

서울 地域의 大氣汚染이 降水와 생물에 미치는 영향

2. 능수버들 가로수 皮層의 S, Pb 및 Cd 含量에 의한 大氣의 相對 汚染度の 추정

張 楠 基

서울大學校 師範大學 生物教育科

Effects of Air Pollution on Precipitation and Living Organisms in Seoul Area

2. Estimation of Relative Air Pollution by the Contents of S, Pb and Cd in the Stem Cortex of *Salix pseudo-lasiogyne*

Chang, Nam-Kee

Dept. of Biology, College of Education, Seoul National Univ.

ABSTRACT

During the autumn of 1985, the stem cortex of *Salix pseudo-lasiogyne* on the street sides in Seoul city was collected by a cork borer. The contents of S, Pb and Cd in this sample were determined. The ranges of S, Pb and Cd contents in all the samples were 0.98-3.46 $\mu\text{g/g}$, 0.77-1.81 $\mu\text{g/g}$ and 0.12-0.28 $\mu\text{g/g}$, respectively. Areas which showed the highest level of S, Pb and Cd in the stem cortex were Yöngön-dong, Yöngdüngp'o, Ülchiro, Ch'öngnyangni, Shinch'on and Suyu-dong, Yöngdüngp'o, Ülchiro and Ch'öngnyangni, and Yöngön-dong, Yöngdüngp'o and Ch'öngnyangni, respectively

緒 論

서울은 人口增加와 함께 交通수단, 난방, 취사 등에 의한 오염물의 배출이 많아짐에 따라 날로 汚染이 심각해지고 있다. 서울의 경우 4季節을 통한 大氣汚染의 主因인을 自動車의 배기가스(金, 1984)로 보고 있는데 자동차에 의한 아황산가스, 납 및 카드뮴 등의 대기오염물이 降水에 의해 지표면에 쌓이게 되면 가시적인 영향은 없다고 하더라도 植物에 흡수되어 각 조직에 황, 납, 카드뮴이 축적되는 변화를 예상할 수 있다.

그러므로 본 研究에서는 서울의 각 지역에 재식되어 있는 가로수를 실험재료로 하여 皮層內의 황, 납, 카드뮴의 含量을 분석하여 비교함으로써 각 지역간의 不可視의 相對汚

染度を 나타내는 大氣汚染과 酸性비의 영향을 조사해 보고자 하였다.

材料 및 方法

調査地域

Fig. 1에서 보는 바와 같이 서울시의 昌慶苑을 중심으로하여 연건동 등 18개 지소를 선정하여 능수버들(*Salix pseudo-lasiogyne* Leveille) 가로수의 皮層을 채취하였다. 실제로 피층은 표피, 1차 사관섬유 및 2차 사관을 포함한다.

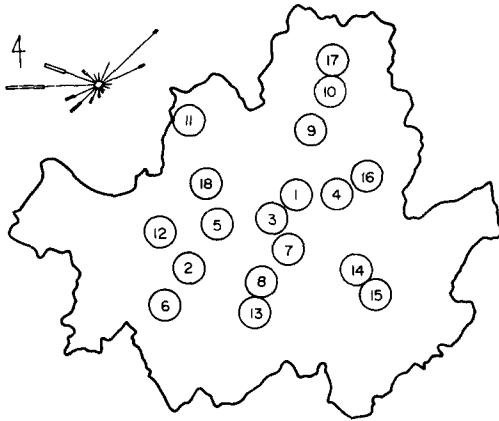


Fig. 1. Location of sampling sites in Seoul area.

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. Yöngön-dong | 10. Ssangmun-dong |
| 2. Yöngdüngp'o | 11. Pulkwang-dong |
| 3. Ulchiro | 12. Söngsan-dong |
| 4. Ch'öngnyangni | 13. Sangdo-dong |
| 5. Shinch'on | 14. Söngsu-dong |
| 6. Kuro-dong | 15. Chamsil-dong |
| 7. Hannam-dong | 16. Myönmok-dong |
| 8. Tongbinggo-dong | 17. Sanggye-dong |
| 9. Suyu-dong | 18. Hongje-dong |

皮層의 採取方法

선정된 18개의 지소에서 3개체의 능수버들 가로수를 무작위로 골라 가슴높이의 가지나 3-5년생의 가지에서 樹皮를 벗겨내고 1.5 cm 직경의 cork borer를 사용하여 形成層으로부터 떨어져나온 동전모양의 皮層을 3-9장씩 채취하여 증류수로 2-3회 잘 세척한 후 100°C 향온기에서 건조시켜 마쇄하고 분석에 사용하였다.

S, Pb 및 Cd의 分析方法

S의 분석

0.2 g의 건조된 시료에 Conc. HNO₃ 2 ml을 넣고, 24시간 HNO₃을 증발시켰다. 여기에 10% MgNO₃ · 6H₂O 2 ml을 넣고 70°C에서 증발 시킨 후, 500°C에서 12시간 가열하였다. 여기에 25% HNO₃ 5 ml을 가한 후 거름종이로 걸렀다. 50% CH₃COOH 5 ml, H₂PO₄ 1 ml을 가하여 잘 섞은 후 BaCl₂ 1 g을 넣고 10분간 방치한 후 10번 뒤집어 혼합하고 5분 후 다시 10번 뒤집어 혼합하였다. 다시 5분 후 10번 뒤집어 혼합한 후 0.5% gum acacia 1 ml을 넣고 증류수로 20 ml이 되도록 정액 하였다. 1시간 반 지난 후 spectrophotometer로 470 nm에서 혼탁도(turbidity)를 측정하여 정량하였다.

Pb와 Cd의 분석

0.5 g의 건조시료를 100 ml Kjeldhal flask에 넣고, 60% HClO₄ 1 ml, Conc. HNO₃ 5 ml, Conc. H₂SO₄ 0.5 ml을 가하였다. 낮은 온도의 전기로에서 천천히 흔들면서 가열하여 서서히 digestion 되도록 하였다. 흰 연기가 보이기 시작하면 12-15분 후에 꺼내어 공

기중에서 냉각 시켰다. 냉각된 용액을 Whatmann No.44 거름종이로 거른 후 증류수로 희석하여 50 ml가 되도록 정액하였다(Allen *et al.*, 1974). 이 추출 용액은 Varian atomic absorption spectrophotometer(Spectr AA-20)를 이용하여 Pb는 217.0 nm, Cd는 228.8 nm의 금속측정 파장에서 정량하였다.

調査期間

分析할 皮層의 試料採取는 1985년 9월-10월에 실시하였고, S, Pb 및 Cd의 分析은 1986년 6월까지 행하였다.

結果 및 考察

서울의 18개지소에서 채취한 능수버들 가로수의 1985년 皮層에 함유되어 있는 S, Pb 및 Cd를 분석한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. S, Pb and Cd contents in the cortex of *S. pseudo-lasiogyne* on the street side in Seoul city

	S(mg/g)	Pb(μ g/g)	Cd(μ g/g)
Yöngön-dong	2.87	1.42	0.28
Yöngdüngp'o	3.34	1.60	0.27
Ūlchiro	2.50	1.81	0.24
Ch'öngnyangni	3.46	1.59	0.26
Shinch'on	3.19	1.48	0.25
Kuro-dong	1.87	1.03	0.18
Hannam-dong	2.00	1.08	0.17
Tongbinggo-dong	1.81	1.12	0.19
Suyu-dong	2.04	1.17	0.16
Ssangmun-dong	0.98	0.89	0.14
Pulkwang-dong	1.23	0.85	0.15
Söngsan-dong	1.05	0.77	0.13
Sangdo-dong	1.45	0.79	0.14
Söngsu-dong	1.21	0.86	0.12)
Chamsil-dong	1.44	0.84	0.13
Myönmok-dong	1.30	0.93	0.15
Sanggye-dong	1.07	0.92	0.14
Hongje-dong	1.05	0.97	0.14

Table 1의 결과에 따라 능수버들 가로수의 皮層에 함유되어 있는 S, Pb, Cd의 含量을 현재의 수준에서 3등급으로 나누어 보면 S의 含量의 경우는 0.98-1.45 mg/g, 1.81-2.00 mg/g, 및 2.04-3.46 mg/g로 대별할 수 있었고, Pb의 含量은 0.77-0.97 μ g/g, 1.03-1.48 μ g/g 및 1.59-1.81 μ g/g였고, Cd의 含量은 0.12-0.15 μ g/g, 0.16-0.25 μ g/g 및 0.26-0.28 μ g/g이었다. 그러므로 서울의 大氣汚染 정도를 現在の 수준에서 볼 때 可視的

인 증상은 아직 가로수에서 나타나지 않으나 人口의 폭증, 차량의 급증, 취사 및 난방등으로 인해 대기오염이 날로 심각해지고 있다는 것은 사실이다(권 등, 1980). 현재의 서울의 대기오염의 실태를 정확히 판단하기는 어려우나 능수버들 가로수의 S, Pb 및 Cd의 피층내 함량을 토대로 편의상 3등급으로 나누어 비교하여 보면, 그 相對汚染度는 S의 경우 연건동, 영등포, 을지로, 청량리, 신촌, 수유동이 가장 심한 편이었고, 구로동, 한남동, 동빙고동은 그 다음이었으며 쌍문동, 불광동, 성산동, 상도동, 성수동, 잠실동, 면목동, 상계동, 홍제동은 가장 상대 오염도가 낮은 지역으로 나타났다(Fig. 2).

Pb는 S의 경우와는 다소 다르게 영등포, 을지로, 청량리가 가장 높은 등급으로 나타났고 연건동, 신촌, 구로동, 한남동, 동빙고동, 수유동은 중위 지역이었으며 하위지역은 쌍문동, 불광동, 성산동, 상도동, 성수동, 잠실동, 면목동, 상계동, 홍제동으로 S의 경우와 같았다(Fig. 3).

Cd는 S나 Pb와 약간 다르게 연건동, 영등포, 청량리가 상대적으로 오염도가 가장 높은 것으로 조사 되었으며 을지로, 신촌, 구로동, 한남동, 동빙고동, 수유동은 중급지역으로 나타났고 하급지역은 S나 Pb의 경우와 같은 지역이었다(Fig. 4). 이상과 같은 결과가 나온 이유는 도심에 가까울수록 차량에 의한 대기오염의 정도가 상대적으로 심하기 때문이라고 생각된다.

이상의 결과는 장 등(1990)이 조사한 서울지역에 내리는 산성비와 산성눈의 분포 결과와 잘 일치한다는 것을 알 수 있다. 이것은 대기 오염원이 S의 경우는 차량, 공장, 난방, 취사 등 연료의 사용으로 인해 배출되는 가스에 함유되어 있는 SO₂라고 추정되며 Pb와 Cd의 오염원은 주로 차량의 폭증에서 오는 것으로 생각된다(Page and Ganje, 1970; John, 1971; Byrd *et al.*, 1983; Choi *et al.*, 1984). 서울지역의 교통량이 많은 발원지에서 대기를 오염시킨 SO₂, Pb 및 Cd이 바람의 풍향과 풍속에 따라 이동하면서 무거운 부유 분진은 지면에 가라앉고 그 이외의 것은 비나 눈에 확산 용해되어 땅에 떨어져 土壤溶液(soil solution)으로 되고 可溶態로 된 것은 가로수에 吸收되게 된다. 이결과가 가로수의 皮層內의 含量差로 나타나게 되었다고 생각된다. 그러므로 현재로서는 능수버들 皮層에 함유되어 있는 S, Pb 및 Cd의 서울의 지역별차이는 지역별 교통량의 차이에 의한 산성강수의 영향으로 추정할 수 있다. 金(1984)은 서울의 도로변의 버즘나무와 은행나무의 重金屬 함량을 측정하고 Pb의 함량은 꽃, 잎, 줄기로 구별할 때 꽃이 가장 높았고 버즘나무가 은행나무보다 높았다는 결과를 보고하였다. 이는 식물에 따라 같은 환경 조건하에서 生育하고 있다고 하더라도 차이가 있다는 것을 나타낸다. Sung(1976)의 보고에 의하면 Pb의 경우 가로수잎은 북구주시가 30 ppm, 신호시가 45 ppm인데 비해 진주시는 0.16 ppm, 대구시는 0.35 ppm으로 日本이 우리나라에 비하여 100배 이상 높다고 하였다. 鄭과 李(1987)는 서울의 양재동 고속도로 변에서 Pb와 Cd의 식물체내 함량을 조사한 결과 Pb와 Cd은 고속도로에서 거리가 멀수록 그 함량이 낮게 나타난다고 하였다. 이와 같은 결과는 Warren and DeLavault(1962), Motto *et al.*(1970), 金(1984)등의 연구결과와 일치하는 것으로 Pb와 Cd의 오염원은 차량이라는 것을 암시해 주는 것이다.

Fig. 2-4에 의하면 S은 바람의 풍향이나 풍속에 보다 큰 영향을 받는 것으로 보여지며 Pb와 Cd은 중금속이니만큼 발원지와 보다 큰 관계가 있는 것으로 추정된다.

이와같이 차량에 의한 大氣汚染이 降水에 영향을 끼쳐 산성비와 눈이 내리게 되고(朴 등, 1983; 張 등, 1990)이 산성 강우가 土壤에 영향을 미쳐 공중에 잎을 내고 땅에 뿌리

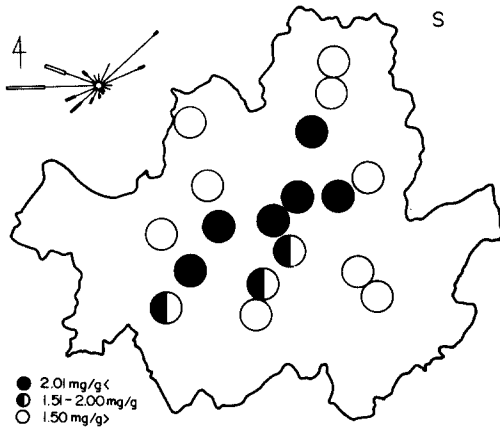


Fig. 2. Estimation of relative air pollution in Seoul city by the contents of S in the stem cortex of *S. pseudo-lasiogyne* on the street side.

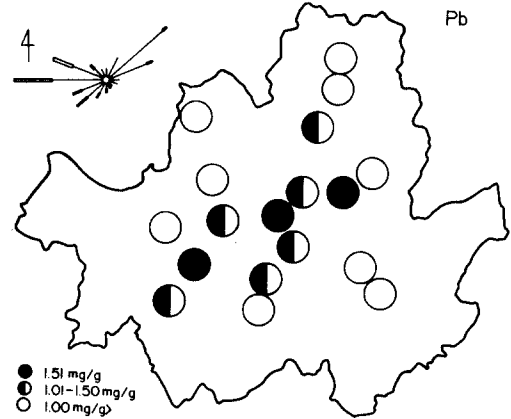


Fig. 4. Estimation of relative air pollution in Seoul city by the contents of Cd in the stem cortex of *S. pseudo-lasiogyne* on the street side.

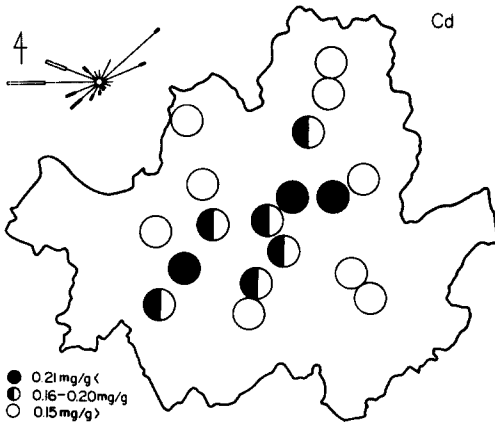


Fig. 3. Estimation of relative air pollution in Seoul city by the contents of Pb in the stem cortex of *S. pseudo-lasiogyne* on the street side.

를 박고 사는 식물의 몸속에 S, Pb 및 Cd이 직간접으로 축적되는 결과를 초래하게 된 것으로 생각된다. 이러한 환경속에서 살고 있는 서울 시민의 몸속에는 아무런 변화가 없다는 보장은 힘들다. 이와같이 대기오염물로 방출된 S, Pb, Cd 등의 오염원이 산성비에 용해되면 직접 생물체에 영향을 미치거나 토양을 거쳐 식물에 영향을 미치고 식물을 통해 다시 동물과 인간에게 영향을 끼치게 되면 산성비의 독성은 더욱 크게 증가되는 것이다 (Time, 1982).

摘 要

서울 지역의 능수버들 가로수 皮層을 1985년 9-10월에 cork borer로 채취하여 S, Pb 및 Cd의 함량을 조사하였다. S의 함량범위는 0.98-3.46 mg/g였고 Pb의 함량 범위는 0.77-1.81 $\mu\text{g/g}$ 였으며 Cd의 경우는 0.12-0.28 $\mu\text{g/g}$ 였다. 이들 함량은 지역별로 차이가 있었으며 조사된 지역 중에서 가장 높은 곳은 S의 경우 연건동, 영등포, 을지로, 청량리, 신촌, 수유동이었으며 Pb의 경우는 영등포, 을지로, 청량리였고 Cd의 경우는 연건동, 영등포, 청량리였다.

引 用 文 獻

Allen, S.E., H.M. Grimshaw and J.A. Parkinson. 1974. Chemical analysis of ecological

- materials. Blackwell Scientific Pub. U.S.A.
- Byrd, D.S., J.T. Gilmore and R.H. Lea. 1983. Effect of decreased use of lead in gasoline on the soil of a highway. *Environ. Sci. & Technol.* 17:121-123.
- 張楠基, 李鈺祥, 申恩榮. 1990. 서울地域의 大氣汚染이 降水와 生物에 미치는 영향 1. 地域別降水의 酸性化에 관하여. *한생태지*(인쇄중).
- 鄭玩鎬, 李海浜. 1987. 交通量이 다른 高速道路邊 生態系의 營養段階別 낙과 카드뮴 含量的의 差異. *한생태지* 10 : 7-16.
- Choi, D.I., Y.K. Kim, K.S. Koh, Y.H. Chung and K.H. You. 1984. Survey on air pollution leads from stationary sources in Daegu. The Report of NEPI. ROK 6 : 9-16.
- John, M.K. 1971. Lead contamination of some agricultural soils in western Canada. *Environ. Sci. & Technol.* 5: 1199-1203.
- 金炳宇. 1984. 道路邊 植栽植物의 成長에 미치는 lead 및 cadmium의 影響에 관한 연구. 東國大學校 大學院 博士學位請求論文.
- 權肅杓, 鄭勇, 林東九. 1980. Hanna-Gifford 모델에 의한 서울시 大氣汚染度推定. *環境保全協會誌* 1 : 25-38.
- Motto, H.L., R.H. Danis, D.M. Chilko and C.K. Motto. 1970. Lead in soils and plants: Its relationship to traffic volume and proximity to highway. *Environ. Sci. & Technol.* 4 : 140-142.
- Page, A.I. and T.J. Ganje. 1970. Accumulations of lead in soils for regions of high and low motor vehicles traffic density. *Environ. Sci. & Technol.* 4 : 140-142.
- 朴奉奎, 李仁淑, 崔炳善. 1983. 서울시에서의 산성강우에 관한 연구. *이화여대생활과학 연구원논총* 32 : 137-142.
- Sung, M.W. 1976. Studies on the precipitation of lead ion and the inhibition of plant growth. *Korean J. Bot.* 20 : 7-14.
- Time. 1982. Acid rain-The silent plaque. *Nov.* 8 : 48-58.
- Warren, H.V. and R.E. Delavault. 1962. Lead in some food crops and trees. *J. Sci. Food. Agri.* 13 : 96-98.

(1990年 4月 6日 接受)