

서울市一部水道栓水中重金屬에關한調查研究

李秉武

서울大學校 保健大學院

A Study on Heavy Metals at the Consumer's Tap in Seoul

Byung Mu Lee

School of Public Health, Seoul National University

Abstract

This study was performed using samples collected at Myungryundong and at Reservoirs. The purpose of this study was to investigate the differences of water quality between tap and raw water, and to analyse drinking water quality by Fe, Zn from corroded galvanized steel pipe.

Results were as follows;

1. The older the pipe was, the higher the concentration of Ferrum and Zinc was (*t*-test : $p < 0.05$). Ferrum and Zinc also exceeded the limits in the older galvanized steel pipe. I think that this comes from the corrosion of pipe.
2. Mercury, Arsenic, Cadmium, Lead, Chomium, Argentum and Aurum not detected in raw water were not detected in tap water. Cobalt, Bismuth and Molybdenum detected in raw water were not detected in tap water. I think that this comes from the quality of raw water, the result of water treatment and the improbability of detection of above metals in water delivery system.
3. Silicon measured 2.4698 ppm in raw water, but it ranged from 0.4769 ppm to 1.982 ppm in tap water. Manganese measured 0.0638 ppm in raw water, but it ranged from 0.0026 ppm to 0.0198 ppm in 17 cases (31%) out of 55 samples in tap water. I think that this comes from the water treatment.
4. Aluminium not detected in raw water was found in 17 cases (31%) out of the samples (55 cases). It may be considered as the use of coagulants $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ and PAC (Poly Aluminium Chloride).

The concentration of copper in tap water was much higher in 2cases (3.6%) out of the samples (55) than that of copper in raw water.

I think that this may come from the use of CuSO₄, the preventive of algae growth, and the result of chlorination, but further study must be necessary to support the proof.

I. 緒論

1. 研究背景

上水道의 老朽로 말미암아 水道管의 金屬成分이 腐蝕物로 生成된다.^{1)~5)}

이는 原水質이 아무리 좋고, 淨水處理가 잘된다 하더라도 重金屬의 檢出要因¹⁶⁾이 되고 있으며, 萬一 重金屬水質基準을 超過할 境遇 人體에 發癌性 및 中毒性을 일으키거나 蓄積性等으로 致命的 危害의 問題點이 있다.^{10, 15, 19)}

現在 水道栓水를 給水받고 있는 地域에서는 家庭水道配管이 10年以上 老朽된 給水管을 通해 많은家庭들이 給水를 받고 있는 實情에 있으며, 이때 Fe(OH)₃, Zn(OH)₂等의 沈澱物 및 其他 金屬類等이 檢出될 可能性은 매우 높다고 볼 수 있다.

外國의 境遇 水道栓에서 重金屬이 水質基準以上으로 檢出된 研究가^{1)~3, 21)} 있고 鉛으로 된 給水管을 通해 給水받은 地域을 調査한 結果 調査對象中 約 25%^{14, 21)} 가 水質基準을 超過한 報告內容이 있으며,

國內의 境遇 淨水場에서 發生한 汚泥量 分析 한 結果 重金屬이 檢出된 研究가 있다.²⁷⁾ 이와 같이 重金屬이 水道栓水에서 檢出된 可能성이 많고 水質基準을 超過할 憂慮가 있어 原水質과 水道栓水를 調査하여 水質狀態를 比較하여 水道配管의 設置年度에 따라 Fe, Zn의 檢出實態를 調査를 하고자 한다. 本 研究의 目的是 原水 및 水道栓水의 水質을 比較하여 그 差異點에 따른 原因을 分析하고, 水質基準에 適否를 調査하여 配管設置年度에 따라 Fe, Zn의 檢出

程度를 把握하여 配管腐蝕으로 因한 水道栓水質에 미치는 影響 및 問題點을 檢討하는 데 있다. 國內外에 있어 이 分野에 關한 具體的研究가 未備한 狀態로 앞으로, 水道栓水의 水質管理에 基礎資料로 利用될 수 있는 契機를 마련하고자 本 研究를 實施한다.

II. 調査對象 및 方法

1. 調査對象

1) 調査地域 및 調査地點

① 水道栓水 - 明倫洞一帶의 55個地點에서 1984. 4. 15. 13:00 ~ 18:00까지 1回測定.

② 原水 - 明倫洞의 給水源인 구의, 銳道水原地의 原水取水地點에서 1984. 4. 15. 08:00 ~ 9:00까지 각각 2回測定.

(採水後 淨水 및 送, 配水時間을 考慮한 5時間前 時間임)

2) 測定項目

Fe, Zn, Hg, Cu, Al, As, Au, Si, Bi, Ag, Ca, Mn, Mo, Cr, Co, Pb, Cd 等 17個項目.

2. 調査方法

1) 水道栓 - 100ml 採水瓶으로 水道栓水를 틀어, 3回 採水瓶을 洗滌後 採水했으며 1~5yrs, 5~9yrs, 10yrs 以上으로 分類해서 Sampling 했다.

原水 - ① 測定 - 公害公定試驗法에 依해 hydroid 採水器로 採水後 icebox에 넣어 運搬.

② 調査 - 公害公定試驗法²⁴⁾에 依해 測定된 4年間資料 (1980 ~ 1983).

2) 測定方法 - ICAP (Inductively Coupled Argon Plasma) 器機를 利用했다. 이 裝置는 Argon gas 를 利用하여 測定되는 것으로 過去의 原子吸光光度法에 依한 測定方法보다 比較的 的은 時間에 적은 誤差로 多은 金屬元素를 測定할 수 있다.

III. 調査結果와 檢討

1. 原水와 家庭水道栓의 重金屬濃度

原水測定值는 구의, 銳도原水의 2回 測定한 平均值을 調査對象地域에 兩水源池로부터 王室り Pump 場을 通해 給水되는 比率로 (구의 : 銳도 = 0.7228 : 0.2772) 보정한 數值이다. 이 보정치는 구의의 測定平均值 × 0.7228에 銳도의 測定平均值 × 0.2772를 合한 것으로 表 1과 같고, 表 2는 구의, 銳도原水의 4時間 Data (1980~1983)이며, 表 3은 家庭水道栓水에서 檢出된 重金屬濃度이다.

原水와 家庭水道栓水에서 檢出된 重金屬에 關해 各項目別로 測定資料 表 1, 3을 通해 概括的으로 分類해 보면 圖 1과 같으며 原水와 家庭水의 重金屬濃度는 圖 1에 依한 順序대로 比較檢討했다.

1) Hg, Rb, Cd, Cr, As, Ag, Au

原水에서 檢出되지 않았던 Hg, Pb, Cd, Cr, As, Ag, Au는 水道栓水에서도 檢出되지 않았다. 水道栓에서 檢出되지 않은 理由는 元來 原水에서 檢出되지 않았음이 主된 原因이며 淨水過程 및 送, 配, 給水過程에서 檢出될 要因이 없기 때문이다.

그리고 原水의 경우 지난 4年間 測定한 Data에서 Hg, Cd, Cr은 전혀 檢出되지 않았으나, Pb境遇 1980~1982年에는 檢出되지 않았고, 1983年에 間或 微量 檢出되고 있다. 이는 產業化에 따른 Pb檢出要因이 發生되고 있음을 示唆하는 것으로 생각된다.

水質基準을 보면 우리 나라에서는 Hg가 檢出

〈表 1〉 Concentration of heavy metals in raw water

(unit: ppm)

Item		Fe	Zn	Cu	Mo	Si	Ca	Mn	Bi	Co
區分										
구의	1回	0.0147	0.0128	0.0110	0.0046	2.240	11.20	0.060	0.0527	nd
	2回	0.0191	0.0132	0.0050	0.0050	2.234	11.58	0.056	0.0561	nd
銳도	1回	nd	0.0223	nd	0.0120	3.012	13.98	0.078	nd	0.0011
	2回	nd	0.0273	nd	0.0138	3.142	14.2	0.080	nd	0.0031
보정치		0.0123	0.0163	0.0082	0.0070	2.4698	12.138	0.0638	0.0393	0.0006

(Hg, Cd, As, Pb, Cr, Ag, Au, Al: nd)

原水		水源池		家庭水道栓水				
不 檢 出	Hg Pb Cd	→		Hg Pb Cd				
	Cr As Ag Au			Cr As Ag Au				
檢 出	Al		↔		Mo Bi Co			
	Mo Bi Co		↔		Al			
	Cu Fe Zn		→		Cu Fe Zn			
	Si Ca Mn		→		Si Ca Mn			

圖 1 重金屬檢出經路에 對한 圖式

<表 2> Concentration of heavy metals in raw water (1980~1983)

		1980				1981				1982				1983			
		년도	일시	4:22 14:30	법·학	4:13 10:36	법·학	4:14 10:25	법·학	4:13 11:50	법·학	4:13 11:50	법·학	4:13 11:50	법·학		
구·분	구·의	Fe	0.26	0.223	0~-0.58	0.18	0.25	0.09~-0.68	0.08	0.08	0.04~-0.23	0.02	0.135	0.09~-0.43			
	독·도		0.21	0.176	0~-8.44	0.23	0.29	0.12~-0.68	0.17	0.11	0.06~-0.25	0.02	0.115	0.02~-0.22			
Zn	구·의	Cu	0.04	0.043	0~-0.08	0.07	0.07	0.04~-0.15	0.03	0.04	0.01~-0.10	0.01	0.036	0.01~-0.11			
	독·도		0.22	0.033	0~-0.14	0.01	0.06	0.01~-0.09	0.04	0.05	0.02~-0.28	0.03	0.028	0.01~-0.10			
Pb	구·의	Mn	+	0.005	0~-0.02	+	0.01	0~-0.05	+	0.01	0~-0.06	+	0.020	0~-0.18			
	독·도		+	0.002	0~-0.01	+	0.01	0~-0.02	+	0.003	0~-0.01	0.008	0.007	0~-0.02			
Mn	구·의		0.03	0.028	0~-0.08	0.03	0.03	0.01~-0.06	+	0.01	0~-0.09	+	0.014	0.01~-0.05			
	독·도		0.02	0.046	0~-0.22	0.04	0.04	0~-0.06	0.01	0.02	0~-0.04	0.01	0.015	0.01~-0.02			

* (+)는 불검출임. (Hg, Cd, Cr은 검출되지 않았음)

資料 : 1) 서울특별시保健研究所報(總編), Vol. 16, 1980.

2) 서울시綜合技術試驗研究所報, Vol. 17, 1981.

3) 서울시綜合技術試驗研究所報, Vol. 18, 1982.

4) 서울시保健環境研究所報, Vol. 19, 1983.

<表 3> Concentration of heavy metals in tap water

(unit: ppm)

Item No.	Fe	Zn	Cu	Mn	Al	Si	Ca
1	0.0506	0.0296	nd	0.0054	0.0273	1.768	19.76
2	0.0401	0.0068	nd	0.0055	0.1282	1.912	19.85
3	0.0348	0.1891	nd	0.0055	0.0281	1.794	19.39
4	0.0440	0.0915	nd	0.0054	nd	1.746	18.95
5	0.0109	0.0637	nd	0.0054	nd	1.856	18.94
6	0.0481	0.0761	nd	0.0054	0.0079	1.856	19.13
7	0.0384	0.0350	nd	0.0082	0.0100	1.802	19.08
8	0.0355	0.0280	0.0002	0.0052	0.0470	1.868	19.31
9	0.0317	0.0384	nd	0.0081	0.0319	1.829	18.97
10	0.0416	0.1103	nd	0.0053	nd	1.617	18.83
11	0.0299	0.4271	nd	0.0025	0.0394	1.676	19.49
12	0.1107	0.5197	0.0073	0.0053	0.0659	1.913	19.42
13	nd	0.2871	nd	nd	nd	1.642	18.83
14	nd	0.1594	nd	nd	nd	1.340	18.68
15	0.1615	0.3914	nd	nd	nd	1.386	18.66
16	0.1760	0.3279	0.0241	nd	nd	1.507	18.95
17	0.1353	0.8481	0.0011	nd	0.0020	1.455	18.43
18	0.0047	0.1881	0.0368	nd	0.0205	1.509	19.06
19	0.0048	0.5863	nd	nd	nd	1.466	18.86
20	0.0834	0.5793	0.0028	nd	0.0058	1.650	19.21
21	0.0443	0.1648	0.0024	0.0026	0.0164	1.898	19.30
22	0.0097	0.0979	nd	0.0025	nd	1.738	19.06
23	0.0044	0.1890	nd	nd	nd	1.595	19.03
24	0.1414	0.1177	nd	nd	nd	1.600	19.00
25	0.1431	0.1945	0.0052	0.0198	0.0684	1.940	19.57
26	0.1247	0.2157	0.0045	0.0111	0.0638	1.982	19.61
27	0.0082	0.0848	nd	nd	nd	1.435	18.55
28	0.0618	0.1360	nd	nd	nd	1.150	18.57
29	0.0482	0.1752	nd	0.0030	nd	1.449	18.13
30	nd	0.2181	nd	nd	nd	1.151	18.21
31	nd	0.0910	nd	nd	nd	1.194	18.20
32	0.0915	0.0449	nd	0.0061	0.0103	1.480	18.60
33	0.0487	0.5430	nd	nd	nd	1.266	19.81
34	0.0145	0.2673	nd	nd	nd	1.491	18.27
35	0.4899	1.178	nd	0.0187	nd	1.341	19.54
36	0.3338	1.351	nd	nd	nd	1.240	17.28
37	0.1698	0.4874	nd	0.0060	nd	1.385	18.53
38	0.1030	0.1379	0.0066	0.0155	nd	1.291	18.61
39	0.0728	0.1069	nd	0.0124	nd	1.661	19.68
40	0.2319	0.0862	nd	0.0061	nd	1.557	19.07
41	0.0017	0.3200	nd	0.0061	nd	1.390	19.12
42	0.0845	0.1990	nd	nd	nd	1.378	19.18
43	0.1694	0.2976	nd	nd	nd	1.319	19.23
44	0.0882	0.1995	0.0076	0.0029	0.0705	1.357	19.42
45	0.0008	0.1453	0.0038	nd	nd	1.267	19.44
46	0.0007	0.1494	nd	nd	nd	1.383	19.97
47	0.0020	4.159	nd	nd	nd	1.181	16.81
48	0.0383	1.723	nd	0.0188	nd	1.103	20.01
49	0.0286	0.4193	nd	nd	nd	1.225	19.40
50	0.0055	0.1598	0.0062	nd	nd	1.197	19.35
51	0.1535	0.2664	nd	nd	nd	0.894	18.91
52	0.5686	0.7156	nd	nd	nd	0.653	17.43
53	0.1552	0.9332	0.0024	0.0096	nd	0.539	15.39
54	nd	0.2313	nd	nd	nd	0.513	17.93
55	nd	0.0993	nd	nd	nd	0.477	16.69

되면 않되며, Cd: 0.01 ppm, As: 0.05 ppm, Pb: 0.1 ppm, Cr⁺⁶: 0.05 ppm 으로 規定하고 있으나 Au, Ag에 對한 水質基準을 定하고 있지 않아 規定된 項目的 水質基準에는 모두 適合하게 나타났다.

2) Al

原水에서 Al은 檢出되지 않았으나 水道栓에서는 55case 中 17case (31%)에서 0.0020~0.1282 ppm의 分布를 보였다.

이는 凝集劑인 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot X\text{H}_2\text{O}$ 나 PAC (Poly Aluminum Chloride) 等 Aluminum 化合物의 使用으로 因한 使用藥品의 不完全回收에 基因된다.^{13, 18, 31, 32}

現在 우리나라에서는 Al에 對한 水質基準이 없으나 WHO²⁶⁾의 Al 水質基準 0.2 ppm 에는 適合하게 나타났다.

Furst, A²⁹⁾는 Aluminum이 發癌性을 일으키지 않는다고 主張한 反面, O'Gara 와 Brown³⁰⁾은 皮下에서 Aluminum foil을 檢查하여 纖維肉腫 및 橫紋筋肉腫을 일으킨다는 對立된 主張을 펴 正確한 Aluminum의 毒性은 알기 어려운 立場이나 여기에 對한 研究가 要求되며 그 結果에 따른 對策도 講究되어야 할 것으로 믿는다.

3) Mo, Bi 및 Co

原水에서 Mo: 0.007 ppm, Bi: 0.0393 ppm,

Co: 0.0006 ppm으로 檢出되었던 上記項目은 水道栓에서는 檢出되지 않았다.

이는 送, 配, 給水過程에서 Mo, Bi 및 Co가 檢出될 要因이 없으므로 處理藥品과 處理過程에 따라 重金屬의 處理率에 差異가 있으나 比較的 重金屬除去率이 높은 淨水處理結果에 있다고¹⁷⁾ 볼 수 있다.

現在 Mo, Bi 및 Co의 水質基準을 規定하고 있는 나라가 없어 水質基準에 適否를 알기는 매우 어려운 實情이니, Co의 境遇 動物實驗結果 橫紋筋肉腫(rhabdomyosarcoma)을 일으키거나, 纖維肉腫(fibrosarcoma) 및 惡性腫瘍(malignant tumor)을 일으킬 수 있음이 發見되어 Cobalt에 對한 危害性은 잘 알려져 있다.^{7, 10, 19, 21)}

4) Fe, Zn, Cu, Mn, Ca 및 Si

原水에서 檢出되었으며 水道栓에서도 모두 檢出된 項目으로 項目別 檢討內容은 아래와 같다.

① Fe, Zn

原水에서 Fe는 0.0122 ppm으로 測定되었으나 水道栓에서는 55case 中 38case (69%)가 原水에서보다 높게 나타났고, Zn은 水道栓에서 55 case 中 54 case (98%)가 原水가 0.0163 ppm 보다 높게 나타났다.

이는 淨水處理를 通해 原水測定值보다는 적

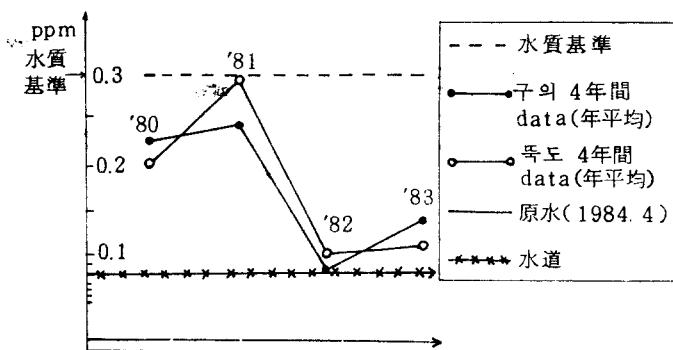


圖 2. Fe의 平均值比較

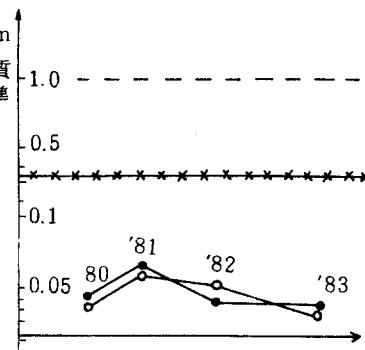


圖 3. Zn의 平均值比較

가 檢出되어야 하나 Fe 을 主成分으로 하는 送配水管과 Fe, Zn 을 主成分으로 하는 細水管의 金屬과 그것의 環境사이에서 電氣化學的 結果로 發生하는 腐蝕에 起因^{5, 9, 11, 12)}되며, 이는 陰, 陽極이 存在하여 電池(cell)를 形成하고 서로 電氣的으로 接하여 液體가 電解液으로 作用하는 酸化, 還元反應의 結果이다.

水道栓, 구의, 둑도原水의 4年間 data(1980 ~1983), 原水(1984. 4)와 水質基準과의 關係를 보면 圖 2, 3과 같다.

Fe에 있어 4年間 data와 原水測定值(1984. 4)가 많은 差異를 나타내고 있으나, 이번에 测定한 1984. 4月의 原水data 0.0163 ppm과 1983. 4月의 구의, 둑도原水 data 0.02 ppm과는 큰 差異를 보여주지 않고 있으며 水道栓에서는 原水(1984. 4)보다 腐蝕으로 因해 높게 그리고 4年間 data보다는 높게 나타났다.

또한, 各 平均值와 水質基準과의 關係는 모두 適合한 狀態를 나타났다(表 2).

Zn에 있어서는 細水管의 腐蝕으로 因해 水道栓에서 Zn의 濃度가 原水(1984. 4) 및 4年間 data에서보다 훨씬 높은 分布를 보였다.

또한, 4年間 data가 原水測定值보다(1984. 4) 높게 나타났으나 1983. 4月의 구의, 둑도原水 data 0.01 ~ 0.03 ppm과는 큰 差異를 보여주지 않고 있으며 各 平均值와 水質基準과의 關係도 모두 適合하게 나타났다.

② Cu, Mn

Cu는 原水에서 0.0082 ppm으로 测定되었으나 水道栓 55 case 中 41 case (75%)는 檢出되지 않았으며, 12 case(22%)는 0.0002 ~ 0.0076 ppm의 分布로 原水測定值보다 낮게, 2 case (3.6%)는 0.024 ppm, 0.0368 ppm으로 原水測定值보다 높게 나타났다.

이는 淨水處理率을勘案해 볼 때 藻類의 繁殖을 防止하기 위한 CuSO₄의 使用 및 Chlorination過程^{8, 18)}에서 基因된 것으로 Cu의 水質基準 1 ppm에는 모두 適合하게 나타났다.

Mn은 原水에서 0.0638 ppm을 나타냈으나 水道栓에서는 55 case 中 17 case 만(31%) 0.0026 ~ 0.0198 ppm의 分布로 檢出되어 原水測定值보다 낮게 나타났으며 水質基準 0.3 ppm에는 모두 適合하게 나타났다.

水道栓, 구의, 둑도原水의 4年間 data(1980 ~1983), 原水(1984. 4)와 水質基準과의 關係를 보면 圖 4, 5와 같다. Cu와 Mn共히 原水測定值보다 平均值가 모두 낮았으며 水質基準에는 모두 適合하게 나타났다.

Cu의 原水測定值는(1984. 4) 4年間 구의, 둑도의 原水data와 비슷한 分布를 보인反面, Mn의 原水測定值(1984. 4)는 4年間 data보다 높게 나타났으나 이는 测定時에 있어 水質의 變化狀態에 基因된다고 하겠다.

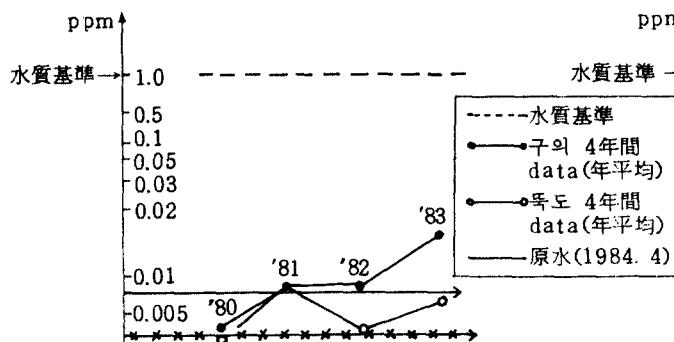


圖 4. Cu의 平均值比較

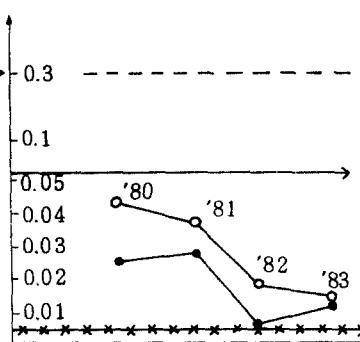


圖 5. Mn의 平均值比較

③ Si, Ca

原水에서 Si는 2.4698 ppm으로 测定되었으나 水道栓에서는 0.4698~1.982 ppm의 分布를 보여 모두 原水에서보다 낮게 나타났다.

이는 淨水處理의 結果에 因^{6,9,17)}된다고 여겨지나 뒷받침할 수 있는 研究가 더 要求된다.

Ca는 原水에서 12.1384 ppm으로 测定되었으나 水道栓에서는 15.39~20.10 ppm의 分布를 보여 原水測定值보다 모두 높게 나타났다 (表 3).

그 原因은 Alum等의 凝集劑의 凝集力を 높여주기 위해 凝集助劑인 Ca(OH)_2 및 Ca化合物의 使用으로 思料된다. WHO에서는 Ca의

水質基準을 200 ppm으로 規定하고 있어 이 水質基準에는 適合하게 나타났으며 Si는 規定하고 있지 않다.

2. 配管設置年度에 따른 家庭水道栓水에서 Fe, Zn의 比較

本 調査地域內에서 水道栓까지 使用된 送, 配水管은 K.S規格의 Ironpipe, Ductile Ironpipe이며 細水等은 galvanized steel pipe를 使用^{23, 28)}하고 있다.

平均壽命을 10年基準으로 分類했으며 10年未満을 1~5年, 6~9年으로 分類했음은 中間의 變化過程을 觀察하기 위함이었다.

〈表 4〉 Concentration of Fe and Zn in tap water

配管設置年度 區分 No.	(unit:ppm)					
	1~5 yrs.		6~9 yrs.		10 years of more	
Fe	Zn	Fe	Zn	Fe	Zn	
1	0.0506	0.0296	0.0443	0.1648	0.3338*	1.351*
2	0.0401	0.0068	0.0097	0.0979	0.1698	0.4874
3	0.0348	0.1891	0.0044	0.1890	0.1030	0.1379
4	0.0440	0.0915	0.1414	0.1177	0.0728	0.1069
5	0.0109	0.0637	0.1431	0.1945	0.2319	0.0862
6	0.0481	0.0761	0.1247	0.2157	0.0017	0.3200
7	0.0384	0.0350	0.0082	0.0848	0.0845	0.1990
8	0.0355	0.0280	0.0618	0.1360	0.1694	0.2976
9	0.0317	0.0384	0.0482	0.1752	0.0882	0.1995
10	0.0416	0.1103	nd	0.2181	0.0008	0.1453
11	0.0299	0.4271	nd	0.0910	0.0007	0.1494
12	0.1107	0.5197	0.0915	0.0449	0.0020	4.159*
13	nd	0.2871	0.0487	0.5430	0.0383	1.723*
14	nd	0.1594	0.0145	0.2673	0.0286	0.4193
15	0.1615	0.3914	0.4899*	1.178*	0.0055	0.1598
16	0.0760	0.3279			0.1535	0.2664
17	0.1353	0.8481			0.5686*	0.7156
18	0.0047	0.1881			0.1552	0.9332
19	0.0048	0.5863			nd	0.2313
20	0.0834	0.5793			nd	0.0993
mean	0.0491	0.2491	0.0820	0.2478	0.1106	0.6093

(* 表示는 水質基準을 超過한 것임)

配管設置年限에 따라 Fe, Zn의 平均值을 比較해 보면 Fe의 境遇 1~5年된 細水管에서 Fe의 平均值은 0.0491 ppm, 6~9年 : 0.0820 ppm, 10年以上 : 0.1106 ppm으로 t-檢定 結果 有意한 差를 보였으며 ($p < 0.05$) 設置했수가 오래 될수록 平均濃度가 높게 檢出되었다(表4).

Zn의 境遇 1~5年 : 0.2491 ppm, 6~9年 : 0.2478 ppm, 10年以上 : 0.6093 ppm으로 10年以下와 10年以上에서 配管設置年度가 오래 될수록 t-檢定 結果 有意한 差를 보였으며 ($p < 0.05$) 平均檢出濃度가 높게 나타났다.

配管設置年限에 따른 Fe, Zn의 水質基準超過率을 比較해 보면 Fe의 境遇 6~9年된 細水管에서 15 case 中 1 case(6.7%), 10以上의 20 case 中 2 case(10%)가 水質基準²⁵⁾ 0.3ppm 을 超過했으며 이는 全體 55 case 中 3 case로 5.5%의 超過率을 나타낸 것이다.

Zn의 境遇 6~9年된 細水管에서 15 case 中 1 case(6.7%), 10年以上의 20 case 中 3 case(15%)가 水質基準 1 ppm을 超過했으며 이는 全體 55 case 中 4 case로 7.3%의 超過率을 나타낸 것이다.

이와같이 Fe, Zn이 配管設置年限이 오래될수록 많이 檢出되고 水質基準超過率이增加됨은前述한 바대로 金屬과 그것의 環境 사이에서 發生하는 電氣化學的 結果로 金屬表面에 陰, 陽極이 存在해 電池(cell)을 形成하고 陰, 陽極이 電氣的으로 接해 液體가 電解液으로 作用하면 酸化, 還元反應이 發生하는 過程에서 腐蝕이 일어나는 것으로 본다.

IV. 結論

1984年 4月 15日 13:00부터 18:00까지 구의, 銅도水源池물을 主給水源으로 하는 明倫洞一帶에서 家庭水道栓水量 55個地點에서 採水하고 同年 4月 15日, 淨水 및 送, 配水時間은 考慮해 5時間前인 8:00~9:00까지 原

水量 각각 2回 測定해 重金属에 關한 調査研究를 實施한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 家庭水道栓의 設置年度가 오래될수록 細水管의 主成分인 Fe, Zn의 濃度가 平均的으로 많이 檢出되었으며 (t-檢定 : $p < 0.05$), 水質基準超過率도 높게 나타났다. 이는 腐蝕으로 因한 金屬의 溶出로 생각된다.

2. 原水에서 檢出되지 않았던 Hg, As, Cd, Pb, Cr, Ag, Au는 水道栓에서 檢出되지 않았으며 原水에서 檢出했던 Co, Bi 및 Mo는 水道栓에서 檢出되지 않았다. 그 理由는 原水質의 狀態 및 淨水處理의 結果로 생각되며 送, 配水過程에서 上記한 金屬物質이 檢出될 要因이 없음이 또 하나의 理由로 생각된다.

3. Si는 原水에서 2.4698 ppm으로 測定되었으나 家庭水道栓에서는 이보다 모두 낮은 0.4769~1.982 ppm의 分布를 보여줬으며, Mn은 原水에서 0.0638 ppm으로 測定되었으나 水道栓에서는 55 case 中 17 case(31%)만 0.0026~0.0198 ppm의 分布로 檢出되어 原水測定值보다 모두 낮게 나타났다. 이는 淨水處理에 依한 結果로 생각된다.

4. 原水에서 檢出되지 않았던 Al이 55 case 中 17 case(31%)가 檢出되었음은 凝集劑인 Al化合物의 使用이 그 原因으로 생각되며 Ca含量이 原水에서보다 水道栓에서 모두 높게 나타났음은 凝集助劑인 Ca化合物의 使用이 그 原因으로 思料된다. 또한, Cu의 境遇 原水測定值보다 2 case(3.6%)가 높게 水道栓에서 檢出되었음은 藻類의 繁殖을 防止하기 위한 Cu-SO₄의 使用 및 Chlorination에 그 要因으로 指摘되지만 여기에 對한 더 細密한 研究가 要求된다고 생각한다.

参考文献

1. Wong, C.S. & Berrang, P.: Contamination of Tap Water by Lead Pipe and

- Solder, Bulletin Envir. Contamination Toxicol., 15:530, 1976.
2. Patterson, J. W. & O'Brien, J. E. : Control of Lead Corrosion J. AWWA, May 1979.
 3. Dangel, R.A. : Study of Corrosion Products in the Seattle Water Department Tolt Distribution System USEPA Rept. EPA - 67012-75-036, 1976.
 4. Craun, G.F. et al. : Preliminary Report of an Epidemiologic Investigation of the Relationship Between Tap Water Constituents and Cardiovascular Disease. proc. AWWA Ann. Conf., Anaheim. 1977.
 5. Carlos E. Herrera, John F. Ferguson, and Mark M. Benjamin: Evaluation the Potential for Contamination Drinking Water from the Corrosion of the Tin-Antimony Solder. J. AWWA. Vol. 74: p. 369, 1982.
 6. Milos Krofta and Lawrence K. Wang : Potable Water Treatment by Dissolved Air Flotation and Filtration. J. AWWA. 74: pp. 305-7, 1982.
 7. Murthy, G.K. et al. : Levels of Antimony, Cadmium, Chromium, Cobalt, Manganese and Zinc in institutional Total Diets. Envir. Sci. and Technol., 5 : p. 436, 1971.
 8. Richard J. Bull : Toxicological Problems Associated with Alternative Methods of Disinfection. J. AWWA. 74: 645-7, 1982.
 9. Sorg, T.J. & Logsdon, G.S. : Treatment Technology to Meet the Interim Primary Drinking Water Regulations for Inorganics. part 5. J. AWWA, 72: p. 411, July 1980.
 10. Health, J.C. : The Histogenesis of Malignant Tumors Induced by Cobalt in the Rat. Br.J. Cancer, 14: p. 478, 1960.
 11. Riddick, T.M., Linsewy, N.L. and Tomass, A : Iron and Manganese in Water Supplies. J. AWWA. 50 : pp. 688 - 720, May 1958.
 12. Public Health Service : Public Health Service Drinking Water Standards. Washington, D.C. PHS pub. 956, 1962.
 13. USHEW : Drinking Quality of Selected Interstate Carrier Water Supplies. Division of Env. Engineering and Food Protection, Washington, D.C. 20201, 1962-1963.
 14. EPA : An Assessment of Lead in Drinking Water from A Multimedia Prospective. EPA/570/9-79/003: pp. 22 -4, 1979.
 15. EPA : Estimation of Risk from Carcinogens in Drinking Water. EPA-600/2-78/107 : 1978.
 16. EPA : National Interim Drinking Water Regulations. EPA/570/9-76/003 : 1976.
 17. EPA : Waste Water Characterization and Process Reliability for Potable Waste Water Reclamation. EPA/600/2-77/210 : 1977.
 18. National Research Council : A Report of the Safe Drinking Water Committee. 50 : 1977.
 19. H.F. Kraybill, Myron A. Mehlman : Environmental Cancer. Vol. 3: pp. 209 - 223, Hemisphere pub. co., Washington, London, 1977.
 20. NIOSH : Occupational Diseases. 1977.

21. EPA : Preliminary Assessment of Suspected Carcinogens In Drinking Water. Report to Congress, 1975.
22. Nick H. Proctor, James P. Hughes : Chemical Hazards of the Workplace. J. B. Lippincott co., Philadelphia, Toronto, 1978.
23. 建設部 : 上水道, 1983.
24. 環境廳 : 公害公定試験法, 1981.
25. 保社部 : 飲用水의 水質基準에 關한 規則. 保社部令 第 744 號, 1984.
26. WHO : WHO Guidelines For Drinking Water Quality. Zurich, Switzerland, 1982.
27. 이민희 : 上水道沈澱汚泥中 重金属 調査에 關한 研究. 保健獎學會報 Vol. 6 : pp.198 ~207, 1978.
28. 서울市 : 서울 統計年報, Vol.23, 1983.
29. Furst, A. : In Environmental Geochemistry. ed. H. L. Cannon and H. C. Ho pps, pp. 109~130. Memoir 123, Boulder, Colo. : Geological Society of Am. 1971.
30. O'Gara, R. W. and Brown, J. M. : J. Natl. Cancer Inst. 38 : pp. 947~957.
31. David A. Cornwell and Roger M. Lemunyon : Feasibility Studies on Liquid Ion Exchange for Alum Recovery From Water Treatment Plants Sludges. J. AWWA. 72 : pp. 64~8, 1980.
32. Cornwell, D. A. & Zoltek, J. JR. : Recycling of Alum used for Phosphorus Removal in Domestic Waste Water Treatment. Jour. WPCF, 49 : 4 : 600 (Apr. 1977).