

## 서울市 水道水의 理化學的 水質調查

洪 大 容

서울大學校 保健大學院

### An Experimental Study on the Chemical Values of the Tap Water in Seoul

**Dai Yong Hong**

*School of Public Health, Seoul National University*

#### Abstract

This survey was carried out to investigate the temperature, pH value, nitrogen (ammonia, nitrite, nitrate), turbidity, color, chloride ion,  $\text{KMnO}_4$  consumed, and hardness as chemical analysis of the tap water in Seoul city area during the period from September to October, 1979, and to observe the differences among the values by the distance from the water purification plant and by the district supplied tap water from the each water purification plant.

The results obtained were as follows:

1) An average of the water temperature was  $19.8 \pm 0.2^\circ\text{C}$ .

2) An average of pH was  $7.18 \pm 0.02$ .

The difference among each district was statistically significant ( $p < 0.01$ ), but it was not observed among each distance.

3) An average of turbidity was  $1.25 \pm 0.12$  ppm.

The difference among each district was highly significant ( $p < 0.01$ ), respectively, but not among each distance.

4) An average of color was  $1.43 \pm 0.16$  ppm, and there were statistically significant differences by the distance and by the district ( $p < 0.01$ ).

5) An average of ammonia nitrogen was  $0.022 \pm 0.005$  ppm. The differences among each distance, and district were statistically significant ( $p < 0.01$ ).

6) An average of nitrite nitrogen was  $0.0050 \pm 0.0013$  ppm, and the difference among each distance was highly significant ( $p < 0.01$ ), respectively, and each district showed statistical significance ( $p < 0.01$ ).

7) An average of nitrate nitrogen was  $0.82 \pm 0.08$  ppm. The difference among each district was significant ( $p < 0.05$ ), and each distance showed high significance ( $p < 0.01$ ).

8) An average of  $\text{KMnO}_4$  consumed was  $3.73 \pm 0.16$  ppm, and the difference among each district was significant ( $p < 0.05$ ), but it was not observed among each distance.

9) An average of chloride ion was  $8.56 \pm 0.28$  ppm, and the difference among each district was highly significant ( $p < 0.01$ ), respectively, but it was not observed among each distance.

10) An average of hardness was  $40.69 \pm 1.17$  ppm, and there was statistically significant difference by each district ( $p < 0.01$ ), but not by distance.

11) The interrelation between temperature and pH of the tap water revealed the negative correlation from the coefficient of it as showed  $r = -0.6073$  and  $p < 0.01$ .

12) Except water temperature, there were negative correlations between pH and other water qualities.

13) Correlation coefficients of  $KMnO_4$  consumed and ammonia nitrogen, nitrite nitrogen were statistically significant but that of  $KMnO_4$  consumed and nitrate nitrogen showed no statistical relationship.

14) Ammonia nitrogen seems to have high correlation with nitrite nitrogen ( $r = +0.6669$ ), but not with nitrate nitrogen.

15) Nitrate nitrogen seems to have statistically significant relationship with nitrite nitrogen ( $r = +0.4959$ ), but not with ammonia nitrogen.

16) The interrelation between chloride ion and hardness of the tap water revealed positive correlation from the coefficient of it as showed as  $r = +0.4888$  and  $p < 0.01$ .

## 緒 論

## 調査對象 및 方法

1908年上水道處理에 鹽素消毒이 처음 實施<sup>1)</sup>된 以來 1977年 10月末 서울市民 753萬名의 89.6%인 674萬名이 上水道の 惠澤을 받고 있으며<sup>2)</sup> 이 數字는 1960年의 上水道普及率 60.0%<sup>3)</sup> 1965年의 73.0%<sup>4)</sup>等에 比해서 크게 增加된 것이다. 그러나 이러한 量的인 增加 趨勢에도 不拘하고 上水道の 質的인 面에서는 아직도 改善해야 할 點이 많은 바, 그 까닭은 設置된지 오래된 水道管의 老朽에 依하여 負壓發生時 微生物의 浸入等이 問題視되기 때문이다.

또한 都市人口의 急增으로 因한 都市下水, 家庭用水, 그리고 各種 産業이 發達함에 따른 産業廢水等의 汚染物質의 排出量이 急激히 增加하여 이로 因한 上水道 水源自體의 汚染 또한 深刻한 問題로 擡頭되고 있는 實情이다<sup>5)~7)</sup>. 따라서 上水道の 水源이 되고 있는 漢江을 비롯한 主要河川의 汚染度에 對해서는 過去로부터 많은 調査<sup>8)~13)</sup>가 行해져 온 反面 우리가 實際로 食水로 使用하는 水道栓水에 對해서는 鄭等<sup>14)</sup>이 1970年에 大腸菌群을 調査한 것 등이 있을 뿐 稀薄한 實情이다.

水道管의 老朽가 많을 것으로 思料되는 우리 實情에서는 水源池에서의 半徑距離別로 멀리 나아갈수록 汚染度가 深할 것으로 思料되는 바, 著者は 서울시 7個 水源池의 給水地域을 水源池에서의 半徑距離別로 區分하여 總 63個 地域의 水道栓水에 對한 理化學的 調査를 實施한 바 그 結果를 報告하는 바이다.

### 1. 調査期間 및 對象

1979年 9月末부터 10月末까지 約 1個月에 걸쳐 서울市民이 食水로 使用하는 水道栓水에 對해서 實施했으며, 八堂, 九宜, 蠶島, 普光洞, 鷺梁津, 仙遊, 永登浦等 七個 水源池 給水地域에 對하여 半徑距離別로 約 4 km地點, 8km地點, 12km地點의 給水地域 各 3個 地域씩을 選定하여 總 63個 地域에 對해서 實施하였다(Fig. 1 參照).

### 2. 調査方法

水道法에 依한 水質檢査方法<sup>15)</sup>과 American Public Health Association, American Water Works Association 및 Water Pollution Control Federation에 依한 標準方法<sup>16)</sup>에 依하여 다음과 같이 實施했으며, 溫度와 pH는 現場에서 測定하고 나머지는 實驗室에서 同一試料에 對해서 2回 反復實驗하여 Mean을 取하였다.

水溫:  $0.1^{\circ}C$ 마다 눈금이 表示된 mercury-filled Celsius thermometer를 使用하였다.

pH: PHILIPS pw 9409 digital pH meter를 使用해서 測定하였다.

濁度(Turbidity): 檢水 100cc를 比色管에 넣고 同型 比色管에 있는 濃度既知의 標準液과 比色하여 測定하였다.

色度(Color): 檢水 100cc를 比色管에 넣고 同型 比色管에 있는 濃度既知의 標準液과 比色하여 測定하였다.

Ammonia性窒素( $NH_3-N$ ): 檢水 50ml를 比色管에

Note

- PALDANG : (P)
- GUEI : (G)
- DUGDO : (D)
- BOKWANGDONG : (B)
- NORYANGJIN : (N)
- SEONYU : (S)
- YEONGDEUNGPO : (Y)

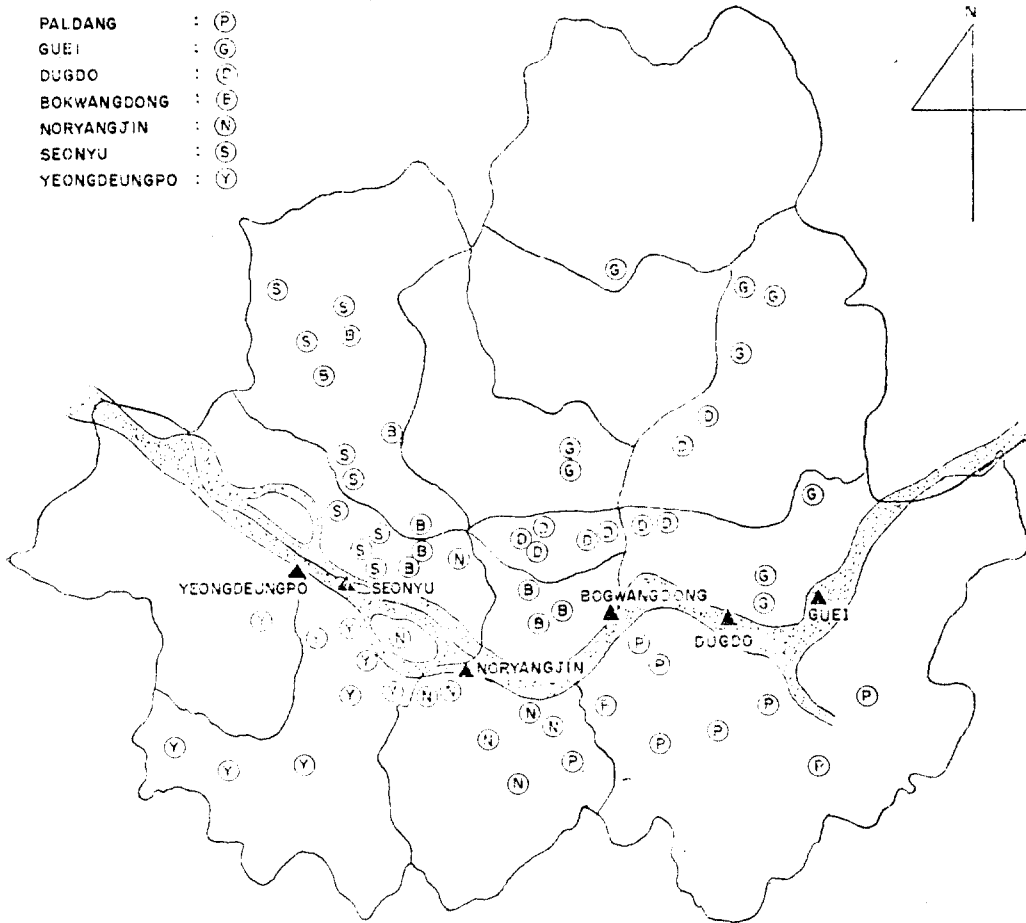


Fig. 1. The sampling points of the tap water.

取하여 酒石酸칼륨나트륨( $C_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ )試藥 2ml를  
 하고 Nessler試藥 1ml를 넣어 415nm에서 吸光度測定  
 하였다.

亞塞酸生塞素( $NO_2-N$ ): 檢水 10ml에 Sulfamine液  
 1ml를 加하고 15分 放置後 Naphthylethylendiamin試  
 液 1ml를 넣은 後 20分 放置後 530nm에서 吸光度測  
 定하였다.

塞酸性塞素( $NO_3-N$ ): 檢水 2ml에 진한 黃酸 6ml를  
 넣어 混和한 後에 冷後 Brucine液 0.1cc를 加하여 잘  
 섞은 後  $75 \pm 2^\circ C$ 의 水浴中에 15分 放置한 後 415nm에  
 서 吸光度測定하였다.

$$\text{即, } A = 0.01 \times b \times \frac{1,000}{a(\text{檢水의 ml})}$$

過망간酸칼륨消費量( $KMnO_4$  Consumed): 檢水 50cc  
 를 三角플라스크에 넣고 蒸溜水를 加하여 100cc로 하

고 精製沸騰石 數個와 묽은 黃酸 約 5cc를 加하고 이  
 에 N/100 過망간酸칼륨液 10cc를 加하여 加熱하고 5  
 分間 끓인 다음 N/100 蔴酸나트륨液 10cc를 加하여 脫  
 色시키고 直時 N/100 過망간酸칼륨液으로 微紅色이 消  
 失되지 않을 때까지 滴定하였다.

$$\text{即, } KMnO_4 \text{ ppm} = (a - 10) \times \frac{1,000}{\text{檢水 cc}} \times 0.316$$

鹽素이온( $Cl^-$  ion): 檢水 50ml에  $K_2CrO_4$ 試藥 0.5ml  
 를 加한 다음 0.01N  $AgNO_3$ 로 滴定하여 鹽素ion를 算  
 出하였다.

$$\text{即, } Cl^- (\text{ppm}) = a \times 1,000 / 50 \times 0.3546$$

硬變(Hardness): 檢水 50ml에 蒸溜水를 加하여 100  
 ml로 한 다음 10% KCN 5滴을 加하고 N/50  $MgCl_2$  1  
 ml와 Ammonia buffer 2ml 및 Erio-chrom black T  
 ( $C_{20}H_{12}N_6O_7S$ ) 試藥 5~6滴을 加한 다음 1/100M

Table 1. Differences in temperature of the tap water in Seoul, 1979.

(Unit: °C)

Wat. Plant Radius dist.	Paldang	Guei	Dugdo	Bogwang-dong	Noryang-jin	Seonyu	Yeongdeu- ngpo	Mean
<4km	18.5±0.3	19.2±0.4	19.7±0.7	21.3±0.6	20.3±0.4	20.5±0.3	20.2±0.2	19.9±0.2
4~8km	18.7±0.3	18.5±0.8	19.7±0.9	20.8±0.4	19.9±0.1	20.2±0.5	20.8±0.4	19.8±0.3
8km<	18.7±0.3	18.3±0.2	20.2±1.1	20.2±0.4	19.3±0.2	19.9±0.1	20.8±1.3	19.6±0.3
Mean	18.6±0.2	18.7±0.3	19.8±0.5	20.7±0.3	19.8±0.2	20.2±0.2	20.6±0.4	19.8±0.2*

Mean±S.E. \* : Total Mean.

EDTA液으로 滴定하여 硬度를 CaCO<sub>3</sub>로 算出하였다.

即, CaCO<sub>3</sub>(ppm) = (a-1) × 1,000/50

### 3. 分析方法

水質項目마다 7個 水源池의 給水地域別로 分散分析 (Analysis of Variance)<sup>17)18)</sup>을 하여 各 水源池給水地域間의 差의 有意性을 檢定하였으며, 各 水源池에서 의 半徑距離에 따라 4km 以內, 4~8km, 8km 以上으로 區分하여 亦是 分散分析을 하여 水源池로부터 距離別 汚染度를 調査했다.

또한, 各 水質項目間의 相關係數(r)를 求하여<sup>19)20)</sup> 그 相關性을 調査하였다.

### 調査成績 및 考察

서울市內 63個 地域의 水道給水에 對한 理化學的 調査의 成績은 다음과 같다.

1) 水温: 採水現場에서 測定한 水道給水の 溫度는 平均 19.8±0.2°C로서 飲料水로서의 適溫인 7~12°C<sup>21)</sup>에 比하면 약간 높은 편이다(表 1 參照).

水中細菌이 20~22°C에서 顯著히 增殖하나<sup>22)</sup> 水道給水の 殘留鹽素가 가장 낮은 永登浦 水源池 給水地域에서도 0.22ppm이나 되기 때문에<sup>23)</sup> 衛生學的으로서 問題點이 없다.

水温과 다른 檢査項目과의 相關性은 pH와 r=-0.6073 (p<0.01)로서 아주 有意한 逆相關을 보인 反面, 其他項目과는 모두 正相關을 보였다(表 2 參照).

이것은 水道水의 源水로 使用하는 漢江이 上流에서 下流로 내려갈수록 弱 Alkali性에서 弱酸性化되어 간다는 吳等<sup>13)</sup>의 報告와 溫度가 높을수록 汚染物質의 分解가 많아진다는 點을 勘案할때 妥當하다고 思料된다.

2) pH value: 63個 地域의 平均 pH는 7.18±0.02 이었다. 各 水源池의 給水地域別로 보면, 八堂이 7.36±0.02로서 가장 높고 永登浦가 7.06±0.04로서 가장

Table 2. Correlations of the water temperature (X) and water quality (Yc).

Water Quality	Regression Equation	Correlation Coefficient
pH	Yc = -0.0374X + 7.9222	-0.6073**
NH <sub>3</sub> -H	Yc = 0.0047X - 0.0916	0.1308
NO <sub>2</sub> -N	Yc = 0.0030X - 0.0539	0.4107**
NO <sub>3</sub> -N	Yc = 0.0743X - 0.6679	0.1420
KMnO <sub>4</sub>	Yc = 0.2830X - 1.6096	0.2184
Chloride ion	Yc = 0.6299X - 3.9101	0.3327**
Hardness	Yc = 2.0766X + 1.0026	0.2562*

\* : p<0.05 \*\* : p<0.01

낮았으며, 有意한 差가 있었다(p<0.01). (表 3 參照)

이것은 漢江源水가 上流에서 下流로 내려갈수록 pH가 낮아진다는 辛等<sup>11)</sup>의 報告와 比較해 볼때, 上流쪽을 取水源으로 하는 八堂 등은 높고, 下流인 永登浦 등은 낮아 源水의 境遇와 大體로 一致함을 볼 수 있으며, 이것은 下流로 내려갈수록 汚染物質이 많아지며, 水中의 微生物의 繁殖에 依한 CO<sub>2</sub>發生이 많아져 酸性化되기 때문인 것으로 思料된다.

한편 水源池에서의 半徑距離別로는 有意한 差가 없었다(表 3. 參照). pH와 다른 檢査項目間의 相關關係는 溫度를 除外한 其他項目과 全部 逆相關을 보였으며, 이것은 水質이 汚染되면 酸性化되어 간다는 點과 一致한다(表 4 參照).

3) 濁度: 水道給水の 平均濁도는 1.25±0.12ppm이었으며 給水地域別로는 永登浦가 2.78±0.22ppm으로 가장 높고, 八堂이 0.00±0.00ppm으로 가장 낮았으며 有意한 差가 있었다(p<0.01). 反面, 水源池에서의 半徑距離別로는 有意한 差를 認定할 수 없었다(表 5 參照).

降水量과 아주 密接한 相關關係를 가지고 있는<sup>24)</sup> 源水의 境遇에 比해서 上水의 濁도는 濾過池의 施設不

**Table 3.** Differences in pH of the tap water in Seoul, 1979.

Radius dist.	Wat. Plant							
	Paldang	Guei	Dugdo	Bogwang-dong	Noryang-jin	Seonyu	Yeongdeu- ngpo	Mean
<4km	7.39±0.05	7.23±0.07	7.35±0.20	7.02±0.08	7.06±0.08	7.32±0.13	7.14±0.03	7.21±0.05
4~8km	7.35±0.04	7.31±0.03	7.41±0.24	7.21±0.06	7.02±0.03	7.14±0.03	6.96±0.11	7.20±0.05
8km<	7.33±0.04	7.17±0.01	7.23±0.10	7.03±0.02	7.06±0.07	7.06±0.04	7.07±0.03	7.14±0.03
Mean	7.36±0.02	7.23±0.03	7.33±0.10	7.08±0.04	7.05±0.03	7.17±0.06	7.06±0.04	7.18±0.02*

Mean±S.E. \* : Total Mean

**Table 4.** Correlations of pH (X) and water quality (Yc)

Water Quality	Regression Equation	Correlation Coefficient
NH <sub>3</sub> -N	Yc = - 0.0834X + 0.6212	-0.4402**
NO <sub>2</sub> -N	Yc = - 0.0124X + 0.0940	-0.2794*
NO <sub>3</sub> -N	Yc = - 0.6448X + 5.4327	-0.1909
KMnO <sub>4</sub>	Yc = - 1.6882X + 16.1158	-0.2128
Chloride ion	Yc = - 6.5504X + 55.6028	-0.5512**
Hardness	Yc = -18.3457X + 173.8844	-0.3616**

\* : p < 0.05    \*\* : p < 0.01

完全, 沈澱劑의 使用方法的 不適當, 鐵管의 腐蝕, 微生物의 繁殖, 濾過操作的 不充分으로 源水가 그대로 混入되는 것이 其原因이라고 볼 때, 各 水源池給水地域別로 有意한 差가 있다는 것은 各 水源池別로 淨水에 差異를 두어서 行해야 함을 意味한다고 생각된다.

4) 色度 : 水道控水의 平均色度는 1.43±0.16ppm이 었다. 水源池의 給水地域別로 보면 永登浦가 2.56±0.29ppm으로 가장 높고, 八堂이 0.33±0.03ppm으로 서 가장 낮았다. 水源池에서의 半徑距離別로는 4km 以內가 1.47±0.29ppm, 4~8km가 1.28±0.24ppm, 8 km 以上이 1.54±0.69ppm으로서 給水地域別(p < 0.

**Table 5.** Differences in turbidity of the tap water in Seoul, 1979. (Unit: ppm)

Radius dist.	Wat. Plant							
	Paldang	Guei	Dugdo	Bogwang-dong	Noryang-jin	Senyu	Yeongdeu- ngpo	Mean
<4km	0.00±0.00	0.50±0.29	0.93±0.23	0.92±0.08	2.00±0.58	1.25±0.38	3.17±0.60	1.25±0.25
4~8km	0.00±0.00	0.83±0.44	1.00±0.30	1.83±0.17	1.83±0.17	0.92±0.08	2.33±0.17	1.25±0.18
8km<	0.00±0.00	0.83±0.44	1.17±0.09	0.83±0.08	2.00±0.50	1.17±0.44	2.83±0.17	1.26±0.21
Mean	0.00±0.00	0.72±0.21	1.03±0.20	1.19±0.17	1.94±0.23	1.11±0.13	2.78±0.22	1.25±0.12*

Mean±S.E. \* : Total Mean

**Table 6.** Differences in color of the tap water in Seoul, 1979. (Unit: ppm)

Radius dist.	Wat. Plant							
	Paldang	Guei	Dugdo	Bogwang-dong	Noryang-jin	Seonyu	Yeongdeu- ngpo	Mean
<4km	0.37±0.07	0.40±0.06	1.00±0.58	1.00±0.29	2.00±0.58	2.50±1.32	3.00±0.76	1.47±0.29
4~8km	0.37±0.03	0.50±0.12	1.33±0.43	2.57±1.27	1.83±0.17	0.53±0.09	1.83±0.17	1.28±0.24
8km<	0.27±0.03	0.83±0.35	1.30±0.23	1.20±0.42	2.00±0.50	2.33±1.33	2.83±0.17	1.54±0.69
Mean	0.33±0.03	0.58±0.13	1.21±0.28	1.59±0.47	1.94±0.23	1.79±0.63	2.56±0.29	1.43±0.16*

Mean±S.E. \* : Total mean

01), 半徑距離別(p<0.01) 모두 有意한 差異가 있었다 (表 6 參照).

上水의 境遇 色度는 淨水場의 淨水施設의 不完全이나 鐵管의 腐蝕, 汚水의 混入, 脫色操作의 不充分을 意味한다고 볼 때 永登浦 水源池 給水地域같은 곳에서는 水源池 自體의 淨水作業의 強化, 各 家庭으로 막 들어가는 水道管의 補修 등이 要望된다.

5) Ammonia性 窒素 : 63個 地域의 水道栓水의 Ammonia性 窒素는 平均  $0.022 \pm 0.005$ ppm이었으며, 水源池給水地域別로는 永登浦가  $0.069 \pm 0.016$ ppm으로 가장 높았고, 八堂, 九宜가  $0.004 \pm 0.002$ ppm으로 가장 낮았으며 有意한 差가 있었다(p<0.01).

半徑距離別로는 4km 以內가  $0.019 \pm 0.008$ ppm, 4~8km가  $0.023 \pm 0.010$ ppm, 8km 以上이  $0.024 \pm 0.006$ ppm으로 亦是 有意한 差異를 認定할 수 있었다(p<0.01)(表 7 參照).

亞窒酸性窒素와는  $r=0.6669$ (p<0.01)로 높은 正相關을 나타낸 反面, 窒酸性窒素와는 相關을 나타내지

않았다(表 8 參照).

이것은 Ammonia性 窒素로부터 始作해서 亞窒酸性 窒素를 거쳐 最終酸化物인 窒酸性窒素로 되기까지 時間差가 많기 때문에 思料된다. 그리고 給水地域別보다 半徑距離別로 더 有意한 差가 나타난 點으로 보아 水道管의 老朽에 依하여 下水, 工場廢水, 糞尿, 汚水 등의 混入이 있었을 可能性도 있다.

6) 亞窒酸性窒素 : 63個 地域의 亞窒酸性窒素의 平均은  $0.0050 \pm 0.0013$ ppm이었으며, 水源池의 給水地域別로는 永登浦가  $0.0200 \pm 0.0067$ ppm으로 가장 높고, 八堂, 九宜, 蠶島가  $0.0007 \pm 0.0007$ ppm으로서 가장 낮았으며 有意한 差가 있었다(p<0.01). 水源池에서의 半徑距離別로는 4km 以內가  $0.0044 \pm 0.0020$ ppm, 4~8km가  $0.0036 \pm 0.0011$ ppm, 8~12km가  $0.0073 \pm 0.0031$ ppm이었으며 亦是 有意한 差가 있었다(p<0.01)(表 9 參照).

한편 Ammonia性窒素와는  $r=0.6669$ (p<0.01)의 매우 높은 正相關을 나타내었으며 窒素化合物의 最終酸

Table 7. Differences in ammonia nitrogen of the tap water in Seoul, 1979. (Unit: ppm)

Wat. Plant Radius dist.	Paldang	Guei	Dugdo	Bogwangdong
<4km	$0.000 \pm 0.000$	$0.004 \pm 0.004$	$0.010 \pm 0.010$	$0.023 \pm 0.023$
4~8km	$0.004 \pm 0.004$	$0.004 \pm 0.004$	$0.010 \pm 0.010$	$0.020 \pm 0.020$
8km<	$0.008 \pm 0.004$	$0.004 \pm 0.004$	$0.010 \pm 0.010$	$0.010 \pm 0.010$
Mean	$0.004 \pm 0.002$	$0.004 \pm 0.002$	$0.010 \pm 0.005$	$0.018 \pm 0.010$

Wat. Plant Radius dist.	Noryangjin	Seonyu	Yeongdeungpo	Mean
<4km	$0.010 \pm 0.010$	$0.007 \pm 0.007$	$0.080 \pm 0.032$	$0.019 \pm 0.008$
4~8km	$0.063 \pm 0.049$	$0.000 \pm 0.000$	$0.057 \pm 0.043$	$0.023 \pm 0.010$
8km<	$0.020 \pm 0.010$	$0.043 \pm 0.013$	$0.070 \pm 0.000$	$0.024 \pm 0.006$
Mean	$0.031 \pm 0.017$	$0.017 \pm 0.008$	$0.069 \pm 0.016$	$0.022 \pm 0.005^*$

Mean ± S.E. \* : Total Mean

Table 8. Correlations among water qualities.

Water Quality		Regression Equation	Correlation Coefficient
X	Yc		
NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	Yc = 0.1615X + 0.0016	0.6669**
NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Yc = 3.6455X + 0.7217	0.2029
NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Yc = 37.7855X + 0.6089	0.4959**
Chloride ion	Hardness	Yc = 2.0056X + 24.9605	0.4888**

\*\* : p < 0.01

**Table 9.** Differences in nitrite nitrogen of the tap water in Seoul, 1979. (Unit: ppm)

Wat. Plant Radius dist.	Pladang	Guei	Dugdo	Bogwangdong
<4km	0.0000±0.0000	0.0020±0.0020	0.0000±0.0000	0.0000±0.0000
4~8km	0.0020±0.0020	0.0000±0.0000	0.0020±0.0020	0.0043±0.0043
8km<	0.0000±0.0020	0.0000±0.0000	0.0000±0.0000	0.0035±0.0028
Mean	0.0007±0.0007	0.0007±0.0007	0.0007±0.0007	0.0020±0.0017

Wat. Plant Radius dist.	Noryangjin	Seonyu	Yeongdeungpo	Mean
<4km	0.0063±0.0038	0.0007±0.0007	0.0217±0.0092	0.0044±0.0020
4~8km	0.0083±0.0023	0.0000±0.0000	0.0087±0.0043	0.0036±0.0011
8km<	0.0130±0.0013	0.0057±0.0038	0.0300±0.0170	0.0073±0.0031
Mean	0.0090±0.0017	0.0020±0.0013	0.0200±0.0067	0.0050±0.0013*

Mean±S.E. \* : Total Mean

**Table 10.** Differences in nitrate nitrogen of the tap water in Seoul 1979. (Unit: ppm)

Wat. Plant Radius dist.	Paldang	Guei	Dugdo	Bogwangdong	Noryangjin	Seonyu	Yeongdeungpo	Mean
<4km	0.50±0.00	0.73±0.15	0.58±0.04	0.50±0.00	0.67±0.09	0.67±0.09	0.83±0.17	0.64±0.04
4~8km	0.50±0.00	0.53±0.26	0.62±0.00	1.67±0.93	1.83±0.83	0.60±0.06	0.67±0.09	0.92±0.19
8km<	0.63±0.13	0.63±0.13	0.49±0.19	0.90±0.00	1.70±0.90	0.70±0.00	1.20±0.45	0.89±0.40
Mean	0.54±0.04	0.63±0.10	0.56±0.06	1.02±0.32	1.40±0.40	0.66±0.03	0.90±0.16	0.82±0.08*

Mean±S.E. \* : Total Mean

化物인 窒酸性窒素와도  $r=0.4959$  ( $p<0.01$ )의 有意한 正相關을 나타내었다(表 8 參照).

7) 窒酸性窒素 : 水道柱水の 窒酸性窒素의 平均濃度는  $0.82\pm0.08$ ppm이었다. 水源池의 給水地域別로는 鷲梁津이  $1.40\pm0.40$ ppm으로서 가장 높았고, 八堂이  $0.54\pm0.04$ ppm으로서 가장 낮았으며 有意한 差를 認定할 수 있었다( $p<0.01$ )(表 10 參照).

한편 半徑距離別로는 4km 以內가  $0.64\pm0.04$ ppm, 4~8km가  $0.92\pm0.19$ ppm, 8~12km가  $0.89\pm0.40$ ppm으로서 亦是 有意한 差가 있었다( $p<0.01$ )(表 10 參照).

이 數値를 漢江源水에 對하여 75年度에 辛等<sup>10)</sup>, 77年度에 吳等<sup>11)</sup>이 調査한 것 과 比較하면 鷲梁津의 境遇가 상당히 높게 나타난 것이 特異하다. 이것은 淸溪川, 中浪川 等の 下水가 普光洞 水源池 地點을 거쳐 下流로 繼續 流入되고, 鷲梁津 流域의 用水使用量이

많아진 때문이라고 思料된다.

같은 窒素化合物이면서도 Ammonia性 窒素와는 相關을 나타내지 않은 反面, 亞窒酸性窒素와는  $r=0.4959$  ( $p<0.01$ )의 有意한 相關을 나타내었다. 이것은 Ammonia性窒素가 酸化되어 最終酸化物인 窒酸性窒素까지 되는데 많은 時間이 消費되며 其他 要因들의 影響을 많이 받는 反面, 亞窒酸性窒素는 한 段階만 거치면 窒酸性窒素로 되기 때문에 有意한 相關을 나타낸 것으로 보인다.

窒酸性窒素가 45ppm 以上이 되면 乳兒에서 Methaemoglobinaemia症에 걸린다는 報告<sup>22)</sup>가 있으며 窒酸性窒素의 含量을 낮추기 위하여 淨水時의 이온交換方法<sup>23)</sup>의 使用 등이 提案되었다. 그러나 檢査結果  $0.82\pm0.08$ ppm으로 水質基準 10ppm에도 훨씬 未達하기 때문에 窒酸性窒素 自體만으로는 衛生學的으로 큰 問題點은 없다고 생각된다.

Table 11. Difference in KMnO<sub>4</sub> consumed of the tap water in Seoul, 1979. (Unit: ppm)

Radius dist.	Wat. Plant							
	Paldang	Guei	Dugdo	Bogwang-dong	Noryang-jin	Seonyu	Yeongdeu-ngo	Mean
<4km	3.31±0.57	2.97±0.11	3.01±0.72	4.37±0.67	4.00±1.10	4.11±1.11	5.37±0.66	3.88±0.30
4~8km	3.13±0.16	3.21±0.40	2.87±0.38	4.63±1.79	3.27±0.59	2.48±0.19	4.21±0.53	3.40±0.29
8km <	3.07±0.14	3.13±0.05	3.75±0.89	4.21±0.56	3.79±0.18	4.53±0.11	4.95±1.00	3.92±0.23
Mean	3.17±0.18	3.10±0.13	3.21±0.38	4.41±0.58	3.69±0.38	3.70±0.45	4.85±0.41	3.73±0.16*

Mean±S.E. \* : Total Mean

8) 過망간酸칼륨 消費量 : 63個 地域의 KMnO<sub>4</sub> 消費量은 平均 3.73±0.16ppm으로서 水源池의 給水地域別로는 永登浦가 4.85±0.41ppm으로서 가장 높고 九宜가 3.10±0.13ppm으로서 가장 낮았으며 有意한 差가 있었다(p<0.01). 反面 水源池에서의 半徑距離別로는 有意한 差를 認定할 수 없었다(表 11 參照).

KMnO<sub>4</sub> 消費量은 水中의 酸化되기 쉬운 有機物質에 依해 消費되는 KMnO<sub>4</sub>量으로서, 水道管에 녹이 슬더라도 變하지 않는다. 半徑距離別로 有意한 差異를 나타내지 않은 것은 이 때문으로 생각된다.

他 水質項目과의 相關關係를 보면 Ammonia性 窒素와는 r=0.2877(p<0.05), 亞窒酸性窒素와는 r=0.2539(p<0.05)의 相關을 나타낸 反面, 窒酸性窒素와는 相關을 나타내지 않았는데, 이것은 窒酸性窒素가 最終酸化物이기 때문에 汚染에 起因하지 않는 境遇도 많은 反面, KMnO<sub>4</sub> 消費量은 水中에서 쉽게 酸化되는 汚染物質에 起因하기 때문인 것으로 생각된다(表 12 參照).

Table 12. Correlations of the KMnO<sub>4</sub> consumption (X) and nitrogens(Yc).

Water Quality	Regression Equation	Correlation coefficient
NH <sub>3</sub> -N	Yc=0.0069X+0.0057	0.2877*
NO <sub>2</sub> -N	Yc=0.0014X-0.0004	0.2539*
NO <sub>3</sub> -N	Yc=0.0904X+0.4409	0.2130

\* : p < 0.05

9) 鹽素이온 : 63個 地域의 鹽素 ion의 平均濃度는 8.56±0.28ppm이었으며, 水源池의 給水地域別로는 永登浦가 11.52±0.38ppm으로 가장 높았고, 龜島가 6.63±0.36ppm으로 가장 낮았으며 有意한 差가 있었다(p<0.01).

이 數値는 辛等<sup>10)</sup>, 吳等<sup>12)</sup>의 源水值에 比해서는 약

간 낮은 値를 보이고 있으며, 趙<sup>21)</sup>가 井戶水에 對해서 調査한 49.47±7.00ppm에 比하면 매우 낮은 値를 보여주고 있다.

한편 水源池에서의 半徑距離別로는 有意한 差異를 認定할 수 없었다(表 13 參照).

10) 硬度 : 63個 地域의 水道檢水의 硬度는 平均 42.12±1.20ppm이었으며, 水源池 給水地域別로는 鶯梁津이 51.17±2.20ppm으로서 가장 높았고, 八堂이 32.18±1.34ppm으로 가장 낮았으며 有意한 差異가 있었다(p<0.01)(表 14 參照).

硬度가 높은 물은 日常生活에 影響을 주며 너무 높으면 胃腸障害를 일으켜 泄瀉를 하는 境遇가 있으며 300ppm 以上에서는 Rheumatis의 原因이 된다<sup>22)</sup>. 한편, 工業用水로서는 Boiler Scale(鑼石)이 생겨 熱의 傳導를 惡化시킬뿐만 아니라 爆發 等の 危險性도 있다.

그리고 最近들어, 硬度가 지나치게 낮으면 Cardiovascular Disease에 걸릴 確率이 높다는 報告<sup>27)28)</sup>도 나오고 있다.

한편, 水源池에서의 半徑距離別로는 有意한 差異를 認定할 수 없었다.

水道水에 있어서 硬度는 施設의 Concrete構造物 또는 물의 石灰處理에 起因될 수도 있다<sup>23)</sup>는 點에 미루어 給水地域別로 差異가 나고, 半徑距離別로는 差異가 없다는 것은 源水를 處理하는 水源池의 淨水處理가 水源池마다 差異가 있는 까닭으로 생각된다.

鹽素 ion과는 r=0.4888(p<0.01)의 有意한 正相關을 보였다. 辛等<sup>10)</sup>, 吳等<sup>12)</sup>의 源水值에 依하면 永登浦가 75년에 65.3ppm에서 78년에는 53.8ppm으로 減少한 것을 비롯해서 모두 낮아지는 傾向을 보이고 있으며, 本 調査值과 數値上 큰 差異가 없었다.



**Table 13.** Differences in chloride ion of the tap water in Seoul, 1979. (Unit : ppm)

Wat. Plant Radius dist.	Paldang	Guei	Dugdo	Bogwangdong
<4km	6.23±0.53	6.23±0.53	6.63±0.35	8.04±0.88
4~8km	6.83±0.72	6.63±0.00	7.03±0.72	9.04±0.60
8km <	7.23±0.35	7.23±0.35	6.23±0.88	9.65±0.35
Mean	6.77±0.31	6.70±0.23	6.63±0.36	8.91±0.40

Wat. Plant Radius dist.	Noryangjin	Seonyu	Yeongdeungpo	Mean
<4km	11.86±0.20	6.63±0.35	12.06±0.35	8.24±0.56
4~8km	11.05±0.40	7.64±0.20	11.86±0.88	8.58±0.48
8km <	10.45±0.40	10.45±0.72	10.65±0.53	8.84±0.43
Mean	11.12±0.27	8.24±0.62	11.52±0.38	8.56±0.28*

Mean ± S.E. \* : Total Mean

**Table 14.** Differences in hardness of the tap water in Seoul, 1979. (Unit : ppm)

Wat. Plant Radius dist.	Pladang	Guei	Dugdo	Bogwangdong
<4km	32.35±4.12	33.79±1.28	38.24±5.88	36.93±3.57
4~8km	32.83±0.97	35.72±6.05	35.21±2.36	42.48±2.69
8km <	31.38±1.74	33.79±0.48	35.59±4.46	46.59±4.99
Mean	32.18±1.34	34.44±1.82	36.35±2.29	42.00±2.39

Wat. Plant Radius dist.	Noryangjin	Seonyu	Yeongdeungpo	Mean
<4km	51.17±2.69	39.83±1.25	53.59±5.85	40.84±2.12
4~8km	53.59±5.22	35.48±0.42	44.94±4.30	40.04±1.93
8km <	48.76±4.21	40.55±7.29	51.66±8.85	41.19±2.19
Mean	51.17±2.20	38.62±2.28	50.06±2.28	40.69±1.17*

Mean ± S.E. \* : Total Mean

## 結 論

著者は 1979年 9月末부터 10月末까지 서울시內 63個地域의 水道檢水를 對象으로 水溫, pH, 濁度, 色度, Ammonia性窒素, 亞窒酸性窒素, 窒酸性窒素, 鹽素 ion, KMnO<sub>4</sub> 消費量, 그리고 硬度 等에 對한 理化學的 調査를 實施하여, 各 水源池의 給水地域別, 各 水源池에서의 半徑距離別로 有意한 差가 있는가를 調査分析

하였으며, 水質項目相互間의 相關係數 및 回歸方程式을 求하여 그 相關關係를 調査한바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 水道檢水의 平均水溫은 19.8±0.2°C이었으며, pH는 平均 7.18±0.02으로 水源池의 給水地域別로는 有意한 差가 있었으나(p<0.01), 水源池에서의 半徑距離別로는 有意한 差가 없었다.

2) 濁度の 平均은 1.25±0.14ppm, 色度の 平均은 1.43±0.16ppm으로서 水源池의 給水地域別로는 둘다

有意한 차이가 있었으나( $p < 0.01$ ), 水源池에서의 半徑距離別로는 色度만 有意한 差異를 認定할 수 있었다( $p < 0.01$ ).

3) Ammonia性窒素의 平均은  $0.022 \pm 0.005$ ppm, 亞窒酸性窒素의 平均은  $0.0050 \pm 0.0013$ ppm, 그리고 窒酸性窒素의 平均은  $0.82 \pm 0.08$ ppm이었으며, 3項目 모두, 水源池의 給水地域別, 水源池에서의 半徑距離別로 다 有意한 差異가 있었다( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ).

4) 過망간酸칼륨消費量의 平均은  $3.73 \pm 0.16$ ppm, 鹽素이온의 平均은  $8.56 \pm 0.28$ ppm, 硬度的 平均은  $40.69 \pm 1.17$ ppm으로서 3項目 모두 水源池의 給水地域別로는 有意한 差異가 있었으나( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ,  $p < 0.01$ ), 水源池에서의 半徑距離別로는 有意한 差異가 없었다.

5) 水溫은 pH와  $r = -0.6073$ 의 有意한 逆相關을 보인 反面 其他項目과는 全部 正常關을 보였다.

6) pH와 他項目間的 相關關係를 보면, 水溫을 除外하고는 全部 逆相關을 보였다.

7)  $KMnO_4$  消費量은 Ammonia性窒素, 亞窒酸性窒素와는 有意한 正相關을 보인 反面, 窒酸性窒素와는 有意한 相關을 보이지 않았다.

8) 窒素化合物 相互間的 相關關係를 보면, Ammonia性窒素와 亞窒酸性窒素가  $r = 0.6669$ , 亞窒酸性窒素와 窒酸性窒素가  $r = 0.4959$ 로 有意한 正相關을 나타낸 反面, Ammonia性窒素와 窒酸性窒素는 有意한 相關을 나타내지 않았다.

9) 鹽素ion과 硬度와는  $r = 0.4888$ 의 有意한 正相關을 나타내었다.

### 參 考 文 獻

- 1) 權彞赫: 最新保健學, p.145, 新光版出社, 서울, 1978.
- 2) 서울特別市: 서울통계연보(18회), 1978.
- 3) 서울特別市: 서울통계연보(1회), 1961.
- 4) 서울特別市: 서울통계연보(6회), 1966.
- 5) 손의석: 하천, 해안 오염으로 인한 질환, 공중문 제세미나, pp.1~15, 1972.
- 6) 정문고: 한강수질오염공해고, 공해문제 세미나, pp.38~80, 1972.
- 7) 조규행: 공해와 인간의 질병, 공해문제 세미나, pp.9~30(1970).
- 8) 金孝相·元在銀·禹俊濟: 서울特別市 河川汚染度 調査研究, 서울特別市 衛生試驗所報, Vol.6, 1970.
- 9) 金孝相·金鍾奭·李靜子·金旻永: 서울特別市 河川汚染度 調査研究, 서울特別市立衛生研究所報, Vol. 7, 1971.
- 10) 辛正來·申載英·吳秀暉·俞炳泰·全亨一·朴在柱: 漢江源水 및 主要支川汚染度調査, 서울特別市保健研究所報, Vol. 11, 1975.
- 11) 辛正來·申載英·俞炳泰·金麟泰·洪性億: 自動水質모니터에 依한 漢江水質調査研究, 서울特別市保健研究所報, Vol. 11, 1975.
- 12) 李靜子·金旻永·韓商運·金榮振·金麟泰·朴星勳·李燦秀·朴相賢: 自動水質모니터에 依한 漢江水質調査, 서울特別市保健研究所報, Vol. 13, No. 2, 1977.
- 13) 吳英根·李圭男·申正植·金德仁·全亨一·柳邦烈·申蓮姬·朴在柱: 漢江源水 및 主要支川水의 汚染度調査, 서울特別市保健研究所報, Vol. 13, No. 2, 1977.
- 14) 鄭文植·金文昭·盧炳宜: 서울特別市 水道水中 大腸菌群 調査研究, 最新醫學, 15: 3, 1972.
- 15) 保健社會部: 水質檢査方法
- 16) APHA, AWWA, WPCF: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 14 ed, Washington, D.C. (1975).
- 17) 韓國保健統計學會編: 保健統計學, 新光出版社, 서울, 1975.
- 18) WILFRID J. DIXON. FRANK J. MASSEY, Jr.: Introduction to Statistical analysis, 3rd Edition, McGraw-HILL, 1978.
- 19) 權肅杓·鄭 勇·劉鎮洙·申敏雄·金貞泰: 漢江水質에 對한 因子分析 및 重回歸分析, 韓國上水道協會誌, Vol. 2: 別刷, 1974.
- 20) 孟錫在: 河川水質變化的 相關性研究, 서울大學校保健大學院, 1978.
- 21) 權彞赫: 人口와 保健, pp.83~86, 東明社, 서울, 1967.
- 22) 沈吉淳·洪思悞: 衛生化學, pp.363~379, 東明社, 서울, 1967.

- 23) 曹永釵：서울市 水道水中의 微生物學的 調查研究, 서울大學校 保健大學院, 1979.
- 24) 權肅杓·鄭 勇：上水源의 濁度와 降水量에 關한 調查研究, 韓國上水道協會誌, Vol. 9: pp. 32~35, 1977.
- 25) 趙南俊：서울市內 井戶水의 大腸菌群 汚染度와 理化學的 調查研究, 서울大學校 保健大學院, 1978.
- 26) 國際上水道協會 研究論文：Nitrates in Water Supplies, 韓國上水道協會誌, Vol. 3: pp. 28~45, 1975.
- 27) WHO: Health hazards of the human environment, pp. 61~62, GENEVA, 1972.
- 28) John R. Westendorf and Andrew C. Middleton: Chemical Aspects of the Relationship Between Drinking Water Quality and Long-Term Health Effects: An Overview. Jour. AWWA, pp. 417~421, August 1979.
-