

# 自動車 煤煙중의 微量金屬이 土壤 및 植物體에 미치는 影響

康 祥 俊·崔 惠 淑

(春川教育大學)

## Effect of Roadside Soil and Vegetation with Lead and Zinc by Motor Vehicles

Kang, Sang Joon and Hae Sook Choi

(Choon Chun Educational College)

1972 9.20 접수

### ABSTRACT

This report deals with lead and zinc contamination of roadside soil and plants caused by motor vehicles as a function of distance from the road edge. The concentrations of Pb and Zn in roadside soil and plant samples from several locations decrease regularly with increasing distance from traffic.

Soil samples up to 24m distance from the road edge are contaminated with more than 12.99 ppm lead, and 13.40 ppm zinc. The decrease in Pb and Zn contamination with increasing distance from the road is characteristically curvilinear; the relative coefficient of Pb and Zn with distance is -0.69, -0.48, respectively. The average contents of Pb and Zn in plants are 21.5 ppm and 30.00 ppm.

It is suggested that the contamination is related to the composition of gasoline, motor oil and to roadside of the residues of this metals.

### 緒 論

近代 産業의 급진적인 發展으로 因한 環境의 汚染問題는 深刻한 社會問題로 登場하게 되었다. 自動車의 煤煙物質이나 工場地帶에서 排出되는 煤煙중의 微量重金屬인 카드뮴(Cd), 니켈(Ni), 鉛(Pb) 및 亞鉛(Zn) 등은 汚染物質의 一種으로서, 特히 都市地域의 大氣中에 多量 存在하고 있다(National Air Sampling Network, 1958·1962).

Carroll (1966)은 呼吸器官에 의하여 多量의 Cd를 吸入하면 心臟病을 일으킨다고 했으며, Schroeder (1966)는 飲食物을 通하여 體內에 吸收되면 同一한 病을 일으킨다고 報告하였다. Chisolm (1971)은 鉛이

腦腫瘍의 誘發 또는 赤血球의 壽命을 短縮시킨다고 報告했으며, 이 Pb의 害處有無에 對해서는 贊反兩論이 있어 아직 論爭의 對象이 되어있다(Patterson, 1965; Kehoe, 1961).

植物體에 있어서는 土壤중의 重金屬이온이 多量으로 存在하면 白化現象 및 뿌리의 伸張이 阻害되며, 특정한 標識色이 나타난다고 報告하였다(Kayano, 1971).

本 研究은 自動車 通行量이 비교적 많은 京春街道의 地域을 選定하여, 土壤중의 微量金屬이온인 Pb와 Zn의 含量을 量하고, 또한 이를 金屬이온이 土壤과 植物體에 미치는 汚染現象을 알아보았다.

### 調查 및 實驗方法

調査地는 傾斜度가 急한 곳으로서 自動車의 走行速

도가 느리고, 그로 인한 煤塵의 噴射量이 많은 地域으로서, 서울 近郊의 忘憂里, 京畿道の 淸平 및 加平을 調査地로 選定하였다.

試料은 道路邊에서 6m 간격으로 24m의 距離까지 各各 3個地點을 選定하여 植物體를 採取하고, 또 各 土層別(0~5cm, 5~10cm, 10~15cm, 15~20cm)로 土壤試料을 採取한후 實驗室로 옮겨 陰乾시킨다음 1.63mm의 체로 쳐서 分析에 使用하였다. 重金屬이온의 測定은 土壤試料 10g에 0.1N HCL 20ml을 加하여 1時間동안 攪盪한후, 여과된 原液 5ml에 증류수를 加하여 100ml로 만든 다음 Atomic absorption spectrophotometry (2139Å)로 Zn을 定量하였으며, Pb는 原液 2ml에 증류수 10ml로 한후 同一한 方法(2833Å)으로 定量하였다. 植物體는 陰乾된 試料을 本쇄기에 넣어 粉末로 만든다음 2g의 試料에 濃窒酸 10ml을 加하여 加熱한후 HClO<sub>4</sub> 5ml을 넣어 완전히 灰分化한후 증류수 100ml를 加하여서 여과한 溶液을 土壤과 같은 方法으로 各各 Pb 및 Zn을 測定하였다.

### 結果 및 考察

本 調査地의 母岩은 건부 花崗岩에서 由來한 土壤으로서 pH는 제1지점 5.0, 제2지점 5.5, 그리고 제3지점은 4.5였다.

各 調査地의 植被은 아카시아나무(*Robinia pseudo-Acacia*), 억새(*Miscanthus sinensis*), 새(*Arundinella hirta*) 및 한삼덩굴(*Humulus japonica*)로서 禾本科 이외의 植物은 대부분 黃化現象을 發現하고 있었다.

本地所의 土壤의 重金屬이온의 含量은 表 2와 같이 道路邊에서 距離가 멀어질에 따라 그 含量이 차차 감소되는 傾向을 나타내고 있으며, Pb의 境遇 淸平의 6m

表土層에서 最高 38.0 ppm을, 24m의 表土層에서 最小 8.3 ppm을 보이고 있다. 또한 加平地域 역시 같은 양상을 나타내고 있으며 最高 25.2 ppm, 最小 10.5 ppm을, 忘憂里 地域에서는 最高 24.0 ppm을, 最小 10.5 ppm을 보이고 있다. 이와같이 忘憂里에서보다 淸平 및 加平에서 그 含量이 높은것은 山의 傾斜度가 比較的 急하기 때문에 排瀝物質 가운데 氣體는 大氣로 擴散되어 버리나, 粒子狀의 金屬이온은 土壤으로 落下되어 蓄積되기 때문이다(Smith, 1971).

Zn의 境遇 역시 道路에서 距離가 멀어질에 따라 그 含量이 차차 줄어들고 있는데, 忘憂里에서 最高值인 19.2 ppm을, 淸平 및 加平에서 各各 最高值 14.0 ppm, 13.1 ppm을, 最小值 4.8 ppm, 4.2 ppm을 보이고 있다.

本 調査에서는 道路邊에서의 距離를 24m로 限定했으나, 그 이상의 距離(100m 또는 그 이상)를 調査地點으로 選擇했다면, 반드시 金屬의 含量은 Curvilinear 하게 감소될 것이다(Daines *et al.*, 1970; Motto *et al.*, 1970).

또한 植物體內의 重金屬 含量도 역시 距離에 따라 차차 감소되는 傾向을 나타내고 있는데, 忘憂里에서 처럼 土壤층의 Zn 含量이 높은 地域에서 植物體內 Zn 含量도 높은 值(73.75 ppm)을 나타내고 있다.

이상의 結果는 自動車의 通行과 關係가 있음을 示唆해 주는 것이다. 距離에 따른 金屬의 含量의 順은 Zn > Pb이며, 또한 土壤의 깊이에 따라 그 含量이 차차 줄어들었다. 이 結果는 Lagerwerff *et al.* (1970)의 報告에서 2價 金屬이온은 磷酸 및 炭酸이 많은 土壤에서 물에 溶解가 잘 되지 않으므로 土壤 깊숙히 洗脫되지 않기 때문에 表土層에서 그 含量이 높다는 結果와 一致한다.

위의 果結을 볼때 自動車에서 排瀝되는 物質 가운데

Table 1. Characteristics of sampling sites and samples

Sampling date	Site		
	I August 1971	II July 1971	III July 1971
Soil type	Silt loam	Sandy loam	Sandy loam
Soil pH	5.0	5.5	4.5
Dominant plant	<i>Robinia pseudo-Acacia</i> <i>Humulus japonicus</i>	<i>Robinia pseudo-Acacia</i> <i>Miscanthus sinensis</i>	<i>Miscanthus sinensis</i> <i>Arundinella hirta</i>
Traffic density	6.000	5.500	5.300
Average rainfall	145.1	121.8	133.1

**Table 2.** Lead and Zinc contents of roadside soil and vegetation as a function of distance from traffic and soil depth in profile (milligrams per kilogram dry weight)

Site	Metal	Meters from road	Vegetation	Soil depth (cm)				
				0-5	5-10	10-15	15-20	
1	Mang U ri	Pb	6	—	24.0	14.0	13.5	14.0
			12	—	21.2	14.0	13.0	6.0
			18	—	14.0	6.0	8.5	4.0
			24	—	10.5	4.2	8.1	3.3
	Zn	6	73.75	19.2	12.2	16.4	21.6	
		12	67.00	18.6	11.6	13.4	9.2	
		18	65.00	14.5	10.6	10.0	8.4	
		24	28.00	10.6	8.7	6.3	4.2	
2	Chung Pyung	Pb	6	21.50	38.0	29.4	11.0	11.0
			12	21.50	13.6	10.1	11.0	10.1
			18	18.00	9.5	7.7	9.5	8.3
			24	13.00	8.3	7.0	8.5	6.0
	Zn	6	35.40	14.0	8.8	11.1	15.2	
		12	26.60	13.0	3.0	5.6	4.8	
		18	26.70	5.8	2.4	5.0	2.8	
		24	23.60	4.8	2.0	3.1	2.0	
3	Ka Pyung	Pb	6	23.00	25.2	14.6	18.8	16.1
			12	23.00	22.0	11.8	10.5	9.7
			18	20.50	17.6	11.5	8.3	8.3
			24	19.50	10.5	8.9	7.3	8.0
	Zn	6	39.60	13.1	13.0	21.2	10.0	
		12	35.10	11.6	10.4	11.1	6.0	
		18	33.30	9.8	5.2	5.4	4.3	
		24	32.00	4.2	3.1	2.0	2.8	
4	Control, Chunsung Area							
	Pb	0	—	2.0	2.0	2.0	0.5	
	Zn	0	—	5.0	4.8	4.08	2.80	

Pb 및 Zn 이온은 道路邊으로부터 距離가 멀어질에 따라 그 含量도 줄어들고 있음을 알 수 있는데, 土壤중의 Zn과 Pb 含量의 關係는 正相關( $r=0.83$ )임을 알 수 있으며 回歸方程式은  $Y=0.626X+12.88$ 이다(Fig.1).

또한 道路邊으로부터 6m간격으로 採取한 植物體의 重金屬 含量은 Zn 및 Pb가 共に 負相關을 나타내고

있다. 즉 Zn의 回歸方程式은  $Y=35.07-0.262X$ 이며, 相關係數는  $r=-0.48$ 이고, Pb의 回歸方程式은  $Y=23.70-0.247X$ 로서 相關係數는  $r=-0.69$ 였다.

이것은 Kobayashi *et al.* (1970)의 『製鍊所로 因한 農作物에 미치는 重金屬의 汚染』이란 研究에서 카드뮴과 亞鉛간의 相關關係 ( $r=0.998$ ) 및 回歸式( $Y=141X$

結 論

이상의 결과로 볼때 土壤중의 重金屬含量은 道路邊 으로부터 거리가 멀어짐에 따라 이들 金屬含量이 차차 감소되었고 道路로부터 6m地點에서의 Pb 含量은 最高 38.0 ppm, 最小 8.3 ppm, 그리고 같은地點의 Zn 含量은 各各 19.2 ppm, 4.2 ppm이었다. 또한 植物體의 金屬含量은 Pb가 最高 23.0 ppm, 最小 19.5 ppm, 그리고 Zn은 最高 73.75 ppm, 最小 23.6 ppm이었다.

이 結果에 依하던 土壤 및 植物體중의 重金屬含量은 自動車의 通行과 밀접한 關係가 있음을 알 수 있으며, 그 結果 自動車의 排煙物質에 含有되어 있는 重金屬이온이 土壤과 植物體에 營養을 주고 있다고 생각된다. 즉 自動車 燃料에 포함된 Leaded Gasoline이 연소될 때 생성된 Pb가 토양에 축적되었고, Zn의 경우도 역시 기름(lubricating oil) 속에 Antioxidant Zn-dithiophosphate의 형태로 존재하는 Zn이 연소되어 나와서 토양과 식물체에 낙하 축적되었다.

이상의 사실에 의하여 自動車의 排煙物質에 함유되어 있는 重金屬이온에 의하여 토양 및 식물체에 營養을 주었다고 結論을 내릴 수 있겠다.

摘 要

自動車의 排煙物質중 微量重金屬 이온인 Pb 및 Zn 이 土壤과 植物體에 미친 影響(汚染現象)을 알아보고자다. 自動車 道路邊에서 距離가 멀어짐에 따라 이들 金屬含量이 차차 줄어들었으며, 各 調査地點에서 表層土壤의 含量이 最高値를 나타내었다. Pb의 含量은 忘憂里에서 最高 24.0 ppm, 最小 3.3 ppm으로 平均 11.85 ppm을, 淸平에서 各各 38.0 ppm, 6.0 ppm, 13.06ppm을, 그리고 加平에서 各各 25.2 ppm, 7.3 ppm, 13.07 ppm이었으며, Zn의 含量은 各各 平均 13.40 ppm, 6.46 ppm, 8.31 ppm이었다.

덕세와 아카시아나무의 Pb 含量은 平均 21.5ppm, Zn의 平均含量은 30.0ppm이었다. 또한 Zn과 Pb와의 相關은  $r=0.83$ 으로 正相關이며, 回歸式은  $Y=0.626X-12.88$ 이고, 植物體內의 Zn 및 Pb와 距離와의 關係에서 Zn의 相關係數  $r=-0.48$ , Pb의 相關係數  $r=-0.69$ 로서 負相關을, 그리고 이들의 回歸式은 各各  $Y=35.07-0.262X$ ,  $Y=23.70-0.247X$ 였다. 따라서 自動車 煤煙중의 金屬이온은 土壤 및 植物體에 影響을주고 있음을 알 수 있다.

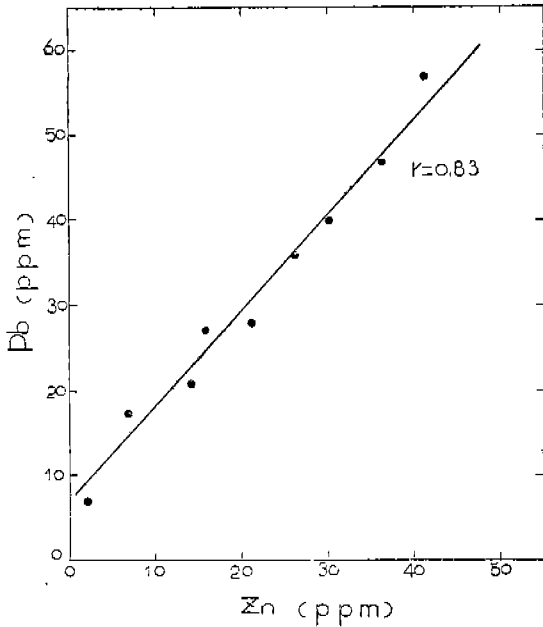


Fig. 1. Zinc and Lead contamination of roadside soil

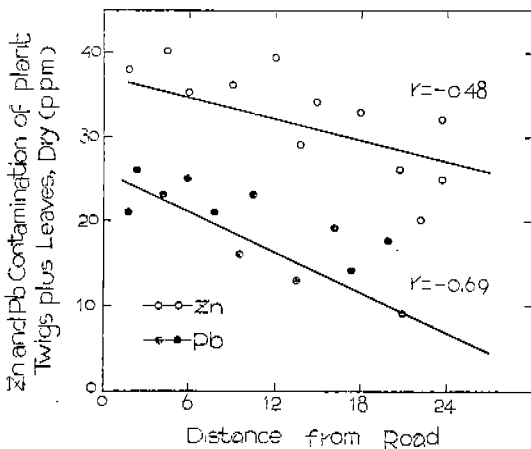


Fig. 2. Zinc and Lead contamination of plant twigs plus leaves sampled from trees growing at varying distances from roadside.

-107)과는 正反對의 것이나, Smith (1971)의 報告에서 距離에 따른 소나무(White Pine)의 鉛含量의 相關과는 거의 一致하는 結果이다. (Zn의 相關係數  $r=-0.57$ , Pb의 相關係數  $r=-0.79$ ).

## 參 考 文 獻

- Carroll, R. E., 1965. J. Amer. Med. Assoc. 198 : 267—269. (Cited by Lagerwerff)
- Chisolm, J. J. Jr., 1971. Lead poisoning. Scientific Amer. 224(2) : 15—23.
- Daines, R. H., H. Motto and D. M. Chilko, 1970. Atmospheric Lead. Its relationship to traffic volume and proximity to highways. Environ. Sci. Technol. 4 : 318—322.
- 茅野亮男, 1971. 植物의 重金屬 過剩症. 農業園藝, 46 (1) : 137—140.
- Kobayashi, J., F. Morii, S. Muramoto and S. Nakashima, 1970. Effects of air and water pollution on agricultural products by Cd, Pb, Zn attributed to mine refinery in Annaka City, Gunma Prefecture. 日衛誌, 25(4) : 364—375.
- Kohoe, R. A., 1961. J. Roy. Instit. Publ. Health Hyg. 24 : 601—603.
- Lagerwerff, J. V. and A. W. Specht, 1970. Contamination of roadside soil and vegetation with Cadmium, Nickel, Lead and Zinc. Environ. Sci. Technol. 4(7) : 583—586.
- Motto, H. L., R. H. Daines, D. M. Chilko and C. K. Motto, 1970. Lead in soils and plants. Its relationship to traffic volume and proximity to highways. Environ. Sci. Technol. 4 : 231—237.
- Petterson, C. C., 1965. Arch. Environ. Health. 11 : 348—358.
- Shroeder, H. A., 1966. J. Amer. Med. Assoc. 195 : 81—85. (Cited by Lagerwerff).
- Smith, W. H., 1971. Lead contamination of roadside White Pine. Forest Sci. 17 : 195—198.