

鑛泉水의 衛生學的 調查研究

龍 萬 重·朴 相 賢·李 圭 男·朴 在 柱

公 害 微 生 物 部

Sanitary Conditions of Mineral Water in Seoul Area

Mahn Joong Yong, Sang Hyun Park, Kyu Nam Lee, and Chae Joo Park

Department of Pollution and Microbiology

=Abstract=

This sanitary survey on the contamination of mineral water by chemical constituents and coliform group was conducted to 77 samples in Seoul area during the May 1978.

The suitable water to drink showed 29.87% of the all examined, the cases of need for disinfection were 58.44%, and the unsuitable water to drink with chemical pollution revealed 11.69%. On the other hand, the sanitary conditions of mineral water in opposition to wells in Seoul area were discussed.

緒 論

서울市內에 散在되어 있는 鑛泉은 主로 寺刹을 비롯 한 登山路 周邊에 있으므로 市民의 利用度가 높아 公衆衛生上 重要視되고 있는 實情이다.

近來 都市의 人口集中과 登山人이 날로 增加되어 鑛泉水 利用者나 管理者의 管理 소홀은 水因性傳染病의 發生要因이 될 수 있고 市民保健衛生上 重要한 問題를 惹起시킬 수도 있다. 그러므로 鑛泉水의 衛生學的인 調査는 수시로 必要할 뿐 아니라 市民으로 하여금 鑛泉水에 對한 衛生觀念을 傾注시키는데 도움이 될 것이다 그러나 鑛泉水에 對한 調査는 別로 없으며 다만 1969年에 서울市內의 33個所에서 一般水質檢査와 環境狀態를 報告¹⁾한 것 뿐이다.

故로 著者들은 鑛泉水에 對한 飲料適否試驗을 通하여 公衆衛生上 管理에 必要한 基礎的인 資料를 얻고져 本試驗을 試圖하였다.

材料 및 方法

調査對象: 서울市內 麻浦 및 江西區를 除外한 11個 區에 散在되어 있는 總77個의 藥水와 登山路 주변의

샘물을 對象으로 1978年 5月중에 實施하였다.

調査方法: 물의 pH, 鹽素이온, 窒酸性窒素, $KMnO_4$ 消費量, 亞窒酸性窒素, 암모니아 性窒素, 總硬度, 一般菌數 그리고 大腸菌群試驗등을 APHA, AWWA, WPCF에 의한 水質檢査를 爲한 標準方法²⁾에 의하여 調査하였다.

成績 및 考察

서울市內에서 採水한 77個 鑛泉水에 對하여 理化學的인 檢査와 微生物의 汚染度를 調査한 바 다음과 같은 成績을 얻었다(表 1~3, 圖 1, 2 參照)

pH: 鑛泉水의 pH는 平均 $6.70 \pm 0.06(SE)$ 으로서 4.4~7.8의 變動範圍를 나타내었다. 이는 1969년 봄에 調査된 pH 6.3¹⁾보다는 높은 것으로, pH 6.8~7.2範圍가 41.56%를 點有하고 있어 中性化되는 傾向이였으며 井戶水의 pH 7.02³⁾보다는 낮았다.

地域別로는 東大門 및 永登浦區가 各各 7.08 ± 0.11 및 7.03 ± 0.14 로서 가장 높았고 其他 地域에서는 弱酸性을 나타 내었으며 特히 冠岳과 江南區에서는 各各 6.27 ± 0.43 및 6.23 ± 0.12 로서 가장 낮았다.

pH分布에 있어서는 調査된 總77個 鑛泉水에서 pH 6.8~7.2範圍가 41.56%로 가장 많은 分布를 보였고

Table 1. General Sanitary Conditions in Mineral Water

District	pH	Cl ion (ppm)	NO ₃ ion (ppm)	Amount of KMnO ₄ Consumed (ppm)	Total Hardness (ppm)
Jongro	6.67±0.14	10.60±0.0	4.03±1.91	1.80±0.39	25.33±1.76
N=3	6.4~6.9	10.6~10.6	0.1~6.0	1.0~2.2	22~28
Jung	6.82±0.27	17.73±4.36	4.75±0.94	2.30±0.43	46.50±1.24
N=4	6.0~7.1	10.6~28.4	2.0~6.0	1.3~3.2	24~78
Dongdaemun	7.08±0.11	11.34±2.61	2.88±0.57	1.40±0.28	26.80±5.03
N=5	6.8~7.4	7.1~21.3	0.6~5.0	0.6~2.2	16~44
Seodaemun	6.69±0.13	11.08±1.67	2.50±0.87	1.30±0.28	27.50±3.65
N=8	6.0~7.3	7.1~21.3	0.1~3.5	0.6~2.5	18~42
Seongdong	6.80±0.19	8.85±1.75	0.60±0.39	0.80±0.19	22.00±7.10
N=2	6.6~7.0	7.1~10.6	0.2~1.0	0.6~1.0	16~28
Yongsan	6.70±0.13	19.88±6.85	7.04±2.16	2.36±0.55	43.20±11.23
N=5	6.3~7.1	7.1~42.6	1.6~13.0	1.3~4.1	16~72
Dobong	6.93±0.09	12.89±1.58	2.31±0.46	1.21±0.19	28.71±3.74
N=17	6.3~7.8	7.1~39.0	0.1~5.0	0.2~3.2	14~62
Seongbug	6.95±0.11	22.59±5.09	6.03±1.62	2.26±0.36	46.75±8.99
N=8	6.4~7.3	10.6~49.6	1.4~14.0	1.3~4.1	18~90
Yeongdeungpo	7.03±0.14	7.97±0.87	0.19±0.13	0.70±0.01	31.50±8.86
N=4	6.8~7.4	7.1~10.6	0.02~0.6	0.6~1.0	20~58
Gangnam	6.27±0.43	13.58±1.68	1.70±0.86	1.35±0.29	36.33±5.11
N=6	4.4~6.9	10.6~21.3	0.8~6.0	1.0~2.8	26~56
Gwanag	6.23±0.12	11.33±1.43	1.69±0.45	1.38±0.28	29.47±4.19
N=15	6.4~6.9	7.1~24.8	0.01~6.0	0.6~4.7	16~84
Avg. N=77	6.70±0.06	13.62±0.99	2.93±0.36	1.50±0.11	32.94±2.04

Mean ± SE.

pH 6.3~6.7에서는 35.06%, pH 6.2以下는 11.69%이였으며 pH 7.8以上은 1.29%에 지나지 않았다. 水質基準의 限界인 pH 5.8以下의 境遇는 2.59%로서 江南과 冠岳區에서 各各 1.29%씩 나타내었다. 그러므로 鑛泉水의 鹽素消毒時에는 注入鹽素量을 決定하는데 있어서 pH測定을 同時에 實施하여야 할 것이다.

鹽素이온 : 鑛泉水의 鹽素이온은 平均 13.62±0.99 (SE)ppm로서 7.1~49.6ppm의 變動範圍를 나타내었다 이는 井戶水의 境遇^{4,5,6)} 보다는 낮았으나 鑛泉水의 11.8ppm¹⁾ 보다는 약간 높은 傾向이었다.

地域別로는 城北區가 22.59±5.09ppm로 가장 높았고 永登浦區에서는 7.97±0.87ppm로 가장 낮았다. 鹽素이온의 分布는 10.1~20.0ppm가 49.35%로 가장 많았고 10.0ppm以下는 31.17%, 그리고 30.0~50.0ppm의 경우는 5.19%를 나타 내었으며 50.1ppm以上은 檢出할 수 없었다.

鹽素이온 30ppm以上인 경우 實際적으로 大腸菌群 汚染에 起因한 경우가 많다는 報告⁷⁾와는 달리 本試驗

에서는 大腸菌群 陽性 50個중 10.1~20.0ppm의 경우에서 52.0%가 大腸菌群 陽性이였으며 30.1ppm以上에서는 6.0%에 不過한 바 鹽素이온에 따른 大腸菌群 汚染率은 井戶水의 경우와 相異한 것 같다.

窒酸性窒素 : 鑛泉水의 窒酸性窒素는 平均 2.93±0.36(SE)ppm로서 0.01~14.0ppm의 範圍를 나타내었다. 이는 井戶水의 3.19±0.15ppm³⁾과는 類似하였으나 鑛泉水에서의 1.1ppm¹⁾ 보다는 상당히 높았다.

地域別로는 龍山區가 7.04±2.16ppm로 가장 높았고 永登浦區에서는 0.19±0.13ppm로 가장 낮았다. 窒素性窒素의 分布는 1.1~10.0ppm가 57.14%로 가장 많았고 1.0ppm以下는 37.66%이었다. 그리고 水質基準의 限界인 10.0ppm以上의 경우는 5.19%를 나타 내었는데 이는 井戶水에서의 7.62%³⁾ 보다는 낮았다.

KMnO₄消費量 : 鑛泉水의 KMnO₄消費量은 平均 1.50±0.11(SE)ppm로서 0.2~4.7ppm의 變動範圍를 나타 내었는데 이는 1969年의 4.8ppm¹⁾보다 상당히 낮았다. 地域別로는 龍山區가 2.36±0.55ppm, 中區는 2.30±0.

43ppm 그리고 城北區가 2.26 ± 0.36 ppm의 順으로 比較的 높았고 城東과 永登浦區에서는 各各 0.80 ± 0.19 및 0.70 ± 0.01 ppm로 가장 낮았다.

KMnO₄消費量의 分布에 있어서는 1.0ppm이하의 경우 49.35%로 가장 많았고 1.1~2.0ppm은 25.97%로서 消費量이 높을 수록 分布率은 낮아지는 傾向을 보였다. 그리고 水質基準의 限界인 10ppm以上の 경우는 檢出할 수 없었다.

申⁵⁾은 井戶水에서 1.1~2.0ppm의 경우가 51.4%라고 한 바에 의하면 鑛泉水가 井戶水보다 상당히 낮음을 알 수 있다.

總硬度: 鑛泉水의 總硬度는 平均 32.94 ± 2.04 (SE) ppm로서 14~90ppm의 變動範圍를 나타 내었다. 이는 鑛泉水의 54.0ppm¹⁾과 井戶水의 경우^{3,4,5)}보다 훨씬 낮았다. 地域別로는 城北區와 鍾路區에서 各各 46.75 ± 8.99 및 46.50 ± 1.24 ppm로 가장 높았고 城東區는 22.00 ± 7.10 ppm로 가장 낮았다.

總硬度的 分布狀態는 10~30ppm이 67.53%, 31~50ppm이 15.58%의 順으로 濃度가 높을 수록 分布率은 낮아지는 傾向을 보였으며 300ppm以上の 경우는 檢出할 수 없었다.

한편 鑛泉水의 鹽素이온과 總硬度的의 相關關係를 본다 相關係數 r가 0.87(p<0.01)로서 正相關을 이루었으며 總硬度(Y)=1.78 鹽素이온(X)+8.70의 回歸方程式을 얻을 수 있었다.

亞窒酸性窒素: 鑛泉水중에서 亞窒酸性 窒素가 檢出되는 경우는 總77個중 74.03%로서 이중 大腸菌群 陽

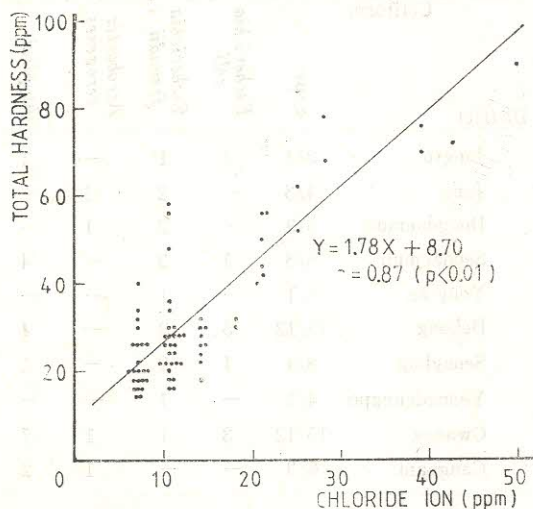


Fig. 1. Relationship between total hardness and chloride ion.

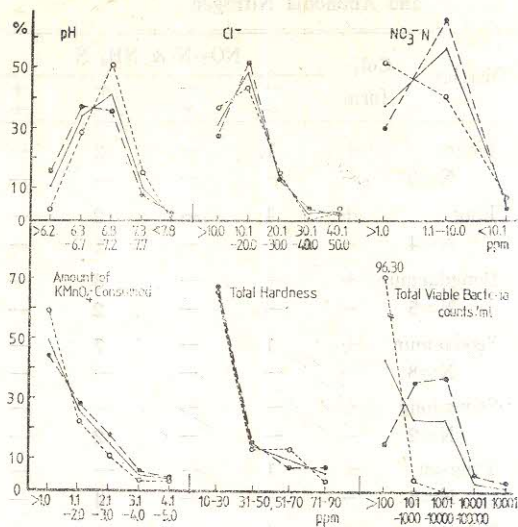


Fig. 2. Distribution of coliforms related to pH value, chloride ion, nitrate nitrogen, amount of KMnO₄ consumed, total hardness and total viable bacteria.

- --- ●, coliform positive of 50 cases;
- ○, coliform negative of 27 cases;
- — —, means of 77 cases.

性은 64.91%이었다. 이는 井戶水의 경우³⁾ 亞窒酸性窒素가 檢出되는 67.59%보다는 높았으며, 大腸菌群 陽性率 69.78%보다는 약간 낮은 것이었다. 地域別로는 西大門區의 87.50%를 비롯하여 鍾路 및 道峰區의 順으로 檢出되었으며 城南, 龍山 및 永登浦區등에서는 陰性을 나타내었다.

암모니아性窒素: 鑛泉水중에서 암모니아性 窒素가 檢出되는 경우는 總77個중 6.49%이었으며 이중 大腸菌群 陽性은 80.0%를 나타내었다. 이는 井戶水³⁾에서의 檢出率 47.97%보다는 훨씬 낮았으며 大腸菌群 陽性率 71.62%보다는 약간 높은 傾向을 보였다. 地域別로는 永登浦, 冠岳, 그리고 道峰區등에서 檢出되었으나 其他地域에서는 陰性을 나타내었다.

亞窒酸性窒素와 암모니아性窒素의 檢出率: 同時에 檢出되는 경우는 總77個중 3.89%로서, 地域別로는 冠岳區에서 15個중 13.33%, 道峰區에서는 17個중 5.88%로 이들은 全部 大腸菌群 陽性을 나타내었다. 이는 井戶水의 경우³⁾ 同時 檢出率 35.01%보다는 훨씬 낮았고 大腸菌群 陽性率 76.39%보다는 上廻하고 있었으나 同時 檢出되는 井戶水에서는 大腸菌群이 全部 陽性이었다는 成績⁴⁾과는 一致되고 있었다.

亞窒酸性窒素와 암모니아性窒素가 同時에 不檢出

Table 2. Distribution of Coliform Related to Nitrite and Ammonia Nitrogen

District	Coli-form	NO ₂ -N & NH ₃ -N			
		-	-	+	+
Jongro N=3	+	1	-	2	-
Jung N=4	+	1	-	2	-
Dongdaemun N=5	+	-	-	3	-
Seodaemun N=8	+	1	-	7	-
Seongdong N=2	+	-	-	-	-
Yongsan N=5	+	1	-	-	-
Dobong N=17	+	1	-	10	1
Seongbug N=8	+	1	-	3	-
Yeongdeupo N=4	+	-	1	-	-
Gangnam N=6	+	1	-	2	-
Gwanag N=15	+	5	-	5	2
Subtotal	+	12	1	34	3
	-	6	1	20	-
Total % N=77		18	2	54	3
		23.38	2.59	70.13	3.89

되는 경우는 23.38%이었으며 이중 66.67%가 大腸菌群 陽性이었다. 이는 井戶水의 경우³⁾ 同時 不檢出率 19.45%와 이중 54.17%가 大腸菌群 陽性인것 보다는 높게 나타나고 있었다. 地域別로는 冠岳區에서 15個중 53.33%로 가장 많이 不檢出되었으며 이중 62.50%가 大腸菌群 陽性을 보였고 其他 東大門과 城東區등에서는 確認할 수 없었다.

한편 亞窒酸性窒素 不檢出과 암모니아성窒素 檢出경우는 全體중 永登浦區에서만 2個所로서 2.59%이었으며 이중 50.0%가 大腸菌群 陽性이었다. 反對로 亞窒酸性窒素 檢出과 암모니아성窒素 不檢出의 경우는 70.13%이었고 이중 62.96%가 大腸菌群 陽性이었다. 地域別로는 東大門, 西大門, 道峰 및 龍山區등에서 比較的 많이 確認할 수 있었으며 이중 西大門區에서 87.50%의 大腸菌群 陽性率을 보였으나 城東, 龍山 및 永登

浦區등에서는 大腸菌群이 檢出되지 않았다.

一般細菌數 : 鑛泉水중에 一般細菌數가 ml當 100個以下인 경우는 總77個중 44.16%로서 이중 76.47%가 大腸菌群 陰性이었다. ml當 100~1,000個인 경우는 24.68%로서 5.26%가 大腸菌群 陰性이었으나 ml當 1,000個以上인 경우에는 全部 大腸菌群 陽性을 나타내었다.

코⁴⁾은 都市우물에서 一般細菌數 ml當 100個以下가 35.7%라고 하였으며 金등⁵⁾은 農村우물에서 22.7%라고 報告한 바에 의하면 鑛泉水가 一般細菌의 汚染이 훨씬 낮음을 알 수 있다.

大腸菌群 : 鑛泉水중에 大腸菌群 陽性率은 64.94%로서 井戶水의 경우 65.32%³⁾와 거의 一致되고 있었다. 地域別로는 鍾路와 西大門區에서 全部 大腸菌群 陽性을 나타내었고 冠岳, 中區 및 道峰區등에서는 70.0%以上이었다.

檢出된 大腸菌群을 IMViC test에 의하면 *E. coli*가 22.0%, *E. freundii*는 32.0%, *A. aerogenes*는 8.0% 그리고 鑑別되지 않은 경우가 38.0%로서 32.0%가 土壤基因性大腸菌으로 汚染되었음을 나타내고 있었다. 이를 都市우물에서의 大腸菌群 陽性率 48.4%중 *E. coli*는 18.3%⁶⁾ 그리고 農村우물에서의 大腸菌群 陽性率 92.1%중 *E. coli*가 7.6%⁶⁾인 경우와 比較하면 農村우물보다는 높았으나 都市우물의 경우보다는 낮은 汚染率을 보여 주고 있다.

그리고 地域別로는 道峰區에서 大腸菌群 陽性率

Table 3. Types of Coliform Organisms Isolated from Mineral Water

District	S/P*	Coliform			
		<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia freundii</i>	<i>Aerobacter aerogenes</i>	Atypical
Jongro	3/3	1	1	-	1
Jung	4/3	-	2	1	-
Dongdaemun	5/3	-	2	1	-
Seodaemun	8/8	1	3	-	4
Yongsan	5/1	-	1	-	-
Dobong	17/12	5	3	-	4
Seongbug	8/4	1	2	-	1
Yeongdeungpo	4/1	-	1	-	-
Gwanag	15/12	3	1	1	7
Gangnam	6/3	-	-	1	2
Total	77/50	11	16	4	19

S/P*: Number of sample/Coliform positive.

70.59%중 *E. coli*가 41.67%로 가장 많았고 中區, 東大門, 龍山, 永登浦 및 江南區등에서는 檢出할 수 없었다, 이는 아마도 市民이 가장 많이 利用하는 道峰山一帶의 利用者들이 糞尿放流에 對한 衛生的 觀念의 缺與에서 오는 것 같이 생각된다. 故로 自然保護 campaign의 一環으로서 化粧室 施設의 補完과 아울러 利用者나 管理者에게 좀더 公衆衛生觀念을 傾注시켰으면 좋을 것으로 思料되는 바이다.

한편 鑛泉水의 理化學的 分析値와 大腸菌群이 檢出되는 경우와의 關係를 보면 pH 6.3~7.2의 範圍에서 74.0%, 鹽素이온은 10.1~20.0ppm에서 52.0%를 頂點으로 10.0ppm以下에서는 28.0%, 窒酸性窒素은 1.1~10.0ppm에서 66.0%, $KMnO_4$ 消費量은 1.0ppm以下의 경우 44.0%, 그리고 總硬度에 있어서는 10~30ppm에서 68.0%로 各各 大腸菌群陽性率이 높게 나타나고 있어 大部分 水質分折値의 濃度와 $KMnO_4$ 消費量이 增加 할수록 大腸菌群 陽性率은 減少하는 傾向을 보였다.

結 論

서울市內에 散在되어 있는 總77個 鑛泉水에 對하여 飲料適否試驗을 試圖한 바 다음과 같은 結論을 얻었다

1. 서울市內 井戶水에 비하여 亞窒酸性窒素 檢出경우와 암모니아 및 亞窒酸性窒素가 同時에 不檢出되는 경우를 除外하고는 全部 낮았다.

2. 理化學的 汚染으로 飲用に 不適合한 것은 11.69%, 消毒을 要하는 경우는 58.44%, 그리고 飲用可能

한 鑛泉水는 29.87%이었다.

參 考 文 獻

1. 吳英根, 金鍾奭, 尹源庸, 林鳳澤, 李康文, 李靜子: 서울特別市一圓의 鑛泉水 調查研究. 서울特別市衛生試驗所報, 5:115, (1969).
2. APAH, AWWA, WPCF: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 13th ed., Washington, D.C. (19a1).
3. 龍萬重, 朴相賢, 李圭南, 朴在柱: 1977年 서울市內 井戶水의 衛生學的 調查研究. 서울特別市保健研究所報, 13:101, (1977).
4. 金弘, 鄭文植, 李容旭: 서울市 井戶에 對한 環境衛生學的 調查研究. 公衆保健雜誌, 10:270 (1973)
5. 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特別市 保健研究所報, 13:83, (1977).
6. 尹忠燮: 都市우물의 疫學的 調查研究. 現代醫學, 9:251, (1968).
7. 池吉淳: 衛生化學, 東明社, 서울, pp. 354-378, (1969).
8. 申嘽鎭: 서울市內 井戶水의 鹽素要求量에 關한 研究. 公衆保健雜誌, 5:181, (1968).
9. 金鍾冕, 李正鎬, 李英承, 梁弘鉉: 農村우물의 環境衛生學的 調查研究. 全北大學校 農大論文集, 4:52, (1973).