

美國의 環境保健

— 問題와 對策事例 —



曹 允 承
〈國立環境研究所
環境保健研究擔當官〉

目	次
I. 主要 當面課題	
II. 對策 事例	
1. 水質汚染	
2. 飲料水	
3. 大氣汚染	
4. Aerosols	
5. 酸性降下物	
6. 廢棄物과 Superfund	
7. 農藥	
8. 有毒物質	
9. 石棉	
10. 放射線物質	
11. 國家人體 모니터링	
12. 個人暴露 모니터링	
13. 癌退治 事業	
III. 研究開發	
1. 聯邦政府의 研究活動	
2. EPA의 研究開發 推進方向	
IV. 結 論	

2. 飲料水

安全飲料水法은 1974 施行되었다. 이 法의 目的은 非一律인 公共給水의 保全을 爲한 것이다.

이는 實際에 있어 州別로 水處理의 要求度나 健康基準이 相異하기 때문에 이러한 不均衡을 是正하여 最小限의 國家飲料水質基準을 設定하자는 것이며 아울러 增加되고 있는 揮發性有機物을 解消하자는 것이다.

揮發性有機物의 問題는 1979 Long Island에서 40萬加런의 洗滌劑를 使用하였던 것이 管内 Nassau 郡의 給水우물 中 13%에서 이들 物質이 確認된 事例가 있었다.

이런 物質에 對한 分析技術은 高度로 發達되어 1兆(PPT)單位까지 더러는 千兆(PPQ)까지도 可能하게 되었다. PPQ란 사람의 엄지손가락의 넓이를 地球와 달 間의 距離로 나눈 것과 比等하다.

이 法의 措置는 全國 2億의 人口가 惠澤을 받고 있는 約 60,000個 地域社會 給水施設에 對한 飲料水質基準의 一律化를 期하였다.

이 水準基準은 1次基準과 2次基準으로 區分되며 1次基準은 健康保護의 觀點에서 汚染物質의 最大許容基準(Maximum Contamination Levels, MCL)으로 25人 以上이 利用하는 어느 給水施設이건 이 基準에 適合해야 한다. 모니터링과 報告制를 通하여 飲料水質이 이 基準에 不適인 때는 公共과 州政府에 通知하여야 하며 健康基準 遵守의 責任은 州知事에 있다.

2次基準은 審美的基準인 觀點의 基準으로 非

義務의 項目이며 맛과 냄새, 色彩가 이에 該當 되고 地域實情에 適合하도록 할 수 있다.

〈표 - 4〉 음료수질기준 (1 차)

오 염 물 질	기 준 치
<u>Inorganics:</u>	
Arsenic	0.05 mg/l
Barium	1.00 mg/l
Cadmium	0.01 mg/l
Chromium	0.05 mg/l
Fluoride	1.4-2.4 mg/l
Lead	0.05 mg/l
Mercury	0.002 mg/l
Nitrate	10.00 mg/l
Selenium	0.01 mg/l
Silver	0.05 mg/l
<u>Microbials:</u>	
Coliform bacteria	<1/100 ml
<u>Turbidity:</u>	
	1 TU
<u>Organics:</u>	
Endrin	0.0002 mg/l
Lindane	0.004 mg/l
Methoxychlor	0.100 mg/l
Toxaphene	0.005 mg/l
2, 4-D	0.100 mg/l
2,4,5-TP Silvex	0.010 mg/l
Triphalomethanes	0.100 mg/l
<u>Radionuclides:</u>	
Gross alpha	15 pCi/l
Particle activity	
Beta Particle and Photon radioactivity	4 mrem
Radium-226 and Radium-228	5 pCi/l

3. 大氣汚染

大氣汚染防止를 爲한 聯邦立法은 처음 1955 에 制定 되었고, 그後 1963, 1965, 1967 에 改正 되었다. 오늘날의 大氣汚染防止體制를 갖춘 것은 1970 大氣清淨法이었다. 議會는 同法을 1975,

1977 에 改正하였으나 1970 當時의 그 基本原則은 그대로 存續시키고 있다.

大氣清淨法의 基本目標은 大氣汚染의 有害한 影響으로 부터 公衆保健과 福祉의 保護에 있다. 이러한 目標을 達成하고자 EPA는 國家大氣環境基準 (National Ambient Air Quality Standards)을 最大許容濃度로 하였으며, 感受성이 강한 어린이와 老人層을 考慮한 1次基準 즉, 人間健康基準 (Primary Standards)과 動·植物, 資材, 財産 등을 감안한 2次基準인 福祉基準 (Secondary Standards)의 두 基準을 設定 施行中에 있다.

健康基準은 SO₂, NO₂, CO, PM, O₃, HC, Pb 7 個物質을 醫學的 科學的 研究結果에 立脚하여 採擇한 것으로 EPA는 이 根據를 每5年마다 再 檢討하여 必要時는 基準을 改正하게 된다. 다만, 國立公園, 野生保護區域은 例外的으로 보다 良質의 大氣基準을 適用하고 있다.

大氣清淨法은 微量이라도 健康上 有害한 汚染物質은 EPA로 하여금 有害物質의 國家排出基準을 設定하여 이의 排出을 管理하도록 하였다.

現在 石綿, 베릴륨, 水銀, 鹽化비닐이 이 基準에 包含되어 있고 벤젠, 砒素를 基準에 包含시킬 것을 提案하였다.

大部分의 大氣汚染은 工場 火力發電所, 金屬製鍊所등 固定發生源과 自動車, 航空機등 移動發生源 그리고 主要高速道路, 쇼핑센터등 間接發生源에서 發生된다.

自動車排기가스의 汚染防止를 爲하여 同法과 關係規定은 排出基準을 強化하여 왔고 1975 부터 新型車種에 對한 觸媒裝置 (Catalytic Converter)의 부착과 同時 無鉛揮發油를 使用토록 하여 많은 成果를 보이고 있다.

EPA는 新規發生源實行基準 (New Source Performance Standards)을 設定하여 새로운 工場과 既存工場中에서 設計變更된 工場을 對象으로 排出基準을 嚴格化하였고, 州政府은 이의 實行計劃下에 防止施設의 改善과 法令遵守를 確認點檢한다. 이 實行計劃은 其外 固定發生源도 包含하며 EPA의 承認을 要한다.

〈丑-5〉 美國大氣環境基準

物質別	平均時間	1次基準(健康)	2次基準(福祉)	備考
粉塵	年間(幾何)	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	24時間b	260 "	150 "	
二酸化黃 (SO ₂)	年間(算術)	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03 PPM)		
	24時間b	365 " (0.14 PPM)		
	3時間b		1300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.5 PPM)	
一酸化炭素 (CO)	8時間	10mg/ m^3 (9 PPM)	10mg/ m^3 (9 PPM)	
	1時間b	40 " (35 PPM)	40 " (35 PPM)*	
오존 (O ₃)	1時間b	235 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.12 PPM)	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.12 PPM)	
炭化水素 ^a (HC) (非메탄)	3時間			
	(午前6-9時)	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.24 PPM)	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.24 PPM)	
二酸化窒素 (NO ₂)	年間(算術)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 PPM)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 PPM)	
鉛 (Pb)	3개월	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

* EPA當局은 25 PPM로 減少를 提案

- a. 非健康關聯基準(오존對策用)
- b. 年間一回以上超過 不可

1975年以來 6個大氣環境基準物質은 減少傾向에 있다. 特히 大氣中の 鉛은 1975-1982 64% 減少되었고, 粉塵은 15%, O₃ 18%, CO는 31% 그리고 SO₂는 33% 減少되었다. NO₂는 1975-1979 期間中 上昇되었으나 1979 부터 減少되기 始作하여 1982의 汚染度는 1975水準과 對等하여졌고 環境基準以下를 維持하고 있다.

4. Aerosols 對策

Aerosols (粉塵) 汚染은 地理的·政治的 國境없이 發生하고 影響을 미치고 있다.

1971美國 EPA는 大氣清淨法の 規定에 따라 國家大氣環境基準을 設定하였으며, 健康基準에 있어서는 24時間平均値를 260 마이크로그램/ m^3 (總浮遊粉塵), 年平均値는 75 마이크로그램/ m^3 으로, 한편 福祉基準은 150 마이크로그램/ m^3 (24時間平均値) 으로 定하고 年間 單1回의 超過를 許容했을 뿐이다.

各州와 地方政府는 管轄區域內 主要汚染源의 排出을 統制하고 道路鋪裝, 街路清掃의 改善, 農業, 山林産物의 燒却制限, 都市內 屋外燒却禁止措置로 이의 減少에 많은 進展을 보았다. 이에 부가하여 EPA는 新規工場, 自動車(特히 디젤用) 排出가스 基準을 設定하여 施行함으로써 여러 地域에서 不潔한 汚染物質을 減少하였다.

1970~1982 總浮遊粉塵은 約60% 減少되었다.

1978以來 EPA는 現行粉塵基準의 再檢討를 始作하여 3년이 넘었고, 健康과 福祉에 關한 影響을 다룬 數千의 科學的資料가 마련 되었으며, 大氣清淨科學諮問委員會를 3回, 一般公聽會를 5回 開催했고 數없이 많은 非公式會合, 其外 數多한 紙面上의 意見을 接受하였다. 뿐만 아니라 이러한 檢討를 위하여 많은 EPA職員, 相談者, 外部의 意見開陳者가 있었다.

1984 EPA는 이 粉塵基準에 關하여 重要的

變更를 建議한 바 있다.

첫째, 粉塵中 微細한 것만이 人體呼吸器系統中 特別히 感受性이 강한 部位에 侵透하기 때문에 10 마이크로미터 以下の 것을 重要視하자는 것이다.

둘째의 重要決定은 健康基準에 있어 24時間 值 年平均値의 數字 上的 壓症으로 問題地域에 限하여 別度の 試料採取法으로서 幅넓은 數値를 導入하여 適用하려고 한다.

EPA 職員과 大氣清淨科學 諮問委員會들의 見解는 健康基準에 있어 24時間平均値를 350 마이크로그램/㎥(10 마이크로미터 以外の 浮遊粉塵 PM₁₀)으로 하자는 것이다. 즉, 이 水準이 健康上의 安全範圍임을 建議하였으나 EPA 長官은 上限範圍를 250 마이크로그램 / ㎥으로 下向調整하도록 하였고, 下限範圍를 150 마이크로그램/㎥으로 試案을 提出토록 하였다. 卽, 健康基準은,

24時間平均値 : 150~250 마이크로그램 / ㎥
(PM₁₀)

年幾何平均値 : 50~60 마이크로그램 / ㎥
(PM₁₀)

아울러 이 範圍는 粉塵에 對하여 취약성이 있는 人口層 慢性閉塞性呼吸器疾病者, 心臟疾病者, 인후르엔자 및 喘息患者, 高齡者, 小兒, 口腔 또는 口鼻呼吸者 (Oronasal breather)를 保護하기 爲한 것이다.

問題는 이중 어느 限界가 前記한 취약성 있는 對象을 保護하는 見地에서 適正하겠는가 하는 質問의 解答이다. 豫防的性格의 法律性質로 보아 EPA長官은 前記의 健康基準中 下限範圍를 擇하여 設定하자는 見解를 表明한 바 있다. 이에 關한 公聽會가 지난 1年 繼續되었고 1985. 6에 終了되었다. 이런 廣範한 各界의 意見을 收斂해서 EPA長官은 健康 및 福祉에 關한 浮遊粉塵의 基準을 最終적으로 決定하게 된다.

1985.4. EPA는 各州와 地方政府가 施行할 基準改定에 따른 施行節次가 담긴 指針과 規定을 提案하였는데 이는 工場側과 直接的으로 關係가 있고 또한 關心있는 一般大衆과도 關聯이 있는 것이다.

粉塵이야말로 말뚝뚝고 時間浪費의 問題이다.

都市나 農村에서 自然的으로 發生하는 粉塵을 어떻게 說明할 수 있으며 어떤 技術로 이를 減少할 것인가 排煙集塵技法이 高度水準이어야 할 뿐더러 飛散하는 微細한 浮遊粉塵을 捕集하는 追加的戰略이 必要하고 其外 鋪裝된 駐車場, 工場內路面까지도 이 基準이 合當하도록 하여야 한다. 사람의 指紋과도 같이 大氣汚染問題는 어느 한 두 種類일망정 同一하지 않다. 工程의 多樣性 地域的, 地形的條件, 氣象特性, 經濟事情등 複雜하여 아직도 非常한 努力과 많은 時間을 必要로 한다.

健康基準의 改正에 부가하여 EPA는 福祉에 關係되는 2次大氣環境基準中 粉塵을 現行 24時間平均値를 年平均値 70~90 마이크로그램 / ㎥으로 改正코저 建議하였으며 입경이 큰 粉塵도 影響을 줌으로 이 部分은 從前대로 總浮遊粉塵으로 삼았으나 한편으로는 2.5 마이크로미터 이하의 浮遊粉塵이 視界減少의 原因과 酸性降下物의 主要한 部分이 된다는 地域大氣汚染問題를 감안하여 特別研究團을 編成하였다.

浮遊粉塵의 健康上影響에 關한 基調課題로 大氣清淨科學諮問委員會는 다음 事項의 研究를 建議하였다.

1. 粉塵이 健康에 影響하는 物理·化學的 特性
2. 粉塵의 健康影響의 本態 및 主要成分
3. 健康影響의 極甚한 感受性人口層과 粉塵과 的 量的 相關性

또한 福祉 影響의 基調分野로 追加的인 研究가 要望되는 것은 視界, 汚損 및 公害가 建議되었다.

이러한 建議는 EPA研究事業에 많이 反映되어 EPA와 大學當局과의 溶역事業으로 다음 部門을 研究中에 있다.

- 疫學調査研究, 視界, 粉塵成分
- 動物實驗
- Workshop 開催, 視界와 汚損, 公害에 關한 研究

5. 酸性降下物

酸性降下物으로 인한 두 가지 문제점은 酸도와 降下도와 地域의 土壤이나 물이 그것을 中和할 수 있는 能力이다.

Ohio 州은 美國內에서도 가장 酸性降下物이 흔한 곳이다. 즉 降下物中 pH值가 가장 낮은 곳이다. 그러나 多幸이도 土壤만은 中和能力이 뛰어나고 反面 New England는 그러하지 못하여 被害가 甚하다.

그런 中和能力이 없으면 水質의 酸도를 높이고 水棲生物의 耐性이나 抵抗力을 弱화시키게 되며 森林, 農作物도 취약성을 띠게 된다. 왜냐하면 植物에 營養이 되는 窒素性微生物을 土壤이 溶解해 버리기 때문이다.

酸性降下物의 發端은 黃酸化物(SO_x), 窒素酸化物(NO_x)을 大氣中에 排出하면 高空에서 日光·水分과 作用하여 酸性物質을 生成하여 地上에 濕性 또는 乾性降下物型態로 내린다. 이 酸化物은 發生地近處에 내리거나 大氣中에 長期間 浮遊해 있다가 數百마일 移動하여 다른 州나 國境을 넘어 遠距離에까지 影響하기도 한다.

東部の 酸性降下物은 주로 SO_2 에서 西部地域은 NO_2 로 부터 起因된 것으로 밝혀졌으며 SO_2 는 化石燃料의 연소에서 反面 NO_2 는 固定과 移動發生源의 高溫燃燒에서 招來된 것이다. 前記한 物質外에도 오존과 其他 옥시단트도 酸性物質의 生成에 作用한다.

酸性降下物의 人體에 對한 直接的인 影響은 그리 問題가 않되나 酸性 fog의 吸入은 健康上의 危脅이 된다. 그러나 人體皮膚나 腸管은 比較的 이를 克服할 수 있는 能力이 있다.

現在의 大氣汚染狀態가 各種基準에 適合하더라도 酸性降下物은 계속 發生할 수 있으며 이 問題의 解決은 科學的, 經濟的 그리고 政治的으로 어려운 課題이다.

聯邦政府에서는 1980年 國家酸性降下物評價事業(National Acid Precipitation Assessment Program)을 始作하였다. 이 事業은 Federal Interagency Task Force on Acid Precipitation, Northeast Acid Rain Task

Force, Southern Blue Ridge Study와 緊密히 協助하고 있다.

各省廳間 研究事業은 森林훼손에 對하여 注力하고 있으며 EPA는 合同會議를 主宰하고 歐洲-美國科學者들의 現地參觀을 主薦하며 酸性物質로 인한 影響機轉에 關하여 研究를 계속하고 있다.

EPA는 野外에서 汚染物質의 遠距離 移動에 影響하는 複雜한 氣象狀態를 調查하고 大氣中에서 SO_x , NO_x , O_x 와 其他 汚染物質의 化學反應을 究明하는 한편 防止對策의 代案마련을 爲한 새로운 모델 開發에 힘쓰고 있다.

議會에서도 이 問題에 至大한 觀心을 갖고 全國的으로 SO_2 와 NO_2 의 年間 排出量을 1,200萬噸까지 減少할 目標下에 特定工場, 火力發電所를 對象으로 徹底한 研究를 推進하도록 勸告하고 있다.

어떤 酸性降下物對策도 環境, 經濟, 社會部門에 龍大한 投資를 要하므로 어떻게 어디에 어떤 規模로 推進할 것인가 그리고 무엇을 期待할 것인가를 明確하게 해 둘 必要가 있다.

EPA는 1985會計年度에 127,000,000弗을 要求하였으며 이 中 55,500,000弗은 EPA, 農務省, 國立海洋氣象廳이 共同主管하는 研究事業에 그리고 一部는 防止對策과 被害減少에 活用하게 된다.

EPA는 이미 全國 2000~3000個所의 湖沼와 問題地域에 對한 調查計劃을 完了하였고, 國立湖沼調査는 이미 1984年 가을 着手하여 이에 따른 被害狀況등의 情報가 提供될 段階이다. 이와 함께 全國規模의 推移測定網(濕性)이 向後 數年內 擴大될 것이며 乾性測定網도 設立할 計劃이다.

이러한 酸性降下物의 問題해결은 때로는 어느 한 나라에 局限된 것이 아니고 世界到處에 있을 수 있는 問題로 親善과 理解로 接近方法을 模索하고 있다.

〈다음호에 계속〉

