radiological Consequences and Evaluation of Protective Measures. Technical Report by an International Advisory Committee, Vienna
- IAEA (2007) International Atomic Energy Association <http://www.iaea.org/Publications/Factsheets/English/ines.pdf>
- IFRC (2006) International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. World Disasters Report Focus on neglected crises. Geneva
- IISS (1996) International institute for strategic studies. The Military Balance, Oxford University Press, London
- Inhaber H (2004) Risk analysis applied to energy systems. Encyclopedia of Energy, Elsevier, Amsterdam
- IPCC (2001) Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2001: The Scientific Basis, Cambridge University Press, Cambridge
- Ipsen, K. (2005) The eternal war ? capitulation the international

- law for the reality? (in German). In: Rubin 2/2005. Ruhr-University Bochum, pp. 26-31
- IPSN (1996) Institut de Protection et de Stret6 Nucleaire (IPSN): Bilanz tiber die gesundheitlichen Folgen des Reaktorunfalls von Tschernobyl, http://www.grs.de/products/data/3/pe_159_20_1_ipsn_d.pdf
- ISL (2007) Institute of Shipping Economics and Logistics. www.isl.org
- Iversion MR & Denlinger RP (2001) Flow of variably fluid-ized granular masses across three-dimensional terrain: 1. Coulomb mixture theory. *Journal of Geophysical Research* 106(B1): pp. 537-552
- Jablonski D (2002) Survival without recovery after mass extinctions. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 99, pp. 8139-8144
- Jacob P (2006) 20 Jahre danach: Der Unfall von Tschernobyl. GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH in der HelmholtzGemeinschaft. C Klemm, H Guldner & H-J Haury (Eds) *Strahlung*. 18. Ausgabe 2006. Neuerberg. pp. 46-54
- JCAHO (2004) Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations: Patient Safety Standard LD.5.1 and LD.5.2
- Jelenik A (2004) Ghana – Mit Kräutern gegen Malaria und Aids. *Deutsches Ärzteblatt*, Jg. 101, Heft 23, 4. Juni 2004, pp. B1381-1382
- Jensen PH (1994) The Chernobyl accident in 1986 ?Causes and Consequences. Lecture at the Institute of Physics and Astronomy, University of Aarhus, 30. November 1994
- Johnson AM (1970) *Physical Processes in Geology*. Freeman and Cooper, San Francisco
- Jonkman SN (2007) *Loss of Life Estimation in Flood Risk Assessment. Theory and application*. Delft cluster
- Jorigny M, Diermanse F, Hassan R & van Gelder PHAJM (2002) Correlation analysis of water laves along dike-ring areas. In: Hassanizadeh SM, Schotting RJ, Gray WG & Pinder GF (Eds), *Volume 2, Proceedings of the XIVth International Conference*

- on Computational Methods in Water Resources (CMWR XIV), June 23-28, 2002, Delft, Elsevier Science, Developments in Water Science, 47, pp. 1677-1684
- Junkert A & Dymke N (2004) Strahlung – Strahlenschutz. Eine Information des Bundesamtes für Strahlenschutz. Braunschweig
- Jütte R (2006) Geschichte der Medizin - Verzweifelter Kampf gegen die Seuche. Deutsches Ärzteblatt, Jg. 103, Heft 1-2, 9. January 2006, pp. A32-33
- Kaatsch P, Spix C, Schulze-Rath R, Schmieded S & Blettner M (2008) Leukaemia in young children living in the vicinity of German nuclear power plants. International Journal of Cancer. 1220, pp. 721-726
- Kafka P (1999) How safe is safe enough? In: Schueller GI & Kafka P (Eds) An unresolved issue for all technologies. Safety and Reliability. Balkema, Rotterdam, pp. 385-390
- Kantha L (2006) Time to Replace the Saffir-Simpson Hurricane Scale? Eos, 87(1), 3 January 2006 p. 3
- KBA (2003) Kraftfahrzeugbundesamt, <http://www.kba.de>
- Kellerer A M (2006) Von der Dosis zum Risiko. GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH in der Helmholtz-Gemeinschaft. Klemm C, Guldner H & Haury H-J (Eds) Strahlung. 18. Ausgabe 2006. Neuerberg. pp. 23-36
- Khanduri A & Morrow G (2003) Vulnerability to buildings to windstorms and insurance loss estimation. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 91, pp. 455-467
- Kichenside G (1998) Katastrophale Eisenbahnunfälle ?Die schmerzhaftesten Tage. BechtemAinz Verlag, Augsburg 1998 (Great Train Disasters. The World's Worst Railway Accidents. Parragon 1997)
- Kiefer D (1997) Sicherheitskonzept für Bauten des Umweltschutzes. DAFStb, Heft 481, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- Kingery CN & Bulmash G (1984) Airblast Parameters from TNT Spherical Air Burst and Hemispherical Surface Burst, US Army Ballistic Research Laboratory, ARDC; April 1984

- Klesius M (2002) The state of the Planet. National Geographic, September 2002, pp. 103-115
- Klesius M (2003) Everest's Greatest Hits. National Geographic. May 2003, pp. 2-71
- Kloas J & Kuhfeld H (2002) Stagnation des Personenverkehrs in Deutschland. DIW-Wochenberichte 42/02, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin
- Knobloch B (2005) Euro Finance Week Initiative Finanzstandort Deutschland am 25.10.2005, Frankfurt am Main, EuroHypo AG.
- Koebert C & Virgil LS (2007) Terrestrial Impact Craters Slide Set. Lunar and Planetary Institute, <http://www.lpi.usra.edu/publications/slidesets/craters/>
- Konersmann R (2006) Die Vorteile der QRA bei der Abschätzung des externen Risikos der Flughäfen. 44. Tutzing Symposium "QRA Quo Vadis?", 12.-15.3.2006 in der evangelischen Akademie Tutzing
- Korotikin IM (1988) Seeunfälle und Katastrophen von Kriegsschiffen. Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik. 4. unveränderte Auflage. Berlin
- Köster-Lösche K (1995) Die großen Seuchen - Von der Pest bis Aids. Insel Taschenbuchverlag, Frankfurt am Main und Leipzig
- Kretz T (2005) Der Fußgängerverkehr - Theorie, Experiment, Anwendung. XIV Heidelberger Graduiertenkurs Physik, 8.4.2005
- Kröger W & Høj NP (2000) Risk Analyses of Transportation on Road and Railway. Proceedings Part 2/2 of Promotion of Technical Harmonization on Risk-Based Decision-Making, Workshop, May 2000, Stresa, Italy
- Kroker E & Farrenkopf M (1999) Grubenunglücke im deutschsprachigen Raum. Katalog der Bergwerke, Opfer, Ursachen und Quellen. Bochum
- Krom A & de Wit S (2006) Reliability analysis of the fire protection in the high speed train tunnel "Groene Hart". In: Proske D, Mehdiapour M & Gucma L (Eds) Proceedings of the 4th International Probabilistic Workshop, Berlin 21-13 October 2006, pp. 161-176

- Krug EG, Dahlberg LL, Mercy JA, Zwi AB & Lozano R (2002) World report on violence and health. World Health Organization, Geneva
- Krystek R & Zukowska R (2005) Time series - the tool for traffic safety analysis. In: Advances in Safety and Reliability, Kolowrocki (Ed) Taylor and Francis, London, pp. 1199-1202
- Kunz M (2002) Simulation von Starkniederschlägen mit langer Andauer über Mittelgebirgen. Dissertation. Universität Fridericiana Karlsruhe
- Kurmann F (2004) Hungerkrisen. <http://www.lexhist.ch>, 2004
- Labrousse E (1944) La crise de l'économie française à la fin de l'ancien régime et au début de la Révolution
- Lampert T & Kurth B-M (2007) Sozialer Status und Gesundheit von Kindern und Jugendlichen. Deutsches Ärzteblatt 2007, 104(43), pp. A2944-A2949
- Langenhorst F (2002) Einschlagskraft auf der Erde - Zeugen der kosmischen Katastrophen. Sterne und Weltraum, Juni 2002, pp. 34-44
- Lanius K (1988) Mikrokosmos ? Makrokosmos. Das Weltbild der Physik. Urania Verlag, Leipzig
- Lanius K (1988) Mikrokosmos-Makrokosmos. Das Weltbild der Physik. Urania Verlag, Leipzig
- Leberke M (2004) Mit dem Tod tanzen. <http://tms.lernnetz.de/religion2.htm>
- Leger Sivard R (1996) World Military and Social Expenditures 1996, Washington, DC: World Priorities
- Leicester R, Aust M & Reardon G (1976) A statistical analysis of the structural damage by cyclone Tracy. Civil Engineering Transactions 2, pp. 50-54
- Lieberwirth P (2003) Ein Beitrag zur Wind- und Schneelastmodellierung. In: Proske D (Ed) Proceedings of the 1st Dresdner Probabilistik-Symposium. Fakultät Bauingenieurwesen, Technische Universität Dresden. pp. 123-138
- LIN (2003) Lexas Information Network. Flugsicherheit, <http://www.aviationinfo.de/flugsicherheit.html>

- Lind N & Hartford D (1999) Probability of human instability in flooding: A hydrodynamic model. Application of Statistics and Probability (ICASP 8), Sydney, 2, pp. 1151-1156
- Maier A (2006) Feuer - vom Risikofaktor zum Risikomanagement. Schadenspiegel 2/2006. Munich Re. pp. 21-25
- Mann G (Edr) (1991) Propyläen Weltgeschichte - Eine Universalgeschichte. Propyläen Verlag Berlin - Frankfurt am Main
Markw/SnowHydro/avalanches.html
- Mason BG, Pyle DM & Oppenheimer C (2004) The size and frequency of the largest explosive eruptions on Earth. Bulletin of Volcanology, 66, pp. 735-748
- Mathers CD & Loncar D (2006) Updated projections of global mortality and burden of disease, 2002-2030: data sources, methods and results. Evidence and Information for Policy Working Paper, Evidence and Information for Policy, World Health Organization, October 2005, Revised November 2006
- Matoussek M & Schneider J (1976) Untersuchungen zur Struktur des Sicherheitsproblems, IBK-Bericht 59, ETH Zurich
- Mattmüller M (1982) Die Hungersnot der Jahre 1770/71 in der Basler Landschaft. Gesellschaft und Gesellschaften. Hrsg N Bernard & Q Reichen, pp. 271-291
- Mattmüller M (1987) Bevölkerungsgeschichte der Schweiz, Teil 1, 1987, pp. 260-307
- McAneney KJ (2005) Australian Bushfire: Quantifying and Pricing the Risk to Residential Properties, Proceedings of the Symposium on Planning for Natural Hazards - How Can We Mitigate the Impacts? University of Wollongong, 2-5 February 2005
- McClung D & Schaerer P (1993). The Avalanche Handbook. (1011 SW Klickitat Way), Seattle, Washington 98134. The Mountaineers, USA
- McDougall PR & Riedl C (2005) US-amerikanische Verordnung will Gefahren durch Weltraummüll verhindern. Schadenspiegel Heft 2(48), pp. 2-8

- Mechler R (2003) Natural Disaster Risk Management and Financing Disaster Losses in Development Countries. Dissertation. Universität Fridericiana Karlsruhe
- Mehlhorn G (Ed) (1997) Bauphysik and Brandschutz. In: Der Ingenieurbau: Grundwissen in 9 Bänden. Verlag Ernst und Sohn, Berlin
- Merz T (2001) Müll. In Böse-O'Reilly S, Kammerer S, Mersch-Sundermann V, Wilhelm M. (Hrsg.): Leitfaden Umweltmedizin. 2. Auflage, Urban & Fischer, München & Jena
- Mielke H (1980) transpress Lexikon: Raumfahrt. 6. bearbeitete Auflage, Transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, Berlin
- Ministry of Public Works (2001). Decree 9th May 2001: "Minimum safety requirements regarding land use planning for areas around major hazard installations" (in Italian), issued on "Supplemento Ordinario" n. 151 to the "Gazzetta Ufficiale Italiana n. 138", 16th June 2001
- Minoura K, Imamura F, Kuran U, Nakamura T, Papadopoulos GA, Sugawara D., Takahashi T & Yalciner AC (2005) A Tsunami generated by a possible submarine slide: evidence for slope failure triggered by the North Anatolian fault movement. *Natural Hazards* 36, pp. 297-306
- Möller H.I., Laux G & Deisler A (2001) Psychiatrie und Psychotherapie. 2. Auflage, Thieme Verlag
- Montanari A & Koebert C (2000) Impact Stratigraphy: The Italian record. *Lecture Notes in Earth Sciences*, Vol. 93, Springer Verlag, Heidelberg,
- Morell V (1999) The Sixth Extinction. *National Geographic Magazin*, National Geographic Society, 195(2), pp. 43-59
- Moser S (1987) Wie reich ist Fliegen? Orell Füssli Verlag Zürich und Wiesbaden, 2. Auflage 1987
- Munich Re (2001) Weltkarte der Naturkatastrophen 2000
- Munich Re (2003) *Topics Geo: Annual Review: Natural Catastrophes 2003*
- Munich Re (2004a) NatCatSERVICE
- Munich Re (2004b) *Topics Geo: Annual Review: Natural Catastrophes 2003*

- Munich Re (2005b) Topics 2/2005, pp. 23-24
- Munich Re (2006a) Hurricans, stronger, more frequent, more costly. Hurrikane - stärker, häufiger, teurer. Assekuranz im Änderungsrisiko. München
- Munich Re (2006b) Hurrikansaison 2005: Zeit zum Umdenken. Topics Geo 2005. München
- Munter W (1999) 3 mal 3 Lawinen, Bergverlag Rother, MUnchen
- NaDiNe (2007) - Natural Disasters Networking Platform. GFZ Potsdam
- NASA (1999) Impact Hazard.:
<http://liftoff.msfc.nasa.gov/Academy/SPACE/SolarSystem/Meteors/ImpactHazard.html>
- NASA (2003) Trail of black holes and neutron stars points to ancient collision. 12.8.2003. <http://www.nasa.gov>
- NATO (1997) Manual of NATO Principles for the Storage of Military Ammunition and Explosives-AASTP-1. Document AC/258-D/453; August 1997
- Newhall CG & Self S (1982) The volcanic explosivity index (VEI). An estimate of explosive magnitude for historical volcanism. Journal of Geophysical Research 87, pp. 1231-1238
- Newson L (2001) The Atlas of the World's Worst Natural Disasters. Dorling Kindersley, London
- NGI (2007) Tsunamies.
<http://www.geohazards.no/projects/tsunamis.htm>
- NGS (1998a) National Geographic Society. Biodiversity - Millenium in Maps, Dezember 1998, Washington, D.C.
- NGS (1998b) National Geographic Society: Physical Earth - Millenium in Maps, March 1998, Washington, D.C.
- NGS (1999) ?National Geographic Society. Universe - Millenium in Maps, October 1999, Washington, D.C.
- NGS (1999) National Geographic Society. Universe - Millenium in Maps, October 1999, Washington, D.C.
- NIIC (1999) The National Injury Information Clearinghouse. Product Summary Report, Injury Estimates for Calendar Year 1998, and National Electronic Injury Surveillance System (NEISS). U.S. Consumer Product Safety Commission,

- Washington, D.C. <http://www.cpsc.gov>
- NN (1997) Exhibition at the Lippischen Landesbibliothek
4.8.-12.9.1997: Brand und Katastrophe - Alte Bécher zum
Feuer! Oschwesen
- NN (2003) http://www.geocities.com/extinct_humans/meteor.htm
- NN (2004) <http://www.naturgewalt.de/duerrechronologie.htm>
- NRPB (1986) National radiological protection board. Living with
radiation. London. HMSO
- NZZ (2004) Der Hitzesommer 2003 im 500-jährigen Vergleich:
Zwei Grad wärmer als 1901 bis 1995. Neue Züricher Zeitung
- Internationale Ausgabe. 5. März 2004, Nr. 54, p 43
- NZZ (2004) Über Frauen, die den Hunger bekämpfen. Neue
Züricher Zeitung - Internationale Ausgabe. 6./7. März 2004,
Nr. 55, p 9
- Oerlinghausen BM (2006) Kausalitätsbewertung hepatotoxischer
Reaktionen. Deutsches Ärzteblatt, Jg. 103, Heft 36, 8th
September 2006, pp. B2000 - B2001
- Oerlinghausen BM (2006) Kausalitätsbewertung hepatotoxischer
Reaktionen. Deutsches Ärzteblatt, Jg. 103, Heft 36, 8th
September 2006, pp. B2000 ~ B2001
- O'Neill R (1998) Natural Disasters. Parragon Books, Bristol
- Overmans R (1999) Deutsche militärische Verluste im Zweiten
Weltkrieg. Beiträge zur Militärgeschichte Band 46. R.
Oldenbourg Verlag, München
- Paffrath G (2002) Altlasten: Erkundung-Risikobewertung-
Sicherheit-Techniken, Lecture material
- Paffrath G (2004) Die Anwendung des Multibarrierenkonzepts zur
Erhöhung der Sicherheit bei Deponien and behandelten
Altlasten, Fachhochschule Darmstadt, Fachbereich Chemie- und
Biotechnologie
- Paretzke HG, Oeh U, PrOhl G & Schneider K (2007) Radioactivity
in the population by nuclides in the environment (in German),
13 March 2007, Leipzig
- Parfit M (1998) Living with Natural Hazards. National Geographic,
194(1), pp. 2-39
- Paté-Cornell ME & Fischbeck PS (1994) Risk Management for the

- tile of the Space Shuttle. The Institute of Management Sciences. Stanford University, Californien. Interfaces 24: 1 January-February 1994, pp. 64-86
- PC Magazin (2004) 55 Milliarden US-Dollar Schaden durch Viren, 19. Januar
- Peden M et al. (2004) World Report on Road Traffic Injury Prevention: Summary, World Health Organization. Geneva
- Petak W & Atkisson A (1992) Natural Hazard Risk Assessment and Public Policy. Springer. New York
- Pierson TC (1986) Flow behavior of channelized debris flows, Mount St. Helens, Washington. In Abrahams AD (Ed) Hillslope Processes. Allen and Unwin, Boston, pp. 269-296
- Plate EJ (2003) Regional consultation Europe-Report for EWC II Second International Conference on Early Warning. 28-29 July 2003, Potsdam
- Pohl R (2004) Talsperrenkatastrophen. University of Technology Dresden, Professor für Hydromechanik
- Poisel R (1997) Geologische-geomechanische Grundlagen der Auslöse - mechanismen von Steinschlag, in: Tagungsband "Steinschlag als Naturgefahr und Prozess", Institut für Wildbach und Lawinenschutz (Hrsg.); Universität für Bodenkultur-Wien
- Pollmer U (2006) Wohl bekomm's! Prost Mahlzeit. Kiepenheuer & Witsch, Köln
- Prasse HG (1983) Untersuchungen der Trümmer- und Splitterwirkung bei Explosionsereignissen in Munitionslagerhäusern; Fraunhofer Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut; E 16/83; Juni
- Preuß E (1997) Reise in Verderben - Eisenbahnunfälle der 90er Jahre. Transpress Verlag Stuttgart
- Promat tunnel (2008).
<http://www.promat-tunnel.com/en/tunnel-fires.aspx>
- Prose D (2003) Beitrag zur Risikobeurteilung von alten Brikken unter Schiffsanprall, PhD work, University of Technology Dresden
- Prose D, Lieberwirth P & van Gelder P (2005)

- Sicherheitsbeurteilung historischer Steinbogenbrücken. Dirk Prose Verlag: Wien Dresden
- Prusiner SB (1995) Prionen-Erkrankungen. Spektrum der Wissenschaft, März, pp. 44
- PTM (2004) Pacific Tsunami Museum Inc. Tsunami Photographs <http://www.tsunami.org/archivespics.htm>, 2004
- Pudasaini SP & Hutter K (2007) Avalanche dynamics. Dynamics of rapid flows of dense granular avalanches. Springer
- QG (2004) Queensland Government, State Counter Disaster Organization http://www.disaster.gld.gov.au/disasters/landslides_history.asp
- Rackwitz R & Streicher H (2002) Optimization and Target Reliabilities. JCSS Workshop on Reliability Based Code Calibration. Zürich, Swiss Federal Institute of Technology, ETH Zürich, Switzerland, March 21-22
- Rahikainen J & Keski-Rahkonen O (2004) Statistical Determination of Ignition Frequency of Structural Fires in Different Premises in Finland; Fire Technology 40; pp. 335-353
- Razum O & Breckenkamp J (2007) Kindersterblichkeit und soziale Situation: Ein internationaler Vergleich. Deutsches Ärzteblatt 2007, 104(43), pp. A2950-A2956
- Remde A (1995) Afrikas Süden, Namibia-Botswana-Zimbabwe-Südafrika Richtig Reisen, Köln: DuMont
- Renner M (1999) Ending Violent Conflict. Worldwatch Paper 146, April 1999, Worldwatch Institute
- Rennert P, Schmiedel H & Weilmantel C (Eds) (1988) Kleine Enzyklopädie Physik. Hrsg. 2. Auflage, Leipzig: VEB Bibliographisches Institut
- Richardson LF (1944) The distribution of wars in time. Journal of the Royal Statistical Society, 107(3/4), pp. 242-250
- Rickenmann D (1999) Empirical relationships for debris flows. Natural Hazards. 19(1). pp. 47-77
- Risk Management Solutions, Inc. (2003) Central Europe Flooding, August 2002, Event Report
- RKI (2004) Robert Koch Institut: Tuberculose. <http://www.rki.de>

- RKI (2007) Robert Koch Institut: Influenza. <http://www.rki.de>
- RMSI(Risk Management Solutions, Inc.) (2003), Central Europe Flooding, August 2002, Event Report,
- Roberts L, Lafta R, Garfield R, Khudhairi J & Burnham G (2004) Mortality before and after the 2003 invasion of Iraq: cluster sample survey. The Lancet, published online October 29, 2004 <http://image.thelancet.com/extras/04art10342web.pdf> (access 5th November 2007)
- Roche Lexikon Medizin (1993) Hoffmann - La Roche AG and Urban & Schwarzenberg (Eds). 3rd Edition, Urban & Schwarzenberg. München, Wien, Baltimore
- Rosenthal W (2004) Max Wave Rogue waves - Forecast and impact on marine structures, GKSS Forschungszentrum GmbH, Germany, <http://w3g.gkss.de/projects/maxwave/>, 2004
- Rückert S (2004) Tatort-Analyse. Die Zeit, Nr. 16, 7. April 2004, pp. 15-16
- Ruge B (2004) Risk Matrix as Tool for Risk Assessment in the Chemical Process Industries. (Hrsg) Spitzer C, Schmocker U & Dang VN: International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management 2004, Springer Verlag, Berlin, London, Vol. 5, pp. 2693-2698
- Ruppert A (2000). Application of the Term "Risk" from the viewpoint of the German Chemical Industry. Proceedings - Part 1/2 of Promotion of Technical Harmonization on Risk-Based Decision-Making, Workshop, May, 2000, Stresa, Italy
- Rütz N (2004) Versicherungsprodukte und Umwelthaftungsrecht tinter besonderer Berticksichtigung von Öko-Audit und ISO 14001. BTU Cottbus, Fakultät Umweltwissenschaften und Verfahrenstechnik. http://www.tucottbus.de/BTU/Fak4/Umwoek/Publikationen/AR_4_01.pdf
- SBA (2006) Statistisches Bundesamt: Unfallgeschehen im Straßenverkehr 2005, Statistisches Bundesamt Wiesbaden, Deutschland

- Scheer J (2000) Versagen von Bauwerken. Band I: Brücken. Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH, Berlin
- Schenck EG (1965) Das menschliche Fiend im 20. Jahrhundert - Eine Pathographie des Kriegs-, Hunger- und politischen Katastrophen Europas. Nicolaische Verlagsbuchhandlung Herford, Herford
- Schenk C, Beitz S & Buri P (2005) Zwischenbilanz des deutschen Beitrages zum Wiederaufbau. Ein Jahr nach der Flutkatastrophe im Indischen Ozean. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ), November 2005, Bonn
- Schlatter H-P, Fermaud C & Wigley P (2001) Safety Assessment of Structures Exposed to Railway Impacts. Safety, Risk and Reliability ?Trends in Engineering, Malta, Liaison Committee
- Schmähl D, Preussmann R & Berger MR (1989). Causes of cancer - an alternative view to Doll and Peto (1981). Klin Wochenschr. 1989 Dec 4; 67(23). pp. 1169-1173
- Schneider U & Lebeda C (2000) Baulicher Brandschutz. Verlag W. Kohlhammer. Stuttgart
- Schraube H (2006) Höhenstrahlung: die Exposition beim Fliegen. GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH in der HelmholtzGemeinschaft. Klemm C, Guldner H & Haury H-J (Eds) Strahl Ling. 18. Ausgabe 2006. Neuherberg. pp. 14-15
- Schröder H (2004) Sturmfluten an der ostfriesischen Küste. <http://home.tonline.de/home/Heiner.Schoeder.html>, April 2004
- Selby MJ (1993) Hillslope Materials and Processes, Oxford University press, Oxford
- SGU (2004) Sveriges Geologiska Undersökning, http://www.sgu.se/geologi/jord/skred/skred_e.htm
- Shiu YK. & Cheung WM (2003) Case studies on assessment of global landslide risk in Hong Kong. In: Der Kiureghian A, Madanat S & Pestana JM (Eds) Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering, Millpress, Rotterdam, pp. 1393-1400

- SIPRI (2006) Yearbook 2006 ?Armaments, Disarmament and International Security, Published in June 2006 by Oxford University Press on behalf of Stockholm International Peace Research Institute
- Sjöstedt J (2004) Entwurf eines Berichtes über die Mitteilung der Kommission über die Sicherheit im Bergbau: Untersuchung neuerer Unglücke im Bergbau und Folgemaßnahmen. Ausschuß für Umweltfragen, Volksgesundheit und Verbraucherpolitik, (KOM(2000) 664 - C5-0013/2001 - 2001/2005(COS)), <http://www.europarl.eu.int>
- Smith JW, Seidl LG & Cluff LE (1966) Studies on the epidemiology of adverse drug reactions. V. Clinical factors influencing susceptibility. Ann. Intern. Med. 65, 4, pp. 629-640
- Smith K (1996). Environmental Hazards ?Assessing Risk and Reducing Disaster. Routledge: London
- Smolka A & Spranger M (2005) Tsunamikatastrophe in Südostasien. Topics Geo: Jahresrückblick Naturkatastrophen 2004, Munich Re, München, pp. 26-31
- Smolka A (2007) Vulkanismus - Neuere Erkenntnisse zum Risiko von Vulkanausbrüchen. Münchner RÜck. Schadenspiegel 1/2007, München, pp. 34-39
- Sornette D (2006) Critical Phenomena in Natural Sciences. Chaos, Fractals, Self organisation and Disorder: Concepts and Tools. Second Edition. Springer: Berlin Heidelberg
- Sovilla B, Schaer M & Rammer L (2008). Measurements and analysis of full-scale avalanche impact pressure at the Vallée de la Sionne test site. Cold Region Science and Technology 51, pp. 122-137
- Spahl T & Deichmann T (2001) Das populäre Lexikon der Gentechnik - Überraschende Fakten von Allergie über Killerkartoffeln bis Zelltherapie. Eichborn Verlag, Frankfurt am Main
- Sparks S & Self S (2005) Super eruptions: global effects and future threats. Report of a Geological Society of London, Working Group

- Spiegel (2003) China: 200 Menschen starben bei Erdgasunglück. 25.12.2003. <http://www.spiegel.de>
- Stolle M, Sack P-M & Thomasius R (2007) Drogenkonsum im Kindes- und Jugendalter. Deutsches Ärzteblatt, Jg. 104, Heft 28-29, 16th Juli 2007, B1819-B1827
- Stone R (2007) Too late, earth scans reveal the power of a killer landslide. Science, 311, pp. 1844-1845
- Swisdak MM (2001) The Determination of Explosion Yield/TNT Equivalence From Airblast Data. Indian Head Division/Naval Surface Warfare Center; March 2001
- Swiss Re (2002) Natur- und Man-made Katastrophen 2001. Sigma Nr. 1, SwissRe, Zürich
- Synolakis CE (2007) A hydrodynamics perspective for the 2004 Megatsunami. In: Nadim F, Wittier R, Einstein H, Klapperich H and Kramer S (Eds) Proceedings of the 2006 ECI Conference on Geohazards, Bepress, Lillehammer, Norway
- Synolakis CE, Bardet JP, Borrero J, Davies II, Okal E, Silver E, Sweet J & Tappin D (2002) Slump origin of the 1998 Papua New Guinea tsunami, Proceedings of the Royal Society of London, Series. A, 458, pp. 763-789
- Tadele F (2005) Ethiopia: University to offer undergraduate degree in disaster risk management. Disaster Reduction in Africa - ISDR Informs, Issue 6, 6th December 2005, pp. 14-16
- Te Wildt T & Emrich HM (2007) Die Verzweiflung hinter der Wut. Deutsches Ärzteblatt, Jg. 104, Heft 10, 9th March 2007, B554-B556
- Tecchannel (2004) Code Red . 2,6 Milliarden US-Dollar Schaden, <http://www.tecchannel.de/news/allgemein/6449/>
- Toroyan T & Peden M (2007) Youth and Road Safety, World Health Organization, Geneva
- Tri Data Corporation (1998) Fire in the United States 1986-1995. Federal Emergency Management Agency. United States Fire Administration, National Fire Data Center, FA-183, August 1998
- Turco RP, Toon OB, Ackermann TP, Pollack JB & Sagan C (1985) Die klimatischen Auswirkungen eines Nuklearkrieges. Spektrum

- der Wissenschaft : Verständliche Forschung. Verlagsgesellschaft, Heidelberg, pp. 52-64
- Tyagunov S, Granthal G, Wahlström R, Stempniewski L, Zschau J & Munich JC (2006) Erdbebenrisiko-Kartierung für Deutschland. Beton- und Stahlbetonbau 101, Heft 10, pp. 769-782
- Uguccioni G (2004) The criteria for compatibility between industrial plants and land use in Italy. ESRA Newsletter July 2004, ESRA, pp. 2-5
- Union Carbide (2007) Bhopal Information Center.
<http://www.bhopal.com/irs.htm>
- Uni-protokolle (2004)
<http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/Gentechnik.html>
- US ACDA (1996) World Military Expenditures and Arms Transfers 1995, US Government Printing Office, Washington D.C.
- USGS (2001) <http://www.neic.cr.usgs.gov/neis/eqlists/eqsmosde.html>
- USGS (2008) <http://volcanoes.usgs.gov/Products/Pglossary/vei.html>
- US-NRC (2004) United States Nuclear Regulatory Commission: Fact Sheet: The Accident at Three Mile Island.
<http://www.nrc.gov>, 2004
- van Breugel K (2001) Establishing Performance Criteria for Concrete Protective Structures fib-Symposium: Concrete & Environment, Berlin, 3-5. October 2001
- Van der Heuvel M (2006) Strahlenquelle Atomkern: Ionisierende Strahlung. GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH in der HelmholtzGemeinschaft. Klemm C, Guldner H & Haury H-J (Eds) Strahlung. 18. Ausgabe 2006. Neuherberg. pp. 6-13
- Van der Hoven I (1957) Power Spectrum of Horizontal Wind speed in the Frequency Range from 0.0007 to 900 Cycles per Hour. Journal of Meteorology, 14, pp. 160-164
- van Gelder PHAJM (2003) Cost Benefit Analysis of Drugs against AIDS in South Africa using a Life-Quality Index, Chapter 2 in: Proceedings of the Workshop on Advanced Models in Survival Analysis, Bloemfontein, January 13 2003
- Varnes DJ (1978) Slope Movements and Types and Processes, In:

- Schuster RL & Krizek J (Eds) Landslides ?Analysis and Control. Transportation Research Board Special Report 176, National Academy of Sciences, Washington D.C.
- Vasilind PJ (2004) Chasing Tornadoes. National Geographic Magazine, April 2004, pp. 3-37
- VDSI (2008) Association of German Safety Engineers, <http://www.vdsi.de>
- VGB (2001) Allgemeine Wohngebäude-Versicherungsbedingungen
- Vincent C, Neale G & Woloshynowych M (2001) Adverse events in Bristol hospitals: preliminary retrospective record review. British Medical Journal, 322, 2001, pp. 517-519
- VMKUG (2004) Vierte Ministerielle Konferenz Umwelt und Gesundheit. Reaktionen des Gesundheitswesens auf extreme Wetter- und Klimaereignisse, Arbeitspapier, EUR/04/5046267/13 28. April 2004, Budapest, Ungarn, 23.-25. Juni 2004
- Walker D (2000) Death penalty has slim effect on murder rate, Guardian News Service, The Jakarta Post, 5. p 5
- Walter U (2004) Gesundere Lebensmittel mü ß ten billiger werden. Gesundheit - Das Magazin aus Ihrer Apotheke. Januar 2004, pp. 16-17
- Weber A (1964) Wildbachverbauung, Kapitel XIII, in: "Taschenbuch landwirtschaftlicher Wasserbau" Uhden, Otto (Hrsg.), Franckh'scher Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, pp. 483-528
- Weber A, Hörmann G & Heipertz W (2007) Arbeitslosigkeit und Gesundheit aus sozialmedizinischer Sicht. Deutsches Ärzteblatt 2007, 104(43), pp. A2957-A2962
- Webster PJ, Holland GJ, Curry, JA & Chang H-R (2005) Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment, Science, 309, pp. 1844-1846
- Wegener A (1915) Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Nachdruck 2005: Alfred-Wegener Institut für Polar und Meeresforschung, Bremerhaven
- Weidl T & Klein G (2004) A new determination of air crash frequencies and its implications for operation permissions. (Hrsg) Spitzer C, Schmocker U & Dang VN: International Conference on Probabilistic Safety Assessment and

- Management 2004, Berlin, Springer Verlag, London, Vol. 1, pp. 248-253
- Weilert A & Hosser D (2007) Probabilistic Safety Concept for Fire Safety Engineering based on Natural Fires. In: Taerwe L & Proske D (Eds), 5th International Probabilistic Workshop, Ghent, 2007, pp. 29-42
- Wenz W, MOnig H, Flemming K, Gehring D, Hoffmann G, Konermann G, Priitz W, Reinwein H & Wannemacher (1980) Radiologie, Springer Verlag Berlin Heidelberg
- White M (2007) Twentieth Century Atlas ?Worldwide Statistics of Death Tolls. <http://users.erols.com/mwhite28> (access 2nd November 2007)
- WHO (1983) Safety requirements for the first use of new drugs and diagnostic agents in man. COMS.
- Williams M (2006). Snow Hydrology: Avalanches <http://snobear.colorado.edu>
- Williams M, Dunkerley D, De Decker P, Kershaw P & Chappell J (1998) Quaternary Environments, Second Edition. Arnold (Hodder Headline Group), London New York Sydney
- Williams R (1999) After the deluge ?Central America's Storm of the Century. National Geographic. 196(5), pp. 108-129
- Wilson N (1998) Great Sea Disasters. Parragon 1998, German Version, Bechtermiinz Verlag, Weltbild Verlag, Augsburg 1998
- Wilson RCL, Drury SA & Chapman JL (1999) The Great Ice Age: Climate Change and Life, Routledge: London
- Wilson RM, Runciman WB, Gibberd RW, Harrison BT, Newby L & Hamilton HD (1995) The quality of Australian health care study. The Medical Journal of Australia, 163, pp. 458-471
- WLV (2006) Jahresbericht 2005 des Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt and Wasserwirtschaft, Sektion Forst. Wildbach- und Lawinenverbauung. Wien
- Woo G (2006) Terror attacks during world soccer championship 2006. Tageszeitung Österreich, 17 May 2006, p. 2
- Wörner J-D (1997) Grundlagen zur Festlegung and Beurteilung von Dichtheitsanforderungen far Anlagen mit

- wassergefardenden Stoffen (Grundlagen 1994). DAfStb Heft 481, Anlage, Beuth Verlag, Berlin
- Worth Matravers P, Bridgeman J & Ferguson-Smith M (2000) The BSE Inquiry Report. <http://www.bseinquiry.gov.uk/report>
- Wreathall J (2004) PRA, Patient Safety and Insights for Quality Improvement in Healthcare. In: Spitzer C, Schmocker U & Dang VN (Eds) International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management 2004, Berlin, Springer Verlag, London, Vol. 4, pp. 2206-2211
- Yeh H, Imamura F, Synolakis CE, Tsuji Y, Liu P & Shi S (1995) The Flores Island Tsunamis, EOS, Transactions, American Geophysical Union, 74(33), Seite 369, pp. 371-373
- Zebrowski E (1997) Perils of a Restless Planet. Scientific Perspectives on Natural Disasters. Cambridge University Press, Cambridge
- Ziervogel G (2005) Understanding resilient, vulnerable livelihoods in South Africa, Malawi, Zambia. Disaster Reduction in Africa - ISDR Informs, Issue 6, 6th December 2005, pp. 19-23
- Zwingle E (1998) Women and Population. National Geographic. Number 4, October 1998, pp 36-55