

# 大田地方 河川流域 耕作土中の 重金屬含量

金 文 圭\* · 李 奎 承\*

(1983년 11월 9일 접수)

## Heavy Metal Contents of the Drainage-basin Soil in Daejeon Area

Moon-Kyu Kim\* and Kyu-Seung Lee\*

### Abstract

Some physico-chemical properties and heavy metal contents of up-land and paddy field soils on the drainage-basin of Daejeon Cheon and Yoodeung Cheon in Daejeon area were investigated. The average contents (and the range) of Pb was 6.75 ppm (2.33-11.65 ppm), Cr; 1.77 ppm (0.58-4.0 ppm), Cd; 0.7 ppm (0.09-1.83 ppm), Cu; 9.96 ppm (t-19.36 ppm), and Zn; 19.99 ppm (2.38-47.9 ppm) in up-land soil, and Pb; 7.77 ppm (t-15.5 ppm), Cr; 1.91 ppm (t-9.38 ppm), Cd; 0.21 ppm (t-2.05 ppm), Cu; 11.17 ppm (t-21.96 ppm), and Zn; 18.01 ppm (1.65-40.0ppm) in paddy field soil, respectively.

### 序 論

都市화가 빠른 속도로 이루어짐에 따라 大都市 周邊의 河川은 날로 그 汚染度가 높아가고 있다. 특히 河川流域의 耕作地土壤은 오염된 灌溉水를 사용하므로써 그 오염정도가 더욱 높을 것으로 생각된다. 오염물질들 중에서도 生活下水에서 연유되는 鹽類의 土壤中 集積과 人體 및 水中生態系에 有害하다고 알려진 重金屬類의 축적은 耕作土의 理化學的 성질을 나쁘게 하며, 또 重金屬類가 栽培中인 농작물로 移行<sup>(1,2)</sup>되므로써 발생되는 二次的인 오염문제들도 간과할 수 없는 것이다.

따라서 많은 研究者들이 重金屬류의 土壤中 含有量을 調査해 왔으며, 耕作土中の 自然含有量<sup>(3,4)</sup>, 都市周邊土壤의 用途地別 含有量<sup>(5,6)</sup>, 一般耕作地<sup>(6,7)</sup> 및 特殊環境인근의 경작지<sup>(6,9)</sup>는 물론 鑛山地域의 경작지토양<sup>(2,10,11)</sup>과 河川敷地<sup>(12)</sup> 및 漢江高水敷地<sup>(13)</sup>의 土壤에 대해서도 重金屬含量이 調査되어졌다.

大田地方에서도 河川의 汚染度<sup>(14)</sup>와 하천부지토양중의 重金屬함량<sup>(15)</sup>, 그리고 大田川流域의 耕作地 및 栽

培農作物中の 重金屬오염도조사<sup>(15)</sup>가 수행된 바 있다.

本 調査는 大田川과 柳等川 流域의 河床 田作地와 灌溉水土壤 및 이들 두 河川의 合流地點 附近의 土壤을 中心으로 수행하였으며, 土壤의 理化學的 性質과 重金屬含量에 關係 얻어진 結果를 報告하고자 한다.

### 材料 및 方法

試料는 Fig. 1에 圖示한 3地域에서 밭토양 27點과 논토양 36點을 채취하였고, 風乾後 2 mm 체를 通過시켜 分析시료로 하였다.

土壤中の 有機物含量은 Turyne 法으로, 一般金屬類는 1 N-NH<sub>4</sub>OAc 浸出法으로, 또 重金屬類는 0.1N-HCl 浸出法으로 分析하였으며 金속류의 含量은 IL-257 AA /AE 原子吸光光度計를 利用하여 測定하였다.

### 結果 및 考察

本 調査의 대상이 된 세지역은 河川의 特性에 따라

\*忠南大學校 農科大學 (College of Agriculture, Chungnam National University, Daejeon, Korea)

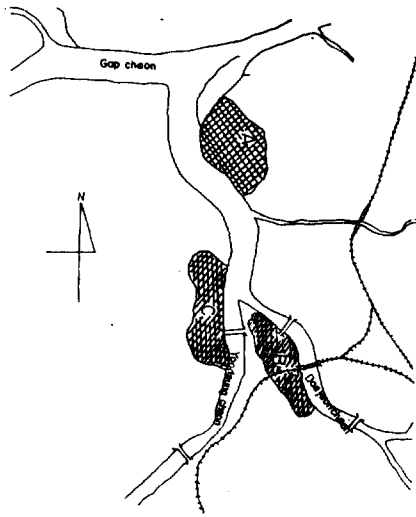


Fig. 1. Soil sampling area in this survey

汚染程度와 汚染源이 다를 것으로 생각된다. A地域은 大田川과 柳等川의 合流地點으로부터 下流에 位置하며 이들 두 河川의 合流地點의 바로 아래에는 비교적 깨끗한 小河川의 支流가 流入되고 있다. B地域은 大田의 中心部를 貫通하는 大田川의 下流地域으로 生活下水로 汚染된 大田川물이 관개용수로 하여 作物을 栽培하는 지역이며, C地域은 生活下水와 有機物 및 重金屬排出源이 비교적 큰 工場廢水가 섞여 흐르는 柳等川을 灌溉用水로 하거나 또는 그 周邊의 地域이다.

Table 1과 2에는 이들 3地域에 관한 토양의 理化學的 特性을 나타내 주고 있다.

Table 1에서 볼 때, 밭토양의 平均 pH는 6.0이었으나 일부 地點에서는 4.4~4.6정도로 作物生育에 지장을 줄 수도 있는 낮은 pH를 나타내고 있었다. 또 總有機物含量은 B지역과 C지역이 A지역에 비해 높았는데, 이는 生活下水중의 높은 유기물함량에서 연유되는 것으로 생각된다. 또 作物生育이 원활한 토양인지를 判別하는 尺度로 이용되는 SAR(Sodium Absorption

Table 1. Some properties of up-land field soils near the drainage-basin of Daejeon area

Area	No. of Samples		pH	OM	K	Ca	Mg	Na	SAR <sup>1)</sup>
A	15	Range	4.6~7.25	1.97~4.34	0.57~3.82	1.23~9.99	0.47~1.74	0.13~0.81	1.93~9.08
		Aver.	5.64	2.91	1.38	5.25	1.09	0.45	5.64
B	10	Range	4.4~6.7	2.17~7.76	0.31~4.82	0.86~7.55	0.29~4.39	0.31~5.70	4.24~38.40
		Aver.	5.71	4.55	1.86	2.95	1.02	1.34	18.69
C	2	Range	6.4~6.90	4.14~4.74	0.86~0.86	2.50~3.74	0.67~0.85	0.36~0.39	6.13~8.94
		Aver.	6.65	4.44	0.86	3.12	0.76	0.38	7.42
Average			6.00	3.97	1.37	3.77	0.96	0.72	10.56

$$1) SAR = \frac{100 \times Na}{K + Ca + Mg + Na}$$

Table 2. Some properties of paddy field soils near the drainage-basin of Daejeon area

Area	No. of Samples		pH	OM	K	Ca	Mg	Na	SAR
A	6	Range	6.0~6.5	2.17~5.07	0.61~1.80	2.04~5.96	0.69~1.40	0.29~0.93	3.29~15.50
		Aver.	6.27	3.52	1.21	4.22	1.06	0.62	9.28
B	10	Range	5.7~7.5	1.90~10.65	0.77~1.78	0.67~2.54	0.28~0.77	0.43~1.75	6.50~32.64
		Aver.	6.24	4.59	1.12	1.86	0.52	0.87	19.90
C	20	Range	4.6~6.5	2.03~6.20	0.49~2.46	0.93~8.0	0.32~5.06	0.19~1.21	4.63~20.20
		Aver.	5.72	3.17	1.19	3.11	1.11	0.69	11.30
Average			6.08	3.69	1.17	2.73	0.90	0.73	13.20

Ratio)을 조사해 본 결과 B지역이 C지역보다 높았는데 이는 生活下水中の 鹽類濃도가 높은에서 기인되는

것이라고 본다.

Table 2에는 畚土壤의 理化學的 性質을 보여주고

있다.

Table 2에서 보면 논토양의 pH는 밭토양에 비해 대체로 중성쪽으로 치우쳤으며, 총유기물함량도 비슷한 수준이었다. 그러나 C지역의 유기물함량은 밭토양에 비해 낮은 수준을 보였는데 이것은 조사대상 논중에는 直接的인 下川水의 灌溉를 않고 地下水를 이용하는 곳이 많은데서 연유된 것으로 생각된다. 또 SAR도 비교적 높았으며 B지역이 C지역보다 훨씬 높은 수준을 보이고 있다.

이들 밭토양과 논토양의 理化學的 性質을 검토해 볼 때, 총유기물함량과 鹽類농도가 높은 편이었으며 특히 大田川邊의 耕作土는 계속하여 下川水를 灌溉用水로 使

用할 경우에는 SAR이 증가되어 作物栽培에 영향을 미칠 수 있을 것으로 예견된다. 아울러 일부의 토양이기는 하지만 pH 4.5이하의 산성을 나타내는 곳들도 작물 재배상 검토가 있어야 할 것으로 본다.

Table 3에는 밭토양중의 중금속함량을 보여주고 있다.

Table 3에서 보는 바와 같이 pb는 2.33~11.65 ppm의 범위로 分布되어 있으며, 평균함유량은 6.75 ppm이었고, 또 Cr은 0.58~4.0 ppm으로 평균 1.77 ppm, Cd은 0.09~1.83 ppm으로 평균 1.71 ppm, Cu은 t~19.36 ppm으로 평균 9.96 ppm이었고 Zn은 2.38~47.90 ppm의 範圍에서 평균 19.99 ppm이 함유된 것으로 나타났

Table 3. Heavy metal contents of up-land field soils near the drainage-basin of Daejeon area

Area	No. of Samples		Pb	Cr	Cd	Cu	Zn
A	15	Range	3.55~ 9.15	1.0 ~4.0	0.1 ~0.39	3.15~19.36	10.35~30.45
		Aver.	6.54	1.99	0.23	10.90	18.09
B	10	Range	2.33~11.65	0.58~4.0	0.09~0.38	t~14.95	2.38~47.90
		Aver.	6.84	1.61	0.17	9.29	21.13
C	2	Range	5.9 ~ 7.83	1.58~1.83	1.58~1.83	9.01~10.34	19.05~22.43
		Aver.	6.87	1.77	1.71	9.68	20.74
Average			6.75	1.77	0.70	9.96	19.99

Table 4. Heavy metal contents of paddy field soils near the drainage-basin of Daejeon area

Area	No. of Samples		Pb	Cr	Cd	Cu	Zn
A	6	Range	6.65~12.45	1.13~6.65	0.15~0.36	10.75~21.45	11.15~32.85
		Aver.	8.94	2.38	0.27	15.76	23.39
B	10	Range	2.43~ 8.83	0.83~1.88	0.04~0.21	1.18~16.0	4.58~24.38
		Aver.	6.48	1.20	0.12	7.33	12.71
C	20	Range	t~15.5	t~9.38	t~2.05	t~21.96	1.65~40.0
		Aver.	7.90	2.16	0.25	10.43	17.94
Average			7.77	1.91	0.21	11.17	18.01

다. 지역간에는 큰 차이가 없었으나 Cd의 경우 C지역이 다른 지역보다 평균 7~10배정도 높은 수준을 보이고 있는데 이는 工場廢水에서 混入되는 결과라고 추측된다.

Table 4에는 논토양중에 함유된 중금속함량을 보여 주고 있는데, Pb은 t~15.5 ppm의 범위에서 평균 7.77 ppm으로, Cr은 t~9.38 ppm으로 평균 1.91 ppm이, 또 Cu는 t~21.96 ppm에서 평균 11.17 ppm이 함유된 것으로 나타났는데 이는 밭토양의 경우보다 다소 높은

수준이었다. 또한 Cd은 t~2.05 ppm의 범위에서 평균 0.21 ppm이, 그리고 Zn은 1.65~40.0 ppm의 범위에서 평균 18.01 ppm이 함유되었는데 이는 밭토양보다는 다소 낮은 수준이었다.

그러나 논토양중에서는 C지역의 일부가 높은 Cd 함량을 보였는데, 이런 결과는 밭토양과 같은 原因으로 추측된다.

한편 서등<sup>(3)</sup>은 논토양중의 重金屬 自然含有量을 調査한 결과에서 Cd은 0.152 ppm, Cu는 14.92ppm, Pb은

15.38 ppm, 그리고 Zn 은 32.81 ppm 의 평균함유량을 報告하였고, 또 全國의 非汚染地域을 任意 선정하여 조사해 본 결과, Cu 는 16.5 ppm, Cd 은 0.135 ppm, Pb 은 19.2 ppm, 그리고 Zn 은 48.0 ppm 의 평균 汚染水準을 報告<sup>(4)</sup>하였는데, 이는 本 調査의 결과와 비추어 볼 때 Cd 을 제외하고는 모두 높은 수준이었다.

또 李동<sup>(6)</sup>은 서울시 一圓의 工業地域 高水敷地의 中금속함량 조사에서 Cu 는 55.9 ppm, Pb 은 37.7 ppm, Zn 은 124.7 ppm, Cd 은 0.684 ppm, 그리고 Cr 이 3.34 ppm 의 평균수준으로 함유됨을 보고했고, 李동<sup>(12)</sup>도 漢江邊 高水敷地의 中금속오염도 조사에서 Cd 은 0.234 ppm, Cu 는 131.86 ppm, Pb 은 119.28 ppm, Zn 은 156.19 ppm 의 평균함유량을 보고했는데 이들 두 報告는 모두 본 조사의 결과보다는 훨씬 높은 中금속 오염실태를 보여주고 있다. 또 特殊한 環境인 鑛山地域의 농경지층 中금속함량조사에서 문동<sup>(10)</sup>은 Cd 이 21.37 ppm, Cu 는 61.5 ppm, Pb 은 109.77 ppm, 그리고 Zn 이 290.4 ppm 의 높은 수준으로 함유되었음을 보고했으며, 서동<sup>(11)</sup>도 Cu 는 59.13 ppm, Cd 은 0.78 ppm, Pb 은 42.89 ppm, 그리고 Zn 은 68.81 ppm 의 평균수준으로 오염되어 있음을 보고했는데, 이들 결과 역시 본 조사의 결과보다 훨씬 높은 中금속오염 정도를 보여주고 있다. 또 서동<sup>(12)</sup>은 대전, 광주, 대구, 진주를 통과하는 河川의 敷地土壤中の 中금속함량을 조사해본 결과 평균적으로 Cu 가 37.56 ppm, Cd 은 0.327 ppm, Pb 은 27.61 ppm, 그리고 Zn 은 103.48 ppm 이 함유된 것으로 나타났으나 이 결과 역시 Cd 을 제외하고는 본 조사의 결과보다 훨씬 높은 수준이었다.

그리고 金동<sup>(15)</sup>은 大田川 流域의 耕作土壤中の 平均 重金屬含量은 Cd 이 0.24 ppm, Cu 가 4.08 ppm, Zn 이 8.36 ppm, 그리고 Pb 이 8.9 ppm 으로 나타났음을 보고했는데, 이는 Cd 을 제외하고는 본 조사의 결과보다는 낮은 수준이었다.

이상에서 살펴본 바와 같이 본 조사대상지역의 中금속 오염도는 Cd 을 제외하고는 다른 지역에 비해 심각한 수준으로는 볼 수 없으나 앞으로 계속하여 河川의 오염이 증가한다면 이곳 農耕地上壤 역시 그 오염도가 증대될 것으로 예상된다.

### 要 約

大田地方의 主要河川인 大田川과 柳等川邊의 農耕地土壤에 대한 土壤의 鹽類濃度등 一般의 性質과 重金屬含量을 발토양 27點과 논토양 36點을 대상으로 하여 조사하였으며 그 중요한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 발토양의 평균 pH 는 6.00, 총유기물함량은 3.

97%이었고, 논토양의 평균 pH 는 6.08, 총유기물함량은 3.69%이었다.

2) 발토양과 논토양중의 K, Ca, Mg 및 Na 의 함량은 비교적 높은 수준이었으며, SAR 은 발토양이 10.56, 논토양이 13.20으로서 경작에는 지장을 주지않는 수준이었다.

3) 발토양중의 평균중금속함량(범위)은 Pb 이 6.75 ppm(2.33~11.65 ppm), Cr 이 1.77 ppm(0.58~4.0 ppm), Cd 이 0.7 ppm(0.09~1.83 ppm) Cu 가 9.96 ppm(t~19.36 ppm), 그리고 Zn 이 19.99 ppm(2.38~47.90 ppm)이었다.

4) 논토양중의 평균중금속함량은 Pb 이 7.77 ppm(t~15.5 ppm), Cr 이 1.91 ppm(t~9.38 ppm), Cd 이 0.21 ppm(t~2.05 ppm), Cu 가 11.17 ppm(t~21.96 ppm), 그리고 Zn 이 18.01 ppm(1.65~40.0 ppm)이었다.

### 感謝의 말

본 실험을 수행하는데 機器使用의 편의를 주신 忠淸南道 農村振興院 植物環境課 여러분과 李東旭 先生님, 忠南大 工業教育大學의 趙統來 教授님, 그리고 실험에 참여하여 協調해 주신 孟貞燮, 閔敬禮 學士에게 感謝드립니다.

### 參 考 文 獻

1. 金福榮, 金圭植, 金福鎭, 韓基碩 (1978) : 重金屬元素의 水稻에 依한 吸收 및 收量에 關한 研究, 農事試驗 研究報告(農業技術編), 20, 1.
2. 柳順昊, 林武彥, 盧熙明 (1983) : 亞鉛鑛山 隣近畚의 土壤中 重金屬含量과 玄米中 含量과의 關係, 韓國 환경농학회지, 2(1), 18.
3. 서윤수, 문화희, 김인기, 김학엽, 전성환, 지달현 (1981) : 토양중의 中금속 자연함유량에 관한 연구—논토양을 중심으로—, 국립환경연구소보, 3, 177.
4. 서윤수, 문화희, 김인기, 김학엽, 전성환, 지달현 (1982) : 토양중의 中금속 자연함유량에 관한 조사, 국립환경연구소, 단행본
5. 李靜子, 金旻永, 韓商運, 金榮振, 韓仙嬉, 朴相賢 (1977) : 서울시 一圓의 土壤汚染度調査, 서울특별시 保健研究所報, 13, 153.
6. 李敏熙, 金旻永, 朴相賢 (1979) : 서울시 一圓의 耕作地 汚染度調査, 서울特別市 保健研究所報, 15, 143.
7. 安榮根, 安文圭, 安年衡 (1972) : 萬頃江流域의 水

- 銀分布에 關한 研究, 단행본
8. 朴勝熙 (1979) : 原子吸光法에 의한 高速道路邊 耕作地土壤中の 鎳含量 分析에 關한 研究, 韓國植物保護學會誌, 18(1), 43.
  9. 朴勝熙 (1979) : 原子吸光法에 의한 工業團地(京仁·全北)周邊의 重金屬含量 分析에 關한 研究, 韓國植物保護學會誌, 18(1), 49.
  10. 문화회, 김인기, 전성환, 김학엽, 이홍재 (1981) : 광산지역 농경지 토양중 중금속 함유량 실태조사, 국립환경연구소보, 3, 175.
  11. 서윤수, 문화회, 김인기, 김학엽, 전성환 (1982) : 동광산지역 농경지의 중금속실태조사, 국립환경연구소, 단행본
  12. 서윤수, 문화회, 김인기, 김학엽, 전성환 (1982) : 하천부지토양중의 중금속 함유량에 관한 조사, 국립환경연구소, 단행본
  13. 李圭男, 趙南俊, 李光國, 金珍坤, 蔡伶周, 吉龍煥 (1981) : 서울市内 一圓의 高水敷地 土壤汚染度 調査, 서울綜合技試研報, 17, 264.
  14. 鄭憲洙, 李天培 (1973) : 大田都市 圈內의 河川汚染度가 錦江水域에 미치는 影響, 忠南大 論文集, 139.
  15. 金文圭, 安壽奉, 李圭烈, 李東旭 (1980) : 大田川 流域地區 汚染對策研究, 農村振興廳, 단행본