

大氣汚染에 대한 街路樹의 耐煙性 研究

裴貞伍 · 金貞圭 · 金在鳳 · 朴在柱

국립환경연구소

Studies on the Air Pollution Tolerance of the Urban Trees

J. O. Bae · J. G. Kim · J. B. Kim · J. J. Park

*Department of Environmental Health Research
National Environmental Protection Institute*

Abstract

This study was performed to investigate the air pollution tolerance of urban trees; *Gingko biloba*, *Platanus occidentalis*, *Salix pseudolagiogyne* and *Prunus serrulata* growing in Seoul, Taegu, Chungju area. Vitality of trees and water soluble sulfur content in the leaves were determined at 24 points in those cities.

The ratio of the each number of *Platanus occidentalis*, *Gingko biloba*, *Salix psuedolagiogyne* and *Prunus serrulata* to the total number of urban tree in Seoul area was 49.38%, 17.36%, 13.42%, 2.43%, respectively. Its ratio in Taegu area was 36.76%, 14.25%, 13.36%, 3.32% and in the Chungju area was 59.06%, 17.35%, 11.09%, 8.33%, respectively. The species deversity was 0.7017, 0.9067, 0.5297 in Seoul, Taegu, Chungju, respectively.

The significant correlation between the SO₂ concentration and the tree vitality highly found on *Platanus occidentalis*, *Gingko biloba*, *Salix pseudolagiogyne* and *Prunus serrulata*. Positive correlation coefficient between SO₂ concentration and water soluble sulfur content were shown on *Platanus occidentalis*, *Salix pseudolagiogyne* and *Prunus serrulata* and that between tree vitality and water soluble sulfur content were shown on *Platanus occidentalis* and *Gingko biloba*.

The tolerant to the SO₂ gas was high in order of *Salix psuedolagiogyne*, *Gingko biloba*, *Prunus serrulata* and *Platanus occidentalis*. Also the absorption activity to the SO₂ gas was high in order of *Salix psuedolagiogyne*, *Gingko biloba*, *Platanus occidentalis* and *Prunus serrulata*.

緒 論

環境汚染은 人間이 스스로 生活의 質的 向上을 도모하기 위해서 環境에 人爲的 行爲를 加함으로써 生態系의 正常的인 cycle를 교란 시키거나 破壞하므로 自然環境의 均衡을 깨뜨 리므로서 人間을 비롯한 生物의 生活環境에 좋지 못한 影響을 주는 現象이라 할 수 있다.

生態系의 循環에 나쁜 影響을 미치는 汚染物質에 의한 被害는 數世紀 前부터 問題로 대 두되고 있었다. 그리고 氣象條件에 따라 地域의 으로 엄청난 被害를 일으키는 경우도 여러 차례 나타난 바 있다.

SO₂ 가스는 大氣汚染物質인 SO_x, NO_x, HC 등 많은 種類中 人間 및 生態系에 가장 많은 被害를 주는 成分이다.

1930年 벨기에 뮤즈 계곡 사건에 의한 약 60名の 死亡과 1952年 London의 Sogm現象에 의해 약 4,000名の 人命被害를 냈던 것 과 같이 SO₂ 가스는 19世紀 부터 金屬製鍊 所나 黃含有의 化石燃料를 使用하는 施設 能에서 排出되어 人間保健과 作物生育에 被害를 주었으며 이는 環境條件이나 工場의 立地條件 等에 따라 가스의 擴散程度, 擴散距離等이 달라지며 또한 그 被害 樣相도 複雜해진다.

近年에 이르러 急速한 産業의 發達과 都市化에 따른 人口의 都市集中으로 暖房施設과 交通手段 等으로부터의 汚染物質의 放出로 大氣中의 汚染度를 增加시키고 있다. 이러한 大氣汚染은 直接 또는 間接으로 都市의 街路樹 生育에 影響을 미치게 된다. 大氣汚染物質이 樹木에 미치는 影響에 關한 研究의 主要性은 다음의 두가지로 區分할 수 있다.

1. 樹木 그 自體의 研究로써 汚染物質이 葉綠素를 破壞하여 光合成作用을 不可能하게 하거나 또는 組織을 破壞시켜 生育에 支障을 주는 生理的 機作에 關한 研究

2. 樹木의 環境汚染에 의한 被害程度를 把

握하여 汚染에 의한 人間生活環境의 深刻性을 究明하는 指標植物(Indicator Plant)에 關한 研究이다.

本 研究도 樹木生育과 環境汚染物質間의 關係를 究明하는 研究로 우리나라의 都市에 많이 植栽되어 있는 樹種中에서 능수버들 의 3種에 對한 活力狀態와 耐煙性을 調査하여 大氣汚染에 對한 淨化能力이 크고 耐煙性이 큰 樹種을 選定하는 資料를 얻는데에 目的이 있다.

實驗 및 調査方法

1. 調査地點의 選定

都市街路樹의 SO₂ gas에 對한 耐煙性을 알아보기 위하여 1985年 8월에 서울, 大邱 및 淸州의 街路를 對象으로 하여 SO₂ 濃도가 서울地域은 0.02 ~ 0.05 ppm, 大邱地域은 0.02 ~ 0.04 ppm, 淸州는 0.01 ~ 0.03 ppm을 나타내는 地域中 2個 地點에서 樹種別로 表1과 같이 크기가 비슷한 個體를 擇하였고 最近에 植栽된 樹木은 除外되었다.

2. 對象樹種의 生育狀態 調査

樹種別, 個體別로 1年生 가지 길이는 車道 便으로 자란 1年生을 無作爲로 20個를 골라 測定하여 平均길이를 算出하였다. 또한 잎과 1年生 가지의 被害程度를 나타내는 方法인 活力度 指數는 잎의 變色과 萎縮, 어린논의 萎縮程度는 極甚 4點, 甚 3點, 普通 2點, 正常을 1點으로 賦與하고 樹木의 落葉量과 1年生 가지들의 被害量은 全體에서 3/4 程度 被害가 있으면 4點, 1/2 程度 被害가 있으면 3點, 1/4 程度 被害가 있으면 2點, 正常이면 1點을 賦與하였다.

3. 葉內 水溶性 黃含有量 調査

葉의 採取量은 約 300g으로 하여 Poly-

Table 1. Sampling Point and External Characteristics of Urban Trees Surveyed

City	Tree	Address	Mean DBH (cm)	Tree Height (m)
Seoul	<i>Salix pseudolagiogyne</i>	Kangdongku Jamsil Apt.	22.42 ± 4.68	7.92 ± 0.58
		Dongdaemunku Sindab Station	25.05 ± 3.86	8.80 ± 1.16
	<i>Purnus serrulata</i>	Yongsanku Namsan Mt.	18.22 ± 5.17	7.17 ± 0.61
		Yongdaungpoku Youido	16.90 ± 3.90	4.67 ± 0.52
	<i>Platanus occidentalis</i>	Kandongku Jamsil Apt.	16.67 ± 2.25	8.67 ± 0.98
		Chongroku Chongro 2Ga	29.60 ± 2.89	7.92 ± 0.20
<i>Gingko biloba</i>	Kandongku Jamsil gymnasium	21.22 ± 2.18	8.58 ± 0.92	
	Chungku Seoul City Hall	17.90 ± 2.89	7.25 ± 0.42	
Taegu	<i>Salix pseudolagiogyne</i>	Naedongdong	18.23 ± 2.04	6.75 ± 0.52
		Wondaedong	26.18 ± 6.43	7.33 ± 0.75
	<i>Purnus serrulata</i>	Naedangdong Daryn Park	15.60 ± 1.78	4.33 ± 0.26
		Bumeadong MBC	16.22 ± 1.28	4.42 ± 0.20
	<i>Platanus occidentalis</i>	Samduckdong Kyungbuk Univ.	28.33 ± 3.27	8.42 ± 0.38
		Ducksandong YWCA	23.38 ± 2.62	7.58 ± 0.38
	<i>Gingko biloba</i>	Hwangkumdong Children center	7.73 ± 0.78	4.92 ± 0.20
		Kyeshandong	12.02 ± 1.20	5.58 ± 0.49
Chung ju	<i>Salix pseudolagiogyne</i>	Uncheondong	34.18 ± 4.80	8.42 ± 0.49
		Yeongdong	30.60 ± 8.65	9.50
	<i>Purnus serrulata</i>	Seockyodong	20.43 ± 3.99	5.92 ± 0.38
		Yeongdong	17.30 ± 3.92	6.33 ± 0.61
	<i>Platanus occidentalis</i>	Daesungdong	20.65 ± 2.50	7.08 ± 0.20
		Bukmunro 2Ga City Hall	26.30 ± 0.83	9.17 ± 0.26
	<i>Gingko biloba</i>	2nd Industries Bongmyungdong	10.63 ± 1.59	5.58 ± 0.58
		2nd Industries Sachangdong	7.35 ± 1.11	5.00 ± 0.32

ethylene 봉투에 포장하여 實驗室로 運搬한 後 栽培植物分析測定法⁴⁾에 依하여 分析하였다. 試料은 24 時間동안 80 °C 內外에서 乾燥한 後 100mesh 以下로 粉碎하여 分析試料로 하였다.

試料 4 g을 250 ml mess-flask 에 증류수와 함께 넣고 30 °C, 30 ~ 40 rpm으로 1 時間 振盪하여 水溶性 黃을 抽出하였다. 抽出液을 濾紙 (whatman No.1) 을 濾過한 後 300 ml Beaker 에 濾過液 200 ml를 取하고 C-HNO₃ (3-4 drop) 를 加하여 Sand B-

ath에서 10 ~ 15 ml 程度되게 濃縮乾固시킨 다음 C-HNO₃ 5 ml를 加하여 水浴槽에서 加熱乾燥한 後에 여기에 0.3N-HCl 25 ml를 加하여 溶解시킨 後 증류수로 100 ml가 되게 만들어 試料溶液으로 하였다. 이 液에 不純物이 있으면 濾組 (whatman No.41) 로 다시 濾過한 後에 이 濾過液을 水浴上에서 加熱하면서 5% - BaCl₂ 溶液을 충분히 넣고 1 時間 放冷한 後 濾紙 (whatman No.42) 로 濾過, 乾燥後 白金도가니에 넣어 600 °C에서 灰化시켰다. 이것을 데시케이터內에서 放冷後 稱量

하여 BaSO₄의 무게를 求한 다음 아래 式에 의거 水溶性 黃含有量을 求하였다.

$$\begin{aligned} \text{分析試料中の 黄} \phi &= \frac{0.1374 W}{32} \\ &= 0.004294 W \end{aligned}$$

W.: BaSO₄의 秤量值 (mg)

4. 土壤의 pH測定

土壤은 樹木의 밑등에서 50 cm以內의 거리에 있는 表土에서 깊이 10 cm부근의 土壤을 採取하였으며 採取한 土壤은 風乾하여 試料로 하였다.

試料土壤 5 g에 증류수 50 ml를 加하여 1 時間 振盪한 後에 pH-meter (ToA-Model HM-5ES)로 測定하였다.

結果 및 考察

1. 調査地域의 概況

表 2는 本 調査地域인 서울, 대구 및 청주에서의 氣溫 및 降雨量을 1951년부터 1980년까지의 30年間の 月別平均値로 나타낸 것이다. 서울의 年平均氣溫은 11.79 °C로 大邱의 13.00 °C와 淸州의 11.67 °C의 中間値이다. 任¹⁶⁾이 區分한 水平的 森林帶에 依하면 서울 및 淸州는 溫帶中部 (年平均氣溫 9~12 °C)이고 大邱는 溫帶南部 (年平均 氣溫 12~14 °C)에 屬하였다.

植物의 生理活動은 溫度面에서 보면 5 °C를 境界로 하여 높은 溫度에서는 比例的으로 生

Table 2. Meteorological Data at Seoul, Taegu, and Chungju from 1951 to 1980 (Mean Value)

Temp. or Precip.	City	Month												Mean or Sum
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Average Temperature (°C)	Seoul	-3.53	1.03	4.07	11.37	17.07	21.10	24.47	25.27	20.53	14.00	6.63	-0.50	11.79
	Taegu	-0.93	1.27	6.13	12.60	18.07	21.90	25.50	26.10	20.80	14.73	8.00	1.77	13.00
	Chungju	-3.27	-1.30	3.93	11.73	17.20	21.57	24.97	25.13	19.77	12.77	5.50	-0.97	11.67
Average max. temp. (°C)	Seoul	0.73	3.47	9.13	16.87	22.90	26.33	38.47	29.63	25.57	19.70	11.37	3.67	16.49
	Taegu	4.20	6.63	12.07	18.73	24.47	27.67	30.10	31.20	26.17	21.23	13.77	7.07	18.61
	Chungju	2.03	3.93	10.03	18.37	23.54	26.60	29.33	29.90	25.70	19.97	11.53	4.40	17.11
Average min. temp. (°C)	Seoul	-7.37	-4.97	-0.10	6.60	12.13	17.03	21.53	22.03	16.33	9.10	2.37	-4.27	7.53
	Taegu	-5.47	-3.37	0.90	6.97	12.30	17.07	21.93	22.30	16.50	9.30	2.80	-2.80	8.20
	Chungju	-8.00	-6.10	-1.37	5.53	11.23	16.93	21.53	21.33	15.07	6.70	0.50	-5.57	6.48
Precipitation (mm)	Seoul	20.6	28.2	49.0	95.2	88.3	151.1	383.1	263.0	160.3	48.4	42.9	24.6	1354.7
	Taegu	18.5	30.3	48.4	81.3	75.6	118.4	227.3	158.7	120.3	47.1	38.7	20.3	984.9
	Chungju	31.3	32.5	51.3	99.3	90.0	142.4	262.9	247.1	131.6	52.6	43.4	24.6	1209.0
Warmth Index (°C)	Seoul : 100.44												Taegu : 108.83	Chungju : 98.64
Cold Index (°C)	Seoul : -18.93												Taegu : -12.89	Chungju : -21.61

理活動이 活潑하고 反面 낮으면 停止된다. 이를 나타내는 指數으로써 氣溫이 月平均 5 °C以上일 境遇, 植物의 生育이 可能的 尺度를

나타내는 溫量指數 (Warmth Index = $\sum_{t>5}^n (t - 5)$), 단 n은 t > 5 °C인 個月數)를 計算한 값은 서울이 100.44 °C이며 大邱 108.83

℃와 淸州 98.64℃의 中間이었다. 또한 氣溫이 月平均 5℃以下일 境遇, 植物의 生育이 停止되는 尺度인 寒冷指數 (Cold Index = $\sum_{12-n}^{12} (5-t)$, 단, 12-n은 t < 5℃인 個月數)를 計算한 값은 大邱가 -12.89℃로 가장 높고 서울이 -18.93℃인 反面 淸州는 -21.61로써 가장 낮았다. 緯度上으로 보아 淸州는 서울보다 低緯度에 位置하나 內陸型氣候의 影響으로 서울의 年平均 氣溫보다 낮은 것으로 생각된다.

降雨量은 서울이 1,354.7 mm로 가장 많았고 淸州가 1,209.0 mm, 大邱가 984.9 mm로서 가장 적었다. 그러나 大邱는 우리나라 平均值인 1,000 ~ 1,200 mm에 未達되었다. 한편, 3地域의 降雨量은 모두 6월부터 9월까지의 사이에 年降雨量中 60 ~ 70%를 나타내어 우리나라 여름철의 集中降雨 特性을 나타냄을 알 수 있다.

그림 1은 3個都市에서 1980년부터 1984년까지 5年間に 걸친 年平均 SO₂의 濃度變化를 나타낸 것으로 서울은 '80년에 0.094

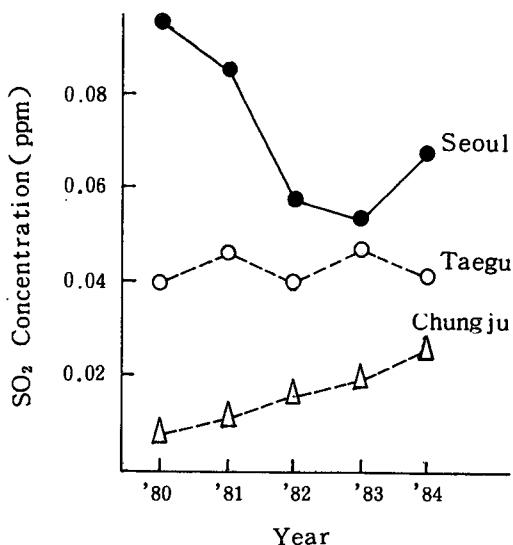


Fig. 1. Change of average SO₂ concentration of surveyed cities.⁶⁾

ppm에서 계속 減少하다가, '83년에 0.05 ppm에서 最下值를 보여주었으며 '84년에는 0.066 ppm으로 增加하였다. 大邱는 約 0.04 ppm을 基準으로 약간의 變動을 나타내지만 대체로 安定된 濃度를 보여주며 淸州는 '80년에 0.008 ppm이었으나 每年 增加하여 '84년에 0.024 ppm의 濃度를 나타내었다. 各都市에 있어서 '84년의 SO₂ 濃度는 植物體에 慢性的인 被害를 나타낼 것으로 判斷된다.

表3과 그림 2는 調査對象 都市에서 '85년 6月 現在의 街路樹 現況을 나타낸 것으로 서울의 植栽樹種은 15種, 大邱가 17種, 淸州가 7種이며 이는 喬木類에 局限된 것이다.

서울의 總株數는 198,794株이며 이中 양버즘나무 (*Platanus occidentalis* L.)가 49.38%로 總株總中 約 50%를 차지하고 은행나무 (*Ginkgo biloba* L.)가 17.39%, 능수버들 (*Salix pseudolagiogyne* Leveille)이 13.42%이며 10%以上을 占有하는 樹種은 3種이었다.

大邱의 總株數는 50,526株이며 서울과 마찬가지로 양버즘나무가 가장 높은 比率인 36.76%이고 은행나무가 14.25%, 능수버들이 13.36%를 占有하였다. 또한 淸州의 總株數는 11,832株로 양버즘나무가 59.06%로 集中度가 매우 높았으며 은행나무가 17.73%, 능수버들이 11.09%, 빛나무 (*P-urnus serrulata* var. *spontana* Wilson)가 8.33%를 차지하고 있다.

多樣한 種의 分析 및 均一한 個體의 分布를 나타내는 生態的인 概念으로서 種多樣度 (Species diversity H')를 計算한 結果, 서울의 H'가 0.7017로서 植栽樹種 15種이 가지는 最大種多樣度 (H' max) 1,180에 比較하여 상당히 不足되는 값을 나타낸다.

이러한 값은 서울市內에서 植栽樹種이 一部 種으로 集中되어 있는 것을 意味하며 낮게 植栽된 樹種數量을 높이는 것이 生態的인 面으

Table 3 . Road tree compoaitlbw at seoul, Taegu and Chungju('85)

Tree	Seoul		Taegu		Chungju	
	Group Size	ratio(%)	Group Size	ratio (%)	Group Size	ratio(%)
<i>Ginko biloba</i>	34,504	17.36	7,199	14.25	2,098	17.73
<i>Platanus occidentalis</i>	98,159	49.38	7,199	36.76	6,988	59.06
<i>Salix pseudolagiogyne</i>	26,686	13.42	18,576	13.36	1,312	11.09
<i>Purulus serrulate</i>	4,831	2.43	6,751	3.32	986	8.33
<i>Acer saccharinum</i>	10,737	5.40	1,678	4.47		
<i>Xpopulus albagardulosa</i>	11,635	5.85	2,358	1.16		
<i>Populus nigra L. var italica Du Roi</i>	1,701	0.86	586		319	2.70
<i>Ailanthus actissima</i>	1,701	0.86	586	1.16		
<i>Zelkova serrata</i>	1,856	0.93	581	1.15		
<i>Robinia pseudoacacia</i>	540	0.27	1,004	1.99		
<i>Styphnicum japonicum</i>	1,601	0.80				
<i>Cedrus deodara</i>			4,076	8.07		
<i>Purulus padus</i>						
Others	6,414	3.30	7,722	15.28	129	1.09
Total	198,794	100.00	50,526	100.00	11,832	100.00
Species variability(H ¹)	0.7017		0.9067		0.5297	

로 볼 때 좋을 것으로 判斷된다.

大邱는 種多樣도가 0.9607 이고 最大種多樣도 1.2300 으로서 種多樣도가 다른 두 都市에 비해 높은 값을 나타내었으며 이는 他 都市에 비해 樹種數가 많고 또한 植栽數量도 比較的 고르다는 것을 意味한다.

淸州의 種多樣도는 0.5297 이며 最大種多樣도는 0.8500 으로 매우 낮은 값을 보여주었으며 이는 양버즘나무의 集中度가 特別히 높고 植栽樹種數가 적다는 것을 말해준다.

앞으로 都市內의 街路樹의 植栽는 그 都市

內의 大氣汚染狀態를 正確하게 觀測하여 汚染도가 甚한 都市 中央地域은 耐煙性이 강한 樹種을, 甚하지 않는 외곽지역의 樹種은 多樣化시킬 必要가 있으며 그리고 街路樹를 大氣汚染에 對하여 耐性이 강한 樹種뿐만 아니라, 特定地域에는 弱한 術種을 植栽하여 그 被害現象에 依하여 住民들에게 大氣汚染에 對한 警覺心을 周知시킬 必要가 있을 것으로 思料된다.

2. 調査樹種の生育状態

調査都市別 樹種の 生長状態를 表4에서 보면 1年生가지의 平均生長길이는 大氣汚染의 程度에 따라 현저한 差異가 나타나며 大氣汚染에 따른 生育状态를 量的으로 表現하는 手段으로서 좋은 指標가 될 것으로 思料된다.

3個 調査地域에서 1年生 가지의 平均生長길이인 樹種의 順序는 능수버들, 양버즘 나무, 은행나무, 뱀나무의 順이었다. 大氣汚染의 程度에 따라 가지길이의 生長率이 낮은

樹種으로서 서울에서는 뱀나무 이었으며 SO₂ 농도가 높은 지역 1年生 가지 生長길이는 9.55 cm이고 낮은 지역의 1年生 가지 生長길이는 24.35 cm로서 汚染度가 높은 지역의 1年生 가지 生長 길이가 낮은 지역에 比하여 39.2%程度 生長했음을 알 수 있었다.

大邱에서도 역시 뱀나무가 높은 지역의 1年生 가지 生長길이는 5.27 cm이고 낮은 지역의 1年生 가지 生長길이는 21.80 cm로서 汚染度가 높은 지역의 1年生 가지 生長길이

Table 4. Growth Condition and Water Soluble Sulfur in Leaves of Surveyed Trees

City	Tree	SO ₂ conc. in Air	Length of Twig (cm)	Soil (pH)	Vitadity of plent	Water Soluble S. Content (%)
Seoul	<i>Salix pseudolagiogyne</i>	L	139.09	6.52	5.84	0.6805
		H	111.71	6.45	7.34	0.7629
	<i>Pururus serrulate</i>	L	24.35	6.05	5.00	0.1325
		H	9.55	6.65	12.49	0.0832
	<i>Platanus occidentalis</i>	L	89.82	6.52	5.17	0.2827
		H	64.21	6.45	11.00	0.3533
	<i>Ginko biloba</i>	L	28.46	6.60	5.00	0.5184
		H	27.42	6.55	8.84	0.5003
Taegu	<i>Salix pseudolagiogyne</i>	L	193.00	6.60	5.00	0.9054
		H	223.26	6.25	5.17	0.0108
	<i>Pururus serrulata</i>	L	21.80	6.65	6.16	0.1065
		H	5.27	6.35	8.33	0.1557
	<i>Planatus occidentalis</i>	L	100.21	6.45	5.68	0.2725
		H	72.15	6.80	6.50	0.3332
	<i>Ginko biloba</i>	L	23.54	6.60	5.00	0.3227
		H	19.70	6.85	7.50	0.7315
Chungju	<i>Salix pseudolagiogyne</i>	L	193.00	6.44	5.00	0.6504
		H	259.00	6.55	5.00	0.6369
	<i>Pururus serrulata</i>	L	13.07	6.13	5.00	0.0498
		H	13.05	6.13	8.34	0.0331
	<i>Platanus occidentalis</i>	L	108.95	6.60	5.00	0.2138
		H	56.56	6.35	5.33	0.2589
	<i>Ginko biloba</i>	L	19.80	6.50	5.00	0.5717
		H	17.85	6.78	5.00	0.5119

* L:Low Pollutant Concentration

H:High Pollutant Concentration

가 낮은 지역에 비하여 24.2% 정도의 낮은 생장률을 나타냈다.

淸州에서 생장률이 낮은 樹種은 능수버들이었으며 汚染이 높은 지역의 1年生 가지 생장길이가 193.0 cm이고 낮은 지역의 1年生 가지 생장길이는 259.0 cm로서 汚染도가 높은 지역의 가지 생장길이가 낮은 지역에 비하면 51.9% 정도 밖에 생장하지 못하였다.

汚染度の 차에 따라 1年生 가지의 생장에 差異가 심하지 않는 樹種을 地域別로 보면 서울에서는 은행나무, 大邱는 능수버들, 淸주는 벗나무이었다.

活力度 指數測定値는 表 4와 같이 SO₂ 가스의 汚染도가甚한 곳의 값이 낮은 곳보다 서울과 대구에서는 差異가 있으나, 淸주에서는 大體로 差가 없어 大氣汚染의 被害가 크지 않음을 暗示하고 있으며, 大氣汚染被害가甚한 個體의 가장 높은 活力度指數의 測定値는 20點이며 그 값이 10點以上인 樹種은 서울에서는 벗나무(12.49點), 양버즘나무(11.0點)이었으며 다른 지역에서 活力度指數가 10點以上의 樹種은 나타나지 않았다.

서울에서 이 樹種들이 SO₂에 의한 被害가 크므로 3個都市中 서울의 SO₂ 汚染도가 가장 높음을 알 수 있다.

3. 葉內 水溶性 黃含有量

3個 調査地域에서 葉內 水溶性 黃含有量이 가장 높은 樹種의 順序를 보면 능수버들, 은행나무, 양버즘나무, 벗나무의 順이었다.

서울 능수버들의 葉內 水溶性 黃含有量(0.7629%)보다 大邱의 능수버들이 높게(1.0108%) 나타났다. 이는 高濃度の SO₂에 短期間內 露出되었을 때보다 낮은 濃도에 長時間 露出되었을 때 오히려 汚染物質의 葉內 蓄積이 높다는 것을 意味하는 것으로 推定된다.

4. 土壤의 pH

調査地域의 土壤 pH는 表 4에서 보는바와 같이 서울에서는 6.05~6.60이며, 대구에서 5.80~6.60, 淸주에서는 6.13~6.78로서 大體로 6.5 內외의 中性에 가까운 값으로 濶葉樹의 生育에 支障이 없는 程度로 이는 보도블럭等に 含有된 세멘트 및 Alkali性 物質이 溶解 침투된 것으로 思料된다.

5. 大氣中 SO₂ 濃度와 活力度指數의 關係

大氣中の SO₂ 濃度에 따른 活力度指數의 變化를 알아보기 위하여 SO₂ 濃度(X)에 對한 活力度指數(Y)의 回歸分析을 實施한 結果는 表와 같다. 相關係數는 능수버들이 0.69**, 벗나무 0.75**, 양버즘나무 0.68** 및 은행나무 0.60**으로 매우 높은 正의 相關性을 보이며 SO₂ 濃度の 增加에 따른 活力度指數의 增加는 양버즘나무, 벗나무, 은행나무, 능수버들의 順序임을 알 수 있다.

Table 5. Correlation analysis between SO₂ Conc and vitality of plants.

Tree	Slope	Inter- section	Correlati Coefficient
<i>Salix pseu- doslagiogyme</i>	60.02	3.74	0.69**
<i>Purunus serrulata</i>	167.54	2.19	0.75**
<i>Plantanus occidentalis</i>	193.80	1.30	0.68**
<i>Giloba biloba</i>	111.71	2.98	0.60**

X: SO₂ conc. of the Air

Y: Vitality of plants.

** : P < 0.01

6. 大氣中 SO₂ 濃度와 葉內水溶性 黃含有量의 關係

大氣中 SO₂ 濃度에 따른 葉內 水溶性 黃含有量의 關係를 보면 SO₂ 濃度(X)에 對한 葉

內 水溶性 黃含有量(Y)의 回歸分析을 實施한 結果 表 6과 같으며 相關可數는 능수버들이 0.55**, 벗나무 0.36**, 양버즘나무 0.50**로 매우 높은 正의 相關性을 보였고 은행나무는 0.17로 關聯性이 없게 나타났으며, SO₂ 濃度 增加에 따른 葉內 水溶性 黃含有量의 增加는 능수버들, 양버즘나무, 은행나무, 벗나무의 順序이었다.

Table 6. Correlation analysis between SO₂ Conc. and water soluble S in plants.

Tree	Slope	Inter-section	Correlation Coefficient
<i>Salix pseudo-lagiogyne</i>	6.82	0.58	0.50**
<i>Purulus serrulata</i>	1.89	0.04	0.36**
<i>Plantanus occidentalis</i>	4.26	0.18	0.50**
<i>Ginko biloba</i>	2.82	1.45	0.17**

X: SO₂ conc.

Y: Water soluble sulfur in leaves

** : P < 0.01

7. 活力度指數와 葉內水溶性 黃含有量의 關係

活力度 指數와 따른 葉內 水溶性 黃含有量의 關係를 알아내기 위하여 活力度指數(X)에 對한 葉內 水溶性 黃含有量(Y)의 回歸分析을 實施한 結果는 表 7과 같다. 相關係數는 양버즘나무 0.50**와 은행나무 0.30*이 正의 相關係數를 나타내며 능수버들과 벗나무는 關聯性이 없었다.

8. 耐煙性 및 淨化樹種

大氣汚染物質의 濃度가 增加함에 따라 植物體에 그 一部分가 蓄積되어 被害가 나타남을 밝힌 研究報告가 많다. 그 中 몇가지를 살펴 보면 Taoda¹³⁾는 삼나무, 편백나무 등으로 金^{5,6,13)} 등은 草本類에서 SO₂ 濃度와 葉內

Table 7. Correlation analysis between Vitaihy and water soluble sulfur in plant.

Tree	Slope	Inter-section	Correlation Coefficient
<i>Salix pseudo-dostogyne</i>	0.0023	0.7553	0.01
<i>Purulus serrulata</i>	0.0020	0.0828	0.09
<i>Plantanus occidentalis</i>	0.0148	0.1951	0.50**
<i>Ginko biloba</i>	0.0270	0.3639	0.30*

X: Vitlty

Y: Water soluble sulfur in leaves

** : P < 0.01

* : P < 0.05

水溶性 黃의 蓄積量과의 사이에 有意的 關係가 成立 된다고 하였고 Linzon⁹⁾ 등은 미류나무 (Trembling Aspen)에서 葉內 水溶性 黃含有量이 0.35 % 以上에서 細胞 原形質이 瓦解되어 被害가 유발된다고 發表하였다.

이러한 結果들을 綜合할 때 葉內의 汚染物質含有量이 耐煙性을 判斷하는 한가지 基準이 될 수 있는 것으로 생각된다.

따라서 上述한 大氣中の SO₂ 濃度와 活力度指數를 關聯시켜 樹種間 耐煙性을 比較해 보면

능수버들 : Y = 3.744 + 60.0229 X

벗 나무 : Y = 2.1903 + 167.5400 X

양버즘나무 : Y = 1.3023 + 193.8000 X

은행 나무 : Y = 2.9810 + 111.7100 X

(Y : 活力度指數, X : 大氣中の SO₂

濃度)

로써 능수버들, 은행나무, 벗나무, 양버즘나무 順으로 耐性이 強하게 나타냄을 알 수 있다.

Addison¹¹⁾은 버드나무屬 (*Salix*屬)의 樹種을 0.34 ppm의 SO₂로 處理할 때 純同化率 (Net Assimilation Ratio)에 影響을 미친다고 하여 耐煙性이 強함을 報告하였다.

이 結果는 本 調査樹種인 능수버들의 耐煙

성이 강한 것과 一致함을 보여준다.

淨化力 樹種에 對하여는 大氣中の SO₂ 濃도에 따른 樹木의 汚染物質 蓄積率을 樹木의 被害率로 나눈 값을 淨化力 指數로 하여 判斷해 볼 때 능수버들 (0.1136 : 淨化지수 = $\frac{\text{축적율}}{\text{피해율}} \times \frac{6.8.84}{60.0239}$) 의 淨化力이 가장 높고

다음으로는 은행나무 (0.0252 : $\frac{2.8162}{111.7100}$),

양버즘나무 (0.0220 : $\frac{4.2647}{193.8000}$), 벗나무

(0.0113 : $\frac{1.8881}{167.5400}$) 順으로 나타났다.

結 論

大氣汚染에 對한 街路樹의 耐煙性 研究를 調査하기 위하여 서울, 大邱, 淸州에 共通으로 植栽된 樹種을 選定하여 生育狀態, 葉內水溶性 黃含有量, 土壤의 性質을 比較 分析하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 서울地域의 街路樹(198,794 株)中 높은 比率을 占有하는 樹種은 양버즘나무(49.38%), 은행나무(17.36%), 능수버들(13.42%), 벗나무(2.43%)이 었고, 大邱地域은(50,526 株), 양버즘나무(36.76%) 은행나무(14.25%), 능수버들(13.36%) 벗나무(3.32%)이었으며 淸州地域(11,832 株)는 양버즘나무(59.06%), 은행나무(17.35%), 능수버들(11.09%), 벗나무(8.33%) 이었다.

2. 種의 多樣性和 個體의 均一性을 나타내는 種多樣度는 서울 0.7017, 大邱 0.9067, 淸州가 0.5297 이었다.

3. 大氣中の SO₂ 濃도와 活力度指數間의 相關關係를 檢討한 結果 양버즘나무(R=0.68**), 능수버들(R=0.69**), 벗나무(R=0.75**), 은행나무(R=0.60**)와 같이

높은 相關성이 認定되었다.

4. 大氣中の SO₂ 濃도와 葉內 水溶性 黃含有量間의 相關關係가 認定된 樹種은 능수버들(R=0.50**), 벗나무(R=0.36**), 양버즘나무(R=0.50**) 이었다.

5. 活力度指數와 葉內 水溶性 黃含有量의 相關關係는 양버즘나무(R=0.50**) 및 은행나무(R=0.30*) 이었다.

6. SO₂ 에 對한 耐煙性이 강한 樹種의 順位는 능수버들, 은행나무, 벗나무, 양버즘나무 이었다.

7. SO₂ 에 對한 淨化力이 높은 樹種 順位는 능수버들, 은행나무, 양버즘나무, 벗나무 이었다.

參 考 文 獻

1. Addison, P. A, S. S Malhotrd and A. A Khan, *J. Environ. Qual.*, 13(3), 333-336, 1984.
2. Harkov. R and E. Brennan, *J. Air Poll. Contr. Ass.* 29(2), 157-161, 1985.
3. 環境廳, 排出施設 및 測定現況, 85pp., 1985.
4. 作物分析法委員會, 栽培植物分析測定法, 養賢堂, 1983.
5. 金在鳳, 國立環境研究所, 1981.
6. 金在鳳, 李景宰, 國立環境研究所, 64 pp. 1982.
7. 金泰旭, 韓國林學會誌, 29;20~53, 1976.
8. 李壽煜, 韓國林學會誌, 54;25~35, 1981.
9. Linzon, S. N, P. J. Temple and R. G. Pearson, *J. Air poll. Contr. Ass.* 29(5), 520~525 1979.
10. Mahoney, M. J, J. M. Skelly, B. I.

- Chevone and L. D. Moore, *Ass.* 30 (12); 1304~1309, 1984.
Con. J. Can. 14:150-153, 1984.
11. Noland, T. L. and T. T. Kozlowski. *Can. J. For. Res.* 9;57-62, 1979.
12. Smith, W. H., *For. Sci.* 17(2);195-198, 1971.
13. Taoda, H., *Jap. J. Eco.* 23(2); 81-89, 1973.
14. Thompson, C, R. G. Kats and R. W. Lennex, *J. Air Poll. Contr.* 15. 任慶彬, 權濟遠, 李景宰, 서울特別市, 130 pp, 1976.
16. 任慶彬, 新稿 造林學原論, 鄉文社, 580pp 1985.
17. Yukio.1, *J. Jap. For. Sci.* 60;412-416, 1978.
18. 金文洪, 韓國造景學會誌 2(1); 15-20pp 1974.
19. 金在鳳, 國立環境研究所, 1984.
20. 任慶彬, 서울大 演習林報告 15, 1979.