

# 디젤 自動車 排出가스 特性和 영향

趙 康 來

(環境研究所자동차공해연구담당관)

## 3. 디젤 自動車 排出가스 影響

디젤 自動車의 燃料經濟性은 의심할 여지가 없지만 1970年 이후 디젤 自動車의 계속적인 增加는 環境에 대한 關心이 增加되게 되었다.

디젤 自動車는 가솔린 自動車에 비하여 일산화탄소나 蒸發炭化水素의 排出은 적지만 황산화물, 질소산화물, 알데히드 및 煤煙의 排出이 많고 특히 煤煙과 惡臭物質인 알데히드는 디젤 自動車의 큰 문제점으로 대두되고 있다.

디젤 自動車의 가스상汚染物質인 CO, HC, NOx에 의한 影響은 가솔린 自動車와 큰 차이가 없으므로 디젤 粒子狀物質의 影響에 대하여 最近 研究된 資料에 의해 알아 보려고 한다.

### 가. 人體에 미치는 影響

서울과 같은 大都市를 包含한 많은 地域에서 총부유분진(TSP: Total Suspended Particulate)의 環境基準을 초과하고 있다.

交通量이 많은 大都市에 있어서의 浮遊粉塵은 自動車排出가스 특히 디젤 自動車의 粒子狀物質이 크게 기여하고 있으며 디젤 粒子狀物質은 人體에 여러가지로 害를 미친다는 研究結果는 큰 관심의 대상이 되고 있다.

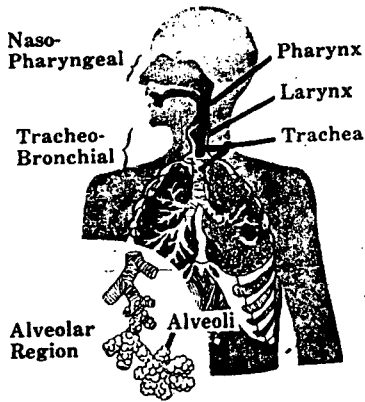
일반적으로 粒子狀物質이 人體에 미치는 影響을 평가할 때는 다음과 같은 事項을 重要視한다.

- 즉, ○ 粒子狀物質의 露出程度
- 人體의 氣道 어느 部位에 침적할 수 있는나를 結定하는 粒子의 크기
- 粒子의 침전과 세척
- 溶解性 成分의 生物學的 活性
- 溶解性 化合物의 分子毒性和 遺傳子 損失의 機轉
- 露出 - 反應關係
- 露出과 關聯된 定量的인 生物學的 變化的 被害 判斷

어떤 粒子狀物質의 健康被害는 그 粒子가 人體의 保護 機能을 뚫고 體內로 들어가 呼吸器 系統의 깊은 處에 침전시키는 能力과 그 粒子狀物質을 除去하고 中和시킬 수 있는 人體의 能力과의 차에 의존한다. 人體內에 제일 먼저 침입하는 길은 하루 10,000ℓ의 空氣를 계속으로 供給하는 呼吸器 通路이다.

吸入空氣는 連續的으로 <그림 - 3>과 같은 部位를 통하여 運搬된다.

人體의 氣道內部는 끈적끈적한 粘液層으로 쌓여 있기 때문에 粒子狀物質은 呼吸하는 동안 粘液層과 接觸하면 空氣로부터 濾過되고 침전된다. 대부분 큰 粒子는 Pharynx나 Trachea와 같은 상부 呼吸器 通路에서 걸러진다. 粒徑이  $0.3 \mu\text{m}$ 以下인 粒子의 대부분은 上部呼吸器 通



〈그림 3〉 입자상물질의 吸入徑路

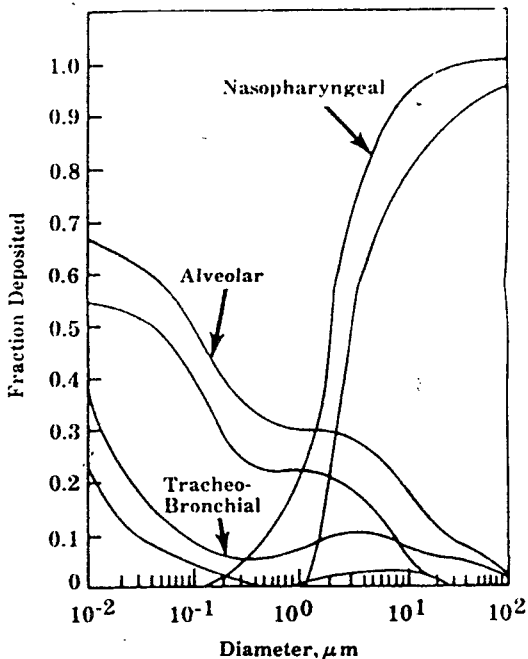
路를 지나 가스交換部인 폐 깊숙히 전달된다.

디젤 粒子狀物質의 약 70%는  $0.3 \mu\text{m}$ 보다 적으므로 대부분 폐 깊숙히 도달된다.

입자상물질이 人體에 미치는 影響은 吸入量뿐만 아니라 呼吸器 通路의 어느 부위에 침전하느냐에 따라 다르다.

〈그림 - 4〉에 입자상물질의 粒徑과 呼吸器 系統의 部位別 침전정도를 나타내고 있다.

디젤 粒子狀物質은 粒徑이 적을 뿐만 아니라 組成에 있어서도 특히 해롭고 毒性이 있다는 것



〈그림 4〉 呼吸器系統의 部位에 粒徑別 沈澱率

이 알려졌다. 美國環境保護廳이 최근 밝힌 바에 의하면 디젤 自動車에서 排出되는 粒子狀物質 中에는 이미 설명한 바와 같이 10,000 여종의 化學物質이 呼着되어 있으며 이들 化學物質中의 많은 종류가 短期間의 生體檢定에서 突然變位性 이 있다는 것이 알려졌고 實驗動物 試驗에 의해서 癌을 誘發할 수 있다는 것이 밝혀졌다.

美國 環境保護廳은 여러가지 實驗結果에 의해서 디젤 自動車에서 排出되는 粒子狀物質은 發癌과 관련하여 다음과 같은 관계가 있다고 推定하였다. 즉 吸入空氣  $1\text{m}^3$ 중에 디젤 粒子狀物質  $1\mu\text{g}$ 이 含有되어 있는 空氣를 계속 呼吸하면 1年동안에 百萬名中 0.26에서 1.4人이 肺癌을 일으킬 수 있는 위험이 있다는 것이다.

現在와 같은 상태로 디젤 自動車가 增加하면 1995년에는 美國의 全 都市의 디젤 自動車 粒子狀物質의 露出程度는  $3 \sim 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 예상되므로 디젤 粒子狀物質에 대한 관심이 큰 이유를 알 수 있다. 하버드大學의 研究者들의 역학조사에 의하면 美國 鐵道勞動者에 대한 研究結果 디젤 油를 취급하는 勞動者가 취급하지 않는 勞動者보다 호흡기계 癌이 1.42배나 더 많이 發生되었다고 밝히고 있다. 美國에서 지금까지 研究結果로 확실하게 말할 수 있는 것은 디젤 自動車에서 排出되는 粒子狀物質을 低減시키지 않고 디젤 自動車가 계속 增加된다면 全 世界的으로 癌患者의 發生 危險性은 크게 증가될 것이라는 것이다. 디젤 粒子狀物質을 包含한 大氣中 總 浮遊粉塵濃度와 幼兒死亡率 (infant mortality) 및 總 死亡率 (total mortality) 사이에는 높은 相關性이 있으며 더 뚜렷한 것은 粒子狀物質이 氣管枝炎 (bronchitics), 喘息 (asthmatics), 心臟病患者 (cardiovascular patients) 및 毒感 (influenza)에 걸린 사람들의 疾病을 惡化시키는 것과 密接한 관련이 있다는 것이 역학조사 결과 밝혀졌다. 또한 粒子狀物質 濃度の 增加는 이들 疾病을 치료하는데 더 힘든다는 것이다.

#### 나. 視程 (Visibility) 障害

視程은 視覺的인 大氣質이라고 말할 수 있다. 視覺的인 大氣質은 屋外에서 경치를 보는 사람의 경험에 의한다. 그러므로 이것은 健康에

대한 影響이나 經濟的인 影響과 같은 大氣質의 非視覺的인 影響과는 區別된다.

視覺的인 大氣質의 判斷은 環境條件에 의해서 影響을 받는 景緻의 視覺的 知覺要因들에 기초를 둔다.

都市地域에서 視覺的인 大氣質에 重要한 影響을 주는 知覺要因은 大氣의 色相, 먼 거리에 있는 物體를 볼 수 있는 透明度 및 깨끗한 공기와 더러운 공기의 境界의 有無등이다.

觀測者의 判斷에 의하는 環境條件은 都市의 헤이즈(Haze)가 山의 境界를 흐리게 하는 것과 같이 視界의 美的 質을 損傷시킬 수도 있고 헤이즈나 안개가 景緻를 더 아름답게 하는 것과 같이 視界의 美的 質을 向上시킬 수도 있다.

消滅係數(extinction coefficient)는 여러가지 大氣成分의 寄與度에 따라 세분할 수 있으므로 視覺的인 범위보다 오히려 빛의 消滅係數나 헤이즈指數(Haze index)의 항목으로 視程을 論議하는 것이 더 일반적이다.

빛의 消滅係數는 ① 粒子들에 의한 빛의 散亂, ② 가스상물질에 의한 빛의 散亂, ③ 粒子들에 의한 빛의 吸收 및 ④ 가스상물질에 의한 빛의 吸收로 定義된다. 미국 콜로라도주 덴버시의 조사에 의하면 덴버의 헤이즈 문제는 微細한 에어로졸(Fine aerosol)에 의한 빛의 散亂과 吸收에 의한다고 한다. 微細한 에어로졸은 헤이즈에 95% 寄與하나 NO<sub>2</sub>는 5%만이 寄與한다.

大氣中에 微細한 에어로졸의 負荷가 增加하거나 減少하느냐는 빛의 消滅係數의 增減에 直接 比喩한다는 것을 알 수 있다. 微細한 에어로졸의 두가지 중요한 형태는 황산기(sulfate)과 탄소 원소(elemental carbon)이다. 탄소 원소는 빛의 반사와 吸收에 큰 影響을 미치며 다른 微細한 에어로졸보다 3~4배나 더 큰 빛의 消滅係數를 가진다. 炭素元素는 非活性物質이므로 大氣中에서 化學的으로 除去하기 위한 機轉(mechanism)은 없고 乾式이나 濕式沈澱이 炭素元素를 除去하기 위한 유일한 方法이다.

이 炭素粒子는 아주 작은 粒子이기 때문에 乾式·沈澱에 의하여 除去되는 量은 적고 氣候特性에 따라 다르지만 이들 물질은 大氣中에 몇 일에서 한달 가까이 떠돌아 다닌다.

炭素로 構成된 모든 燃料를 燃燒시키는 過程에서 炭素元素가 排出되지만 가장 큰 排出源은

디젤機關이다. 그러므로 디젤自動車는 大氣의 視程障害에 큰 影響을 미치는 排出源이다.

#### 다. 財產上의 被害

디젤自動車의 粒子狀物質은 環境汚染을 增加시킨다. 즉 디젤粒子狀物質은 液相 및 固體相의 成分으로 되어있기 때문에 약간 기름기가 있는 물질이므로 物體表面에 쉽게 달라 붙어 乾燥한 粒子狀物質보다 쉽게 더럽혀 지고 쉽게 除去되지 않는다.

디젤粒子狀物質은 平均 都市 粒子狀物質보다 3~5배나 더 검기 때문에 같은 크기의 不活性 粒子狀物質보다 약 3~5배나 더 쉽게 建物, 被服 및 纖維 등을 더럽힐 수 있다.

#### 4. 結 論

디젤自動車는 燃料經濟性的의 理由 때문에 全世界的으로 계속 增加되고 있는 실정이며, 특히 우리나라에 있어서는 디젤油의 價格이 가솔린보다 훨씬 저렴하기 때문에 디젤自動車의 保有比率이 世界 어느나라보다 높다. 또한 서울과 같은 大都市에 있어서는 浮遊粉塵이 環境基準値를 초과하고 있으며 이로 인한 人體被害, 視程障害 및 財產上의 被害는 우리가 매일 피부로 느끼는 바와 같다. 이의 主要한 原因은 확실한 통계숫자가 없어 알 수 없으나 市內버스, 트럭과 같은 各種 디젤自動車에서 排出되는 粒子狀物質이 크게 寄與할 것이라는 것은 쉽게 알 수 있다. 美國에서 지금까지 研究한 各種 資料에 의하면 디젤粒子狀物質은 癌의 誘發은 물론 氣管枝炎, 喘息, 心臟病患者 및 毒感에 걸린 사람들의 疾病을 惡化시키는 것과 密接한 關係가 있다는 것이다.

이와같은 디젤粒子狀物質에 의한 大氣汚染防止를 위해서는 어느 누구의 責任이라고 탓하지 말고 우리 모두의 責任이라고 생각하고 대처해 나가야 할 것이다. 즉, 政府 關係者는 단계적으로 보다 嚴한 排出가스 許容基準을 設定하고 自動車製作者는 許容基準 目標達成을 위해 機關開發과 排出가스防止·部品開發에 勞力해야 할 것이며 整備者 및 運轉者는 自己가 整備하고 運轉하는 自動車가 製造會社에서 設定한 기준대로 유지될 수 있도록 徹底한 整備點檢과 運轉을 하여 깨끗한 大氣質을 유지하는데 다같이 노력해야 할 것이다. \*