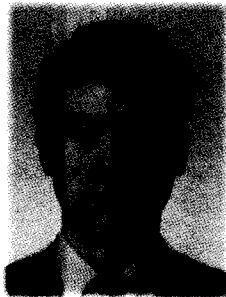


자동차 오염물질의 유해성



엄명도 소장

국립환경연구원 자동차공해연구소

1. 자동차 배출가스에 의한 환경 영향

자동차로부터 배출되는 오염물질은 지역적으로 사람에게 건강을 해치는 반면, 광역적으로는 산성우와 광화학 반응에 의해 생태계까지 피해를 주며, 지구적으로는 CO₂와 같은 온난화물질에 의해 기후변화와 사막화를 가중시키며, 오존층 파괴에 기인하여 인간을 포함한 지구에 살아있는 모든 동물, 생물 및 식물까지 영향을 미친다. 오염물질의 발원은 자동차 뿐만아니라 공장, 발전 또는 난방등에서도 많이 배출되지만 대도시에서는 오염배출요인의 80% 이상이 자동차에서 기인한다고 알려져 있다.

가. 일산화탄소(CO)

성상으로서 무색, 무미, 무취의 기체로 연소시 파란불꽃을 생성하며 휘발유 엔진에서는 농도단위로 같은 배기량에서 공회전시 1~10%정도이며 경유엔진에서는 0.1%이하정도로 배출되고 공연비에 좌우된다. 일산화탄소는

연탄가스에서 가장 농도가 높고 자동차에서는 농도 자체는 낮지만 많은 자동차에서 배출되므로 무시할 수 없다. 사람이 흡입하였을 경우 혈액중 헤모글로빈(Hb)과 결합 능력이 산소에 비해서 약 300배정도 강하므로 혈액중의 산소운반 능력을 감소시킨다. 따라서 조직세포로 공급되는 산소의 부족으로 산소결핍증을 일으켜 중독 내지는 사망에까지 이를 수 있게 된다.

2. 자동차오염물질의 유해성

〈표 1〉 자동차 배출가스에 의한 환경영향

영향 \ 오염물질	CO	HC	NO _x	PM	SO ₂	VOC	O ₃	CH ₄	CO ₂	CFCs
사람	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎			
산성물질 침강			◎		◎					
광화학반응			◎			◎				
지구온난화								◎	◎	◎
오존층파괴										◎



〈표 2〉 혈중 일산화탄소 - 헤모글로빈의 농도 및 인체영향

CO-Hb(%)	증상	CO농도와 호흡시간
4	건강한 사람은 문제되지 않지만 호흡기계통 질환 등의 환자에게는 영향을 줄 수 있음	9~30ppm 에서 10~30분
5	중추신경에 영향	30ppm 에서 4~6시간
10	과격한 근육활동시 숨이 참	120ppm 에서 1시간
20	보통 활동에도 숨이차고 간헐적 두통	40ppm 에서 8시간 400~500ppm 에서 1시간
30	두통, 신경과민, 피로감, 주의력 산만	1,000ppm 에서 1시간
40~50	두통, 정신혼란	1,000ppm 에서 1~2시간
60~70	의식혼탁, 중추마비	1,000ppm 에서 4~5시간
80	사망	1,500~2,000ppm에서 4~5시간

나. 탄화수소(HC)

탄소와 수소만을 가지는 모든 유기화합물로서 화학적성질에 따라 파라핀, 나프틴, 올레핀, 방향족으로 분류되어 연료성분중 휘발성유기물질이 대부분이며, 휘발유엔진에서 불완전 연소시 주로 배출되고, 경유엔진은 소량 배출되며 연료의 주유시에 소량 증발되고, 공연비에 많이 좌우한다. HC의 농도가 높아지면 각종 점막을 자극하고 조식을 파괴하며 벤젠 및 톨루엔은 발암성이 강하고 특히 백혈병에 걸릴 우려가 있다고 알려져 있다. 저농도에서는 호흡기 계통을 자극하는 정도이나 이것이 산화되어 생기는 알데히드는 눈, 점막, 피부 등을 심하게 자극하며 알데히드가 다시 산화되면 과산화물이 형성되어 광화학스모그의 원인이 되어 눈을 더욱 자극하게 된다. 눈의 염증, 기침 및 재채기, 줄음증세를 일으키기도 한다. 탄화수소류중 다환방향족 탄화수소(PAHs: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)는 자동차 뿐만아니라 유기물질의 불완전 연소 및 Carbonization 같은 공정에서도 생성된다.

다. 질소산화물(NOx)

안정한 N₂O, NO, N₂O₃, NO₂, N₂O₅ 등과 불안

정한 NO₃가 존재하고 있으나 대기환경에서 문제되는 것은 NO 및 NO₂로 질소산화물(NOx)이라 한다. 자동차에서 배출되는 NO는 90%이나 대기로 나오면 NO₂로 산화된다. 일반적으로 NO나 NO₂는 단독으로 존재하기보다는 두 물질이 함께 존재하는 경우가 대부분이다. NO가 공기 중에서 서서히 산화하면 NO₂가 되고 실제로 건강에 장해를 유발시키는 것은 주로 NO₂로서 이 NO₂는 사람이 호흡할 때에 체내에 침입해서 깊이 폐포까지 도달하고 수 시간 내에 호흡 곤란을 수반한 폐수종 염증을 일으키는 독성이 강한 물질이다. 일반적으로 알려진 NO₂의 급성 피해는 그 자체가 직접적으로 눈에 자극을 주지 않을 뿐, NO₂가 점막 분비물에 흡착하여 산화성이 강한 질산을 형성하므로 호흡기질환(기관지염, 기관지초염, 폐기증, 폐염)을 유발시키고 섬유성 폐색성 기관지초염 및 폐암까지도 일으킬 수 있다.

라. 입자상물질(PM : Particulate matter)

일반먼지는 보통 0.1~500 μ m의 입경범위를 가지나 경유엔진에서 배출되는 미세먼지는 0.003~1.0 μ m의 크기가 대부분이다. 10 μ m이하부터는 인체의

호흡에 의하여 폐포에 침착된다. 또한 경유엔진의 미세먼지는 벤조피렌과 같은 발암물질이 함유되어 있어 독성이 일반먼지에 비하여 강하다. 주로 경유엔진의 배출가스에 포함되어 배출되며 엔진이 정비 불량일 때 특히 다량 배출된다. 입자상물질은 가솔린자동차 보다는 95% 이상이 디젤자동차에서 대부분 배출된다.

마. 오존(O₃)

자동차에서 배출되는 질소산화물과 탄화수소중 휘발성 유기화합물질(VOCs ; Volatile Organic Compounds)이 햇빛과 반응하여 생성되는 광화학 옥시단트(Photochemical Oxidant)의 주성분이 오존이며 일부 알데히드(HCHO)와 PAN(Peroxyacetyl Nitrate)과 같은 과산화물도 섞여 있다.

오존은 호흡계 점막에 염증을 일으키며 기침이나 질식을 일으키고 폐기능을 손상시킨다. 또한 눈의 염증, 두통 및 신체적 불편감을 유발시키며 감기 및 폐렴에 대한 저항성을 감소시키고 만성적 심장질환, 천식, 기관지염 및 폐기종을 유발시킨다. 환경영향으로는 고무나 플라스틱등을 분해 열화시켜 못 쓰게 하기도 한다.

3. 환경호르몬 물질

환경호르몬 물질은 사람의 내분비계 즉 생식기능의 활동을 저해하는 물질로서 환경중 배출된 물질이 체내에 유입되어 마치 호르몬처럼 작용한다고 하여 환경호르몬으로 불리기도 한다. 미국의 EPA는 체내의 항상성유지와 발생과정을 조절하는 생체내 호르몬의 생산, 분비, 이동, 대사, 결합작용 및 배설을 간섭하는 외인성물질로 경제협력개발기구(OECD)는 내분비계 기능에 변화를 일으켜 정상적인 개체 또는 그 자손의 건강에 위대한 영향을 나타내는 외인성 물질로 각각 정의하고 있다.

그 예로서 경유엔진의 배출가스는 대도시 대기오염원으로서 큰 비중을 차지하고 있으며, 폐암이나 알레르기성 비염이나 기관지천식 등의 호흡기계 질환과의 관련성이 이미 보고되고 있으며 최근에 일본에서는 경유배기가스가 쥐의 정과(정자동지)에 영향을 유발하며, 남성의 정자생산 능력이 감소한다고 보고되었다.

4. 휘발유자동차 배출가스의 유해성

휘발유자동차의 연료는 휘발성이 강한 물질로 이루어져 있으며 배출되는 오염물질로는 발암물질로 알려진 벤젠(Benzene), Methyl-tertiary-butyl ether(MTBE), 1,3-Butadiene, Formaldehyde, Acetaldehyde, Propionaldehyde, Toluene, Ethylbenzene, Acrolein 등이 검출되고 있다.

특히 Benzene, Methyl-tertiary-butyl

〈표 3〉 경유자동차 배출가스에서 발생하는 발암물질 단위 : (mg/bhp-hr)

Substance(s)	Low-Aromatic
Formaldehyde	58.75
Acetaldehyde	19.10
Acrolein	5.79
Propionaldehyde	3.92
1,3-Butadiene	2.46
Benzene	8.03
Toluene	2.26
Ethylbenzene	0.67
o-Xylene	0.61
m-&p-Xylene	1.24
Styrene	1.58
Naphthalene	1.45

* Health Risk Assessment for Diesel Exhaust, Office of Environmental Health Hazard Assessment California Environmental Protection Agency, 1998.

〈표 4〉 발암원과 백혈병에 대한 조사 결과(외국)

조사방법	노출형태, 기간 및 수준	조사대상 질병
역학조사	지역에서의 차량대수(20대/km ² 과 5대/km ²)	AML(급성골수성백혈병)
	1970년도 주유소 근무자	"
	10년간의 고도 내지는 중등도 배기가스노출	Acute Leukemia(급성백혈병)
	직업운전자	"
	거주지 교통량(하루 500대 이상과 500대 미만)	소아암, 소아백혈병
	고속도로 보수	백혈병
	Diesel Exposure	Lymphoid Leukemia(림프성 백혈병)
	자동차수리, 주유소 근무	Leukemia(백혈병)
동물실험	Diesel Exposure	Malignant Lymphoma and Leukemia (악성 림프종양 및 백혈병)
	Methyl-tertiary-butyl ether(MTBE)	Testicli Tumor, Lymphoma Leukemia (고환종양, 림프성 백혈병)

ether(MTBE), 1,3-Butadiene은 백혈병의 발병 원인물질로 IARC(International Agency for Research on Cancer)에 의하여 확인되었거나 추정되는 물질이며 자동차 매연(PM)은 미 환경청(U.S.EPA)에 의하여 발암성 물질로 규정되어 있다.

5. 발암원인과 백혈병에 대한 동향

외국에서 조사된 자동차 오염물질과 백혈병과의 연관성에 관한 자료를 보면, 발암원의 하나인 벤젠에의 폭로에 있어 백혈병과 상당한 상관성이 있음을 알 수 있으며 최근 연료중에 함유량이 증가되고 있는 1,3-Butadiene과 무연휘발유에 옥탄가 조절을 위하여 첨가하고 있는 Methyltertiary -butyl ether(MTBE)는 백혈병의 발생을 증가시키는 물질로 규정되어 있다.

우리 나라에서 백혈병은 10만명당 한해에 남자에게서 3.45명 그리고 여자에게서 2.29명이 발생하는 것으로 보고되고 있다. 주로 연령은 0~4세의 어린 나이에 비교적 많다가 다시 50세 이상의 연령층에서 증가하고 있으나, 대체로 전 연령대에 걸쳐서 고루 발생하고 있다. 30,40대는 일반집단에서 비교적 발생이 적은 연령층으로서 조사된바 있으며 이와 같이 일반집단과는 다르게 발병한 경우 직업적인 폭로가 있는 경우 그 원인이 질병발생에 특별히 기여하였을 가능성을 제기할 수 있으며 특히 자동차 배출가스에는 백혈병 원인물질과 다른 종류의 발암물질이 존재하고 있는 것으로 조사되어 있어 낮은 농도에 노출된 경우에도 상승작용에 의한 효과로 발암성을 높일 수 있는 요인으로 작용할 수도 있다.

(염명도편집위원 : eomdo@hanmail.net)