

環境公害의 概念(1)

徐 富 甲

머 리 말

中世紀의 Renaissance 文藝復興期를 거치는 동안 Europ의 實用化學은 近世에 이르러 마침내 産業革命期를 맞이하기에 이르렀으며 그후 2세기여를 지나면서 現代의인 産業科學化가 급속도로 발전 완성됨에 비례하여 環境汚染(environmental contamination)은 加增一路에 놓이게 되었고 동시에 그로 인한 生態系(ecosystem)의 파괴와 심지어는 地球村의 존망의 위기에 처할 수도 있을 심각한 단계로 까지 전망 예측할 수 있게 되었다.

따라서 이러한 「자연환경」의 오염과 황폐화는 지금도 온 지구상에서 끊임없이 진행되고 있는 실정이므로 이 문제의 해결이야 말로 온 人類를 구제할 공통적인 至上課題가 아닐 수 없다. 뿐만 아니라 국제적 내지는 국가적 차원에서도 화급히 대처해야 할 난제임에는 틀림없다고 생각된다.

이러한 시점에서 생각해볼 때 專門機能職인 우리 「수의사」들로서도 한번쯤은 마땅히 집고 넘어가야할 문제가 아닐 수 없으며 동시에 公衆 保健衛生면으로도 그 중요성에 비추어 시대적인 감각과 요구에 부합되는 사명감 내지는 의무와 책임감마저도 가져야할 것이 아니겠는가 하고 생각해 본다. 요컨대 산업혁명후의 환경오염의 주범으로 지목되는 化石燃料인 석탄이나 석유의 과다사용은 결국 黃化合物인 아황산가스(SO₂)의 증가를 가져왔고 이것이 50~100년 후가되면 배

가할 추세이므로 결코 사회적인 심각한 문제라 아니할 수 없게 되었다. 한편으로는 이른바 스모그(smog, 매연과 안개의 혼합물질)로 인한 大氣公害도 근래에와서 保健面에서 큰 문제로 대두되고 있는 실정인즉, 이로 인한 인축의 피해나 酸性雨(acid rain)는 녹색식물을 枯死시키거나 綠地를 파손시킬 것이며 또한 그로 인한 대기의 溫室效果(green house effect)는 종국적으로 海水面을 상승시키거나, 氷河時代를 도래케할 수도 있을 것이라는 가공할만한 天災를 예측할 수도 있다.

특히 화학물질의 개발과 생산 과다 및 이들의 남용을 비롯하여 각종 농약이나 살충제, 제초제 및 구서제 등의 사용이 빈번해짐에 따라 毒劇物로 인한 産業安全事故도 증가 일로에 있으므로 이는 현대사회에서의 또 하나의 不安요소로서 피할 수 없는 실정이라 하겠다.

그러므로 필자는 여기서 本 紙面이 허락하는 범위에서 이렇듯이 심각하고도 화급한 「환경공해」 문제를 개념적으로나마 펼쳐 봄으로써 이에 관심을 가져야할 각계층의 모든 동료 수의사들의 업무수행에 있어서 부분적으로나마 보탬이 되기를 추구하는 바이다.

1. 환경공해의 배경

흔히 「환경」이라고 하면 「자연환경」과 「생활환경」 내지는 「자연환경」 등을 뜻하고 있거나와 이러한 환경조건은 고도의 산업화사회에서 흔히 볼 수 있는 大氣汚染, 水質汚染을 비롯하여 이에 따르는 산업적 생산과정에서 수반되는

* 서울市立大學校 명예교수

産業廢棄物의 배출물과 그로 인한 土壤汚染 등은 모든 환경을 오염시켜 황폐화 시킬 염려가 큰 것들이다.

따라서 이러한 환경오염에 의한 건강에 미치는 危害와 생활환경을 沮害함으로써 발생하는 모든 피해를 총칭하여 특히 환경공해(environmental pollution)라는 용어로서 표현하고 있다. 그래서 「환경오염」과 「환경공해」는 때에 따라서는 어떤 의미에서 같은 뜻으로 사용될 때가 많으며 따라서 이러한 「공해의 원인으로서」는 첫째로 산업배출시설에서 나오는 煤煙(smoke), 惡臭 및 각종 有害가스(SO₂, NO₂ 등) 그리고 인구집중으로 인한 대도시의 混雜과 자동차 배기가스(HC, CO) 등에 의한 大氣公害(air pollution)을 비롯하여 그러한 배출시설에서 나오는 물리·화학적 및 생물학적 요인에 의한 水質公害(water pollution) 그리고 騒音이나 振動 등을 들 수 있다.

그리고 그밖에도 특수한 경우에 따라서는 그 위험범위를 보다 광범하게 생각할때 더욱 심각한 문제는 곧 核物質의 폭발로 인한 대기, 바다, 호수 및 하천 등에 대한 放射能公害(radio activity pollution)를 비롯하여 X線과 같은 방사선 장애로 인한 放射線公害(pollution of radio ray) 등도 여기에 포함되며 또한 우리들의 일상 생활에 필수적인 「식품제조공업」에서 수반되는 각종 食品公害(food pollution)도 현대 문명사회에서 빼놓을 수 없는 공중보건위생문제로 대두되고 있는 것이다.

2. 환경공해와 생태계

인간사회에서의 환경문제는 生態系와 밀접한 관계를 맺고 있으며 모든 생물들이 살아가기 위한 生命維持體系(life support system)라고 할 수 있기 때문에 이러한 생태계가 만일의 경우 어떠한 조건으로 변화를 받게 된다면 이는 결국 전체 생태계에서의 物質代謝回路(metabolic scheme)에 큰 차질이 생겨나서 이른바 먹이사슬 食物連鎖(food chain)이 파괴됨으로써 이것은 마침내 공해의 요인으로 작용하게 될 것이다.

이 「먹이사슬」의 구성 單位로서는 탄소동화작용에 의한 녹색식물군인 生産者(producer)를 비

롯하여 이것들을 捕食 消費하는 각종 계층의 동물군인 消費者(consumer) 그리고 미생물들과 같이 이들 屍體를 분해하여 자연원소로 환원시키는 分解者(decomposer) 내지는 還元者(reducer) 등이라고 하겠다. 여기서 생산자와 소비자간의 數的인 相關性은 마치 「피라미드」형을 이루고 있기 때문에 이와같은 「먹이사슬형」을 “pyramide number”라고 칭하고 있다. 즉, 여기서 보면 생산자의 수는 무한히 많을 수 있으나(예; 식물성 plankton 등) 소비자의 수는 유한적(예; 사람)으로서 그 수가 제한되어 있어 적게 마련되 있다. 그래서 소비자에게 먹혀 없어지는 생산자의 수는 언제나 일정하게 다시 보완되어 자연계에 균형을 유지하여 존재하게 된다. 요컨대 이 「피라미드」형식의 먹이사슬은 자연계(생태계)에서의 弱肉強食의 원리에 준하고 있는 것으로서 이로써 언제나 생태계는 이른바 恒常性維持(homeostasis)를 수행하여 생태계의 일정한 안정성을 확보 지속시킴으로써 생물들의 수가 과부족이 없게 된다. 따라서 산업화된 현대 인간사회에서의 환경오염문제는 주로 공장 생산성과 물자소비 그리고 이에 따르는 폐기물 등의 處理과정에 있을 것이고 이 3가지 물질 순환계에서의 균형파괴는 곧 먹이사슬이나 오염에 직결된다고 해도 무방할 것이다.

결론적으로 현재 이와같은 생태계의 변화에 대처하기 위해서 마련해야할 대책으로서는 우선 환경전문가들로 하여금 물질의 循環系統(recycling system)의 개발 균형을 찾으려는 노력과 연구가 필요할 것이고 다음으로는 공해요인을 감소 방지하기 위해서 火力發電施設 대신 太陽熱, 潮水 및 風力 등에 의한 발전시설의 개선으로 SO₂(SO, SO₂, SO₃)나 기타 유해가스의 발생을 감소한다든가 또는 생물을 이용한 「생물가스」의 개발 연구나, 식물성 유기물질의 醱酵로 얻은 알코올(alcohol)에 휘발유를 10~15%가량 혼합한 이른바 가스호올(gas hol)을 제조 사용한다든가 함으로써 보다 신속하고도 유효한 代替에너지를 개발 연구하는 일들이 시급한 대책과제라고 보아야 하겠다.

3. 환경공해물질의 특성과 영향

환경오염물질은 그의 물리·화학적 성질과 오염의 대상이 되는 環境領域의 여하에 따라 각각 「대기오염물질」 해양오염물질을 포함한 「수질오염물질」 및 「토양오염물질」로 구분한다. 그리고 동일한 오염화학물질이라 해도 그의 물리·화학적 性狀여하에 따라 대기오염물질인 동시에 수질오염 및 토양오염물질일 수도 있는 것이며 한편 1차 오염원이 대기오염물질이라 할지라도 그것이 2차적으로는 오히려 수질오염이나 토양오염물질로 작용할 수도 있기 때문에 이들 오염물질은 전 生物圈(biosphere)에 걸친 오염한 연관성이 있다고 보는 편이 타당하리라 생각된다.

그리고 生體가 환경오염물질에 暴露되고 그것이 체내로 침입하는 과정으로는 經口的으로 소화관을 통하든지 또는 호흡기계통이나 피부와의 접촉에 의하는 것이 거의 대부분인데 그 중에는 눈과 귀에 직접장해를 주는 것도 있다. 따라서 어떠한 과정을 거치든 세포조직에 침입하는한 그 오염물질 특유의 영향을 미치게 되지만 생체 기관이나 조직에 따라서는 그 作用機轉이나 感度가 다른고로 동일한 오염물질이라 할지라도 그의 침입경로나 폭로되는 부위 등에 따라 그 영향의 양상이나 정도에 차이가 있게 마련이다. 특히 고농도의 오염물질에 의한 急性症狀에 있어서는 그 영향력이 현저하게 달리 나타날 수 있다.

따라서 오염물질은 작용부위나 증상 등에 따라 분류할 때도 있겠지만 이 경우에도 동일한 오염물질이 특이한 증상을 나타낸다고 한정되어 있는 것은 아니고 각 기관별로 각각 다른 증상이나 전신에 걸쳐 영향을 미치는 일도 많은 법이다.

요컨대 생체에 영향을 미치는 「환경공해」는 그 원인물질의 濃度가 문제이고 생리적으로 필수적인 微量元素(essential element) 등이라 해도 그 양이 과다할 때에는 오히려 유독한 작용을 하는 수가 있으며 그 반대로 전혀 無害한 물질이라도 粉塵(particules)이나 흙(fume)으로서 호흡기관인 肺의 심부까지 흡입된 경우에는 그 배설이 곤란하기 때문에 조직의 纖維化를 초래하거나 발열을 수반하는 등의 특이한 증상을 나타낼 수도 있는 것이다.

4. 대기공해원 물질

사람은 물을 며칠동안 먹지 못하여도 생명을 유지할 수 있겠지만 공기는 몇분 동안만 흡입하지 않아도 생명을 잃고 만다. 이와같이 중요한 공기로 둘러싸인 12km 이내의 공기층을 大氣圈(atmosphere)이라고 하는데 이 기층이 오염된 상태를 가리켜 특히 「대기오염」이라고 하며 이로 인한 각종 피해를 「대기공해」라고 불러야 마땅하다.

대기오염물은 대기오염의 발생원으로 부터 직접적으로 배출된 것은 「1차 오염물질」이라 하고 한편 대기중에서 2가지 이상의 1차오염물질이 서로 태양의 紫外線에너지에 의해 光化學反應(photochemical reaction)을 일으켜서 생성된 오염물질을 「2차오염물질」이라고 부르며 결국 이 1·2차 오염물질은 모두 대기오염물질이 되는 동시에 大氣公害物質(air pollutants)이기도 하다. 그리고 이것은 물리·화학적 性狀에 따라 「氣體오염물질」과 「粒子오염물질」로 분류된다. 그러나 환경문제중 대기공해에서 중요한 것은 自然發生源이 아니고 오히려 人爲的인 요인에 의하는 일이 많으며 한편 자연의 공기성분으로서의 물질에 대해서는 그 농도여하가 문제가 되는지의 판정이 필요할 때가 있다.

여기서 참고적으로 「대기오염원」의 근원을 알기 쉽게 하기 위해서 요약 열거해 보기로 한다.

즉, 「자연발생원」과 「인공발생원」을 구별하자면 다음과 같다.

자연발생원

① 화산, 流星, 地震, 落雷 등 : 粉塵(particle), CO₂, NO, NH₃, 금속산화물, 방사성물질 등을 배출.

② 유기물의 부패 : CO₂, H₂S, NH₃, 아민(amine), 아미도類(amido-group), 인돌(indole), 스카톨(skatole).

③ 海洋 : 海鹽미스트(mist), 2차 생산물로서의 HCl, 요오드(iodine), CO₂, CO, 알칼리鹽 미스트 등을 배출.

인공오염원

① 火力發電所 기타의 화석연료 사용공장 : 煤煙 (smoke), 분진, SO_2 , CO_2 , CO , NO_x 등을 배출.

② 각종 화학공장 : NO_x , H_2S , SO_2 , NH_3 , HCl , 黃酸마스트, 플루오르화수소(HF), 유기용제 가스 및 미스트, 분진 금속흄(fume) 등을 배출.

③ 자동차, 공기, 선박 : CO , CO_2 , NO_x , HC, 鉛흄 및 매연 등을 배출한다.

1) 기체상 오염물질

기체오염물질의 대부분은 1차 오염원일 것이고 여기에는 黃酸化物(SO_x), 窒素酸化物(NO_x), 炭化水素(HC), 一酸化炭素(CO) 및 오존(O₃) 등이 포함된다.

(1) 황산화물(SO_x)

기체오염물질중 산업상 가장 중요한 공해원으로서 지목되는 것은 「황산화물」이며 이것은 각종 화석연료 중에서 특히 석탄을 연소할때 배출되는 것이며 여기에는 「黃酸鹽」으로서의 아황산가스(SO_2), 3산화황(SO_3), 아황산(H_2SO_3), 황산(H_2SO_4) 등을 들 수 있다.

이들 중에서 SO_2 는 자극성이 강하고 무색이고 大氣公害源으로서 가장 중요시 된다.

그런데 황산화물의 배출원에는 火山폭발과 같은 「자연적」인 것과 석탄이나 석유를 연료로 사용하고 있는 화력발전소, 자동차, 각종 난방시설 이외에도 정유공장, 용광로, 코르크스 제조공장, 황산제조공장 등의 「인위적」인 배출원 등으로 구분된다. 특히 SO_2 는 태양광선의 영향으로 SO_3 로 산화되어 수분(H_2O)과 함께 화합하여 「황산」으로 변화될 수도 있다.

SO_2 의 연소중 발생하는 硫黃성분 함량의 약 80%는 연소로 인해 鹽氣로서 배출되고 나머지 20%는 재와 함께 황산염으로 되어 배출된다.

(2) 질소산화물(NO_x)

질소산화물은 황산화물과 마찬가지로 각종 화석연료의 질소화합물이 연소되는 과정에서 발생하는 것으로서 그의 산화과정 여하에 따라 아산화질소(N_2O), 산화질소(NO), 3산화질소(N_2O_3), 2산화질소(NO_2), 4산화질소(N_2O_4) 및 5산화질소(N_2O_5) 등으로 구별된다. 그리고 모든 질소화합물(NO_x)은 高温의 연소과정에서 생성되는데 이 중에서 NO 와 NO_2 가 가장 대기공해의 주된 오염원으로 작용한다. 그런데 여기서 주목해야 할 일은 이들의 90% 이상은 인위적인 固定汚染源(산

업시설 및 공장 등)에 기인되는 동시에 각종 연료의 연소과정에서 생성되는 것이지만 나머지 20%는 移動汚染源(자동차, 기차, 선박 및 비행기 등)에 의해서 배출되는 것으로 알려져 있다.

(3) 일산화 탄소(CO)

일산화 탄소는 무색이고 무취인 산화물로서 연료의 연소과정에서 산소공급이 불충분한 상태에서 다량 생성되는 이른바 「불완전연소가스」의 일종이다. 이의 주된 배출원으로서는 각종 난방시설과 자동차 배기가스를 들 수 있다. 특히 우리나라에서는 연탄 연소과정에서 배출되는 일산화탄소(CO)의 문제는 외국에 비하여 월등히 심각한 문제로 보아야 하겠지만 그의 90%가량이 「이동오염원」의 배기가스가 CO의 주된 대기오염원이 된다는 사실에 비추어 볼때 그리 염려될 바는 아니다.

(4) 탄화수소(HC)

탄화수소는 앞에서 언급한바 있듯이 화석연료인 석유의 주성분으로서 탄소와 산소만으로된 화합물이다. HC가스에는 低級HC가스인 메탄(methane, CH_4)와 에탄(ethane, C_2H_6)이 있고, 高級HC가스로서의 프로판(propane, C_3H_8)가스와 부탄(butane, C_4H_{10})가스 등도 있다. 특히 올레핀(olefin)계의 HC가스와 NO_2 와의 화합물은 태양 에너지에 의한 「광화학반응」에 의해서 오존(O_3)이나 기타의 「過酸化物」을 만들어 내기도 하고 이것이 안개(fog)와 함께 작용하여 눈과 점막을 자극하는 이른바 스모그(smog)현상을 초래하기도 한다. 한편 배기가스중에 미량이나마 존재하는 媒煙과 粉塵에 부착하여 배출되는 HC가스 중에는 강력한 發癌物質(carcinogen)인 3-4-벤조피렌(benzopyrene)이 함유되어 있는 수가 있으므로 중요시 된다.

이들중 특히 메탄가스는 天然가스로서 대기중에 다량 방출되는데 이것은 석탄이나 석유의 매장지대에서 보다 많이 발생되나 메탄세균인 미생물에 의한 메탄 발효에 기인되기도 하며 일반적으로 연못의 물 밑 바닥의 퇴적된 유기물질이 嫌氣의인 분해를 하여 이른바 「沼氣」로서 저장되고 있는 HC가스를 볼 수 있기도 하다. 그러나 이러한 자연가스 보다는 「공해원」으로서 더욱 문제가 되는 것은 바로 인공발생원이다.

즉, 근래에 와서 급격히 증가되고 있는 HC가

스로서의 공해원은 공업지대를 비롯하여 대도시로의 인구집중화에 相乘한 교통의 혼잡을 마침내 자동차 배기가스에 의한 공해가 심각한 사회문제점으로 대두되고 있는 실정이다. 이 HC가스는 자동차 엔진의 「실린더」 내에서 불완전 연소에 의한 석유성분(휘발유)이 분해되면서 발생되기 때문이다.

그밖에도 有機溶劑를 사용하는 화학공장이나 塗裝공장 또는 「클리닝」공장 등에서 여러가지 종류의 HC가스가 배출되고 있다.

(5) 오존(O₃)

오존은 해면이나 山林의 공기중에 천연적으로 많이 존재하고 12km이상 상공의 대기중 成層圈(stratosphere)에는 자연적으로 오존층이 있어 지상으로 放射되는 자외선(UVR)을 일정하게 차단하여 지상생물들의 생명을 보호하고 있지만 한편으로는 2차오염물질 중에서 가장 중요시될 만큼 형성되는 光化學酸化物(photochemical oxidants)이기도 하기 때문에 공해원으로서 문제가 되고 있다. 다음 장에서 구체적인 설명이 가능하겠지만 O₃는 또 NO₂와 광화학적으로 활성을 지닌 HC가스와 상호반응하여 생성되기도 한다.

(6) 불소화 수소(FH)

불소(fluor, F)는 반응력이 강하므로 單體分子로서 존재하는 일은 거의 없고 다른 원소와 결합하여 자연계에 널리 존재한다. 螢石(CaF₂)이 가장 많이 알려져 있는 광석중의 하나이므로 이것이 불소제조에 원료로 쓰여진다.

플루오르(불소)의 발생원은 석탄의 연소과정에서 의해 방출되는 매연속에 함유되어 있을 것이며 다른 원소와 결합하기 쉬운 원소인 고로 각종 광석에서는 대개 「플루오르」를 불순물로 지니고 있기 마련이다. 그래서 알루미늄(Al)을 비롯한 모든 금속의 精鍊과정에서 부산물로 반드시 발생된다고 보아도 무리는 아니다.

「플루오르」의 用途는 다양하고 넓으므로 냉각제, 潤滑劑 및 窒業공업, 플라스틱(plastics)공업, 약품제조공업 및 원자연료공업분야 등에 널리 사용되는 것 만큼 그 수요에 비례하여 대기나 수역을 오염시킬 기회가 많다. 특히 금속정련 공장이나 인산비료 공장 부근의 대기공해는 매우 큰 것으로 알려져 있다. 그리고 이러한 「플루오르」는 대기 뿐만 아니고 물이나 흙속에도

널리 분포되어 있기 때문에 식물에 섭취될 가능성이 높아 여기에서 재배한 식품들에서는 「식품오염물질」로서의 毒性을 높여 주기 때문에 더욱 공해물질로 중요시된다.

2) 입자상 오염물질

이 입자상 오염물질은 앞에서 언급한 기체상 오염물질과 같이 대기의 오염물질로 문제가 되는 미세한 크기의 粒子狀物質(particulates)로 존재한다. 대기중에 부유하는 입자상 오염물질은 그의 생성 메카니즘으로 보아 「1차입자」와 「2차입자」로 구분된다. 따라서 1차입자는 발생원으로부터 대기중에 직접 放出되는 입자이고, 「2차입자」는 발생원에서 대기중에 방출된 가스상 물질과의 광화학적(photochemical) 또는 熱化學的(thermo chemical) 반응으로 생성된 입자들로서 그 성분으로는 주로 황산염, 질산염 및 유기물질 등으로 되어있다.

그리고 1차입자의 발생은 海鹽粒子, 자동차 배출입자, 스파이크 타이어에 의한 분진 및 유기입자 등에 의하고 2차입자의 발생은 SO₂와 H₂S 등의 황화합물을 비롯하여 NO_x나 NH₃ 등의 질소화합물, 테레펜(terepene) 등의 식물성 탄화수소 그리고 화석연료의 연소에 따른 탄화수소 등이 자연 내지는 인공발생원으로 부터 대기중으로 방출된 후에 광화학반응이나 열화학반응을 받아 입자상 물질로 변화된 물질들이다.

따라서 대기중에 존재하는 입자상 오염물질로서는 분진, 煙霧質(aerosol), 먼지(塵埃, dust), 작은 水滴(droplet), 飛散灰(재, fly ash), 안개(fog), 흙(fume), 煙霧(mist), 매연 및 검댕(soot) 등을 들 수 있다.

(1) 연무질 : 일명 「에어러솔」이라고도 하는데 이것은 고체 또는 액체상의 미세입자가 대기중에 分散된 雲狀形態를 말하며, 그 입자의 크기는 10⁻³~10³μm으로 그 범위가 비교적 넓은 것이 특징이다.

(2) 연 무(미스트) : 대기중에 부유하는 액상의 미세입자를 말하며 일반적으로 水溶性의 산·염 및 염기성의 용액이 온도와는 관계없이 물리적 자극에 의하여 「미립자화한 것」으로서 여기에는 해염미스트와 황산미스트가 포함된다.

(3) 분진 : 대기중에 비산하는 고체입자로서

그 크기에 따라 다르지만 20 μ m 이상되는 분진은 무거워서 침강하기 쉬우므로 降下粉塵(dust fall)이라고 입자가 작고 가벼워서 좀처럼 침강하기 힘든 0.1~10 μ m의 입자는 공중에 부유하게 되므로 浮游粉塵(suspended particles)이라고 한다. 이들 미립자중에서 「유기물입자」로서는 穀粉이나 방적공장에서 나오는 纖維粉이 있고 「무기물입자」로서는 흙, 모래, 공석분 등이 대표적인 것이다.

(4) 매 연: 불완전연소에 의해 遊離된 탄소 미립자 「그을음」이라고도 부르고 있다. 특히 화석연료인 석탄 등이 연소될 때에는 「금속산화물」 등의 고체에서 유래되는 것도 있으며 또는 유기물질의 불완전 연소에 기인되거나 「유리탄소」에만 국한된 것만은 아니고 중간 분해산물로서의 액체나 고체미립자 또는 그들의 氣化物도 모두 「매연」이라고 할 수 있겠다. 그러나 대기 공해로서 가장 문제시되어야 할 것은 무어라해도 유리탄소인 「그을음」이라고 보아야 한다.

(5) 흙: 대체로 「흙」이라고 할 때에는 「금속흙」을 지칭하는 일이 많은데 이것은 금속이 가열되거나 연소될때 생겨나는 氣體化된 미립자를 말하지만 金屬單體元素나 그 산화물에 대해서만 적용하지 않고 鹽類의 가열시에 발생하는 미립자에 대해서도 흙의 형태로 인정하고 있다.

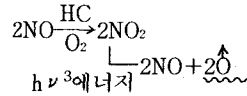
5. 2차적 오염원 공해물질

앞에서 잠깐 비친바 있지만 대기층에 방출된 1차 오염원 물질과 대기중의 정상적으로 존재하는 성분과의 반응을 비롯하여 태양에너지에 의한 「광화학적 반응」 등은 반응물질의 농도, 光活性의 정도, 기상학적인 확산력 및 지역이나 지세의 영향 등에 의하여 1차오염물질이 변질되고 발생원으로부터 배출되었을 때와는 상당히 다른 오염물질을 형성하게 되어 대기를 오염시키고 만다. 이러한 2차오염물질로는 「光化學 스모그」와 「광화학 오염물질」을 들 수 있다.

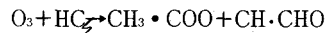
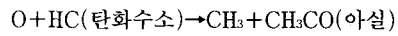
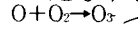
1) 광화학 스모그

이것은 일명 광화학산화물질(photochemical oxidant)라고 할 수 있으며 「옥시단트」라는 말은 산화력이 강한 물질을 말하는 것으로서 여기에

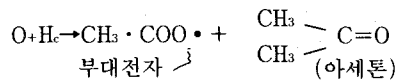
는 오존(O₃), 發生機狀態의 원자상 산소(O), 過酸化物, 勵起상태의 分子狀 산소(O₂) 등이 속하며 이것들에게 光에너지가 관여해서 2차오염물질을 만들어 내는고로 「光化學 옥시단트」라고 부르게된 것이다. 그의 생성과정을 대략 해설해보면 다음과 같다.



(발생기 산소)



산화작용 (옥시아실) (알데히드)



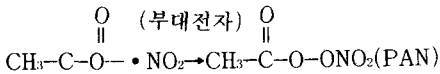
위에서 보느바 각 단계의 화학반응은 공기중의 산소분자가 발생기상태의 원자 산소로 되어 산소분자를 산화시켜서 오존(O₃)을 생성하며 또한 대기중에 축적되어 있는 탄화수소(HC)가 마찬가지로 또 하나의 산소원자나 오존에 의해서 산화됨으로써 CHO(유리상태)基, CH₃·, CH₃CO·, CH₃COO· 등을 생성하는 동시에 알데히드(aldehyde)나 아세톤(acetone) 등과 같은 케톤(Ketone)체를 생성함을 알 수 있다. 특히 위의 반응식에서 보듯이 유리된 상태의 CH基는 不對電子(unpaired electron)을 가지고 있으므로 반응성이 풍부하여 아산화질소(NO)에서 공해원으로 인정되는 이산화질소(NO₂)로의 생성과정을 촉진하는 것이다. 그리고 日出전에 방출된 NO의 하나인 NO가 NO₂로 된다해도 이것은 태양광에 의해서 광분해를 하여 본래의 NO로 환원되어 대기중으로 되돌아 간다.

그러나 이들 생성물은 HC의 종류에 따라 다르며 여러가지 「알데히드」나 「케톤」을 생성한다고 보며 이와같은 생성물은 다시 「에어러솔」을 만들기 때문에 이로써 視界가 흐려지고 강한 자극성으로 인하여 인체나 동물에게 피해를 주게 되는 것이다. 따라서 「광화학 스모그」는 늦은 봄부터 여름철에 걸쳐 대도시에서 격심한데 이것의 요인은 대체로 자동차 매연가스중에 함유된 탄화수소(HC) 가스나 화석연료의 연소로 생겨난 SO₂나 NO₂ 등의 작용에 기인되는 것으로

보는 것이 타당할 것이다.

2) 기타 광화학 오염물질

광화학반응으로 생겨나는 주된 생성물로는 앞에서 말한 알데히드, 케톤, CO, CO₂, 유기성 질산염, O₃, NO₂, 퍼옥시아세틸(peroxyacetyl)형 질산화물, 다른 형태의 유기성 퍼옥시 및 과산화물 및 과산화수소(H₂O₂) 등을 열거할 수 있겠으나 이러한 각종 생성물중 오존, 유기성 과산화물 및 알데히드 등은 지속성 유해성분을 가진 2차적 대기공해물질이 더욱 문제이나 또다른 하나의 광화학 스모그의 생성물로 특별히 자극성 催淚能을 가지고 있는 「퍼옥시아실나트레이트」(peroxyacylnitrate, PAB)를 대표적으로 들 수 있다. 이의 화학반응식은 다음에서 보는 바와 같다.



요컨대 대기오염에 관계되는 「광화학적 옥시단트」로서 NO, NO₂, O₃ 및 PAN 등을 대표적으로 지적할 수 있겠으나 이들중에서 보다 문제가 될 수 있는 것은 역시 O₃일 수밖에 없다. 왜냐하면 NO나 NO₂는 O₃에 비하여 산화력이 미치지 못하고 한편 PAN은 그의 生成比率이 O₃보다 훨씬 약하기 때문이다.

6. 산성우(acid rain, 酸性雨)

일반적으로 오염되지 않은 自然水의 pH는 중성인 것 같지만 사실은 공기중의 CO₂가 물에 용해되어 「탄산」을 형성하기 때문에 pH 5.6 정도의 산성일 수밖에 없는 것이다. 따라서 빗물이 아무리 깨끗한 대기를 통하여 떨어진다 해도 그 공기중에 함유된 0.032%(320ppm) 농도의 CO₂ 때문에 결국은 pH 5.6으로 까지 떨어지게 되는 것이며 그래서 본 수치를 「생물학적」 내지는 「자연적 중성치」로 부르고 있다.

그러나 산성물질로 오염된 대기를 통하여 내린 비는 산성오염물질로 오염된 대기를 통하여 내린 비는 산성오염물질을 용해함으로써 pH 5.6보다 훨씬 낮게 되는 이치에서 이러한 비를 「산

성비」라고 정의하게 되었다.

1) 자연적인 원인

산성비의 원인의 하나인 자연적인 원인으로는 해풍에 의한 바다물의 비산, 생물학적 유기산의 형성, 질산화물, 유황을 함유하는 각종 광석의 산화 그리고 화산의 활동 등을 들 수 있다.

가령 바다의 물방울이 바람에 날려 대기중으로 이동한 다음 건조하면 海水에 함유되어 있던 「황산염」이 대기중에 부유하다가 빗물에 녹게 되면 그 빗물이 산성으로 변하는 것이다. 또 다른 예로서는 식물이나 동물들의 시체가 토양박테리아에 의해 분해될 때에 생성되는 有機酸이 지면을 흘러 내리는 빗물을 산성화 시킬 수도 있고 또 물속의 NO₂질소균에 의하여 산화됨으로써 산이 생길 수 있으며 황철광과 같은 鑛石이 硫黃 박테리아에 의해서 산화됨으로써 생신 황산(H₂SO₄)이 단시간 내에 아황산가스(SO₂)를 방출하게 되고 이것이 곧 산성비의 생성요인으로 작용하게 된다. 그러나 이와같은 현상들은 공해문제가 있기 전부터 이미 알려져 있는 일이기 때문에 실제로 산성비의 원인으로 중요시 되어야 할 문제는 다음의 인위적인 원인이라고 생각 된다.

2) 인위적인 원인

화석연료에는 정도의 차이는 있어도 모두 硫黃(S)성분을 함유하고 있고 따라서 석탄이나 석유가 연소하게 되면 그 중의 유황성분은 산화되어 아황산가스(SO₂)로 되어 대기중으로 방출하거나 또는 고온에서 연료를 태울때 형성되는 공기중의 窒素(N)도 산화되어 아산화질소(NO)나 이산화질소(NO₂)가 되어 대기중으로 방출되면 그 가스가 언젠가는 다시 비에 씻겨 용해됨으로써 산성비의 원인으로 작용하게 된다.

역사적으로 볼때 산성비의 피해는 이미 1662년에 「영국」에서 관찰된 바 있으나 2세기가 지난 1872년에 이르러서 「영국」의 Robert A. Smith가 비로서 산성비(acid rain)란 용어를 처음으로 사용하기 시작하게 되었고, 1962년에는 Rachel Carson이 毒性雨(poison rain)라는 용어를 새로 사용하기 시작함으로써 널리 알려지게 되었으며 그후 1967년 부터는 「스웨덴」의 Suante Oden에

의하여 산성비에 관한 연구가 본격화되어 오늘에 이르렀다. 그리고 Steven E. Lindberg는 1982년에 보다 화학적인 해석으로 산성비의 pH를 결정짓는 주요성분으로서는 陰이온(ion)인 SO_4^{2-} , NO_3^- 및 Cl^- 陽이온인 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 및 NH_4^+ 등이 있으며 이들 +, -이온의 균형(ionic balance)에 의해서 산성비가 형성 결정된다고 밝힌 바 있다.

7. 기타의 기체오염원 물질

여기서 말하는 것들은 모두 有毒性가스이나 이것들이 인공적 대기오염원이 된다고 보다는 사용중의 사고로 인한 피해가 더 문제가 되는 것이다.

1) 염소(chlorine, Cl_2)

염소(鹽素)는 옛날에 「毒가스」로 사용됐던 때가 있었는데 이것은 강력한 독성과 산화력을 가졌기 때문에 상·하수의 처리과정, 漂白공정, 염소나 염산제조를 비롯한 기타의 화학공장 등이 오염발생원이 되겠으나 한편으로는 석탄과 염화비닐 등의 연소과정 그리고 액화염소의 운

반과정의 사고로 인한 피해를 중요시해야 한다.

2) 황화수소(H_2S)

이 황화수소는 火山지방에서 많이 발견되지만 含黃有機物質이나 단백질의 불완전 산화시에 발생하는 것이므로 암모니아(NH_3), 메탄(CH_4) 및 탄산가스(CO_2) 등과 함께 공존함으로써 하수도나 오염된 河川床土중에 존재할 수 있다. 그래서 강이나 바다의 갯벌 흙색이 검은 것은 이 때문이다.

그러나 H_2S 가스가 대기오염 발생원 주변에 부분적으로 존재하는 것이므로 일반 대기오염의 대상이 될 수는 없을 것이며 다만 高濃度로 축적된 경우에 한해서 有害한 것이다.

3) 암모니아(ammonia, NH_3)

암모니아는 자극성이 강한 가스이기는 하나 대기공해라는 점에서는 별로 큰 문제는 못된다. 따라서 「자연발생원」으로는 생물의 배설물이나 시체의 분해 및 각종 유기물질의 발효분해과정을 들 수 있고 「인공 발생원」으로는 화학공장이나 폐기물과 화석연료의 연소과정 등을 들 수 있으나 대체로 이런 일로 대기를 오염시키는 일은 드물고 다만 운반도중의 사고가 문제될 뿐이다.