

서울市内 井戸水の 大腸菌群 汚染度와 理化學的 調査 研究

細 菌 科
趙 南 俊

A Study on Coliform Contamination and Chemical Values of Wells in Seoul Area

Nam Joon Chough

Microbiology Division

= Abstract =

This survey was carried out to investigate the pH value, nitrogen(nitrite, nitrate), ammonia nitrogen, chloride ion, and hardness as chemical analysis and qualitative coliform test of the well water which were not detected the residual chlorine in Seoul city area during the period from March 1976 to February 1977, and to observe the differences for the each month and district.

The results obtained were as follows:

1. The positive rate of coliform group was 65.74% out of 683 wells. And the rate showed the difference among each month, and each district.
2. The positive rate of nitrite nitrogen revealed 70.57% of the all, and that of ammonia nitrogen was 36.75%, and 28.55% were ammonia nitrogen and nitrite nitrogen positive at same time.
3. An average of pH value was 6.48 ± 0.08 , and the cases of more than pH 8.0 in Korean drinking water standards were limited of 2.34% of the all. The differences among each month, and each district showed statistically significant ($p < 0.01$), respectively.
4. An average of nitrate nitrogen was 3.77 ± 0.60 ppm, the cases of more than 10.0 ppm were limit of 14.35%. The differences among each month, and district were highly significant ($p < 0.01$), respectively.
5. An average of chloride ion was 49.47 ± 7.00 ppm, and the cases of more than 150.0 ppm. were 4.83%. The difference among each district was statistically significant ($p < 0.01$), but it was not observed among each month.
6. An average of hardness was 106.49 ± 11.66 ppm, and 4.3% were found over 300.0 ppm. The difference among each month was significant ($p < 0.05$), and each district showed significant ($p < 0.01$)
7. The interrelation between chloride ion and hardness of wells revealed the positive correlation from the coefficient of it as showed as $r = 0.69$ and $p < 0.01$.
8. The well suitable to drink was 1.04% of the all, in cases of need for disinfection were 44.51%. On the other hand, the unsuitable wells to drink with chemical pollution showed 54.45%.

緒 論

물은 우리 人間生活에 必須不可缺한 要素로써, 國民 保健과 産業發達에 至大한 關係가 있음에도 不拘하고

자칫 물 管理의 소홀은 水因性傳染病을 憂延시켜 保健 衛生上 重要한 問題를 惹起시키고 있다^{1,2,3)}. 反面 철저한 물의 管理 및 衛生處理節次를 거친 給水는 腸系傳染 疾患의 發生率과 嬰幼兒 및 一般死亡率을 顯著히 減少시켰다는 報告¹⁾로 보아 飲料水問題는 食生活에 있어

Table 1. Distribution of Coliform in Relation to Nitrite Nitrogen and Ammonia Nitrogen with Each Month

Month	Coliform	NO ₂ -N NH ₃ -N	Negative		Negative Positive		Positive Negative		Positive Positive		Total	
			No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
76												
Mar. (43)	+		2	4.65	6	13.95	3	6.98	6	13.95	17	39.53
	-		10	23.26	7	16.28	4	9.30	5	11.63	26	60.47
Apr. (92)	+		12	13.04	4	4.35	23	25.00	20	21.74	59	64.13
	-		8	8.70	2	2.17	10	10.87	13	14.13	33	35.87
May (54)	+		2	3.70	—	—	16	29.63	17	31.48	35	64.81
	-		4	7.41	3	5.55	6	11.11	6	11.11	19	35.19
Jun. (94)	+		13	13.83	6	6.38	32	34.04	24	25.53	75	79.79
	-		1	1.06	2	2.13	14	14.89	2	2.13	19	20.21
Jul. (63)	+		12	19.05	—	—	32	50.79	5	7.94	49	77.78
	-		6	9.52	—	—	7	11.11	1	1.59	14	22.22
Aug. (70)	+		14	20.00	1	1.43	24	34.29	12	17.14	51	72.86
	-		5	7.14	1	1.43	6	8.57	7	10.00	19	27.14
Sep. (58)	+		4	6.89	—	—	19	32.76	18	31.03	41	70.69
	-		2	3.45	1	1.72	12	20.69	2	3.45	17	29.31
Oct. (48)	+		1	2.08	2	4.17	20	41.67	11	22.92	34	70.84
	-		6	12.50	—	—	7	14.58	1	2.08	14	29.18
Nov. (50)	+		9	18.00	—	—	11	22.00	12	24.00	32	64.00
	-		3	6.00	5	10.00	8	16.00	2	4.00	18	36.00
Dec. (49)	+		5	10.20	3	6.12	8	16.33	11	22.45	27	55.10
	-		7	14.29	3	6.12	8	16.33	4	8.16	22	44.90
77												
Jan. (32)	+		7	21.88	2	6.25	3	9.38	4	12.50	16	50.00
	-		8	25.00	1	3.13	5	15.63	2	6.25	16	50.00
Feb. (30)	+		1	3.33	3	10.00	4	13.33	5	16.67	13	43.33
	-		3	10.00	4	13.33	5	16.67	5	16.67	18	60.00
Total (683)	+		82	12.01	27	3.95	195	28.55	145	21.23	449	65.74
	-		63	9.22	29	4.25	92	13.47	50	7.32	234	34.26

Numbers in parentheses indicate the number of samples.

서 至極히 重要な 興件이 된다.

우리나라에서는 1908年 上水道 處理에 鹽素消毒이 처음 實施된 以來 1957年末 서울市の 上水道 普及率은 全市民的 61.0%에서 1966年末에는 71.2%⁴⁾, 그리고 1975年末에는 89.1%⁵⁾로서 20餘年間 28.1%의 增加率을 보였으나 아직까지 서울市民的 10.9%는 井戶水를 利用하고 있는 實情이다. 그런데 이들 井戶水가 결코 衛生的으로 完全하다고는 볼 수 없다. 現在, 人口의 都市集中 現象과 各部分의 産業이 發達함에 따라 工場廢水나 農業廢水等の 增加는 顯著하여 지므로 水源自體의 汚染을 增加시키고 있으며⁶⁾, 이에 뒤따르는 各種疾患도 역시 增加되고 있는 實情이다^{7,8)}.

그러므로 이에 對한 管理와 汚染防止를 爲한 研究는

계속되고 있다. 즉 서울市內 井戶水에 對하여 1933年 井上과 利田¹⁰⁾이 化學的 檢査를 爲主로 한 調查報告 以來 1946年 權等¹¹⁾의 報告는 約 30餘年前의 成績으로 現在와는 全然 다른 條件下에서 調查된 것이 있으며, 近來에는 水中 窒素化合物에 關한 調查¹²⁾와 貧民住居地區의 飲料水事情¹³⁾에 關한 것을 비롯하여 疫學調查¹⁴⁾, 鹽素要求量¹⁵⁾ 鑛泉水의 調查¹⁶⁾ 그리고 環境衛生學的 調查¹⁷⁾가 發表되었으나 이들은 大部分 서울市內의 局地的인 調查對象이거나 一定期間에 調查된 것이다. 그러나 이들 井戶水는 地下水의 環境條件에 따라서 그 衛生學的인 意義를 달리하고 있어¹⁸⁾, 이에 對한 定期的인 調查의 必要性이 있다고 믿어진다.

따라서 著者は 서울市內 全域에 걸쳐 年中 井戶水에

Table 2. Distribution of Coliform in Relation to Nitrite Nitrogen and Ammonia Nitrogen with Each District (Gu)

District	Colliform	NO ₂ -N NH ₃ -N	Negative		Positive		Positive		Positive		Total	
			No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Jongro (36)	+	-	2	5.56	2	5.56	10	27.78	7	19.44	21	58.33
	-	-	4	11.11	2	5.56	6	16.67	3	8.33	15	41.67
Jung (96)	+	-	12	12.50	8	8.33	26	27.08	29	30.21	75	78.12
	-	-	10	10.42	3	3.13	7	7.29	1	1.04	21	21.88
Dongdaemun (56)	+	-	5	8.93	1	1.79	23	41.07	6	10.71	35	62.50
	-	-	5	8.93	2	3.57	9	16.07	5	8.93	21	37.50
Seodaemun (21)	+	-	2	9.52	-	-	8	38.10	8	38.10	18	85.71
	-	-	1	4.76	1	4.76	1	4.76	-	-	3	14.29
Seongdong (26)	+	-	2	7.69	-	-	6	23.08	13	50.00	21	80.77
	-	-	-	-	1	3.85	1	3.85	3	11.54	5	19.23
Yongsan (32)	+	-	4	12.50	1	3.13	12	37.50	8	25.00	25	78.13
	-	-	-	-	2	6.25	1	3.13	4	12.50	7	21.87
Mapo (14)	+	-	1	7.14	-	-	9	64.29	-	-	10	71.43
	-	-	-	-	1	7.14	2	14.29	1	7.14	4	28.57
Dobong (88)	+	-	11	12.50	-	-	21	23.86	12	13.64	44	50.00
	-	-	17	19.32	4	4.55	17	19.32	6	6.82	44	50.00
Seongbug (21)	+	-	6	28.57	2	9.52	4	19.04	5	23.81	17	80.95
	-	-	2	9.52	-	-	1	4.76	1	4.76	4	19.04
Yeongdeu- ngpo(151)	+	-	24	15.89	9	5.96	36	23.84	28	18.54	97	64.24
	-	-	14	9.27	7	4.64	22	14.57	11	7.28	54	35.76
Gwanag (36)	+	-	3	8.33	2	5.56	9	25.00	9	25.00	23	63.89
	-	-	2	5.56	2	5.56	5	13.89	4	11.11	13	36.11
Gangnam (106)	+	-	10	9.43	2	1.89	31	29.25	29	18.87	63	59.43
	-	-	8	7.55	4	3.77	20	18.87	11	10.38	43	40.57

Numbers in parentheses indicate the number of samples.

對한 水質狀態를 調査한 바 그 結果를 報告하는 바이다.

調査對象 및 方法

調査期間 및 對象

1976年 3月부터 1977年 2月 末日까지 一年間에 걸쳐 서울 市民이 飲料水를 利用코자 水質檢査를 依頼한 總 1,272個의 井戶水에 對해 ortho-tolidine arsenite方法⁸⁾에 依하여 遊離殘留氯素가 檢出되지 않은 633個(53.69%)의 井戶水를 對象으로 하였다.

調査方法 :

APHA, AWWA 및 WPCF에 依한 水質檢査를 爲한

標準方法에⁸⁾ 依하여 다음과 같이 實施하였다.

大腸菌群 (Coliform) : Lactose broth 發酵管 5個에 各 檢水 10ml를 넣고 37°C에서 24時間 培養하여 gas 發生時는 推定試驗 陽性으로 하여 이를 B. G. L. B에 옮겨 37°C에서 48時間 培養하여 gas 發生과 色의 變化로서 大腸菌群 陽性으로 確定하였다.

pH : Beckman Zeromatic II type을 使用하여 測定하였다.

鹽素이온(Cl⁻ ion) : 檢水 50ml에 K₂CrO₄試藥 0.5ml를 加한 다음 0.01N AgNO₃로 滴定하여 鹽素 ion을 檢出하였다.

$$\text{즉 } \text{Cl}^- (\text{ppm}) = a \times 1000 / 50 \times 0.3546$$

窒酸性 窒素(NO₃⁻-N) : 檢水 50ml를 Nessler比色管에 取하여 Romijin glycine試藥 3g을 加하여 波長 415nm에서 比色定量하였다.

Table 3. Differences in General Sanitary Condition of Well with Each Month

Component Month	pH	Chloride ion (ppm)	Nitrate N (ppm)	Hardness (ppm)
	Min. -Max. Mean±SE	Min. -Max. Mean±SE	Min. -Max. Mean±SE	Mn. -Max. Mean±SE
76 Mar.	5.8-8.0 6.85±0.07 ^{bcd}	6.4-283.6 54.66±9.16	0.01-11.0 2.49±0.38 ^c	12-331 83.53±11.43 ^{ab}
Apr.	5.8-8.2 6.74±0.06 ^e	2.8-457.4 59.61±6.46	0.01-18.0 4.45±0.53 ^{abc}	6-528 110.26±8.52 ^{ab}
May	5.8-8.4 6.99±0.09 ^a	5.7-20.0 54.55±6.70	0.01-20.0 4.39±0.74 ^{abc}	10-382 120.31±14.02 ^{ab}
Jun.	5.8-8.4 6.74±0.05 ^e	5.7-282.3 54.16±6.09	0.01-20.0 3.34±0.42 ^{bc}	6-426 106.38±10.04 ^{ab}
Jul.	5.8-8.2 6.83±0.08 ^{cd}	5.7-192.2 40.03±4.49	0.01-12.0 3.04±0.42 ^{bc}	4-252 81.59±7.92 ^{ab}
Aug.	6.0~9.5 6.91±0.07 ^{abc}	5.6±158.9 45.20±4.39	0.10-12.0 2.59±0.38 ^c	6-338 96.20±9.14 ^{ab}
Sep.	5.8-8.0 6.84±0.06 ^{bcd}	3.5-126.0 46.62±5.41	0.01-12.0 3.45±0.43 ^{abc}	20-390 116.31±11.55 ^{ab}
Oct.	5.8-8.0 6.81±0.07 ^{de}	5.7-172.0 47.32±6.55	0.01-12.0 3.00±0.57 ^{bc}	4-344 115.00±13.90 ^{ab}
Nov.	5.8-8.0 6.8±20.08 ^{cde}	5.0-219.5 62.27±7.77	0.01-20.0 6.25±0.94 ^a	18-500 135.76±15.75 ^a
Dec.	5.8-8.4 6.98±0.09 ^a	5.0-230.5 44.94±6.30	0.01-20.0 5.55±0.91 ^{ab}	10-550 118.08±15.64 ^{ab}
77 Jan.	6.0-8.3 6.86±0.09 ^{bcd}	3.5-127.4 38.70±6.00	0.01-12.0 2.97±0.70 ^{bc}	6-260 75.13±9.74 ^b
Feb.	6.0-8.6 6.95±0.12 ^{ab}	5.7-206.3 43.56±8.68	0.01-12.0 3.46±0.75 ^{abc}	16-430 112.73±12.32 ^{ab}
Average	5.8-8.6 6.84±0.08	2.8-457.4 49.47±7.00	0.01-20.0 3.77±0.60	4-550 106.49±11.66

a, b, c, d, e: Difference between the value denoted by different superscripts is significant (pH and Nitrate N: p<0.01, Hardness: p<0.05).

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

亞窒酸性 窒素(NO₂⁻-N): 檢水 50ml를 mass cylinder에 取하여 酒石酸칼륨 나트륨(C₄H₄O₆KNa. 4H₂O) 試藥 2ml를 加하고 Nessler試液 1ml를 넣고 着色有無로서 定性實驗하였다.

암모니아성 窒素(NH₃⁺-N): 檢水 50ml를 mass cylinder에 取하여 Griess romijin 試藥 0.3g을 加한 다음 10分間 靜置하여 着色有無로서 定性하였다.

硬度(Hardness): 檢水 50ml에 蒸溜水를 加하여 100ml로 한 다음 10% KCN 5滴을 加하고 N/50 MgCl₂ 1ml와 ammonia buffer 2ml 및 Erio-chrome black T (C₂

OH₁₂N₈ O₇S) 試液 5~6滴을 加한 다음 1/100M EDTB-液으로 滴定하여 硬度를 CaCO₃로 算出하였다.

$$\text{즉 } \text{CaCO}_3 \text{ (ppm)} = (a - 1) \times 1,000/50.$$

調査成績 및 考察

서울 市内 井戶中 遊離殘留鹽素가 檢出되지 않은 683 個의 井戶에 對한 水質檢査의 成績은 다음과 같다.

大腸菌群: 大腸菌群 陽性率은 平均 65.74%이고 月別로는 6月이 79.79%로 가장 높았으며 3月에는 39.53%로 가장 낮았다. 이를 季節別로 보면 겨울철이 50.45%, 봄-

Table 4. Differences in General Sanitary Condition of Well with Each District

Component	pH	Chloride ion (ppm)	Nitrate N (ppm)	Hardness p(pm)
	Min. - Max. Mean±SE	Min. - Max. Mean±SE	Min. - Max. Mean±SE	Min. - Max. Mean±SE
Jongro	5.8-7.4 6.70±0.07 ^b	7.1-238.2 56.15±9.25 ^{ab}	0.01-20.0 3.76±0.75 ^{bc}	30-331 135.14±14.12 ^{abc}
Jung	5.8-8.6 6.94±0.06 ^{ab}	3.5-209.2 43.69±5.73 ^b	0.01-20.0 3.28±0.46 ^c	12-430 99.42±9.35 ^{bcd}
Dongdaemun	5.8-7.9 6.70±0.07 ^b	7.8-457.4 65.75±9.33 ^{ab}	0.01-12.0 6.09±0.64 ^{ab}	6-320 111.69±9.88 ^{bcd}
Seodaemun	6.0-7.1 6.71±0.09 ^b	6.4-145.4 64.68±8.83 ^{ab}	0.01-20.0 4.16±1.03 ^{abc}	14-452 160.10±25.19 ^{ab}
Seongdong	5.8-7.6 6.57±0.09 ^b	6.4-182.3 81.21±10.08 ^a	0.01-20.0 7.11±1.49 ^a	14-416 180.08±30.57 ^a
Yongsan	6.0-8.3 6.82±0.09 ^{ab}	6.4-127.7 34.86±5.48 ^b	0.08-12.0 3.97±0.98 ^{abc}	14-390 121.94±16.65 ^{abc}
Mapo	5.9-7.6 6.48±0.13 ^b	9.9-214.9 71.73±19.09 ^{ab}	0.20-12.0 3.83±0.78 ^{bc}	20-242 101.43±18.81 ^{bcd}
Dobong	5.8-8.7 6.69±0.06 ^b	5.6-282.3 40.73±4.84 ^b	0.01-18.0 3.36±0.42 ^c	6-298 68.94±5.35 ^d
Seongbug	6.4-9.5 7.23±0.014 ^a	6.4-135.5 43.65±9.73 ^b	0.01-12.0 2.65±0.91 ^c	30-344 108.76±18.06 ^{bcd}
Yeongdeu- ngpo	5.8-8.6 6.92±0.04 ^{ab}	5.7-219.5 46.85±3.66 ^b	0.01-12.0 3.05±0.36 ^c	8-528 96.54±6.94 ^{cd}
Gwanag	5.6-8.0 6.75±0.09 ^b	6.4-230.5 53.51±8.16 ^{ab}	0.01-20.0 3.56±0.79 ^{bc}	6-550 117.17±15.68 ^{bcd}
Gangnam	5.8-8.4 6.92±0.08 ^{ab}	5.0-161.1 47.13±4.53 ^b	0.01-20.0 3.99±0.37 ^{abc}	4-344 107.29±7.89 ^{bcd}

a, b, c, d: Difference between the value denoted by different superscripts is significant (p<0.01).

철에는 58.73%, 여름철에는 77.09% 그리고 가을철에는 68.59%로서 겨울철을 기준으로 하여 볼 때 봄과 가을철에는 각각 1.16, 1.34배이었고 여름철에는 1.53배로서 가장 높은 양성률을 나타내었다. 그리고 지역별로는 서대문구가 85.71%로 가장 높은反面 道峰區에서는 50.00%로서 가장 낮은 大腸菌群 양성률을 나타내었다. (表 1.2. 參照)

이는 서울시내 井戶水에 對한 大腸菌群 調査에서 1965年(8月 20日~12月 3日)에 48.4%¹³⁾ 그리고 1972年(10月)에는 84.3%¹⁷⁾의 양성률을 보인 報告에 비교해 볼때 調査期間은 相異하지만 1965年の 서울의 人口 3,470,880名에 비하여 1972년에는 6,079,143名으로 거의 倍로 增加된 추세에 비추어 井戶水의 大腸菌群 汚染度도 比例하는 듯 하였으나 本成績에서의 가을철(9, 10, 11月)에 68.59% 그리고 10月中 70.84%의 大腸菌群 양성률과

1977年末 서울의 人口 約 700萬에 比하면 1972年보다 反比例의이었음은 아마도 市民들의 井戶水에 對한 위생觀 念이 向上되었기 때문인 것으로 믿어진다. 그리고 6月의 最高陽性率을 頂點으로 여름철의 77.09%에 依하던 서울 市內 井戶水는 鹽素消毒等の 衛生的 措置가 必히 要求되는 바 特히 年中 最下 陽性率을 보이는 3月以後 急速히 增加하는 4月에 좀 더 消毒의 徹底를 期하기 始作하여 夏節期の 水因性 傳染病 豫防에 萬全을 期하였으면 좋을 것으로 생각된다.

한편 大腸菌群 양성률에 있어서 西大門區(85.71%), 및 城北區(80.95%) 城東區(80.77%) 등의 順位였으나 金等¹⁷⁾은 東大門區의 88.5%를 비롯하여 西大門區(86.7%) 永登浦區(84.2%) 城東區(82.4%) 그리고 城北區(80.0%)의 順으로 報告한 바에 依하면 東大門區 및 永登浦區에서 는 낮은 양성률을 나타내었다.

Table 5. Distribution of Coliform Relation to Chloride ion with Each Month

Month	Coliform	Chloride ion (ppm)												Total
		0-20		21-40		41-60		61-80		81-100		101 Over		
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
76 Mar. (43)	+	—	—	9	20.93	2	4.65	2	4.65	1	2.33	3	6.98	17
	-	3	6.98	13	30.23	2	4.65	5	11.63	3	6.98	—	—	26
Apr. (92)	+	12	13.04	18	19.57	4	4.35	3	3.26	9	9.78	13	14.13	59
	-	6	6.52	11	11.96	5	5.43	6	6.52	5	5.43	—	—	33
May (54)	+	6	11.11	10	18.52	5	9.26	3	5.56	5	9.26	6	11.11	35
	-	2	3.70	9	16.67	3	5.56	3	5.56	2	3.70	—	—	19
Jun. (94)	+	14	14.89	29	30.85	8	8.51	5	5.32	3	3.19	16	17.02	75
	-	—	—	12	12.77	1	1.06	2	2.13	4	4.26	—	—	19
Jul. (63)	+	12	19.05	17	26.98	6	9.52	8	12.70	2	3.17	4	6.35	49
	-	4	6.35	7	11.11	2	3.17	—	—	1	1.59	—	—	14
Aug. (70)	+	6	8.57	23	32.86	5	7.14	8	11.43	6	8.57	3	4.29	51
	-	3	4.29	7	10.00	2	2.86	4	5.71	3	4.29	—	—	19
Sep. (58)	+	11	18.97	10	17.24	5	8.62	4	6.90	4	6.90	7	12.07	41
	-	4	6.90	6	10.34	4	6.90	—	—	3	5.17	—	—	17
Oct. (48)	+	4	8.33	14	29.17	6	12.50	1	2.08	3	6.25	6	12.50	34
	-	4	8.33	5	10.42	1	2.08	2	4.17	2	4.17	—	—	14
Nov. (50)	+	5	10.00	10	20.00	5	10.00	2	4.00	2	4.00	8	16.00	32
	-	3	6.00	5	10.00	4	8.00	1	2.00	5	10.00	—	—	18
Dec. (49)	+	6	12.24	10	20.41	4	8.16	3	6.12	1	2.04	3	6.12	27
	-	6	12.24	8	16.33	5	10.20	2	4.08	1	2.04	—	—	22
77 Jan. (32)	+	4	12.50	5	15.63	4	12.50	2	6.25	—	—	1	3.13	16
	-	5	15.63	8	25.00	2	6.25	1	3.13	—	—	—	—	16
Feb. (30)	+	1	3.33	6	20.00	1	3.33	—	—	1	3.33	4	13.33	31
	-	5	16.67	7	23.33	4	13.33	1	3.33	—	—	—	—	17
Total. (683)	+	81	11.86	161	23.57	55	8.05	41	6.00	37	5.42	74	10.83	449
	-	45	6.59	98	14.35	35	5.12	27	3.95	29	4.25	—	—	234

Numbers in parentheses indicate the number of samples.

亞窒酸性 窒素 : 亞窒酸性窒素가 檢出되는 井戶는 平均 70.57%이고 月別로는 9月이 87.63%로 가장 높았고 3月에는 41.86%로 가장 낮았다.

地域別로는 城東區 및 麻浦區가 各各 88.46%, 85.71%로 가장 높았고 道峰區 및 城北區에서는 各各 63.64%, 52.38%로 가장 낮은 檢出率을 나타내었다. 그리고 NO₂-N 檢出井戶중 大腸菌群 陽性率은 70.54%이었다. (表 1.2參照) 이는 尹¹⁴⁾의 成績 33.6%와 金等¹⁷⁾의 35.3%보다 훨씬 높았으며 NO₂-N가 檢出되는 井戶는 一般的으로 大腸菌에 汚染되었다¹⁹⁾고 하였으며, 金等¹⁷⁾은 77.78%가 大腸菌群 陽性이었다고 報告한 바에 의하면 年平均 檢出率은 減少되었으나 10月중의 79.49%와는 類似하였다. 그리고 NO₂-N가 檢出된 井戶中의 季節別 大

腸菌 汚染狀態는 겨울철이 50.45%로 가장 적었고 봄철(58.73%) 가을철(68.59%) 및 여름철(77.09%)의 順으로 증가하는 경향이였다.

Ammonia性 窒素 : Ammonia性 窒素가 檢出되는 井戶는 平均 36.75%로서 月別로는 1月이 55.81%로 가장 높았고 7月에는 9.52%로 가장 낮았다. 地域別로는 城東區가 65.38%로 가장 높았고 麻浦區에서는 14.29%로 가장 낮은 檢出率을 나타내었다. 그리고 NH₃-N 檢出井戶중 大腸菌群 陽性率은 68.53%이었다. (表 1-2參照) 이는 權等¹¹⁾의 성적 22.78%, ¹⁴⁾尹의 28.4%, 申¹⁵⁾의 19.8%(1968年 4月~9月) 그리고 金等¹⁷⁾의 11.8%보다 는 훨씬 높은 檢出率이었다. 그리고 NH₃-N가 檢出된 井戶中에서 大腸菌群 汚染率 狀態는 봄철과 겨울철의

Table 6. Distribution of Coliform in Relation to Chloride ion with Each District

District	Coliform	Chloride ion (ppm)												Total
		0-20		21-40		41-60		61-80		81-100		101 Over		
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
Jongro (36)	+	4	11.11	4	11.11	6	16.67	—	—	2	5.56	5	13.89	21
	-	2	5.56	8	22.22	2	5.56	1	2.78	—	—	—	—	
Jung (96)	+	13	13.54	28	29.17	11	11.46	9	9.38	2	2.08	12	12.50	75
	-	4	4.17	12	12.50	2	2.08	1	1.04	2	2.08	—	—	
Dongdaemun (56)	+	5	8.93	11	19.64	3	5.36	5	8.93	6	10.71	5	8.93	35
	-	5	8.93	5	8.93	2	3.57	4	7.14	5	8.93	—	—	
Seodaemon (21)	+	—	—	2	9.52	5	23.81	4	19.05	1	4.76	6	28.57	18
	-	2	9.52	1	4.76	—	—	—	—	—	—	—	—	
Seongdong (26)	+	4	15.38	4	15.38	1	3.85	1	3.85	10	3.85	10	38.46	21
	-	—	—	—	—	2	7.69	1	3.85	2	7.69	—	—	
Yongsan (32)	+	8	25.00	13	40.63	2	6.25	—	—	1	3.13	1	3.13	25
	-	3	9.38	1	3.13	—	—	1	3.13	2	6.25	—	—	
Mapo (14)	+	2	14.29	1	7.14	1	7.14	2	14.29	2	14.29	2	14.29	10
	-	1	7.14	1	7.14	—	—	2	14.29	—	—	—	—	
Dobong (83)	+	10	11.36	16	18.18	3	3.41	8	9.09	2	2.27	5	5.68	44
	-	6	6.82	25	28.41	7	7.95	4	4.55	2	2.27	—	—	
Seongbug (21)	+	1	4.76	8	38.09	3	14.29	2	9.52	1	4.76	2	9.52	17
	-	2	9.52	—	—	1	4.76	1	4.76	—	—	—	—	
Yeongdeungpo (151)	+	20	13.25	40	26.49	6	3.97	7	4.64	10	6.62	14	9.27	47
	-	10	6.62	26	17.22	8	5.29	4	2.65	6	3.98	—	—	
Gwanag (36)	+	5	13.89	8	22.22	1	2.78	2	5.56	4	11.11	3	8.34	23
	-	3	8.33	5	13.89	2	5.56	2	5.56	1	2.78	—	—	
Gangnam (106)	+	9	8.49	26	24.53	13	12.26	1	0.94	5	4.72	9	8.49	63
	-	7	6.60	14	13.21	9	8.49	6	5.60	7	6.60	—	—	

Numbers in parentheses indicate the number of samples.

各各 59.55%, 59.57%로 가장 적었고 여름과 가을철에서는 각 각 78.69%, 79.63%로 증가하는 傾向을 나타내었다.

申¹⁵⁾은 1968年(4月~9月)에 서울市内 井戶水中 NH₃-N가 地域別로는 西大門區가 50.00%로 가장 많았고 東大門區(41.7%) 麻浦區(25.0%) 永登浦區(20.0%)의 順으로 陽性이었으며 城東區 및 城北區에서는 陰性이었다고 報告한 바 있다. 그러나 本 實驗에서 同期間의 NH₃-N가 檢出되는 井戶는 西大門區가 43.75%, 東大門區는 23.81% 그리고 麻浦區에서는 8.33%로 減少하였으나 城東區 및 城北區에서 各各 60.0%, 33.33%로 急增하였다. 이는 이들 地域이 過去보다 人口密度나 産業場의 增加等 지역환경 條件의 차이에서 오는 것으로 생각된다.

한편 亞窒酸性 窒素와 ammonia性 窒素가 同時에 檢出되는 井戶는 平均 28.55%이고 月別로는 5月이 42.59

% 9月에는 34.48%로 높았고 7月에는 9.53%로 가장 낮았다. 地域別로는 城東區가 61.54%로 가장 높은 反面 麻浦區에서는 7.14%로 가장 낮은 檢出率을 나타내었다. (表 1, 2參照)

水質基準에서 ammonia性 窒素와 亞窒酸性窒素가 同時에 檢出되어서는 안된다고 되어있는데, 이의 同時檢出率 5.9%¹⁷⁾보다 상당히 增加된 것으로서 서울 市内井戶의 汚染狀態가 높게 評價되게끔 되었다고 믿어진다.

그리고 ammonia性 窒素와 亞窒酸性 窒素가 同時에 檢出되는 井戶와 ammonia性 窒素 檢出과 亞窒酸性 窒素 不檢出의 井戶에서 大腸菌群이 全部 陽性이었으며 ammonia性 窒素와 亞窒酸性 窒素가 同時 不檢出되는 井戶에서는 大腸菌群 陽性이 86.7%이었다는 報告¹⁷⁾와는 달리 本 調査에서는 NH₃-N, NO₂-N가 同時 檢出되는 境遇에서 21.23%, NH₃-N檢出과 NO₂-N 不檢出의 境遇에는 3.95%이었고 同時不檢出의 境遇는 12.01%이

Table 7. Distribution of Coliform and Standardized Excess with Mooth

Month	Coliform	pH		Chlorids ion (ppm)		Nitrate N (ppm)		Hardness (ppm)		Total	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
76 Mar. (43)	+	—	—	3	6.89	1	2.33	—	—	4	9.30
	—	—	—	—	—	—	—	1	2.33	1	2.33
Apr. (92)	+	2	2.17	4	4.33	15	16.30	1	1.08	22	23.91
	—	1	1.08	—	—	6	6.52	—	—	7	7.60
May (54)	+	2	3.70	5	9.26	6	11.11	4	7.40	17	31.48
	—	2	3.70	—	—	2	3.70	1	1.85	5	9.25
Jun. (94)	+	—	—	8	8.52	10	10.64	4	4.25	22	23.40
	—	1	1.06	—	—	2	2.12	—	—	3	3.19
Jul. (63)	+	—	—	1	1.59	4	6.34	—	—	5	7.93
	—	1	1.59	—	—	—	—	—	—	1	1.59
Aug. (70)	+	1	1.43	1	1.43	3	4.28	1	1.43	6	8.57
	—	1	1.43	—	—	1	1.43	1	1.43	3	4.28
Sep. (58)	+	—	—	—	—	3	5.17	2	3.44	5	8.62
	—	—	—	—	—	1	1.72	1	1.72	3	3.44
Oct. (48)	+	—	—	1	2.08	5	10.42	2	4.16	8	16.66
	—	—	—	—	—	1	2.08	—	—	1	2.08
Nov. (50)	+	—	—	5	10.00	13	26.00	5	10.00	23	46.00
	—	—	—	—	—	5	10.00	—	—	5	10.00
Dec. (49)	+	2	4.08	2	4.08	10	20.41	4	8.16	18	36.73
	—	—	—	—	—	2	4.08	1	2.04	3	6.12
77 Jan. (32)	+	1	3.13	—	—	2	6.25	—	—	3	9.38
	—	—	—	—	—	1	3.13	—	—	1	3.13
Feb. (30)	+	1	3.33	3	10.00	4	13.33	2	6.67	10	33.33
	—	1	3.33	—	—	1	3.33	—	—	2	6.67
Total (683)	+	9	1.32	33	4.83	76	11.13	25	3.66	143	20.93
	—	7	1.02	—	—	22	3.22	5	0.73	34	4.97

Numbers in parentheses indicate the number of samples.

었다. 이러한 結果에 對하여는 앞으로 井戶의 衛生管理上 계속 調査되어야 할 問題라 생각된다.

pH : 井戶水의 pH는 平均 6.84±0.08로서 弱酸性이었으며 5.8~8.6의 範圍를 나타내었다.

月別로는 5月이 6.99로 가장 높았고 3月과 4月에 各 6.74로 가장 낮았다. 地域別로는 城北區가 7.23으로 가장 높은 反面 麻浦區에서는 6.48로 가장 낮은 値를 보여 月別 및 區別에 따른 pH는 各 有意한 差異(p<0.01)를 나타내었다. (表 3, 4 參照)

그리고 水質基準의 限界인 pH 5.8以下는 檢出되지 않았으며 pH 8.0以上으로 나타난 井戶는 平均2.34 (16個로서 이 중 9個(56.25%)가 大腸菌群 陽性이었다. 月別로는 5月에 7.40%로 가장 많았는데 이를 季節別로 보면 겨울철이 13.87% 봄철에는 10.65%, 여름철에는 5.

51%, 그리고 가을철에는 檢出되지 않았다. 한편 地域別로는 城北區와 江南區가 各 4.76, 4.71%인 反面 鍾路, 東大門, 西大門, 城東, 麻浦 및 冠岳區等에서는 檢出되지 않았다. (表 7, 8參照)

金等¹⁷⁾에 依하면 井戶水의 pH는 平均 6.5로써 5.5~7.6 少 範圍에 있다고 하였으나 本調査에서는 多少 높은 pH를 나타내었다.

White²⁰⁾는 pH價가 5일때는 HOCl의 溶液이 100%모두 HClO로 存在하나 pH 8에서는 78.8%가 解離된다고 報告하였다.

그러므로 서울市內 井戶의 pH가 月別 및 區別로 有意한 差異를 나타내기 때문에 鹽素消毒時에는 月別 및 地域別에 따라 注入鹽素量을 決定하여야 될 것으로 생각된다.

Table 8. Distribution of Coliform and Standardized Excese with Each District

District	Coliform	pH		Chloride ion (ppm)		Nitrate N (ppm)		Hardness (ppm)		Total	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Jongro	+	—	—	3	8.33	3	8.33	2	5.55	8	22.22
	-	—	—	—	—	—	—	1	2.77	1	2.77
Jung (96)	+	2	2.08	6	6.25	8	8.33	5	5.21	21	21.87
	-	2	2.08	—	—	—	—	—	—	2	2.08
Dngodaemun (56)	+	—	—	4	7.14	15	26.78	1	1.79	20	35.71
	-	—	—	—	—	1	1.79	—	—	1	1.79
Seodaemun (21)	+	—	—	—	—	1	4.76	2	9.52	3	14.29
	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Seongdong (26)	+	—	—	4	15.38	9	34.61	5	19.23	18	69.23
	-	—	—	—	—	1	3.84	1	3.84	2	7.69
Yongsan (32)	+	1	3.13	—	—	2	6.25	1	3.13	4	12.50
	-	—	—	—	—	3	9.38	2	6.25	5	15.62
Mapo (14)	+	—	—	2	14.29	—	—	—	—	2	14.29
	-	—	—	—	—	1	7.14	—	—	1	7.14
Dobong (88)	+	—	—	2	2.27	8	9.09	—	—	10	11.36
	-	1	1.14	—	—	4	4.54	—	—	5	5.68
Seongbug (21)	+	1	4.76	—	—	3	14.29	1	4.76	5	23.81
	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Yeongdeu- ngpo (151)	+	2	1.32	6	3.97	13	8.60	4	2.65	25	16.55
	-	2	1.32	—	—	6	3.97	—	—	8	5.29
Gwanag (36)	+	—	—	1	2.78	5	13.89	1	2.78	7	19.44
	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gangnam (106)	+	3	2.83	5	4.72	9	8.49	3	2.83	20	18.86
	-	2	1.88	—	—	6	5.66	1	0.94	9	8.49

Numbers in parentheses indicate the number of samples.

鹽素 ion: : 井戶水の 鹽素 ion은 平均 49.47±7.00 ppm로서 2.8~457.4의 넓은 範圍를 나타내고 있었다. 月別로는 11월이 62.27로서 가장 높았고 1월에는 38.70으로 가장 낮았으나 月別에 다른 有意差는 認定할 수 없었다. 그리고 地域別로는 城東區가 81.21로서 가장 높았고 龍山區에서는 34.86으로 가장 낮은 分布를 보여 區別에 따른 有意한 差異(p<0.01)를 나타내었다. (表 3, 4 參照)

한편 150 ppm以上 檢出된 井戶는 平均 4.83%(33個)로서 이는 全部 大腸菌群 陽性이었다. 月別로는 11월과 2월에 各各 10.00%로서 比較的 많았고 9월과 1월에는 檢出되지 않았으며 地域別로는 城東區와 麻浦區에서 各各 15.38, 14.29%로 가장 많은 反面에 西大門, 龍山 및 城北區에서는 檢出되지 않았다. (表 7, 8 參照)

이는 井戶水の 鹽素 ion 44 ppm¹⁷⁾보다는 多少 높은 傾向이었으며 150 ppm 以上の 井戶가 42.8%¹⁸⁾인

境遇와는 本成績이 훨씬 낮았다.

鹽素 ion의 分布는 21~40 ppm의 境遇가 總 683個中 259個(37.92%)로 가장 많았으며 鹽素 ion 20ppm以下로 檢出된 井戶에서 大腸菌群 陽性은 126個中 81個(64.29%)였고 21~40 ppm의 境遇에서는 259個中 161個(62.16%)로 濃度의 增加에 따라 大腸菌群 陽性率은 減少하는 傾向이었으나 101 ppm以上の 境遇에서는 全部 陽性은 나타내었다(表 7. 8 參照)

이는 鹽素 ion 81 ppm以上 檢出된 井戶는 모두 大腸菌群이 陽性으로 나타났다는 報告⁷⁾와 井戶水에 鹽素ion이 30ppm以上인 경우 實際적으로 大腸菌群 汚染에 原因한 境遇가 많다¹⁸⁾는 報告와 類似한 것으로 생각된다.

窒酸性 窒素: 井戶水の 窒酸性 窒素는 平均 3.77±0.60 ppm으로서 0.01~20.0의 範圍를 나타내었다. 月別로는 11월에 6.25로 가장 높았고 3월에는 2.49로 가장 낮았다. 地域別로는 城東區와 東大門區에서 各各 7.11,

6.09로 높은 反面 城北區에서는 2.65로 가장 낮은 分布를 보여 地域別 및 月別에 따라 各各 有意差(p<0.01)를 認定할 수 있었다(表 3, 4 參照)

그리고 10ppm以上 檢出되는 井戶는 14.35%로서 月別로는 11월에 36.00%로 가장 많았고 3월에는 2.33%로 가장 적었으며 地域別로는 城東區가 38.45%로 가장 많은 反面에 西大門區와 麻浦區에서는 各各 4.76, 7.14%로 가장 적었다(表 7, 8參照).

그러므로 水中에 따른 有機窒素化合物과 關聯시켜 特히 有意하게 높은 11월과 城東 및 東大門區等에서는 井戶水에 對하여 衛生上 좀더 留意하여야 될 것으로 생각된다.

硬度 : 井戶水の 硬度는 平均 106.49±11.66ppm으로서 4~550의 範圍를 나타내었다. 月別로는 11월에 135.76으로 가장 높았고 1월에는 75.13으로 가장 낮았다. 地執別로는 城東區가 180.08로 높은 反面 道峰區에서는 68.94로 가장 낮은 分布를 보여 月別 및 區別에 따른 硬度는 各各 有意한 差異(p<0.05, p<0.01)를 認定할 수 있었다(表 3, 4參照)

그리고 水質基準인 300ppm보다 높게 檢出된 井戶는 平均 4.39%이고 月別로는 12월에 10.20%, 11월에는 10.00%로서 많았고 6월과 1월에는 檢出되지 않았다.

區別로는 城東區가 23.07%로 가장 많은 反面 麻浦區와 道峰區에서는 檢出되지 않았다. (表 7, 8參照)

이는 金等¹⁷⁾의 成績 156ppm보다는 낮은 反面에 300ppm以上の 境遇 4.9%와는 類似하였다.

한편 井戶水の 鹽素 ion과 硬度와의 相關關係를 본 바 相關係數 r가 0.69 p<0.01로서 正相關을 이루었으며 季節에 따라 봄부터 겨울철에 이르기까지 相關係數 r가 약간씩 增加하는 傾向을 나타내었다(表 9 및 圖 1參照).

以上的 成績을 綜合하여 보면 大腸菌群의 汚染으로 消毒을 要하는 井戶는 44.51%이었고 理化學的 汚染으로 飲用に 不適한 井戶는 54.45%에 該當되었으며 1.04%만이 汚染되지 않은 井戶로서 飲用に 適合하였다. 그리고 地域別로는 城東區에서 大腸菌群 汚染率과 理化學的인 不適合率이 가장 많은 편이었고 西大門區에서는 大腸菌群 汚染率이 가장 많은 反面 理化學的 不適合率이 가장 적었으며 道峰區가 가장 良好한 便이었다.

尹¹⁴⁾은 서울市內 井戶水에서 化學的 汚染으로 飲用不適한 井戶가 75.3%, 飲用이 可能한 井戶는 43%, 消毒을 要하는 井戶는 20.4%라고 報告한 바 本試驗에서는 消毒을 要하는 井戶는 증가된 反面 理化學的으로 不適한 井戶와 飲用 可能한 井戶는 減少를 나타내었다.

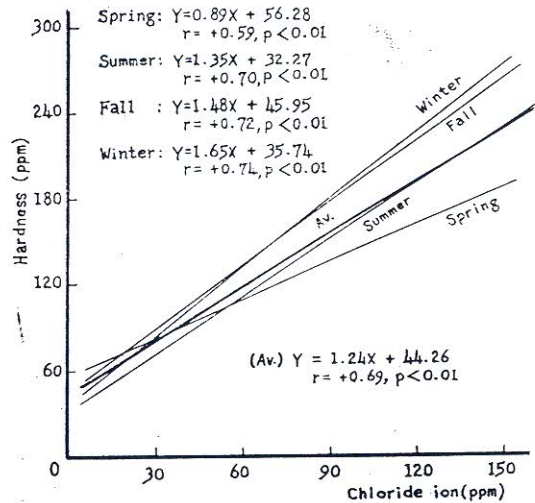


Fig. 1. Relationship between Hardness and Chloride ion of Well.

結 論

著者は 1976年 3월부터 1977年 2月末까지 서울市內 井戶水 1272個中 殘留鹽素가 檢出되지 않는 683個의 井戶水를 對象으로 pH, 亞窒酸性 窒素, ammonia性 窒素, 窒酸性 窒素, 鹽素 ion 그리고 硬度等の 理化學的인 調査와 大腸菌群의 定性試驗을 月別 및 地域別로 調査한 바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 서울市內 井戶 683個中 大腸菌群 陽性은 65.74%이었으며 月別로는 6월이 79.79%, 地域別로는 西大門區가 85.71%로 가장 높았고 3월(39.53%)과 道峰區(50.0%)에서는 가장 낮았다.

2. 亞窒酸性 窒素 陽性率은 70.57%, ammonia性 窒素 陽性率은 36.75%이었으며 亞窒酸性 窒素와 ammonia性 窒素가 同時에 檢出되는 井戶는 28.55%이었다.

3. 井戶水の pH는 平均 6.84±0.08로서 pH 8.0以上の 井戶는 2.34%이었다. 그리고 月別 및 區別에 따라 各各 有意한 差異를 나타내었다(p<0.01).

4. 窒酸性 窒素는 平均 3.77±0.63 ppm로서 10 ppm以上 檢出된 井戶는 14.35%이었다.

그리고 月別 및 地域別에 따라 有意한 差異를 나타내었다. (p<0.01)

5. 鹽素 ion은 平均 49.47±7.00 ppm로서 150 ppm以上 檢出된 井戶는 4.83%이었으며 100ppm이상의 경우는 대부분 大腸菌群이 陽性이었다. 그리고 地域別로는 有意差를 認定할 수 있었으나 (p<0.01), 月別에 따른 有

意差는 없었다.

6. 硬度는 平均 106.49 ± 11.66 ppm로서 300 ppm以上 檢出된 井戶는 4.39%이었다. 그리고 月別 및 地域別에 따라 各 各 有意한 差異를 認定할 수 있었다. ($p < 0.05$, $p < 0.01$)

7. 鹽素 ion과 硬度와의 相關關係를 본바 相關係數 $r = 0.69$, $p < 0.01$ 로서 正相關을 이루었다.

8. 飲用に 適合한 井戶는 全體의 1.04% 消毒을 要하는 井戶는 44.51%이었고 其他 理化學的인 汚染으로 飲用に 不適合한 井戶는 54.45%를 나타내었다.

參 考 文 獻

1. 宏瀨考六郎: 상하수도, 산해당, 동경, p.28. (1942)
2. 김제봉, 신효선: 식품위생학 개론, 탐구당, 서울, p. 821. (1966)
3. Kee, R.S., Rlu, Y.H. and Han, W.S.: A survey of typhoid epidemic in Kyong-sang Nam-Do during June 1969. *J. Kor. Soc. Microbiol.* 4(1): 1. (1969)
4. 서울특별시: 서울통계년보(제 8회) p. 206. (1968)
5. 서울특별시: 서울통계년보(제 16회) p. 78. (1976)
6. 손의석: 하천, 해안오염으로 인한 질환, 공중문제 세미나, pp. 1—15. (1972)
7. 정문조: 한강수질오염공해고, 공해문제세미나 pp. 38—80. (1972)
8. 조규행: 공해와 인간의 질병, 공해문제세미나, pp. 9—30. (1972)
9. A.P.H.A. WPCF: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 13th ed. Washington, D.C. (1971)
10. 井上重男, 利田新太郎: 경성부내 공동정호 정수 수질시험성적. 조선약학회잡지 19: 159. (1938)
11. 권숙표, 임순옥, 손홍희, 박은규: 서울시내 우물 수질조사보고, 국립화학연구소 보고 1: 17. (1946)
12. 서울특별시 위생시험소: 서울시내공동정호수 수질 검사 성적보고. 서울특별시위생시험소 보고 1: 19. (1961)
13. Kwon, E.H., Kim, T.R., Cha, C.H., Yan, D.R., Ko, U.R. and Park, H.J.: A study in urban slum population. School of Public Health. S.N.U. (1967)
14. 윤충섭: 도시우물의 역학적 조사연구. 현대의학 9 (2): 251. (1968)
15. 신경진: 서울시내정호수의 염소요구량에 관한 연구. 공중보건잡지. 5(2): 181. (1968)
16. 오영근, 김종석, 윤원웅, 임봉택, 이강문, 이정자: 서울특별시 일원의 광천수 조사연구. 서울특별시 위생시험소 조사연구보고서. 115—149. (1969)
17. 김홍, 정문식, 이용옥: 서울시 정호에 대한 환경위생학적 조사연구, 공중보건잡지 10 (1): 27 (1973)
18. 권이혁: 공중보건학. 동명사, 서울 pp. 31—43. (1969)
19. 심길순: 위생화학. 동명사. 서울 p. 6. (1962)
20. White, G.C.: Chlorination and dechlorination. *J. A.W.A.* 60(5): 540. (1968)