



## 健康과 大氣汚染

Air pollution and Human Health

李 金 洙 \*  
Lee, Keum Soo

대기오염은 건강에 어떤 영향을 가져오는가? 는 지금까지 많은 연구는 되었으나 명확한 결론에 도달한 것은 없다.

이것은 문제해결이 그만큼 난제가 많기 때문이다. 그렇다고 하더라도 대기오염이 인간건강에 미치는 영향에 대한 확고한 인식없이 환경개선이 중요성을 이해하지 못하게 된다. 따라서 대기오염문제를 깊이 오랜 기간 연구하여 온 미국 California주 환경보호청 대기자원이 대기오염과 건강이라는 논제를 명쾌하게 과학적으로 근거하여 용이하게 설명한 것을 소개하며 대기오염을 왜 규제하지않으면 안되는가를 주민에게 주지시키는 Service는 우리나라 환경행정도에 교훈이 되리라고 본다.

그 중 충격적인 것은 California 남부지방에 젊은 사망자의 배경에 Data를 집적한 Ozone에 의한 폐의 손상을 특이하게 다룬 것이다.

또한 건강기준결정에 있어서 준거해야 할 연구로서 역학과 동물실험의 쌍방을 중시해야 하는 것은 잘 알려진 사실이나 오염물질의 기준치에 대해서도 그것이 어떤 Data에 의하여 어떤 외도하에 설정했는가를 명쾌하게 설명하고 있는 것이 특징이다.

예를 들어보면 CO에서는 심장병 환자의 운동에 의한 흉부통을 또한 SO<sub>2</sub>에서는 천식환자의 운동에 의한 호흡곤란을 지표로 하고 있다.

한편, 대기질 기준에 의한 고찰로서 오염물질을 한없이 Zero로 하는 입장을 취한것이 아

니고 역으로 어느 정도이면 건강에 미치는 악영향 없이 허용이 가능할까 하는 현실적 입장에 근거하고 있다. 기준은 허용농도와 폭로지속시간을 명시하고 있지만 그 양식을 주목할 필요가 있다.

오염물질과 건강에 관련된 과제는 미지의 분야도 많지만 큰 줄기로서는 대기오염의 독성학적 영향은 확립되어 있다고 보아야 할 것이다.

그것을 100% 해명되어 있지 않다는 이유로 전면적 부정하는 것은 중정한 태도는 아닐 것이다. 이런 관계를 명확히 해명한 미국 California주 환경보호청 대기자원에서 작성한 자료를 아래와 같이 소개하고자 한다.

### 개설

대기오염은 주내의 각 도시의 수백만 California인에 있어서 일상생활의 일부로 되어 있습니다. 여기에 사는 주민은 건강한 성인까지도 구토와 두통, 현기증, 숨참등의 원인이 되는 수준의 대기오염에 일률적으로 폭로되어 있습니다.

California주는 자동차 및 산업시설에 대한 최첨단의 배출기준을 포함, 세계에서 제일 엄격한 대기오염 Control Program을 시행하고 있으면서도 미국에서 최고의 대기오염 Level을 갖고 있습니다. 이러한 엄한 기준의 성과로서 South Cost Air Basun에 있어서는 과거 15년간 건강에 나쁜 Ozone 혹은 도시 Smog를 반으로 줄일수 있었습니다. 그런데도 이지방의 대기질은 미국내에 제일 나쁜 수준을 지속하고

\*大氣管理 技術士.(株) 이 엔씨 技術研究所會長

있습니다. 기타의 도시에 있어서도 대기자원국의 Program은 California주를 미국내에서 생활하는데 가장 인기있는 곳으로 하는 성장에 보조를 맞추고 있습니다.

대기오염은 시정을 악화시킵니다만 그것을 규제하는 가장 중요한 이유는 그로인한 건강문제입니다. 고오염수준과 그것에 폭로되는 다수의 인구와의 독특한 조합에 의해서 California 주내의 Smog에 의한 건강으로의 위협의 잠재성은 다른 49주의 합계보다 큽니다.

대기오염이 개인에 미치는 영향은 사람에 따라 차이가 있지만 일부의 사람은 중증의 건강손상을 받습니다.

이들 사람들에게는 호흡기관이 아직 발육중의 유아, 심장 및 호흡기질환을 앓고 있는 사람, 활발한 운동을 하는 건강한 성인이 포함됩니다. 이들은 꽤나 많은 수이며, 어떤 추계에 의하면 5인중 1인이상이라고도 합니다.

이것은 San Francisco Bay Area의 인구수에 상당합니다. 일부의 도시에 있어서는 Ozone Level이 극히 높아 건강에 대한 조언이나 하계 기간내에 있어서 경보를 내는 계기도 합니다. 이와 같은 수준에 달할때는 건강한 성인이나 아동에 대하여 축구나 장거리 달리기와 같은 심한 육외운동을 피하든가 계획을 변경하도록 권고되어집니다.

건강을 지키기 위해서는 대기자원국은 유해한 오염물질수준을 입증한 연구를 기초하여 대기질기준을 설정하였습니다.

California주의 대기질기준은 미국내 지역에 대한 EPA의 것보다 엄하게 되어 있습니다. 실제적으로 본주의 건강한 대기의 정의는 국가에서 사용하는 것보다 오염 물질의 저수준에 준거하고 있습니다. 또한 본 주에서는 다른 장소에 보지 못하는 오염문제에 대응하지 않으면 안되기 때문에 연방에는 없는 몇가지 기준을 적용하고 있습니다.

이런 독특한 기준의 적용은 이전에 연구에서 시사된 것보다 낮은 수준으로서 보다 더 유해한 것과의 오염물질(특히 도시 Smog 혹은 Oz-

one)에 대하여 최근의 연구결과를 반영할 것입니다.

이들의 연구는 고오염 수준을 급성의 건강장애를 가져오고 또 저농도의 만성폭로는 전생애에 걸쳐 영구적 건강손실의 원인이 된다는 것을 나타냅니다.

## 1. 대기자원국의 연구

대기자원국의 연구는 다음과 같은 대기오염의 건강영향을 확인하고 있습니다.

- 1) 심장 혈관계 및 호흡기관의 질환을 증오한다.
- 2) 산소를 넣기 위하여 심장 및 폐의 활동을 강제시켜 심장혈관에 Stress를 준다.
- 3) 폐의 자연적 가령을 빨리하여 폐용적의 손실을 가속한다.
- 4) 호흡기관 System의 기도의 세포의 손상을 준다.
- 5) 경도의 자극증상의 소실후에도 폐의 손상을 준다.
- 6) 기관지염, 폐기종 암을 포함하는 질환에 진행에 기여한다.

## 2. 대기질기준

대기기준은 California주의 대기정화의 목표입니다. California주의 대기질기준은 본 주의 건강한 대기의 정의입니다. 실제 있어서 그 기준은 어떤물질이 유해작용 없이 어느 정도의 양이 존재하는 가를 나타내고 있습니다. 대부분의 경우에서 California의 건강기준은 EPA가 다른 주에 대한 같은 기준보다 엄하게 되어 있습니다.

그것은 궁극적으로는 건강수준까지 오염물질농도를 저하하기 위해 대기자원국규제 Program에 목표입니다. 또한 California주 의회는 이들의 독특한 건강준거의 기준의 최종적 달성을 명하고 있습니다. 목표달성까지 기간중의 확실한 감소를 요구하고 있습니다.

### 3. How much? How long?

대기질기준은 허용농도 및 허용폭로지속시간을 확정하고 있습니다. 농도는 통상 ppm 혹은  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서 표시됩니다.

지속시간(Duration)은 연관된 시간으로서 통상은 Hour(시간)으로 표시됩니다. 예를 든다면 Ozone의 대기질기준은 1시간 평균으로서 0.09ppm( $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ )입니다.

### 4. 법과 과학

California 주법은 대기질 기준은 건강, 질병, 감각에로의 자극, 가치의 감소, 시정 방해, 경제의 영향을 포함하여 공중의 건강, 안전, 복지를 배려하여 적용하도록 명하고 있습니다. 건강과 복지를 지키기 위하여 이 법적요구에 입각하여 기준은 과학적연구를 여러가지 Type의 정보를 고려한 후 적용됩니다.

건강기준은 두 가지의 주요한 Type의 연구에 준거합니다. 거기에는 보통의 환경 중의 사람들의 Group을 연구하는 역학과 언제나 주의 깊게 조정된 조건하에 있어서 인간 혹은 동물에 의한 오염물질 폭로의 연구가 있습니다.

쌍방 Type의 연구에는 각각의 본질적인 장점과 단점이 있으므로 대기질기준을 위한 신뢰할 수 있는 과학적 Base를 얻기 위해서는 이들 쌍방의 연구가 필요합니다. 공공의 복지를 지키기위한 기준은 악취의 검출 잊어버린 농작물이나 손상을 받은 자원의 Cost등 다방면에 걸친 Factor의 검토를 포함하는 다른 Type연구에 의하여 찾아집니다.

### 5. 오염물질류

건강문제를 형성하는 일부의 오염물질은 직접대기로 방출됩니다. 기타물질은 일광에 의해 오염가스류 사이에서 화학반응을 일으켜 대기 환경중에서 생성됩니다.

#### a. Ozone

Ozone은 무색무취의 가스로서 도시 Smog의 주요한 성분입니다. 그것은 California주에서 제일 완고하고 광범위하게 존재하는 대기질문제로서 큰문제를 제기하고 있습니다.

그것은 탄화수소와 질소산화물사이에 화학반응에 의해 생성된다. 그의 한시간 내지 2시간의 단기폭로는 Stress를 줍니다. Ozone은 기도를 수축시키는 강력한 자극물질이고 산소섭취를 위하여는 강제적으로 호흡기관의 활동을 증강시킵니다.

그래서 호흡의 부족은 폐기종, 기관지염, 천식등의 기존의 호흡기계 질환을 악화시킵니다.

Ozone의 만성적폭로는 기침이나 목의 염종의 소실후도 폐에 깊은 곳에 손상을 줄수도 있습니다.

Ozone은 산소와 CO<sub>2</sub>의 교환이 행해지는 폐내의 기량인 폐포에 손상을 가져옵니다.

폭로가 여러번 겹치면 그의 막질의 Film상태의 조직은 영구히 손상을 받아 기능상의 능력을 잃어 폐용적의 자연적 손실을 실질적으로 가속시킵니다.

대기보전국의 연구는 고도오염의 South Coast Air Bason에서 생후 쪽 거주한 것으로 추정되는 14~25세의 젊은이들 사이에 어느 정도의 영구적인 폐손상의 예비적 증거를 찾아냈습니다. 이 Pilot Study에서는 젊은이의 사고 및 살인의 희생자를 검토하였습니다. 희생자의 대다수에 대하여는 그의 정확한 대기오염 폭로와 건강에 경력은 얻지 못하였습니다. 그러나 그 젊은 인구 집단에 있어서 관찰된 특정의 Type의 폐의 손상의 빈발은 South Coast Air Bason에서 보여지는 높은 수준의 Ozone을 함유한 대기오염에로의 장기폭로의 건강영향에 의해서 나타났습니다. 더욱 광범위한 지견은 어느 정도의 소엽중심성부위질환과 기관지의 만성적 질환이었습니다. 검사된 폐의 대부분에 어느 형태의 만성기관지염이 있고 그의 76%는 어느 정도의 중증을 나타내고 있습니다. 또한 피검자의 1/3은 폐조직내 깊이에 보여지

는 질환의 형태로서 알려져있습니다. 또한 어느 정도의 만성간질성 폐염을 갖고 있었습니다. 대기오염으로의 장기폭로에 연관된 건강위해에 대하여 이것과 같거나 혹은 관련있는 연구가 실시중이거나 계획되어 있습니다.

이와 같은 최근의 연구와 다른 대기오염연구 실험동물에 의한 연구를 중복시키면 호흡계 System은 환경대기오염의 폭로를 자신으로서 충분히 수복한다는 확신을 잃어버리는 증거를 나타냈습니다.

California의 Ozone에 대한 건강기준은 1시간치로서 0.09ppm이고 EPA의 국가기준은 0.12ppm으로서 대조적입니다. 주내의 제일약한 사람들의 건강을 지키기 위하여는 모든 Ozone 농도를 이 수준으로 감소하는 것은 당당하게 대기자원국의 대기오염 Control Program의 최우선의 목표입니다. 또한 대기자원국 기준은 1시간의 Ozone의 농도거 주의 건강기준의 거의 배가 되는 0.15ppm에 도달하면 Health advisories도 명합니다. 이들의 Smog alerts는 주민의 Ozone의 과도 수준에서 자신의 건강을 지키기 위해서 통상 옥외의 심한 운동을 피하도록 하는 경고를 주는 것입니다.

#### b. 일산화탄소

CO는 불완전연소의 부산물로서 주로 자동차에서 배출됩니다. 최고의 농도는 동기의 교통혼잡 혹은 교통량이 많은 지역에 있어서 나타납니다. 이 주의 대기질기준은 1시간평균치로서 20ppm, 8시간평균치로서 9ppm입니다.

이 기준은 심장질환이 있는 사람이 중정도의 운동을 할때 흉통을 방지 할 수 있도록 디자인 되어 있습니다. 그러나 기타형태의 건강손상은 더 높은 농도에서 일어납니다.

CO는 폐내에서 용이하게 체내에서 흡수되어 거기에서 헤모그로빈과 결합하여 단백질이 산소를 운반하는 능력을 감소시킵니다. 그 결과 심장의 기타조직은 산소결핍을 가져옵니다. 이 작용은 심장질환 만성폐질환 빈혈을 갖고 있는 사람들이나 도시부 아동에 있어서 대단히

위험합니다. 건강한 사람도 높은 수준의 일산화탄소에 폭로될때에는 두통, 피로, 반응둔화, 현기증을 경험하게 됩니다. 일산화탄소에 의한 건강손상은 공기가 얇고 산소의 공급부족이 영향을 악화시키는 고지에 있어서도 큰 관심거리입니다. 대기자원국은 이점을 고려하여 해발 6000Feet의 Lake Idaho Basin에 대하여는 8시간치로서 6ppm이라고 하는 특별한 CO기준을 설정하였습니다.

SO<sub>2</sub>에 폭로된 아동은 호흡기감염을 증가시키고 고농도에 폭로된 건강한 사람들중에는 목의 염증, 기침, 호흡곤란을 경험할 것입니다.

#### d. 이산화질소

이산화질소는 모든연소의 부산물로서 자동차, 공업용 Boiler 및 Heater등의 발생원에서 배출됩니다. 그것은 일반적으로 질소산화물로서 알려지는 오염물질의 일종으로서 도시부 Smog의 주 성분이고 적갈색의 Haze의 원인입니다. 그러나 겨울에는 Ozone을 생성하는 광화학적반응이 최저임으로 이산화질소는 고농도를 지속합니다.

이것은 감염의 이환성을 증가하고 천식환자의 기도를 수축시킵니다. California주의 이산화질소의 대기질 기준은 1시간평균으로 0.25ppm입니다.

#### e. 입자상물질

입자상물질은 디젤의 검댕이 목재연소, 농사일의 결과 등과 같은데서 대기중에 직접배출되기도 합니다. 그것말고도 분쇄과정에서 생성되며 대기중에 배출되기도 합니다. 그것은 또한 황산화물, 질소산화물을 주로하는 오염 gas류의 광화학반응에 의해서도 생성되며 부식성의 환산염이나 질산염을 만듭니다.

모든 입자는 건강에 문제를 제기합니다만 최대의 걱정은 건강에로의 최대의 위험입니다. 현미경으로도 잘 보이지 않는 미립자입니다. 이들의 미립자는 직경 10 $\mu$ m이하이고 사람 머리카락의 1/5이며 PM-10이라고 불리워집니다

다. 이들 미립자의 주의 기준은 연간평균으로  $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 24시간평균치로서  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 입니다. 이들 미립자에 대한 문제는 인간의 생체의 Filter System을 By Pass하여 호흡기관의 위험을 형성하는 능력이 있기 때문이며, 단기폭로에서는 기침인, 목이 경로의 자극을 주지만 장기의 폭로는 기관지 질환을 증가시킵니다. 또한 디젤의 점쟁이나 목재연소의 연기와 같이 직접 배출되는 미립자는 benzene이나 Dioxin을 포함하는 기타 유해화합물의 Carrier도 되고 압의 Risk를 증가시킵니다.

$10\mu\text{m}$ 이하의 모든 미립자는 건강에 있어서 문제이지만 그것들은 Size에 의해 호흡기관의 여러부위에 영향을 미칩니다. 직경  $2.5\sim 10\mu\text{m}$ 의 미립자는 폐의 심부까지 침투하여 장기간 체류하며 장기질환의 Risk를 증가 합니다.

#### f. 납(Pb)

대기중의 납의 70%이상은 산업발생원에 의한것으로 자동차 배기에 의한 대기중의 납은 대기자원국 및 EPA에 의한 명령으로 Gasolin 중의 납 삭감이 직접적인 성과로서 극적으로 감소 하였습니다. 납의 미립자는 극소 Size이기 때문에 폐내에 흡입되며 혈중에 용이하게 흡수되어 우리몸을 순환합니다. 납의 제일 중요한 목표는 뇌입니다. 비교적 저수준에서도 납폭로는 유아의 IQ(지능지수)를 저하시킵니다. 높은 Level에서는 어른이나 아이모두에게 빈혈을 일으킵니다. 공동의 건강을 지키기위하여는 California주는 대기질 기준을 30일 평균으로  $1.5\mu$

$\text{g}/\text{m}^3$ 로 설정하고 있습니다.

#### g. 실내공기오염

대기자원국의 Program의 최초의 목적은 실외오염의 감소입니다. 그러나 California는 다른 지방의 사람들과 같이 그들의 생활시간의 평균 80%를 실내에서 지내고 있고 여기에서도 그들은 화학물질이나 오염물질에 폭로되어 있습니다. 대기자원국은 이 폭로는 중요하며 사람들이 실외대기질로의 반응에도 영향이 있음을 알고 실내오염물질의 수준은 낮아도 그들의 장기폭로는 전 생애에 걸쳐 중대한 건강 RISK를 일으킵니다.

실내오염은 요리 혹은, Paint hair spray 세제의 사용을 포함하는 매일의 활동에서 발생합니다. 또한 일반의 건축자재 및 가정용 비품은 유해의 발생원이 되기도 합니다.

소형이고 휴대용의 Monitoring기재의 최근의 (진보)에 의해 대기자원국은 전형적인 날에 사람들이 폭로되는 많은 화학화합물의 총량을 측정하는 연구계획을 하게 되었습니다.

사람들의 활동과 폭로되는 도구를 발생원과의 조합에 의해 대기자원국은 사람들이 호흡하는 오염의 총량의 요구를 개선하고 총 폭로량 감소를 위하여 보다더 효과적인 접근이 개발될 것으로 보여집니다.

여기서 우리나라의 대기질 기준은 별표와 같이 소개 하오니 여러분들이 직접 검증하기를 바라면서 이 소개를 마칩니다.

대기질의 환경기준

항 목	기 준
아황산가스 (SO <sub>2</sub> )	연간 평균치 0.05ppm 이하 24시간 평균치 0.15ppm 이하(연간 3회이상 초과하여서는 안된다.)
이산화질소 (NO <sub>2</sub> )	연간 평균치 0.05ppm 이하 1시간 평균치 0.15ppm 이하(연간 3회이상 초과하여서는 안된다.)
먼 지 (TSP)	연간 평균치 $0.05\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 24시간 평균치 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하(연간 3회이상 초과하여서는 안된다.)
옥시단트 (O <sub>3</sub> )	연간 평균치 0.02ppm 이하 1시간 평균치 0.1ppm 이하(연간 3회이상 초과하여서는 안된다.)

탄화수소 (HC)	연간 평균치 3ppm 이하 1시간 평균치 10ppm 이하(연간 3회이상 초과하여서는 안된다.)
일산화탄소 (CO)	1개월 평균치 8ppm 이하 8시간 평균치 20ppm 이하(연간 3회이상 초과하여서는 안된다.)
납(Pb)	3개월 평균치 1.5 $\mu$ g/m <sup>3</sup> /3월 이하

각종오염물질이 미치는 신체의 부위

