

# 서울시내 가로수목의 수용성유황 및 중금속 함량에 관한 연구

A Study on the Contents of Soluble Sulfur and Heavy Metals in the Leaves of the Roadside Tree in Seoul Area

김 면 섭\*, 이 광 국\*\*  
Myun-Sup Kim, Kwang-Kuk Lee

## ABSTRACT

This study was carried out to measure the contents of soluble sulfur and heavy metals in the leaves of roadside tree at 34 sampling sites of Seoul area from the Sep. 1 to Sep. 30 during 1985 and 1986.

The results were as follows;

1. Average contents of soluble sulfur at all sampling sites were; *Plantanus orientalis* 0.474%, *Ginkgo-biloba* 0.562%, and *Salix pseudolasiogyne* 0.566%.
2. Correlation between sulfur dioxide concentration in the air and soluble sulfur in the leaves by area were; Green belt area  $R = 0.985$ , Residential area  $R = 0.856$ , Commercial area  $R = 0.668$ , Industrial area  $R = 0.886$ . Correlation by species were ; *Platanus orientalis*  $R = 0.817$ , *Ginkgo-biloba*  $R = 0.771$ , *Salix pseudo-lasiogyne*  $R = 0.824$ .
3. Correlation between  $SO_x$  concentration in the air and sulfur contents in the leaves showed positive significance.
4. Contents of soluble sulfur in the heavy traffic area were higher than that of light traffic area.
5. Heavy metal contents of 1986 were higher than that of 1985 ;  
 $Fe > Mn > Zn > Pb > Cu > Cd > Cr$ .
6. Lead contents in the leaves of 1986 were ; *Platanus orientalis* 16,701 ppm, *Gingobiloba* 21,729 ppm, *Salix pseudo-lasiogyne* 12.418 ppm.

### 1. 서 론

본 연구목적은 서울시의 대기오염을 저감시킬 수 있는 방안의 일환으로 서울시 일원에 식재된 각종 가로수엽의 엽내 수용성 유황함량과 중금속함량을 조

사함으로써 대기오염에 의한 도시수목의 피해와 인간생활환경의 오염도를 생물학적 방법으로 적산하는 것에 의해 오염정도 측정이 가능하겠기에 도시환경 개선의 기초자료로 제공하고자 실시 하였다.

\*한양대학교 화학공학과 (Dept. of Chemical Engineering, Han Yang Univ.)  
\*\*한양대학교 환경대학원 (Major in Air Pollution Control, Graduate School of Environmental Science, Han Yang Univ.)

## 2. 실험 및 방법

2.1 연구기간 : 본 연구 기간은 다음과 같이 1.2 단계로 구분하여 분석하였으며 수용성 유황은 2 단계에서만 조사하였다.

가. 제1단계 : 1985년 9월 1일-9월 30일

나. 제2단계 : 1986년 9월 1일-9월 30일

2.2 지역의 선정 : 서울시내 34개지점(그림 1)과 대조지역으로 경기도 강화군을 선정하였다.

가. 대조지역(1개소) : 경기도 강화군 삼산면(녹지지역-1개지점)

나. 서울시(34개소) : 녹지지역-6개지점  
주거지역-15개지점  
상업지역-9개지점  
공업지역-4개지점

- Green belt Area
- Residential Area
- △ Commercial Area
- × Industrial Area

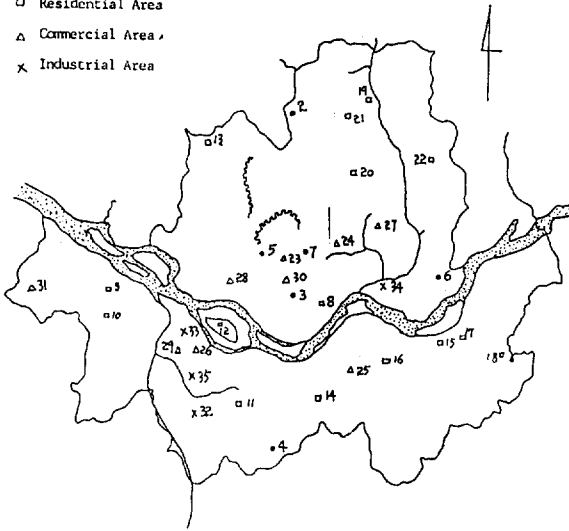


Fig.1 34 Sampling sites in Seoul area.

### 2.3 수종의 선정

서울 시내에서 가로수목으로 가장 많이 식재하고 있는 버즘나무, 은행나무, 능수버들을 선택하여 이들의 수엽(樹葉)을 시료로 하였다.

이들 수종에 대한 서울시내에서의 식수 현황을 보면 총 198,794주으로써, 이중 버즘나무가 98,164주으로써 전체 식수의 49.38%를 점유하고 있으며, 은행나

무가 34,570주(17.439%) 능수버들, 26,678주(13.42%), 기타 식수 39,382주(19.81%)등으로 조사되었다.

### 2.4 시료의 채취 및 전처리

시료로 제공된 수목은 병충해의 피해가 없는 성묘으로 각 지점에서 2주 이상을 선정하여 지상 2.5m-3m 높이의 것을 200-400g을 채취하여 직사광선을 피해 실험상에 옮긴 후 세척과 함께 85-90°C 통풍건조기에서 약 1시간 가열하여 효소작용을 중지시킨후 70°C전후에 24시간 통풍 건조하여 100 mesh이하로 마쇄한 다음 분석에 이용하였다.

### 2.5 수용성 황의 분석방법

Barium sulfate method에 의해 試料를 分解한 다음 BaCl<sub>2</sub> 溶液에 沈澱物인 BaSO<sub>4</sub>로 黃成分을 回收하여 定量하는 方法을 擇하였다.<sup>16)</sup>

### 2.6 중금속류의 분석방법

크롬, 카드뮴, 동, 납, 철, 망간, 아연 등 중금속류에 대한 분석방법은 질산, 과염소산을 이용한 습식 분해법으로 시료를 전처리하였으며, 재배식물 분석 측정법에 의하여 원자흡광광도법(HITACHI-AAS Model170-30)으로 중금속류를 분석하였다. 별도로 동일조작에 따라 공시험을 병행하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 수용성 유황

수용성 황 함량은 은행나무, 버즘나무, 능수버들에 대하여 '86년도에 조사하였으며, 35개지점에 대한 수용성 황의 분석 결과는 <표 1>과 같다.

<표 1>에서 街路樹 葉에 含有된 水溶性 硫黃의 量과 地域別 大氣汚染 測定器에 의한 SO<sub>2</sub> 濃度가 높으면 높을 수록 街路樹 葉에 含有된 水溶性 黃의 量은 增加한다는 實驗結果<sup>17-22)</sup>와 一致하는 것으로 서울시內 都心地의 SO<sub>2</sub> 汚染은 주로 自動車의 排氣 gas에 起因한 것으로 보여진다.

<표 2>는 서울시 일원에 설치한 대기오염 측정기에 의하여 9월중 그 지역의 대기중 아황산가스의 평균농도(Y)와 은행나무, 버즘나무, 능수버들의 수용성 황함량(X)과의 상관관계를 최소자승법을 이용하여 micro computer로 계산한 것이다.

<표 2>에서 보는 바와 같이 綠地地域에서는 大氣

Table 1. Soluble sulfur content of Leaves in Seoul Area by Species and Sampling Sites (1986)

Area	Sampling site	*SO <sub>2</sub> Concentration (Unit : ppm)	Kind of Species (Unit:ppm)		
			Ginkgo B.	Platanus O.	Salix
Greenbelt area	Kanghwa kun	-	0.183	-	0.215
	Dobong Mt.	0.004	0.216	0.372	0.224
	Namsan Mt.	0.012	0.264	0.401	0.455
	Kwanak Mt.	0.003	0.205	0.357	0.310
	Sajik park	-	0.395	0.312	0.610
	Children G. park	0.017	0.455	0.405	-
	Pagoda park	-	0.455	-	-
	Mean ± sd	0.009	0.3317	0.3694	0.3998
	± 0.0067	± 0.1170	± 0.0378	± 0.61	
Residential area	Hannam dong	0.04	0.644	0.533	0.715
	Tungchun dong	0.028	0.693	0.483	-
	Hwagok dong	0.023	0.513	0.468	0.624
	Shillim dong	0.028	0.659	0.473	0.684
	Yoido dong	0.022	0.618	0.484	0.629
	Bulgwang dong	0.028	0.637	0.472	0.641
	Sadang dong	0.020	-	0.474	0.561
	Jamsil sport complex	0.017	0.435	0.357	0.566
	Samsung dong	0.025	0.608	0.460	0.560
	Jamsil dong	0.018	-	0.426	-
	Bangi dong	-	0.514	0.308	-
	Chang dong	0.021	0.545	0.368	0.486
	Mia dong	0.032	-	0.606	0.633
	Sangmun dong	0.026	0.514	0.433	0.661
	Myunmok dong	0.030	-	0.625	0.614
Mean ± sd	0.0257	0.5800	0.4646	0.6145	
	± 0.0062	± 0.0800	± 0.0842	± 0.062	
Commercial area	Kwanghwamun	0.031	0.603	-	-
	Tongdaemun	0.048	0.823	0.553	0.765
	Express bus terminal	0.045	0.679	0.527	0.512
	Yongdungpo R.	-	0.626	0.584	-
	Chongnyangri R.	-	0.522	0.624	0.303
	Shinchon R.	0.026	0.679	0.489	0.357
	Yangnam dong R.	0.034	-	0.462	-
	Seoul station	-	0.590	-	-
	Kimpo air port	-	0.558	-	-
	Mean ± sd	0.0368	0.635	0.5398	0.4843
	± 0.0094	± 0.093	± 0.0600	± 0.2072	
Industrial area	Gurogongdan	0.039	0.656	0.481	0.687
	Tangsan dong	0.031	0.636	0.470	0.692
	Sungsu dong	0.045	0.807	0.645	0.919
	Shindolim dong	0.031	-	0.496	-
	Mean ± sd	0.0365	0.6997	0.5230	0.7660
	± 0.0068	± .0935	± 0.0320	± 0.1325	

\* : SO<sub>2</sub> Average concentration by air pollution monitoring

Table 2. Correlation between SO<sub>2</sub> Concentration and Soluble Sulfur Content of Species

Area	Species	Correlation Coefficient(r)	Regression Equation
Green belt Area	Ginkgo B.	0.911	Y = 0.05 X - 0.01
	Platanus O.	0.952	Y = 0.28 X - 0.1
	Salix P.	0.888	Y = 0.04 X - 0.01
Residential Area	Ginkgo B.	0.612	Y = 0.05 X
	Platanus O.	0.685	Y = 0.06 X
	Salix P.	0.738	Y = 0.05 X - 0.02
Commercial Area	Ginkgo B.	0.682	Y = 0.08 X - 0.02
	Platanus O.	0.812	Y = 0.2 - 0.07
	Salix P.	0.860	Y = 0.05 X + 0.01
Industrial Area	Ginkgo B.	0.878	Y = 0.07 X - 0.01
	Platanus O.	0.819	Y = 0.07 X
	Salix P.	0.811	Y = 0.04 X + 0.01
	Green Belt Area	0.985	Y = 0.09 X - 0.02
	Residential Area	0.856	Y = 0.08 X - 0.02
	Commercial Area	0.668	Y = 0.06 X
	Industrial Area	0.886	Y = 0.05 X + 0.01
	Total	0.873	Y = 0.09 X - 0.02

中亞黃酸가스 濃度와 水溶性 黃 含量과의 平均相關係數(r)는 r=0.985로 매우 높은 相關性을 보였으며, 住居地域과 工業地域도 相關係數는 각각 r=0.856, r=0.886으로 높은 相關性을 보였으나, 商業地域은 r=0.668로 比較的 他 地域보다 낮은 相關性을 보였다. 이는 SO<sub>2</sub>가 植物에 미치는 影響은 濃度, 時間 및 接觸시의 環境 條件에 따라 被害度가 다르며 특히 高温 多濕인 境遇는 보다 甚하며<sup>29)</sup> 植栽되어 있는 位置의 交通量, 道路率, 都市構造 및 密集度 交通信號 體系 및 交通統制 政策등 매우 多樣的 因子들에 依하여 作用되었을 것으로 思料된다.

裴<sup>30)</sup>等이 調査한 大氣汚染에 대한 街路樹의 耐煙性 研究의 結果보다 本 研究 結果가 더 높은 相關性을 보였으며, SO<sub>2</sub> 濃度 增加에 따른 葉內 水溶性 黃 含有量의 增加는 능수버들, 버즘나무, 은행나무의 順序로 一致하였다.

樹種別로는 全地域을 通해 平均 은행나무가 r=0.771, 버즘나무 r=0.877, 능수버들 r=0.824로 대체로 높은 相關性을 보였다.

서울 地域 全體로 볼 때 r=0.873으로 相關도가 높았으며 이는 街路樹葉의 水溶性 硫黃 含量은 大氣中

亞黃酸가스의 汚染濃度와 깊은 關聯性을 가지고 있다고 할 수 있으며 이 같은 結果는 竹原<sup>31)</sup>等의 見解와 一致하고 있다. 따라서 은행나무, 버즘나무, 능수버들은 大氣汚染의 淨化 樹木으로서 價値가 있는 것으로 思料된다.

### 3.2 수종별 중금속 함량

35개 지점에 대하여 크롬, 카드뮴, 동, 납, 철, 망간, 아연 등 7개 항목에 대하여 측정하였다.

<표 3-5>는 수종별, 지역별, 년도별, 중금속 오염 농도를 나타낸 것이다.

#### 3.2.1 크롬

전 重金屬中에서 Cr이 가장 낮게 測定되었으며 對照地域인 江華郡에 식재되어 있는 은행나무, 능수버들에서는 檢出되지 않았다.

버즘나무는 工業地域에서 平均 1.529±0.608ppm(86年度)으로 높았으며 綠地地域에서 平均 0.430±0.608ppm(85年度)으로 낮게 나타났다. 最高値는 道봉산에서 2.664ppm(86年度)이었고, 最低値는 86年度에 관악산, 사직공원으로 檢出되지 않았다.

은행나무는 86年度 工業地域에서 平均 1.633±0.249ppm을 보였고 85年度 商業地域이 平均 0.945±

Table 3. Heavy metal concentration of *platanus* O. by sampling sites

(Unit : ppm)

AREA	METALS											
	HEAVY					METALS						
	Cr	Cd	Cu	Pb	Fe	Mn	Zn	1985	1986	1986		
Greenbelt area	ND	1.243	1.740	3.240	3.965	58.610	147.150	126.270	311.016	11.000	18.600	
	0.860	1.513	1.617	7.076	3.675	117.680	134.000	140.750	161.355	15.667	16.650	
	ND	1.800	4.645	7.730	186.650	181.205	18.600	18.600	18.600	18.600	18.600	
	ND	1.000	6.430	5.850	134.000	59.320	13.230	13.230	13.230	13.230	13.230	
	1.282	1.950	4.525	7.730	120.850	213.560	16.160	16.160	16.160	16.160	16.160	
	0.430	1.378	1.621	5.549	6.790	88.095	144.530	133.510	189.491	13.334	16.648	
	±0.608	±0.191	±0.368	±1.478	±0.928	±41.698	±25.315	±10.239	±90.016	±3.300	±2.210	
	1.660	1.513	ND	7.930	10.475	11.786	12.440	129.670	212.950	33.940	226.270	19.667
	1.523	1.243	1.740	10.650	14.880	20.483	28.440	235.160	397.250	74.700	86.440	48.667
	2.055	0.780	0.780	9.285	272.200	58.900	43.025	58.900	58.900	58.900	58.900	
Residential area	1.188	2.316	2.895	11.320	18.215	18.753	19.030	261.170	469.650	133.780	263.560	68.330
	1.150	1.633	2.316	6.500	8.570	22.506	55.595	154.520	206.400	420.090	45.595	38.667
	1.200	2.049	2.895	8.390	12.500	8.786	9.615	112.820	199.800	134.400	94.915	16.667
	1.000	1.031	1.779	2.000	1.320	4.760	5.483	6.790	117.580	127.400	76.710	65.050
	1.457	ND	4.070	10.555	186.550	83.645	30.815	30.815	30.815	30.815	30.815	
	0.854	0.780	0.780	6.550	232.700	33.050	49.375	49.375	49.375	49.375		
	1.031	ND	5.355	7.730	160.300	353.390	19.090	19.090	19.090	19.090		
	2.036	1.170	3.570	7.730	186.650	35.380	31.790	31.790	31.790	31.790		
	1.890	1.230	1.301	2.770	5.120	88.230	13.380	97.410	185.050	52.540	40.085	
	ND	0.706	6.580	8.810	195.970	23.000	23.000	23.000	23.000	23.000		
Commercial area	0.630	0.679	2.100	8.900	9.165	114.570	206.400	126.700	54.235	18.667	25.440	
	1.137	1.462	1.689	7.151	8.654	12.116	16.258	157.649	234.108	118.640	110.809	
	±0.566	±0.497	±0.555	±3.331	±4.462	±6.762	±13.625	±59.254	±95.940	±121.394	±102.500	
	1.200	1.390	1.400	4.220	5.240	13.154	16.205	151.870	265.600	26.880	28.815	
	0.750	0.860	1.390	10.570	11.070	11.752	15.265	163.960	278.750	48.470	146.610	
	1.020	1.206	0.976	6.480	6.765	10.670	11.500	141.390	180.050	27.830	57.625	
	0.670	1.050	1.330	1.580	6.645	8.076	9.615	159.560	239.300	39.100	32.965	
	1.548	1.809	1.243	7.230	12.380	16.240	21.850	115.750	384.050	31.200	82.880	
	2.190	2.236	0.976	11.030	11.430	20.226	21.850	128.570	226.150	43.870	48.560	
	2.300	2.049	2.049	1.730	35.043	98.170	59.060	38.000	38.000	38.000		
Industrial area	2.030	1.230	2.600	21.026	225.050	185.700	49.000	49.000	49.000			
	1.463	1.395	5.680	8.588	148.040	262.317	57.831	49.576	31.833	36.231		
	±0.650	±0.521	±0.338	±3.772	±5.100	±38.330	±68.856	±52.853	±19.446	±11.359		
	1.379	1.390	1.230	15.010	20.715	25.470	42.560	161.760	436.450	60.690	114.405	
	1.073	1.282	1.779	11.400	14.645	8.773	12.440	121.760	206.400	47.520	49.155	
	0.970	1.031	1.500	6.560	7.380	8.206	9.615	105.720	226.150	29.200	56.780	
	2.356	2.412	1.779	25.600	40.475	33.146	46.325	238.100	528.850	57.710	45.765	
	1.445	1.529	1.508	14.643	20.804	18.899	27.735	156.835	354.463	48.780	66.526	
	±0.632	±0.608	±0.313	±8.084	±14.202	±19.388	±59.080	±162.480	±14.219	±32.250		

Table 4. Heavy metal concentration of *platamus* O. by sampling sites

(Unit : ppm)

AREA	METALS															
	SAMPLING SITES							HEAVY METALS								
	Cr	Cd	Cu	Pb	Fe	Mn	Zn	Cr	Cd	Cu	Pb	Fe	Mn	Zn		
Greenbelt area	Kanghwa kun	ND	0.977	4.280	10.250	100.370	15.200	0.960	1.634	3.460	7.145	7.730	169.960	219.550	13.540	15.000
	Tobong Mt.	2.490	2.839	3.580	7.500	12.450	15.265	174.360	232.450	11.580	45.765	28.815	30.000	8.345		
	Namsan Mt.															
	Kwanak Mt.															
	Sajik park	0.450	0.500	0.820	2.500	7.636	11.500	150.180	226.150	16.290	35.590	33.333	8.830			
	Children G. park		1.000		3.335		8.675		166.900		32.205		11.275			
	Pagoda park	0.569	0.600	1.230	5.715	7.893	14.320	176.920	260.050	16.290	30.510	13.667	17.625			
	Mean ± sd	1.117	1.315	1.713	5.239	8.697	11.498	167.855	225.020	14.425	34.578	15.500	12.349			
		±0.941	±0.962	±0.508	±0.524	±1.451	±2.242	±3.329	±36.704	±2.309	±6.938	±10.983	±4.136			
		1.000	1.270	0.439	0.820	3.130	3.9305	8.883	30.325	180.220	232.170	12.220	36.440	13.330	17.135	
Residential area	Tungchun dong	1.630	1.513	1.645	3.990	7.920	21.183	208.790	344.600	13.580	28.985	24.000	43.025			
	Hwagok dong	1.680	2.055	2.049	1.740	5.835	25.043	27.500	124.540	361.350	21.700	33.985	27.000	28.860		
	Shillim dong															
	Yojo dong	1.750	1.885	1.068	1.094	4.100	10.120	30.256	41.620	130.770	245.850	9.780	13.560	17.600	55.240	
	Bulgwang dong		1.031		0.780		ND		11.550		114.250		15.255		7.855	
	Sadang dong															
	Jamsil sport complex	1.175	1.208	1.779	1.800	0.740	1.000	11.053	11.500	131.140	153.750	19.690	38.985	2.967	4.925	
	Samsung dong	1.830	1.885	2.049	2.050	1.980	4.165	11.753	16.205	106.230	206.400	21.720	29.490	21.667	23.000	
	Jamsil dong		1.282		ND		2.740		15.265		245.850		23.730		15.670	
	Bangi dong	1.275	1.206	2.049	2.058	0.660	4.165	3.333	3.965	59.340	114.250	13.200	18.645	5.000	7.855	
Chang dong	1.510		1.150		1.150		43.590		80.590		22.400		26.230			
Mia dong																
Sangmun dong		2.236					2.855		17.145		219.550		23.985			
Myunmok dong																
Mean ± sd	1.481	1.571	1.591	1.359	2.186	4.273	19.381	20.535	127.703	224.102	16.786	26.306	17.237	22.618		
	±0.299	±0.423	±0.574	±0.694	±1.391	±3.044	±13.288	±11.453	±84.871	±84.734	±5.092	±8.788	±9.351	±17.128		
Commercial area	Kwanghwamun	0.575	0.720	2.049	2.350	1.480	5.715	33.733	37.855	134.860	370.900	24.440	23.730	24.000	27.395	
	Tongdaemun	1.146	1.206	1.390	1.350	6.520	7.620	21.470	23.735	146.150	333.140	4.890	15.255	26.600	26.905	
	Express bus terminal	0.690	0.800	1.230	1.350	4.520	5.000	14.018	18.085	161.760	305.100	29.330	39.830	20.400	20.555	
	Yongdunppo R.	0.583	0.607	0.976	1.000	5.080	6.190	15.926	19.370	219.050	298.500	28.500	38.135	18.000	19.090	
	Chongnyangri R.	1.270	1.809	1.230	1.900	13.300	18.570	12.864	14.320	172.750	239.300	24.400	34.320	68.200	83.455	
	Shinchon R.		2.488		ND		9.525		38.795		377.500		21.610		28.370	
	Yangnam dong															
	Seoul station		2.610		1.010		5.835		41.620		351.150		32.205		107.505	
	Kimpo air port		1.885		1.130		8.215		28.440		285.350		27.965		21.350	
	Mean ± sd	0.943	1.516	1.375	1.286	6.180	8.334	19.602	27.853	166.902	320.118	22.32	29.131	31.440	42.453	
	±0.493	±0.796	±0.405	±0.699	±4.384	±4.400	±8.563	±10.470	±32.562	±46.961	±10.002	±8.549	±20.812	±34.817		
Industrial area	Gurogongdan	1.374	1.457	1.746	2.090	18.670		31.624	35.970	328.570	410.400	38.320	34.405	59.000	77.710	
	Tangsan dong	1.575	1.809	1.706	2.050		6.665	13.076	18.085	228.210	318.250	19.690	17.705	8.000	12.740	
	Sungsu dong															
	Shindolim dong															
	Mean ± sd	1.475	1.633	1.726	2.070			22.350	27.028	278.390	364.325	29.005	26.160	33.750	45.225	
	±0.142	±0.249	±0.028	±0.028			±13.115	±12.648	±70.965	±65.160	±13.173	±11.145	±35.750	±45.941		

Table 5. Heavy metal concentration of *platamus* O. by sampling sites

(Unit : ppm)

AREA	SAMPLING SITES	METALS											
		HEAVY					METALS						
		Cr	Cd	Cu	Pb	Fe	Mn	Zn	1985	1986	1986	1985	1986
Greenbelt area	Kanghwa kun	ND	0.977	5.020	6.820	124.540	107.260	39.667	-	-	-	-	-
	Toobong Mt.	-	1.513	4.940	8.810	61.540	92.330	92.330	-	-	-	-	-
	Namsan Mt.	-	1.900	5.835	8.675	87.900	8.010	172.475	-	-	-	-	-
	Kwanak Mt.	2.488	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sajik park	1.305	2.550	5.950	6.780	107.650	358.475	97.740	-	-	-	-	-
	Children G. park	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pagoda park	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mean ± sd	1.897	2.225	5.893	7.728	97.775	183.243	135.106	-	-	-	-	-
		±0.837	±0.460	±0.081	±1.340	±13.965	±247.816	±52.846	-	-	-	-	-
		1.057	2.316	9.710	8.950	100.730	160.900	53.330	-	-	-	-	-
Residential area	Hannam dong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tungchun dong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hwagok dong	1.457	1.710	7.145	14.320	199.800	206.780	94.320	-	-	-	-	-
	Shillim dong	0.854	2.065	11.190	8.675	173.500	76.270	64.520	-	-	-	-	-
	Yojo dong	1.809	1.010	10.120	49.150	166.900	76.015	84.960	-	-	-	-	-
	Bulgwang dong	ND	5.715	7.730	7.730	87.000	61.015	83.370	-	-	-	-	-
	Sadang dong	ND	2.800	13.215	186.650	37.290	37.290	90.900	-	-	-	-	-
	Jamsil sport complex	1.458	1.870	8.930	13.380	252.450	255.085	78.685	-	-	-	-	-
	Samsung dong	1.457	0.935	8.930	8.675	153.750	72.795	160.775	-	-	-	-	-
	Jamsil dong	0.679	1.285	6.785	11.500	186.650	81.355	52.795	-	-	-	-	-
Commercial area	Bangi dong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chang dong	2.065	0.935	7.025	6.790	101.100	272.880	91.385	-	-	-	-	-
	Mia dong	2.065	1.325	12.620	20.910	285.350	140.680	63.545	-	-	-	-	-
	Sangmun dong	2.066	1.205	12.500	14.320	226.150	40.985	98.225	-	-	-	-	-
	Myunmok dong	1.282	2.375	10.715	5.850	107.650	170.340	64.520	-	-	-	-	-
	Mean ± sd	1.266	1.544	95.742	14.084	177.321	124.291	85.607	-	-	-	-	-
		±0.743	±0.619	±2.544	±11.847	±60.069	83.134	27.718	-	-	-	-	-
	Kwanghwamun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tongdaemun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Express bus terminal	ND	1.050	7.165	13.380	206.400	94.915	62.565	-	-	-	-	-
Industrial area	Yongdunppo R.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chongnyangri R.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Shinchon R.	1.150	1.779	1.890	9.656	117.580	69.240	67.000	-	-	-	-	-
	Yangnam dong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Seoul station	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kimpo air port	1.633	1.830	101.200	8.675	344.600	376.27	143.165	-	-	-	-	-
	Mean ± sd	-	1.440	55.853	11.028	275.500	235.593	102.865	-	-	-	-	-
		-	±0.552	±65.079	±3.327	±97.722	±198.948	±56.993	-	-	-	-	-
	Gurogongdan	2.530	3.620	3.160	20.664	159.120	109.000	125.425	102.600	-	-	-	-
	Tangsan dong	1.249	1.457	2.140	14.216	157.510	140.050	205.930	57.333	-	-	-	-
Sungsu dong	1.606	1.633	4.203	10.356	156.310	219.550	94.070	52.667	-	-	-	-	
Shindolim dong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mean ± sd	1.795	2.233	3.134	15.085	157.313	280.967	141.888	70.867	-	-	-	-	
	±0.661	±1.204	±1.072	±5.219	±1.913	±84.628	±57.702	±27.581	-	-	-	-	

0.493ppm으로 가장 낮게 나타났다. 最高値는 86年度 남산이 2.839ppm으로 나타났다. 金<sup>32)</sup> 등이 서울市內 街路樹中 은행나무잎의 重金屬含量에서 調査한 淸량리에서의 Cr(농도)은 비슷한 結果를 보였다.

능수버들은 86年度에 工業地域이 平均 2.233±1.204ppm으로 높게 나타났으며, 最高値는 구로공단이 3.620ppm을 보였고, 最低値는 고속터미널로 檢出되지 않았다.

주<sup>33)</sup>가 신촌 地域의 大氣中 重金屬 汚染度 調査에서 Cr이 적게 나타난 것은 本 調査와 一致하였다.

### 3.2.2 카드뮴

서울市內에서 선정된 가로수 잎중의 Cd 含量은 日本의 測定値<sup>34)</sup>와 비슷한 값이고 Huisingh<sup>35)</sup>이 調査한 資料에 밝힌 一般土壤에서 0.2ppm, 고속도로 옆의 土壤에서 흔히 2ppm以上인 값과 比較하면 서울市의 Cd에 의한 汚染度는 深刻하지 않다고 생각된다.

주<sup>33)</sup>가 調査한 신촌 地域의 大氣中 重金屬 汚染度에서도 Cd이 적게(농도) 나타났으며, 김<sup>36)</sup> 등이 調査한 서울시 一圓의 土壤 重金屬 濃度 調査에서도 적게(농도) 나타난 結果는 本 調査와 一致하였다.

버즘나무는 86年度 工業地域에서 平均 1.731±0.383ppm으로 가장 높았고, 商業地域에서 平均 1.293±0.201ppm으로 낮게 나타났으며, 綠地地域, 工業地域에서 85年보다 더 높은 含量을 보였다. 最高値는 신림동과 사당동이 2.895ppm이었고 最低値는 한남동, 삼성동, 방이동으로 Cd가 檢出되지 않았다.

은행나무는 綠地, 住居, 商業地域에서 86年(평균농도)보다 85年(평균농도)이 높은 含量을 보였으며 工業地域에서 86년에 平均 2.70±0.028ppm으로 가장 높게 나타났으며 最高値는 86年 光化문의 2.350ppm을 보였고, 最低値는 잠실동과 신촌 로타리로 Cd가 檢出되지 않았다.

金<sup>32)</sup> 등이 調査한 김포공항에서의 Cd농도보다 낮은 含量(농도)을 보였다.

능수버들은 86年度 綠地地域이 住居, 商業地域보다 높은 平均 2.225±0.460ppm을 나타내었으며, 工業地域은 平均 3.374±1.090ppm으로 가장 높게 나

타났다. 最高値를 나타낸 곳은 구로공단으로 3.780ppm 이었고, 最低値를 나타낸 곳은 삼성동과 창동으로 0.935ppm으로 낮게 나타났다.

### 3.2.3 銅

버즘나무는 86年度 工業地域에서 平均 20.804±14.202ppm으로 가장 높았으며 85年度 綠地地域에서 平均 2.195±1.478ppm으로 낮게 나타났다. 最高値는 86年度 신도림동이 40.475ppm이었고, 最低値는 85年度 남산이 1.150ppm으로 나타났다. 85年보다 86年이 대체로 含量이 높았다.

은행나무는 工業地域에서 樹木量이 不足하였으며 86年度 商業地域에서 平均 8.334±4.400ppm으로 높았으며 85年度 住居地域에서 平均 2.186±1.391ppm으로 낮게 나타났다. 最高値는 85年度 구로공단이 18.670ppm이었고, 最低値는 불광동으로 檢出되지 않았다.

金<sup>32)</sup> 등이 사직로에서 調査한 結果보다 낮게 나타내었다.

능수버들은 86年度 商業地域에서 平均 55.853±65.079ppm으로 가장 높게 나타났으며 綠地地域이 平均 5.893±0.081ppm으로 낮게 나타났다. 最高値는 김포공항이 101.2ppm으로 他地域보다 월등히 높았다. 最低値는 85年度에 신촌로타리가 1.890ppm으로 나타났다.

### 3.2.4 鉛

Pb는 gasoline의 antiknocking agent로 添加되어 自動車の 排氣가스 중에서 檢出되는데 이러한 Pb는 植物에 여러가지 病理現象을 일으키며 植物의 病發生率과 Pb 含有量은 相關關係가 있다는 報告가 있다.<sup>39)</sup>

街路樹의 경우 葉內 Pb 含量은 自動車の 排氣가스로 檢出되는 Pb와 關係가 높으며 따라서 自動車 通行量과 關係가 높다.

서울市의 自動車 登錄臺數가 85年末 現在 45萬臺이며 自動車 交通量은 3,679×10<sup>6</sup>臺·km/日이며, 車種別로는 승용차가 32.1%, 택시 30%, 시내버스 7.6%, 트럭 및 기타 車種이 30.3%를 各各 차지하였다.

버즘나무는 86年度 工業地域에서 平均 27.735±



19.389ppm으로 높게 나타났으며 85년도 綠地地域에서 平均  $5.158 \pm 2.713$ ppm으로 낮게 나타났다. 最高値는 86年度 여의도동으로 55.505ppm으로 나타났는데 이는 아파트 및 交通 過密地에 있어서 葉內에 含有되는 Pb의 量이 많다고 한 辰巳와 西村<sup>40)</sup>의 결과와 一致하고 있다. 最低値는 85年度 도봉산으로 3.240ppm이었다.

조<sup>25)</sup> 등이 仁川 地域에서 鉛을 調査한 商業, 工業 地域보다 훨씬 많은 含量을 나타내었으며 고<sup>41)</sup> 등이 調査한 平均 濃度보다 높은 濃度를 보인다.

은행나무는 對照地域인 江華郡에서 10.250ppm을 나타냈으며, 商業地域에서 平均  $27.853 \pm 10.470$  ppm으로 가장 높게 나타났으며 綠地地域에서 平均  $8.697 \pm 2.544$ ppm으로 가장 낮게 나타났다. 最高値는 85年度 창동에서 43.590ppm이었고 最低値는 85年度 사직공원으로 7.636ppm이었다. 은행나무는 葉內 Pb 蓄積率이 높은 樹種으로서 大氣中의 Pb에 對하여 淨化力이 높은 것으로 알려져 있다.<sup>21)</sup>

金<sup>32)</sup> 등이 調査한 葉中 平均濃度보다 낮게 나타났으며 金<sup>20)</sup> 등이 서울에서 調査한 것과 비슷한 결과를 나타내었다.

능수버들은 85年度 樹木量이 不足하였으며 86年度에는 工業地域에서 平均  $16.832 \pm 4.736$ ppm으로 가장 높게 나타났으며 綠地地域에서 平均  $7.728 \pm 1.340$ ppm으로 낮게 나타났다. 最高値는 여의도동으로 49.150ppm으로 他地域보다 훨씬 높게 나타났으며 最低値는 사직공원으로 6.780ppm이었다.

고<sup>41)</sup> 등이 調査한 서울시의 街路樹 重金屬 含量中 능수버들은 本 調査가 더 높게 나타났다.

任<sup>42)</sup> 등이 서울시에서 實施한 結果보다 높은 含量을 보였으며, 趙<sup>25)</sup> 등이 調査한 Pb의 높은 濃度는 은행나무, 버즘나무, 능수버들 順으로 本 調査와 一致하였다.

### 3.2.5 鐵(Fe)

街路樹 葉의 重金屬中 Fe은 가장 높은 含量을 나타내었으며 對照地域인 江華郡에서도 은행나무가 100,370ppm으로 높게 나타냈다.

버즘나무는 86年度 工業地域이 平均  $354.463 \pm 162.480$ ppm으로 他地域이 平均  $88.095 \pm 41.698$  ppm으로 낮게 나타났다. 最高値는 신도림동이 528.

850ppm이었고, 最低値는 도봉산이 58.610ppm으로 낮게 나타났다.

은행나무는 86年度 工業地域에서 平均  $364.325 \pm 65.160$ ppm으로 가장 높게 나타났으며 85年度 住居 地域에서 平均  $127.703 \pm 48.871$ ppm으로 綠地地域보다 낮았다. 이러한 理由는 은행나무가 樹種自體에 Fe을 많이 含有하고 있는 것으로 思料된다. 最高値는 86年度 구로공단에서 410.4ppm이었고 最低値는 85年度 망이동이 59.340ppm으로 나타났다. 金<sup>32)</sup> 등이 調査한 청량리, 여의도에서 Fe는 本 調査가 적게 나왔다.

능수버들은 85年度에 樹木量이 不足하였으며 86年度 工業地域이 平均  $280.967 \pm 84.628$ ppm으로 높게 나타났으며 綠地地域이 平均  $97.775 \pm 13.965$  ppm으로 낮았다. 最高値는 구로공단이 377.5ppm이었고, 最低値는 도봉산이 85年度에 61.540ppm으로 나타났다.

### 3.2.6 망간(Mn)

버즘나무는 86年度 綠地地域에서 平均  $189.491 \pm 90.016$ ppm으로 가장 높았으며 85年度 工業地域에서 平均  $48.780 \pm 14.219$ ppm으로 낮게 나타났다. 最高値는 86年度 여의도동에서 420.09ppm이었고, 最低値는 쌍문동에서 12.9ppm으로 나타났다.

은행나무는 對照地域인 江華郡에서 15.2ppm을 나타내었으며 86年度 綠地地域에서 平均  $34.578 \pm 6.938$ ppm으로 가장 높게 나타났으며 85年度 綠地 地域에서 平均  $14.425 \pm 2.309$ ppm으로 가장 낮게 나타났다. 最高値는 86年度 고속버스 터미널에서 39,830ppm, 最低値는 85年度 도봉산이 11.540ppm을 나타냈다.

金<sup>32)</sup> 등이 은행나무에서 重金屬 汚染을 調査한 것 보다는 적게 나타냈다.

능수버들은 85年度에 樹種이 不足하였으며 86年度에 商業地域에서 平均  $235.593 \pm 198.948$ ppm으로 가장 높게 나타났으며 綠地地域인 남산에서 8.010 ppm으로 가장 낮았다. 最高値는 商業地域인 김포 공항에서 376.27ppm을 나타냈다.

### 3.2.7 亞鉛(Zn)

버즘나무는 86年度 工業地域에서 平均  $58.780 \pm$

41.525ppm으로 가장 높았고 85年度 綠地地域에서 平均 13.334±3.300ppm으로 낮은 함량을 보였다. 最高値는 미아동이 89.920ppm이었고, 最低値는 85年度에 잡실 운동장으로 9.370ppm이었다.

은행나무는 對照地域인 江華郡에서 15.0ppm을 나타냈으며, 86年度 工業地域에서 平均 45.225±15.941ppm으로 가장 높게 나타났고, 綠地地域에서 平均 12.349±4.136ppm으로 낮게 나타났다. 最高値는 86年度 청량리에서 88.455ppm, 最低値는 85年度 잡실 운동장이 2.967ppm으로 낮게 나타났다.

능수버들은 對照地域에서 85年度에 39.667ppm으로 나타났으며 86年度 綠地地域에서 平均 135.108±52.846ppm으로 높게 나타났으며 住居地域에서 平均 85.607±27.718ppm으로 낮은 함량을 보였다. 最高値는 남산이 172.475ppm이었고, 最低値는 35年度 한남동이 53.330ppm을 보였다.

金<sup>26)</sup> 등이 서울시 一圓중의 土壤 重金屬 汚染度 調査에서 比較할 때 綠地地域에서 더 많이 나타난 것은 土壤보다 大氣中에서의 汚染과 樹木自體의 Zn 함량이 높은 것으로 보여진다.

#### 4. 결 론

서울시내 일원에 식재된 가로수중 34개 지점에서 1985년과 1986년에 9월 1일부터 9월 30일까지 2회에 걸쳐 식재비율이 높은 버즘나무, 은행나무 및 능수버들의 잎을 채취하여 수용성 유형의 함량과 중금속 함량을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 가로수의 수종에 따라 그 잎중의 평균 수용성 유형의 농도는 버즘나무가 0.474%, 은행나무 0.562% 그리고 능수버들은 0.566%이었다.
- 2) 대기중의 아황산가스의 평균농도와 수용성 유형 함량과의 상관관계는 녹지지역 R=0.985, 주거지역 R=0.856, 상업지역 R=0.668, 공업지역 R=0.886이었으며, 수종별 상관관계는 버즘나무 R=0.877, 능수버들 R=0.824, 은행나무 R=0.771로 높은 상관성을 보였다.
- 3) 대기중의 황산화물 농도와 엽내의 황함량간에 정의 유의상관이 인정되어 엽내의 황분석치가 대기중 황산화물 농도의 지표가 될 수 있다는 것을 보여준다.

4) 교통량이 많은 지역에서 채취된 수용성 유형은 교통량이 적은 지역에서 보다 높은 함량을 보였으며, 대기오염이 높은 곳에서 수용성 황의 함량도 높았다.

5) 중금속 함량은 전지역에서 Fe>Mn>Zn>Pb>Cu>Cd>Cr 순으로 높았으며 1985년보다 1986년이 더 높았다.

6) 능수버들, 은행나무, 버즘나무 잎중의 Pb함량은 86년도 각각 평균 12.428ppm, 21.729ppm, 16.701ppm으로 나타났으며 이는 자동차의 교통량에 의하여 영향을 받는 것으로 추정되었다.

7) 능수버들, 은행나무, 버즘나무는 황분의 흡수능이 우수하여 대기오염의 정화수목으로 가치가 있다고 판단된다. (原稿接受 '88. 3.16)

#### 參 考 文 獻

1. E. HaselRof and G. Lindan. : Die Beschädigung der Jegetation durch Rauch. Boroträger, 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. Hech, O.C. Taylor and H.E. Heggstad. : J. 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, : 大阪地方における各種樹木の葉

- 中硫黃含量と大氣中の亞硫酸ガス濃度との關係. 造園雜誌., 32:14(1968).
9. 千葉修.: 待機汚染による樹木の被害, 植物防疫., 24:12(1970).
  10. Pilet P.E.外: Un pollutant Atmosphaera; que L'anhydride sulfureux, pollution Atmos., 14:55(1972).
  11. Thomas, M.P. and Hill G.R: Plant Phsiol., 12:285(1937).
  12. 松島=良.: 果樹の亞硫酸ガスにする煙害, 日園學誌., 35:3(1966).
  13. 竹原秀雄外.: 大氣汚染研究., 4:134.(1969).
  14. Smith, W.H.: Metal Contamination of Urban Woody Plants. Env. Sci. & Tech., 7:631(1973).
  15. Atkins, P.R.: Lead in a suburban environment JAPCA., 19:8.(1969).
  16. 作物分析法委員會編.: 栽培植物分析測定法, 養賢堂, 東京.(1983).
  - 16-1. 徐丙台等.: 서울市内 街路樹의 水溶性 硫黃含量 調査研究, 서울特別市 保健環境研究報, 21:194(1986).
  17. Lauenroth W.K., C.J. Bickel, & J.L. Dodo.: Sulfur accumulation in western wheat grass exposed to three controlled so<sub>2</sub> concentrations. plant and soil., 53:131(1979).
  18. 谷山鐵郎, 澤中和雄.: 作物のガス障害と關する研究 第11報 亞硫酸ガスの長期間接觸が水稻の子實生産に及ぼす影響, 日作紀., 42:143(1973).
  19. 金在鳳等.: 大氣汚染이 植物에 미치는 影響에 關한 實驗的 研究(I). 國立環境研究所報., 6:271(1984).
  20. 金在鳳等.: 大氣汚染이 植物에 미치는 影響에 關한 實驗的 研究(II). 國立環境研究所報., 7:353(1985).
  21. 金泰旭.: 大氣汚染의 造景樹木의 生育에 미치는 影響. 韓國林學會誌., 29:20(1976).
  22. 松島二良.: 農林作物 におよぼす大氣汚染の 影響. 硫酸と工業 24:22(1976).
  23. 金在鳳等.: 都市綠化樹의 耐煙性에 關한 研究 (II). 國立 環境研究所報., 8:317(1986).
  24. 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., 3:15(1974).
  25. 趙南奎.: 街路樹의 水葉中 水溶性 硫黃 및 鉛 含有量에 關한 調査研究. 仁川 保健研究所報., 1:35(1985).
  26. 西尾陽吉.: 大氣汚染と樹木. 大阪農業., 10:26(1973).
  27. 千葉修.: 日林試研報., 239:37(1971).
  28. 埴田宏.: 環境汚染と指標植物. 共立出版, 東京, 170.(1974).
  29. 立谷壽雄.: 農作物の鉛害と被害軽減策. 農業技術, 19:69(1964).
  30. 裴貞伍, 金貞圭, 金在鳳, 朴在柱.: 大氣汚染에 대한 街路樹의 耐煙性 研究. 大韓衛生學會誌., 1:97(1986).
  31. 竹原秀雄外.: 大氣汚染研究. 4:134(1969).
  32. 金旻永等.: 서울市内 街路樹中 은행나무의 重金屬 含量에 關한 研究. 서울特別市 保健環境研究所報., 22:361(1986).
  33. 주의조.: 都市 大氣 浮遊粉塵中의 重金屬 汚染度에 關하여, 論文 1.(1987).
  34. 辰己修三.: 重金屬と樹木. 公害と對策., 9:1(1973).
  35. Huisingh, D.: Implications for agriculture, J. Series paper No. 4210 of the North Carolina state University Agricultural Experiment Station, Heavy metals., (1974).

36. 金教鵬等. : 서울市 一圓의 土壤汚染度調査. 서울特別市 保健研究所報. 21 : 128(1985).
37. William H, Smith : Lead Contamination of the Road Ecosystem. JAPCA., 26 : 753(1976).
38. Robert L, Zindahl. : Entry and Movement in Vegetation of Lead Derived from Air and Soil Sources. JAPCA., 36 : 655(1976)
39. 車種煥. : 環境汚染과 植物. 現代科學新書., 38 : 62(1965).
40. 辰己修三・西村直人. : 交通量過密, 過疎地點の街路樹葉部に附着する汚染物質について. 造園雜誌 34 : 9(1970).
41. 高玄圭, 金熙江, 현용범. : 大氣 浮遊粉塵中 Pb와 街路樹 葉中 Pb와의 相關性에 關한 研究. 韓國大氣保全學會誌., 2 : 11(1986).
42. 任慶彬 外. : 環境汚染이 都市樹木의 生育에 미치는 影響. 演習林報告書., 2 : 2(1979).