

## 서울市內 街路樹의 水溶性 硫黃含量 調查研究(第五報)

大氣保全科

徐 丙 台·韓 商 運·鄭 鍾 洽  
崔 允 燮·李 圭 男·朴 相 賢

### Studies on the contents of soluble sulfur in the leaves of the roadside tree of Seoul area

Division of Air Preservation

Byung Tai Seh, Sang Un Han, Jong Heub Jeong  
Yun Sup Choi, Kyu Nam Lee and Sang Hyun Park

#### —Abstract—

This study was carried out to measure the contents of soluble sulfur in the leaves of roadside tree at 32 sampling sites in Seoul area from 1 Sep. to 30 Sep. 1989.

The results were as follows:

1. Contents of soluble sulfur at all sampling sites were: *Platanus orientali* 0.342~0.734%, *Ginkgobiloba* 0.368~0.772%, *Salixdependens* 0.359~0.665%, *Pinus densiflora* 0.112~0.428%.
2. The sulfur contents of industrial and commercial area were remarkably higher than these of green belt area, the order of soluble sulfur contents at all area was as follow; *Ginkgobiloba* > *Salixdependens* > *Platanus orientali*.
3. Correlations between  $SO_2$  concentration and sulfur content of *Platanus*, *Ginkgo*, *Salix* were of no significance.

#### 緒 論

産業이 發達하고 人口의 增加와 都市의 集中現象으로 우리의 生活環境도 極甚하게 汚染되어 왔다. 現在의 首都 서울은 人口 1,000萬에 肉薄하는 世界的인 都市로 發展되어 가고 있으며 이 過程中에서 生活環境의 汚染이 커다란 問題點으로 대두되고 있다. 汚染物質中에서도 大氣의 汚染이 人間을 包含한 動物뿐 아니라 樹木 등의 植物에게도 直接 또는 間接으로 많은 被害를 주고 있는

것은 周知의 事實이다. 大氣汚染의 植物體에 對한 영향은 1900年初에 Haselhoff<sup>1)</sup> 等에 의하여 亞黃酸가스가 關聯되어 있다고 最初로 報告된 以後 Photochemical Oxidant,  $O_3$ <sup>2)</sup> 或은 PAN<sup>3)</sup>, HF<sup>4)</sup>와 ethylene<sup>5)</sup> 等에 對한 植物 영향과 汚染物質間의 相互作用 等에 對하여 再評價하고 있다. 以外에 phytotoxic한 大氣汚染物質로서 重要하게 여겨지는 것으로 重金屬類, airborne pesticides, 鹽素, acid aerosol, 或은 cement 먼지와 같은 粒子狀物質들을 들고 있다.<sup>6)</sup> 이러한 都市 大氣汚染의 增加를 줄이기 위하여 여러가지 對策이 마련되고 있다. 發生

源에서의 汚染을 減少시키기 위하여 低硫黃油의 使用과 都市가스로의 燃料轉換과 함께 化學的 防除方法이 開發되고 있으며 植物體를 利用한 造林에 依한 環境의 改善方法이 活潑하게 研究되고 있다. 高橋<sup>7,8)</sup> 千葉<sup>9)</sup> 등은 公園에 植栽된 樹木에 依하여 都市의 空氣가 淨化된다고 報告하였고, Pilet<sup>10)</sup>도 스위스 로랑느市の 大氣汚染濃度가 유럽 他都市보다 낮은 理由로서 樹木과 草木類의 汚染物 吸着이 크게 寄與하고 있다고 發表하였으며 Thomas Hill<sup>11)</sup>과 松島<sup>12)</sup>는 植物이 大氣中の SO<sub>2</sub>를 吸收한다고 報告한 바 있다. 植物體內的 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하는데 大氣中の SO<sub>2</sub>는 植物體와 接觸하는 時間이 길면 길수록, SO<sub>2</sub>의 濃도가 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에 多少의 差異가 있다는 報告가 있다.<sup>13)</sup>

우리나라에서는 金<sup>14)</sup>은 人工산성우가 처리된 盆植한 은행나무 幼苗의 生長과 생리적 特性에 對하여, 金<sup>15)</sup> 등은 가로수의 수용성유황 및 重金屬 含量을 조사하였고 大氣汚染物質에 對한 植物들의 反應<sup>16)</sup>이 研究되고 있는

바 本 調査는 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함으로써 大氣汚染에 의한 都市街路樹木의 被害와 程度에 依한 基礎資料를 얻고자 實施하였다.

## 實驗 및 方法

### 1. 調査對象

조사대상 地點 및 地域구분은 Fig. 1 및 Table 1과 같이 서울市內 32個 地點을 綠地地域, 住居地域, 商業地域, 工業地域으로 구분하여 病蟲害가 없는 成葉으로 各地點에서 2株 이상을 선정하여 地上 2.5~3m 높이의 것을 200~400g씩 채취하였고 樹種의 選擇은 현재 서울시에 가로수로 植栽되어 있는 은행나무 개수양버들 버즘나무(푸라타나스)와 소나무를 택하였는데 樹種의 分類는 Table 2와 같다.

### 2. 實驗方法

서울特別市 保健環境研究所報 第21卷(1985년도) p. 143에 준하였다.



Fig. 1. Sampling sites.

**Table 1.** Region and Sampling sites.

**結果 및 考察**

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

32個 地點에 대한 水溶性 硫黃의 樹種別 分析結果는 Table 3과 같다.

버즘나무 : 일명 플라타너스는 地域別로 比較하면 綠地地域이 0.412±0.09%로 가장 낮았고 工業地域이 0.505±0.05%로 높게 나타났다. 32個 조사지점 中에서 고속버스터미널이 0.734%, 사직공원 0.569%, 신도림동 0.560%로 비교적 높았으며 가장 낮은 지점은 남산으로 0.342%이며 어린이 대공원 0.356%, 관악산 0.358%도 낮은 지점이었다. 평균치로 보아 綠地地域은 0.412±0.09%로 가장 낮았고 住居地域은 0.436±0.060%, 商業地域 및 工業地域은 0.492±0.129%, 0.505±0.05%로 비슷하였다. 1988년과 比較하여 보면 0.013%~0.064%가 공히 높아졌으며 綠地地域이 0.064%로 가장 큰 폭을 보인 반면 工業地域이 0.013%로 낮은 상승을 나타냈다. 이러한 전반적인 상승의 원인은 자동차 배기가스의 증가와 아황산가스 등의 여러가지 오염물질과 高地域의 空氣의 流動狀態가 크게 관계되는 것으로 推測된다.

은행나무 : Table 3에서 地域別로 보면 綠地地域이 0.456±0.07%로 가장 낮았으며 住居地域은 0.552±0.118% 住居地域 0.588±0.119%이며 工業地域은 은행나무 가로수가 없어 5地域中 구로공단에서만 채취가 가능하였다. 전체지점중 가장 높은 지점은 신촌로터리로 0.772%로 지난해 보다 0.127% 높아졌다. 그 다음이 고속버스터미널 0.708% 화곡동 0.097% 순이었다. 이는 1987년까지만 해도 비교적 낮은 수치를 나타낸 화곡동이 최근에 와서 높아진 이유는 住居地域까지도 교통량의 폭발적인 증가가 그 원인으로 생각된다. 또한 가장 낮은 地點은 綠地地域의 관악산이 작년도와 같이 0.368%로 비교적 낮은 농도치를 나타냈다. 이는 교통량

**Table 2.** Classification of species.

亞 綱	目	科	種
毳果植物亞綱 (Coniferophytæ)	銀 杏 (Kinkgoales)	銀杏나무 (Ginkgoaceæ)	銀 杏 나무 (Ginkgobiloba)
	毳 果 (Coniferales)	소 나무 (Pinnaceæ)	소 나무 (Pinusdensiflora)
雙子葉植物亞綱 (Dicotyledoneæ)	장 미 (Rosales)	버즘나무 (Platanaceæ)	버즘 나무 (Platanus Orientali)
	버드나무 (Salicales)	버드나무 (Salicaceæ)	개수양버들 (Salix dependens)

**Table 3.** Soluble sulfur content of leaves in Seoul area by species and sampling sites.

Sampling sites	Kind of species (unit: %)				SO <sub>2</sub> content by monitoring system (ppm)	
	Platanus	Ginkgo	Salix D	Pinus		
Green belt area	Kwan Ak Mt.	0.358	0.368	0.359	0.112	0.019
	Sa Jik Park	0.569	0.585		0.428	
	Children Great Park	0.356	0.439	0.431	0.118	0.013
	Nam San Mt.	0.342	0.428		0.153	0.007
	Do Bong Mt.	0.406	0.461	0.422	0.162	0.003
	Mean±SD	0.412±0.090	0.456±0.070	0.404±0.040	0.194±0.133	0.011±0.007
Residential area	Han Nam Dong	0.401	0.470			0.015
	Dun Chon Dong	0.373	0.570	0.527	0.194	
	Hwa Gok Dong	0.393	0.697	0.628		0.021
	Bul Gwang Dong		0.390	0.372		0.020
	Sa Dang Dong	0.432	0.451		0.199	0.016
	Bang I Dong	0.456	0.387			0.014
	Mi A Dong	0.532				
	Ssang Mun Dong		0.674			
	Myun Mog Dong	0.418	0.606	0.609		0.026
	Sam Sun Dong	0.486				
	Kim Po Airport		0.659	0.441		
Jam Sil Dong	0.434	0.618			0.015	
Mean±SD	0.436±0.060	0.552±0.118	0.515±0.126	0.196±0.003	0.018±0.004	
Commercial area	Dong Dai Mun	0.481				
	Express Bus Terminal	0.734	0.708	0.665		0.020
	Young Deung Po Rotary	0.435	0.463	0.409	0.223	0.026
	Chong Ryang Ri Rotary	0.530	0.639			
	Sin Chon Rotary		0.772			
	Yö I Do	0.391	0.582	0.395		0.021
	Jam Sil Sports Com.	0.430	0.469			0.014
	Pa Go Da Park	0.415	0.419		0.184	
	Seoul Station		0.590			
	Kwang Hwa Mun	0.523	0.648	0.639		
Mean±SD	0.492±0.129	0.588±0.119	0.527±0.150	0.203±0.027	0.020±0.004	
Industrial area	Gu Ro Gong Dan	0.458	0.597	0.529		0.019
	Sung Su Dong	0.454				0.023
	Sin Do Rim Dong	0.560				0.033
	Yang Nam Dong	0.520				0.038
	Dang San Dong	0.532				0.028
	Mean±SD	0.505±0.050	0.597	0.529		0.028±0.007

\*unit: %

이 적고 산림 등 환경의 영향때문인 것으로 본다. 千<sup>7)</sup> 高橋<sup>17)</sup>은 도심과 교외에서 街路樹의 피해를 조사하여 大氣中の SO<sub>2</sub>의 濃度가 높은 地域일수록 葉中の 硫黃含量이

많음을 밝혔으며 같은 SO<sub>2</sub>의 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. 은행나무

는 녹지지역뿐 아니라 他地域도 硫黃의 吸收가 많은 樹木으로 알려져 있다. 趙<sup>19)</sup> 등이 仁川地域에서 9月中에 실시한 水溶性 有機硫含量과 比較할 때 全體的으로 낮은 結果를 보였다. 같은 地域에서도 硫黃含量이 多少 差異가 있는 것은 그 地域의 大氣中 아황산가스의 농도의 差異도 있겠으나 樹種 個體間의 差異도 있을 것으로 생각된다.

개수양버들: 綠地地域  $0.404 \pm 0.04\%$ , 住居地域  $0.515 \pm 0.126\%$ , 商業地域  $0.527 \pm 0.150\%$ , 工業地域은 구로공단이  $0.529\%$ 로 개수양버들 역시 綠地地域보다는 住居地域 商業地域 工業地域 순으로 높게 나타났다. 13個 調査地點中 관악산이  $0.359\%$ 로 가장 낮았으며 가장 높은 지역은 고속버스터미널로  $0.665\%$  그밖에 광화문  $0.639\%$ , 화곡동  $0.628\%$  순으로 나타났다. 개수양버들은 시내 큰 가로변에는 식재되어 있는 곳이 거의 없고 도로변에서 다소 떨어진 도로공원 등에 植栽되어 있으나 은행나무와 같이 버즘나무보다는 높은 황산화물의 吸收率을 나타내 봄철 꽃가루의 문제만 없으면 淨化樹木으로 가치가 매우 큰 것으로 思料된다.

소나무: 綠地地域은  $0.194 \pm 0.133\%$ , 住居地域  $0.196 \pm 0.003\%$ , 商業地域  $0.203 \pm 0.027\%$ 이며 全體地點中 사직공원이  $0.428\%$ 로 가장 높았으며 작년도의

$0.154\%$  보다 무려 2.7배나 증가하였으며 가장 낮은 地點은 관악산으로  $0.112\%$ 였다. 소나무는 가로수로 조성되어 있는 곳이 없어 도로옆 녹지대나 가로공원 등에서 채취하였다. 활엽수가 침엽수보다 有機硫를 많이 함유하고 있는 것으로 알려져 있다. 이는 本 調査 結果와 一致한다. 따라서 소나무는 大氣汚染의 淨化樹木으로 적당하지 않은 것으로 생각된다.

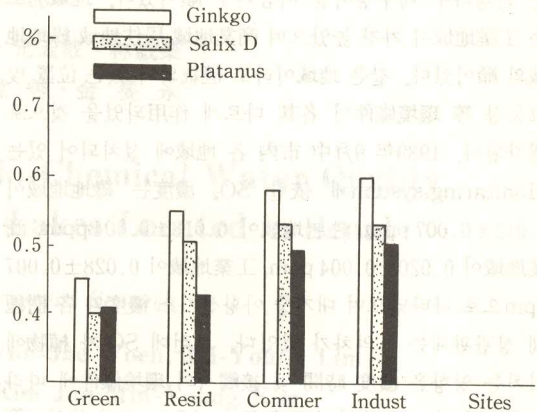


Fig. 2. Comparison of sulfur content in Region and Species.

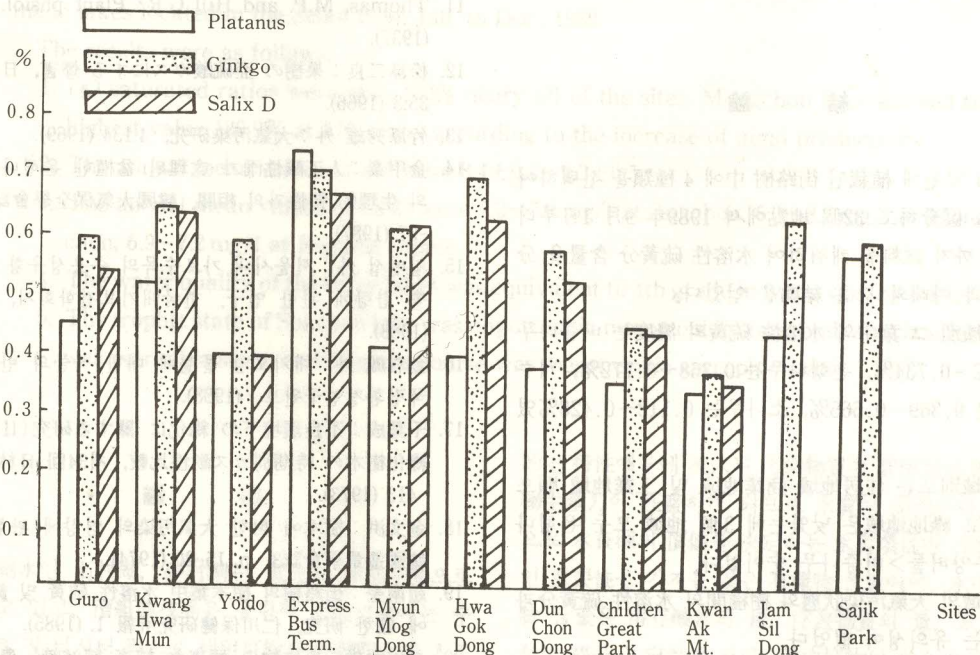


Fig. 3. Comparison of sulfur in sampling region and species.

各樹種의 水溶性 硫黃分 含量의 地域別 比較는 Fig. 2와 같으며 主要 地點의 樹種別 比較는 Fig. 3과 같다. 버즘나무는 工業地域에서 최고치를 나타냈으며 (0.505%) 은행나무 및 개수양버들은 商業地域에서 0.588%, 0.527%로 나타나 버즘나무 보다는 은행나무 개수양버들이 황함유량이 높은 것을 알 수 있으며 綠地 地域의 水溶性 硫黃의 含量은 은행나무 버즘나무 개수양 버들 順으로 나타났고 住居地域 商業地域 工業地域에서 는 은행나무 개수양버들 버즘나무 順이었다. 地域別로 는 工業地域이 가장 높았으며 商業地域 住居地域 綠地 地域의 順이었다. 같은 地域이라도 植栽되어 있는 位置 및 交通량 등 環境條件이 各其 다르게 作用되었을 것으로 생각된다. 1989年 9月中 市內 各 地域에 설치되어 있는 Monitoring system에 依한 SO<sub>2</sub> 濃度는 綠地 地域이 0.011±0.007 ppm, 住居 地域이 0.018±0.004 ppm, 商業 地域이 0.020±0.004 ppm, 工業 地域이 0.028±0.007 ppm으로 나타났으며 대기중 아황산가스 濃度와 各 樹種別 상관관계는 유의차가 없었다. 그런데 SO<sub>2</sub>가 植物에 미치는 영향은 濃度 時間 및 接觸시의 環境條件에 따라 被害가 다르며 특히 高溫多濕인 경우는 보다 甚하며<sup>20)</sup> 植栽되어 있는 位置의 交通량, 도로율, 도시구조, 密集度, 交通 신호 체계 및 交通 통제 정책 등 매우 다양한 因子들에 依하여 作用되었을 것으로 思料된다.

## 結 論

서울市 일원에 植栽된 街路樹 中에 4 種類를 선택하여 地域別로 區分하고 32個 地點에서 1989年 9月 1일부터 9月 30일까지 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 그 葉中의 水溶性 硫黃의 濃度는 버즘나무는 0.342~0.734%, 은행나무는 0.368~0.772%, 개수양버들은 0.359~0.665%, 소나무는 0.112~0.428%였다.

2. 地域別로는 住居地域 商業地域 및 工業地域 順으로 높았고 綠地 地域은 낮았는데 3個 地域 모두 은행나무 > 개수양버들 > 버즘나무 순이었다.

3. 地域의 大氣汚染狀態와 樹種間의 水溶性 硫黃分과 의 관계는 유의성이 없었다.

## 參 考 文 獻

1. E. Haselhoff and G. Lindau: Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch-Bornträger, Berlin, Germany, (1903).
2. B.L. Richards, J.T. Middleton and W.B. Hewitt: Agron. J., 50:559 (1958).
3. E.R. Stephens, E.F. Darley, O.C. Taylor and W.E. Scott: Int. J. Air Water Pollut., 4:79 (1961).
4. G. Bredeman: Biochemie und physiologie des Fluors. Akad. Verlagsges, Berlin, Federal Republic of Germany, (1951).
5. F.B. Abeles and H.E. Heggstad: J. Air Pollut. Contr. Ass., 23:517 (1973).
6. W.W. Heck, O.C. Taylor and H.E. Heggstad: Air Pollut. Contr. Ass., 23:257 (1933).
7. 高橋理喜男 外: 大氣汚染の 植物に 及ぼす 影響調査 報告書, 大阪市 公害對策部, 71 (1967).
8. 高橋理喜男 外: 大阪地方に於ける 各種樹木の 葉中 硫黃含量と 大氣中の 亞硫酸가스 濃度との 關係. 造園雜誌, 32:14 (1968).
9. 千葉修: 大氣汚染による 樹木の 被害, 植物防疫, 24: 12 (1970).
10. Pilet P.E. 外: Un pollutant Atmospheraique Lauhydride sulfureux, pollution Atmos., 14:55 (1972).
11. Thomas, M.P. and Hill G.R.: Plant phsiol., 12:258 (1937).
12. 松島二良: 果樹의 亞硫酸가스にする 煙害, 日園學誌, 35:3 (1966).
13. 竹原秀雄 外: 大氣汚染研究, 4:134 (1969).
14. 金甲泰: 人工酸性雨가 處理된 盆植한 은행나무 幼苗의 生理的 特性과의 相關. 韓國大氣保全學會誌, p. 13-27 (1987).
15. 김면섭 外: 서울 시내 가로수목의 수용성유황 및 중금속 함량에 관한 연구. 한국대기보전학회지, p. 1-12 (1988).
16. 金右鳳 外: 대기오염 물질에 대한 식물의 반응연구. 국립환경연구원보, (1988).
17. 千葉成: 不良環境下의 綠化に 關する研究(II), 主要 綠化樹木의 時期別 카스耐性比較, 제34回 日林講, 410-413 (1973).
18. 金文洪: 樹木에 對한 大氣汚染의 영향에 關한 研究. 韓國造景學會誌, p. 15-20 (1974).
19. 趙南奎: 街路樹의 樹木葉中 水溶性 硫黃 및 鉛含有量에 關한 研究. 仁川保健研究所報 1, (1985).
20. 立谷壽雄: 農作物의 煙害と 被害 經減策. 農業技術, 19:69 (1964).