

## 一部 農村地域의 井戶에 對한 環境衛生學的 調查研究

서울保健專門學校

李 盛 鎬 · 金 善 憲

A study on the sanitary condition of wells in a rural area, Korea.

Sung Ho Lee · Sun Deuk Kim.

Seoul Health Junior College

### Abstract

A study was carried out to investigate the sanitary condition of 107 wells in Jungil Ri, Kyunggi province and Daeso Ri, Choongbuk province, from July 1, to August 30, 1975.

In this study, coliform groups were examined by the membrane filter method as well as general sanitary condition, pH value, ammonia nitrogen, hardness and water temperature.

The following results were obtained:

1. Average value of general sanitary condition in the wells were 15°C in temperature, pH 6.4, hardness 124ppm and Cl ion 34ppm.
2. Coliform group was positive at all out of 30 open wells and 33 out of 45 pumped wells, while only 7 out of 32 tap water in the simple typed water supply system showed the evidence of coliform groups.
3. The positive rate of ammonia nitrogen revealed 13% out of 107 wells and that of nitrite nitrogen was 36.4% and 6 wells rate of 5.6% were ammonia nitrogen and nitrite nitrogen positive at same time.
4. Coliform group positive of 32 tap water in the simple typed water supply system 3(27%) out of 11 samples with no residual chlorine, 3(17%) out of 17 with 0.1 to 0.5ppm, 1 out of 3 with 0.6 to 1.0 ppm and none out of 1 with 1.1 to 1.5 ppm.

### 緒 論

우리나라 農村地域의 飲料水는 대개 井戶水에 依存하고 있는데 대부분의 井戶水는 設置當時 衛生的인 施設을 함으로써 安全給水를 할 수 있다고 하나 現在 使用되고 있는 大部分의 井戶水가 衛生的인 施設를 갖추지 못한 형편이므로 井戶水의 汚染에 대한 環境衛生學的 管理가 要求되고 있다<sup>1,2,3)</sup>. 非衛生的인 汚染水는 여러가지 傳染病의 媒介體가 되어 疾病發生의 要因으

로 지적되기도 하며 특히 夏節期의 水因性 傳染病 發生은 國家防疫面에서 많은 問題點을 일으키므로 飲料水의 衛生學的 處理에 對한 關心度가 높다<sup>1,2,3)</sup>. 上水道의 設置로 安全給水의 惠澤을 받고있는 사람은 全國民의 36%程度이고 나머지 64%가 아직 井戶水 등을 日常用水로 使用하고 있다<sup>4)</sup>. 그러므로 물에 對한 各種 調査는 隨時로 必要할 뿐만 아니라 國民保健學의 意義있는 일이라 하겠다<sup>5)</sup>. 井戶水는 地下水의 環境條件에 따라 衛生學的 意義를 달리하고 있으므로 環境衛生學的 調査의 必要性이 있어 여러 研究者에 依하여 물

의 생물, 化學的 汚染度는 比較的 많이 究明되고 있다<sup>1,2,3)</sup>. 그러나 물은 隨時로 그 汚染度에 變化를 가져오므로 定期的이고 連續的인 調査로 研究되어야 한다. 그래서 著者는 一部 農村地域을 中心으로 井戶水의 種類와 構造에 따른 生物, 化學的 汚染度를 調査하였기에 水質管理面에 도움이 되기를 바라면서 그 成績을 報告한다.

## 調査對象 및 方法

### 1. 調査對象

本實驗은 忠北 中原郡 대소리와 京畿道 利川邑 증일리에 散在한 井戶水를 對象으로 調査하였다. 調査한 井戶는 大部分 淺井에 屬하는 dug well이며 構造型式으로 미루어 衛生上 貧弱한 施設을 갖춘 것으로 一般 農村地域에서 흔히 볼 수 있는 井戶이다. 대소 1리는 1970年 簡易上水道 設置地域이므로 簡易上水道水 32個所와 대소 2리의 30個所, 증일 1리의 19個所, 증일 2리의 26個所는 open well이 30個所이고 pumped well이 45個所로써 總 107個所의 井戶水를 對象으로 하였다. (Table 1. 參照)

### 2. 調査方法

#### (1) 檢水의 採取

1975年 7月 1일부터 8月 30日까지 3회에 걸쳐 滅菌한 共栓유리瓶을 使用하여 採水하였으며 簡易上水道水와 pumped well은 5分間 放流後 採水하고 open well은 採水中 發生할 수 있는 汚染을 防止하기 爲하여 滅菌한 檢水瓶을 줄에 매어 井戶水의 30cm 깊이에서 採水하였다<sup>6-14)</sup>.

#### (2) 大腸菌群 檢査

檢水 100ml를 採水한 現場에서 Membrane filter法에 依하여 Millipore membrane filter에 濾過시킨다. 지름 47mm의 滅菌된 plastic dish에 absorbent pad를 넣고 約 6ml의 amplex에 든 M-endo broth를 加하여 pad가 충분히 broth에 묻히도록 한다. 이 pad 위에 濾過시킨 membrane filter를 넣고 dish의 뚜껑을 닫는다. 이 dish를 37±2°C의 incubator에 거꾸로 넣고 24時間 培養시킨다. Filter表面에 생긴 黑紫色 金屬性 光澤있는 集落을 세어서 大腸菌群數를 算出하였다<sup>10-14)</sup>.

#### (3) 一般的인 水質檢査

i) 水溫 및 pH: 水溫은 現場에서 1/2°C 눈금의 棒狀 溫度計로 測定하고 pH는 pH meter(Corning-EEL, Model 5)로 測定하였다<sup>6-9)</sup>.

ii) 硬度: 檢水 50ml에 D.W.를 加하여 全量을 100ml로 한 후 10% KCN 5滴을 加하여 N/50 MgCl<sub>2</sub> 1ml와 Ammonia buffer solution 2ml 및 Eriochrome black T

(C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>N<sub>8</sub>O<sub>7</sub>S) 試液 5~6滴 加한 후 1/100M Ethylene diamine tetra acetic acid液으로 適定하여 CaCO<sub>3</sub>(ppm)로 算出하였다<sup>6-9)</sup>. CaCO<sub>3</sub>(ppm)=(a-1)×1,000/50

iii) 鹽素이온: 檢水 50ml에 K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>試液 0.5ml을 加한 후 0.014N AgNO<sub>3</sub>로 適定하여 算出하였다<sup>6-9)</sup>. Cl<sup>-</sup>(ppm)=a×1,000/50×0.3546.

iv) 殘留鹽素: 檢水 10ml를 Hellige pocket comparator의 한 cell에 넣고 1ml Orthotolidine試液를 加한 후 잘 섞어 두었다가 3~4分後 比色 定量하였다<sup>6-9)</sup>.

v) Ammonia性 窒素: 檢水 50ml에 주석산칼륨 나트륨(C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>KNa·4H<sub>2</sub>O) 試液 2ml을 加하고 Nessler 試液 1ml를 加하여 着色有無로 鑑識하였다<sup>6-9)</sup>.

vi) 亞窒酸性 窒素: 檢水 50ml에 Griess Romijn 試藥 0.3g을 加한 後 10分間 靜置한 후 着色有無로 鑑識하였다<sup>6-9)</sup>.

Table 1. The number of public wells in the surveyed area.

Name of Dong	Population	No. of well	Kind of wells
Daeso 1 Ri	3,841	32	Simple typed water supply system
Daeso 2 Ri	3,625	30	Open wells & pumped wells
Jungil 1 Ri	3,121	19	
Jungil 2 Ri	3,488	26	
Total	14,075	107	

## 調査成績 및 考察

### 1. 地域別 井戶水의 一般的인 檢査

一般的인 檢査에 依한 107個井戶水의 水質은 Table 2.와 같다. 井戶水의 大腸菌群數는 100ml當 平均 32個가 檢出되었으며 대소 1리가 23個로 가장 낮았고 증일 2리가 58個로 가장 높았다. 井戶水의 水溫은 平均 15°C 이었고 pH는 平均 6.4로써 弱酸性이었다. 이중 水道法<sup>5)</sup>에 依한 水質基準值인 pH 5.8以下인 井戶水는 2個로써 1.8%이었고 pH 7.0以上으로써 弱 Alkali性 井戶水는 5個로써 4.6%로 나타났으나 pH 8.0以上인 井戶水는 없었다. 이 成績은 金<sup>15)</sup>의 서울市 井戶水의 調査值인 pH 5.8以下의 井戶水 4.9%와 李<sup>16)</sup>의 서울市 井戶水의 調査值인 pH 5.8以下의 井戶水 6.5%보다는 낮은 수치였다. 水質의 硬度는 平均 124ppm으로써 水質基準值 300ppm를 超過하는 井戶水가 없었으며 鹽素이온도 平均 34ppm으로써 水質基準值 150ppm를 超過하는 井戶水는 없었다. 이 成績도 金<sup>15)</sup>의 水質基準值 以上の 硬度를 보인 井戶水 8.9%와 李<sup>16)</sup>의 8.8% 보다

Table 2. General sanitary condition in the public wells.

Area	Item	No. of coliform colony/100ml	Temperature (°C)	pH	Hardness (ppm)	Cl ion (ppm)	No. of well with NH <sub>3</sub> -N		No. of well with NO <sub>2</sub> -N	
							Negative	Positive	Negative	Positive
Daeso 1 Ri	Mean	23	15	6.4	121	24	32	0	31	1
	Range	0-58	13-17	5.8-7.0	97-207	11-50				
Daeso 2 Ri	Mean	31	16	6.4	129	30	27	3	25	5
	Range	0-125	12-18	5.7-7.1	50-217	15-73				
Jungil 1 Ri	Mean	28	16	6.4	125	39	17	2	16	3
	Range	0-84	10-17	5.8-6.9	75-210	7-83				
Jungil 2 Ri	Mean	58	15	6.5	127	40	23	3	19	7
	Range	21-150	11-17	5.5-7.2	63-200	25-92				
Total	Mean	32	15	6.4	124	34	99	8	91	16
	Range	0-150	10-18	5.5-7.2	50-217	7-92				

낮은 수치였으며 鹽素이온은 李<sup>10)</sup>의 調査値와는 同一한데 비해 金<sup>15)</sup>의 調査値보다는 낮은 수치이었다. 한편 Ammonia性 窒素가 陽性으로 檢出된 井戶水는 8個로써 全體의 7.5%이었으며 亞窒酸性 窒素가 陽性으로 檢出된 井戶水는 16個로써 全體의 15%이었으나 이는 金<sup>15)</sup>, 尹<sup>16)</sup>, 申<sup>19)</sup> 등의 調査値에 비해 Ammonia性 窒素의 陽性率은 낮은 反面에 亞窒酸性 窒素의 陽性率은 높았

本 調査에 依한 大腸菌群의 檢出率을 볼 때 簡易上水道는 32個中 25個(78.1%)가 大腸菌群 陰性이며 펌프裝置한 井戶水는 45個中 12個(26.6%)가 陰性인데 비해 一般井戶水는 30個가 全部 大腸菌群 陽性으로 나타났다. 이 成績은 金<sup>15)</sup>의 서울市 井戶水의 調査値인 펌프裝置 井戶水의 21.3%와 一般井戶水의 100% 大腸菌群 陽性率과 비슷한 檢出率이었으며 盧<sup>20)</sup>의 서울市 千戶

Table 3. Coliform group and the type of wells in the surveyed area.

Type	No. of coliform per 100ml			
	Open well	Pumped well	Simple typed water supply system	Total
	No. of sample (%)	No. of sample (%)	No. of sample (%)	No. of sample (%)
Negative	—	12 (26.6)	25 (78.1)	37 (34.6)
1-20	—	9 (20.0)	4 (12.5)	13 (12.2)
21-40	4 (13.3)	7 (15.6)	2 (6.3)	13 (12.2)
41-60	8 (26.7)	6 (11.1)	1 (3.1)	14 (13.1)
61-80	5 (16.7)	5 (11.1)	—	10 (9.3)
81-100	7 (23.3)	4 (8.9)	—	11 (10.3)
Above 101	6 (20.0)	3 (6.7)	—	9 (8.3)
Total	30 (100)	45 (100)	32 (100)	107 (100)

다. 이처럼 낮은 調査成績은 調査日程이 夏節期이므로 水量에 많은 差異가 있음과 이 地域이 他地域에 비해 비교적 良好한 水質을 갖고 있음을 알 수 있었다.<sup>16,17,20,21)</sup>

## 2. 井戶의 構造와 大腸菌群數

井戶의 構造에 따른 井戶水의 大腸菌群 汚染狀態를 比較 觀察해보면 Table 3과 같이 施設이 不良한 一般井戶水에 비해 펌프를 裝置한 井戶水와 簡易上水道水에서는 比較的 적은 大腸菌群의 檢出을 볼 수 있었다.

洞 井戶水의 調査値인 펌프裝置井戶水의 28.6%와 一般井戶水 93.4% 大腸菌群 陽性率보다는 比較的 높은 檢出率을 보였다. 이 調査成績으로 보아서 簡易上水道나 펌프裝置의 井戶水는 使用中 汚染의 機會가 거의 없으나 一般井戶水는 各種飲食 및 洗濯物을 洗濯한 후 汚染된 두레박을 그대로 反復使用하므로 이런 結果가 나왔다고 생각된다. 이것으로 미루어 보아서 一般井戶는 펌프裝置井戶나 簡易上水道에 비해 非衛生的이었으며 上水施設 前段階로써 一般井戶는 펌프裝置井戶나 簡易

Table 4. The number of coliform group count in relation to ammonia nitrogen and nitrite nitrogen.

No. of coliform per 100ml	NH <sub>3</sub> -N		NO <sub>2</sub> -N		Total
	Negative	Negative	Positive	Positive	
Negative	26(43.3)	11(33.3)	—	—	37
1-20	9(15.0)	4(12.2)	—	—	13
21-40	8(13.3)	5(15.1)	—	—	13
41-60	7(11.7)	6(18.1)	1(12.5)	—	14
61-80	4(6.7)	2(6.1)	2(25.0)	2(33.3)	10
81-100	5(8.3)	3(9.1)	2(25.0)	1(16.7)	11
Above 101	1(1.7)	2(6.1)	3(37.5)	3(50)	9
Total	60(100)	33(100)	8(100)	6(100)	107

上水道로 代置할 必要가 있다고 본다<sup>15-21)</sup>.

### 3. Ammonia性 窒素와 亞窒酸性 窒素의 檢出率과 大腸菌群數

Ammonia性 窒素와 亞窒酸性 窒素의 檢出率에 따른 大腸菌群의 檢出은 Table 4와 같은 關係를 갖고 있었다. 즉 Ammonia性 窒素와 亞窒酸性 窒素가 모두 檢出되지 않는 60個의 井戶水 중에서 34個(56.5%)의 井戶水가 大腸菌群이 檢出되었고 Ammonia性 窒素와 亞窒酸性 窒素가 同時에 檢出된 6個의 井戶水에서는 全部 大腸菌群이 檢出되었다. 그리고 Ammonia性 窒素가 陰性이고 亞窒酸性 窒素가 陽性인 33個의 井戶水 중에서 22個(66.7%)의 井戶水 大腸菌群 陽性이었으며 Ammonia性 窒素가 陽性이고 亞窒酸性 窒素가 陰性인 8個 井戶水에서는 全部 大腸菌群 陽性이었다. 水道法<sup>5)</sup>의 水質基準에는 Ammonia性 窒素와 亞窒酸性 窒素가 同時에 檢出되어서는 안된다고 하였으나 本 實驗 結果 6

에서 大腸菌群 陰性으로 나타났다. 또 金<sup>15)</sup>의 調査値는 亞窒酸性 窒素가 檢出되는 井戶水에서 26.7%가 大腸菌群 陰性으로 나타났다고 報告하고 있어 本 調査値와 비슷한 檢出率을 볼 수 있었다<sup>1,15,20,21)</sup>

### 4. 殘留鹽素의 濃度別 大腸菌數

調査對象中 大소 1리는 1970年 簡易上水道를 設置한 地域으로 이 地域의 家庭別 簡易上水道水 32個所의 大腸菌群을 調査한 結果 大腸菌群 陰性率은 78.1%이었다. 이것을 殘留鹽素의 檢出濃度別로 調査한 成績은 Table 5.와 같았다.

殘留鹽素가 전혀 檢出되지 않은 11個檢水中 3個(27%)에서 大腸菌群 陽性으로 나타났으며 殘留鹽素가 0.1~0.5ppm으로 檢出된 17個중에서 3個(17%), 0.6~1.0 ppm으로 檢出된 3個중에서 1個가 大腸菌群 陽性이었다. 鄭<sup>22)</sup>의 서울市 上水道水의 調査에서는 殘留鹽素가 전혀 檢出되지 않는 地域의 17%, 0.1~0.5ppm에서 16

Table 5. The number of coliform group in 100ml tap water by the concentration of residual chlorine.

Res. chlor. in ppm	Coliform group		Other microorganism(%)	Total(%)
	Negative(%)	Positive(%)		
0.0	7	3(27)	1	11
0.1-0.5	13	3(17)	1	17
0.6-1.0	2	1	—	3
1.1-1.5	1	—	—	1
Total	23(71.9)	7(21.9)	2(6.2)	32(100)

個(5.6%)의 井戶水가 이 基準値를 超過하고 있었다. 이는 金<sup>15)</sup>의 서울市 井戶水의 調査値인 5.8%와 比較的 근사한 수치였다. 한편 亞窒酸性 窒素가 檢出되는 井戶水는 一般적으로 大腸菌群에 汚染되어 있다고 하였으나<sup>1,2,3)</sup> 本 實驗에서는 33個의 井戶水에서 亞窒酸性 窒素가 檢出되었으나 그 중 11個(33.3%)의 井戶水

%, 0.6~1.0ppm에서 6%가 大腸菌群 陽性으로 報告하고 있어 殘留鹽素가 檢出되는 곳과 檢出되지 않는 곳 사이의 大腸菌群의 陽性率은 별 差異가 없다고 하였는데 비해 本 調査成績에서는 약간의 差異가 있음을 볼 수 있었다. 한편 殘留鹽素가 水道法<sup>5)</sup>에 規定한 0.2ppm 以上 檢出되는 곳에서도 大腸菌群이 檢出되었음은 殘

留鹽素가 수도꼭지와 수도꼭지에 比較的 가까운 곳에 汚染된 大腸菌을 죽일 수 있는 時間的인 여유가 없었다는 것으로 생각된다<sup>21, 22, 23)</sup>. 또 殘留鹽素가 檢出되지 않는 곳이 있는 것은 配水池에서 수도꼭지까지 오는 동안 없어진다고 보겠다<sup>19, 21)</sup>. 鄭<sup>25)</sup>의 調査值에 依하면 殘留鹽素는 地理的 特性, 汚染率, 水溫, pH에 따라 相異해서 鹽素 投入後 1~2日 사이에 各各 相異하게 殘留鹽素가 나타난다고 하였으며 一般井戶水나 펌프裝置한 井戶水나 簡易上水道水의 鹽素要求量에는 有意한 差異가 없었다고 報告하였다<sup>19, 21, 21, 25)</sup>.

## 結 論

著者는 1975年 7月 1일부터 8月 30日까지 3회에 걸쳐 忠北 中原郡 대소리와 京畿道 利川邑 중일리에 散在한 簡易上水道水, 펌프裝置 井戶水 및 一般井戶水 107個所를 對象으로 一般의인 水質檢査와 大腸菌群 檢査等 環境衛生學的 檢査를 한 結果는 다음과 같다.

1. 井戶水의 一般의인 水質은 水溫이 15°C, pH가 6.4, 硬度가 124ppm이었고 鹽素이온이 34ppm이었다.

2. 井戶의 構造別로 본 大腸菌群의 陽性率은 簡易上水道水에서 34個중 7個(21.9%), 펌프裝置 井戶水는 45個중 33個(73.4%)인데 比較 一般井戶水는 30個 全部 大腸菌群 陽性이었다.

3. Ammonia性 窒素의 陽性率은 13%이었고 亞窒酸性 窒素의 陽性率은 36.4%이었으며 Ammonia性 窒素과 亞窒酸性 窒素가 同時에 檢出된 井戶水는 6個(5.6%)이었다.

4. 簡易上水道水 32個所에서 殘留鹽素가 전혀 檢出되지 않은 11個중 3個(27%)가 大腸菌群 陽性이었고 0.1~0.5ppm이 檢出된 17個 中에서 3個(17%), 0.6~1.0ppm이 檢出된 3個중에서 1個가 陽性이었으며 1.1~1.5ppm이 檢出된 1個는 陰性으로 나타났다.

## 參 考 文 獻

1. 權彝赫 ; 公衆保健學. 東明社, pp. 34~37, 1966.
2. V.M. Ehlers and E.W. Steel; Municipal and rural sanitation. 6th ed., McGraw-Hill Inc., pp. 66~90, 1965.
3. Earnest W. Steel; Water supply and sewage. 4th ed., McGraw-Hill Inc., pp. 161~170, 1960.
4. 合同通信社; 合同年鑑. p. 246, 1972.
5. 朴奉相; 環境衛生法 解說. 藥事研究社, pp. 1~21, 1971.
6. Am. Pub. Hlth. Ass.; Standard method for the

- examination of water, sewage and industrial wastes. 13th ed., pp. 42~131, 1971.
7. Galen W. Ewing; Instrumental method of chemical analysis. 1st ed., McGraw-Hill Inc., pp. 380~403, 1969.
8. A.O.A.C.; Official method of analysis. 11th ed., George banta Co. Inc., pp. 522~531, 1970.
9. 日本藥學會; 衛生試驗法 注解. 金原出版社, pp. 681~748, 1973.
10. USDHEW, PHS; Membrane filter techniques in water bacteriology. Cincinnati, pp. 5~12, 1970.
11. USDHEW, PHS; Current practices in water microbiology, Cincinnati, pp. 22~29, 1970.
12. Millipore; Biological analysis of water and waste water. Application manual, AM 302, 1973.
13. Headquarters, Department of the Army; Laboratory procedures in clinical bacteriology. TM 8-227-5, pp. 13~60, 1963.
14. Minist. Hlth.; The bacteriology examination of water supplies. HMSO, London, 1957.
15. 金弘外; 서울市 井戶에 對한 環境衛生學的 調査研究, 公衆保健雜誌, 10(1), pp. 27~32, 1973.
16. 李盛鎬 外; 서울 一部地域 井戶水의 量, 크롬含量 調査研究. 韓國環境衛生學會誌, 1, pp. 41~45, 1974.
17. 李盛鎬; 水菓類의 衛生學的 考察. 公衆保健雜誌, 9(2), pp. 318~323, 1972.
18. 尹忠燮; 都市 汚水의 疫學的 調査研究. 現代醫學, 9, pp. 351~354, 1968.
19. 申暎鎭; 서울市 井戶水의 監素要求量에 關한 研究. 公衆保健雜誌, 5(2), pp. 181~186, 1968.
20. 盧炳宜 外; 서울 千戶洞地域 井戶의 大腸菌 汚染調査. 韓國環境衛生學會誌, 1, pp. 28~31, 1974.
21. 金祥洽 外; 江原道 春城郡 新東地域의 共同井戶에 對한 環境衛生學的 調査研究. 公衆保健雜誌, 9(2), pp. 482~488, 1972.
22. 鄭文植 外; 서울市 水道水中 大腸菌群 調査研究. 最新醫學, 15(3), pp. 84~87, 1972.
23. WHO; International Standards for drinking water. 3rd ed., Geneva, p. 152, 1971.
24. 鄭文植 外; 慶南島嶼地域 井戶에 對한 環境 衛生學的 調査研究. 公衆保健雜誌, 9(1), pp. 133~138, 1972.
25. 鄭景洙 外; 江原道 春城郡 新東地域 井戶水의 鹽素要求量 및 鹽素消毒에 關한 調査研究. 公衆保健雜誌, 11(1), pp. 147~153, 1974.