

2.3 주요 대기환경 영향

1. 온실효과

자연적 온실효과

태양으로부터 가시광선형태로 에너지 전달 --> 대기에서 산란 → 일부만 지구표면에 도달 → 도달된 복사선은 적외선인 '열' 복사의 형태로 반사 → 외계에 방출되거나 온실가스라고 불리는 대기 중의 기체들에 의해 흡수 → 흡수된 열은 대기의 온도를 적절하게 유지시켜 주는 역할

만약 자연적 온실효과 없다면 지구 온도는 현재보다 34°C 낮아짐

대기복사의 양과 속도를 대기 중에 존재하는 온실가스가 조절함으로써 지구의 평균기온을 일정하게 유지시키는 역할을 함

온실효과에 가장 크게 기여하는 기체는 수증기

수증기의 대기중 농도는 해양에 의하여 거의 일정하게 유지 → 수증기에 의한 온실효과의 변이는 매우 작음

대표적 온실가스

이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 프레온가스(CFCs), 육플루오르화황(SF_6) 및 대류권의 오존(O_3)

강화된 온실효과(enhanced greenhouse effect)

- 온실가스의 농도가 필요 이상으로 증가하게 되는 경우는 방출된 열이 과다하게 흡수되어 지구의 열균형에 변화가 생기고 결국 지구의 온도가 상승하게 됨

지구온난화(global warming)

- 강화된 온실효과로 인해 지구가 지나치게 더워지는 현상

2. 산성비

정상적인 강우의 pH는 약 5.6(이산화탄소)

비나 눈 혹은 먼지(황산염, 질산염)의 형태로 pH 5.0 이하로 지표에 강하하는 것

주요 발생원은 화석연료의 연소나 자동차 배기가스에 의하여 발생한 황산화물, 질소산화물로 이들이 수분과 반응하여 황산이나 질산으로 바뀜

환경에 미치는 영향

1. 식물의 엽록소에 직접 작용하여 식물성장 방해, 토양중 알루미늄, 망간 등의 독성이온 및 인산, 칼슘, 마그네슘 등의 식물 영양분을 용출시켜 산림을 황폐화시킴
2. 수질을 산성화시킴 → 어류생존 방해
3. 건물, 건축재료, 급수관, 의류, 금속 등을 부식시킴

3. 오존층 파괴

성층권(12-50km) → 태양복사선 중 자외선과 유해우주선을 흡수하여 지구상에 도달하지 못하도록 하는 중요한 역할을 담당

1970년대 중후반부터 CFC(chloroflourocarbons), 질소산화물, 탄화수소 등에 의해 주로 극지방에서 두두러지게 오존층의 두께가 감소

→ 과량의 자외선이 지표면에 도달 → 피부암 환자 증가 및 농작물의 수확량 감소

주요 원인물질은 CFC

→ 1920년대 냉장고의 용매로 쓰였던 물질들이 독성이 크고 폭발성이 있어 보다 안전한 대체 물질로 시장에 나옴

CFC – 염소, 플루오르, 탄소를 합성하여 프레온(Freon)이라는 상품명을 갖는 화학물질

- 끓는점이 매우 낮고 극히 안정된 비활성가스
- 냉장고의 냉각제, 자동차의 분무제등에 사용되어 왔음
- 제조가 간단하고 가격이 싼
- 인간에게 해롭지도 않고 인화성도 없기 때문에 이용량이 급격히 증가
- 에어로졸, 폼, 냉매제, 유기용제, 소방제 등으로 수십년 동안 광범위하게 사용됨

CFC는 대류권에서는 분해되지 않지만 대류와 확산과정을 통하여 성층권까지 이동된 CFC는 대류권보다 훨씬 강한 자외선이 조사되는 환경에서 광분해가 일어나 오존층 파괴의 촉매로 작용하는 염소원자(Cl)를 방출함

오존을 분해한 염소원자는 다양한 반응 경로를 거치며 재생되므로 하나의 염소원자는 수천에서 수십만 개의 오존을 파괴할 수 있다

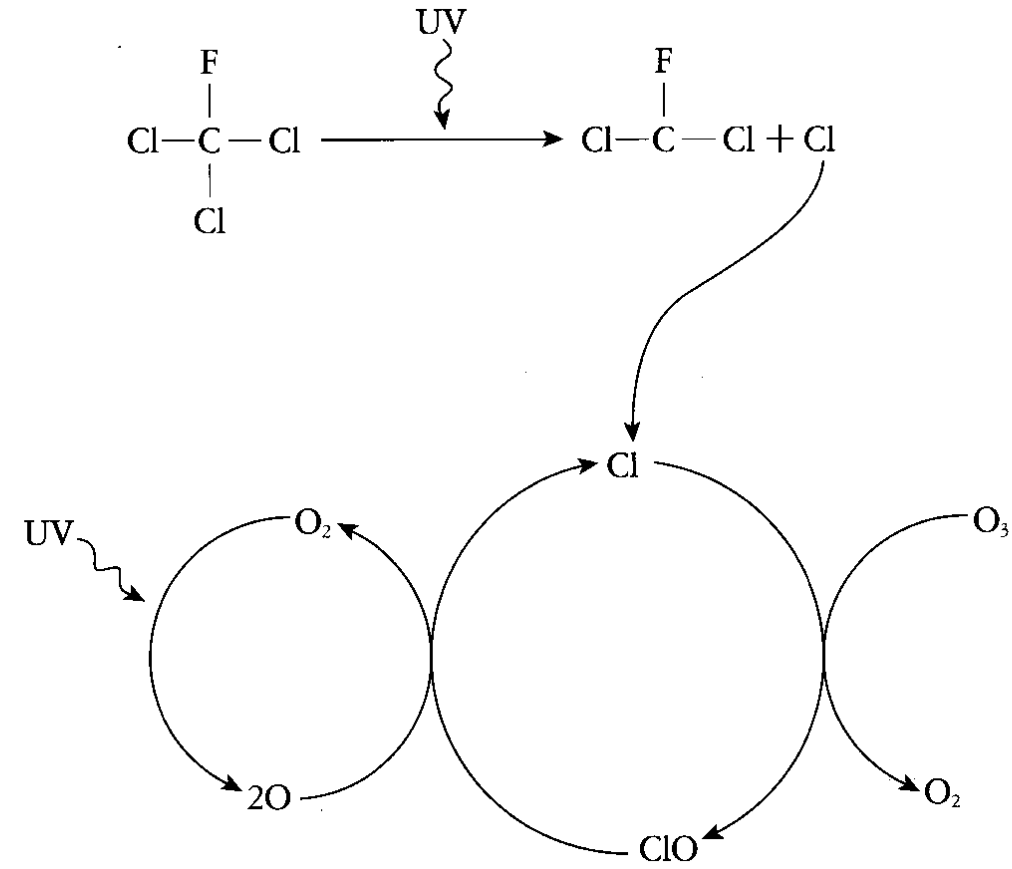


그림. CFC의 오존층 파괴 메커니즘

4. 광화학스모그

질소산화물과 탄화수소(HC)가 대기 중에 농축되어 있다가 태양광선 중 자외선에 의하여 화학 반응을 일으키면서 2차적으로 생성되는 오염물질인 광화학 산화물임

황갈색의 안개 형태로 호흡기를 자극하고 눈물을 나게 하는 물질을 함유하는 것을 지칭함

질소산화물, 탄화수소, 자외선, 18°C 이상의 온도

20세기 중반의 LA스모그가 대표적

눈과 목의 점막을 자극, 따가움을 느끼게 하거나 심할 때에는 눈병과 호흡기질환을 일으킴
급성중독 땀 폐수종을 유발하여 심할 경우, 목숨을 위태롭게 함

5. 건강상의 영향

대기오염 물질은 주로 호흡기계통을 통해 인체에 흡입되어 세포, 조직 및 각 기관에 영향을 미치며 일부 물질은 피부나 소화기계통으로 침입하기도 함

골드버그(Goldberg, 2006), 환경조사(Environmental Research)

- 대기오염은 당뇨병과 심장질환을 가진 사람들의 일별 사망률에 유의하게 영향을 미침

대기오염물질의 노출과 기관지염, 폐렴, 심장질환 등은 유의한 연관 있음

2.4 우리나라 주요 대기환경 기준 및 실태

1. 대기환경 기준

환경정책기본법 – 대기환경기준

- 2011년부터 PM2.5 기준 설정

대기환경보전법 – 대기오염물질을 대기에 배출하는 시설물, 기계, 기구 및 기타물질을
대기오염물질 배출시설이라 규정

- 금속제품 제조 시설을 포함하여 28개의 배출시설을 분류

대기오염물질 방지시설

- 배출시설에서 배출되는 대기오염물질을 제거하거나 감소시키는 시설
- 집진시설 등의 16개 항목

배출허용기준

- 배출시설에서 배출되는 대기 오염물질의 허용기준
- 가스상물질, 입자상물질, 악취 그리고 자동차 등으로 구분하여 규정

표. 우리나라의 대기환경기준

항목	기준
아황산가스 (SO ₂)	연간평균치 < 0.02ppm 24시간평균치 < 0.05ppm 1시간평균치 < 0.15ppm
일산화탄소 (CO)	8시간평균치 < 9ppm 1시간평균치 < 25ppm
이산화질소 (NO ₂)	연간평균치 < 0.03ppm 24시간평균치 < 0.06ppm 1시간평균치 < 0.10ppm
미세먼지 (PM ₁₀)	연간평균치 < 50 μ g/m ³ 24시간평균치 < 100 μ g/m ³
미세먼지 (PM _{2.5})	연간평균치 < 25 μ g/m ³ 24시간평균치 < 50 μ g/m ³
오존 (O ₃)	8시간평균치 < 0.06ppm 1시간평균치 < 0.1ppm
납 (Pb)	연간평균치 < 0.5 μ g/m ³
벤젠	연간평균치 < 5 μ g/m ³

주요 국가의 대기환경기준(2009)

항목	기준시간	미국	일본	영국	캐나다	호주	홍콩	EU	WHO
SO ₂ (ppm)	10분								0.188
	15분			0.10					
	1시간		0.10	0.132		0.20	0.30	0.13	
	24시간	0.14	0.04	0.047		0.08	0.13	0.047	0.008
	1년	0.03				0.02	0.03		
CO (ppm)	15분								85.8
	30분								51.5
	1시간	35					25		25.7
	8시간	9	20	8.6		9	9	8.6	8.6
	24시간		10						
NO ₂ (ppm)	1시간			0.105		0.12	0.11	0.105	0.105
	24시간		0.04~0.06				0.06		
	1년	0.053		0.021		0.03	0.03	0.021	0.021
O ₃ (ppm)	1시간	0.12	0.06			0.10	0.12		
	4시간					0.08			
	8시간	0.075		0.05	0.065			0.06	0.05
PM ₁₀ (μg/m ³)	1시간		200						
	24시간	150	100	50	50		180	50	50
	1년			40		50	55	40	20
PM _{2.5} (μg/m ³)	24시간	35	35		30	25			25
	1년	15	15	25		8		25	10
Pb (μg/m ³)	30일	1.5							
	3개월	0.15					1.5		
	1년			0.25		0.5		0.5	0.5
Benzene (μg/m ³)	1년		3	5				5	
PHA (ng/m ³)	1년			0.25					

SO2의 연도 및 지역별 연평균농도

도시 연도	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산
1991	0.043	0.038	0.041	0.041	0.017	0.028	0.038
1992	0.035	0.033	0.040	0.036	0.017	0.022	0.031
1993	0.023	0.028	0.035	0.021	0.014	0.020	0.032
1994	0.019	0.023	0.038	0.022	0.013	0.021	0.030
1995	0.017	0.023	0.031	0.023	0.010	0.017	0.028
1996	0.013	0.022	0.023	0.012	0.008	0.015	0.022
1997	0.011	0.018	0.016	0.013	0.009	0.011	0.019
1998	0.008	0.015	0.014	0.009	0.008	0.009	0.015
1999	0.007	0.014	0.011	0.008	0.007	0.009	0.017
2000	0.006	0.010	0.009	0.008	0.006	0.007	0.013
2001	0.005	0.008	0.008	0.007	0.004	0.006	0.012
2002	0.005	0.007	0.006	0.006	0.004	0.004	0.010
2003	0.005	0.006	0.006	0.007	0.004	0.004	0.011
2004	0.005	0.007	0.006	0.007	0.004	0.005	0.010
2005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.004	0.005	0.008
2006	0.005	0.006	0.006	0.007	0.004	0.004	0.007
2007	0.006	0.006	0.006	0.008	0.004	0.005	0.008
2008	0.006	0.006	0.005	0.007	0.004	0.004	0.008
2009	0.005	0.005	0.005	0.007	0.004	0.005	0.008

표. NO2의 연도 및 지역별 연평균농도

연도 \ 도시	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산
1991	0.033	0.023	0.021	0.030	0.013	0.018	0.024
1992	0.031	0.023	0.030	0.034	0.012	0.014	0.026
1993	0.032	0.025	0.024	0.030	0.017	0.014	0.026
1994	0.032	0.024	0.023	0.029	0.022	0.019	0.026
1995	0.032	0.027	0.028	0.024	0.020	0.021	0.023
1996	0.033	0.031	0.027	0.028	0.021	0.023	0.023
1997	0.032	0.028	0.024	0.026	0.021	0.022	0.023
1998	0.030	0.024	0.027	0.026	0.016	0.018	0.019
1999	0.032	0.019	0.027	0.028	0.021	0.025	0.021
2000	0.035	0.024	0.029	0.024	0.020	0.023	0.020
2001	0.037	0.030	0.030	0.027	0.026	0.025	0.022
2002	0.036	0.029	0.023	0.027	0.021	0.020	0.019
2003	0.038	0.026	0.026	0.030	0.019	0.018	0.016
2004	0.037	0.024	0.026	0.028	0.019	0.022	0.022
2005	0.034	0.023	0.023	0.025	0.021	0.020	0.024
2006	0.036	0.023	0.023	0.029	0.024	0.020	0.022
2007	0.038	0.022	0.024	0.031	0.023	0.019	0.023
2008	0.038	0.022	0.024	0.030	0.022	0.020	0.024
2009	0.035	0.021	0.024	0.030	0.021	0.022	0.022

표. O3의 연도 및 지역별 연평균농도

연도	도시	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산
1991		0.012	0.014	0.010	0.013	0.013	0.009	0.015
1992		0.014	0.015	0.013	0.016	0.017	0.010	0.013
1993		0.013	0.014	0.013	0.012	0.015	0.011	0.014
1994		0.014	0.014	0.015	0.014	0.015	0.014	0.014
1995		0.013	0.016	0.017	0.013	0.016	0.015	0.015
1996		0.015	0.020	0.015	0.011	0.017	0.017	0.015
1997		0.016	0.019	0.015	0.016	0.021	0.018	0.015
1998		0.017	0.022	0.017	0.016	0.022	0.018	0.017
1999		0.016	0.022	0.017	0.018	0.018	0.020	0.018
2000		0.017	0.022	0.019	0.019	0.017	0.020	0.021
2001		0.015	0.025	0.019	0.019	0.019	0.021	0.020
2002		0.014	0.024	0.018	0.019	0.016	0.019	0.021
2003		0.014	0.023	0.020	0.019	0.018	0.018	0.021
2004		0.014	0.024	0.022	0.020	0.022	0.019	0.022
2005		0.017	0.023	0.022	0.022	0.022	0.021	0.022
2006		0.018	0.024	0.020	0.020	0.021	0.018	0.021
2007		0.018	0.024	0.021	0.022	0.022	0.017	0.021
2008		0.019	0.026	0.023	0.024	0.023	0.023	0.023
2009		0.021	0.027	0.023	0.024	0.026	0.023	0.024

표. CO의 연도 및 지역별 연평균농도

도시 연도	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산
1991	2.2	1.5	1.8	2.6	1.9	1.5	1.3
1992	1.9	1.1	1.6	2.2	1.5	1.1	1.1
1993	1.5	1.3	1.2	1.8	1.3	1.2	1.2
1994	1.5	1.6	1.1	1.6	1.2	1.4	1.1
1995	1.3	1.0	1.0	1.8	0.9	1.2	1.3
1996	1.2	1.2	1.0	1.3	1.1	1.4	1.0
1997	1.2	1.0	0.8	1.2	1.2	1.4	0.9
1998	1.1	1.0	1.0	0.8	0.9	1.4	0.7
1999	1.1	1.1	0.8	0.8	0.8	1.1	0.8
2000	1.0	0.9	0.9	0.8	0.6	1.2	0.8
2001	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7	1.0	0.8
2002	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8	0.7
2003	0.6	0.6	0.7	0.7	0.5	0.6	0.6
2004	0.6	0.5	0.8	0.7	0.6	0.7	0.5
2005	0.6	0.5	0.8	0.6	0.7	0.7	0.5
2006	0.6	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.4
2007	0.7	0.4	0.7	0.6	0.6	0.8	0.4
2008	0.6	0.4	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5
2009	0.6	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5

표. PM10의 연도 및 지역별 연평균농도

연도 \ 도시	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산
1995	78	73	81	76	49	63	69
1996	72	76	87	67	51	63	51
1997	68	68	72	70	49	69	43
1998	59	67	72	57	49	58	29
1999	66	65	66	53	56	55	29
2000	65	62	63	53	58	51	52
2001	71	60	67	52	57	48	55
2002	76	69	71	57	52	53	54
2003	69	55	59	61	36	43	40
2004	61	60	58	62	46	49	50
2005	58	58	55	61	49	48	50
2006	60	59	54	68	55	49	52
2007	61	57	53	64	52	49	53
2008	55	51	57	57	50	45	54
2009	54	49	48	60	46	43	49

2.5 실내공기오염과 새집증후군

실내 공기에 수천 개의 추적인자 또는 구성물질이 있다는 것을 인식하는 것이 중요

대부분은 냄새를 인지할 수 있는 농도 이하이거나 불쾌, 짜증 또는 건강문제와 같은 사람의 반응을 일으키는 농도 이하로 존재함

오염원, 오염물질 : 유해농도 또는 유해한 성질을 드러내는 공간의 구성물질

새집증후군(Sick House Syndrom, SHS)

sick : 건물 입주자의 20% 이상이 2중상 지속되는 불편한 증상을 호소하고 건물에서 나가면 빠르게 안정을 되찾는 것을 말함

1 새집증후군(SHS)

SHS 증상들은 독립적 또는 다른 증상과 결합하여 나타남

증상들은 주기적이거나 단편적으로 발생

명확하지 않으며 종종 평범한 감기나 다른 호흡기 질환과 비슷

증상은 주로 날이 갈수록 악화되고 근무하는 날에 더 악화

입주자가 건물에서 당분간 나가 있으면 진정되거나 사라짐

1. 눈의 자극

화끈거리고 건조한 모래가 있는 듯한 느낌이 어떤 명백한 염증 없이 눈에서 경험됨

통증은 수일간 계속됨

콘택트렌지를 착용한 입주자들은 더욱 민감

2. 코의 징후

답답함 – 가장 자주 언급되는 증상

답답함은 사람이 건물로 들어왔을 때 지속되다가 떠나면 곧 사라짐

더욱 다양하고 덜 지속되는 경향이 있는 다른 코의 증상은 코의 자극과 비루임

증상들은 자주 알러지를 연상시킴

3. 목과 하기도의 증상

특정 부위의 염증 없이 발생하는 목의 지속되는 건조함이 대표적인 증상

많은 양의 물을 마심으로써 진정을 취할 수 있음

폐의 감염이나 기관지의 천식과 관련없이 숨을 깊게 쉬지 못하고 숨이 짧은 것으로서
일반적으로 건물 외부로 나가 숨을 깊게 몇번 내쉬면 안정됨

4. 두통, 피로, 부정수소

두통은 일반적으로 전두엽에서 발생

오후에 발생하거나 매일 발생

경미한 증상부터 심한 편두통까지 다양함

피로 어지럼증 집중력저하 그리고 부정수소는 병든 건물 증상에서 가장 빈번하게 언급

5. 피부문제

건조한 피부 – SHS를 겪는 여성 입주자에게 특히 빈번함

시설에서 오랫동안 나가 있는 동안 증상이 개선될 때 건물이 증상과 연관 있다고 함

따뜻하고 건조한 공기 또는 과도한 공기 운동은 노출된 피부 표면에 특정 종류의 피부염을 만듦

축농증과 습진처럼 기존에 이미 존재하는 건강 문제와 질병을 악화시키기도 하지만 이러한 것은 일반적인 SHS 증상에서 배제하여 생각함

2. 건물과 연관된 질병(BRI(Building Related Illness))

SHS에 관련된 것 외에 건물에 연관된 질병들은 일반적으로 알러지 반응이나 감염임

1. 알러지

1) 천식, 비염

천식 – 기관지의 경련과 수축, 점액을 분비하는 내벽의 팽창이 호흡을 방해하는 질병

- 먼지, 동물의 털이나 깃털, 곰팡이 그리고 꽃가루

- 열악한 내부 환경에 의해 발생

상기도와 하기도의 알러지성 반응들은 알러지를 유발하는 물질인 알러젠 흡입에 대한 이차적인 것임, 이들은 면역 체계가 히스타민으로 인해 폭주하는 과잉반응을 유발하여 알러지 증상을 만듦

어린이들에게 앨러젠 노출은 천식의 이른 발생의 위험을 증가시킴

이러한 앨러젠은 주로 열악하게 유지보수 되는 건물과 연관

미생물들로 오염된 냉수 분무 가습기에서 유래

꽃가루, 호흡기에 침투하는 입자성 물질들, 집먼지 진드기, 살충제, 바퀴벌레, 그리고 환경적인 담배 연기와 같은 외부 환경적인 오염원도 포함

일반적인 인구의 2% 이상은 고양이 앨러젠에 민감함

- 이 앨러진은 작고 매우 잘 달라붙기 때문에 애완동물 소유주를 통해 집에서 직장 또는 학교로 쉽게 옮겨짐

2. 과민성 폐렴

일반적인 징후를 말하는 통칭은 '외적인 알러지성 폐포염'

기본적으로 알러지성 폐 장애이고 그 정도는 다양함

1주일에서 10일이 추가적인 노출 없이 지나면 증상은 보통 사라짐

으스스한 느낌과 근육통은 거의 항상 존재, 두통도 빈번하게 발생

급성인 경우에는 숨이 짧고, 발열 오한 그리고 마른기침이 6시간의 잠복기 이내에 나타남

발병률은 매우 낮으며 개인의 예민한 정도가 핵심 요소

3. 가슴기로 인한 발열

가슴기로 인한 발열의 증상은 감기와 비슷한 증상, 무기력증, 관절통, 근육통, 발열

때때로 두통, 다뇨증(지나친 배뇨), 체중감소가 발생

더욱 심각한 증상은 숨이 가빠지고 기침하는 것

이러한 호흡기적 증상은 초기 노출과 함께 일어남

가슴기로 인한 발열의 원인은 명확하게 알려지지 않았슴(그러나 면역학에 대한 연구는 거의 항상 가슴기에서 추출한 항원에 대한 항체의 존재를 확인했슴)

2. 감염

1) 박테리아

레지오넬라균 뉴모필라((Legionella pneumophila)로 인해 발생하는 재향군인병이 대표적

두통, 가슴통증, 구토, 설사, 체중감소, 발열, 마른기침, 계속되는 오한, 호흡곤란 폐렴

치사율은 15%

1947년 밝혀짐

잠복기는 2-10일 정도 6%의 사람들이 감염됨, 흡연자에게 2-5배 더 높음

2) 폰티액 발열

이 증상은 증기기관에서와 같은 특정한 근원에서 사람들에게 높은 발병률로 나타남

열, 으스스함, 두통, 떨림, 메스꺼움과 같이 발현

호흡기와 관련된 증상은 목이 쓰리고 약한 감기기운, 폐렴과는 관계가 없음

이러한 비폐렴형의 재향군인병은 5-66시간의 짧은 잠복기 거의 100%의 발병률

나이와 성별에 관계없고 여름에 발생, 치명적이지는 않음

에어로졸에 있는 화학물질이 잔류된 것처럼 눈에 보이지 않는 잔류된 레지오넬라균에 의해 발병

3) 결핵

결핵균(*Mycobacterium tuberculosis*)에 의해 발병

타액이나 먼지 같은 공기 중에 떠다니는 부유물질에 의해 전염

결핵은 폐, 신장, 신경, 뼈 등 우리 몸속 거의 대부분의 조직이나 장기에서 병을 일으킬 수 있으나 결핵균이 폐 조직에 감염을 일으키는 '폐결핵'이 대부분을 차지함

신장 결핵이면 혈뇨(hematuria)와 배뇨 곤란, 빈뇨 등 방광염의 증상

척추 결핵이면 허리에 통증을 느끼고, 결핵성 뇌막염이면 두통과 구토 등의 증상

가장 흔한 폐결핵의 경우, 70~80% 정도의 환자에게서 기침과 객담 등의 증상이 나타남

2.6 대기오염 방지대책

1. 발생원(오염원)관리

대기오염원으로부터 오염물질의 발생량 자체를 감소시키는 것

연료 또는 공정 등의 변경

(고황유 → 저황유, 자동차의 액체연료 → 기체연료나 기타 다른 에너지원으로 대체)

공정이나 시설의 변경 및 개선, 연소방법의 개선 등도 효과적으로 적용

2. 배출을 조정하는 방법

1. 배출량의 규제
2. 배출지역의 규제
3. 배출조건의 규제
4. 지표면, 즉 지상농도만 고려하는 착지농도규제
5. 방지기술