

대기환경기준 강화방안



김 덕 치
<환경처 대기제도과장>

1. 머리말

대기질 개선을 위한 대기보전정책 수립을 위해서는 대기중의 오염물질중 지표가 되는 오염물질을 정하고 이들 오염물질의 저감목표를 설정한후 이에 대한 저감대책을 추진해 나가고 있다. 이러한 오염물질의 저감목표가 되는 정도를 환경기준이라는 용어로서 표현하고 있으며, 이러한 환경기준을 설정하기 위하여는 먼저 대기중의 오염물질농도와 이들 오염물질에 대한 악영향과 상관관계를 규명하여야 하며 이를 *Air Quality Criteria*라 부르며 세계보건기구에서는 "guides"라 표현하고 있다.

그 다음이 이러한 *Air Quality Criteria*를 근거로 하여 우리의 생활과 건강에 영향을 미치지 않는 정도의 농도를 설정하게 되는데 이를 *Air Quality Goals*로 하고 *Air Quality Goals*를 근거로 하여 경제적, 사회적, 기술적여건을 감안하여 일정기간내에 달성할 수 있는 농도를 설정하게 되는데 이것이 바로 환경기준 (*Air Quality Standard*)으로 표현되고 있다.

환경기준은 오염물질의 성상과 환경에 미치는 영향 등을 고려하여 장기기준과 단기기준으로 나누어 설정하고 있으며, 일반적으로 장기기준은 일년평균, 단기기준은 24시간, 8시간 또는 1시간 평균치로 표현되고 있다. 또한, 우리나라의 대기환경보전법에는 국가가 정하는 환경기준이외에 지방자치단체별로 별도의 환경기준을 설정하여 운영토록 하고 있으나 아직까지는 지방자치단체별로 별도의 환경을 설정·운영하고 있는 지역은 없는 실정이나, 앞으로 지방자치제도가 활성화되고 지역별 대기오염저감대책이 적극적으로 강구될 것으로 예상되므로 지역별 환경기준 역시 설정·운영될 것으로 전망된다.

2. 환경기준 대상오염물질의 비교

오염물질별 인체에 미치는 양을 정확히 제시하기는 매우 어려운 일이며, 또한 장기간의 지속적인 연구가 필요하므로 각국별로 이를 개별적으로 연구·

검토하여 환경기준을 설정하기는 어렵다. 그러므로 대부분의 국가에서는 세계보건기구에서 설정한 18개 오염물질에 대한 권고치(*guide lines*)를 기준으로 하여 그 나라의 지역적, 경제적, 기술적 여건에 따라 환경기준을 설정하고 있다.

국가별 대기환경기준 설정 오염물질을 살펴보면 우리나라, 일본, 대만, 미국, 호주, 핀란드 등 조사 대상 33개국중 대부분의 나라가 SO_2 , NO_2 , CO , O_3 및 부유먼지 등 5개 환경기준 항목을 설정하고 있고, 유럽공동체는 SO_2 , NO_2 , 납, 부유먼지의 4개 물질만을 대상으로 하고 있으며, 특히 납의 경우는 EC, 미국, 우리나라에서는 기준항목이나 일본, 핀란드 등 많은 나라가 기준대상에서 제외되고 있으며, 탄화수소(HC)는 인체에 직접적인 영향을 주지 않는 것으로 판단하여 거의 모든 나라에서는 환경기준 항목에서 제외되어 있으나, 우리나라에서는 아직까지 환경기준 항목으로 설정·운영되고 있다.

3. 대기환경기준의 개정필요성

대기환경기준은 대기오염에 의한 피해로부터 국민의 건강과 동·식물 및 재산상의 피해를 예방하기 위한 행정목표치로서 장·단기기준을 설정·운영하고 있다. 우리나라의 대기환경기준은 1978년 아황산가스 환경기준을 설정하여 14년이 경과하였으며, 당시의 아황산가스의 오염도가 0.086ppm이었고, 1981년에는 부산, 울산 등의 대도시 오염도가 환경기준인 0.05ppm을 크게 초과하여 서울의 경우는 0.094ppm에 이르렀으나, 1991년을 고비로 대도시의 아황산가스 오염도가 0.05ppm을 달성하게 되었고, 국민의 생활수준향상과 1992년의 리우환경회의 이후 환경에 대한 국민의 의식고조등으로 대기질개선에 대한 욕구가 높아져 현행기준의 재검토가 필요하게 되었다.

4. 오염물질별 환경기준의 검토

지난 1988년부터 1991년까지 4년간에 걸친 오염도 측정자료를 비교·검토하여 환경기준을 설정하였으며, 그 내용은 다음과 같다.

(1) 아황산가스(SO_2)

아황산가스에 대한 각국의 환경기준<표-1>을 살펴보면 WHO 권고치는 1시간 평균과 10분 평균치만을 권고치로 설정하고 있는데, 1시간 미만의 기준을 정하는 것은 비현실적인 것으로 판단되었다.

EC는 부유먼지가 많을 때는 SO_2 농도의 기준치를 강화(년평균 0.03ppm)하는 한편, 연료사용량이 많아지는 겨울철에는 다소 완화(0.05ppm)하고 있다. 또한, 연간 일평균치의 98%값(2% 제외치)을 설정하여 년평균치와 년상한치를 동시에 적용하고 있다. 연간 매시간 측정자료중 98%값을 상한치로 설정하는 것은 측정기기의 오측이나 특수한 경우에 의한 고농도 발생을 제외하는 역할을 하므로 바람직한 통계 분석방법이라 생각되며, 부유먼지농도에 따른 기준치 설정은 SO_2 와 부유먼지의 상승작용에 의한 스모그 발생을 예방하기 위한 것으로 판단된다.

일본은 1시간 기준치가 WHO 권고치보다 낮은 0.1ppm, 년평균기준이 0.04ppm으로 현행 우리나라 년평균 기준보다 낮게 설정되어 있으며, 전국 대부분의 지역이 환경기준치를 만족시키고 있는 실정이다.

우리나라는 년평균기준과 일평균 기준만을 설정·운영하고 있으며, 현행 기준치가 외국보다 높게 설정되어 있다. 우리나라의 경우 인구 밀집지역을 제외하고는 1992년 현재 대부분 대도시지역은 년평균 농도가 0.04ppm 또는 그 이하이므로 SO_2 의 년평균기준을 0.03ppm으로 낮추는 것이 타당하다고 판단된다. 일평균치는 대만의 기준치(1991년 5월 개정기준)인 0.1ppm을 초과하는 빈도가 서울에서 지역에 따라 5~15% 정도이므로 LNG와 저황유의 공급을 확대하

<표-1>

각국의 SO₂ 기준치 비교

(단위 : ppm at 25°C)

	1시간	24시간	1년	비 고
WHO 권고치 (guide)	0.13			0.19(10분)
EC 기준치 (limit)		spm > 40µg/m ³ 0.03 spm < 40µg/m ³ 0.046		일평균치의 1년 중앙값
		spm > 60µg/m ³ 0.05 spm < 60µg/m ³ 0.07		겨울철
		spm > 150µg/m ³ 0.96 spm < 150µg/m ³ 0.13		일평균치의 1년 98% 값
	EC 권고치 (guide)		0.038~0.06	0.015~0.023
한 국		0.15	0.05	
미 국		0.14	0.03	0.5(3시간)
일 본	0.1	0.04		
대 만	0.25	0.1	0.03	
말레이시아	0.13			0.19(10분), 0.04(3시간)
호 주			0.02	
뉴질랜드		0.05		0.02(3개월)
캐 나 다	0.17	0.06	0.01	desirable
	0.34	0.11	0.02	acceptable
		0.31	0.02	tolerable

면 일평균치를 0.1ppm 이하로 낮추기는 어렵지 않을 것으로 판단된다. 또한 매시간 측정치의 구간별 빈도를 조사한 결과 WHO의 1시간 권고치 0.13ppm을 초과하는 빈도가 서울지역은 약 10%(년간 860시간)에 달하고 있고, 0.25ppm을 초과하는 빈도는 1% 정도로 나타난다. 따라서 1시간 기준치는 0.13~0.20 ppm 사이의 수치로 정하는 것이 차기 행정목표치로서 적당하다고 판단된다.

(2) 이산화질소(NO₂)

이산화질소(NO₂)는 주로 자동차 배기가스와 산업용 연료의 연소과정에서 배출되는 오염물질로서, WHO는 <표-2>에서와 같이 건강에 유해한 농도의 1시간 기준과 일평균 기준만을 제시하고 있다. 우리나라의 현행 1시간 환경기준은 0.15ppm으로 WHO의 권고치 0.21ppm보다 낮은 수준이며, 년평균 기준(0.05ppm)은 외국의 기준과 비슷하다.

년평균치는 서울 광화문에서의 1992년 평균치가 환경기준(0.05ppm)을 초과했었고, 그 외에는 환경기준을 밑돌고 있으나, 서울의 잠실과 성남시(단대동)에서는 환경기준에 거의 가깝게 증가하고 있는 것으로 나타난다. 일평균치가 WHO의 권고치 0.08ppm을 초과하는 빈도는 서울과 성남시에서 점차 증가하는 추세로 연간 5% 정도에 달하고 있어 일평균치의 환경기준 설정이 필요하다고 인정되었다.

또한, 매시간 측정치의 구간별 빈도를 조사한 결과 WHO의 1시간 권고치 0.21ppm을 초과한 곳은 전혀 없었으며, 현행 기준치 0.15ppm을 초과하는 빈도는 서울과 성남시에서 1991년에 각각 0.1%와 0.6%로 나타났다. 따라서 NO₂의 경우는 년평균과 일평균 기준치는 현행대로 하되 일평균 기준치를 WHO 권고치를 준용하여 설정할 필요가 있다고 판단된다.

(3) 일산화탄소(CO)

<표-2>

각국의 NO₂ 기준치 비교

(단위 : ppm at25°C)

	1시간	24시간	1년	비 고
WHO권고치 (guide)	0.21	0.08		
EC 기준치 권고치			0.11	1시간 평균치의 1년 98%값
			0.027	1시간 평균치의 1년 50%값
			0.072	극한치 1년 98%
한국	0.15		0.05	
미국			0.053	
일본		0.04~0.06		
대만	0.25		0.05	
말레이시아	0.17			
호주	0.16			
뉴질랜드	0.11	0.053		
캐나다		-	0.03	desirable
		0.11	0.05	acceptable
		0.16		tolerable

<표-3>

각국의 CO기준치 비교

(단위 : ppm at25°C)

	1시간	8시간	24시간	비 고
WHO	25	9		84ppm(15분) 50ppm(30분)
EC	-	-	-	8ppm(개월)
한국		20		
미국	35	9		
일본	20	10		
대만	35	9		
말레이시아	30	9		
호주		9		
뉴질랜드	40	10		
캐나다	13	5		desirable
	31	13		acceptable
		17		tolerable

일산화탄소는 외국의 경우에 자동차 배기가스가 주요오염원이나 우리나라에서는 일반가정 난방연료로 연탄을 많이 사용하므로 겨울철에는 연탄과 화석연료(석유)의 불완전연소에 의한 일산화탄소 배출량이 많아져 겨울철에는 여름철보다 4배정도 더 높고, 특히 다른 오염물질과는 달리 야간에도 매우 높은 상태

를 유지하는 것으로 나타났다.

<표-3>은 각국의 현행 CO 환경기준을 비교한 것이다. 8시간 평균 기준치는 대부분의 나라가 WHO의 권고치 9ppm에 유사하게 설정하고 있으나, 우리나라의 현행 8시간 평균 기준치는 20ppm으로 매우 높게 설정되어 있다. 또한 우리나라만 유일하게 월평

<표-4>

각국의 오존(O₃) 기준치 비교

	1 시간	8 시간	1 시간	비 고
WHO	0.075 -0.10	0.05 -0.06		
EC (proposal)	0.09	0.055		0.11(1시간) 식물 피해 기준 0.033(24시간) "
한 국	0.10		0.02	
미 국	0.12			
일 본	0.06			
대 만	0.12	0.06		
말레이시아	0.10	0.06		
호 주	0.12			
뉴질랜드	0.06	0.03		
캐 나 다	0.05 0.08 0.15		0.015	desirable acceptable tolerable

균치의 기준을 설정하고 있고, 대부분의 나라들은 1시간 기준치를 WHO의 권고치 25ppm에 유사하게 정하고 있다. 미국과 대만의 35ppm은 WHO의 1972년도 권고치(WHO, 1972)를 적용하고 있는 것으로 추측된다.

년평균치는 매년 감소하고 있는 것으로 나타나므로 현재와 같이 대도시에서의 연탄사용량의 감소 추세를 유지하는 한, 대도시에서 WHO의 8시간 평균 권고치를 쉽게 달성할 것으로 판단된다. 또한 매시간 측정치의 구간별 빈도를 조사한 결과 WHO의 1시간 권고치(25ppm)를 초과한 경우는 서울의 광화문에서 0.1%(년간 8회)에 불과하였다. 따라서 우리나라의 CO 기준치는 WHO의 권고치에 준용하도록 하고 월 평균치에 대한 기준은 삭제하는 것이 타당하다고 판단된다.

(4) 오존(O₃)

오존(O₃)은 주로 자동차에서 배출되는 탄화수소(hydrocarbon)와 주유소나 페인트공장 등에서 증발하는 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds)이 대기중에서 광화학반응을 하여 생성되는 것으로

일사량이 가장 강해지는 오후 3시경에 농도가 가장 높아지고, 또한 1차 오염물질과는 달리 여름철에 가장 높아지며 일최대치와 최저치의 비가 10배가 넘는 큰 일변화를 한다. 따라서 장기간 기준보다는 단기간의 기준치가 더 효과적이라고 할 수 있다.

<표-4>에서 보면 외국의 경우는 대부분 단기기준만을 설정하고 있고, 우리나라와 캐나다만이 년평균기준을 적용하고 있다. 측정소에서의 매시간 측정치의 구간별 빈도 변화와 8시간 평균치의 구간별 빈도변화를 분석해 본 결과 서울지역에서 1시간 기준치를 초과하는 빈도가 연간 0.1%(86시간) 정도로 나타나고, 8시간 평균치는 0.06ppm을 초과하지 않으며 년평균치도 현행 기준인 0.02ppm에 훨씬 못미치고 있다. 그러나 1989년부터 계속 증가하는 추세에 있어 앞으로 자동차의 운행량의 증가와 함께 지속적으로 악화될 것으로 예상되므로, 8시간 평균의 기준치를 0.06ppm으로 설정하는 것이 좋다고 판단된다.

(5) 부유먼지(Total Suspended Particulates)

부유먼지는 SO₂와 함께 대도시의 스모그를 유발하는 주원인 물질이며, 기관지와 폐 등에 피해를 입히

< 표 - 5 >

각국의 부유먼지 (SPM) 기준치 비교

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	1 시간	24시간	1년	비 고
EC			80 130 250	일평균치의 중앙값 겨울철 일평균치의 98%값
한 국		300	150	총 부유먼지
미 국		150	50	PM 10($10\mu\text{g}$ 이하)
일 본	200	100		PM 10
대 만		125	65	PM 10
말레이시아		150	50	
호 주			90	
뉴질랜드				$60\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7일)
캐 나 다			60	desirable
geometric		120	70	acceptable
mean		400		tolerable

게 된다. 특히 공기역학적으로 직경 $10\mu\text{m}$ 미만의 입자인 PM10은 인간이 호흡할 때 폐의 기관지 또는 폐포부위에 침착되기 쉬운 크기의 입자상물질이므로 인체에 미치는 영향이 더욱 심각한 것으로 알려져 있으며, 대부분의 나라는 <표-5>와 같이 PM10의 환경기준치를 설정하고 있다.

우리나라는 현재 총부유먼지의 기준치를 설정하고 있어 외국의 기준치와 직접 비교하기는 어려우나, 대기중 부유먼지의 크기별 분포가 $0.5\mu\text{m}$ 와 $10\mu\text{m}$ 에 집중되어 있는 점을 감안하면 PM10의 농도는 총부유먼지의 60% 정도가 되는 것으로 짐작된다.

부유먼지의 측정자료를 분석한 결과 EC의 98% 상한치인 $250\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 빈도가 10%~30%로 매우 높은 편이다. 대도시 특히 서울지역에서 심화되고 있는 스모그예방을 위해서 부유먼지의 기준을 강화할 필요가 있으며, 스모그의 원인이 되는 입자크기가 $0.5\mu\text{m}$ 정도이므로 우리나라의 부유먼지 기준도 PM10으로 하고, 일평균기준치를 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$, 년평균 기준치를 $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 하는 것이 타당하다고 판단된다.

(6) 탄화수소(HC)

대기중 탄화수소에 의한 인체영향은 없는 것으로 알려져 있으므로 쿠웨이트와 우리나라외에는 환경기준의 대상으로 삼지 않는다. 우리나라는 총탄화수소(Total Hydrocarbon)의 기준을 설정하고 있으나, 실제로 자동차에서 배출되는 Non-Methane 탄화수소를 측정하여야 할 것이다.

우리나라에서도 탄화수소는 환경기준에서 삭제하는 것이 타당하다고 판단되고, 앞으로는 O_3 의 발생원인으로 주목되고 있는 VOC(Volatile organic compounds) 새로운 측정항목으로 추가되어야 할 것으로 판단된다.

(7) 납(Pb)

대기중의 납 성분의 허용농도는 WHO의 권고치가 년평균 $0.5-1.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고, EC는 년평균 $2.0\mu\text{g}/\text{m}^3$, 미국과 우리나라는 3개월 평균 기준치 $1.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 설정하고 있다. 대기중의 납 성분은 주로 유연휘발유에서 배출되는 것으로 우리나라에서는 1993년부터 무연휘발유만을 사용하고 있어 납의 농도는 매우 낮게 나타난다. 납은 1990년에 환경기준에 첨가되었으므로 현행 기준으로 유지하거나 또는 추후에 기준 대

<표-6>

대기환경기준개정(안)

		현	행	개	정(안)
야황산가스(SO ₂)		- 연간 평균치 0.05ppm이하 - 24시간 평균치 0.15ppm이하		- 연간 평균치 0.03ppm이하 - 24시간 평균치 0.14ppm이하 - 1시간 평균치 0.25ppm이하	
먼 지	총 먼 지 (TSP)	- 연간 평균치 150µg/m ³ 이하 - 24시간 평균치 300µg/m ³ 이하		- 연간 평균치 150µg/m ³ - 24시간 평균치 300µg/m ³ 이하	
	미 세 먼 지 (PM-10)	-		- 연간 평균치 80µg/m ³ 이하 - 24시간 평균치 150µg/m ³ 이하	
오 존(O ₃)		- 연간 평균치 0.02ppm이하 - 1시간 평균치 0.10ppm이하		- 8시간 평균치 0.06ppm이하 - 1시간 평균치 0.10ppm이하	
이산화질소(NO ₂)		- 연간 평균치 0.05ppm이하 - 1시간 평균치 0.15ppm이하		- 연간 평균치 0.05ppm이하 - 24시간 평균치 0.08ppm이하 - 1시간 평균치 0.15ppm이하	
일산화탄소(CO)		- 1개월 평균치 8ppm이하 - 8시간 평균치 20ppm이하		- 8시간 평균치 9ppm이하 - 1시간 평균치 25ppm이하	
납(Pb)		- 3개월 평균치 1.5µg/m ³		- 3개월 평균치 1.5µg/m ³ 이하	
탄화수소		- 연간 평균치 3ppm이하 - 1시간 평균치 10ppm이하		-	

상에서 제외하여도 무방할 것으로 판단된다.

5. 대기환경기준 개정안

위에서 고찰한 현행 우리나라 환경기준과 외국 기준치와의 비교 및 우리나라 대기오염 실태를 종합하여 차기 행정 목표로서의 대기환경기준을 <표-6>와 같이 제시하였다.

SO₂는 년평균치와 일평균치의 기준을 외국의 수준으로 강화하고, 1시간 기준치를 우리나라 실정을 감안하여 WHO 권고치보다 조금 높게 추가하였다. NO₂는 현행의 1시간 평균 기준과 년평균 기준이 외국의 기준보다 낮거나 유사하므로 현행기준을 유지하고, 현행 기준에 없는 일평균 기준치를 WHO 권고치와 같게 추가하였다.

CO는 단기 폭로량이 건강에 영향을 미치므로 월평균 기준을 삭제하고 현행 8시간 평균 기준치를 강화하고, 1시간 평균 기준을 추가하였다. 오존(O₃)의 경우도 단기간에 농도 변화가 극심하므로 환경기준을 삭제하고, 대신 8시간 기준을 추가하였다.

부유먼지는 총부유먼지에 대한 기준을 건강영향이 지대한 PM10에 대한 기준으로 바꾸고, 대도시에서의 극심한 스모그 발생을 저감하는 차원에서 많이 강화하였다. 납은 거의 모두가 자동차연료에서 배출되므로 현대와 같이 무연휘발유만을 사용하는 한 문제가 없을 것으로 판단되나, 현행기준이 설정된지 2년 밖에 안되었으므로 당분간 현행 기준을 그대로 두도록 하였다.

총탄화수소는(THC) 건강에 유해한 기준치가 없으므로 환경기준 대상물질에서 삭제하도록 하였다. ♣