서울特別市 保健環境研究院報 第24卷(1988)
Report of S.I.H.E., 24 : 183~188 (1988)

서울市內 街路樹의 水溶性 硫黃含量 調査研究 (第三報)

大氣保全科

徐丙台・韓商運・成始慶・申載英・朴相賢

"Studies on the Contents of Soluble Sulfur in the Leaves of the Roadside Tree of Seoul Area"

Air Preservation Division

Byung Tae Seo, Sang Un Han, See Kyung Seoung, Jai Young Shin, and Sang Hyun Park.

=**Abstract**=

This study was carried out to measure the contents of souble sulfur in the leaves of roadside tree at 31 Sampling sites in Seoul area from 1 Sep. to 20 Sep., 1987.

The results were as follows;

1. The order of Soluble sulfur contents at all sampling sites was as follows; Salixdependens> Ginkgobiloba>Platanus orientali
2. Salix dependens and Ginkgobiloba had the high ability to decrease air polution.
3. The sulfur contents of industrial and commercial area were remarkably higher than those of green belt area.
4. Correlations between SO_2 concentration and sulfur content of Platanus O and Ginkgoaceae, Salix dependens were respectively r=0.539, r=0.383 and r=0.210.

緖 論

各種 産業의 高度化와 交通手段의 發達은 都市의 過密化現象을 招來하였고 大氣汚染을 加速化시켰다. 특히 黃酸化物은 大都市와 工業地帶에 널리 分布하는 汚染物質로서 注目을 끌고 있으며 都市의 가로수에 대한 피해도 심각한 상태에 이르렀다. SO_2가스가 都市 오염物質의 主軸을 이루고 있으며 그 排出量으로 볼 때 가장 主要한 汚染物質로 취급되어진다. SO_2가스에 對하여 富谷,[1] Hamashima[2~4] 等은 樹木의 葉內 硫黃含量을 分析함으로서 그 被害 程度를 把握할 수 있다고 하였으며 소나무잎 속의 硫黃含量은 葉令과 季節에 따라 差異가 있으나 恒常 SO_2 汚染度와 높은 相關이 있다고 하였다. 前野[5] 等은 急性害에 依한 樹木의 被害는 葉內 硫黃含量의 差異가 뚜렷하지 않으나 慢性害는 健全한 잎에 比하여 큰 差異가 있다고 하였다. 日本林業試驗場[6]에서는 東京都內의 樹木에 含有된 硫黃含量과 大氣汚染度를 調査 分析한 바 大氣中 SO_2 濃度 및 葉內 硫黃含量이 被害와 密接한 關係가 있음을 報告한 바 있다. 아황산가스의 毒性은 가스 自體의 濃度와 접촉시간에 依해서 決定된다. 大氣中 汚染物質은 氣體狀物質과 固體狀 物質로 區分되며 氣體狀 物質은

1) O_3, PAN, NO_2 等 酸化 作用物質.

2) SO_3, H_2O_2, CO 等 環元 作用 物質.

3) HF, HCl 等과 같은 酸性被害를 일으키는 物質로 나눌 수 있으며 固體狀物質은 粉塵・煙霧와 Cd, Cr, Pb 等과 같은 有害 金屬物이나 그 酸化物을 들 수 있다.[6] 이 中에서 아황산가스는 大氣汚染을 일으키는 가장 重要한 要因物質로 알려져 있다. 世界 여러나라에서는 아황산가스의 環境基準을 設定하고 있으며 우리나라에서도 環境保全法에 아황산가스의 環境기준을 연간 평균치 0.05ppm 이하로 規定하고 있다.[7] 各國은 증가되는 도시의 大氣汚染을 줄이기 위하여 여러가지

對策이 마련되고 있다. 發生源에서의 汚染物 排出減少를 위하여 低硫黃油의 使用과 都市가스 및 核燃料 등으로 燃料轉換과 함께 化學的 방지 방법이 開發되고 있으며 植物體를 利用한 造林에 依한 環境的 改善方法이 活發하게 硏究되고 있다. 高橋[8,9] 千葉[10] 등은 公園에 植栽된 樹木에 依하여 都市의 空氣가 淨化된다고 報告하였고 Pilot[11]도 스위스의 로랑느市의 大氣汚染濃度가 유럽 他都市보다 낮은 理由는 樹木과 草木類의 오염물 吸着이 크게 기여하고 있다고 發表하였으며 Thomas Hill[12]과 松島[13]는 植物이 大氣中의 SO_2를 吸收한다고 報告한 바 있다. 植物體內의 硫黃分은 大氣中에서 吸收한 水溶性 硫黃과 뿌리에서 吸收한 不溶性 硫黃의 形態로 存在한다. 大氣中의 亞黃酸가스는 植物體와 接觸하는 時間이 길면 길수록 또는 濃度가 높으면 높을수록 植物葉內에 蓄積되는 硫黃分의 含量이 많아지지만 樹種에 따라 吸收能에는 多少의 差異가 있다는 報告가 있었다.[14] 本調査는 88올림픽대회를 앞두고 서울의 大氣汚染을 경감시킬 수 있는 方案의 一環으로 서울市 일원에 植栽된 各種 街路樹葉의 葉內 水溶性 硫黃의 含量을 調査함으로서 都市 樹木의 大氣汚染에 依한 被害와 人間生活 環境의 汚染度를 生物學的 方法에 依하여 積算하므로 汚染程度의 개략的인 推定이 可能하겠기에 都市環境 改善의 基礎資料를 提供코져 實施하였다.

實驗 및 方法

1. 調査對象

서울市內 31個 지점을 綠地地域, 住居地域, 商業地域, 工業地域으로 구분하여 試料를 채취하였고, 樹種

Table 1. Classiffication of species

亞 綱	目	科	種
毬果植物亞綱 (Coniferophytae)	銀 杏 (Kinkgoales)	銀杏나무 (Ginkgoaceae)	銀杏나무 (Ginkgobiloba)
	毬 果 (Coniferales)	소 나 무 (Pinanceae)	소 나 무 (Pinus densiflora)
雙子葉植物亞綱 (Dicotyledoneae)	장 미 (Rosales)	버즘나무 (Platanaceae)	버즘나무 (Platanus Orientali)
	버드나무 (Salicales)	버드나무 (Salicaceae)	개수양버들 (Salix dependens)

Table 2. Region and Sampling sites.

Region	No.	Sampling Sites	Region	No.	Sampling Sites
Green belt area	1)	Kwan AK Mt.	Commercial area	17)	Jam Sil Dong
	2)	Sa Jik Park		18)	Dong Dai Mun
	3)	Children great Park		19)	Express Bus Terminal
	4)	Nam San Mt.		20)	Young Deung Po Rotary
	5)	Do Bong Mt.		21)	Chong Ryang Ri Rotary
Residential area	6)	Han Nam Dong		22)	Sin Chon Rotary
	7)	Dun Chon Dong		23)	Yŏ I Do
	8)	Hwa Gok Dong		24)	Jam Sil Sports Com.
	9)	Bul Kwang Dong		25)	Pa Go Da Park.
	10)	Sa Dang Dong		26)	Seoul Station
	11)	Bang I Dong		27)	Kwang Hwa Mun
	12)	Mi A Dong	Industrial area	28)	Gu Ro Gong Dan
	13)	Ssang Mun Dong		29)	Sung Su Dong
	14)	Myun Mog Dong		30)	Sin Do Rim Dong
	15)	Sam Sun Dong		31)	Yang Nam Dong
	16)	Kim Po Airport			

Fig. 1. Sampling sites in Seoul area.

의 선택은 現在 서울시에서 街路樹木으로 가장 많이 植栽되어 있는 은행나무, 버즘나무, 소나무, 개수양버들을 선택하였다. 調査地點 및 樹種의 分類는 Fig. 1과 Table 1, 2와 같다.

2. 調査期間

1987년 9월 1일~1987년 9월 20일

3. 試料採取 및 分析方法

서울특별시 保健環境研究所報 第21卷(1985년도) p. 143 참조.

分析結果 및 考察

31個 地點에 對한 水溶性 硫黃의 樹種別 分析結果는 Table 3과 Fig. 2와 같다.

버즘나무 : Table 3에서 地域別로 比較해보면 綠地地域이 0.354±0.043%로 가장 낮았고 工業地域이 0.593±0.105%로 가장 높게 나타났다. 31個 조사지점 중에서 양남동이 0.702%, 서울역이 0.690%, 영등포로터리가 0.649%順으로 높으며 가장 낮은 地點은 방이동으로 0.289%이며 관악산 0.301%, 사당동 0.314%順이었다. 平均値로 보아 綠地地域과 住居地域은 낮은 濃度를 보인 반면 商業地域과 工業地域은 그보다 훨씬 높게 나타났다. 또한, 1986년 지역 및 농도와 비교하면 綠地地域, 住居地域, 商業地域 공히 0.091~0.162%가 낮아진 반면 工業地域에서는 0.117% 높아졌다. 버즘나무는 은행나무와 같이 황산화물의 흡수가 크기 때문에 도시 大氣汚染의 低減策으로 植樹할 수 있는 街路樹種으로 적합한 樹種이라 할 수 있다.

은행나무 : Table 3에서 地域別로 보면 綠地地域이 0.462±0.106%로 가장 낮았으며, 住居地域은 0.542±0.135%, 商業地域은 0.597±0.153%이며, 工業地域은 0.643±0.034%로 가장 높게 나타났다. 이는 1986년 우리 연구소 調査値 보다 평균 0.019~0.096%가 낮아졌다. 全體地點 中 가장 높은 지점은 商業地域인 영등포로터리 0.801% 신촌로터리 0.790%로 높게 나타났는데 이는 1986년 조사지점중 최고 지점인 파고다공원의 0.909%보다 0.1% 정도가 낮아졌다. 이들 地點이 고농도를 나타낸 것은 都心의 극심한 교통량이 그 主原因이라고 본다. 또한 가장 낮은 지점은 綠地地域의 남산이 0.310%로 最高値에 비해 2.5배 낮은 농도치를 나타냈다. 이는 교통량이 적고 산림이 우거진 쾌적한 환경의 영향 때문인 것으로 본다. 千[10] 高橋[9]은 도심과 교외에서 가로수의 피해를 조사하여 대기中의 SO_2의 농도가 높은 地域일수록 葉中의 硫黃含量이 많음을 밝혔으며 같은 SO_2의 濃度中에서도 被害의 정도는 品種의 個體樹齡 및 토양조건에 따라서 달라질 수도 있고 잎의 크기에도 영향을 받는다고 하였다. 은행나무는 對照葉 自體뿐만 아니라 유황의 吸收가 많은 樹木으로 알려져 있다. 金[16]이 서울시 일원에서 조사한 가로수목의 유황 함량 조사와 비교해 볼 때 本 調査에서 나타난 水溶性 硫黃의 含量은 훨씬 낮게 測定되었다.

趙[17] 등이 仁川地域에서 9月中에 實施한 水溶性 硫黃含量測定과 比較할 때 全體的으로 낮은 結果를 보였다. 같은 地域에서도 硫黃 含黃이 多少差異가 있는 것은 그 지역의 大氣中 아황산가스의 농도의 差異도

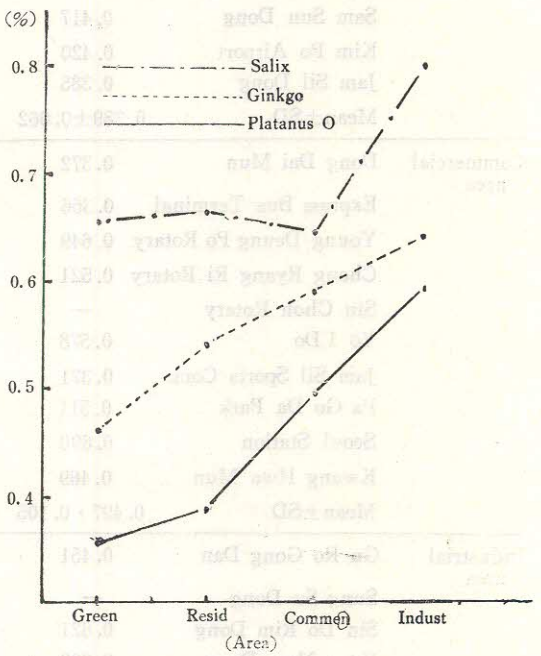

Fig. 2. Comparision of sulfur content in region and Species.

있겠으나 樹種 個體間의 差異도 있을 것으로 思料된다.

개수양버들 : 綠地地域 0.653±0.026%, 住居地域 0.665±0.118%, 商業地域 0.647±0.065%로 거의 비슷한 수치를 보였으나 工業地域이 0.800±0.162%로 他 樹種과 같이 가장 높은 양상을 보였다. 13個 地點中의 성수동이 0.963%로 가장 높았으며 미아동이 0.814%, 불광동이 0.797%로 높게나타났다. 가장 낮은지점은 잠실동으로 0.524%였다. 개수양버들은 시내

Table 3. Soluble sulfur content of leaves in Seoul area by Species and Sampling sites

Region	Sampling site	Kind of Species (Unit: %)				SO_2 Content by monitaring system(ppm)
		Platanus	Ginkgo	Salix D	Pinus	
Green belt area	Kwan Ak Mt.	0.301	0.537	0.659	0.171	0.002
	Sa Jik Park	0.413	0.421	0.682	0.105	—
	Children Great Park	0.374	0.581	0.657	0.152	0.014
	Nam San Mt.	—	0.310	—	0.050	—
	Do Bong Mt.	0.326	—	—	0.033	0.003
	Means±SD	0.354±0.043	0.462±0.106	0.653±0.026	0.118±0.056	0.006±0.005
Residential area	Han Nam Dong	0.417	0.322	—	—	0.021
	Dun Chon Dong	0.481	0.672	—	—	0.030
	Hwa Gok Dong	0.342	0.527	—	—	0.015
	Bul Gwang Dong	—	0.549	0.797	—	0.009
	Sa Dang Dong	0.314	—	—	—	—
	Bang I Dong	0.289	0.397	—	—	0.008
	Mi A Dong	0.439	—	0.814	—	—
	Ssang Mun Dong	0.462	0.667	0.596	0.179	0.050
	Myun Mog Dong	0.315	0.753	—	—	—
	Sam Sun Dong	0.417	0.590	0.592	—	—
	Kim Po Airport	0.420	0.362	—	—	0.023
	Jam Sil Dong	0.385	0.579	0.524	—	0.011
	Mean±SD	0.389±0.062	0.542±0.135	0.665±0.118	0.179	0.021±0.013
Commercial area	Dong Dai Mun	0.372	0.703	—	—	—
	Express Bus Terminal	0.366	—	0.571	—	0.025
	Young Deung Po Rotary	0.649	0.801	—	—	0.021
	Chong Ryang Ri Rotary	0.521	—	—	—	0.025
	Sin Chon Rotary	—	0.790	—	—	—
	Yö I Do	0.578	0.415	0.642	—	—
	Jam Sil Sports Com.	0.371	0.432	0.729	—	—
	Pa Go Da Park	0.511	0.662	—	0.139	—
	Seoul Station	0.690	0.558	—	—	—
	Kwang Hwa Mun	0.469	0.417	—	—	0.015
	Mean±SD	0.497 · 0.105	0.597±0.153	0.647±0.065	0.139	0.022±0.004
Industrial area	Gu Ro Gong Dan	0.451	0.677	0.638	—	0.034
	Sung Su Dong	—	0.609	0.963	—	0.043
	Sin Do Rim Dong	0.621	—	—	—	—
	Yang Nam Dong	0.702	—	—	—	—
	Mean±SD	0.593±0.105	0.643±0.034	0.800±0.162	—	0.038±0.004

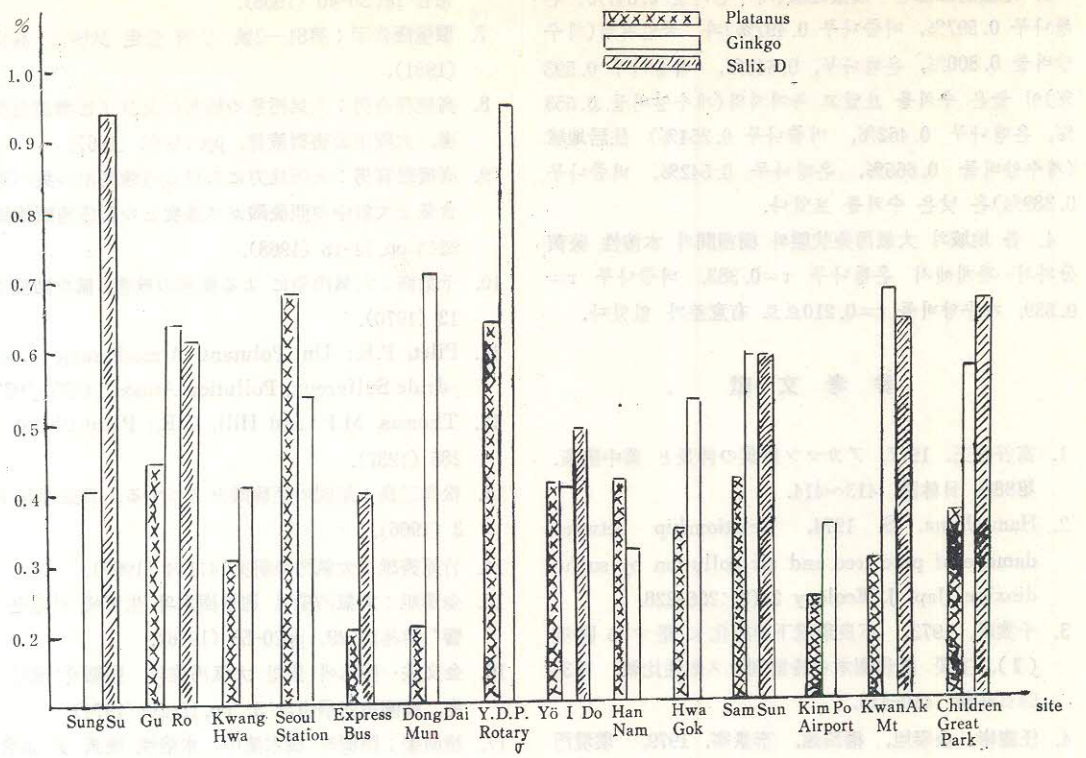

Fig. 3. Comparison of SO_2 in sampling region and Species.

큰 가로변에는 많이 식재되어 있지 않고 도로변에서 다소 떨어진 지역에 식재되어 있으나 은행나무나 버즘나무보다 높은 수치를 보이고 있는 것은 黃酸化物의 吸收率이 높은 樹種임을 알 수 있으며 봄철 꽃가루 비산 현상으로 보건 위생상 문제가 대두되고 있지만 淨化樹木으로는 價値가 매우큰 것으로 思料된다.

소나무 : 綠地地域은 0.118±0.056%이며 全體 地點中 쌍문동이 0.179%로 가장 높게 나타났고 관악산 0.171% 어린이 대공원 0.152%로 비교적 높게 나타났다. 소나무는 가로수로 조성되어 있는 곳이 없어 주로 녹지지역에서 채취하였다. 結果를 보면 전지역 共히 활엽수가 침엽수 보다 유황을 많이 흡수하고 있었다.[18] 따라서 소나무는 대기汚染의 淨化樹木으로는 적당하지 않은 것으로 생각된다. 各 樹種의 水溶性 硫黃分 含量의 地域別 比較는 Fig. 2와 같으며 주요지점의 수종별로는 Fig. 3과 같다. 調査結果 全 地域을 通하여 水溶性 유황의 含量은 개수양버들, 은행나무, 버즘나무 順으로 나타났다. 地域別로 工業地域과 商業地域이 높은 數値를 보였으며 다음이 住居地域이었고 綠地地域이 가장 낮았다. 같은 地域이라도 植栽되어 있는 位置 및 교통량 등 환경조건이 作用 되었을 것으로 생각되나 全體的으로 버즘나무의 함량이 낮고 개수양버들이 높았다.

87년 9월중 시내 各 지역 設置되어 있는 monitaring system에 依한 SO_2는 녹지지역 0.006±0.005ppm, 주거지역 0.021±0.013ppm, 상업지역 0.022±0.004ppm. 공업지역 0.038±0.004ppm으로 나타났으며 大氣中 黃酸化物 濃度와 各樹種別 相關係數는 은행나무 r=0.383, 버즘나무 r=0.539, 개수양버들 r=0.210으로 有意差가 없었다.

結　論

서울市內 일원에 植栽된 街路樹種中에서 네 種類를 선택하여 地域別로 區分하고 31個 地點에서 1987년 9月 1日부터 9月 20日까지 試料를 채취하여 水溶性 硫黃分 含量을 分析한 결과 아래와 같은 結論을 얻었다.

1. 樹種別 水溶性 硫黃의 含量은 全地域 共히 개수양버들>은행나무>버즘나무의 順이었다.

2. 개수양버들, 은행나무, 버즘나무는 硫黃分의 흡수능력이 우수하여 대기오염의 정화수목으로 가치가 인정된다.

3. 地域的으로는 商業地域(개수양버들 0.647%, 은행나무 0.597%, 버즘나무 0.497%)과 공업지역(개수양버들 0.800%, 은행나무, 0.643%, 버즘나무 0.593%)이 높은 수치를 보였고 녹지지역(개수양버들 0.653%, 은행나무 0.462%, 버즘나무 0.354%) 住居地域(개수양버들 0.665%, 은행나무 0.542%, 버즘나무 0.389%)은 낮은 수치를 보였다.

4. 各 地域의 大氣汚染狀態와 樹種間의 水溶性 硫黄分과의 관계에서 은행나무 r=0.383, 버즘나무 r=0.539, 개수양버들 r=0.210으로 有意差가 없었다.

參 考 文 獻

1. 富谷建三. 1977, アカマツ針葉の伸長と 葉中硫黄, 第88回 日林講, 413~414.
2. Hamashima, S. 1974, Relationship between damage of pine tree and air pollution by sulfur dioxide. Jap. J. Ecology 24(3):226-228.
3. 千葉成, 1973, 不良環境下の綠化に關する研究(Ⅱ), 主要 綠化樹木の時期別カス耐性比較, 第34回日林講, 410-413.
4. 任慶彬, 金泰旭, 權琦遠, 李景宰. 1979, 環境汚染이 都市樹木의 生育에 미치는 影響(Ⅱ),(Ⅲ) 서울農大 演習林報告, 15(別刷):80-124.
5. 前野道雄, 1973, 大氣汚染植物被害寫眞集, 日本公衆衛生協會. 6-15.
6. 岡山縣農業試驗場 : 農作物公害對對試驗, 農業試驗報告 pp. 30-40 (1968).
7. 環境廳告示 : 第81—2號 公害 公定 試驗法 高文社 (1981).
8. 高橋理喜男 : 大氣汚染の植物に及ほず影響調査報告書, 大阪市公害對策部, pp. 71-92 (1967).
9. 高橋理喜男 : 大阪地方にあける各種樹木の葉中硫黄含量と大氣中の亞硫酸ガス濃度との關係造園雜誌, 32:3 pp. 14-18 (1968).
10. 千葉修 : 大氣汚染に よる樹木の被害, 植物防疫 24: 12 (1970).
11. Pilet, P.E.: Un Polutant Atmosheraiqe L'anhydride Sulfureux, Pollution Atmos 14:55 (1972).
12. Thomas, M.P. and Hill, G.R.: Plant Phsiol 12: 285 (1937).
13. 松島二良 : 果樹の亞硫酸ガスにする. 日園學誌 35: 3 (1966).
14. 竹原秀雄 : 大氣汚染研究 4:134 (1969).
15. 金泰旭 : 大氣汚染이 造景樹木의 生育에 미치는 影響' 韓林誌 29, pp20-53 (1976).
16. 金文洪··樹木에 對한 大氣汚染의 影響에 關한 研究, 韓國造景學會誌 3, pp. 15-20 (1974).
17. 趙南奎 : 路樹의 樹木葉中 水溶性 硫黄 및 鉛含有量에 關한 研究, 仁川保健研究所報 1, (1985).
18. 吳宗煥외 2人 : 大氣中 亞黃酸가스 濃度가 樹木生長에 미치는 影響, 林業試驗場研究報告 第30號 (1983) 別刷.