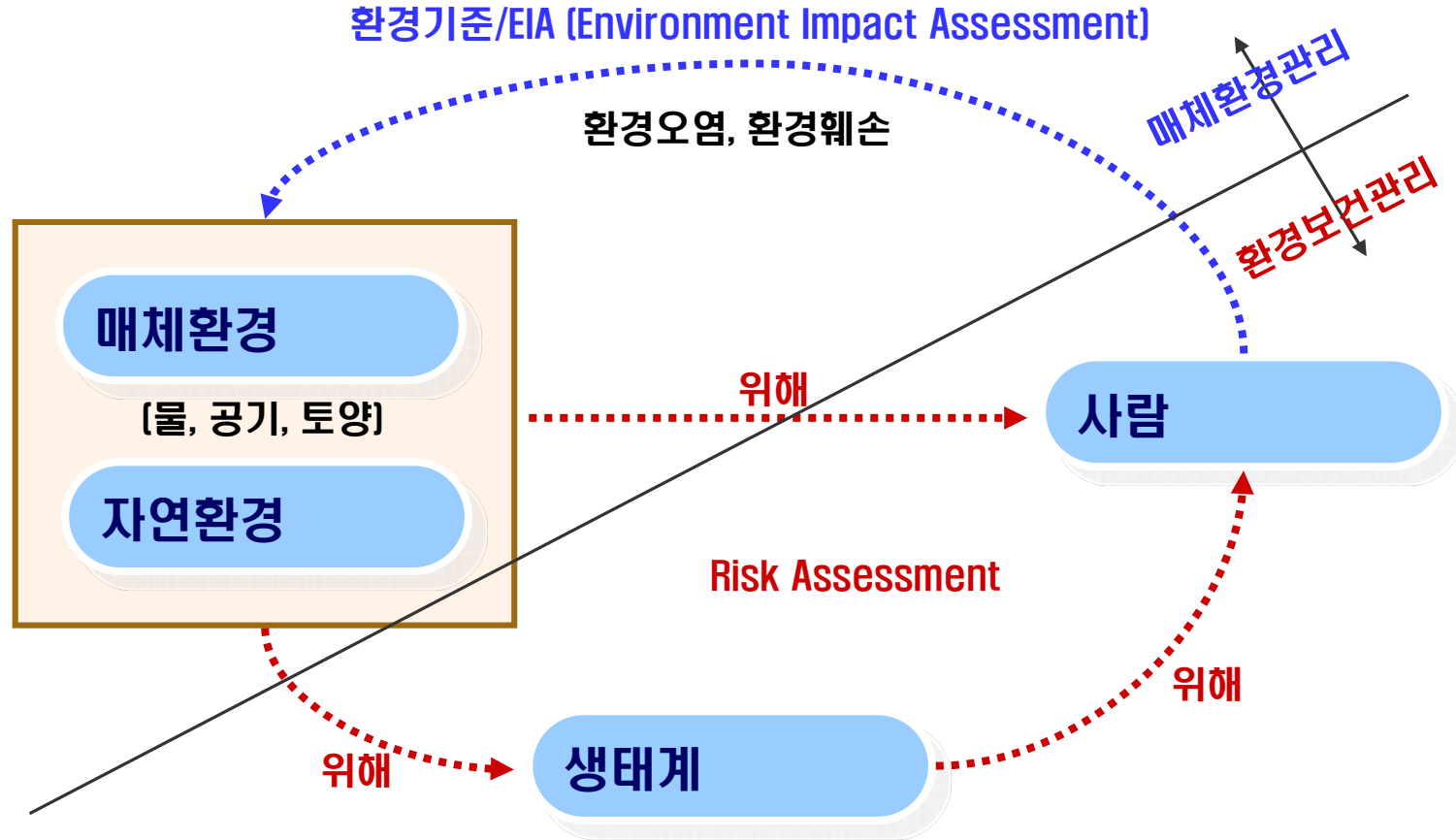


# 환경유해인자와 환경성질환

제주특별자치도 환경보건센터 센터장

제주대학교 의과대학 교수

홍 성 철



환경보건정책은 사람의 건강에 영향을 미칠 수 있는 자연환경과 생활환경의 모든 측면에 중점을 둔 공공보건정책의 한 분야

# 환경성질환의 정의

- 국가 및 지방자치단체는 환경오염으로 인한 국민의 건강상의 피해를 규명하고 환경오염에 따른 질환에 대한 대책을 마련하여야 한다

-『환경정책기본법』제21조의4('02.12.30) -

- “환경성질환”이란 역학조사(疫學調査) 등을 통하여 환경유해인자와 상관성이 있다고 인정되는 질환으로서 제9조에 따른 환경보건위원회 심의와 보건복지가족부장관과의 협의를 거쳐 환경부령으로 정하는 질환을 말함

-『환경보건법』제2조2항('09.3.21 시행) -

# 환경오염과 보건

- 환경보건
  - 환경보건법 - 환경부
  - 일상생활 환경에서의 환경오염 문제
  - 환경오염으로부터 환경성질환 예방
- 산업보건
  - 산업안전보건법 - 노동부
  - 직장, 작업환경에서의 환경오염
  - 근로자의 직업병 예방

# 환경보건외 원인분류

- 물리적 요인

- ✓소음과 진동
- ✓미세먼지(PM10)
- ✓초미세먼지(PM2.5)
- ✓이상기압
- ✓이상기온 (고온과 저온)
- ✓방사선

- 화학적요인

- ✓유해금속 ( 납 / 수은 / 카드뮴 )
- ✓유기용제
- ✓유해가스
- ✓잔류유기 오염물질
- ✓내분비계 교란물질
- ✓농약
- ✓나노물질

# 생활환경 오염

1. 기후변화와 건강영향
2. 월경성 환경오염 및 지구환경오염
3. 대기오염
4. 실내공기오염
5. 먹는 물 관리 및 수질오염
6. 식품안전
7. 생활화학물질

# 유해금속 (납)

- 인간이 최초로 사용한 금속 중 하나
- 서구국가 - 실내용 페인트에 사용된 납 (이식증)
- 유연휘발유 사용
  - 휘발유의 옥탄가를 높이기 위해 사에틸납 첨가
  - 1993년 이후 유연휘발류 사용금지
- 불량 유연 그릇 및 크리스탈 용기
- 납이 포함된 불법 의약품
- 음식물을 통한 노출
- 납수도관을 통한 물을 음용
- 대기 오염물질로 관리
- 저농도의 납노출이라도 어린이의 성장 발달 장애

## 유해금속

- 납
- 수은
- 카드뮴

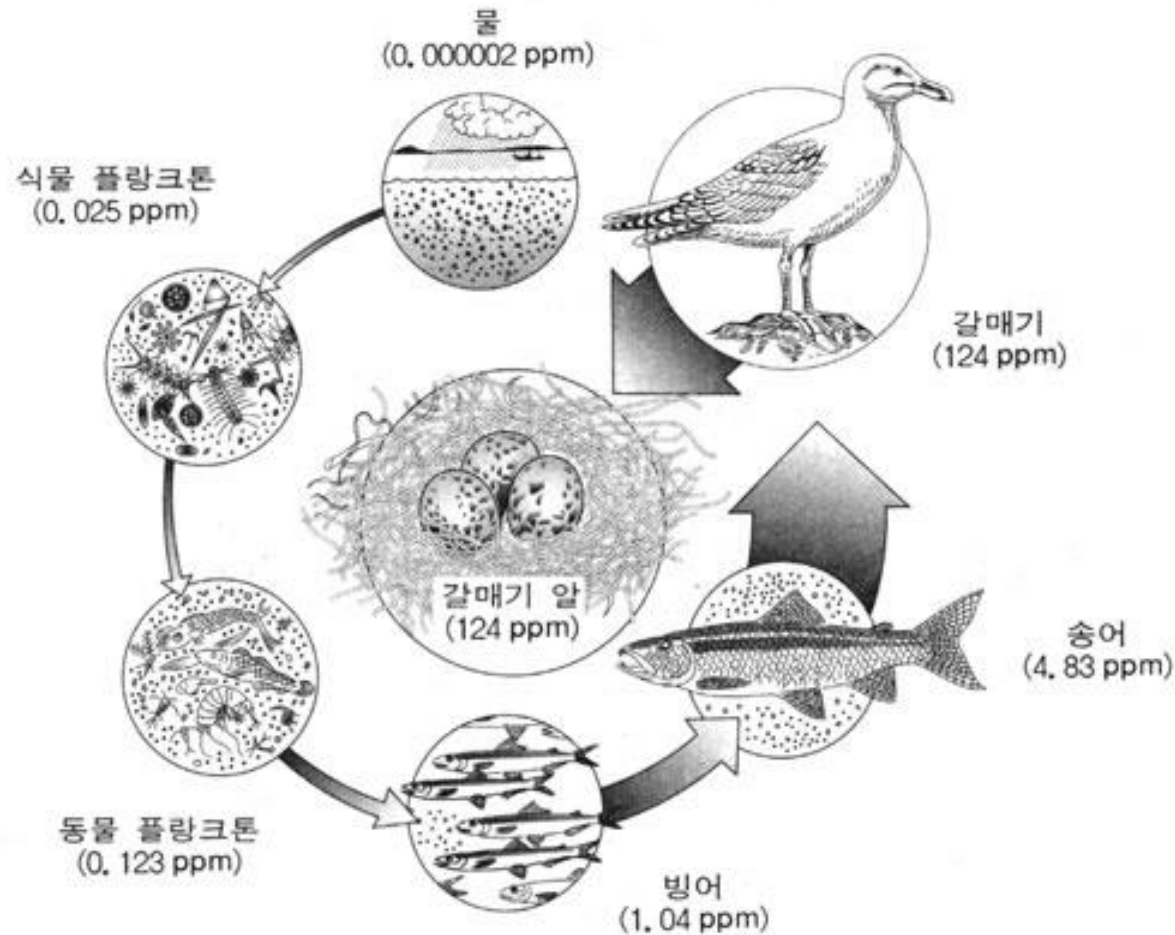
# 유해금속 (수은)

- 액체상태에서 유일한 금속이며, 쉽게 휘발하여 호흡기노출
- 진시황의 불로초
- 연금술사
- 매독 치료제
- 치과의사, 위생사들의 치아 아말감 제조
  
- 직업적폭로 : 주로 무기수은, 형광등, 수은온도계 등
- 환경폭로 : 주로 음식물 (주로 생선)



# 생물 농축

- 생태계에 방출된 중금속이나 독성 유기화합물이 생물체내에 흡수되면 잘 배설되지 않고 먹이연쇄를 따라 상위영양 단계의 생물로 올라갈수록 몸 속에 축적 되는 농도가 점점 높아져 최종 소비자에게 치명적인 피해를 주는 현상



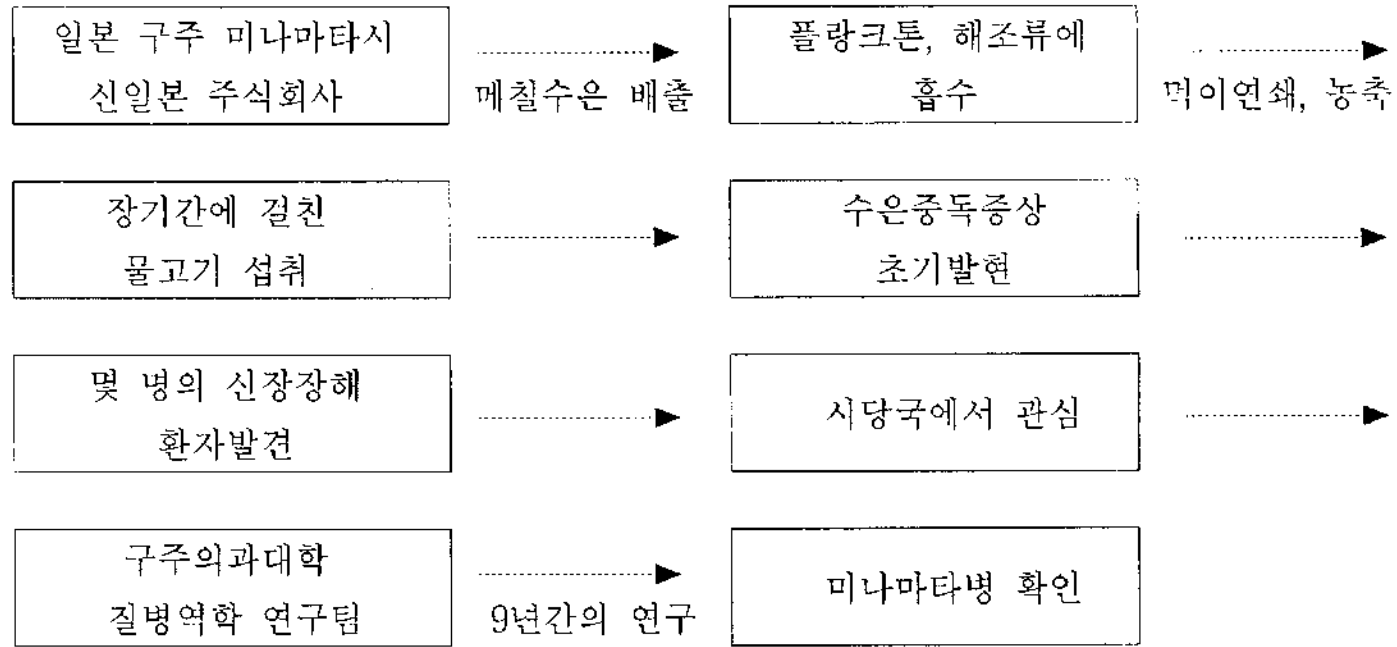
# 생물학적 농축

- ① DDT(dichloro - diphenyl trichloro - ethane) - 살충제와 농약으로 사용
  - 지방조직의 파괴, 칼슘대사 장애, 고혈압, 뇌출혈등
- ② PCB(polychlorinated biphenyl) - 가전기구의 절연유, 인쇄잉크, 열 교환기, 열교환 매체로 사용
  - 유기용매에 잘 녹고, 위장과 신경장애, 근육마비 및 발암물질
- ③ BHC(benzene hexachloride) - 농약으로 사용
  - 만성적 장애
- ④ 고엽제(agent orange) - 월남전에서 사용한 제초제
  - 피부질환, 정신장애, 기형아, 사산아 출산 등
- ⑤ 수은(Hg) - 금제련, 전기기구 온도계, 건전지 제조등에 사용
  - 신경장애, 말초신경의 마비증세, 근육의 위축, 팔다리 비틀림 및 기형아 미나마타병
- ⑥ 납(Pb) - 자동차 배기가스 연소시, 전지 제조 등에 사용
  - 식욕부진, 구토, 경련, 악성빈혈, 체중감소, 고혈압, 발작증세
- ⑦ 카드뮴(Cd) - 플라스틱 도금, 아연광산, 제련소 및 자동차의 타이어가 닳을 때 나온다.(교통량이 많은 도로의 토양에 잘 축적됨)
  - 칼슘대신 뼈 속으로 흡수되어 뼈 속의 염류 배출. 골연화증으로 통증과 골절, 신경장애

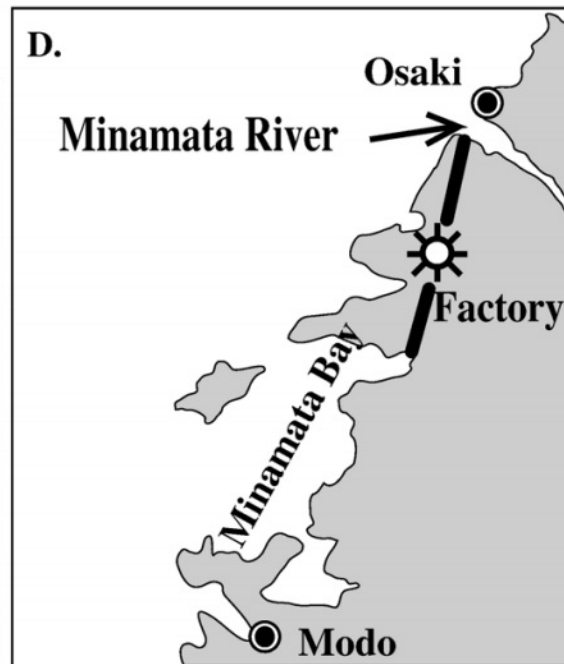
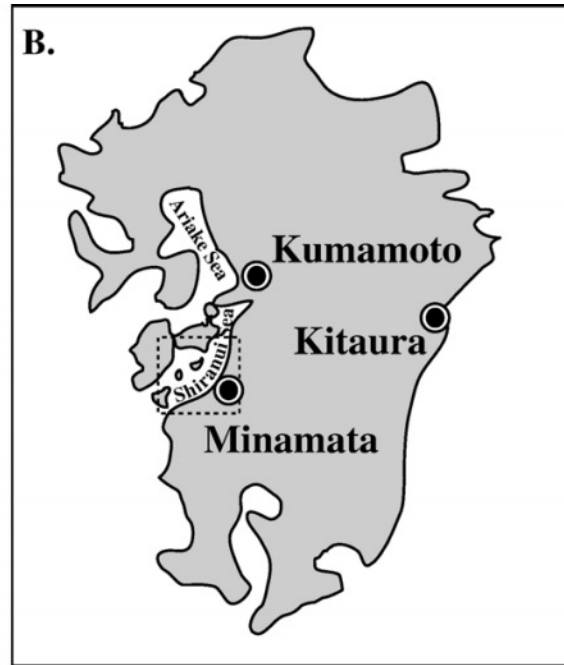
# 유기수은

- 직업적 폭로와 환경폭로(주로 경구로 흡수)
- 정신장애, 조화운동불능, 경직, 감각이상,
- 시각(시야협착) 및 청각장애
  
- 사지와 입술의 무감각과 저림(초기 증상)  
-> 보행실조, 떨림, 미세운동의 소실
- Hunter(1940년) : 수은농약공장의 메칠수은  
Hunter-Russel 증후군
- 근육의 단단함, 경직
- 2세의 뇌성마비(미나마따 병) : 먹이사슬, 농축

## 2. 미나마타 사건 발견 과정



- 신경마비
- 보행장애
- 시신경장애
- 언어장애
- 청각장애
- 선천성 미나마타병 유발



# 카드뮴 중독

# Itai Itai Disease



Patients with Itai Itai Disease

http://itaitai-dis.jp/ itai-itai disease - Goog... springer.com 富山県立イタイイ...

日本語 English 中文简体字 **한국어** русский

「平成24年4月29日（日・昭和の日）オープン」  
**富山県立イタイイタイ病資料館**  
Toyama Prefectural Itai-itai Disease Museum

文字のサイズを変える → 小 中 大

- 当館について
- バーチャル展示室
- 利用案内
- 語り部事業について
- リンク集
- 資料提供のお願い
- 団体申し込み
- 資料検索・閲覧
- メルマガ登録
- とやま健康パーク

**お知らせ** ▶ すべて見る

課外学習サポート事業の調査結果（中間報告）について掲載しました。

課外学習サポート事業の実施について（※申し込みを締め切りました。）

資料館だより（『2014年 秋号』を発行しました。）

資料館情報 『2014(H26)年4月～』

資料館情報 『2014(H26)年4月～』

**イベント**

平成26年度小学校教員向けイタイイタイ病資料館活用研修会を開催します。

『公害資料館連携フォーラム in富山』が開催されます。

平成26年の主な資料館イベント情報

**バーチャル展示室**  
Flash HTML

イタイイタイ病を **学ぶ** キッズコーナー

	<b>이타이이타이 병</b>	<b>미나마타 병</b>
연도	1945	1952
지역	일본 부산현, 신통천	일본 구주, 수오시
원인물질	<b>카드뮴</b>	<b>메틸수은(유기수은)</b>
	<b>아연 광산촌 오염된 농작물 장기간 섭식</b>	<b>화학공장 폐수에 오염된 하천 어패류 섭식</b>
폐해	258명 발생, 심한 요통과 고관절통, 보행장애, 골연화증, 신장기능 장애	111명 발생, 사지마비, 시청각 기능장애, 언어장애, 정신이상, 선천성 신경장애



# 국민환경보건 기초조사

## 주요결과

- 복지부 합동으로 성인 2,000명 대상 혈중 3종(수은, 납, 카드뮴) 조사 실시('05)
- 평균 납  $2.66 \mu\text{g}/\text{dl}$ , 카드뮴  $1.52 \mu\text{g}/\text{L}$ 로 기준 이하
- 수은은  $4.34 \mu\text{g}/\text{L}$ 로 미국 ( $0.82 \mu\text{g}/\text{L}$ ), 독일 ( $0.58 \mu\text{g}/\text{L}$ )에 비해 상대적으로 높은 수준

## 수은대책마련('06.6)

수은의 통합적 관리를 통한 국민건강 보호

### 수은함유제품 폐기물 관리

- 수은 함유 제품·사용 실태 조사 실시
- 수은 함유제품 제조(수입)·사용·폐기 규제 강화

### 배출원 관리

- 주요 배출원 조사 실시 [소각장, 소성로, 제철소 등]
- 기준강화 등 관리개선 방안 마련
- 월경성 수은관리에 대한 국제 협력 강화

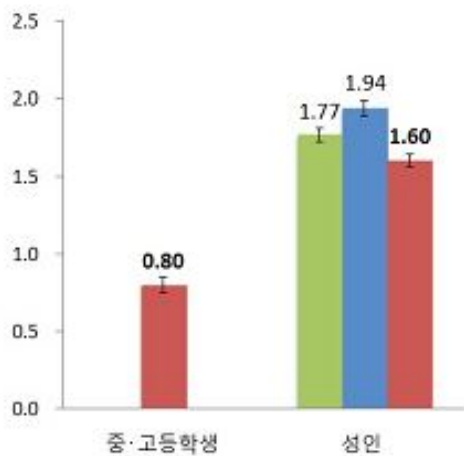
### 오염도 조사 강화 및 위해성평가

- 축적성 조사 및 모니터링 강화
- 국민 혈중 중금속 조사 실시
- 어패류 섭취 지침 마련
- 위해성 평가 실시

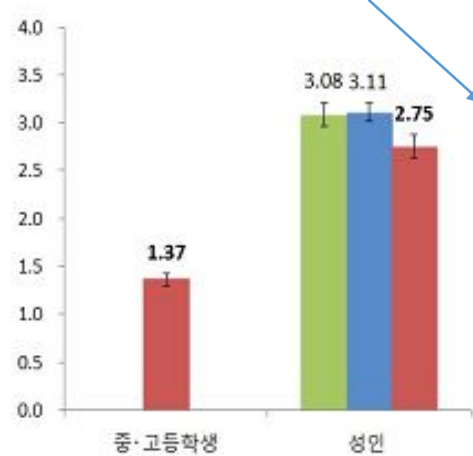
# 국민환경보건 기초조사

			한국	미국
혈액	납	μg/dL	1.6	0.967
혈액	수은	μg/L	2.75	0.814
소변	수은	μg/L	0.36	0.274
		μg/g cr.	0.41	0.318
소변	카드뮴	μg/L	0.36	0.156
		μg/g cr.	0.43	0.182

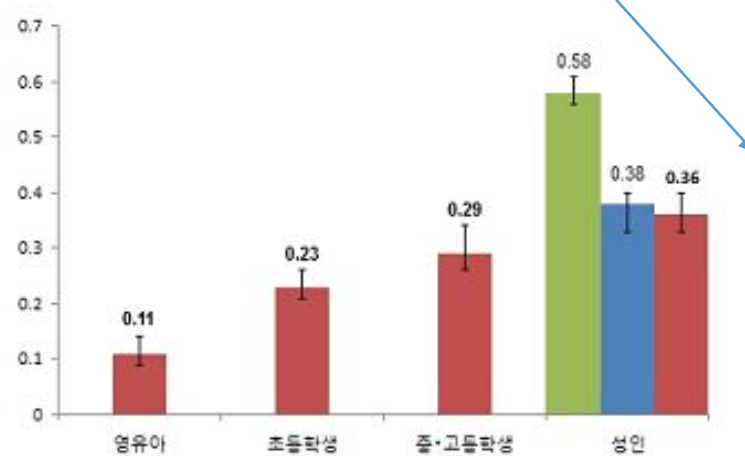
<혈중 납 (μg/dL)>



<혈중 수은 (μg/L)>



<요중 카드뮴 (μg/L)>



■ 제1기('09-'11) ■ 제2기('12-'14) ■ 제3기('15-'17)

# 대기오염

항 목	발 생 원	피 해
아황산가스(SO <sub>2</sub> )	B-C유 또는 석탄의 연소과정	- 인체 호흡기질환 - 식물의 성장피해
미세먼지(TSP) 초미세먼지	연료연소, 시멘트공장, 도로등에서 비산 ( PM 10) 대기오염물질의 2차 오염물질 (PM 2.5)	- 아황산가스와 결합하여 호흡기질환 유발
일산화탄소 (CO)	산소가 부족한 상태에서 연료가 연소할 때 발생	- 혈중의 헤모글로빈과 결합하여 산소공급저해, 두통, 현기증 유발
이산화질소 (NO <sub>2</sub> )	자동차 배기가스, 질산을 사용하는 표면처리공정	- 코와 인후자극 - 호흡기에 나쁜 영향 - HC와 함께 광화학 스모그 생성
탄화수소 (HC)	휘발유가 연소되지 않은 상태에서 배출되거나 연소에 의하여 크래킹을 일으킬 때 주로 발생	- NO <sub>2</sub> 와 혼합될 경우 강렬한 햇빛에 의하여 광화학스모그 생성
오 존 (O <sub>3</sub> )	자동차 배출가스중 이산화질소와 탄화수소가 햇빛과 반응하여 생성	- 눈자극, 농작물 피해
납 (Pb)	자동차 배기가스(유연휘발유 사용) 및 납사용 용해시설등	- 중독시 신경염 및 두통, 현기증 등

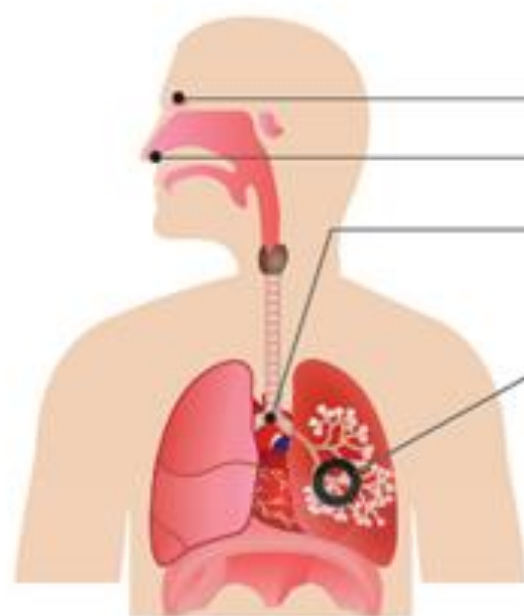
머리카락  
50~70  $\mu\text{m}$

미세먼지 PM<sub>10</sub>  
10  $\mu\text{m}$

미세먼지 PM<sub>2.5</sub>  
2.5  $\mu\text{m}$

※  $\mu\text{m}$ (마이크로미터) :  $\frac{1}{10^6}$  m

〈미세먼지의 상대적 크기 비교〉



눈 알레르기성 결막염, 각막염

코 알레르기성 비염

기관지 기관지염, 폐기종, 천식

2.5  $\mu\text{m}$  미만 미세먼지는  
폐 속 깊이 침투해  
폐포에 흡착, 폐포를 손상

〈미세먼지가 인체에 미치는 영향〉

미세먼지가 국민 건강에 주는 영향에는 어떤 것이 있을까? 한국환경정책·평가연구원(KEI)은 2013 초 내놓은 '초미세먼지의 건강영향 평가 및 관리정책연구' 보고서를 통해 서울 지역에서 미세먼지 일평균농도가  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  증가하면 사망발생위험이 0.44% 증가하고, 초미세먼지 농도가  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  증가하면 사망발생위험이 0.95% 증가한다고 밝혔다. KEI 배현주 박사는 "하루 단위로 초미세먼지 오염도가 증가해도 사망률에 영향을 미치는 것으로 나타났다"고 말한다.

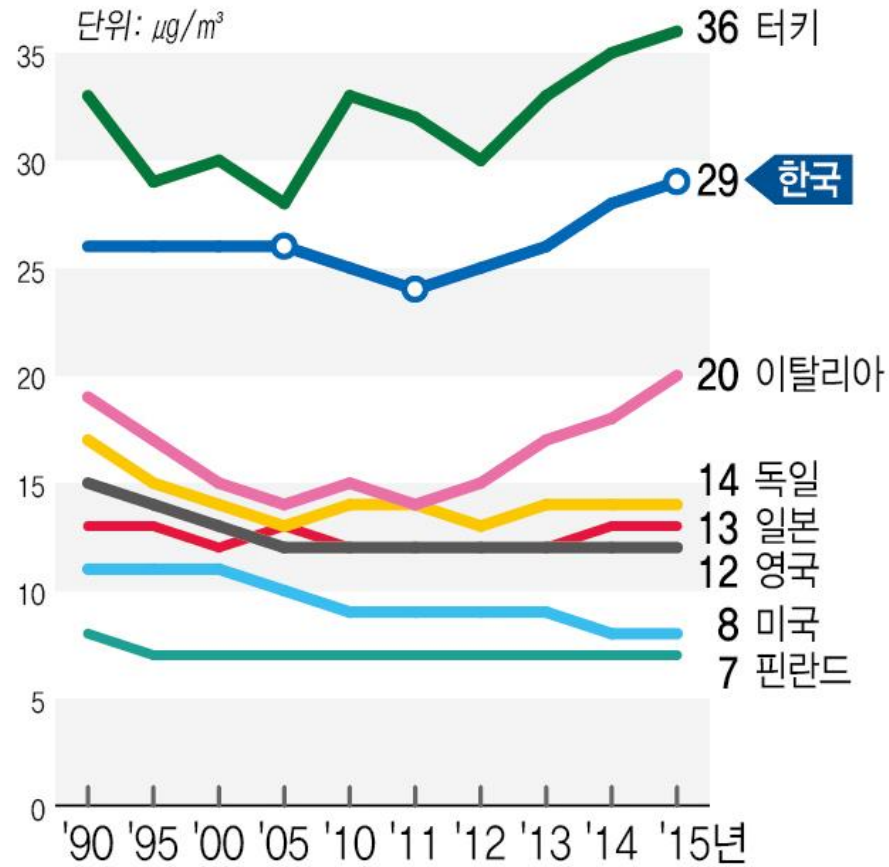


초미세먼지 주의를 알리는 전광판

# OECD 주요국 미세먼지 농도

연평균 미세먼지(PM2.5) 농도

단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

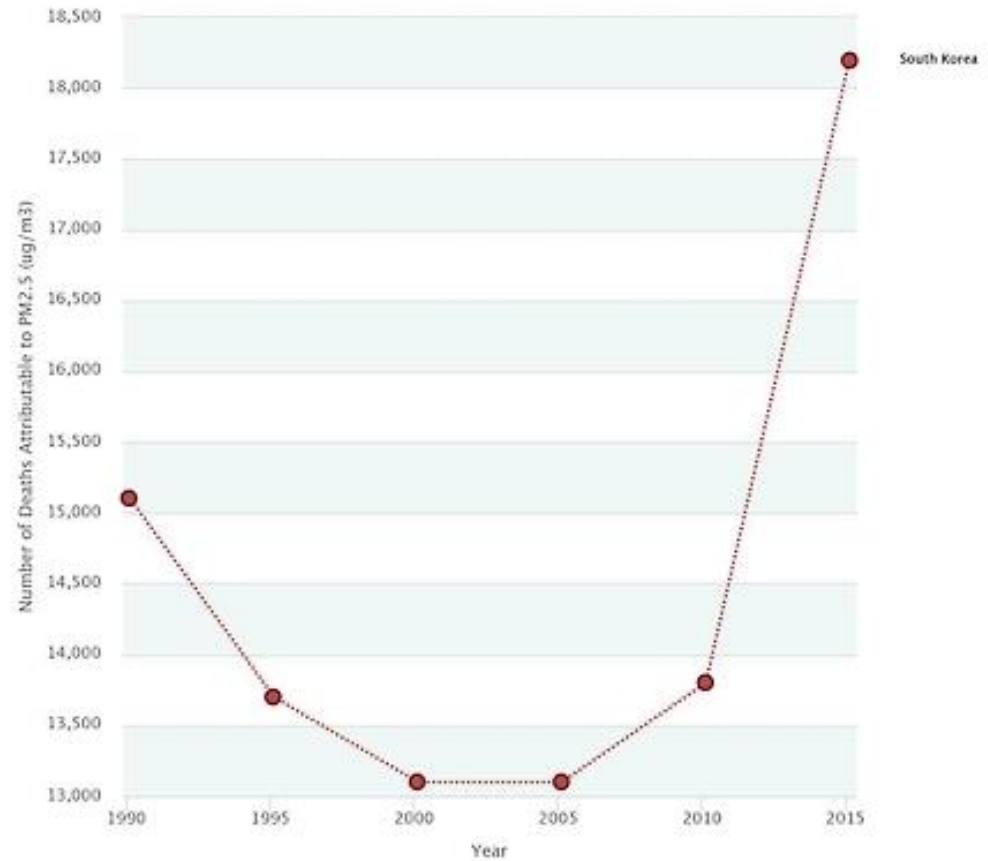


자료/ '보건영향연구소'(HEI)

박영석 기자 / 20170216

트위터 @yonhap\_graphics, 페이스북 tuney.kr/LeYN1

Number of Deaths Attributable to PM2.5



한국의 미세먼지 연간 사망자 수 연도별 추이  
[HEI의 '세계대기상태' DB 화면 캡처]

□ 계절적 요인으로 매년 12~3월은 미세먼지 농도 증가

【 초미세먼지 월평균 농도 (단위:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 】



○ 최근 3년('18~'20)간 전국 초미세먼지의 **12~3월 평균농도는 연평균농도 대비 약 26% 높음**(연평균  $21.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 12~3월 평균  $26.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

- 월별 초미세먼지 농도는 3분기 저점 이후 10월부터 상승으로 전환

○ 겨울철은 대기 혼합고\*가 낮아져서 배출된 미세먼지의 확산이 어렵고, 서풍 계열 바람이 자주 불어서 외부 유입되는 미세먼지 증가

\* 1, 2차 계절제 기간 서울 대기혼합고는 여름철(7~9월) 대비 11.5%(789→699m) 감소

## < 1차 오염물질 >

- 황산화물(SO<sub>x</sub>)
- 미세먼지 (PM 10)
- 매연
- 기타 유해물질

개개의 발생원에서 황산화물(SO<sub>x</sub>), 먼지, 매연, 기타 유해물질 등이 직접 대기 중으로 배출되어 대기를 오염시키며, 사람의 건강과 생활환경에 피해를 주는 물질이다.

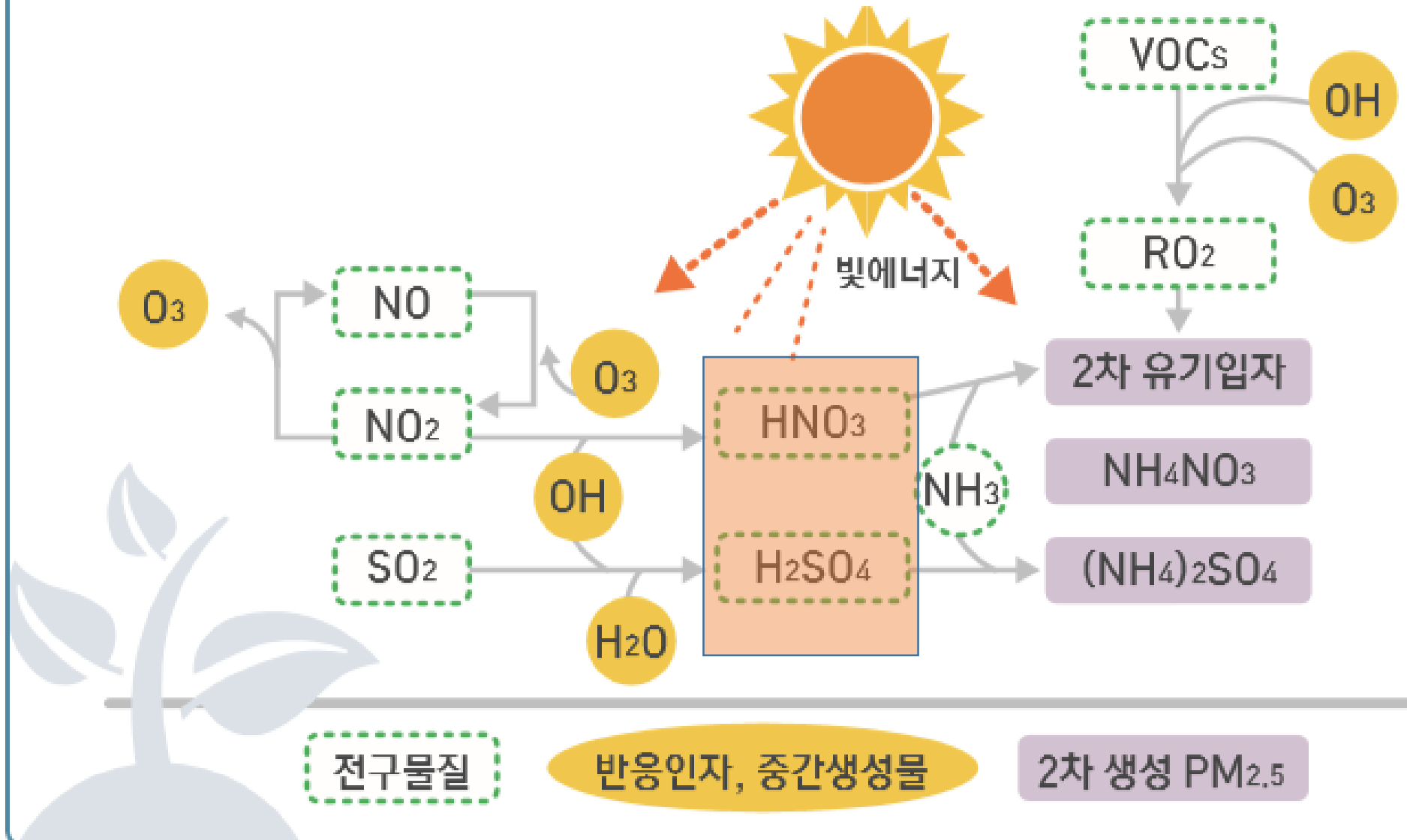
## < 2차 오염물질 >

- 질소산화물(NO<sub>x</sub>)
- 런던 스모그
- LA 스모그
- 오존
- 초미세먼지 ( PM 2.5)

대기 중에서 1차 오염물질의 화학반응에 의하여 생성되는 새로운 물질이다. 스모그(Smog)는 매연(Smoke)과 안개(Fog)의 합성어로서 2차 오염물질이며, 태양광선 중의 자외선에 의한 광화학 반응으로 발생하는 오존과 같은 광화학오염물질도 2차 오염물질에 포함된다.

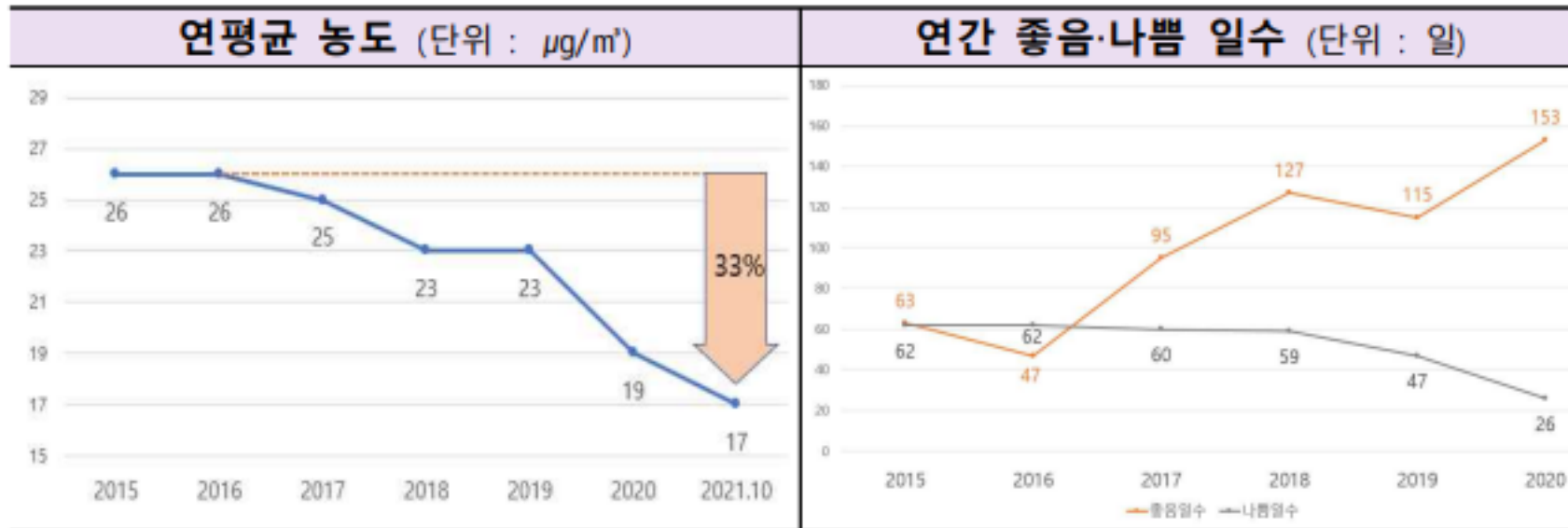


# 미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 2차 생성과정



## □ 지난 4년간 획기적 미세먼지 저감

【 초미세먼지 현황 】



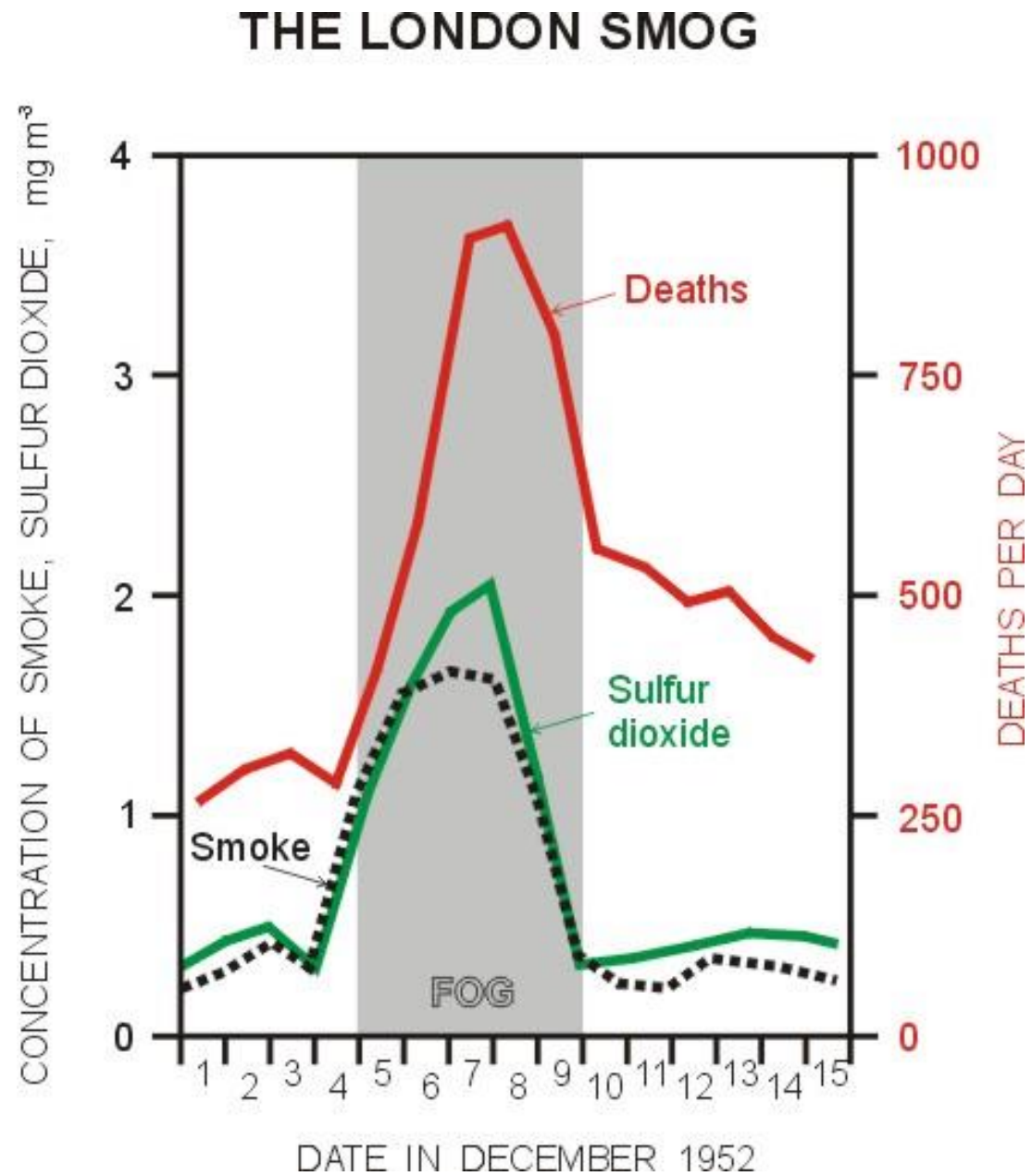
- 세계 최초로 미세먼지를 “사회재난”으로 지정, 미세먼지특별법 제정(‘18), 추경 편성(‘19, 1.3조), 8개법 제·개정(‘19), 계절관리제 최초 도입(‘19) 등
  - 상시저감(미세먼지종합계획), 계절관리(12~3월 집중저감), 비상조치(고농도 대응)
- ‘21.1~10월까지 전국 초미세먼지 평균농도( $17.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ )는 최근 3년 동기(20.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 대비 16% 감소 (좋음 38.3% ↑, 나쁨 50.5% ↓, 고농도 일수 37.9% ↓)

# 스모그 ( 스모크 + 안개 ) ( smog = smoke + fog )

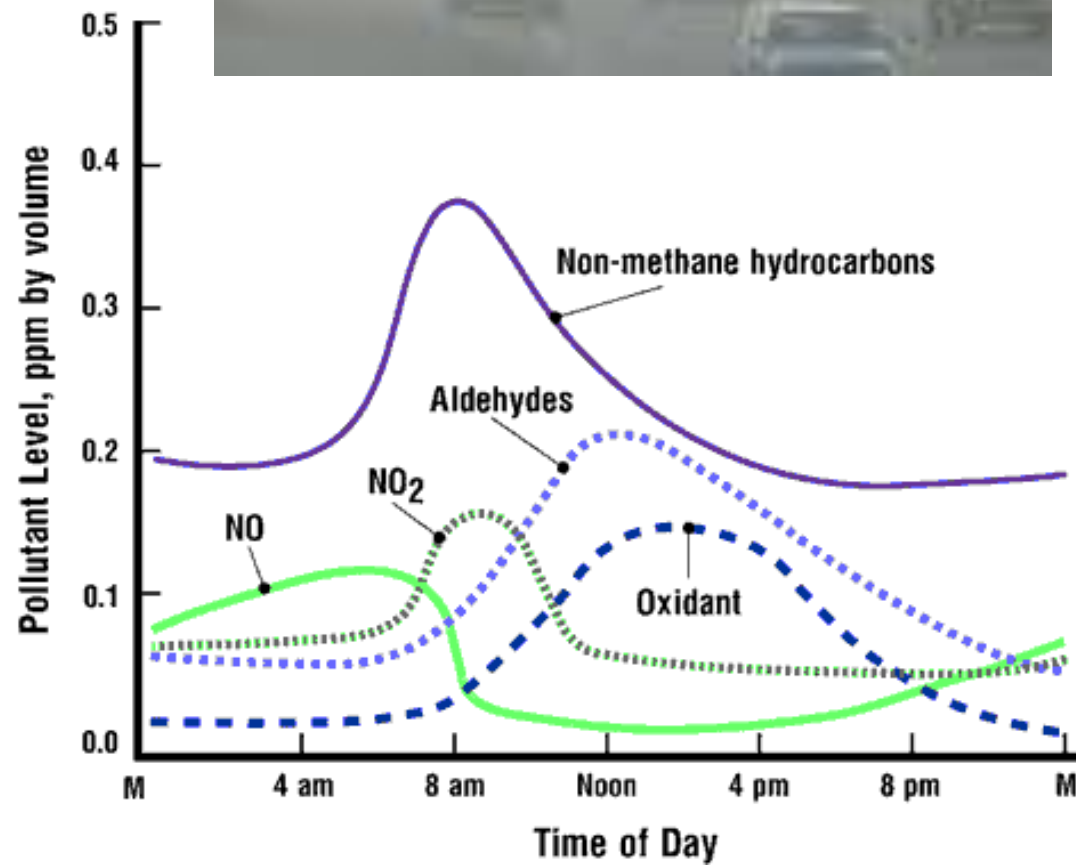
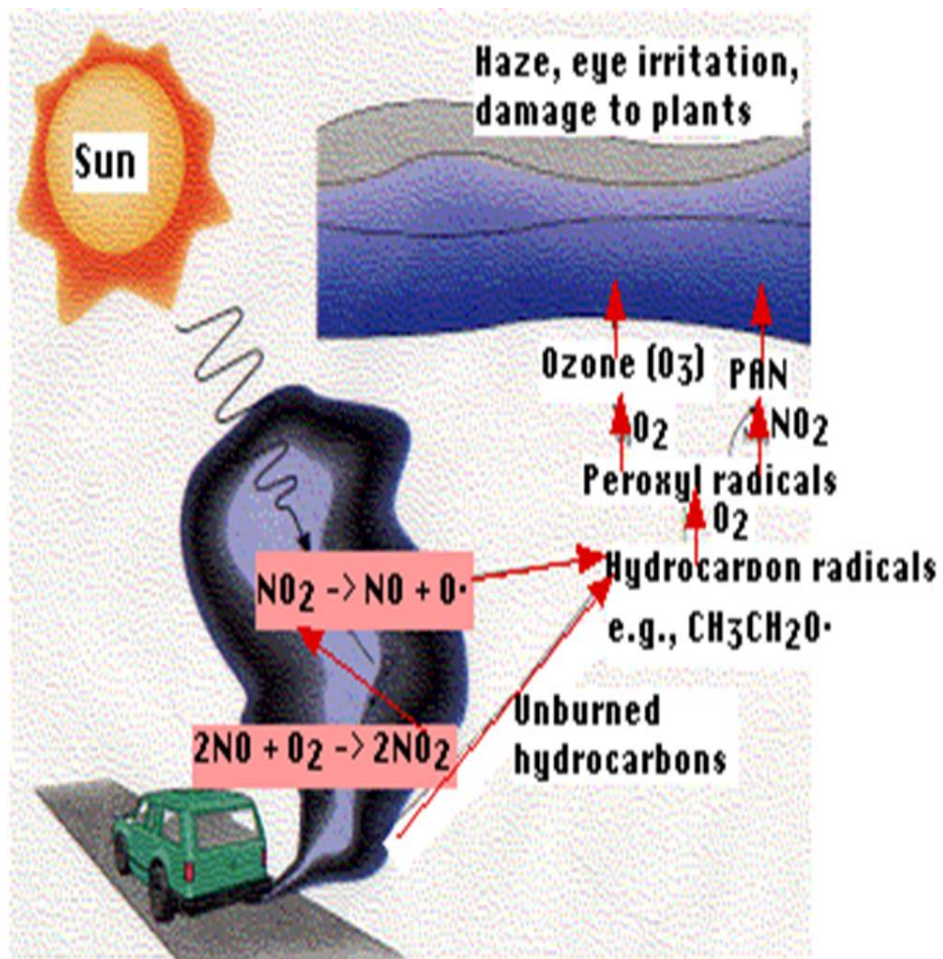
스모그(영어: smog)는 대기 오염의 하나이다. 스모크(smoke)와 포그(fog)가 결합된 말로 원래는 연기와 안개가 섞인 것을 가리키는 말이었지만, 현대에 와서 대기 오염 물질로 하늘이 뿌옇게 보이는 현상을 부르는 말로 쓰이게 되었다.

	런던 스모그 1952년 1월	로스엔젤레스 스모그 1954년 이후
환경	하천평지, 무풍상태 기온역전, 연무발생, smog, 습도 90%, 인구 조밀	해안.분지, 기온역전, 백색 연무발생, 자동차 및 석유계 연료 소비증가
병인	석탄연료물, 아황산가스 미립(aerosol), 분진	자동차배기 등 석유계 연료에 유래하는 CO, SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , aldehyde, keton, acrolein, formaldehyde, nitroolefin
피해	3주간 4,000명이 초과 사망, 그후 2개월 동안 8,000명 초과사망, 전 연령층에 심폐 성의 질환 다발 입원환자 격증, 특히, 45 세 이상은 중증, 사망자의 대부분이 만성 기관지염. 천식. 기관지확장증. 폐섬유증 이 있었던 사람	눈, 코, 기도, 폐 등 점막의 지속적 반복성 자극, 일상 생활의 불쾌감, 가축. 식물. 과 실의 손해, 고무제품. 건축물의 손해

# 런던 스모그



# LA 스모그



# 스모그의 2가지 유형

항 목	London 형	LA 형
오염물질	1 차성 오염물질 석탄, 석유계 (난방) 황화물, CO Aerosol (농무)	2 차성 오염물질 석유계 (자동차 배기가스) O <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O, CO, 유기물 Smog(연무)
기후조건	겨울철, 이른 아침 고습 방사성 역전 시정 ; 100 m 이하	여름철, 낮 저습 침강성 역전 시정 ; 1.6 - 1.8 km 이하
화학반응	열적, 환원	광화학적 및 열적, 산화
인체에 대한 영향	호흡기 질환	점막자극

# 산성비(acid rain)



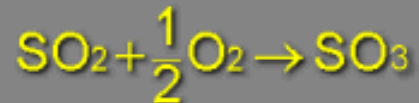
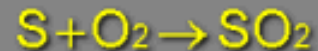
- 보통 빗물 (ph 5.6내외, 공기중 CO<sub>2</sub> 흡수)
- 산성비 pH 5.6이하
  - 화석연료의 연소에 의한 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 자동차 배기가스에 의한 질소산화물(NO<sub>x</sub>)과 산성분진 등이 강우나 대기중의 수분과 결합하면 황산, 질산의 성질을 가짐

# 산성비의 생성과정

석탄과 석유와 같은 화석 연료가 연소하면 SO<sub>2</sub>가 생성되며, SO<sub>2</sub>는 대기 중의 산소와 반응하여 SO<sub>3</sub>를 만들고, SO<sub>3</sub>가 물(H<sub>2</sub>O)과 반응하면 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>가 생긴다.

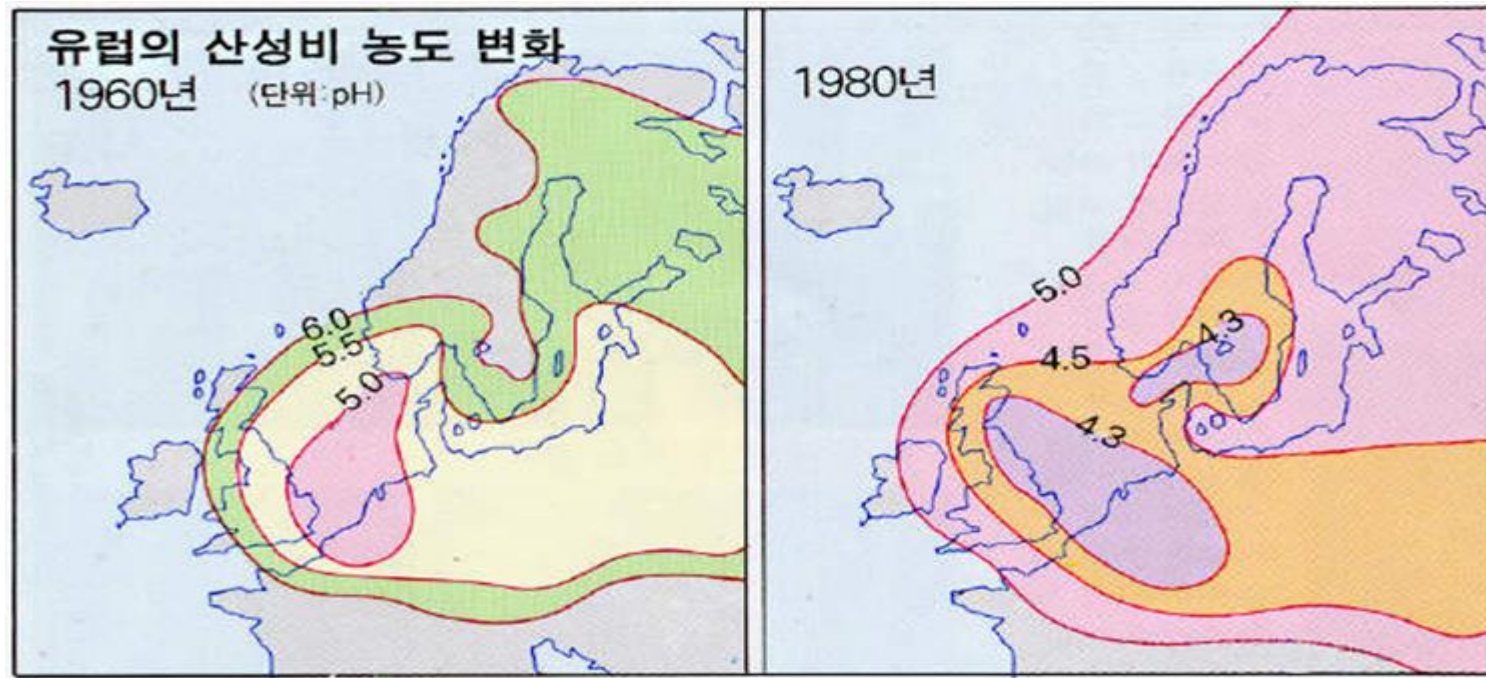
그리고 자동차의 배기 가스에서 질소 산화물이 생성된다. 즉, 질소와 산소는 고온에서 반응하여 NO를 생성하며, NO는 산소와 반응하여 NO<sub>2</sub>가 되고, NO<sub>2</sub>가 물과 반응하면 H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>이 생성된다.

화석 연료가 연소할 때 발생하는 이산화황(SO<sub>2</sub>)과 자동차와 공장의 배기 가스에서 배출되는 질소 산화물(NO<sub>x</sub>)이 산화되어 각각 묽은 황산과 묽은 질산의 형태로 빗물에 녹아 내리므로 SO<sub>2</sub>와 NO<sub>x</sub>는 산성비의 원인이 되는 물질이다.





- 전세계적인 환경문제가 됨
  - 대기오염물질이 편서풍이나 제트기류에 의해 수 백, 수천 km 이동
  - 개도국의 급속한 산업화로, 특히 중국의 산업화가 우리나라의 산성비를 악화
  - 유럽 산성비의 산도 강화 및 지역 확대



# 산성비의 영향

## 가. 산림에의 영향

- 수목의 잎으로부터 영양소를 제거하거나 나무가 자라는 토양을 변질시킴으로써 해를 준다.
- 광합성작용을 하는 엽록소(Chlorophyll)를 제거하여 탄수화물을 만들어내지 못하게 함으로써 식물의 생산력을 떨어뜨리는 작용을 한다

## 나. 수중생태계의 영향

- 하천이나 호수 등이 산성화되면 카드뮴, 납, 아연, 수은 등 중금속의 용해도가 증가함으로써 수중생태계의 균형이 파괴되어 수자원을 활용하는 인간에게 막대한 피해를 주고 있다.

## 다. 토양에의 영향

- 토양중의 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na) 등 식물생태계에 중요한 염기가 먼저 손실되고, 음이온 중에서는 질산이온(NO<sub>3</sub>-), 염산이온(Cl-)이 가장 쉽게 손실되어 토양이 산성화되어 생산성이 줄게된다.

## 라. 재산에의 영향

- 각종 건축 구조물(교량, 빌딩 등)이나 문화재 등을 손상시키며, 특히 금속이나 대리석으로 만든 동상, 기념탑, 유적 등은 물론 구조물의 재료로 이용되는 시멘트는 산성에 약하다.

## 마. 사람 건강에의 피해

- 납, 수은 등의 유독성 물질이 먹이사슬을 통하여 인간의 체내에 축적됨으로서 그 피해는 매우 크다.

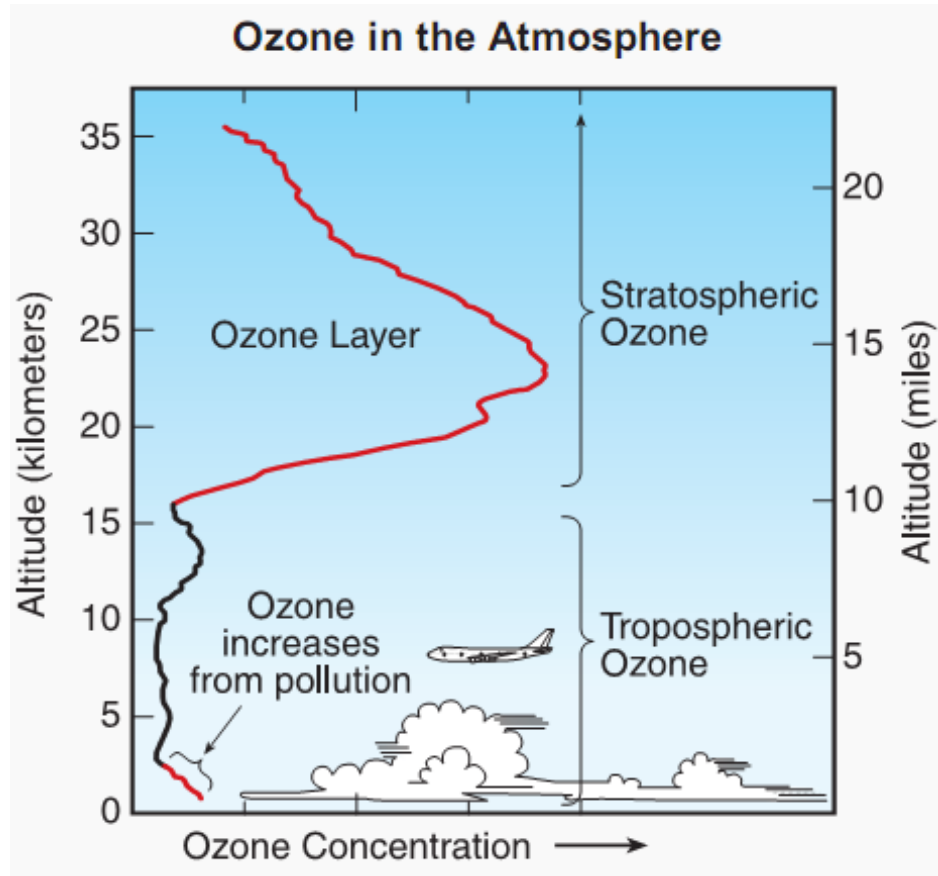
# 지구적 환경오염

- 성층권의 오존층 파괴

*Twenty Questions and Answers About the Ozone Layer: 2006 Update, D.W.Fahey et al. UNDP*

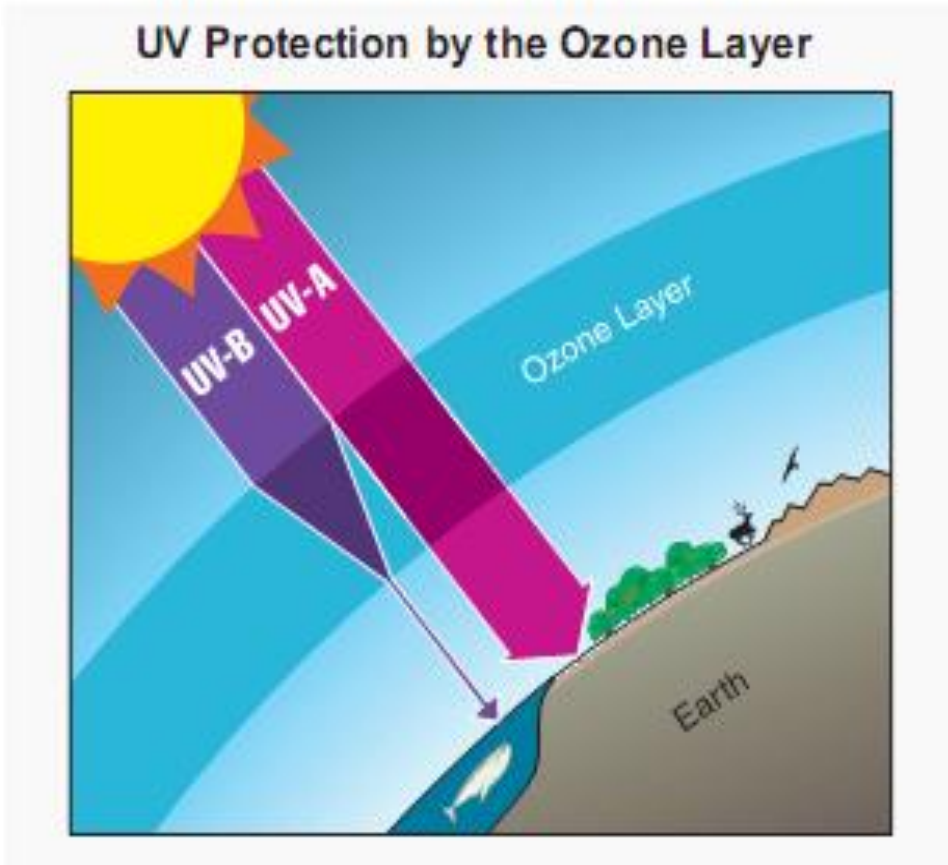
- 산성비
- 생물종의 감소
- 유해폐기물 이동
- 기후온난화

# 오존은 대기권 어디에?



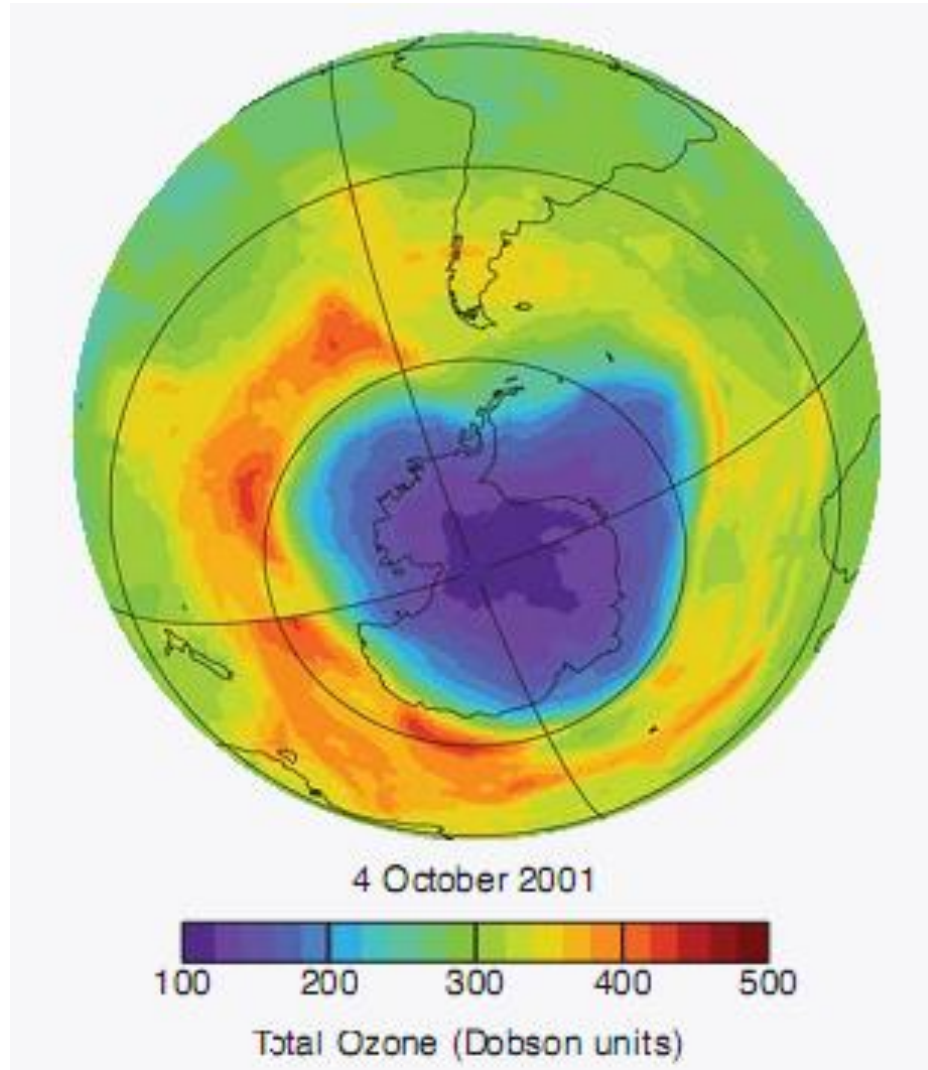
- 대기권에 존재하는 오존의 90%는 10-50 km 고도인 **성층권**에 존재. "오존층(ozone layer)"
- 나머지 10%는 지구표면으로부터 10-16km 고도인 **대류권**에 존재.

# 왜 오존 걱정?



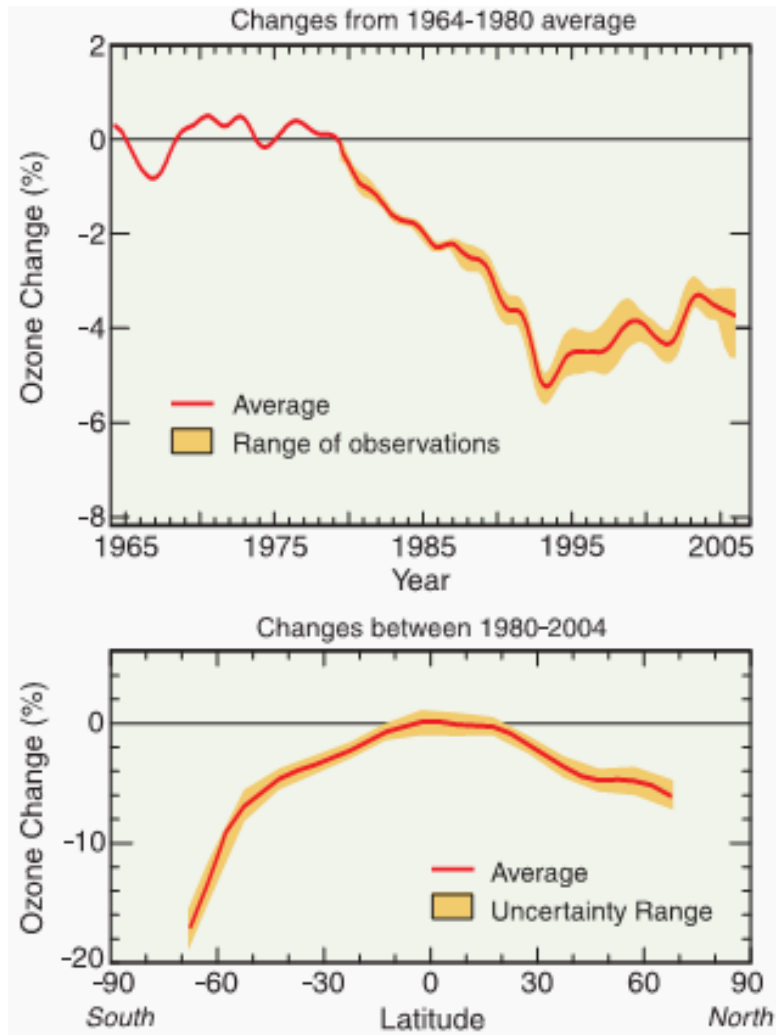
- **성층권 Good ozone 줄고**
  1. 오존층의 UV-B radiation 차단 효과
    - UV-B는 인간에게 피부암, 백내장, 면역억제를 일으키고 지표식물, 단세포생물, 수중생태계에 해를 가져옴
  2. 대기권 온도 조절 효과
    - 오존층에 흡수된 UV-B는 성층권의 열원, 성층권 기온은 고도에 따라 안정적 상승
- **대류권 Bad ozone 많아**
  - 농작물, 산림 피해
  - 폐용적 감소, 후두자극, 심폐질환 악화, 지표면 온도 상승

# Antarctic Ozone Hole



- 남극 오존층의 severe depletion
- 1980년대 초에 처음 발견 (위성사진)
- 계절성: 늦겨울~이른 봄(8월 ~ 11월) 발생
- 이른 10월 최정점 :
  - 구멍 면적 > 남극 대륙 면적
  - 오존의 완전 소실

# Global total ozone changes



- 현재 지구의 오존값은 1964-80년 수준에 비해 4% 정도 낮음
- 양 극지방에서 최대치 감소
  - 계절성 depletion 발생
- 열대지방의 작은 변화
  - Reactive halogen gases 많지 않음

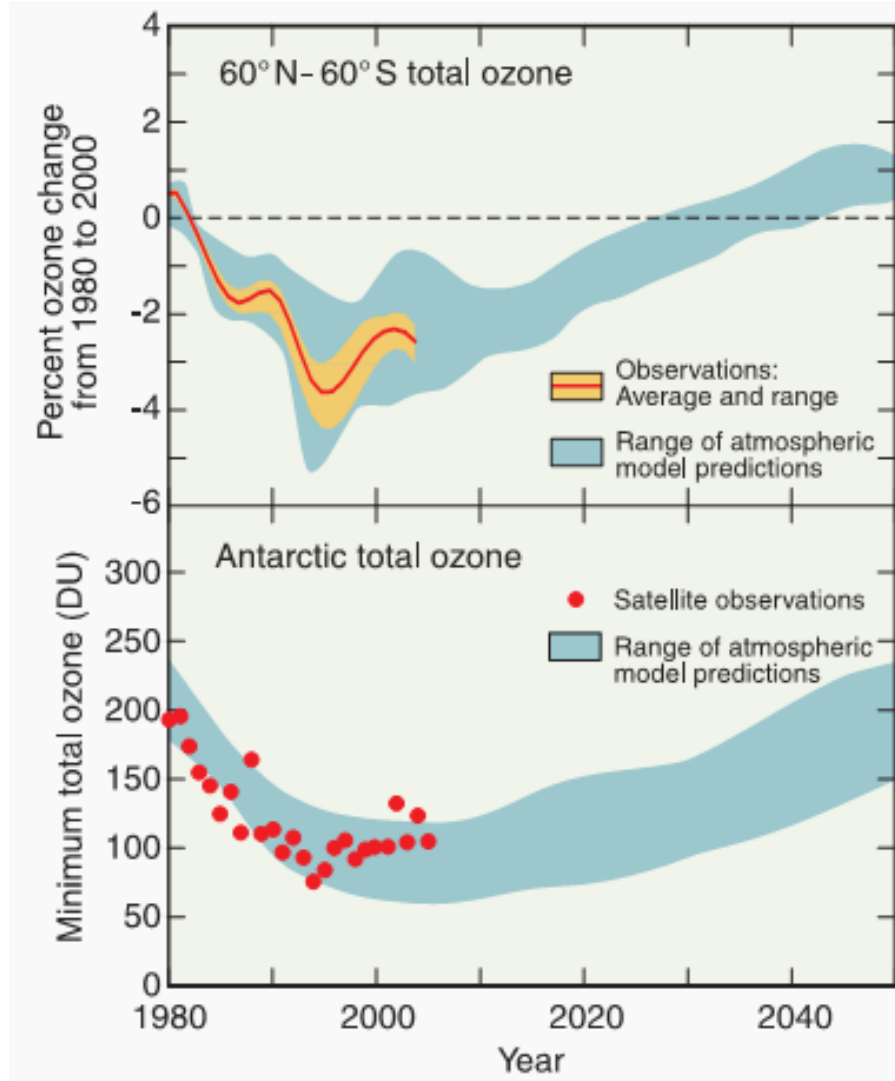
# 몬트리올 의정서(1987)

## *"Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer"*

- 190개국 비준(2006 현재)
- CFCs, 할론 등 96종의 오존파괴물질의 생산과 소비량을 단계적으로 감축, 2030년부터 완전 금지
- 우리나라도 2010년부터는 오존파괴물질을 생산과 소비할 수 없음
- HCFCs : CFC-12 대체물질, 냉장고 냉매. 다소 Chlorine 발생
- HFCs : 성층권 오존에 무해하나 지구온난화 연관있음



# Global ozone recovery predictions



- Halogen source gas emissions이 줄어들음에 따라 1980년대 이전 수준으로 오존치는 회복될 것으로 예상
- Full recovery는 2050년경으로 기대

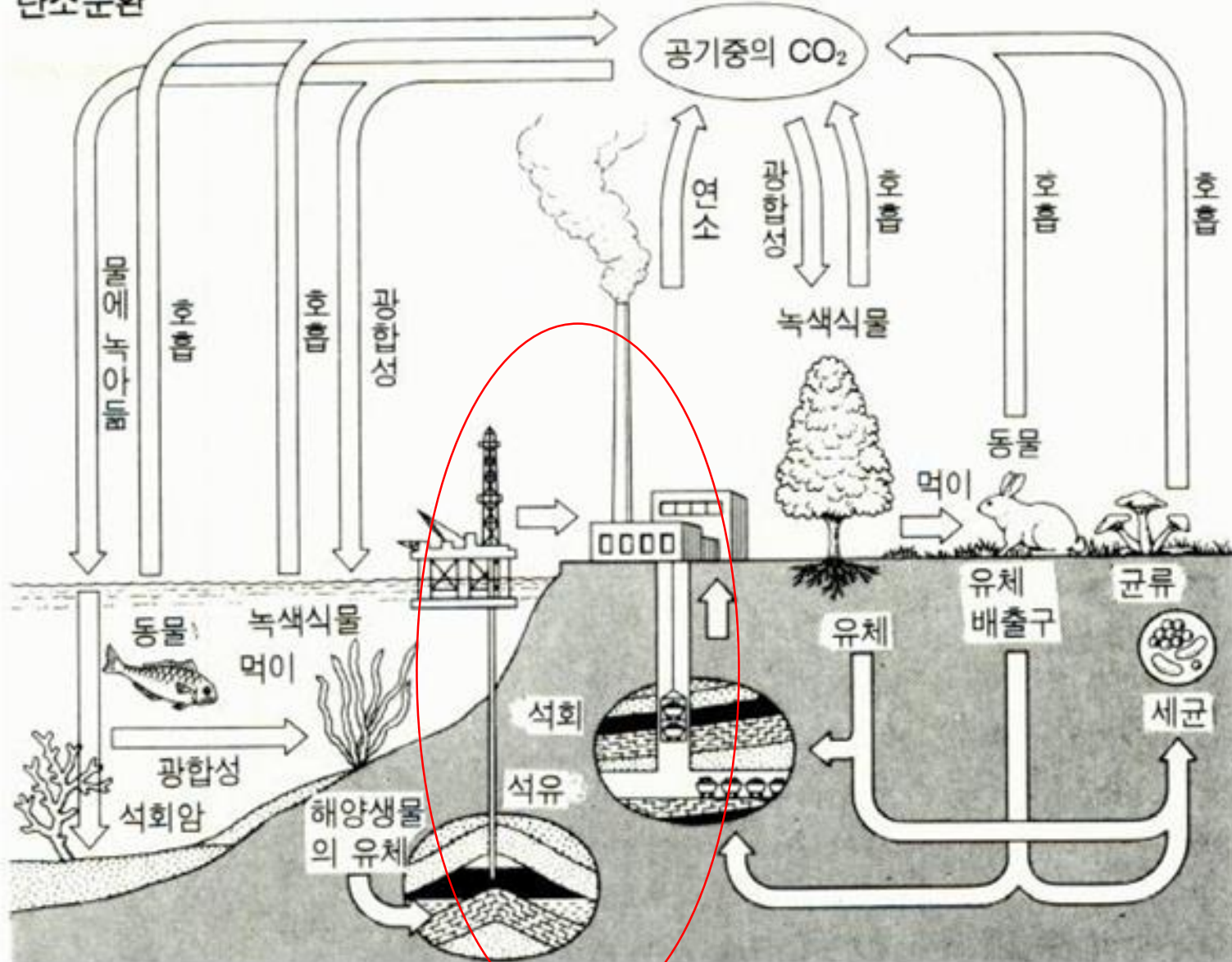
# 오존의 파괴와 그 피해

- 지금과 같은 빠르기로 오존이 소멸되고, 자외선이 증가하면 조만간 인간은 물론, 지구상의 모든 생물은 생존할 수 없기 때문이다.
- 오존층의 1%가 파괴되면, 코 흑색종 피부암이 3%정도 증가하는 것으로 보고 되고 있다. 오존층이 10% 파괴된다면, 미국에서만 약 16만명이 이런 피부암에 걸리게 된다.
- 2050년까지 10%의 오존층이 파괴되면, 암뿐만 아니라 미국 인구의 4억 정도가 추가로 백내장이 발생된다는 보고가 있다.
- 오존층이 파괴되면 인간뿐만 아니라 식물도 자외선으로부터 해를 받게 되고, 바다의 먹이 연쇄에 생산자 역할을 하는 플랑크톤의 양이 줄어들면서 바다의 모든 생물도 위기에 처하게 된다.

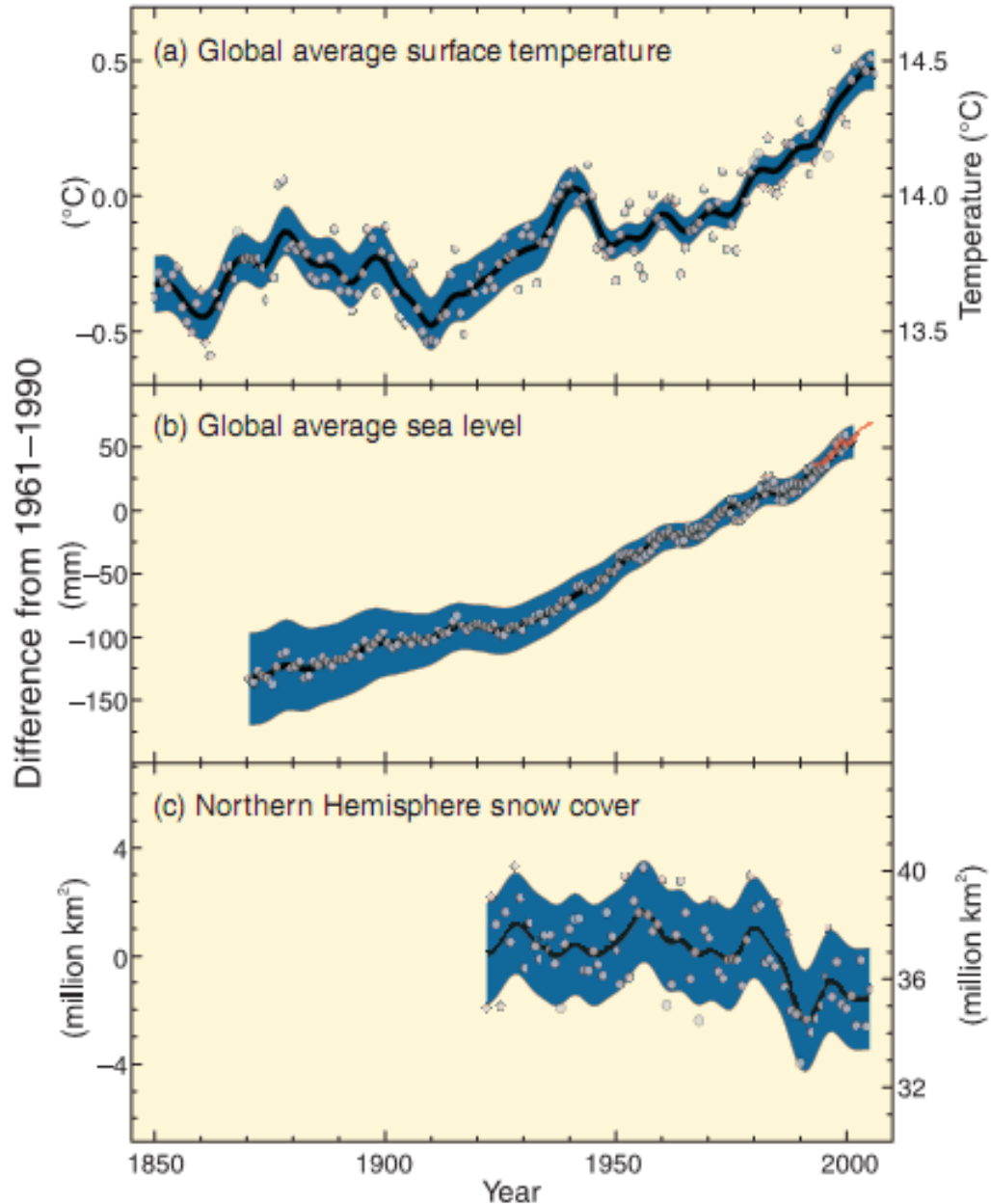
# 온실효과



# 탄소순환



Changes in temperature, sea level and Northern Hemisphere snow cover



# 기후 변화(환경)

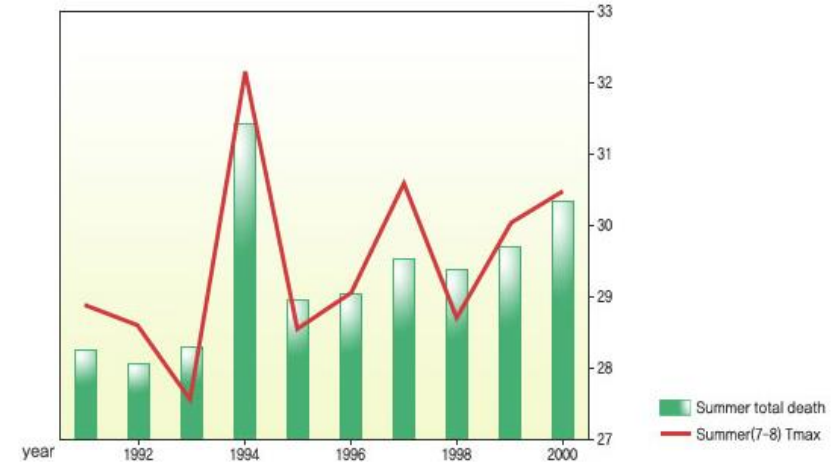
- 기온 상승
  - 지난 50년(1956-2005) 간의 기온 상승(0.13[0.1.-0.16]°C)은 지난 100년(1906-2005)간 변화폭의 2배
  - 북반구 변화폭이 더 커
- 해수면 상승
- 북반구 강설 면적 감소
- 빙하 감소
- 홍수
- 가뭄 및 사막화
- 생태계 변화

# 기후변화(사회)

- 여름철 고온발생빈도 증가
- 대기중 오존농도 증가
- 전염병의 증가
- 기상재해 발생 증가

● '91~'00 년간 법정전염병 환자발생 추이(출처:IPCC 3차보고서 ('01) 등)

구분	증가추세	감소추세
기후변화와의 관련성	높음 <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 쯔쯔가무시증</li> <li>&gt; 말라리아</li> <li>&gt; 세균성미질</li> <li>&gt; 신증후군출혈열</li> <li>&gt; 렙토스피라증</li> <li>&gt; 발진열</li> <li>&gt; 뎡기열</li> <li>&gt; 리슈마니아증</li> <li>&gt; 비브리오패혈증</li> </ul>	-
	낮음 <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 유행성 이하선염</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 장티푸스</li> <li>&gt; 백일해</li> <li>&gt; 파상풍</li> <li>&gt; 결핵</li> <li>&gt; 한센병</li> <li>&gt; 성홍열</li> <li>&gt; 공수병</li> <li>&gt; 장출혈성대장균</li> <li>&gt; 풍진</li> <li>&gt; 레지오넬라증</li> <li>&gt; 브루셀라증</li> </ul>



# 기후변화 대책

- 기후변화협약, '리우환경협약' (1992)
  - '기후변화에 관한 유엔 기본협약'
  - 지구온난화 방지를 위한 온실가스의 규제
- 온실가스 감축
  - 교토의정서(Kyoto Protocol) (1997년 체결-> 2005년 발효)
  - 법적 조치, 거주환경 개선, 자연환경 개선
  - 선진국 중심, 온실가스 감축 목표치 제시
    - 제1차 공약기간(2008~2012) 중 1990년도 배출량 대비 평균 5.2% 감축
- 신기후체제(파리 협정): 2015년 12월
  - 교토의정서의 체제를 극복하기 위해 선진국과 개도국 모두가 참여
  - 각국이 감축목표를 스스로 결정하는 유연한 방식을 적용

# 교토의정서와 신기후체제 비교표

구분	교토의정서 (1997년 체결-> 2005년 발효)	신기후체제 (파리협약) (2015년 체결)
범위	온실가스 감축에 초점	감축을 포함한 포괄적 대응 (감축, 적응, 재정지원, 기술이전, 역량강화, 투명성)
감축	37개 선진국 및 EU	
대상국가	(美, 日, 캐나다, 러시아, 뉴질랜드 불참)	선진·개도국 모두 포함
감축목표	하향식(top-down)	상향식(bottom-up)
설정방식		
적용시기	1차 공약기간: 2008~2012년 2차 공약기간: 2013~2020년	2020년 이후 발효 예상



# 사망률의 계절적 변동

- 온대지역에서의 사망률은 늦은 겨울철에 가장 높고, 늦은 여름철에 가장 낮다
- 특히 노인인구
  - 심장, 뇌혈관, 폐렴, 인플루엔자, 만성폐쇄성 호흡기질환
- 뇌졸중, 심근경색
  - 혈관질환의 위험성 증가
  - 겨울에 혈압이 높다
  - 한냉 스트레스시 혈액응고 촉진
    - : 뇌졸중, 심근허혈 증가

# 한랭질환자와 한파특보



환자가 가장 많았던 시기는 9주차(1월15~21일)로 15.0%(66명)를 나타냈고 ▲10주차(1월22~28일) 13.2%(58명) ▲8주차(1월8~14일) 8.6%(38명) 순을 기록해 1월 세째 주를 전후로 한랭질환 피해가 가장 많은 것으로 나타났다.

다만 3주차(12월4~10일) 7.7%(34명), 4주차(11~17일) 6.8%(30명) 등 12월 초겨울에 닥치는 기습적인 강추위도 질환 피해를 유발하는 것으로 조사됐다. 가급적 월동 준비를 서두를 필요가 있다.

- 특히 겨울철 기온과 사망과의 관계를 연구한 국외 연구결과를 보면 기온이 1°C 낮아질때 마다 하루 총 사망자수는 1.35% 증가했다. 이와함께 심혈관계 질환 사망자수는 1.72%, 호흡기계 질환 사망자수는 3.30%, 뇌혈관계질환 사망자는 1.25% 증가한다고 보고된 바 있다.
- 한랭질환은 영유아, 만성질환자, 노인 등에 특히 위험성이 더 크다.
- 질환별로는 저체온증의 경우 영유아와 노인 환자 비중이 높고 동상은 청장년층의 비중이 높았다.
- 혈관의 수축과 팽창에 의한 체온조절이 원활하지 않은 고혈압, 당뇨병, 말초혈관질환자 등 만성질환자도 저체온증에 취약해 대비가 필요하다.

# 이상고온

- 초과사망: 심혈관계, 뇌혈관계, 호흡기계 질환
- 도시지역이 더 심하다(도시 열섬화 현상)
- 대기오염(오존)의 영향

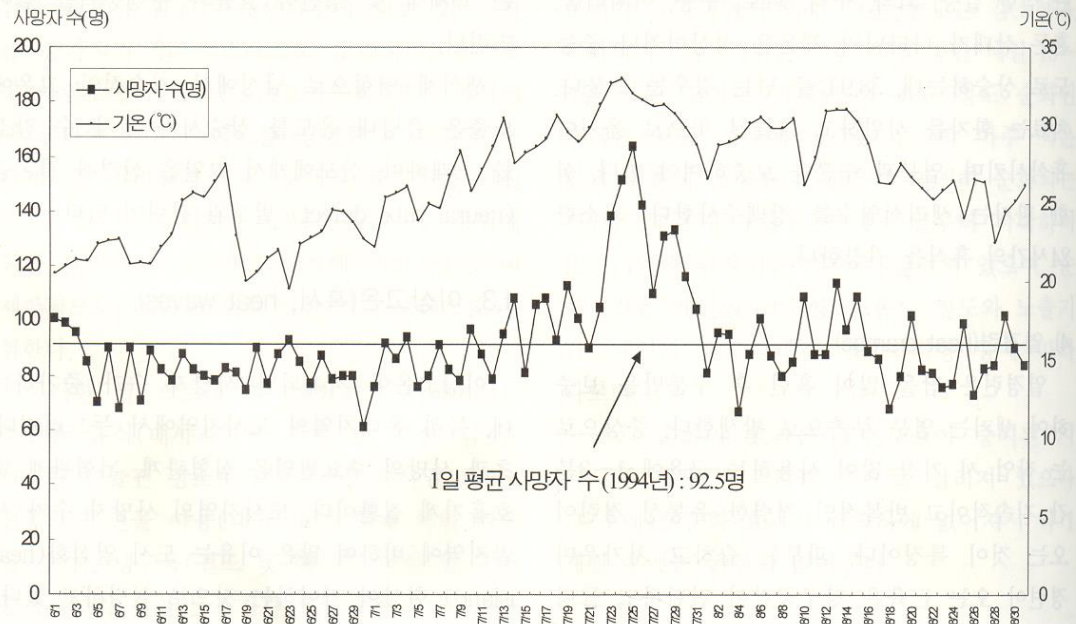


그림 33-1. 1994년 여름철 이상고온기의 서울시 1일 사망자 수 분포(1994. 6. 1~8. 31)

(권호장, 조수현, 대한예방의학회지 1999 ; 32(2) : 191-199)

사망자 수(명)

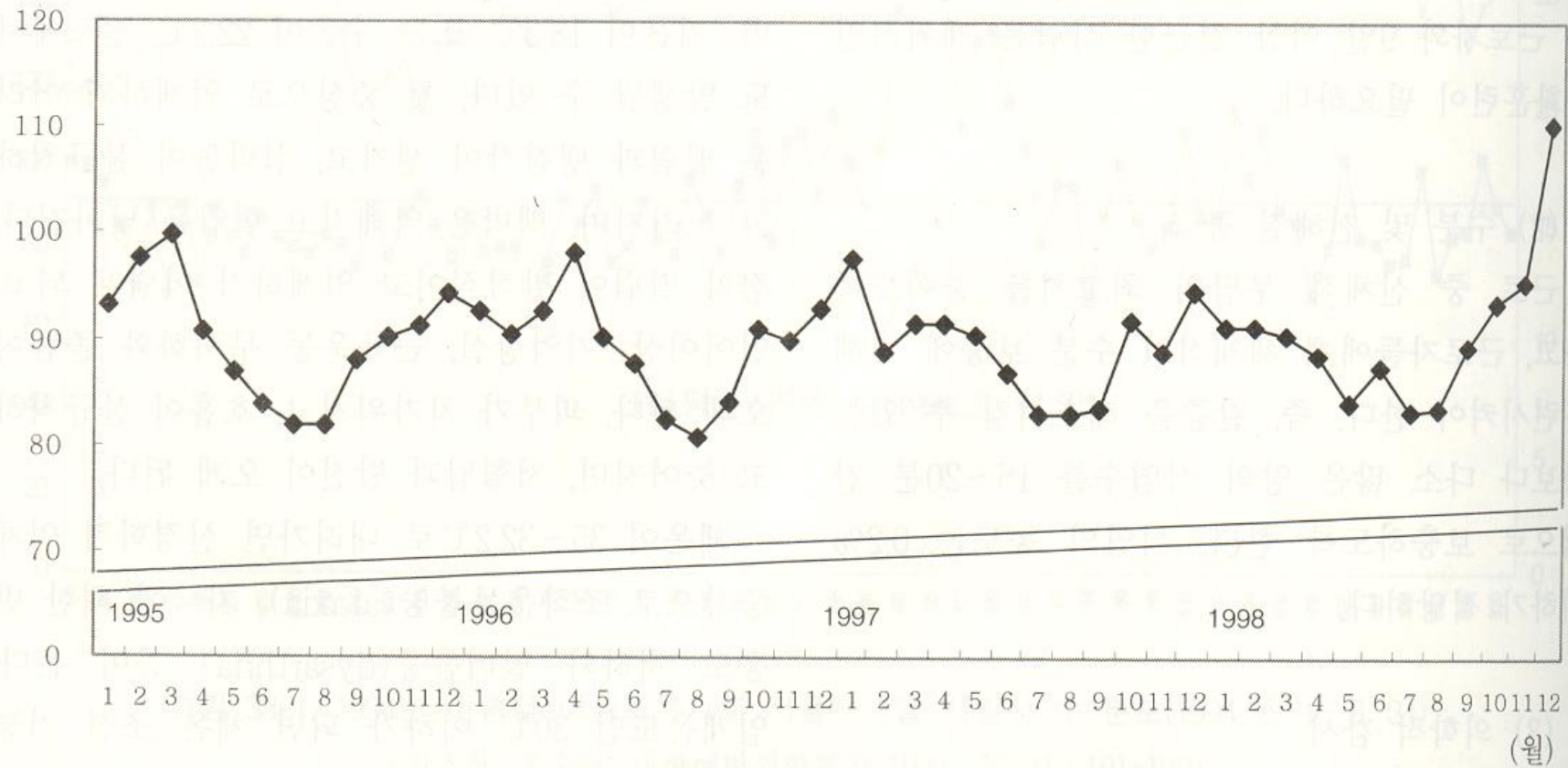
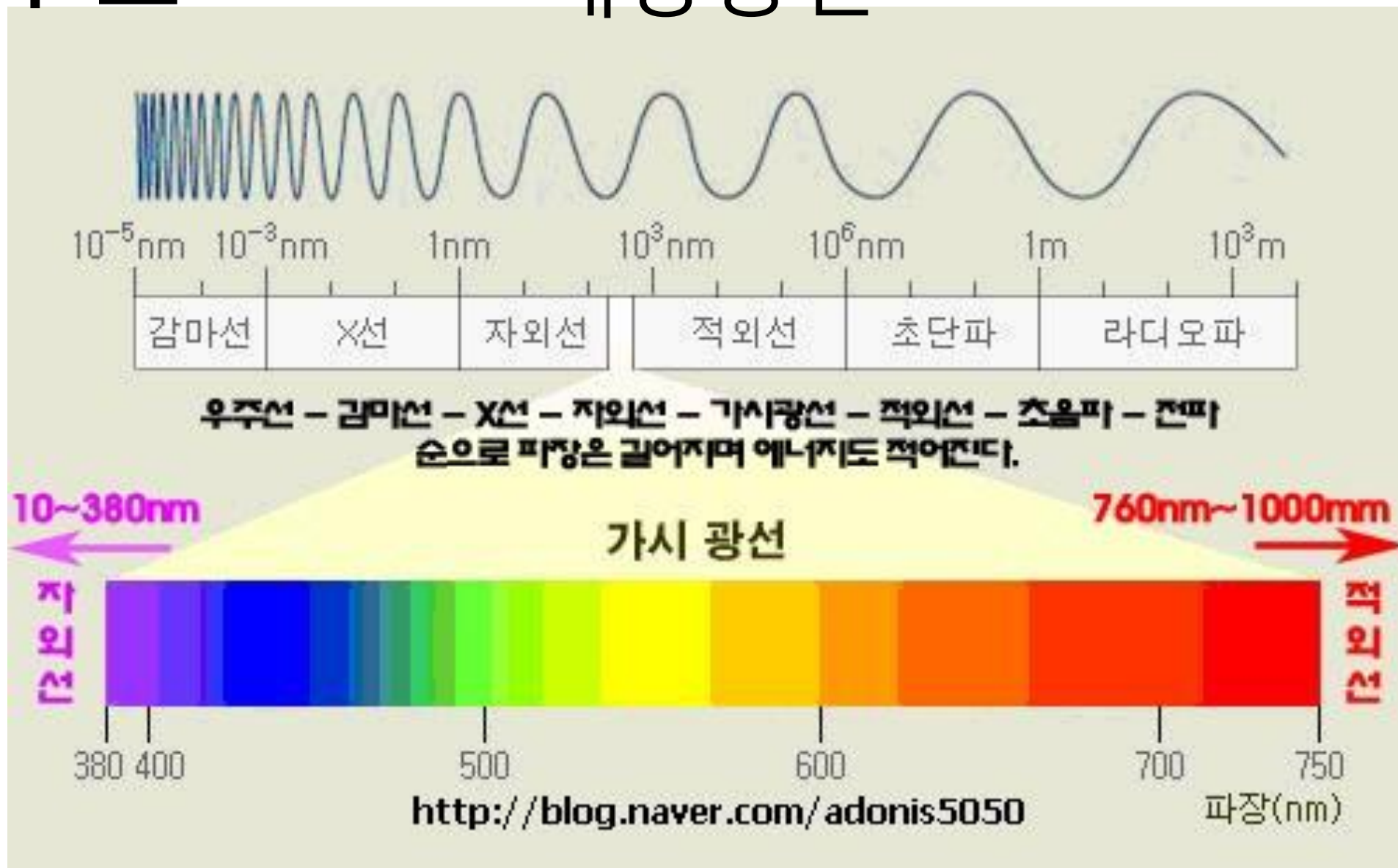
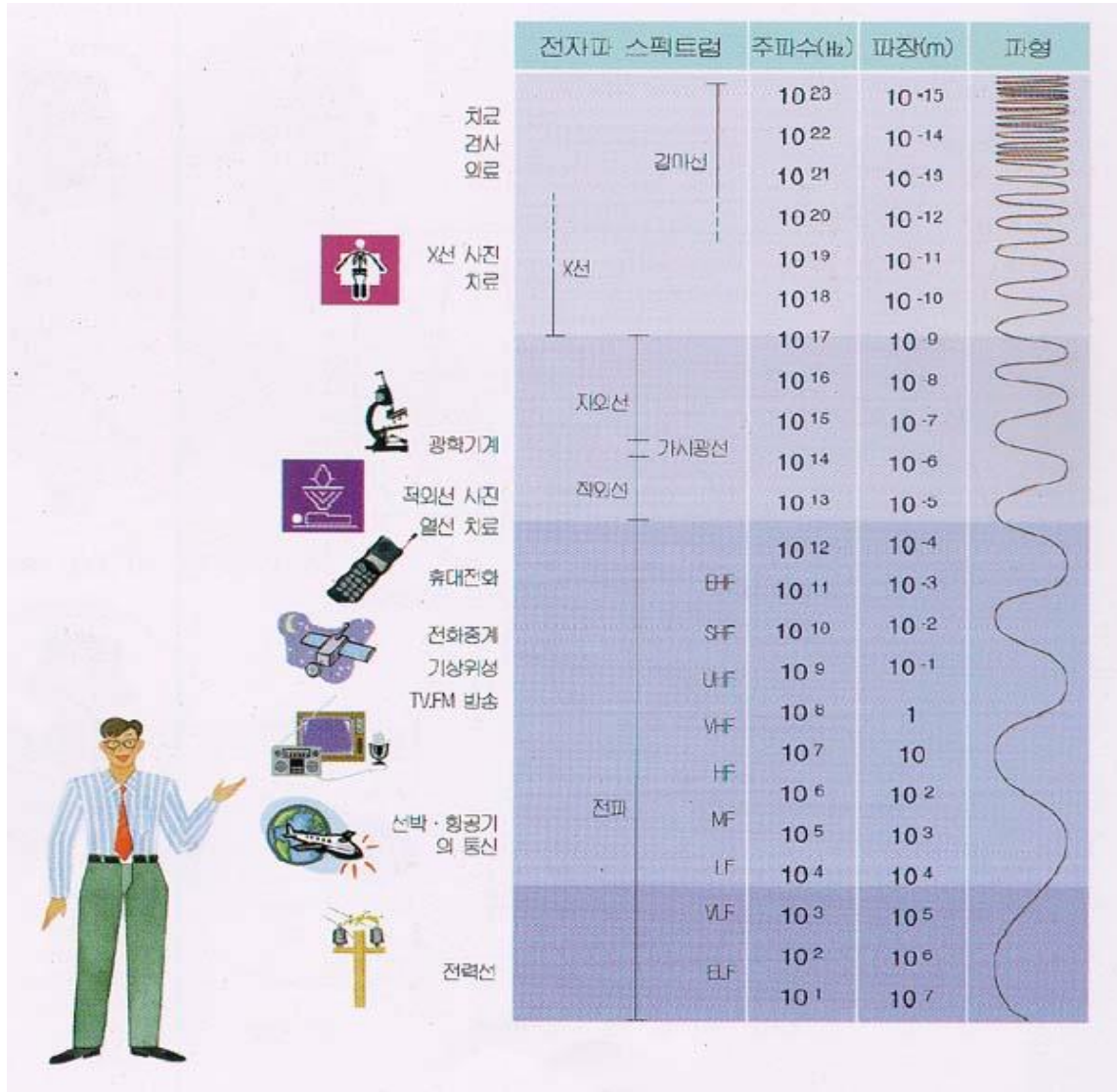


그림 33-2. 서울시 월별 1일 평균 사망자 수 분포(1995~1998)

# 방사선

## 태양광선





- 즉 전리 작용의 유무, 파장의 길이에 따라
- 전리방사선과 비전리 방사선으로 구분

방사선	전리방사선	비전리방사선
정의	짧은 파장의 전자파.	전리능력이 없거나 약한 방사선 방출.
종류	전자파 : $\gamma$ 선, X선,	자외선, 가시광선, 적외선, 마이크로파
	입자선 : 우주선, $\alpha$ 입자, $\beta$ 선, 중성자	및 라디오파

# 방사선(전리방사선)

## 짧은 파장의 전자파, 높은 에너지

- 에너지를 옮겨줌으로써 그것이 통과하는 물질 내에 이온을 형성하게 하는 전자파 혹은 움직임은 입자 방사선을 총칭.
- 전리방사선에 의한 에너지의 이전이 일어나면 물질을 구성하는 원자나 분자는 궤도상의 전자를 잃든지 추가함으로써 하전되어 생체조직 내에 생화학적 변화를 일으키고 시간이 경과하면서 생물학적 효과를 일으킨다.
- 전자기 방사선 : X-선, 감마-선  
입자방사선 : 전자, 양성자, 중성자, 알파입자, 기타 입자



# 방사선의 폭로원

- 일반인들은 일년에 약 300-450 mREM의 방사선에 폭로.  
natural (82%), man-made (18%)

## 1) 자연배후방사능(natural background radiation):

전체 폭로의 대부분을 차지한다.

전체 방사선 폭로에서 차지하는 비율은 42%(선진국) ~ 94%(후진국) 범위.

- ① 우주선(cosmic ray): 고도에 따라서 차이, 연평균 270 ~ 310 $\mu$ S정도로 추산
- ② 내부방사능(internal radiation): 자연계에 존재하는 방사선 동위원소(탄소, 수소, 납, 칼륨, 라듐, 라돈, 비스무트, 토륨(thorium), 우라늄 등)를 섭취하거나 흡입하여 생긴다.

# 방사선 폭로원

## 2) 인공배후방사능(natural background radiation):

### ① nuclear power plant

한국은 영광, 월성, 고리, 울진 네 군데에서 11기의 원자력발전소 가동.

### ② **medical procedures** : X-선 진단, 핵의학 진단(가장 많다)

### ③ **consumer products** : 담배 등

-고흡연자의 경우 연간 200mSv 방사선 노출

### ④ **construction materials, foods** 추가노출 ( 라돈 등)

표 33-5. 미국인 한 사람당 전리방사선의 연간 평균 조사량

발생원	조사량 <sup>a</sup>	
	(mSv)	(%)
자연적	2.94	82
라돈 <sup>b</sup>	2.0	55
우주선	0.27	8
지각	0.28	8
인체내부	0.39	11
인공적	0.63	18
X-선 진단	0.39	11
핵의학	0.14	4
소비재들	0.10	3
직업성	<0.01	<0.3
핵연료 재생	<0.01	<0.03
방사능 낙진	<0.01	<0.03
기타 <sup>c</sup>	<0.01	<0.03
합계	3.57	100

<sup>a</sup> 기관지 상피를 제외한 연부조직의 평균 유효선량

<sup>b</sup> 기관지 상피만의 평균 유효선량

<sup>c</sup> 에너지 시설, 제련업, 운송업 등

자료 : Environmental & Occupational Medicine, W. Rom, Lippincott, 1998

I

# 라돈이란?

“라돈”은 지각의 우라늄과 토륨으로부터 몇 단계의 방사성 붕괴를 거쳐 자연적으로 생성되는 무색, 무미, 무취의 가스상 물질입니다.

라돈은 지하수, 암석, 토양 뿐만 아니라 이들을 재료로 하는 건축자재 등에 포함되어 있다가 공기중으로 방출되며 이렇게 방출된 라돈은 건물바닥, 벽 등의 갈라진 틈을 통해 실내로 유입됩니다.



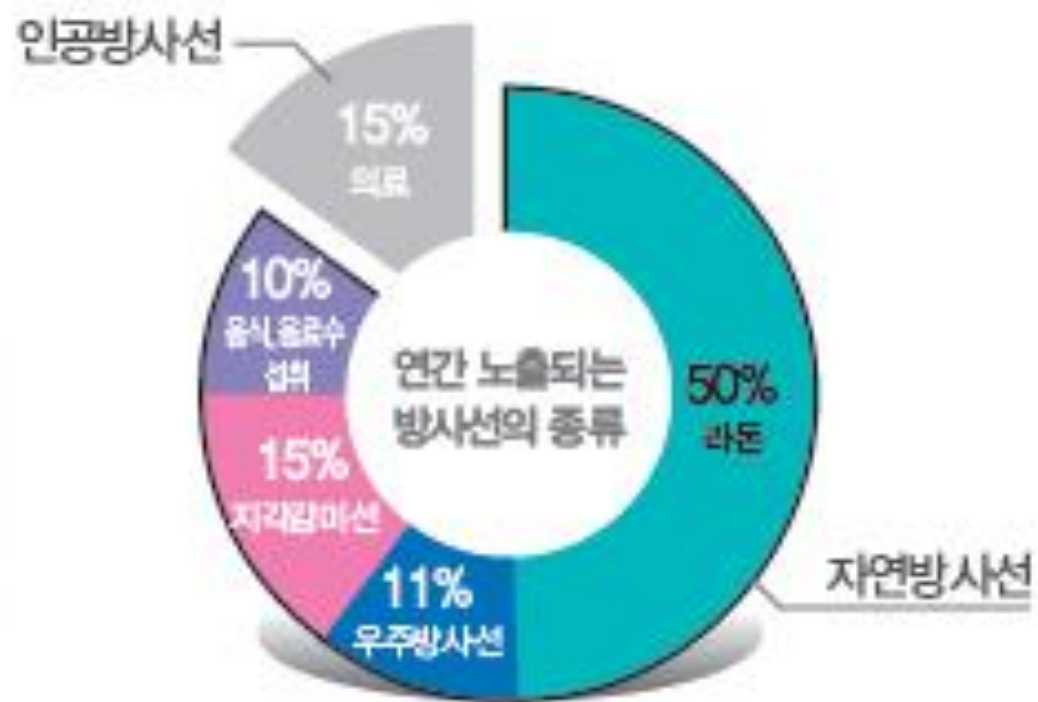
\* 반감기 : 방사성 물질이 원래 개수의 반으로 줄어드는데 걸리는 시간

## 라돈의 실내 유입 경로

- A 건물 하부의 갈라진 틈
- B 벽돌과 벽돌 사이
- C 벽돌 내의 기공
- D 바닥과 벽의 이음매
- E 건물에 직접 노출된 토양
- F 우수 배관로
- G 모르타르 이음매
- H 접합이 느슨한 관 사이
- I 관의 갈라진 틈
- J 건축자재
- K 지하수의 이용



라돈은 일반인들이 연간 노출되는 방사선의 50%가 라돈에 의한 것으로 알려져 있을만큼 일상생활 다양한 공간에서 노출될 수 있습니다.



### Ⅲ

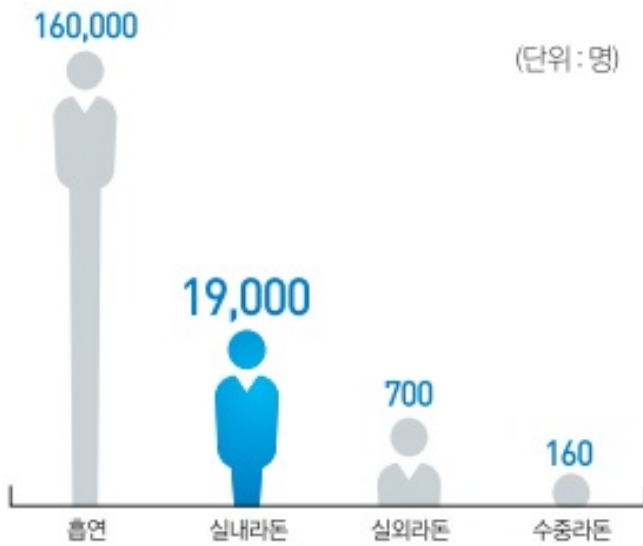
## 라돈의 유입 및 노출경로

실내에서의 라돈은 약 90%가 토양이나 건물바닥 또는 벽의 갈라진 틈을 통해 실내로 들어오며 그 밖에 건축자재에 포함되어 있던 라돈 등으로 부터 실내로 유입되게 됩니다.

라돈 유입원 : 토양 85~97%, 건축자재 2~5%, 지하수 1%

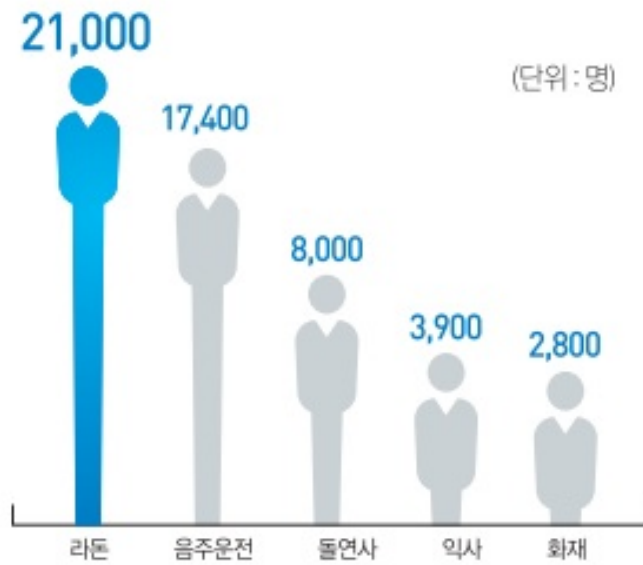
- 이러한 라돈은 환기가 불충분할 경우 축적되는 경향이 있어 터널, 탄광과 같은 환기가 부족한 지하공간 또는 밀폐공간에 고농도로 축적될 수 있습니다.

실내로 유입된 라돈은 호흡을 통해 체내로 들어오게 되며, 그 밖에 물을 마신다거나 샤워를 하는 경우에도 지하수에 녹아있던 라돈에 노출될 수 있습니다.



미국 내 폐암 발병원인별 연간 사망자 수

\*자료 : EPA Assessment of Risk from Radon in Homes (EPA 402-R-03-003)



미국 내 라돈 및 사고에 의한 연간 사망자 수

\*자료 : EPA Assessment of Risk from Radon in Homes (EPA 402-R-03-003)

II

라돈의 유해성

호흡기를 통해 폐로 유입되며 체내로 들어온 라돈과 그 자핵종(라돈자손)\*은 방사성 붕괴를 일으키면서 이들이 방출하는 알파선에 의하여 폐조직이 손상되며 심할 경우 폐암을 일으킵니다.

\* 라돈 자핵종(라돈자손)이란?

라돈이 붕괴하며(반감기 3.82일) 생성된 <sup>218</sup>Po(폴로늄)으로부터 <sup>206</sup>Pb(납, 안정원소)에 이르는 연쇄 붕괴과정 중에서 생성되는 방사성 물질

이러한 이유로 세계보건기구(WHO)는 라돈을 흡연 다음으로 폐암의 주요 발병 원인으로 규정하면서 모든 폐암의 3~14%는 라돈에 의한 것으로 보고하고 있습니다.

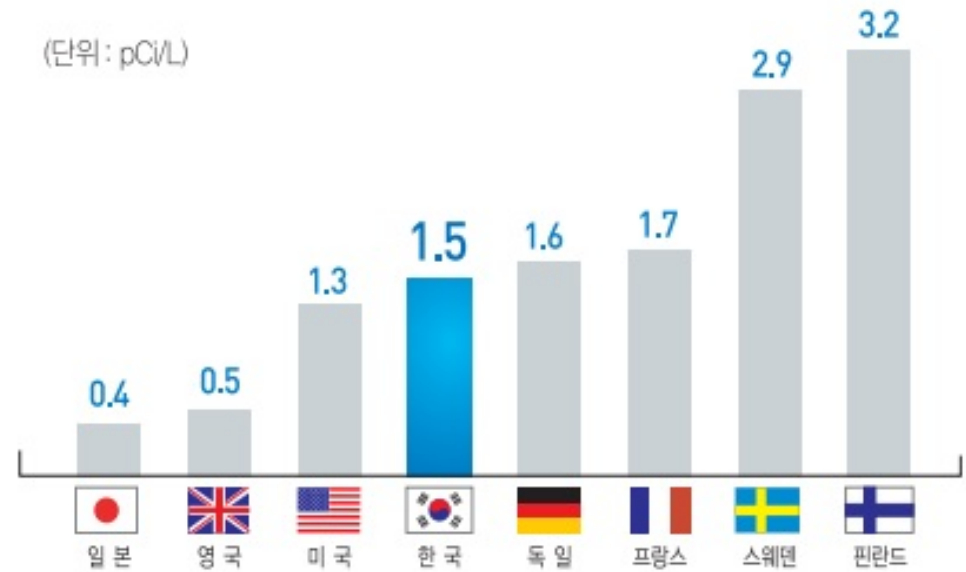
- 미국 환경보호청(EPA)도 미국에서의 연간 폐암 사망자 중 10% 이상인 약 20,000명 정도가 라돈에 의한 것으로 추정하고 있고, 폐암을 유발시키는 제2의 원인으로 지목하고 있습니다.

## 실내라돈 권고기준 4피코큐리

세계 각국은 주택 내 라돈농도 관리기준을 마련하여 운영하고 있습니다.  
미국의 경우 건물 보수에 필요한 조치기준을 4pCi/L (148Bq/m<sup>3</sup>)로 설정하고 있습니다.

우리나라 역시 지하역사나 지하상가 등 17개 다중이용시설군과 학교(지하교실) 등에 대하여 실내라돈 권고기준을 4pCi/L로 설정하여 관리하고 있습니다.  
( 03.5, '다중이용시설 등의 실내공기질 관리법' 제정)

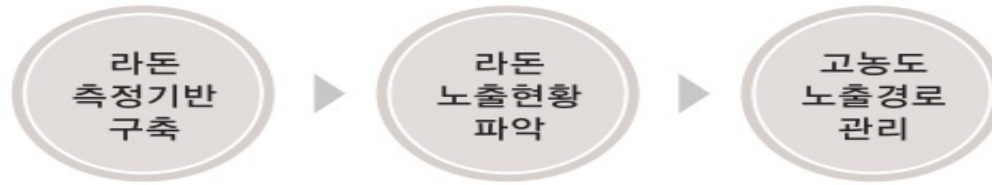
각국의 실내공기 중 라돈농도 비교 \*자료 : 한국원자력안전기술원(KINS), 2005





# 라돈저감, 환경부가 함께 합니다

- 라돈으로부터 안전한 실내환경 조성
  - 실내 라돈관리 종합대책(2007 ~ 2012) 수립·추진



- 지하역사나 지하상가 등17개 다중이용시설군과 학교(지하교실) 등에 대하여 실내 라돈 권고기준을 4pCi/L로 설정하여 관리
- 라돈지도 및 저감 매뉴얼 보급
- 적극적인 교육·홍보 실시
  - 국가라돈정보센터홈페이지 [www.radon.or.kr](http://www.radon.or.kr)

# 비전리 방사선

- 자외선
- 가시광선
- 적외선
- 레이저광
- 마이크로파와 라디오파
- 극저주파 전자장

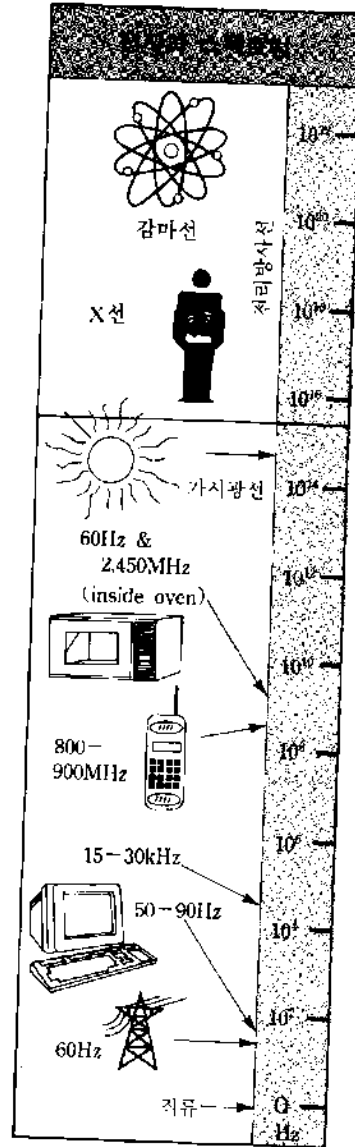


그림 1-2. 전자파의 주파수 스펙트럼

# 자외선

## [ 생물학적 작용에 따른 자외선의 분류 ]

국제조명위원회(CIE)

구분	파장[nm]	생물학적 작용
UV-A (흑광영역)	315 ~ 400	에너지가 가장 낮음
UV-B (홍반영역)	280 ~ 315	화학선, Dorno선(소독작용, 비타민 D 형성, 피부 색소 침착 등 생물학적 작용이 활발함)
UV-C (살균영역)	100 ~ 280	화학선, 파괴력은 가장 강하나 오존층에서 대부분 흡수됨
Vacuum	100 ~ 180	생물학적 작용 없음. 공기 중에 쉽게 흡수됨

- 파장이 긴 자외선일수록 투과력이 강함
  - 300nm 이하 단파장의 자외선 : 표피 내 흡수
  - 390nm 이상 장파장의 자외선 : 진피까지 도달

# 자외선

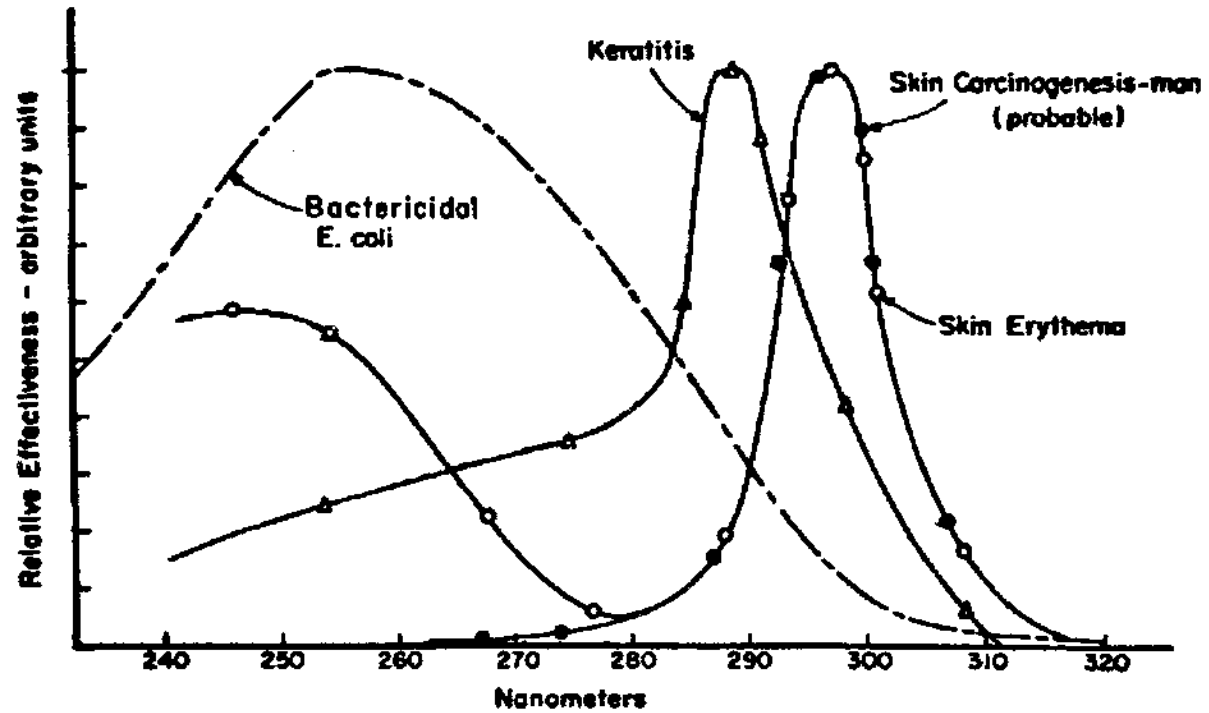


Figure 28-3. Action Spectra: Bactericidal, Hollaender; Keratitis, Cogan and Kinsey; Erythema, I.E.S. Lighting Handbook, 4th Ed.; Carcinogenesis, Rusch, Kline and Baumann.

## 자외선의 유해위험성

- 태양에서 발생하는 자외선 중에서 UV-C와 UV-B의 대부분은 오존층에 의하여 차단된다. 하지만 UV-B의 일부와 UV-A는 차단되지 않고 지상까지 도달하여 영향을 미친다.
- 적당한 자외선 노출은 비타민 D를 생성시키며 기분을 상쾌하게 하는 등 좋은 영향을 주지만, 지나친 자외선 노출은 피부노화, 주름, 변색, 화상 등의 건강장해를 일으킬 수 있으며 심한 경우 결막염이나 피부암 등으로 이어질 수 있다.

### [ 자외선으로 인해 발생할 수 있는 피부암 ]



기저세포암



편평세포암종



악성흑색종

# 자외선(눈에 대한 영향)

- **전광성 안염(Photokeratitis)** : 각결막염
  - 감광각막염
  - 315nm보다 짧은 파장의 자외선
  - 각막, 결막에 흡수
    - > 수시간 후 눈물이 흐르며 눈이 시며 동통과 이물감 호소
  - 급성 각결막염 -> 각막표면의 궤양, 결막부종
  - 아크용접공, 극지탐험,
- **백내장**
  - 295nm-320nm, 수정체 도달, 광화학적, 열적반응
- 망막 : 수정체 제거한 경우, 수정체가 보호역할

# 자외선과 오존층

태양은 광범위한 스펙트럼을 가진 파장으로 에너지를 방출한다. 가시광선의 파란색이나 보라색 광선보다 더 짧은 파장을 가진 자외선 복사는 살갗을 태우고 건강에 해로운 영향을 준다. 지구상의 생명체들에게는 다행히도 [성층권에 오존층](#)이 존재하여 이것이 대부분의 해로운 자외선 복사를 막아준다. 그러나, 성층권의 오존층이 얇아지면 지표에 도달하는 자외선 복사량이 증가한다.

과학자들은 UVC, UVB, UVA 세 가지 종류로 [UV 복사](#)를 분류했다. 성층권 오존층은 이러한 종류의 UV를 모두 흡수하는 것이 아니라 일부분을 흡수한다.

- UVA (320-400 nm) - 오존층에 흡수되지 않는다.
- UVB (280-320 nm) - 대부분은 오존층에 흡수되지만, 일부는 지표면에 도달한다.
- UVC (100-280 nm) - 오존층에 완전히 흡수된다.

UVA와 특히 UVB는 피부 표면을 침투하여 건강 나쁜 영향을 일으킬 수 있다.

자외선 복사 강도는 많은 요인들에 의해 좌우된다.

# 전자파



## 전자파

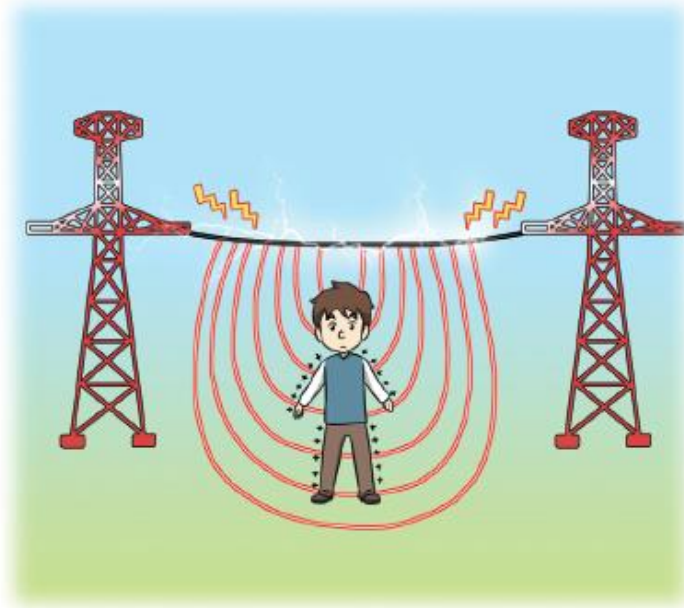
- 전자파 중에서 주파수가  $3 \times 10^{12}$  Hz 이하인 것을 말한다.(즉 1초에 3조번 진동)
- 우리 주변에서 흔히 볼 수 있으며 생활에서 쉽게 노출 될 수 있다.

전자파의 종류	이용형태
마이크로파 (Microwaves)	이동전화, 위성TV, 통신, 전자레인지 등
극초단파 (UHF, Ultra High Frequency)	텔레비전방송, 디지털텔레비전방송
초단파 (VHF, Very High Frequency)	FM 라디오 방송, Radio controlled model
단파 (Short wave)	경찰 라디오, 항공기 라디오
중파 (Medium wave)	AM 라디오 방송
장파 (Long wave)	해안과 선박용 AM 라디오 방송



## ✓ 새로운 위험요인

- 전자기파는 20세기 이후 급격하게 이루어진 통신장비의 발달, 고전압 전력공급 수요 증대 등의 원인으로 대두된 새로운 건강장애 요인으로서 전세계적으로 그 건강장애를 명확히 하기 위해 노력하고 있다.
- 일반적으로 에너지가 강한 X선, 감마선 등 방사선의 위험성이나 자외선이 피부암 등의 여러 질병을 일으킨다는 것은 이미 널리 알려진 바이며, 최근 전자파 유해성 논란의 대상은 송배전 선로나 가전제품 등에서 '극저주파' (Extremely Low Frequency: ELF)와 이동통신 단말기 사용과 기지국 시설의 증가에 따른 무선 주파수에서의 '고주파' (Radio Frequency: RF)이다.



고압송전선에 의한 전자파



휴대전화에 의한 전자파



## 전자파가 유발할 수 있는 질병

- 전자파가 유발할 수 있는 질병으로는 어린이 백혈병, 남성의 생식기능 파괴, 임산부 유산 및 기형아 출산, 암세포 증식의 가속, 수정체 이상, 알츠하이머병, VDT 증후군 등이 있다.
- 최근 한국전자통신연구원(ETRI) 등의 연구결과 7세 어린이들은 성인에 비해 특정 주파수 대역에서 전자파가 더 높게 흡수되는 것으로 조사 되었으며 휴대폰을 많이 사용하는 어린이가 주의력 결핍 · 과잉행동 장애(ADHD) 가능성이 높은 것으로 조사됐다.

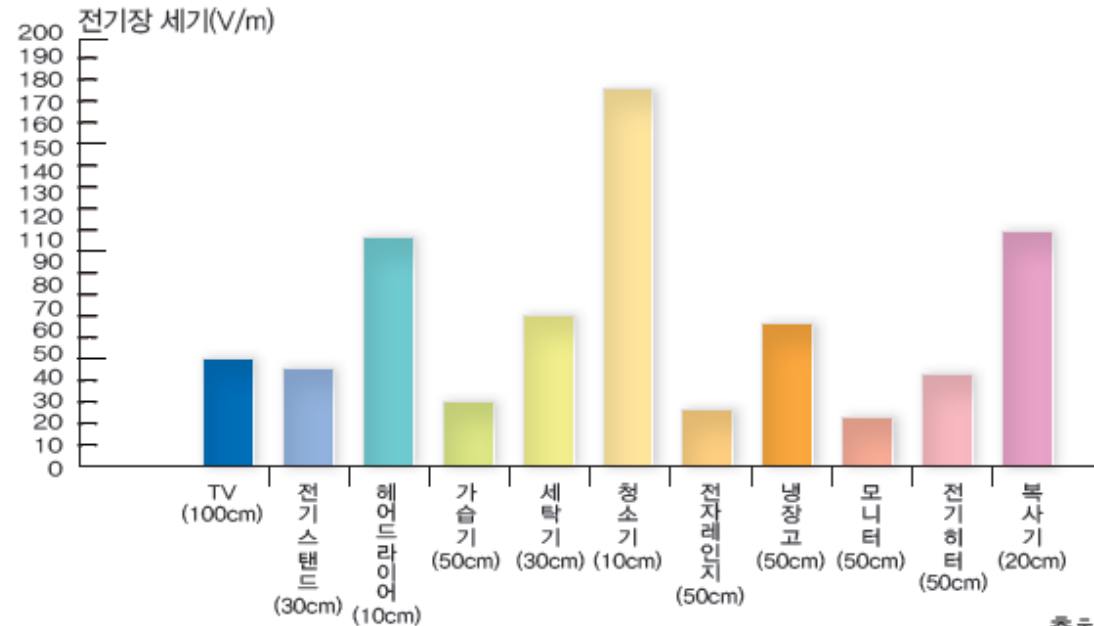


UN산하 국제암연구기구(IARC)는 1999년에 전자파를 발암인자 2등급으로 분류, '발암가능성이 있는 물질'로 규정했으며, 세계보건기구(WHO)에서는 1996년부터 2005년까지 0-300 GHz 사이의 전자파 노출에 대하여 국제적으로 일치된 기준을 마련하기 위해 건강영향평가와 환경영향평가 연구를 수행하고 있다.



## 전자파의 발생원

- 전자파는 자연계에서 발생하는 전자파와 인공적으로 생성되는 전자파로 구분된다.
- 자연발생 전자파는 번개와 같이 대기 중에서 자연적으로 생성된 전자기장과 나침반을 움직이는 지구 자기장을 들 수 있다.
- 인공발생원으로는 X-선 발생장치, 저주파 전자기장이 생성되는 전기 소켓, 그리고 고주파 라디오파장이 생성되는 TV 안테나, 라디오 방송, 핸드폰 등 다양한 정보통신기기 등이 있다.



출처 : 한국전자파학회

가전제품 주변의 전기장 세기 측정값

# 극저주파 전자장(ELF/EMFs)

(extremely low frequency electromagnetic fields)

- **생물학적 작용**

- 일반인들의 만성폭로의 주된 원인은 고압선
- 소아암과 고압선 관련성(1979)
- 발암성 Group 2B로 분류

: 인체발암성에 대한 증거가 제한적이고 실험동물에서 증거가 충분하지 않는 경우

- 발암성 규명연구에서 일관성이 없는 결론
- EMFs와 백혈병, 임파종, 뇌암과의 관련성 연구 활발

- **허용한계**

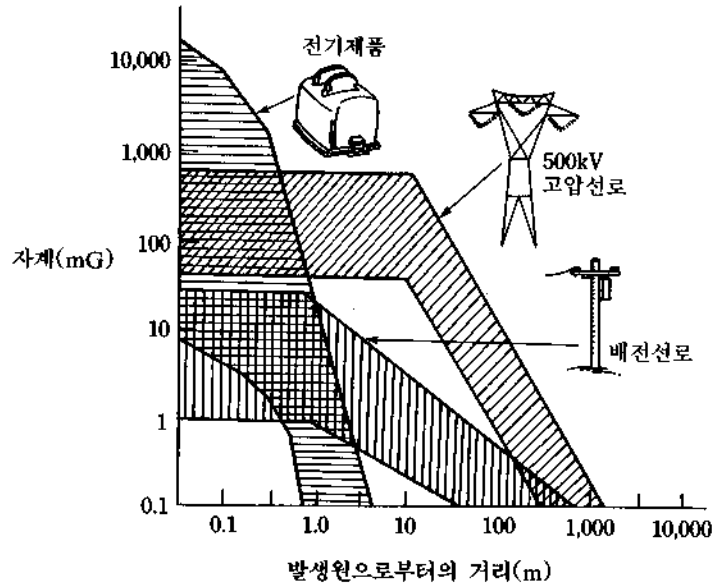
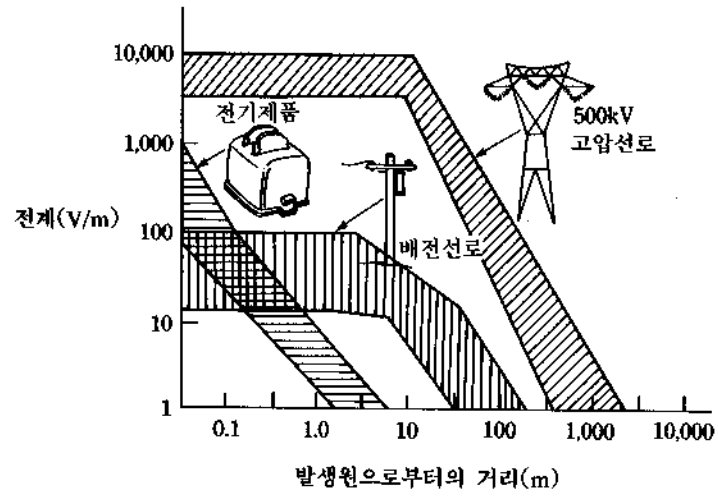


그림 1-11. 소형 전기제품, 배전선 및 500kV 고압선로의 거리에 따른 전기 및 자계의 변화.

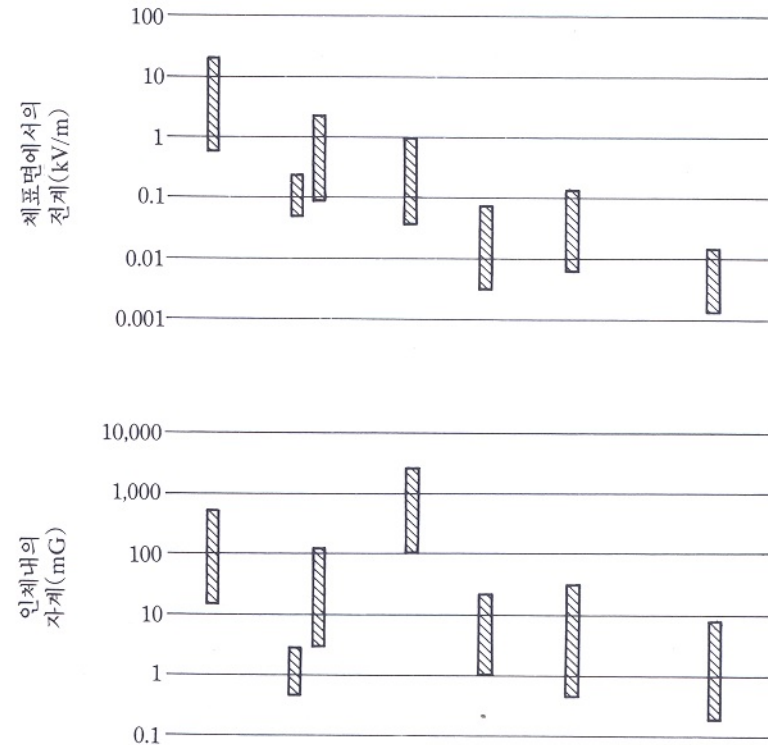


그림 1-10. 고압선로 및 각종 전기기기에 의한 체표면에서의 전기 및 인체내에서의 자계의 세기.

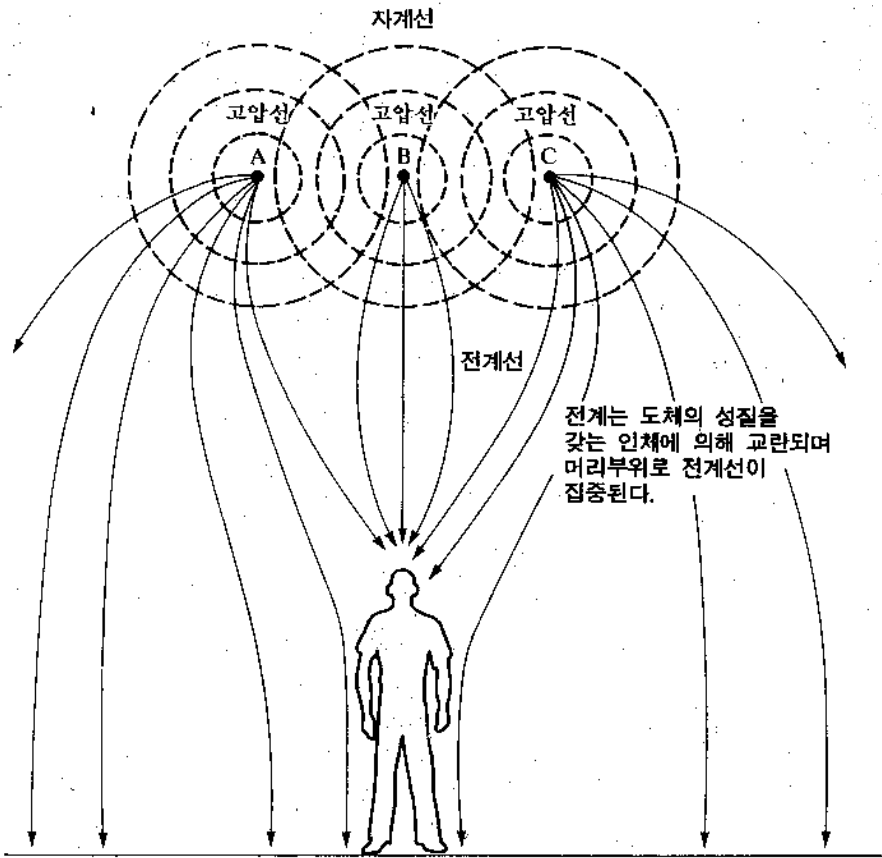


그림 1-7. 3상 고압선로에서의 전계선 및 자기선

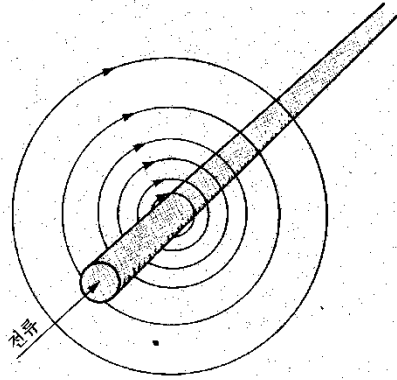


그림 1-6. 도선에 전류가 흐를 때 발생하는 자기선이며 자기선의 세기는 도선으로부터의 거리의 제곱에 반비례한다.

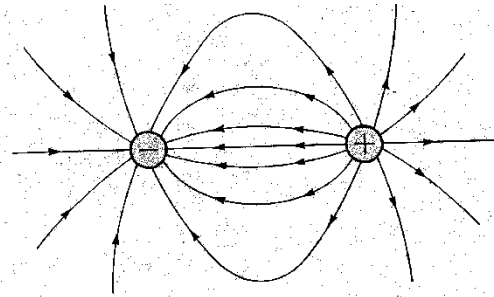


그림 1-5. 양전하의 음전하 사이의 전계선

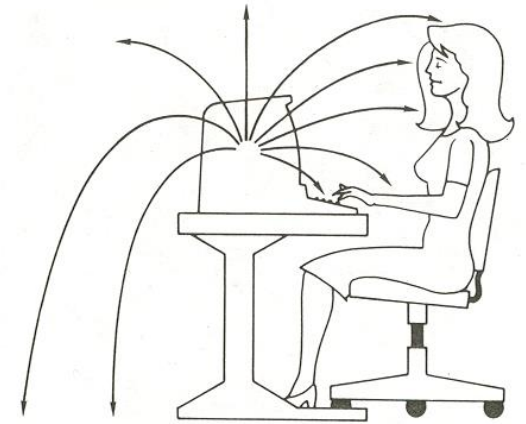


그림 1-8. 모니터 사용자에게 직각으로 입사되는 전계선.

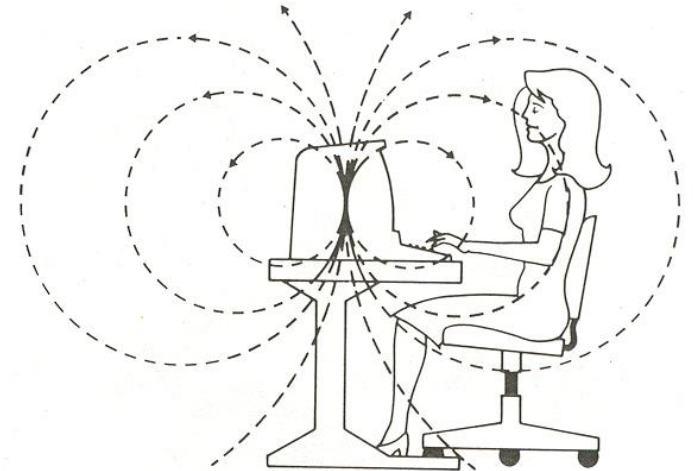


그림 1-9. 모니터 내부에 흐르는 전류에 의한 자기선.

# 잔류유기 오염물질(POPs)

- 잔류유기오염물질(POPs ; persistent organic pollutants)

POPs는 다음과 같은 특징이 있어 다른 물질들과 구별됩니다.

- 독성(toxicity)

암, 내분비계장애 (환경호르몬) 등을 일으킬 수 있습니다.

- 잔류성(persistence)

분해가 매우 느려 생태계에 오래 남아 피해를 줍니다.

- 생물축적성(bioaccumulation)

먹이사슬에서 위로 올라 갈수록 생체내 축적 정도가 커집니다.

- 장거리 이동성(long - range transport)

바람과 해류를 따라 수백, 수천 km를 이동합니다.

# 친환경 계란서 38년전 판매금지 농약 'DDT' 검출

## 정부, '농장 발표' 비판에 농약성분 2가지 추가 검출 사실 공개

- (서울=연합뉴스) 정빛나 기자 = 전국 산란계 농장을 대상으로 한 정부의 살충제 성분 전수조사에서 약 40년 전 국내에서 사용이 금지된 농약 'DDT'가 추가 검출된 사실이 뒤늦게 확인됐다.
- 20일 농림축산식품부에 따르면 전국 683개 친환경 인증 농장을 대상으로 시행한 전수조사 결과, 경북 지역 친환경 농장 2곳의 계란에서 디클로로디페닐트라클로로에탄(DDT)이 검출됐다.
- 과거 살충제로 광범위하게 사용된 DDT는 인체에 흡수되면 암은 물론 여러 이상증세를 일으키는 맹독성 물질로 알려졌다.
- 국내에서는 과거 살충제로 무분별하게 사용되다 1979년부터 시판이 금지됐다.
- 특히 반감기(체내에 들어오면 물질이 절반 수준으로 줄어드는 데 걸리는 기간)가 최대 24년으로 알려져 전 세계적으로도 사용이 엄격히 금지됐다

2017-08-20



# 스톡홀름 협약

POPs는 국경을 넘어 이동하고 생태계에 오랫동안 남아 큰 피해를 주기 때문에 지구촌의 모든 국가들이 동참하여야만 해결할 수 있습니다.

국제연합(UN)은 이러한 문제를 해결하기 위한 국제사회의 노력을 주도하고 있습니다. 2001년 5월 23일 POPs 규제를 위한 스톡홀름협약이 채택되었으며, 우리나라를 포함한 151개 국가가 서명을 하였습니다.

이 협약에는 2003년 5월 현재 31개 국가가 가입하였으며, 2004년에는 발효될 것으로 예상됩니다.

협약이 발효되면 가입국은 다음과 같은 의무를 지게 됩니다.

- DDT, PCBs 등 제품으로 생산되는 POPs의 생산·사용·수출입 규제
- 다이옥신 등 부산물로 발생하는 POPs의 최소화
- POPs를 포함한 제품 및 폐기물의 환경친화적 처리
- 환경중에 남아있는 POPs 실태조사

## 어떤물질이 POPs인가요?

### 알아두기

#### 스톡홀름협약의 12종 물질의 실제 수는?

12종의 POPs가 단 12개의 개별적 물질을 뜻하는 것은 아닙니다. 예를 들어 다이옥신이나 퓨란, PCBs 등은 각각 화학구조가 비슷한 여러 개별물질들의 무리를 가리킵니다. 게다가 이들 물질이 자연환경에서 부분적으로 변화하여 생기는 것들이 POPs의 특성을 가지고 있으면 그들도 협약의 지정 물질로 같이 포함됩니다. 따라서 실제로 12종의 POPs에 포함된 개별물질의 수는 450여개에 가깝습니다.

스톡홀름협약은 12종의 POPs를 우선규제 대상물질로 선정하였습니다. 이 물질들은 쓰임새나 만들어지는 과정의 차이에 따라 유기염소계 농약, 산업용 화학물질, 부산물로 나눌 수 있습니다.

#### 스톡홀름협약의 규제대상물질

##### 유기염소계 농약

알드린(Aldrin), 클로르단(Chlordane), 디디티(DDT), 디엘드린(Dieldrin), 엔드린(Endrin), 헵타클로르(Heptachlor), 미렉스(Mirex), 독사펜(Toxaphene), HCB(Hexachlorobenzene)

##### 산업용 화학물질

다염화비페닐(PCBs)

##### 폐기물 소각 또는 산업공정 부산물

다이옥신(Dioxins), 퓨란(Furans), 다염화비페닐(PCBs), HCB(Hexachlorobenzene)

# 침묵의 봄 [Silent Spring]

레이첼 카슨(Rachel L.Carson)

- 《침묵의 봄》은 드린계 농약과 유기염소계 농약인 [DDT](#), [BHC](#)의 무서움이 과학적이며 감성 풍부한 필치로 묘사되어 [자연보호](#)와 환경보전의 중요함을 인류에게 널리 인식시켰다.
- 저서에서는 **농약이 환경 속에 어떻게 확산되는가, 잔류농약이 동물조직에 축적되고 식물 연쇄작용으로 그 피해가 확대된다는 것, 발암성 물질은 다음 세대에게도 피해를 준다는 것 등을 다루어 인류가 잘못된 삶의 방식을 취하였을 때 멸망을 피할 수 없음을 예고하고 있다.**
- 《침묵의 봄》의 영향으로 주민, 학자 및 여론의 지지 속에 수많은 주의회가 유기염소계 농약 사용 규제를 결의하였다.
- 1963년에는 대통령 과학고문위원회가 '농약에 관한 조사 보고서'를 발표하여 카슨 이론의 정당성을 입증하였다. 카슨은 바로 다음해인 1964년 사망하였다.

# 내분비 교란물질

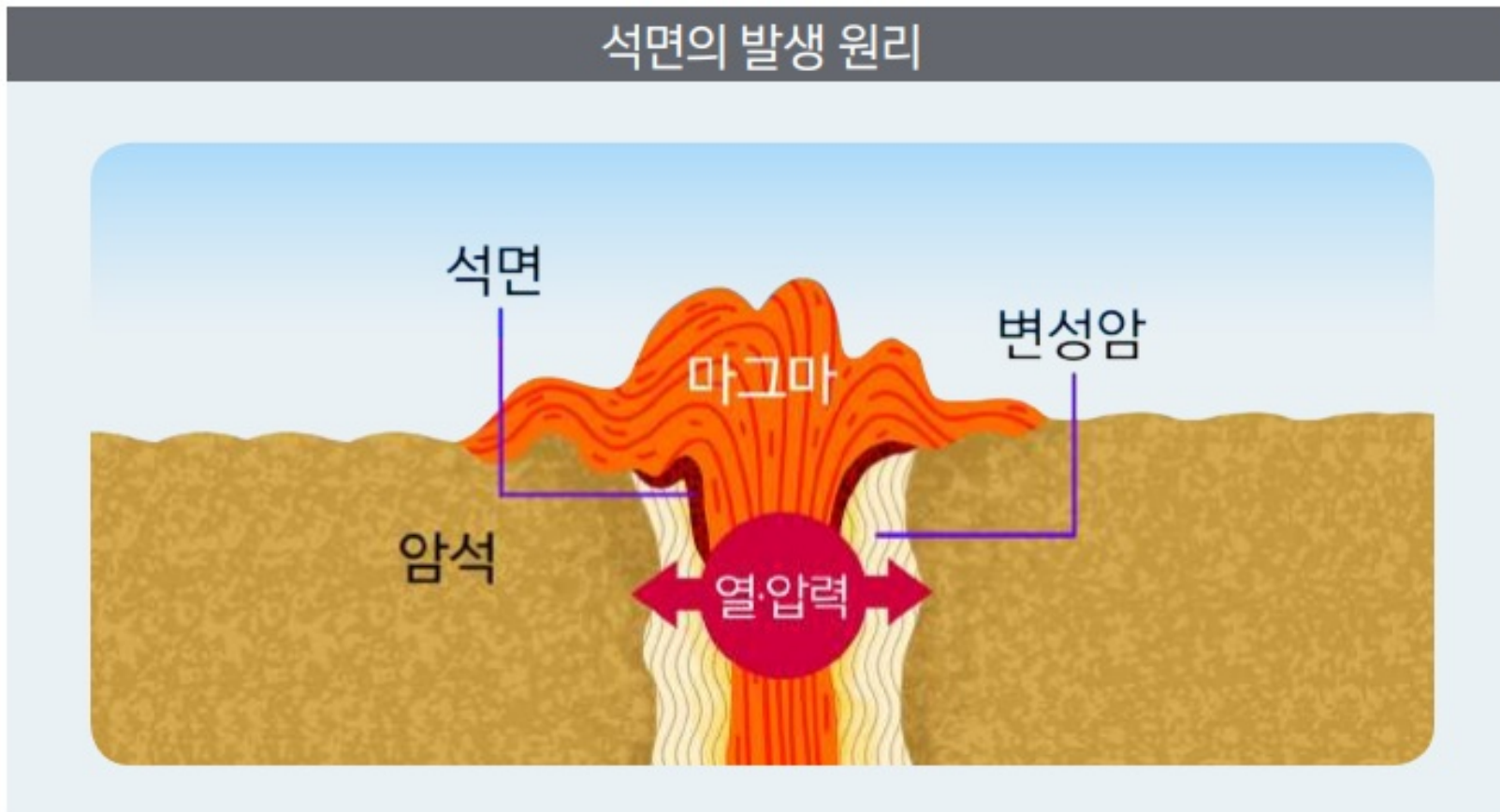
- 자연환경에 존재하는 화학물질 중, 생물체 내에 흡수되어 호르몬이 관여하는 내분비계에 혼란을 일으키는 물질.
- 환경 중의 화학물질이 사람이나 생물체의 몸속에 들어가서 성장, 생식 등에 관여하는 호르몬의 정상적인 작용을 방해하여 정자수의 감소, 암수변환, 암 등을 유발할 수 있다고 지적되는 화학물질
- 《침묵의 봄(Silent Spring)》 1962년
- 《잃어버린 미래(Our Stolen Future)》1997년
- 일본 NHK 방송 <환경호르몬>
- 현재 내분비계교란물질로 인식되는 화학물질은 세계야생동물보호기금(WWF: World Wildlife Foundation)에서 규정한 67종이 가장 유명하다. 여기에는 DDT 등 농약 41종과 음료수 캔의 코팅에 쓰이는 비스페놀A, 쓰레기 소각장에서 발생하는 다이옥신 등이 포함되어 있다. 미국은 주(州)마다 그 규정이 다르며 일리노이주의 EPA는 74종을 내분비계교란물질로 분류한다. 한국은 WWF의 분류를 따르고 있다. 이외에도 여기에는 지정되어 있지 않으나 컵라면 용기에 사용되는 스티로폼의 주성분인 스티렌이성체도 환경호르몬으로 의심받고 있다.
- 다이옥신은 사람의 몸 속에 있는 에스트로겐과 비슷한 효과를 나타내는데 이 때문에 여성화 문제가 발생할 수 있다. 실제 오염된 환경에 사는 물고기, 조개, 악어 등을 조사한 결과 성기의 여성화가 진행되었음을 알게 되어 이러한 우려는 어느 정도 사실로 드러났다.

# 내분비계 교란물질

- 비스페놀 A : 식품이나 음료수 캔의 코팅물질
- DDT, PCB : 과거 농약이나 변압기 절연유로 사용되다 현재는 사용 금지
- 다이옥신 류 : 소각장에서 불순물로 발생
- 스티렌 이성체 : 컵라면 용기에 사용되는 스티로폼의 주성분인
- 알킬페놀 : 합성세제 원료

# 석면

석면을 인공적으로 만들 기술은 없다. 석면은 자연에만 존재하는 광물이다.



# 석면섬유

(1) 물리적 특징 : 내열성, 단열성, 내약품성, 내마모성, 절연성  
아스베스토는 그리스어로 [불멸의 물건]이라는 의미

(2) type

- 석면의 종류는 다양하지만 일반적으로 사문석계통의 백석면, 각섬석계통의 갈석면, 청석면, 악티노라이트, 안소필라이트, 트레모라이트로 크게 구분된다.



(3) 폭로원

# 석면의 특성

- 산성이나 알칼리성에 강하고 열과 전기가 잘 통하지 않아서 방열재, 방화재, 절연용 재료로 주로 사용
  - 석면은 건축자재로 우리주변에서 흔히 볼 수 있음
  - 밀보드, 석면 슬레이트 등의 건축자재
  - 내화재, 보온재, 단열재, 전기절연재, 브레이크라이닝 등 용도가 매우 광범위함
- 
- 석면은 러시아, 캐나다, 남아프리카 등에서 세계 총생산량의 80% 이상을 생산하고 있으며, 우리나라는 캐나다에서 생산된 백석면을 주로 수입해 사용했다.
  - 우리나라의 석면수입량은 1992년 10만 톤으로 최고를 기록한 후에 석면사용금지 등 정부의 석면관리제도 강화로 점차 감소했다. 특히 2009년 1월부터 군수품 등 일부 용도를 제외한 모든 석면 함유제품(중량기준 0.1%초과 석면이 함유된 제품)의 국내 제조·수입·사용을 전면 금지하였다.



# 석면관련 제조용품

피웠나.

## [ 석면관련 제품 및 용도 ]

종류	제품명	용도
시멘트제품 <sup>1)</sup>	슬레이트	공장, 창고, 축사 외 농촌가옥 지붕
	천정재	사무실천정, 소형빌딩 천정, 유통상가 천정
	밤라이트	사무실, 화장실 칸막이 등
	석면압출제품	공장벽체, 다중이용시설 건물
석면 마찰재 <sup>2)</sup>	브레이크라이닝	승용차, 상용차
	크러치 판	승용차, 상용차
	브레이크패드	승용차
	중기 브레이크	대형중기
조인트 시트 <sup>3)</sup>	석면 개스킷	공장배관 및 기계
석면방직제품	석면사	열기계, 기관등 제조
	석면 포직	단열 내화용, 보일러 등
	석면사 팩킹	기계실, 공조실배관 등
	석면 금선사	마찰재 제조
	덕트 공사 시에 사용되며 특히 고온을 필요로 하는 기계, 기관 등에 사용됨	

1. 30~50%의 백석면과 합성고무 등을 혼합한 후 압축하여 고열처리로 생산
2. 30~50% 내외의 백석면과 열경화수지를 배합한 후 열처리로 고형화시켜 생산
3. 10% 내외의 석면과 시멘트를 혼합한 후 압축하여 생산

# 석면이 사용되었던 건축자재



## ■ 석면 슬레이트

석면 슬레이트는 공장이나 창고, 가축을 기르는 축사는 물론 개인 가정집의 지붕에도 널리 쓰였다. 특히 1960~1970년대에는 농어촌의 초가지붕을 슬레이트 지붕으로 바꾸는 지붕개량사업이 전국으로 퍼지면서 농어촌 뿐 아니라 도시에서도 석면이 많이 쓰이게 되었다.



슬레이트 지붕

석면 슬레이트는 면에 골이 나있는 골판 또는 평평한 평판 형태가 있다. 처음에는 연한 회색을 띠다가 시간이 오래 지나면 짙은 회색으로 변한다. 석면 슬레이트는 쉽게 부스러져 석면가루가 날리기 쉬우므로 해체 작업을 할 때 특별히 주의해야 한다.

## ■ 밤라이트

밤라이트는 사무실과 화장실의 칸막이로 사용된 제품이다.

밤라이트를 설치할 때 페인트를 칠하는 경우가 많아서 겉으로 보서는 석면이 포함되어 있는지 알기 어렵다. 석면이 포함되었는지를 확인하기 위해서는 제품의 일부를 구해 전문 기관에 분석을 의뢰하여야 한다.



밤라이트

## ■ 석면 함유 텍스

텍스는 단열과 흡음 기능을 하는 제품이다. 주로 건물의 천장재나 방음재로 사용되었다. 석면 사용이 금지되기 전에는 석면과 석고를 섞어서 만들었다.

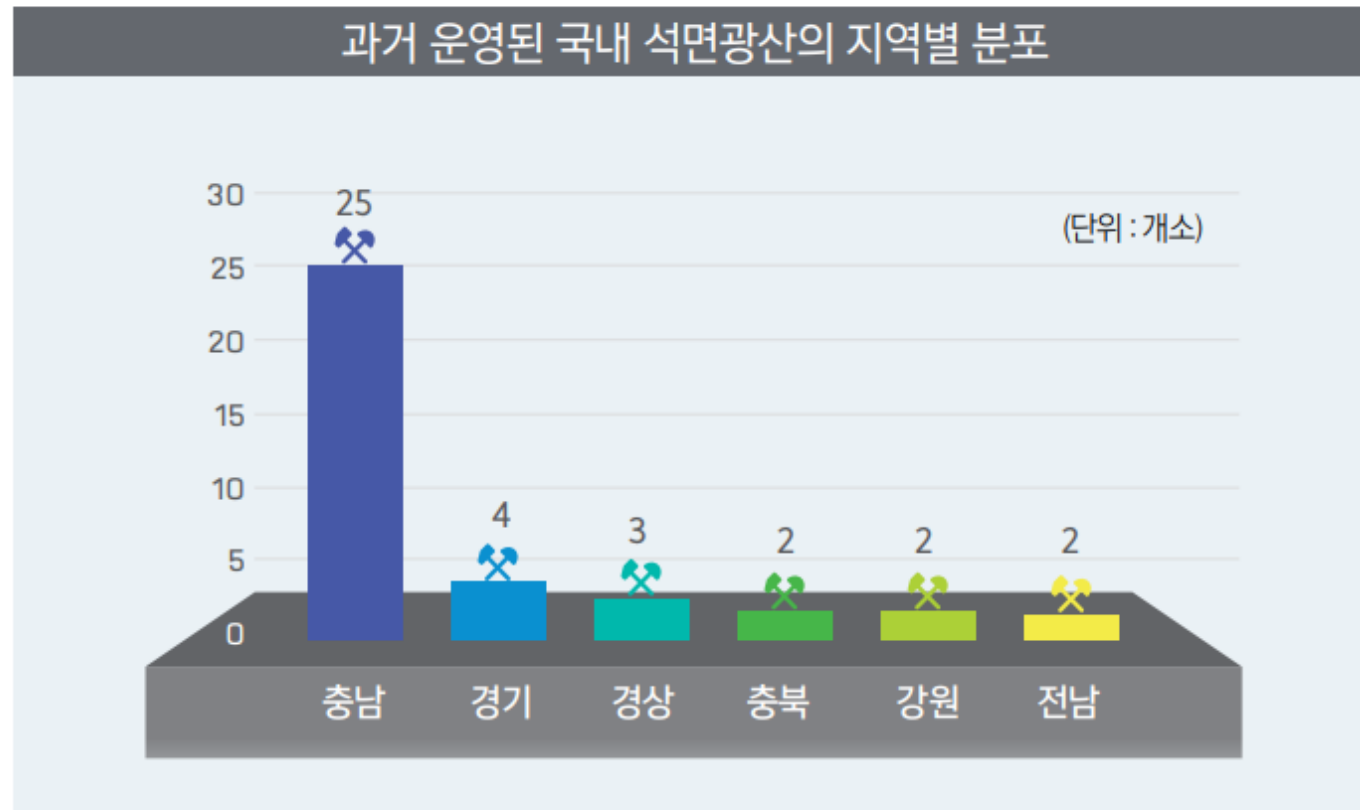
보통 표면이 흰색으로 벌레 무늬를 하고 있다. 오래 사용하면 충격에 쉽게 부스러져 석면가루가 사방으로 날아 흩어질 우려가 있다. 따라서 관리하거나 제거할 때에는 주의가 필요하다.



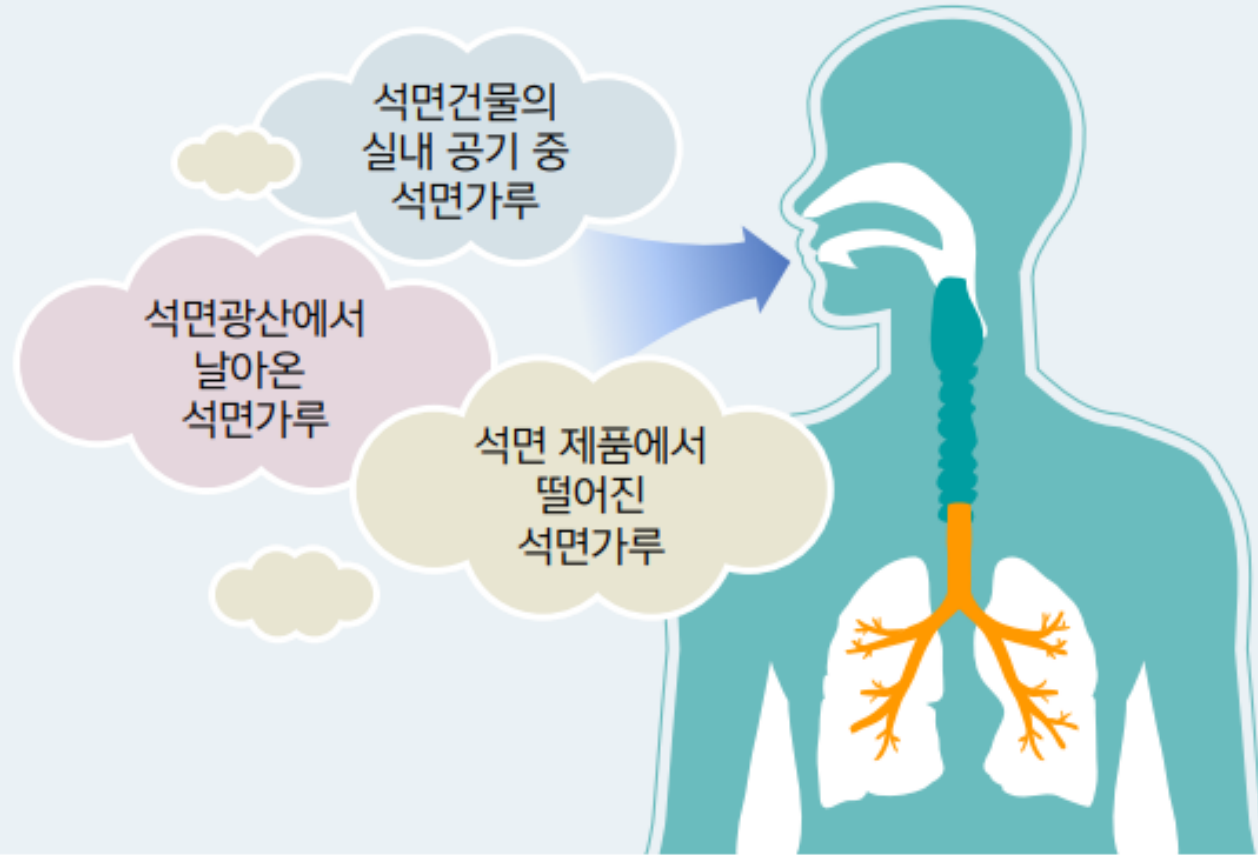
석면 텍스

## 야외에서도 찾을 수 있는 석면

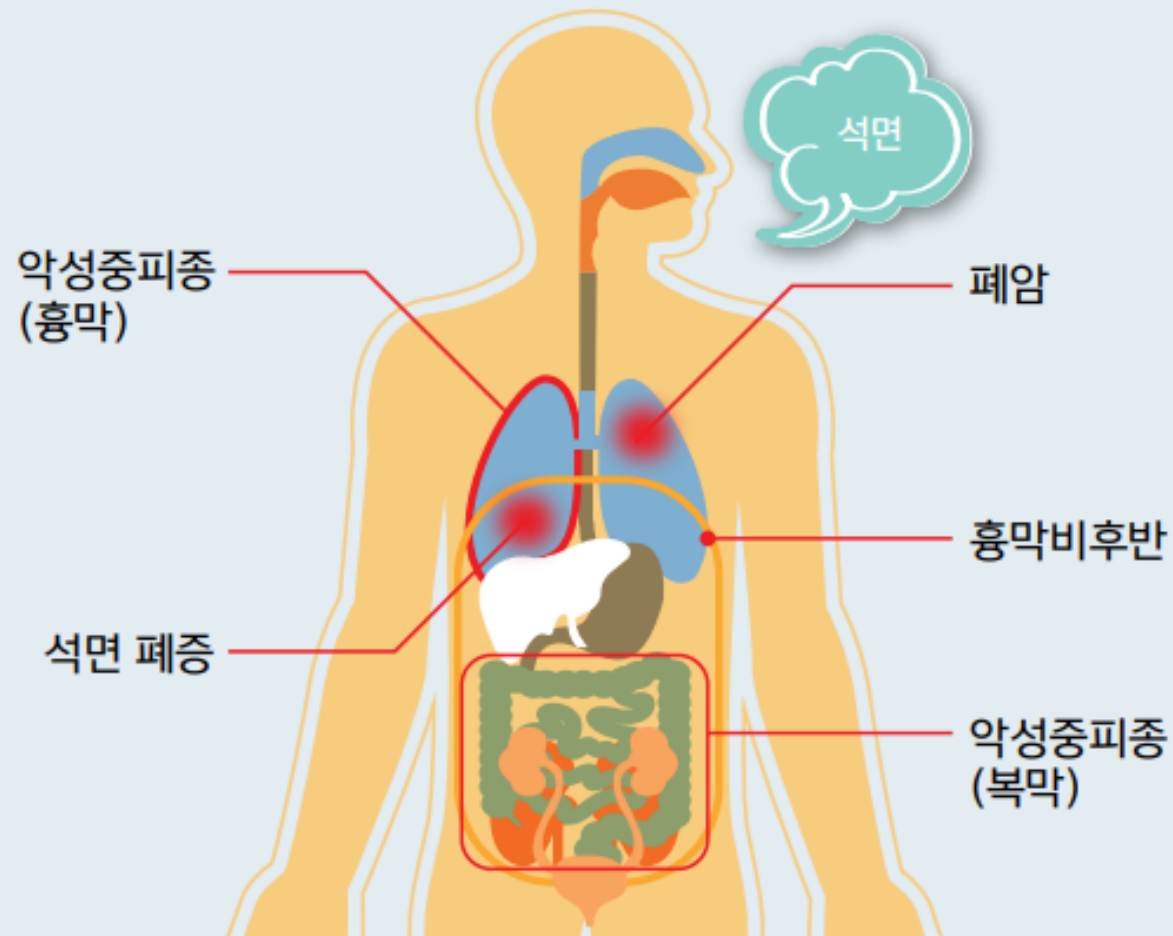
석면은 비교적 쉽게 야외에서 볼 수 있다. 석면은 땅 표면에 있는 암석의 틈새에 많이 있기 때문이다. 그래서 대부분의 석면 광산은 지하로 들어가는 갱도가 필요 없는 땅 밖으로 드러난 노천 광산이다. 과거 국내에서 운영된 석면광산은 총 38개소이다. 이 중 25개(66%)가 충남에 있다.



## 몸에 석면이 들어오는 경로



## 인체에 미치는 영향





# 석면관리 대책

1990년

- 석면을 허가대상 유해물질로 규정

2006년

- 석면 함유량이 제품 중량의 1% 초과 제품 사용 금지

2007년

- 석면 함유량을 제품 중량의 0.1% 이하로 제한
- 석면 마찰재 5종의 수입·제조·사용 금지

2009년

- 대체품이 개발되지 않은 일부 제품 외에는 석면제품 제조·사용 금지

2015년

- 석면 사용 전면 금지

## ◆ 석면에 대한 정보는 여기에

환경부에서는 석면관리종합정보망(<http://asbestos.me.go.kr>)을 통해 석면과 관련된 정보와 자료를 제공하고 있다. 이 사이트에 접속하면 건축물 석면 조사 결과, 자연발생석면 지질도 등 석면에 대한 각종 정보와 자료를 얻을 수 있다.

석면피해구제제도와 관련된 자세한 자료는 석면피해구제정보시스템(<http://www.adrc.or.kr>)을 통하여 바로 확인할 수 있다. 이 사이트는 구제신청 절차에 대해서도 쉽게 설명하고 있다.



## 석면피해구제제도 운영 체계도

① 석면피해 의심자나 유족이  
지자체에 석면피해  
인정신청서 제출



③ 석면피해판정위원회 개최



⑤ 석면피해 인정되면 구제급여 및  
정기건강검진 등 제공



② 지자체가 한국환경공단으로  
석면피해 인정신청 청구

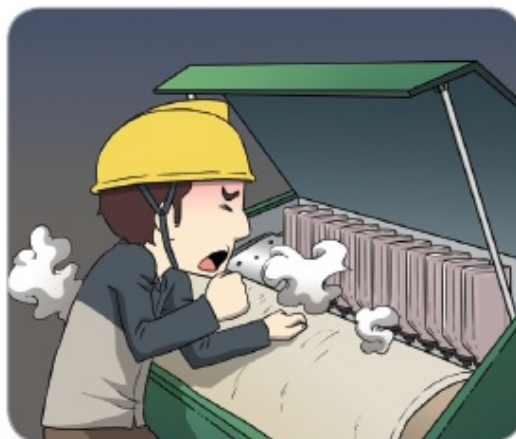


④ 석면피해 판정위원회가  
인정여부 및 피해등급 결정



### ■ 슬레이트 제조업의 배합작업자에게서 발생한 폐암

- 개요
  - 12년간 슬레이트 제조공정의 원료 배합부서에서 근무한 근로자에게 석면노출로 인한 폐암이 발생
- 원인
  - 석면이 들어있는 포의 실밥을 뜯어 배합기에 직접 투입하는 과정에서 고농도의 석면분진이 노출



### ■ 석면방직 공장 근로자에게 발생한 악성중피종

- 개요
  - 1978년부터 2년간 석면방직공장에서 기계설비 유지·보수 업무를 수행한 근로자가 석면노출로 인하여 2003년 악성중피종을 진단받고 사망
- 원인
  - 석면사, 석면포 등을 생산하는 데 필요한 정방기 등의 고장 시 수리와 유지·보수하는 작업과정에서 석면에 노출



### ■ 보일러 배관공에게서 발생한 폐암

- 개요
  - 1978년부터 여러 업체에서 일용직 배관공으로 근무한 근로자가 2000년에 석면노출로 인한 폐암 진단을 받고 사망
- 원인
  - 주로 보일러의 설치와 보수작업을 하였고, 작업 중 석면포와 석면테이프 사용으로 석면에 노출

## 석면에 대한 상식

- 공기 중에는 석면이 있어 누구나 석면에 노출될 수 있다
- 석면섬유는 작고 가늘어서 허파꽂리까지 들어가며 수 십 년간 분해되지 않고 체내에 잔류한다
- 소량의 석면 노출(환경노출)로는 석면폐나 폐암은 발생하지 않는다. 다만 악성중피종은 발생할 수 있다
- 일반 건축물 배관에서 석면 보온재는 거의 없고 대부분 유리솜(섬유)이다
- 슬레이트에는 석면이 15-20% 함유되어 있다 건축자재의 일부는 석면을 함유하고 있다
- 고형화된 석면 함유제품에서 석면에 노출될 가능성은 거의 없다. 즉 석면포함 자재를 사용한 건축물이라도 일상생활에서 노출은 없다
- 석면함유건물을 해체, 보수 작업할 때 석면에 다량 노출 될 수 있다 그러나 보호장비를 갖추고 작업하면 노출을 최소화할 수 있다

# 환경성질환 예방·관리대책 추진현황

## 석면 피해예방 및 구제제도 확립

- **석면관리 종합대책 수립( '09.7~)**
  - 건물의 전생애 석면 안전관리체계 구축, 석면광산 및 자연발생석면 관리 등
- 『**석면피해구제법**』 제정하여 피해예방 및 구제제도 확립
  - 악성종괴, 석면폐암 및 석면폐증 피해에 대해 요양급여 등 지급
- 『**석면안전관리법**』 제정 추진( '10년 국회제출)
  - 건축물 석면지도 작성, 재개발·재건축 현장 석면배출허용기준 설정 등
- **주민 건강영향조사 및 유의지역 모니터링 강화**
  - 석면광산(전국 21개) 및 석면공장 주변지역 주민건강영향조사
- **농어촌 슬레이트 관리 종합대책 수립**
  - 범정부 합동으로 폐석면 처리 및 영세농가 지원대책 등 마련( '10)

# 실내공기오염

□ 현대인은 주택, 지하역사, 어린이집 등 **실내에서 보내는 시간이 많아**(하루 약 80~90%이상),

**실내공기 관리가 중요**

○ **오염된(VOC, 미세먼지 등) 실내공기는 새집증후군(두통, 구토 등)을 유발하고, 각종**

**환경성 질환(아토피, 천식 등)의 원인**

※ VOC: 벤젠 등 휘발성유기화합물, 노출 時 호흡기질환 등 유발

□ 안전, 쾌적한 실내공기질을 위협하는 **생활주변 유해인자 증가**

○ **미세먼지, 폐암 유발물질인 라돈과 함께 실내 건축자재의 오염물질 방출(VOC 등) 등으로부터**

**실내오염 우려**

□ **쾌적한 실내 공기질에 대한 국민욕구 증대**

□ 실내공기질 관리가 중요해짐에 따라 **'실내공기질 관리 기본계획(5년)' 수립이 법정화('14.3, 실내공기질관리법 개정)**

# 실내공기질 관리제도

구 분	환경부	교육부	고용노동부	보건복지부
관리대상	- 다중이용시설 - 신축공동주택 - 대중교통차량	- 학교	- 사무실	- 공중이용시설 (공연장, 실내체육시설 등)
근거법	- 실내공기질관리법	- 학교보건법	- 산업안전보건법	- 공중위생관리법
관리자 의무사항	- 공기질측정 및 관리 - 관리기준 준수 의무 - 관계자 교육 - 기타 오염물질방출건축자재 사 용금지	- 공기질측정 및 측정결과 관 리 - 관리기준 준수	- 공기질측정 및 측정결과 관리 - 관리기준 준수 - 오염물질방출 건축자재사용금지	- 관리기준 준수
관리기준	- 10개 항목 (PM10, CO2, 폼알데하이드, 총부 유세균, CO, NO2, VOCs, 라돈, 석 면, 오존)	- 12개 항목 (진드기 등 추가)	- 9개 항목 (라돈 제외)	- 4개 항목 (PM10, CO2, HCHO, CO)
관리방법	- 지자체 점검 - 위반시 과태료, 개선명령 등	- 학교장 자체 점검 - 위반시 시설보완 등 필요 조치	- 지도 및 권고 - 위반시 제재없음	- 지자체 점검 - 위반시 개선명령 등

# 환경성질환의 급속한 증가

- 지난 5년간 환경성질환(알레르기비염, 아토피, 천식)으로 진료받은 환자수가 17% 증가('09년 766만명 → '13년 896만명)
- 연간 환경성질환으로 인한 진료비는 3,500억원 수준

## < 환경성질환의 진료환자수 및 진료비 >

(단위: 만명, 억원)

구분	2009년	2010	2011년	2012년	2013년
환자수	766	881	877	904	896
진료비	3,536	3,593	3,620	3,555	3,537

※ 「OECD 환경전망 2050('12.3월)」은 오염된 실내공기를 환경성질환 및 조기사망의 주범으로 지적



# 실내 곰팡이

## □ 곰팡이의 위해성 인식 증가

- 기후변화(고온 다습)로 인한 곰팡이 오염 증가 우려
- 곰팡이는 독성물질을 방출하여 호흡기질환(폐렴, 천식 등), 알레르기비염 등을 유발

## □ 곰팡이 관리기반 미흡

- 현재 어린이집, 의료기관 등 민감계층이용시설군에 대해 총부유세균의 관리기준( $800\text{CFU}/\text{m}^3$ )을 설정. 관리중이나, 곰팡이에 대한 측정방법 및 관리방안은 부재

### <곰팡이 관리현황>

- ◇ WHO에서 실내공기질 관리를 위한 곰팡이 관리 권고, 권고치는 미 설정
- ◇ 일부 국가에서 미생물 관리 가이드라인 설정: 캐나다( $500\text{CFU}/\text{m}^3$ ), 대만( $1,000\text{CFU}/\text{m}^3$ )

# 〈관리기준 주요 조정·검토방향(요약)〉

오염물질	현행	검토	검토사유
<ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지(PM<sub>2.5</sub>)</li> </ul>	-	신설	1급 발암물질로 지정, 대기기준과 함께 관리 필요
<ul style="list-style-type: none"> <li>곰팡이</li> </ul>	-	신설	위해성 있고, WHO관리 권고
<ul style="list-style-type: none"> <li>라돈(Rn)</li> </ul>	권고기준	유지기준	1급 폐암유발물질
<ul style="list-style-type: none"> <li>일산화탄소(CO)</li> </ul>	유지기준	기준강화	오염도검사결과를 반영하여 기준현실화 필요
<ul style="list-style-type: none"> <li>이산화질소(NO<sub>2</sub>)</li> </ul>	유지기준	기준완화	물질자체로 실내오염원 없고, 대기기준보다 엄격

포름알데이드 37% 용액에 10~15%의 메탄올을 첨가한 것이 포르말린입니다.

•급성독성, 피부자극성, 발암성 등의 인체 유해성을 가지고 있어 국제암연구센터에서는 '발암우려 물질'로 분류하고 있습니다.

### **부유세균**

•먼지나 수증기 등에 미생물들이 부착되어 있는 것이 부유세균이며, 주로 호흡기관에 영향을 주고 병원성 감염 등을 초래할 수 있습니다.

### **일산화탄소(CO:Carbon monoxide)**

•연소시산소가 부족하거나 연소온도가 낮으면 완전연소가 일어나지 못하여 생성됩니다.

•혈액중의 산소를 운반하는 헤모글로빈과의 친화력이 산소의 250배 정도 되어 산소결핍에 따른 각종 질환을 유발할 수 있습니다.

### **이산화질소(NO<sub>2</sub>: Nitrogen Dioxide)**

•알카리 및 클로로포름에 용해되는 자극성 냄새의 적갈색 기체로서 취사용 시설이나 난방, 흡연 등으로 발생합니다.

•호흡할 때 폐포 깊이 도달하여 헤모글로빈의 산소 운반능력을 저하시켜 호흡곤란 등을 일으키는 독성이 강한 물질입니다.

### **라돈(Rn : Radon)**

•토양이나 암석 등 자연계의 물질중에 함유된 우라늄이 연속 붕괴하면서 생성되는 라듐이 붕괴할 때 생성되는 원소 크나

# 휘발성유기화합물(VOC : Volatile Organic Compound)

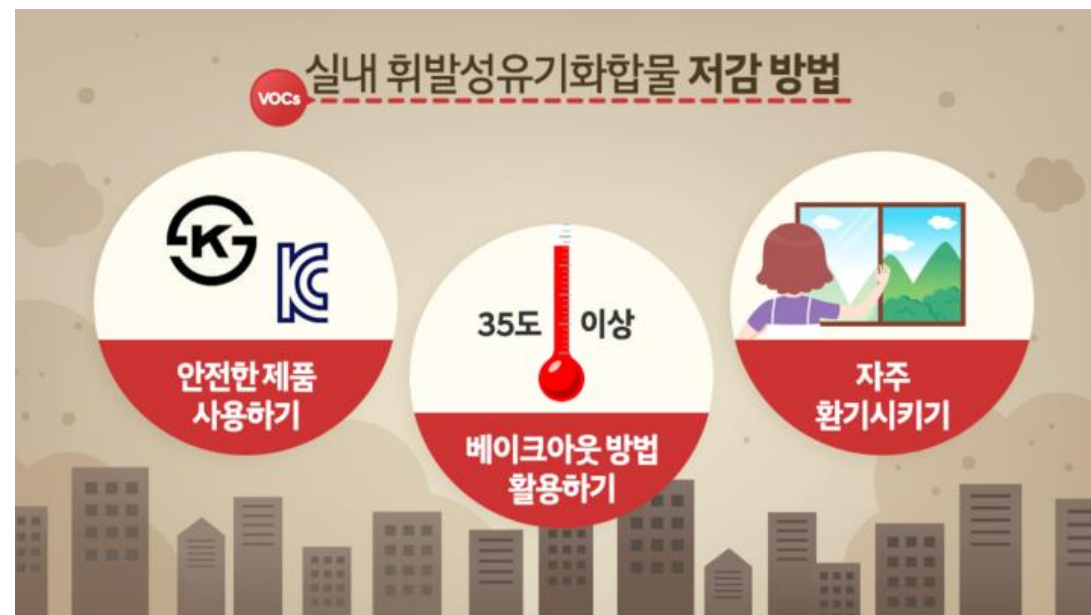
- 비점(끓는점)이 낮아서 대기중으로 쉽게 증발되는 액체 또는 기체상 유기화합물의 총칭입니다.
- 액체연료, 파라핀, 올레핀, 방향족화합물 등 생활 주변에서 흔하게 사용되는 유기물질들이 거의 휘발성유기화합물이며, 실내에서는 건축재료, 세탁용제, 페인트, 살충제 등이 주요 발생원입니다.
- 주로 호흡 및 피부를 통해 인체에 흡수되며 급성중독일 경우 호흡곤란, 무기력, 두통, 구토 등을 초래하며 만성중독일 경우 혈액장애, 빈혈 등을 일으킬 수 있습니다.
- VOC는 대기 중에서 질소산화물(NOx)과 함께 광화학반응으로 오존 등 광화학산화제를 생성하여 광화학스모그를 유발하기도 하고, 벤젠과 같은 물질은 발암성물질로서 인체에 매우 유해하며, 스티렌을 포함하여 대부분의 VOC는 악취를 일으키는 물질로 분류할 수 있음.
- 대표적인 휘발성유기화합물로 톨루엔(Toluene)을 비롯하여 벤젠(Benzene), 에틸벤젠(Ethylbenzene), 자일렌(Xylene), 스티렌(Styrene) 등이 있습니다.

# 휘발성유기화합물 지정 고시

[시행 2015. 9. 11.] [환경부고시 제2015-181호, 2015. 9. 11., 일부개정]

「대기환경보전법」 제2조10항 및 제44조에 따른 「휘발성유기화합물 지정고시」(환경부고시 제2012-130호, 2012.7.27)을 다음과 같이 개정·고시합니다.

연번	제품 및 물질명	분자식	CAS No.	
1	아세트알데히드	Acetaldehyde	$C_2H_4O[CH_3CHO]$	75-07-0
2	아세틸렌	Acetylene	$C_2H_2$	74-86-2
3	아세틸렌 디클로라이드	Acetylene Dichloride	$C_2H_2Cl_2$	540-59-0
4	아크롤레인	Acrolein	$C_3H_4O$	107-02-8
5	아크릴로니트릴	Acrylonitrile	$C_3H_3N$	107-13-1
6	벤젠	Benzene	$C_6H_6$	71-43-2
7	1,3-부타디엔	1,3-Butadiene	$C_4H_6$	106-99-0
8	부탄	Butane	$C_4H_{10}$	106-97-8
9	1-부텐, 2-부텐	1-Butene, 2-Butene	$C_4H_8[CH_3CH_2CHCH_2]$ , $C_4H_8[CH_3(CH)_2CH_3]$	106-98-9 107-01-7
10	사염화탄소	Carbon Tetrachloride	$CCl_4$	56-23-5
11	클로로포름	Chloroform	$CHCl_3$	67-66-3
12	사이클로헥산	Cyclohexane	$C_6H_{12}$	110-82-7
13	1, 2-디클로로에탄	1,2-Dichloroethane	$C_2H_4Cl_2[Cl(CH_2)_2 Cl]$	107-06-2
14	디에틸아민	Diethylamine	$C_4H_{11}N[(C_2H_5)_2NH]$	109-89-7
15	디메틸아민	Dimethylamine	$C_2H_7N$	124-40-3
16	에틸렌	Ethylene	$C_2H_4$	74-85-1
17	포름알데히드	Formaldehyde	$CH_2O[HCHO]$	50-00-0
18	n-헥산	n-Hexane	$C_6H_{14}$	110-54-3
19	이소프로필 알코올	Isopropyl Alcohol	$C_3H_8O[(CH_3)CHOHCH_3]$	67-63-0
20	메탄올	Methanol	$CH_4O[CH_3OH]$	67-56-1
21	메틸에틸케톤	Methyl Ethyl Ketone	$C_4H_8O[CH_3COCH_2CH_3]$	78-93-3
22	메틸렌클로라이드	Methylene Chloride	$CH_2Cl_2$	75-09-2
23	엠 티 비 이 (MTBE)	Methyl Tertiary Butyl Ether	$C_5H_{12}O[CH_3OC(CH_3)_2CH_3]$	1634-04-4
24	프로필렌	Propylene	$C_3H_6$	115-07-1
25	프로필렌옥사이드	Propylene Oxide	$C_3H_6O$	75-56-9
26	1, 1, 1-트리클로로에탄	1,1,1-Trichloroethane	$C_2H_3Cl_3$	71-55-6
27	트리클로로에틸렌	Trichloroethylene	$C_2HCl_3$	79-01-6
28	휘발유	Gasoline	-	86290-81-5
29	납사	Naphtha	-	8030-30-6
30	원유	Crude Oil	-	8002-05-9
31	아세트산(초산)	Acetic Acid	$C_2H_4O_2$	64-19-7
32	에틸벤젠	Ethylbenzene	$C_8H_{10}$	100-41-4
33	니트로벤젠	Nitrobenzene	$C_6H_5NO_2$	98-95-3
34	톨루엔	Toluene	$C_7H_8$	108-88-3
35	테트라클로로에틸렌	Tetrachloroethylene	$C_2Cl_4$	127-18-4



# 독성학

화학물질의 생물체에 대한 유해 작용을 연구하는 학문

- 화학물질에 의한 인체의 독성
  1. 화학물질의 물리적, 화학적 성상
  2. 생체내 대사 및 작용
  3. 개인의 성, 연령, 과거병력, 영양상태 등
  4. 노출될 당시의 기온, 습도, 풍속 등

# 독 성

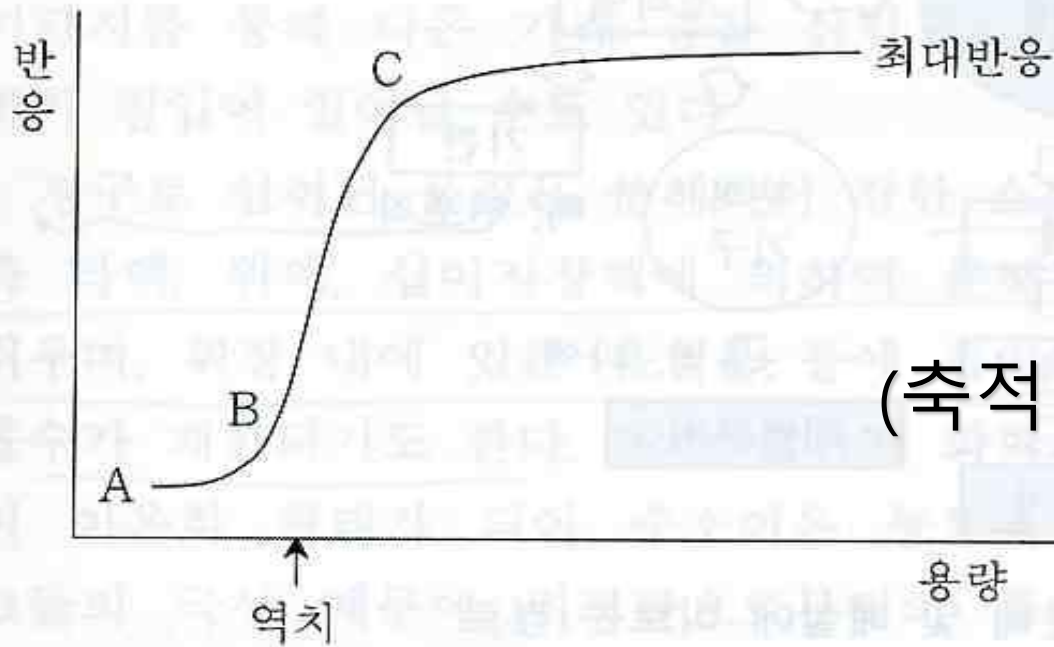
- “ **All chemicals are toxic under some conditions of exposure**”
- 가장 저용량에서 나타나는 독성 종말점 -> **안전용량**
- **독성 :**
  - 기 형 성 (teratogenesis), 발 암 (carcinogenesis), 돌 연 변 이 성 (mutagenesis)
  - 생식영향(reproductive effect), 중추신경계영향(CNS effect)
  - 자극(irritation effect)
  - 각종 장기영향(신독성, 간독성, 혈액독성, 신경독성),
  - 알러지

## 위해도

- “ 특정 노출조건 하에서 주어지는 독성영향이 발생할 수 있는 확률 또는 가능성”
- 자발적 위해도 : 흡연 등
- 비자발적 위해도 : 실내 라돈오염



## 2. 용량-반응 관계



반응: 개체의 %

ED50 : 50%가 생리적반응

LD50 : 50% 사망

(축적 퍼센트 반응곡선)

그림 18-1. 용량-반응 곡선

용량: 개체의 노출된 화학물질의 양/개체의 체중

다양한 독성 = 다양한 용량반응곡선

(신독성, 간독성, 치명성 등)

- A-B
- B-C
- C
- 최대반응 : 감수성 개체의 모두 반응

# 용량반응평가

- 결정적 영향(비확률적 영향) : B

  - : 역치(+), 양-반응관계(sigmoid 모양)

  - : 폭로량  $\propto$  손상받은 세포의 수  $\propto$  생물학적 영향

- 확률적 영향 (발암 및 기형) : A

  - : 역치(-), 양-반응관계(직선)

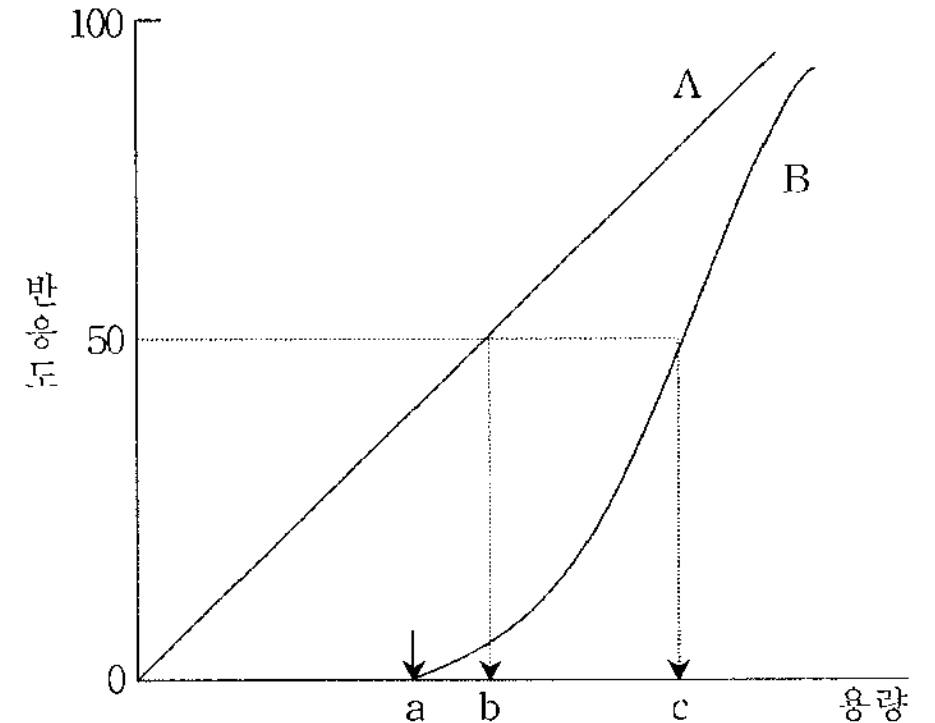


그림 33-3. 결정적 영향과 확률적 영향

# 위해성 평가와 위해도 관리

- 조사, 연구 → **위해성 평가** → 위해도 결정 → **위해도 관리**
- **위해성 평가 :**  
( **유해성 확인** → **노출평가** → **용량-반응평가** )
- **위해도 결정 :** 대상 인구집단에서 유해영향이 발생할 확률
- **위해도 관리 :** 규제 및 권고

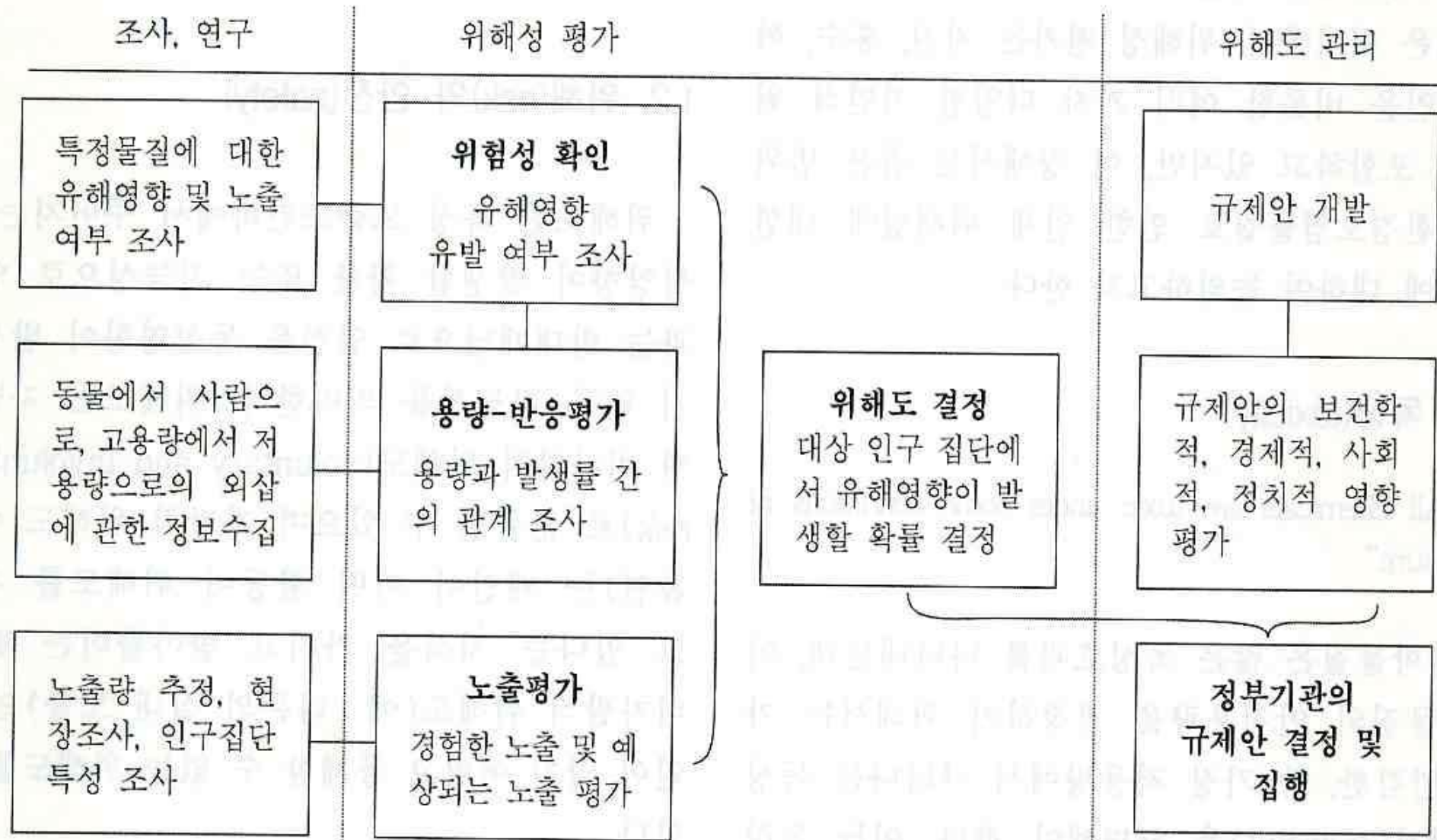


그림 20-1. 위해성 평가와 관리의 주요소(National Research Council, 1983)