

大氣汚染物質 排出量의 年度別趨勢에 關한 研究

高麗大學校 醫科大學 豫防醫學教室

<指導 車 喆 煥 教授>

仁川市 東區 保健所

曹 文 煥

—Abstract—

A Study on the Annual Increase of Air Pollutant Emissions in Korea

Moon Whan Cho, M.D.

Dong Gu Health Center, Incheon.

(Directed by Prof. Chul Whan Cha)

In order to provide bases for the control of air pollutants in Korea, the author figured out the trend on the annual increase of air pollutants emitted in the process of combustions, and estimated the amounts of air pollutants of the future years from 1975 to 1981.

- 1) In 1973 the consumption rate of coal was 1.2 times of that of fuel oil. The consumption rate of them would be same in 1975 and 1977. However, the rate of fuel oil would exceed that of coal in 1979. Incontrast with the rate in 1979. The one of coal would be increased faster and faster to show reverse trend of consumption in 1981.
- 2) The estimated amounts of air pollutant emissions in the years of 1973, 1975, 1977, 1979 and 1981 were 1,561,800, 1,921,700, 2,253,300, 2,769,000, and 3,145,700 tons respectively. These indicated that the amount of air pollutants in 1981 would be about 2 times of that in 1973.
- 3) The amounts of sulfur oxides emissions in 1981 would be 2.3 times of that in 1973, nitrogen oxides 2.2 times, carbon monoxide 1.7 times, particulate 2.0 times and hydrocarbon 2.0 times.
- 4) The estimated amounts of air pollutant emissions per unit area(km²) in the years of 1965, 1971, 1975 and 1980 were 5.2, 14.5, 19.5 and 28.7 tons respectively. These indicated that the amount of air pollutant emissions per unit area would increase 5.5 times in 1980 comparing the one in 1965.

緒 論

工業의 發達, 企業의 極大化, 人口의 都市集中現象, 急増하는 交通量 等の 諸現象에 따르는 燃料消費의 增加는 그 副産物로 排出되는 汚染物質을 增加시키고 있으며 重化學工業으로 指向하고 있는 經濟開發計劃은 莫大

한 에너지의 需給이 豫測된다.

이러한 에너지 소모의 증가로 인하여 그 副産物로 排出되는 大氣汚染物質은 特히 人間에게 慢性氣管支炎, 氣管支喘息, 肺氣腫, 肺癌 等の 呼吸器疾患을 일으킬 뿐만 아니라^{5,6)} 家畜, 農作物, 建築物에 莫大한 被害²⁾를 일으키며 또한 視程을 減少시켜 交通上의 混亂을 招來하기도 한다³⁾.

Table 1. Emission factor

Fuel	Type of fuel	Source	Sulfur oxides	Nitrogen oxides	Carbon monoxide	Particulate	Hydro-carbon
Coal tons of pollutants per 1,000 tons of coal	Bituminous coal	Power plants & industry	39.6	4.95	0.045	14.0	0.07
	Bituminous coal	Transportation	27.9	3.72	0.045	3.2	0.45
	Anthracite	Industry & space heating	7.2	4.4	14.0	5.4	1.48
Fuel oil tons of pollutants per 1,000 kl of fuel oil	Gasoline	Transportation	0.9	18.5	240.0	1.1	32.9
	Kerosene	Boat, space heating & lighting	0.2	18.0	0.68	1.1	0.5
	Diesel oil	Transportation Industry	5.8	13.8	6.0	14.7	30.8
	Heavy oil	Power plants industry space heating	32(57)*	15.6	1.3	2.8	0.5

*Parenthesis indicates Bunker-c oil

그리고 空氣汚染으로 因한 歷史的인 事件은 1930年 Belgium의 Meuse Valley의 Smog 事件, 1948年 美國 Pennsylvania의 Donora에서 Smog 事件, 1952年 有名한 London Smog 事件 등 一連의 事件들은 大氣汚染으로 因한 急性的 健康被害를 일깨워 주고 있는 것이다⁴⁾.

이러한 大氣汚染物質의 生成은 燃料의 燃燒過程에서 發生하는 것으로¹⁾ 燃料의 燃燒過程에서 發生하는 汚染物質의 排出量과 年度別 燃料의 推定需給量을 利用하여 大氣汚染의 年度別 汚染物質總排出量을 推定할 수 있을 것이다.

著者は 이점에 착안하여 工業振興廳의 綜合에너지 需給計劃(1973—1981)의 資料를 利用, 大氣汚染의 年度別 汚染物質量을 推定하되로서 大氣汚染의 長期的 對策을 樹立할 수 있는 基礎資料가 되도록 本 研究를 實施하였다.

調查對象 및 調查方法

1. 調查對象

全國的으로 每年 燃料의 연소 過程에서 排出되는 大氣汚染物質의 排出量 趨勢를 推定하기 위하여 1975年度 工業振興廳이 發行한 綜合에너지 수요계획의 資料를 利用하여 1973년부터 1981년까지(9年間)의 燃料, 即 固體 燃料인 石炭, 薪炭, 液體燃料인 石油 및 電力等の 每年 需要 消費量을 基本對象으로 하여 硫黃酸化物(SO_x), 窒素酸化物(NO_x), 一酸化炭素(CO), 浮遊粉塵(particu-

late), 炭化水素(Hydrocarbon) 등 大氣汚染物質量을 推定算出하였다.

1) 燃料 消費 推定

a) 石炭: 商工部(工業振興廳)⁷⁾, 大韓石炭公社의 資料를 引用하였다.

石炭을 無煙炭, 有煙炭으로 區分하고 單位는 ton으로 統一하였다.

b) 液體燃料(石油): 商工部(工業振興廳)⁷⁾, 大韓石油公社의 資料를 引用하였다.

油種別로 揮發油(gasoline), 燈油(kerosene), 輕油(diesel oil), 重油(heavy oil) 등으로 區分하였다.

石油의 單位는 全部 Kiloliter(Kl)로 表示하였다.

2) 大氣汚染物質 排出量 推定 算出 排出量 換算係數 (Emission factor);

燃料는 그 種類, 組成, 物理化學的 性質, 燃燒狀態에 따라 汚染物 排出量이 相異하므로 우리 나라에서 使用되고 있는 石炭 및 石油의 分析值를 引用한 換算係數를 求하여 大氣汚染物質 排出量을 推定해야만 할 것으로 思料되나 大韓石炭公社⁹⁾의 硫黃酸化에 관한 石炭分析值와 重油 및 방카시油는 大韓石油公社¹¹⁾의 分析值에 따른 換算係數를 利用하였고 石炭은 美國 保健, 教育, 厚生省(HEW)⁸⁾의 資料를 參考로 하고 揮發油(gasoline) 및 輕油(diesel oil)는 主로 交通機關을 비롯한 內燃機關에 消費되므로 Altman(1966)¹⁰⁾의 交通機關에서의 排出가스 分析值를 引用하였고, 燈油(Kerosene), 重油

Table 2. Fuel consumption Estimation

Fuel	Yr					
	Full type	1973	1975	1977	1979	1981
Coal 1,000 ton	Anthracite	14,736	16,862	19,063	21,614	23,587
	Bit. Coal	1,042	1,042	2,700	4,981	10,156
	Total	15,778	17,904	21,763	26,595	33,743
Oil 1,000 kl	Gasoline	1,041	1,172	1,332	1,485	1,626
	Kerosene	473	518	585	644	696
	Diesel	2,838	3,311	3,956	4,635	5,321
	Heavy oil	9,198	12,214	14,985	20,251	24,540
	Total	13,550	17,215	20,858	27,015	32,183

는 美國 HEW 의 報告를 引用하였다.

이러한 換算係數를 利用하여 1973년부터 1981년까지 燃料 消費 推定値에 換算係數를 乘하여 大氣汚染物質 排出量을 年度別로 推定하였다.

調查成績

1) 燃料 消費 推定量

大氣汚染物質 排出量 算出에 必要한 燃料 消費量 趨勢는 第2表에서 보는 바와 같이 1973年度の 石炭 및 液體燃料의 消費量은 實際의 消費 實績이고 1975년부터 1981年度까지는 推定된 量이다. 그리고 石炭의 消費量은 1973년에 15,778,000 ton, 1975년에 17,904,000 ton, 1977년에는 21,763,000 ton, 1979年, 1981년에는 26,595,000 ton, 33,743,000 ton 에 이르며 1973년에 比하여 1981년에는 約 2.1倍의 消費 增加가 豫測된다.

또한 液體燃料은 1973년에 13,550,000 ton, 1975 年에 17,215,000 ton, 1977 年에 20,858,000 ton, 1979年, 1981년에는 27,015,000 ton, 32,183,000 ton 이며 1981年度에는 1973년에 比하여 約 2.4倍가 增加될 것으로 推定된다.

2. 大氣汚染物 排出量

1) 年度別 排出量

a) 大氣汚染物質別 排出量과 增加趨勢

1973年度 汚染物質 排出量을 100으로 基準한 大氣汚染物質의 年度別 增加趨勢를 表示한 것은 第3表, 第4表와 같다.

汚染物質 總排出量은 1973년에 1,561,800 ton 이었으며 1975年은 23%가 增加한 1,921,700 ton, 1977年은 44%가 增加할 2,253,300 ton, 1979年은 77.3%가 增加할 2,769,000 ton, 1981年은 201.4%가 增加할 3,145,700 ton 으로 1973년에 比해 約 2倍가 增加할 것으로 豫測된다.

汚染物質別로 보면 SO_x 는 1973년에 總排出量이 486,700 ton 이었으나 1975年은 26.9%가 增加한 617,400 ton 이며 1977年은 49.6%가 增加할 727,900 ton 이며 1979年은 95.3%가 增加할 950,700 ton 이며 1981년에는 73년에 比해 約 2.3倍가 增加할 1,098,800 ton 이 排出할 것으로 推定된다.

NO_x 는 1973년에 306,900 ton 이었으나 1975年에는 25.5%가 增加한 385,300 ton, 1977年, 1979年에는 各

Table 3. Annual increase of pollutants

(unit: 1000 ton/yr)

Pollutants	Total	Sulfar oxides	Nitrogen oxides	Carbon monoxide	Particulate	Hydrocarbon
Year						
1973	1561.8	486.7	306.9	469.0	152.4	146.8
1975	1921.7	617.4	385.3	552.9	185.0	181.1
1977	2253.3	727.9	455.5	631.4	218.7	219.8
1979	2769.0	950.7	579.7	717.1	263.0	258.5
1981	3145.7	1098.8	664.9	789.1	297.8	295.1

Table 4. Percentage of increase on pollutants

(unit: %)

Pollutants Year	Total	Sulfur oxides	Nitrogen oxides	Carbon monoxide	Particulate	Hydrocarbon
1973	100	100	100	100	100	100
1975	123.0	126.9	125.5	117.9	121.4	123.4
1977	144.0	149.6	148.4	134.6	143.5	149.7
1979	177.3	195.3	188.9	152.9	172.6	176.1
1981	201.4	225.8	216.7	168.3	195.4	201.0

各 48.4%, 88.9%가 증가될 것으로 그 배출은 455,500 ton, 579,700 ton이며 1981년에는 약 2.2배가 증가할 664,900 ton이 배출될 것으로推定된다.

CO의各年度別 排出量은 1973년에 469,000 ton이 排出되었으며 1975年, 1977年, 1979년에는 各各 552,900 ton, 631,400 ton, 717,100 ton이 排出되어 1973년에 比해 17.9%, 34.6%, 52.9%가 增加될 것이며 1981년에는 789,100 ton이 排出되어 73년에 比해 約 1.7倍 增加할 것으로推定된다.

particulate의 年度別 排出量은 1973년에 152,400 ton이었으며 1975년에는 185,000 ton, 1977年은 218,700 ton, 1979年은 263,000 ton이 排出되어 各各 21.4%, 43.5%, 72.6%가 增加할 것으로推定되며 1981년에는 297,800 ton이 排出되어 73년에 比해 約 2倍가 增加될 것으로豫測된다.

Hydrocarbon은 1973년에 146,800 ton이 排出되었으며 1975년에는 181,100 ton이 排出되며 1977年, 1979년에는 219,800 ton, 258,500 ton이 排出되어 49.7%, 76.1%가 增加될 것으로推定되어 1981년에는 295,100 ton이 排出되어 그 增加率은 73년에 比해 約 101%가 될 것으로豫測된다.

b) 單位面積當 汚染物 排出量

年間 單位面積當 大氣汚染物質의 排出量을 表示한 것은 第5表와 같다.

即 全國 大氣汚染物質의 總排出量은 1971년이 1965년에 比하여 2.7倍로 增加하여 1965年은 全國 單位面積當 平均 5.2 ton/km²에 不遜한 것이 1971년에는 14.5 ton/km²로서 美國의 1965年度의 13.5 ton/km²를 上廻하고 있다¹⁴⁾. 1975年, 1980年度는 各各 19.5 ton/km², 28.7 ton/km²로서 1965년에 比해 3.8倍, 5.5倍로 增加傾向이 추측되며 美國의 1965年度에 比해서는 各各 1.4倍, 2倍 정도로 排出될 것이豫測된다.

한편 서울市의 1965年度 大氣汚染 排出量이 148,608 ton, 單位面積當 排出量은 242 ton/km²이며 1971년에

는 375,000 ton이며 單位面積當 排出量은 645 ton/km²으로 1965년에 比해 2.5倍 증가하였으며 1975年, 1981년에는 854.8 ton/km², 1008.8 ton/km²으로 1965년에 比하여 3.6倍, 4.2倍로 그 排出量이 增加될 것이 추측된다.

考 按

經濟開發의 向上은 國民總生産量(GNP)의 成長에 있으며 生産量의 증가는 energy 成長率과 並行하며 이는 大氣汚染物質의 排出量과 密接한 關係를 갖고 있다.

大氣汚染物質의 排出量의 變化는 使用하는 燃料의 種類와 量에 따라 變한다.

에너지源別의 成長 추세를 대강 觀察해 보면 薪炭을 燃料로 使用하는 傾向은 1962年을 基點으로 漸次的으로 下降하고 있으며 石炭의 消費量은 1967年 中盤期 以後는 年次的으로 원만하게 上昇하는 傾向이 있을 것으로 推定된다. 우리 나라의 石油(液體燃料)에 依한 에너지需給量의 增加率은 1966年을 基點으로 急進的으로 상승하여 1970年度 以後 比로써 安定을 이룰 것으로 推定된다.

이와 같은 燃料의 漸次的인 增加는 人體에 被害를 주는 有害物質을 排出하는 量이 증가될 可能性이 높은 것이다.

本 調査에서 大氣汚染物質의 排出量을 보면 1973년에 1,561,800 ton이 排出되었으나 8年後인 1981년에는 3,145,700 ton이 排出되어서 1973年의 排出量에 比해 2倍로 增加될 것이다.

한편 年間 單位面積當 排出量을 美國과 比較時 1965年度 우리 나라의 總排出量은 52萬ton인데 反하여 美國은 12,500萬ton으로 우리 나라의 242倍의 汚染物質을 排出하고 있으나¹²⁾ 單位面積當 排出量을 보면 1965年 우리 나라가 5.2 ton/km²였으며 美國은 13.5 ton/km²로 比로 約 2.7倍였으나 1971년에는 우리 나라가 15.1 ton/

Table 5. 단위면적당(km²) 대기오염물량(한국과 미국 비교)

국 가	년 도 면적(km ²)	1965		1969		1971		1975		1980	
		년간오염물 총	년 km ² 당 오염물	년 오염 총	간 km ² 당 오염물	년 오염 총	간 km ² 당 오염물	년 오염 총	간 km ² 당 오염물	년 오염 총	간 km ² 당 오염물
한 국	98,757	516,000	5.2	1,123,500	11.3	1,431,100	14.5	1,921,700	19.5	2,829,700	28.7
서 울	613	148,608	242.0	303,210	494.6	375,000	645.0	530,100	854.8	618,400	1008.8
미 국	9,246,213	125,000,000	13.5	—	—	—	—	—	—	—	—

km²으로 美國의 1965年 排出量과 거의 같다. 1975년에는 우리 나라가 19.5 ton/km², 1980년에는 28.7 ton/km²으로 美國의 1965年度와 比較時 各各 1.2倍, 2.1倍 정도 높게 나타날 것으로 推定된다.

한편 서울의 年間 汚染物의 排出量을 보면 1965年度에 148,608 ton으로 全國 排出量의 28.8%를 占有하고 있으며 80年度까지 平均 28%를 占有할 것으로 意料된다.

單位面積時 排出量은 1965년이 242 ton/km²였으며 1971年度는 645 ton/km²으로 1965년에 比하여 約 3倍나 集中 排出되고 있으며 1975年은 864.8 ton/km², 1980年은 1008.8 ton/km²으로 1965년에 比해 各各 3.6倍, 4.2倍가 증가할 것으로 推定되어 2次 經濟開發以後 大氣汚染은 보다 深刻하여질 것이 豫測된다.

따라서 이에 따른 事前豫防對策 및 事後管理가 時急히 要望되고 있다.

大氣汚染物質別 年間 排出量의 추세를 보면 1973년에 硫酸酸化물이 가장 많이 排出되었고 一酸化炭素, 窒素酸化物, 浮遊粉塵, 炭化水素의 順位였으며 이中 硫酸酸化物과 一酸化炭素는 全 排出量의 61.2%를 占有하고 있으며 1975年度 역시 一酸化炭素와 硫酸酸化物은 全 排出量의 60.1%인 1,170,300 ton을 排出할 것으로 推定되며 4차 經濟開發計劃이 끝나는 1981년에는 硫酸酸化물이 全 排出量의 34.1%인 1,098,800 ton이 排出될 것이며 一酸化炭素는 全 排出量의 25.1%인 789,100 ton이 排出되어 硫酸酸化物과 一酸化炭素의 排出量은 全 排出量의 約 60%를 占有할 것으로 보여 最少限 이 두 汚染物質의 排出源인 交通機關과 產業場, 및 住宅煖房施設에 重點의인 관리를 한다면 大氣汚染管理의 2/3 以上の 效率을 얻을 수 있을 것으로 意料된다.

上記 主汚染物인 一酸化炭素와 硫酸酸化物의 排出抑制方法은 排出源을 관리하는 方法과 燃料의 質의 向上을 들 수 있겠다.

硫酸酸化物의 排出抑制方法은 여러 方法이 있겠으나 經濟的인 面이나 保健學的인 面에서 脫黃法의 實用化가 勸

告되고 있다¹³⁾.

一酸化炭素의 抑制方法은 그 主排出源인 交通機關과 煖房施設이며 이에 對한 對策이 問題이다.

한편 이러한 各種의 汚染物質로부터 被害를 防止하기 위해서는 法的, 行政的, 技術的 對策樹立에 時急性이 要求되고 있다.

結 論

우리 나라의 大氣汚染對策의 基本資料가 되는 長期에 너지 消費·추세와 燃料의 燃焼過程에서 發生하는 排出物質의 年間 大氣中 排出量을 調査하였다.

長期연료의 消費 추세와 大氣汚染物質排出量의 推定은 1973년부터 1981년까지 걸쳐 調査 推計한 바 그 結果는 다음과 같다.

1) 石炭과 石油의 연료 消費量은 1973년에 石炭의 증가가 石油보다 1.2倍정도 증가하였으나 1975年, 1977年에는 石炭과 石油의 消費量의 比가 同等하였으며 1979年에는 石油의 消費증가가 약간 높았으며 1981년에는 石炭의 消費量이 石油보다 약간 증가하고 있다.

2) 年間 大氣汚染物質의 總排出量은 1973年, 1975年, 1977年, 1979年, 1981년에 各各 1,561,800 ton, 1,921,700 ton, 2,253,300 ton, 2,769,000 ton, 3,145,700 ton으로 1981年度에는 1973年度보다 約 2倍로서 年次的으로 增加하는 傾向은 뚜렷하다.

3) 年度別 各 汚染物質의 排出量의 增加 추세를 보면 1973年度를 基點으로 하여 1981年度와 比較하면 SO_x는 2.3倍, NO_x는 2.2倍, CO는 1.7倍, particulate는 2.0倍, hydrocarbon은 2倍로 增加하고 있다.

4) 年間 單位面積當 排出量은 1965년에 5.2 ton/km², 1971年, 1975年, 1980년에는 各各 14.5 ton/km², 19.5 ton/km², 28.7 ton/km²로 1965년에 比해 2.7倍, 3.8倍, 5.5倍로 증가할 것이 豫測된다.

References

1. Larsen, R. L.: *Air pollution from Motor Vehicles*, *Ann. New York Acad. Sci.*, 136(12): 275-301, 1966.
2. Haagen Smidt, A. J.: *Atmospheric Ecology*, *Arch. Environ. Health*, 11:87, 1965.
3. U.S. Department of Health, Education and Welfare.: *Air quality criteria set by HEW*, *Environ. Sci. Tech.*, 1(4): 282-285, 1967.
4. 車喆煥: 公害와 疾病, p(47-49), 최신의학사, 1974.
5. 鄭奎澈: 서울시 大氣染汚이 市民保健에 미치는 影響에 關한 調査研究, 豫醫誌, 2卷, 1號(5-22), 1969.
6. 權肅杓: 産業場 및 工場排氣가스가 都市民의 健康에 미치는 影響에 關한 研究, 最新醫學, 12卷, 1號(85-102), 1969.
7. 商工部: 綜合에너지 수급계획(1973-1981), 工業振興廳, 1975.
8. U.S. Department of Health, Education and Welfare, *Community Air Pollution*, 1966.
9. 大韓石炭公社: 石炭分析值(Analysed by Bulls & Roherts. inc) 1965, 1. 26.
10. Altman, P.L., and Bittmer, D.D.: *Environmental Biology (Biological Hand book) Federation of America for Environmental Biology, Bethesda, Maryland, 1966.*
11. 大韓石油公社: 製品規格, pp. 4-15. 1965, (3月)
12. Spilhaus, A., et al.: *Wast Management control*, publ. 1400, *National Academy of Science, National Research Council, Washington, p. 128, 1966.*
13. 坂部紋: 大韓汚染と脱硫, 労働の科學, 23:50-53, 1968.
14. 蔡一錫: 大氣汚染物質의 大氣中排出量에 關한 研究, 公衆保健雜誌, 第6卷, 第1號, p(33-43), 1969.