

## 琴湖江岸의 土壤中 重金屬 分布特性

梁成鎬 · 姜善泰 · 權五憶

信一專門大學

### The Characteristics of Distribution on the Heavy Metals in Soil of Kumho River Basin

Sung Ho Yang · Sun Tae Kang · Oh Oeg Kwon

The Institute of Sanitation Science, Shinil Junior College

#### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the pollution of heavy metals in soil of seven stations from the upper spot(Yeungchun Dam) of Kumho River to the downstream(Gangchang Bridge).

The results obtained were as follows:

1. The content of heavy metals in soil of Kumho River basin was highest at Gangchang Bridge [expressed in  $\mu\text{g/g}$  : Mn(246.0), Cd(1.90), Fe(551.2), Cu(108.2), Zn(86.4), Cr(80.2), respectively]. Whereas, the content of heavy metals expect for Mn, Cu was lowest at Yeungchun Dam [Cd(0.40), Fe(548.0), Zn(30.7), Cr(6.2), respectively]

Also, the content of Cr, Zn was increased when the sampling areas are changed from upstream to downstream except for Hayang Bridge, and Hayang Bridge was the diverging point of the heavy metals content.

2. There were relatively correlated between Mn:FE, Cu, Zn, Cr, Fe : Cu, Zn, Cr( $0.40 < |r| < 0.70$ ), and were high correlated between Cd : Mn, Fe, Cu, Zn, Cu : Zn, Zn : Cr( $0.70 < |r| < 0.90$ ). Particularly, there was highest correlated between Cd : Cr, Cu : Cr( $0.90 < |r| < 1.0$ )

#### I. 緒 論

都市近郊를 흐르는 中小河川은 流域의 人口 및 産業體의 增加로 인하여 排出되는 廢棄物과 生活副産物 등으로 인하여 顯著하게 汚染된다.

여러 環境汚染物質 中에서도 특히 土壤에 汚染된 重金屬은 土壤에 吸着, 蓄積되어 分解가 잘 되지 않고 또한 農作物 등에 吸收되어 이를 攝取한 動物 및 人體內에 蓄積되면 新陳代謝의 障得 등 심한 有

毒性을 일으키게 된다.<sup>1-3)</sup>

이러한 현상은 1960년대 일본에서 발생한 수은에 의한 Minamata병과 카드뮴에 의한 Itai-Itai병 및 1970년대 Iraq에서의 알킬수은 중독사건 등으로 잘 알려져 있다.<sup>4,5)</sup> 대개 重金屬은 이온화나 沈澱物로 되어 土壤의 固形有機物에의 吸着으로 河床에 가라앉는 경우가 많다. 그러므로 河床의 土壤內 重金屬을 分析 評價하는 것은 水質로서 評價하는 것 보다 더욱 價値가 있으리라 判斷된다.

Lisk<sup>6)</sup>는 土壤에 存在하는 重金屬을 區分하는 方

法으로서 土壤母材로부터 流出되는 天然의 存在量과 推色나 殺蟲劑 등이 施用될 때 不純物로 土壤에 들어가는 것, 産業廢棄物이나 燃燒 등에 의해 發生한 粉塵에서 由來되는 것, 權漑水에 녹아 들어가는 것들이라 하였다.

一般的으로 河川의 重金屬 汚染度를 調査하는 方法으로는 河川水를 直接 採水, 分析하는 方法과 河床의 底泥를 採取하여 分析하는 方法 등이 있으나 採水時期와 場所에 따라 河川流況의 流動性 및 洪水 등의 流流로 인하여 差異가 심할 수 있다.<sup>7-9)</sup> 그러므로 이러한 점들을 考慮하여 볼 때 河川水가 流下하고 있는 隣近의 土壤, 즉 심한 洪水가 아니면 浸蝕이 되지 않는 곳의 土壤을 採取하여 分析하는 方法이 바람직하리라 思料된다.

따라서 本 研究에서는 全國河川 중에서도 그 汚染度가 深刻한 琴湖江에 대하여 本流上流부터 下流까지 汚染이 憂慮되는 一定한 範圍에서 河川兩岸의 土壤을 採取하여 各種 重金屬 汚染實態를 比較, 檢討하고자 한다.

## II. 調査方法

### 1. 琴湖江流域의 概況

琴湖江流域의 總面積은 2658.7km<sup>2</sup>, 總流路延長은 615.7km이고 영천댐지점에서 洛東江 合流點까지의 流路는 87km로서 洛東江流域의 中心部에 位置한 洛東江第1 支流이며 嶺南地方의 教育, 文化, 産業의 중심지인 大邱直轄市와 慶尙北道의 永川市, 永川郡, 慶山郡, 達成郡 全域과 漆谷郡, 迎日郡 一部가 本 流域을 이루며 上水, 農工用水 등 각종 用水를 供給하고 下·廢水의 放流線일뿐만 아니라 洛東江

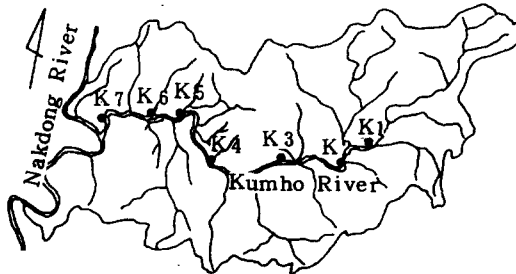


Fig. 1. Sampling stations

K1:Yeungchun Dam	K5:Seobyun Bridge
K2:Yeungseo Bridge	K6:Paldal Bridge
K3:Hayang Bridge	K7:Gangchang Bridge
K4:Ayang Bridge	

의 水質에 직접적인 影響을 미치는 매우 중요한 河川이다. 특히 主要産業 形態는 中·上流部인 慶山市, 慶山郡과 永川市, 永川郡의 대부분이 農業中心 地域이며 中流沿岸에 中小企業이 발달하고 있고 下流部인 대구지역에 中小規模의 纖維製造業體, 染色加工業體를 集團化한 工業團地가 많이 造成되어 있으며 工場廢水를 비롯한 産業廢水는 家庭下永和 더불어 高度經濟成長에 의한 産業의 발달로 인하여 그 量과 質이 急速하게 增加되고 惡化되었다.<sup>10-11)</sup>

### 2. 試料採取

河川水質 및 土壤의 調査에서는 試料의 採取地點을 選定하는 것이 매우 重要하다. 그러므로 本 調査 實施前에 充分한 豫備調査를 행한 후 琴湖江 上流地域인 영천댐 直下流 地點부터 下流의 강창교 지점까지 各 支流가 琴湖江 本流와 合流하는 地點을 中心으로 Fig. 1과 같이 7個 地點을 選定하여 1990年 7월에 本 調査를 實施하였다.

高稿<sup>12)</sup> 등의 研究에 의하면 河床에 堆積되어 있는 土壤中에서 깊이 5cm 以內가 가장 汚染이 심하므로 本 調査에서도 깊이 5cm 以內로 정하여 Fig. 1에 나타난 地點마다 그 土壤을 Soil Core로 各 地點의 한 필지내의 여러곳에 Random Sampling하고 Polyethylene 용기에 넣어 實驗室로 運搬한 후 그늘에서 風乾하고 고무마개로 부셔서 잘 混合하였다.

이 風乾土壤을 눈 크기 0.297mm Test Sieve를 使用하여 Test Sieve를 通過한 부분만을 試料土壤으로 하였다.

### 3. 試料의 分析

分析方法是 公害公定試驗法<sup>13)</sup>과 美國의 Stand Method<sup>14)</sup>의 왕수와 염소산 분해법을 택하여 試料를 前處理하고 DDTC-MIBK법으로 溶媒抽出하여 PYE UNICAM SP-1900 製의 Atomic Absorption Spectrophotometer로 定量하였다.

## III. 結果 및 考察

### 1. 土壤中の 各 地點別 重金屬 分布

Fig. 1에 나타난 琴湖江 本流의 7個 地點에 있어서 土壤中の Mn, Cd, Fe, Cu, Zn, Cr의 含量은 Table 1과 같다.

Table 1. Analytical result of heavy metals in the soil of kumho river basin.

sampling stations	The content of heavy meatal(ug/g dry weight)					
	Mn	Cd	Fe	Cu	Zn	Cr
Yeungchun Dam	155.4	0.40	548.0	8.8	30.7	6.2
Yeungseo Bridge	137.0	0.50	550.0	6.9	38.8	7.0
Hayang Bridge	222.0	1.15	551.0	12.7	59.1	21.0
Ayang Bridge	214.3	0.90	550.5	10.4	36.2	9.0
Seobyun Bridge	204.5	0.85	550.8	6.0	38.3	10.0
Paldal Bridge	110.5	0.50	550.1	12.3	59.0	11.8
Gangchang Bridge	246.0	1.90	551.2	108.2	86.4	80.2

Fig. 2는 土壤內의 Zn, Cr에 대한 地域別 蓄積值를 나타낸 것으로서 Zn은 琴湖江上流地域인 영천댐 直下流地點(30.7  $\mu\text{g/g}$ )에서 하양교 지점(59.1  $\mu\text{g/g}$ )까지는 增加하고 있으나 아양교 지점(36.2  $\mu\text{g/g}$ )에서는 減少하였다.

아양교 이후의 지점부터는 서서히 增加하다가 下流의 강창교 지점(86.4  $\mu\text{g/g}$ )에서 매우 높은 數值를 보였다.

또한 Cr의 含量도 Zn과 비슷하게 강창교 지점(80.2  $\mu\text{g/g}$ )에서는 갑자기 增加하는 傾向을 나타내었다. 다음에 Fig. 3의 Mn, Fe의 蓄積樣相을 보면 Mn은 하양교지점(222.0  $\mu\text{g/g}$ )에서 높은 含量 分布를 보이다가 그 下流地域인 팔달교지점(110.5  $\mu\text{g/g}$ )에서는 減少하였으나 강창교 지점(246.0  $\mu\text{g/g}$ )에서는 Mn의 含量이 현저히 增加하였다. Fe의 含量은 前述한 다른 重金屬의 傾向과 다르게 全地點에서 全般的으로 含量이 높고 또한 거의 비슷한 數值를 나타내었다(548.0-551.2  $\mu\text{g/g}$ ).

Fig. 4에 나타낸 Cu 및 Cd에 대한 含量은 Cu의

경우 Zn, Cr의 傾向과 類似하게 上流의 영천댐 직 하류지점(8.8  $\mu\text{g/g}$ )부터 팔달교 지점(12.3  $\mu\text{g/g}$ )까지는 多少의 差異는 있지만 비슷한 樣相을 보이다가 下流의 강창교 지점(108.2  $\mu\text{g/g}$ )에서는 最低值를 나타낸 서변교(6.0  $\mu\text{g/g}$ )에 비해 무려 18 배나 높게 나타났다.

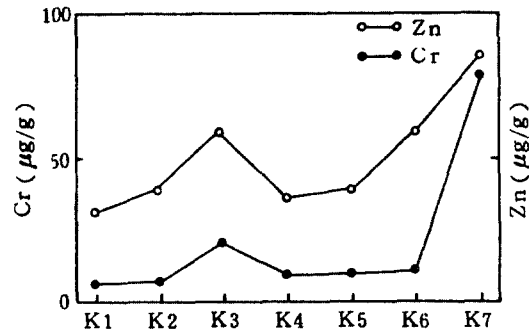


Fig. 2. Cr, Zn concentration by each loaction of sampling stations for kumho river.

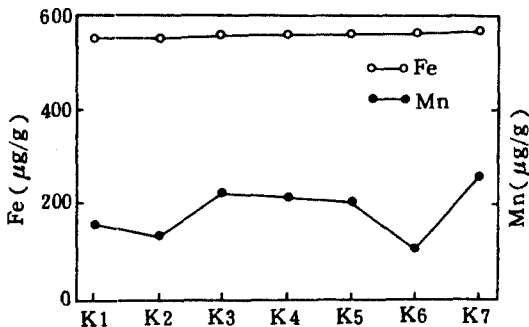


Fig. 3. Mn, Fe concentration by each location of sampling stations for Kumho river.

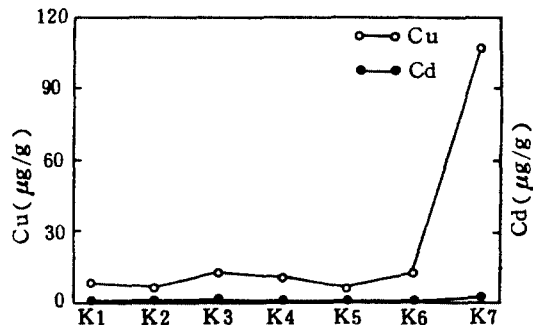


Fig. 4. Cu, Cd concentration by each location of sampling stations for Kumho river.

Table 2. The comparison of maximum and minimum value of heavy metals content in the soil of kumho river basin.

Level	content of heavy metals(ug/g)					
	Mn	Cd	Fe	Cu	Zu	Cr
Minimum	Paldal Brid. (110.5)	Yeungchun Dam(0.4)	Yeungchun Dam(548.0)	Seobyn Brid. (6.0)	Yeungchun Dam(30.7)	Yeungchun Dam(6.2)
Maximum	Gangchang Brid. (246.0)	Gangchang Brid. (1.9)	Gangchang Brid. (551.2)	Gangchang Brid (108.2)	Gangchang Brid. (86.4)	Gangchang Brid. (8.0)

Table 3. Correlation coefficients between each heavy metals sampled from soil in kumho river basin.

	Cd	Mn	Fe	Cu	Zn	Cr
Cd	1	0.8481	0.7088	0.8660	0.8095	0.9154
Mn		1	0.5969	0.5437	0.4002	0.6047
Fe			1	0.4076	0.6012	0.4952
Cu				1	0.8489	0.9891
Zn					1	0.8932
Cr						1

그러나 Cd는 Fe와 마찬가지로 강창교 지점(1.90  $\mu\text{g/g}$ )을 除外하곤 거의 一定한 含量分布를 보였다.

Table 2는 土壤內 重金屬 蓄積量의 最高值 및 最低值를 나타낸 地點과 含量을 比較한 것으로서 Table 2에서 보는 바와같이 對象 重金屬 모두 最高值를 나타낸 곳은 下流의 강창교 지점이었으며 Cu, Mn을 除外한 다른 重金屬含量은 上流의 영천댐直 下流地點에서 가장 낮았음을 알 수 있다.

이상을 종합하여 볼 때 강창교 지점에서 對象 重金屬 含量이 他地點보다 가장 높게 나타나는 것은 本 研究에서는 本流에 流入되는 각 지류의 土壤內 重金屬含量을 調査하지 못하였으나 강창교 지점은 上流에 위치한 많은 工團地域에서 排出되는 各種 工場廢水中의 重金屬 物質이 流入되어 相當量이 蓄積되었기 때문이라 推定되며 向後 이에 대한 綿密한 研究가 要望된다.

또한 Cr과 Zn의 含量은 하양교 지점부터 강창교 지점까지의 琴湖江 中·下流間에 重金屬 含量差가 뚜렷이 區分되었으며 對象 重金屬 대부분이 하양교를 분기점으로 하여 갑자기 增加하는 傾向을 보였다.

## 2. 各 重金屬 含量의 相關性

環境汚染調査를 위해 어떤 對象試料를 化學的으로 分析한 Data를 사용하여 汚染의 程度를 判斷할 때 試料의 相互關聯性을 구하는 것이 物質移動의 機構나 環境變化의 遂行을 判斷하는데 重要하다고 생각된다.

따라서 試料의 相互關聯性을 比較하기 위하여 試料中에 含有되어 있는 그 成分의 濃度差를 구해 이들을 相互比較하는 것이 意義가 있으므로<sup>15-17)</sup> 본 절에서는 Table 3에 나타낸 바와 같이 調査地域內의 6個 重金屬 相互間의 相關計數를 구하고 그 相關性을 檢討하였다.

相關關係의 解析方法에는 여러가지 見解가 있으나 여기에선 Guilford<sup>18)</sup>의 相關關係 解析基準에 따라 檢討하였다.

Table 3에 나타낸 各 重金屬 相互間의 相關係數를 보면 Mn은 Fe, Cu, Zn, Cr과 Fe는 Cu, Zn, Cr 相互間에 比較的 높은 相關性 ( $0.40 < |r| < 0.70$ )이 있으며 Cd는 Mn, Fe, Cu, Zn, Cr과 Cu는 Zn, Zn은 Cr 相互間에 높은 相關性( $0.70 < |r| < 0.90$ )을 갖고 있다.

또한 Cd와 Cr, Cu와 Cr은 매우 높은(신뢰할만한) 相關性( $0.90 < |r| < 0.1$ )을 나타내었다.

#### IV. 結 論

琴湖江 上流의 영천댐 直下流地點부터 下流의 강창교 지점까지 汚染이 憂慮되는 本流 7個 地點을 選定하여 江岸의 土壤中에 含有되어 있는 重金屬의 含量을 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 調査한 6個의 重金屬 含量이 모두 最高値를 나타내고 있는 곳은 下流의 강창교지점(Mn : 246  $\mu\text{g/g}$ , Cd : 1.90  $\mu\text{g/g}$ , Fe : 551.2  $\mu\text{g/g}$ , Cu : 108.2  $\mu\text{g/g}$ , Zn : 86.4  $\mu\text{g/g}$ , Cr : 80.2  $\mu\text{g/g}$ )이었으며 最高値는 Mn과 Cu를 除外하곤 上流의 영천댐 直下流地點(Cd:0.40)  $\mu\text{g/g}$ , Fe:548.0  $\mu\text{g/g}$ , Zn:30.7  $\mu\text{g/g}$ , Cr:6.2  $\mu\text{g/g}$ )으로서 上流로 올라갈수록 全般的으로 重金屬 含量分布가 낮게 나타났으나 하양교 지점은 강창교 지점 다음으로 높은 數値를 보였다.
2. 重金屬 相互間의 相關關係에서 Mn은 Fe, Cu, Zn, Cr과 Fe는 Cu, Zn, Cr상호간에 비교적 높은 상관성( $0.40 < |r| < 0.70$ )을 보였으며, Cd와 Mn, Fe, Cu, Zn상호간과 Cu와 Zn, Zn과 Cr상호간에는 높은 상관성( $0.70 < |r| < 0.90$ )을 나타내었다. 특히 Cd와 Cr, Cu와 Cr 사이에는 매우 높은 상관성( $0.90 < |r| < 1.0$ )을 보였다.

#### 참 고 문 헌

1. Atkins, P.R., : lead in a suburban environment JAPCA, 19, 8, 1969.
2. Smith, W.H., : Metal contamination of urban woody plants, Env. Sci. Tech., 7, 361, 1973.
3. Friberg, L. and Vostal, J., : Mercury in the environment, CRS press (cleveland), Ist., 17, 1972.
4. Study Group on Minamata Disease, Minamata

disease, Kumamoto Univ., 1968.

5. Vida Parvaneh, "A Investigation on the mercury contamination of Persian Gulf fish", Bull. Contam. Toxicol., 23, 357, 1979.
6. Lisk, D.J., : Trace Metals in Soils, Plant and Animals, Advances in Agronomy(ed., N.C. Brady), 24, 267-325(1972).
7. 梁慶麟, 李 澈, 朴賢杰, 徐基林, 金洛培, 李仁鐘, 鄭惠順 : 洛東江 中流水系의 化學的水質 調査研究, 韓國陸水學會誌, 8, 23-25, 1975.
8. 李秀男, 大邱市 主要 河川水의 重金屬汚染 調査研究, 嶺南大學校 環境大學院 學位論文集, 1982.
9. 崔 姪, 李楨載, 琴湖江 및 그 支流의 汚染調査, 韓國農化學會 第3次 學術發表會, 1983.
10. 朴永圭, et al., 琴湖江水系의 水質汚染現況과 水質保存對策에 關한 研究, 嶺南大學校 環境問題研究所, 1982.
11. 嶺南大學校 環境問題研究所, 大邱直轄市 琴湖江 水系의 水質保存對策에 關한 研究, 1985.
12. 高稿淑子, 西井戶敏夫, 位藥義天 : 東京都內 土壤中 重金屬垂直分布, 東京都公害研究所年報, 129-134, 1985.
13. 公害公定試驗法, 環境廳告示 第81-2號(1981年 2月 6日)
14. APHA. AWWA. WPCF., Standard method for examination of water and wastewater, 16th Ed., 1985.
15. Crecelius, Eric A., M.H. Bothner, and R. Carpenter, Environ. Sci., Technol., 9, 325, 1976.
16. Hopke, Ph. K., Ruppert, D.F., Clute, P.R., Metzger, W.J., and Crowley, D.J., J. Radioanal. Chem., 139-57, 1970.
17. Rayudu, G.V.S. Tiefenbach, B., Jervis, R.E., Trans. Amer. Nucl. Soc., 11, 81, 1986.
18. 吳澤燮, 社會科學 데이터 分析法, 190, 303-343, 圖書出版 나남, 1985.