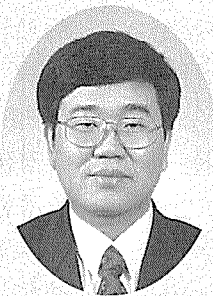


2000년 이후 환경정책방향 및 전망



고 윤 화
〈 환경부 대기정책과장 〉

1. 들어가는 글

지난 10여년간 아황산가스(SO₂), 먼지를 비롯한 일부 대기오염물질의 대기중 농도는 괄목할만한 수준으로 개선되었다. 그러나 오존(O₃) 등 일부 항목은 오염도가 오히려 증가되고 있으며, 시정장애현상이 심화되어 국민들이 느끼는 체감오염도는 날로 증가하고 있는 실정이다.

SO₂, 먼지 등 오염물질의 발생원은 주로 발전소, 산업시설, 난방시설 등 고정오염원(Stationary Source)으로서 그동안 청정연료보급정책의 추진에 따라 사용연료가 고탄유에서 저황유 또는 청정연료로 대체되어 감에 따라 오염도가 대폭 감소하였다. 그러나 최근 자동차가 폭발적으로 증가하면서 질소산화물(NOx) 및 휘발성유기화합물질(Volatile Organic Compounds), 그리고 미세먼지(PM10)의 배출량이 대폭 증가하여 도시지역의 O₃ 오염과 시정장애문제를 심화시키고 있다. 이와 함께 새로운 합성화합물질의 사용 증가 등에 따라 발암물질 등

인체에 유해한 미량의 유해화합물질의 대기중 농도가 증가하고 있으며, 이들 물질에 대한 관심이 점차 고조되고 있다.

이와 같이 우리나라의 대기오염현상은 저급연료의 사용에 기인하는 후진국 또는 개도국형에서, 자동차와 화학물질의 사용에 기인하는 선진국형으로 변화되어 가고 있다. 이처럼 점차 복잡 다양화되어 가고 있는 대기오염 문제의 해결을 위해서는 지금까지 추진하여 왔던 대기보전정책의 틀을 손질해야 할 필요성이 있다. 이에 따라 정부에서는 각계각층의 전문가의 의견을 수렴하여 금년 중에 새로운 정책방향을 정립할 계획이며, 현재 방침이 확정되지 않아 그 세부사항을 논할 수는 없지만 개략적인 정책의 틀을 살펴보고자 한다.

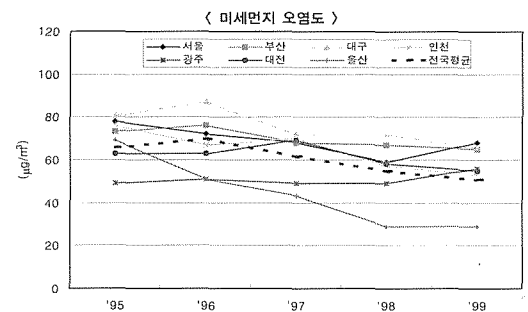
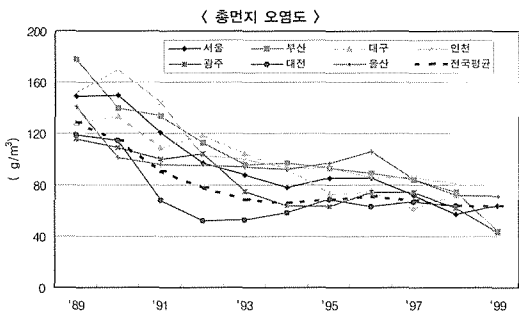
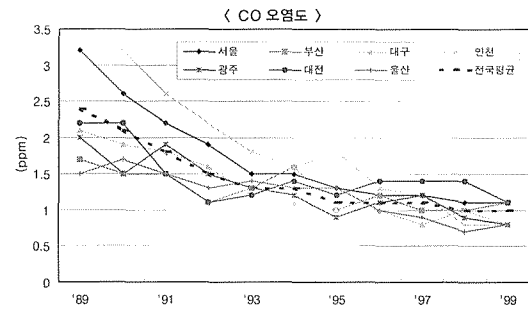
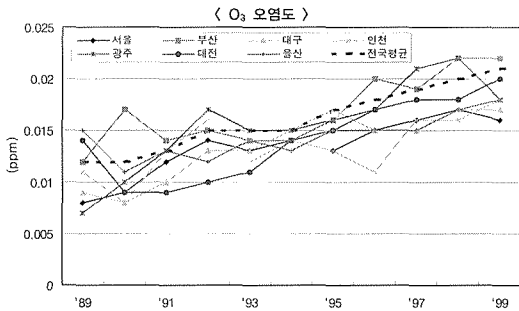
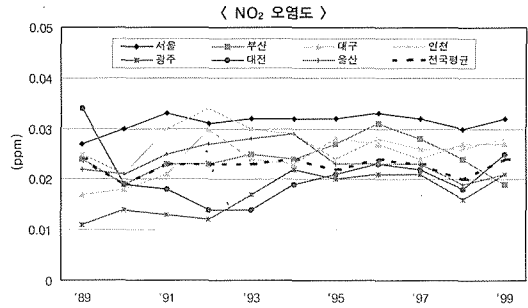
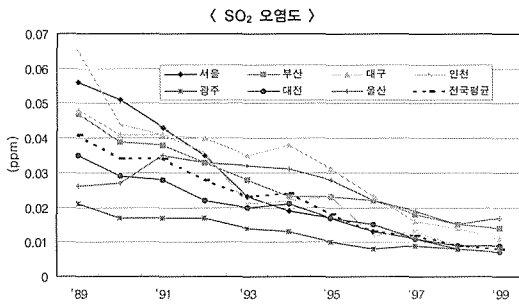
2. 대기오염실태

우리 나라 대도시의 대기질은 과거 10여년에 걸쳐 많

은 변화가 있었다. <그림 1>에서 보는 바와 같이 SO₂, 일산화탄소(CO), 먼지 등의 오염도는 크게 감소하였으며, 광역시급 이상도시의 연평균오염도는 환경기준이하로

감소되었다. 반면 O₃오염도는 계속 증가추세에 있으며, NO₂의 경우에도 기준이내이기는 하지만 약간 증가하고 있는 추세에 있다.

<그림 1> 대도시의 연평균 대기오염도 추세



3. 그간의 대기보전을 위한 노력 및 성과

'80년대에서 '90년대 초반 도시지역의 대기문제는 주로 SO₂와 먼지에 집중되었다. 이에 따라 정부에서는 중

유, 경유 등 액체연료에 함유된 황함량을 낮추는데 총력을 기울였으며, '81년에 서울지역에 황함량이 각각 1.6%(당초 4%), 0.4%(당초 1%)인 중유와 경유를 공급하기 시작한 이래, 공급지역을 다른 도시지역으로 확대하

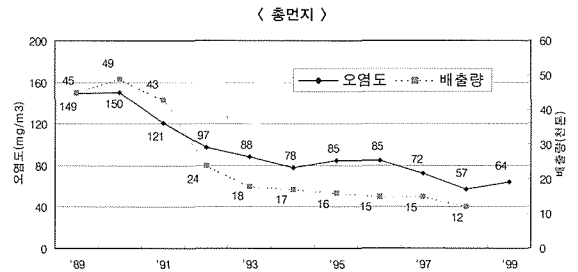
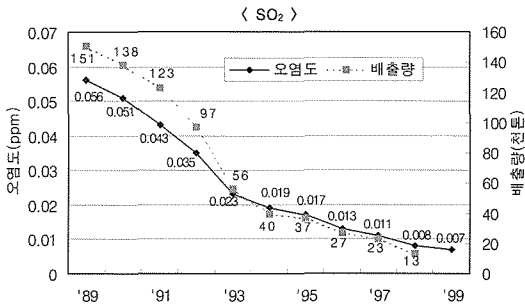
고 황함량기준도 계속 강화하여 현재 서울 등 59개 시·군에서 황함량이 0.5%인 중유를 사용하고, 나머지 76개 시·군은 1.0%를 사용하고 있다. 자동차용 경유의 경우에는 현재 전국적으로 황함량기준이 0.05%이며, 보일러 등유는 0.1%이다.

저황유 공급과 아울러 '88년부터 서울시의 2톤이상 업무용보일러 및 인천화력발전소에 천연가스 등 청정연료의 사용을 의무화하였으며, 공급대상시설과 공급지역

을 계속 확대하여 현재는 총 54개시지역의 업무용보일러 및 공동주택, 그리고 수도권지역 등의 일부 발전소에서 청정연료를 사용하고 있다.

이와 같은 저황유 및 청정연료의 공급확대에 따라 도시지역의 SO₂ 및 먼지오염도는 획기적으로 개선되었다. <그림 2>는 서울지역의 SO₂ 및 총먼지(TSP) 오염도와 배출량과의 관계를 보여 주고 있으며, 저황유 및 청정연료의 공급시책의 효과를 한눈에 알아 볼 수 있다.

<그림 2> 대기오염도와 배출량변화 비교(서울시)



4. 향후 대기오염전망

앞으로 도시지역의 대기질이 어떻게 변화될 것인지를 예측하는 것은 쉽지 않다. SO₂와 같이 배출량과 오염도의 상관관계가 큰 오염물질의 경우에는 에너지사용량 예측자료를 가지고 오염도를 비교적 정확하게 예측할 수 있지만, O₃과 같은 2차오염물질(Secondary Pollutant)은 그 전구물질(Precursor)의 대기중 반응메커니즘의 복잡성 때문에 컴퓨터 시뮬레이션을 해 보기 전에는 정확한 예측이 쉽지 않다. 따라서 정확하지는 않지만 지금까지의 오염도 변화추세와 향후 에너지사용량 예측자료를 이용하여 개략적으로 장래의 대기오염에 대한 전망을 해 보고자 한다.

에너지경제연구원의 에너지수요전망 자료에 의하면 <표 1>에서 보는 바와 같이 1차에너지소비비는 '97년 180.6백만TOE에서 2010년에는 287.5백만TOE로 약

60% 증가할 것으로 전망된다. 1차에너지중 대기오염에 직접적인 영향을 미치지 않는 수력과 원자력부분의 소비량을 제외한 소비량은 '97년 160백만TOE에서 2010년에는 234백만TOE로 46%가 증가할 것으로 전망된다 (<표 2> 참조).

<표 1> 주요에너지경제지표

(단위 : 백만TOE, TOE/백만원 (90년 기준), TOE/인)

구분	1997	2001	2006	2010	2020
총에너지수요	180.6	220.7	260.2	287.5	348.2
- 수력·원자력 제외	160.0	192.1	223.4	234.0	287.9
최종에너지수요	146.0	175.6	206.9	229.2	277.3
에너지/GDP	0.62	0.58	0.53	0.47	0.38
1인당에너지소비	4.00	4.69	5.36	5.79	6.89

〈표 2〉 1차에너지수요전망

	1997	2001	2006	2010	2020
합 계 (백만TOE)	180.6 (100.0)	220.9 (122.3)	260.2 (144.1)	287.5 (159.2)	348.2 (192.8)
○ 석 유(백만BBL)	793.9 (100.0)	858.2 (108.1)	954.6 (120.2)	1,031.0 (129.9)	1,207.6 (152.1)
- 유류(백만BBL)	722.3 (100.0)	779.8 (107.8)	870.9 (120.4)	944.2 (130.5)	1,119.2 (154.7)
- LPG(백만BBL)	71.6 (100.0)	78.4 (109.5)	83.6 (116.8)	86.7 (121.1)	88.4 (123.5)
○ LNG(백 만 톤)	11.4 (100.0)	19.8 (173.7)	23.1 (202.6)	26.8 (235.1)	36.3 (318.4)
○ 석 탄(백 만 톤)	53.9 (100.0)	67.1 (124.5)	83.9 (155.7)	82.5 (153.1)	93.9 (174.2)
- 유 연 탄	49.7 (100.0)	63.3 (127.4)	80.8 (162.6)	80.1 (161.2)	91.5 (184.1)
- 무 연 탄	4.2 (100.0)	3.7 (88.0)	3.1 (73.8)	2.4 (57.1)	2.4 (57.1)
○ 수 력(T W H)	5.4 (100.0)	6.0 (111.1)	7.0 (129.6)	7.0 (129.6)	7.2 (133.3)
○ 원자력(T W H)	77.1 (100.0)	108.3 (140.5)	140.2 (181.8)	186.2 (241.5)	234.1 (303.6)
○ 신재생(백만TOE)	1.3 (100.0)	2.4 (184.6)	4.3 (330.8)	5.2 (400.0)	8.5 (653.8)

이와 같은 에너지소비전망을 토대로 별도의 대책이 없다는 가정하에 장래의 대기오염도를 예측해 보면 다음과 같다.

- SO₂의 경우 전국의 연평균오염도가 '97년 0.012ppm에서 2010년에는 대략 0.018ppm이 될 것으로 전망됨. 그러나 중국의 산업발전에 따라 장거리이동에 의한 오염물질의 유입량이 증가될 것을 감안하면 대략 0.020ppm 정도에 이를 것으로 전망됨. 지역에 따라서는 연평균기준(0.03ppm)을 초과하는

곳도 있을 것으로 예상(기준을 0.015ppm으로 강화 시에는 대부분의 도시가 기준을 초과)

- PM10의 경우 전국의 연평균오염도가 '97년 62 μ g/m³에서 2010년에는 대략 90 μ g/m³으로 대부분의 도시가 환경기준 80 μ g/m³을 초과할 것으로 전망됨
- NO₂의 경우 전국의 연평균오염도가 '97년 0.023ppm에서 0.035ppm 정도로 증가할 것으로 전망되며, 교통량이 많은 일부 도시는 연평균기준을 초과할 것으로 전망됨
- CO의 경우 전국의 연평균오염도가 '97년 1.1ppm에서 2010년에는 대략 1.6ppm정도로 증가하나 환경기준(9ppm)을 달성하는데 큰 문제는 없을 것으로 전망됨. 그러나 자동차 통행량이 많은 도로변지역에서는 기준을 초과하는 경우가 대폭 증가할 것으로 전망됨
- O₃의 경우 전국의 연평균오염도가 '97년 0.019ppm에서 2010년에는 0.03ppm 정도로 증가하고 단기 기준(1시간치 0.1ppm) 초과율도 대폭 증가할 것으로 전망됨

5. 대기보전 정책방향

향후 대기보전에 있어 가장 중요한 것은 대기중 SO₂, PM10의 오염도 감소추세를 계속 유지하면서 동시에 NO₂, O₃문제를 해결하는 것이다. 이를 위해 기존의 저황유 및 청정연료 보급정책은 발전적으로 보완하고, 최근 문제가 되고 있는 O₃문제 등을 해결하기 위하여 자동차 등 각종 배출원에서 배출되는 NO_x와 VOC를 줄이는데 중점을 둘 계획이다. 또 지금까지 관리가 소홀하였던 특정대기유해물질(HAPs)에 대해서도 관리대상물질을 확대 지정하고 관리방안을 마련하는 등 관리체계를 확립할 계획이다. 그리고 우리의 생활환경을 저해하는 생활악취 및 비산먼지 등의 문제에 대해서도 중점관리사업장을 지정관리하는 등 관리를 강화할 것이다.

이와 같은 정책적 기초 아래 세부적인 대책을 마련하

여 추진해 나갈 계획이며, 여기서는 지면관계상 석유사업과 관련된 시책의 방향에 대해서만 중점적으로 짚어 보고자 한다.

가. 저황유 및 청정연료 보급정책의 발전적 보완

앞의 대기오염도 현황분석에서 보듯이 그동안 도시지역의 대기질, 특히 SO₂ 및 먼지 오염도는 저황유 및 청정연료의 확대 보급에 따라 괄목할만한 정도로 개선된 것이 사실이다. 그러나 별도의 대책이 없을 경우 이들 오염물질은 2010년이 되기 이전에 기준을 초과하는 도시가 다시 나타날 것으로 전망된다. 또한 이들 오염물질에 대한 우리 나라의 환경기준은 아직 선진국 또는 세계보건기구(WHO)에서 정하고 있는 수준에 못 미치고 있어 환경부에서는 현재 기준을 강화하는 안을 만들어 놓고 있다. 따라서 SO₂ 및 먼지 오염도 개선추세를 유지하고 새로이 강화되는 환경기준을 만족하기 위해서는 저황유 및 청정연료의 보급 확대는 필연적인 것으로 생각된다.

그동안 저황유 및 청정연료 사용에 관하여는 그 대기질 개선효과에도 불구하고 규제방법에 대하여 많은 지적이 있어왔다. 이는 특정한 시설에는 정해진 연료 이외에는 사용하지 못하게 하는 것은 연료사용자의 연료선택권을 박탈하는 것으로 지나친 규제이고 배출농도규제를 동시에 실시하는 것은 이중규제라는 지적이다. 이에 따라 환경부에서는 이를 개선하기 위하여 발전시설 등 대형시설에 대하여는 저황유 사용의무제도를 폐지하고 배출농도규제로 규제를 단일화하기로 방침을 정하고, '99년 6월 「청정연료등의사용에관한고시」를 개정하여 우선 발전시설에 대하여 저황유 사용의무화 제도를 폐지하였다. 앞으로 발전시설이외의 대형시설에 대해서도 저황유 사용의무화제도를 폐지하고 배출농도만으로 규제를 실시할 계획이다. 그러나 일정규모 미만의 중소형 시설의 경우에는 비현실적이고 비경제적일뿐더러 개별 배출원의 관리에 많은 행정비용을 수반한다. 따라서 이

들 시설에 대해서는 현재와 같이 저황유 사용의무화정책을 계속 유지할 계획이다. 다만, 이들 시설에 대해서는 배출농도규제를 폐지하여 이중규제문제를 해결할 생각이다.

한편 LNG 등 청정연료의 사용의무화는 저황유 문제와는 다른 시각에서 바라 볼 필요가 있다. 현재 청정연료 사용시설의 경우에는 배출시설에서 제외되어 있으며, 이들 시설은 배출시설 설치신고를 하지 않아도 되고 배출농도규제도 받지 않는다. 따라서 이들 시설에 청정연료를 사용하게 하는 것은 지나친 규제라고 볼 수 있을지는 모르나, 이중규제라는 지적은 옳지 않다. 그동안 청정연료의 사용의무화제도는 저황유 사용의무화와 함께 도시지역의 대기질 개선에 결정적인 역할을 하였음은 부인할 수 없는 사실이다. 만일 이러한 제도를 실시하지 않았다면 과연 SO₂ 및 먼지 오염도를 현재의 정도로 개선할 수 있었겠느냐 하는 것이다. 아마 불가능하였을 것이다. 청정연료의 보급이 없었다면 아직도 도시지역의 SO₂ 및 먼지농도는 환경기준을 초과하고 있을 것이라고 생각한다. 왜냐하면 청정연료는 SO₂와 먼지를 거의 배출하지 않기 때문에 그만큼 효과도 컸던 것이다. 만일 배출농도로 규제하였다면 어느 사업자가 자발적으로 저황유대신 청정연료를 하였겠는가. 청정연료의 경우, 중유 등 다른 연료와의 상대가격이 현저하게 비싼 현실에서 말이다. 그럼에도 청정연료의 사용의무화정책이 비난의 대상이 되는 것은 환경기준을 달성하고 있는 현실점에서 볼 때 지나친 규제인 것처럼 보일 수 있다는 점이다. 이는 이러한 시책이 있기에 SO₂ 및 먼지 기준을 달성하였고, 또 이를 유지하고 있다는 사실을 잊고 있는데 기인한 것으로 생각한다.

우리나라의 1차에너지 소비중 청정연료가 차지하는 비중은 '97년 현재 9.5%로 선진국의 15~40%에 비하여 현저하게 낮다. 반면 석유류의 비중은 58.8%로 그 의존도가 지나치게 높다. 이는 에너지 안보차원에서 바람직하지 않다. 또한 LNG는 저탄소형 에너지원으로 기후변화협약대책차원에서 CO₂의 배출량을 줄이는데 크게

기여할 수 있다. 따라서 에너지원의 다변화 및 CO₂배출량의 저감 차원에서 청정연료의 사용은 더욱 확대되어야 한다. 청정연료의 사용을 확대하는 방법은 두 가지가 있다. 그중 하나는 지금과 같이 특정한 시설에 대하여 청정연료의 사용을 의무화하는 것이고, 또 다른 하나는 청정연료의 가격을 다른 연료와 경쟁적인 가격으로 공급해 주는 것이다. 현재 LNG가격은 중유, 등유 등 다른 연료에 비하여 상대적으로 가격이 비싸다. 이는 LNG에 대해서는 특별소비세를 부과하면서 중유 등에 대해서는 특별소비세를 부과하지 않는 등 오염물질의 배출에 따른 사회적 피해비용이 내재화(internalization)되어 있지 않기 때문이다. 따라서 에너지체제의 합리적인 개선이 전제되지 않는 한 청정연료의 사용의무화정책은 지금과 같이 유지할 수밖에 없다.

다만, 한가지 강조하고 싶은 것은 청정연료 등의 보급을 확대함에 있어서는 공급대상지역에 대한 오염도 추세 및 오염물질 배출량 자료 등을 이용하여 과학적이고 합리적인 보급 확대방안을 마련하여야 할 것으로 판단된다. 그동안 청정연료 등의 사용을 의무화하면서 오염도자료 등을 토대로 그 공급대상지역과 대상시설을 결정하였으나, 축적된 자료의 부족으로 미흡했던 점을 솔직히 시인하지 않을 수 없다. 그러나 앞으로는 오염도자료는 물론 지역별 배출량에 관한 자료 등 충분한 과학적인 자료를 토대로 합리적으로 공급대상지역 등을 결정할 계획이다.

이와 관련하여 현재 서울, 부산 등 14개 도시의 경우 2001년 7월부터 황함량이 0.3%인 초저황유를 공급할 계획을 가지고 있으나, 현실점에서 다시 면밀한 검토를 거쳐 공급지역과 대상시설을 조정할 계획이다. 또 청정연료도 현재 2001년까지의 공급계획만 수립되어 있으나, 저황유공급계획 등과 연계하여 중장기적인 공급계획을 수립할 계획이다.

나. 자동차 연료유 품질의 개선

대기중에 배출되는 오염물질중 자동차 배출가스의 비중은 점점 증가하고 있으며, 서울의 경우 자동차배출가스의 비중은 총 배출량의 85%를 상회하고 있다. 따라서 정부에서는 제작차에 대한 배출허용기준을 선진국 수준으로 계속 강화해 나가는 한편, 운행차에 대한 정기검사를 강화하는 등 다각도로 대책을 추진하고 있으나, 이러한 시책만으로는 효과를 충분히 거둘 수 없다. 제작차 기준을 지키기 위해서는 자동차만 잘 만들어서 되는 일이 아니라 연료유의 품질이 뒷받침되어야 한다. 왜냐하면 자동차연료의 성상 및 품질에 따라 배출되는 오염물질의 성분과 양이 달라지기 때문이다.

특히 최근 문제가 되고 있는 대도시의 O₃오염은 VOC와 직접 관계가 있고, VOC는 개별 성분이 오존생성에 미치는 정도가 각각 달라 그 총량도 문제지만 반응성이 높은 물질의 양을 줄이려는 노력도 매우 중요하다. 총 VOC 배출량중 약 절반은 자동차에서 배출되기 때문에 자동차 연료유의 품질관리는 아주 중요하다. O₃의 생성과 관련하여 특히 올레핀(olefins)은 반응성이 높기 때문에 휘발유중 올레핀의 함량을 줄여주어야 하는데, 현재 23%미만인 올레핀 함량기준을 단계적으로 최대한 낮출 계획이다.

또 자동차용 휘발유는 벤젠을 1개이상 가지고 있는 방향족 화합물질(aromatic compounds)을 함유하고 있다. 방향족 화합물질은 엔진퇴적물을 증가시키고, 탄화수소(HC), NO_x, CO₂ 등 오염물질의 배출량을 증가시킨다. 따라서 우리 나라에서도 금년부터 방향족 화합물질 함량을 35%미만으로 규제하고 있는데 앞으로 O₃문제가 심화될 것이 예상됨에 따라 기준의 강화는 불가피한 것으로 생각된다. 그리고 방향족 화합물질이 많아질수록 배기가스중 벤젠농도도 증가한다. 벤젠은 발암성이 매우 높은 물질로 대부분의 선진국들은 이를 엄격히 규제하고 있으며, 우리 나라도 현재 벤젠함량을 2%미만으로 규제하고 있으나 앞으로 선진국들과 같이 1% 또는 그 미만으로 규제해야 할 필요성이 있다.

휘발유에 함유된 물질중 또 한가지 중요한 물질은 황

(sulfur) 함량이다. 황은 휘발유차량에 부착된 삼원촉매 장치의 제거효율을 감소시켜 배출가스중 오염물질의 양을 증가시킨다. 또 황은 앞으로 수년내에 부착이 의무화 될 것으로 예상되는 배출가스 자가진단장치(on-board diagnostic system)에 영향을 미쳐 오작동의 원인을 제거할 수 있다. 그리고 앞으로 기후변화협약대책 차원에서 CO₂배출량을 줄여야 하는데, 이를 위해서는 린번기술(lean-burn technology)의 채택이 불가피하다. 이 경우 NO_x가 증가하기 때문에 탈질촉매를 사용하여야 하는데 황이 많이 함유된 휘발유를 사용하면 촉매독 때문에 NO_x 배출기준을 지킬 수가 없다. 따라서 황함량을 적어도 30~50ppm 미만으로 유지하여야 하는데, 현재 황함량 기준이 200ppm인 점을 감안할 때 이를 달성하기 위해서는 많은 노력이 필요할 것으로 생각된다.

휘발유의 특성중 또 한가지 중요하게 다루어져야 할 항목은 증기압이다. 증기압의 높고 낮음에 따라서 주유시나 휘발유탱크 등에서 증발되는 휘발유의 양에 차이가 있다. 증기압은 특히 기온이 높은 하절기에 문제가 되는데, 우리 나라의 경우 휘발유의 증기압기준은 82kPa미만으로 되어 있다. 그러나 이 기준은 하절기의 O₃문제를 적극 대처하기에는 매우 미흡한 수준이다. 따라서 O₃이 문제가 되고 있는 나라에서와 같이 60kPa 또는 그 미만으로 기준을 조정할 필요가 있다.

경유자동차의 경우에도 연료의 특성은 자동차배출가에 많은 영향을 미친다. 이중 세탄지수는 질소산화물의 배출에 영향을 미친다. 현재 세탄지수에 대한 기준은 45이상으로 되어 있으나, 이를 선진국 수준인 50 또는 52이상으로 강화할 계획이다. 또 밀도, 윤활성, 다고리 방향족함량 등에 대해서도 기준을 신설하고, 휘발유에서와 같이 NO_x의 제거를 위한 후처리장치의 부착이 가능하도록 현재 0.05%미만으로 되어 있는 황함량 기준을 단계적으로 30 또는 50ppm수준으로 강화해 나갈 계획이다.

6. 나가는 글

이상과 같이 우리 나라의 대기오염실태와 향후 전망, 그리고 석유업계와 관련된 앞으로의 정책방향에 대해 살펴보았다. 이를 간단히 요약해 보면 다음과 같다.

- 우리 나라의 도시 대기중 SO₂, 먼지, CO 등의 오염도는 저황유 및 청정연료의 보급 확대에 따라 획기적으로 개선되었다. 반면 O₃ 오염도는 자동차 등에서 배출되는 NO_x 및 VOC의 증가에 따라 계속 증가하고 있으며, NO₂의 경우에도 다소 증가하는 추세이다.
- 향후 2010년의 대기질을 예측해 보면 에너지소비량의 지속적인 증가로 SO₂를 비롯한 모든 오염물질의 오염도가 현재보다 약 40~50% 정도 증가할 것으로 전망된다. 따라서 별도의 대책이 없을 시에는 현재 환경기준을 달성하고 있는 SO₂, PM10 등도 기준초과지역이 발생하고, 최근 문제가 되고 있는 O₃ 오염 등도 점차 심화될 것으로 예상된다.
- 현재 2001년 7월부터 서울 등 14개지역에 황함량이 0.3%이하(현재는 0.5%)인 중유를 공급할 계획이나, 현재 및 장래의 오염도를 감안하여 공급지역을 합리적으로 조정할 계획이며, 청정연료의 보급도 지속적으로 확대해 나갈 계획이다.
- 또 날로 증가하고 있는 자동차에 기인한 오염물질을 줄이기 위하여 제작차에 대한 배출허용기준을 계속 강화하고, 이를 뒷받침하기 위하여 휘발유와 경유의 품질을 개선하기 위한 다각적인 노력을 기울여야 할 것으로 생각된다.

끝으로 대기보전정책의 수립·시행에 있어 석유업계의 능동적인 참여는 필연적이다. 지금까지 석유업계는 정부의 대기보전정책의 추진과정에서 많은 기여를 해온 것이 사실이다. 앞으로도 석유업계의 적극적인 참여와 협조를 부탁드리면서 부족한 글을 맺고자 한다. ☺