

忠南地區 地下水 中の 弗素含量 調査에 關한 研究(I)
—溫陽邑內—

東亞大學校 文理科大學 化學科
朴奎昌·朴鍾烈

(1969. 12. 17 接收)

Fluorine Contents of the Underground Waters in the
Choong Nam Province(I). —the town ONYANG—

by

Kyu Chang Park · Jong Yul Park

*Dept. of Chemistry, College of Liberal Arts and Sciences,
Dong A University, Pusan*

(Received Dec. 17, 1969)

ABSTRACT

66 samples of underground waters at the town Onyang were collected and analyzed from August 19 to November 5, 1969.

Fluorine more than 1.0 mg/l is contained in the underground waters in the region 0.9 km away from the Onyang hot springs, fluorine more than 0.3mg/l in the waters in the region 1.2 km away from the hot springs, and 0.04—0.29mg/l fluorine in the waters in the region from 1.2km to 3.9 km away from the hot springs.

It is advisable that the residents in their teeth growing ages must not drink the underground waters in the region 1.2 km away from the hot springs because the waters cause dental trouble (mottled teeth) and they may drink the waters in the region from 1.2 km to 3.9km away from the hot springs for the fluoridation of their teeth.

It is reasonable to suppose that the high fluorine contents of the underground waters are caused mainly by the contamination of the hot spring waters in which fluorine and calcium in rock are dissolved, in the region 1.2 km away from the hot springs, and that the waters in the region from 1.2 km to 3.9 km away from the hot springs contain much fluorine produced by the decomposition of organic substances.

要 旨

忠南 溫陽邑內의 地下水中の 弗素含量을 1969年 8月 19日부터 同年 11月 5日까지 사이에 測定하였다. 溫泉에서부터 0.9 km 以內의 地域內에 있는 地下水 中에는 1.0mg/l 以上の F⁻¹이 含有되어 있으며,

1.2km 以內의 地域內에 있는 것에는 0.3mg/l 以上의 F^{-1} 이 含有되어 있어 이들 地下水를 齒牙 生長期에 飲料水로 常用時에는 斑狀齒의 原因이 되므로 注意해야 되며, 溫泉에서 1.2km~3.9km 以內의 地域內에 있는 地下水에는 0.04~0.29mg/l 의 F^{-1} 을 含有하고 있어서 모두 齒牙齦蝕抑制效果를 얻을 것이다.

溫泉 附近에서는 溫泉水에 岩石中의 F^{-1} 이 Ca^{+2} 과 함께 溶出되어, 이들 溫泉水가 地下水에 混入된다고 보여진다. 溫泉에서 먼 距離의 地下水에는 有機物의 分解에 基因하는 F^{-1} 도 含有되어 있다고 보여진다.

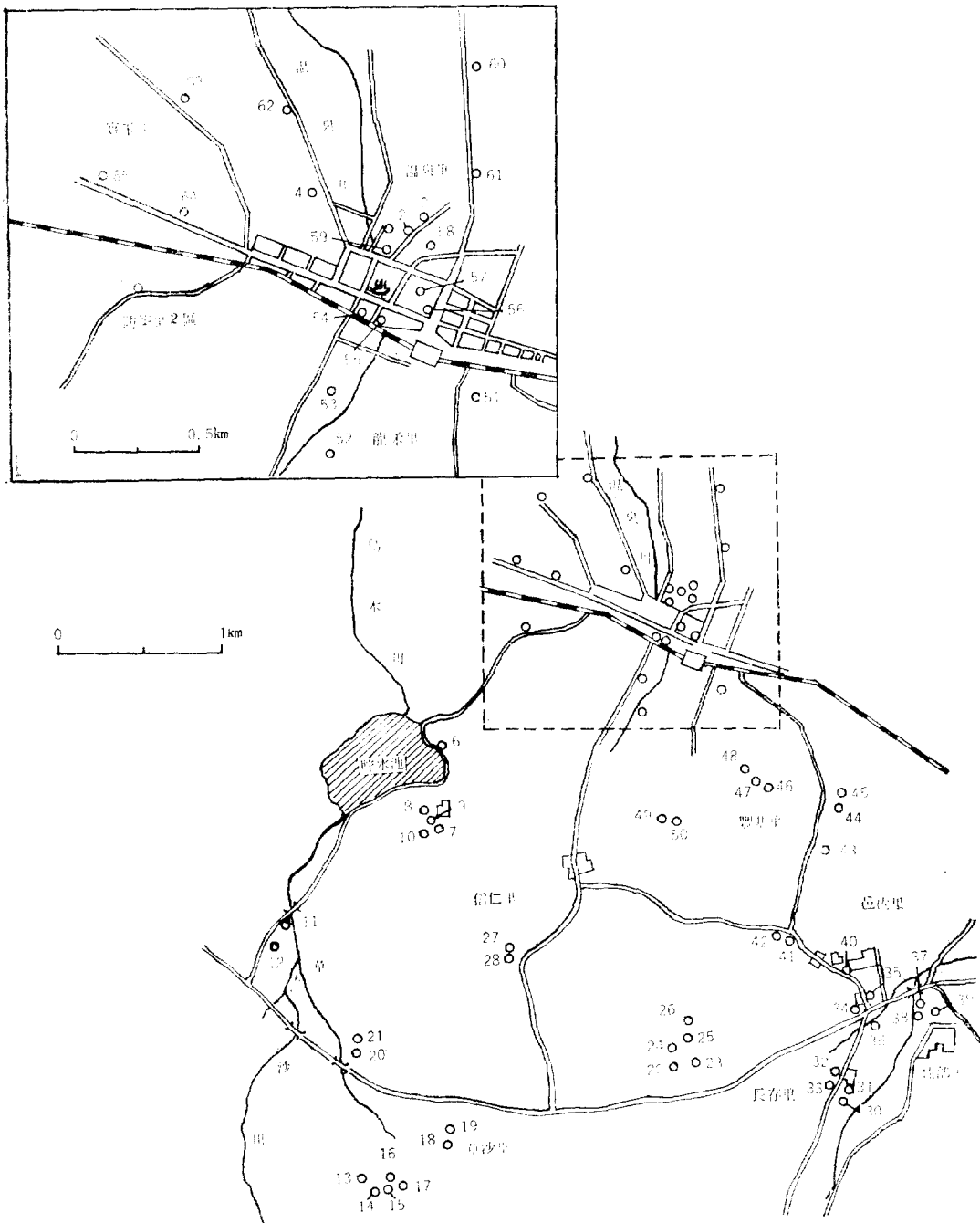


Fig. 1. Underground waters at the town ONYANG investigated 泉 : hot springs.

緒 言

著者는 우리 나라 溫泉의 化學的 研究¹⁾를 한 結果 中部 溫泉群(忠南의 德山, 道高, 溫陽, 儒城, 忠北의 水安營 및 江原의 白岩溫泉)의 溫泉水에 多量의 弗素가

含有되어 있음을 發見하였고, 또 各 溫泉 附近의 地下水 中에도 多量 含有되어 있음을 發見하였다.

斑狀齒(mottled teeth)에 罹患하는 飲料水의 弗素含量의 限界는 大概 1 p. p. m. 이라고 되어 있으나²⁾ 1943年 英國의 C. Bromehead, M. Murray, D. Wilson 等の 飲料水의 弗素含量 0.3p. p. m. 의 地域에서도 많

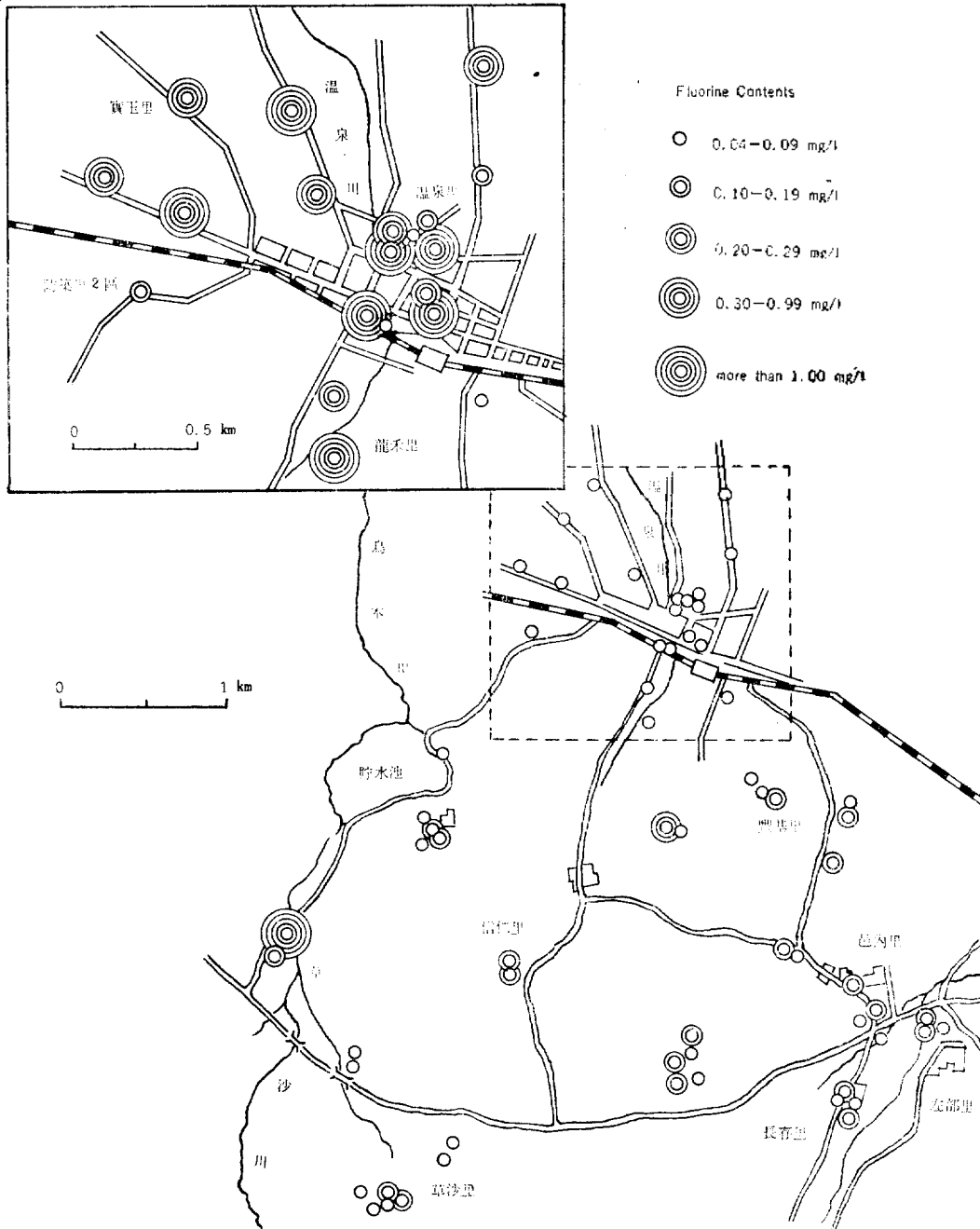


Fig. 2. Distribution of Flourine Contents of Underground Waters at the town ONYANG.

TABLE 1. Content of Fluorine Contents of Underground Waters at the town ONYANG.

No.	Date investigated	Underground Water Samples		Temp. of waters (°C)	Temp. of air (°C)	pH	F ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)
	66. 10. 21	溫陽溫泉水(新泉井)		48.0	18.5	8.2	3.22	32
1	69. 8. 19	溫陽邑溫泉里 6區 226	天安食館	18.5	28.0	6.2	1.09	187
2	"	" " 5區	共同井	16.5	28.0	6.2	0.09	183
3	"	" " 5區 24	張氏宅	16.0	28.0	6.4	0.18	26
4	"	" 寶玉里 1區	共同井	14.5	27.5	6.2	0.31	145
5	69. 8. 20	" 防禦里 1區	"	13.8	27.5	6.7	0.17	15
6	"	" " 2區(貯水池附近)	"	13.8	27.5	6.2	0.09	24
7	"	" " 3區 608	金德九	14.5	27.0	6.4	0.12	19
8	"	" " 3區 591	共同井	17.5	28.0	5.8	0.08	21
9	"	" " 3區 592	"	23.5	28.0	6.1	0.12	8
10	"	" " 3區 620	"	17.5	27.0	6.1	0.09	101
11	"	" 岐山里 1區 4-3	鄭貞榮(共同)	14.5	27.0	6.2	2.65	7
12	"	" " 115	趙春載	14.0	27.0	7.6	0.15	15
13	"	" 草沙里 2區	共同井	13.5	27.0	6.4	0.07	58
14	"	" " "	"	22.5	27.0	6.8	0.68	10
15	"	" " "	"	14.9	27.0	6.0	0.08	40
16	"	" " "	"	15.5	27.0	6.2	0.16	19
17	"	" " "	"	18.0	27.0	6.6	0.15	150
18	"	" 信仁里 1區 373	黃石山	16.0	27.0	6.2	0.04	116
19	"	" " 1區	共同井	13.8	27.0	6.5	0.09	55
20	"	" " 1區	"	14.5	27.0	6.5	0.08	90
21	"	" " 1區 28	金榮瀟	14.2	24.0	6.4	0.09	15
22	"	" 法谷里 2區 320	金世濟	16.0	23.2	6.4	0.11	65
23	"	" " 2區	共同井	16.0	21.0	5.9	0.08	68
24	"	" " 2區	"	16.0	21.0	6.5	0.11	73
25	"	" " 2區	"	15.5	20.0	6.3	0.08	48
26	"	" " 903	朴敏淳	14.0	20.0	6.6	0.16	12
27	"	" 信仁里 2區	玄鍾煥	14.0	20.0	6.3	0.13	11
28	"	" " "	共同井	14.0	20.0	6.8	0.15	18
29	69. 10. 30	牙山郡新昌面寶玉里	沈正燮	14.0	11.0	6.3	0.15	206
30	69. 8. 21	溫陽邑長存里 440	金甲中	18.2	25.5	6.2	0.12	58
31	"	" " 444	郭日榮	16.0	25.5	5.8	0.08	41
32	"	" " "	共同井	21.2	26.0	5.8	0.12	9
33	"	" " 345	崔弘圭	20.2	26.0	5.6	0.09	6
34	"	" 邑內里 2區 351	廉嗣滿	22.0	26.0	6.4	0.06	79
35	"	" " " 138	共同井	22.5	26.0	6.7	0.15	91
36	"	" " 溫陽邑	水源池	23.5	26.0	6.0	0.07	7
37	"	" 左部里	共同井	22.0	26.0	5.9	0.10	23
38	"	" " 252	任喜宰	21.0	26.0	6.0	0.10	18
39	"	" " 257	陳慶淳	18.0	26.0	6.0	0.09	46
40	"	" 邑內里 1區	共同井	16.0	26.0	6.8	0.16	15
41	"	" 法谷里 1區	共同井	18.5	26.0	6.4	0.07	101
42	"	" " "	鄭亨魯	13.6	26.0	6.0	0.12	44
43	"	" 豐基里 1區	共同井	15.0	26.0	6.5	0.10	5

No.	Date investigated	Underground Water Samples		SO ₄ ⁻² (mg/l)	Mg ⁺² (mg/l)	Ca ⁺² (mg/l)	C. O. D (mg/l)	Remarks
	66. 10. 21	溫陽溫泉水(新泉井)		45.0	5.5	17.9	0.11	refer to 1)
1	69. 8. 19	溫邑溫陽泉里 6區 226	天安食館	27.8	15.3	60.3	4.38	pump.
2	"	" " 5區	共同井	12.5	18.1	114.3	1.46	pump, depth about 9.0m
3	"	" " 5區 24	張氏宅	2.3	4.1	13.8	1.27	" , " 6.5m
4	"	" 寶玉里 1區	共同井	5.7	52.5	14.8	1.45	well,
5	69. 8. 20	" 防築里 1區	"	2.0	9.4	5.3	1.27	" , depth about 5.0m
6	"	" " 2區(貯水池附近)	"	3.2	4.3	13.7	5.55	pump, " 7.0m
7	"	" " 3區 608	金德九	5.9	0.0	16.9	7.89	" , " 8.0m
8	"	" " 3區 591	共同井	16.3	3.5	10.6	1.46	well, " 1.5m
9	"	" " 3區 592	"	18.1	0.5	7.4	2.05	" , " 4.2m
10	"	" " 3區 620	"	38.6	14.9	46.6	4.19	" , " 6.0m
11	"	" 岐山里 1區 4-3	鄭寅業(共同)	3.3	15.1	6.4	5.45	pump, " 4.2m
12	"	" " 115	趙春載	11.6	0.0	29.6	3.22	" , " 7.2m
13	"	" 草沙里 2區	共同井	16.1	7.2	42.3	7.11	" , " 7.5m
14	"	" " "	"	1.3	1.0	27.5	3.60	well, " 2.4m
15	"	" " "	"	1.5	2.7	27.5	1.66	pump, " 6.0m
16	"	" " "	"	1.0	1.3	19.1	2.05	well, " 3.6m
17	"	" " "	"	38.0	12.4	70.9	3.99	" , " 4.5m
18	"	" 信仁里 1區 373	黃石山	22.8	13.6	41.3	1.46	pump, " 4.5m
19	"	" " 1區	共同井	8.3	5.3	30.7	1.46	well, " 8.5m
20	"	" " 1區	"	4.4	7.9	62.5	0.68	" , " 8.5m
21	"	" " 1區 28	金榮滄	1.1	5.3	12.7	0.29	" , " 11.1m
22	"	" 法谷里 2區	金世濟	5.7	3.7	40.2	1.07	pump, " 6.0m
23	"	" " 2區	共同井	11.4	10.6	34.9	2.05	well, " 4.5m
24	"	" " 2區	"	9.3	9.8	50.8	1.27	" , " 6.0m
25	"	" " 2區	"	9.0	9.8	28.6	1.27	" , " 5.4m
26	"	" " 903	朴敏淳	0.1	6.6	9.5	1.66	pump, " 7.5m
27	"	" 信仁里 2區	玄鍾煥	0.8	3.1	6.4	0.88	" , " 9.6m
28	"	" " "	共同井	0.6	3.3	21.2	1.07	" , " 7.5m
29	69. 10. 30	牙山郡新昌面寶玉里	沈正燮	11.4	6.6	21.2	3.73	well, " 2.0m
30	69. 8. 21	溫陽邑長存里 440	金甲中	20.8	13.1	44.5	3.22	pump, " 3.0m
31	"	" 444	郭日榮	23.3	10.8	28.6	0.68	well, " 3.0m
32	"	" " "	共同井	15.0	5.7	16.9	3.22	" , " 4.5m
33	"	" 345	崔弘圭	10.7	5.9	16.9	1.85	pump, " 3.6m
34	"	" 邑內里 區 351	廉剛滿	19.0	13.0	41.3	4.38	well, " 6.0m
35	"	" " " 138	共同井	26.3	12.4	38.1	2.63	" , " 3.0m
36	"	" 溫陽邑	水源池	18.0	6.6	14.8	0.88	pump,
37	"	" 左部里	共同井	16.7	6.6	20.1	1.66	" , " 3.0m
38	"	" " 252	任喜宰	23.0	5.7	81.0	1.27	" , " 4.5m
39	"	" " 257	陳慶淳	32.0	9.8	25.4	2.83	" , " 2.1m
40	"	" 邑內里 1區	共同井	18.8	5.8	20.1	0.68	well, " 1.8m
41	"	" 法谷里 1區	共同井	23.5	19.4	63.5	3.22	" , " 6.0m
42	"	" " "	鄭正燾	18.8	10.4	30.7	1.07	pump,
43	"	" 豐基里 1區	共同井	5.0	2.7	11.6	0.88	well, " 0.9m

44	"	"	"	"	"	15.0	26.0	6.4	0.18	15	
45	"	"	"	"	"	17.5	25.0	6.8	0.09	149	
46	"	"	"	溫泉里 區	朴性浩	16.0	25.0	6.0	0.11	90	
47	"	"	"	129	金東辰	15.0	25.0	5.6	0.09	93	
48	"	"	"	127	徐八鳳	14.0	25.0	5.8	0.08	95	
49	"	"	龍禾里 3區	共同井	16.5	25.0	6.2	0.21	102		
50	"	"	"	"	李基行	15.0	25.0	5.7	0.07	286	
51	"	"	溫泉里 3區	柳鳳年	14.0	25.0	5.8	0.05	136		
52	"	"	龍禾里 2區	295	崔昌吉	14.5	25.0	6.4	5.54	59	
53	"	"	溫泉里 4區	202-1	姜洪植	14.8	24.0	6.4	0.21	45	
54	"	"	"	4區	趙성호	19.0	23.0	6.4	3.23	109	
55	"	"	"	3區	共同井	16.5	23.0	6.7	0.04	134	
56	"	"	"	2區	80	李明桂	15.0	23.0	6.4	1.21	169
57	"	"	"	5區	95	沈언子	21.0	23.0	6.1	0.21	95
58	"	"	"	5區	93	高호준	18.0	22.0	7.2	19.78	176
59	"	"	"	6區	226	金제근	17.0	22.0	6.6	5.54	419
60	69.11. 5	"	"	1區	李載正	14.5	11.0	6.7	0.36	21	
61	69.11. 5	溫陣邑溫泉里	107	李奎天	15.2	11.0	6.4	0.18	7		
62	"	"	寶玉里 2區	李福祿	14.0	9.0	6.3	4.46	130		
63	"	"	"	3區	鄭善炯	14.0	11.0	5.8	0.97	353	
64	"	"	防策里 1區	李운식	15.5	11.0	6.4	4.31	12		
65	"	"	"	1區	金世彦	15.5	11.0	5.9	0.68	96	
66	69. 8. 22	"	溫泉里 1區	文化理髮館	24.0	18.0	6.3	0.65	13		

은 斑狀齒을 發見하였다는 報告⁹⁾가 있어 野口喜三雄 등이 飲料水의 弗素含量 約 0.3p.p.m.의 地域에서 斑狀齒에 罹患한다는 報告와 一致하며, 또한 野口 등은 輕度의 斑狀齒에 罹患하는 限界는 大概 F^{-1} 0.3p.p.m. 이나 體質에 따라서는 0.06p.p.m.程度에서 罹患하고 있다고 報告⁹⁾하고 있다. 本 研究는 溫陽溫泉水에 있는 忠南 溫陽邑內의 地下水 中の 弗素를 調査하여 地域社會 齒科保健에 이바지하고 또한 溫泉水의 成因의 地球化學的 關係를 究明하고자 하였다.

分析 方法

試料 400ml에 對하여 phenolphthalein을 指示液으로 微紅色이 될 때까지 水酸化나트륨을 加하고 濃縮後 黃酸銀을 加하고 濾過, 濾液에 濃黃酸 20ml와 蒸溜水 30ml를 加하고 水蒸氣蒸溜를 하여 溜出液에 對하여 Zr-Eriochromcyanin-R法에 依하여 F^{-1} 을 比色定量하였다.

結果와 考察

現地調査는 1969年 8月 19일부터 同年 11月 5일까지 사이에, 溫泉에서부터 0.9km까지 사이의 地域에 對하여 20個處와 나어지는 各 里마다 古루고루 하였다. 各 地下水의 採取場所는 Fig. 1에 圖示하였으되 分

析結果는 Table 1.에 表示하였다.

Fig. 2에는 溫陽邑內의 地下水의 弗素含量을 圖示하였다. 溫陽邑에는 溫泉源및 3個處 新泉井, 龍城井 및 觀光호溫泉이 있는데 이들은 點로 標示한 場所에 數m 距離 사이에서 集中되어 있다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 溫泉에서부터 가까운 거리에 있는 地下水일수록 弗素含量이 많은 것을 볼 수 있다. 卽 0.9km以內에 있는 地下水 中에는 弗素가 1.0mg/l以上 含有된 것이 많고 最近距離에 있는 地下水 No. 58 中에는 19.78mg/l의 弗素가 含有되고 있으며, 1.2km以內의 地域內에 있는 地下水 中에는 0.30~0.99mg/l의 弗素를 含有하는 것이 普通이다. 溫泉에서 멀리 있는 地下水일 수록 地下水 No. 11(F^{-1} 2.65 mg/l)를 除外하고는 0.04~0.29mg/l의 弗素를 含有하고 있다. 따라서 溫泉으로부터 1.2km以內의 地域에 있는 地下水는 斑狀齒의 原因이 되므로 齒牙의 成長期에는 이들 地下水를 飲料水로 常用하는 것은 避함이 좋을 것이고 其他 나머지(溫泉에서 1.2~3.9km以內의 地域)內의 地下水는 모두 齒牙齶蝕抑制效果가 있을 것이다.

溫泉에서 1.2km以內의 地域에 位置하는 地下水(以後 溫泉 附近의 地下水라 함)에 對하여 F^{-1} 과 Ca^{+2} 과의 關係를 보면 Fig. 3에서 보는 바와 같이 Ca^{+2} 이 많은

44	"	"	"	"	"	0.9	7.9	11.6	0.49	"	"	2.4m
45	"	"	"	"	"	22.0	14.2	8.9	0.29	"	"	
46	"	"	溫泉里 3區		朴 性 浩	13.0	9.5	37.1	1.46	pump,	"	2.4m
47	"	"	" 129		金 東 辰	0.1	14.7	21.6	0.49	"	"	5.4m
48	"	"	" 127		徐 八 鳳	0.1	9.1	41.3	0.68	"	"	
49	"	"	龍禾里 3區		共 同 井	13.5	10.6	58.2	1.27	well,	"	2.4m
50	"	"	" " 59		李 基 行	34.1	28.7	124.9	1.07	pump,	"	8.5m
51	"	"	溫泉里 3區		柳 鳳 年	1.4	10.6	54.0	0.49	"	"	9.0m
52	"	"	龍禾里 2區 295		崔 昌 吉	1.3	10.0	33.9	0.68	"	"	6.0m
53	"	"	溫泉里 4區 202-1		姜 洪 植	1.7	4.6	22.2	1.07	"	"	9.0m
54	"	"	" 4區		趙 성 호	7.9	16.0	62.5	4.58	"	"	3.0m
55	"	"	" 3區		共 同 井	36.0	19.4	98.8	0.49	well,	"	7.5m
56	"	"	" 2區 80		李 明 桂	1.0	42.6	57.8	0.88	pump,	"	8.1m
57	"	"	" 5區 95		池 언 구	56.0	8.8	42.3	4.97	"	"	4.5m
58	"	"	" 5區 93		高 立 준	80.0	12.5	74.1	4.19	well,	"	4.2m
59	"	"	" 6區 226		金 載 근	80.0	32.3	100.6	2.05	pump,	"	6.0m
60	69. 11. 5	"	" 1區		李 載 正	2.5	3.6	9.0	1.45	well,	"	16.5m
61	69. 11. 5	溫陽邑	溫泉里 107		李 奎 天	0.4	11.3	57.2	0.83	pump,	"	15.0m
62	"	"	寶玉里 2區		李 福 祿	8.9	18.8	46.8	3.95	well,	"	7.2m
63	"	"	" 3區		鄭 善 朝	12.5	56.1	143.0	5.08	pump,	"	9.6m
64	"	"	枋築里 1區		李 윤 식	1.9	8.1	15.0	0.62	"	"	6.3m
65	"	"	" 1區		金 世 彦	33.3	28.2	100.0	1.10	"	"	11.1m
66	69. 8. 22	"	溫泉里 1區		文化理髮館	8.0	2.7	15.9	1.27	"	"	

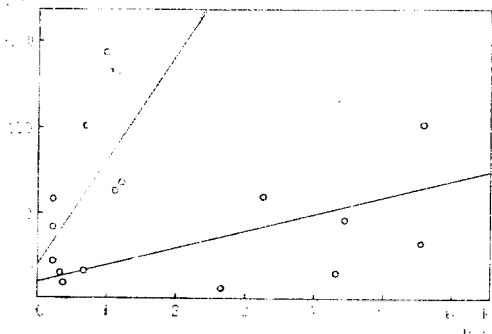


Fig. 3. Relation between F^- and Ca^{+2} for the Underground Waters in the region 1.2 Km away from the ONYANG hot springs.

것일수록 F^- 이 많이 含有되어 있다. 溫泉水 中에는 이들보다 弗素含量이 적다. 이는 岩石中의 F^- 이 Ca^{+2} 과 함께 溫泉水에 溶出되어 이들 溫泉水가 地下水에 混入된다고 볼 수 있다. 그러나 Fig.4에서 보는 바와 같이 1.2km 밖의 地域內에 位置하는 地下水(以後 溫泉에서 먼 距離의 地下水라 함)에 對하여는 Ca^{+2} 이 많은 地下水에 F^- 이 少量 含有되어 있다.

Fig.5에는 溫泉附近의 地下水에 對하여 Fig.6에는 溫泉에서 먼 距離의 地下水에 對하여 各各 F^- 과 Cl^- 과

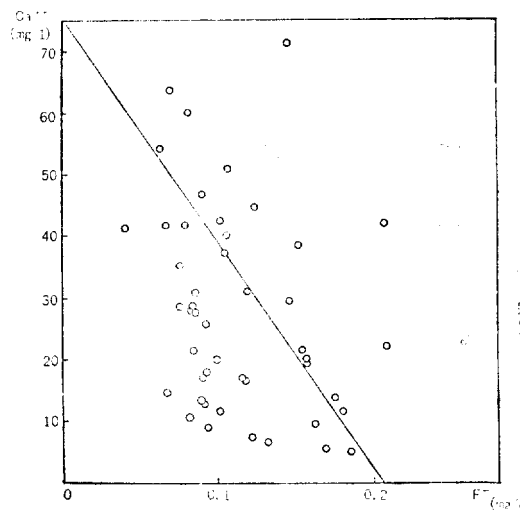


Fig. 4. Relation between F^- and Ca^{+2} for the Underground Waters in the region from 1.2 Km to 3.9 km away from the ONYANG hot springs.

의 關係를 圖示하였다. Cl^- 이 多量인 地下水에는 F^- 도 多量 含有되어 있어 岩石中의 F^- 은 Cl^- 과 함께 地下水 中에 溶出되어 있음을 나타낸다.

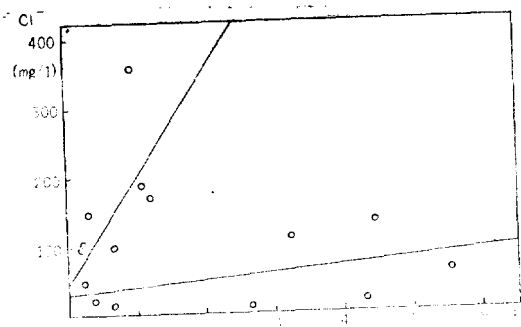


Fig. 5. Relation between F^- and Cl^- for the Underground Waters in the region 1.2 Km away from the ONYANG hot springs.

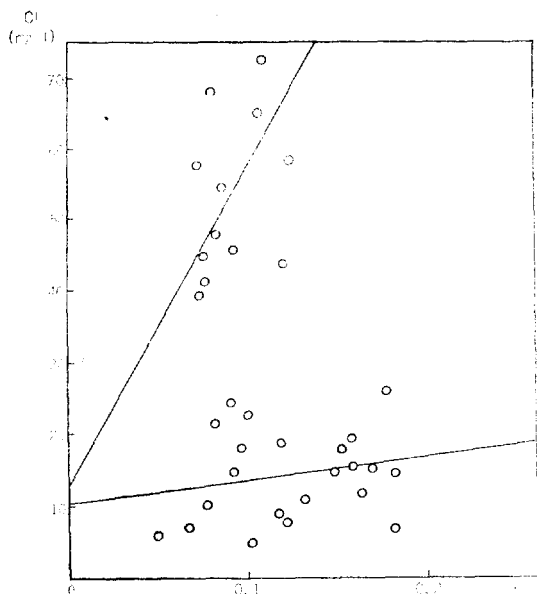


Fig. 6. Relation between F^- and Cl^- for the Underground Waters in the region from 1.2 Km to 3.9 Km away from the ONYANG hot springs.

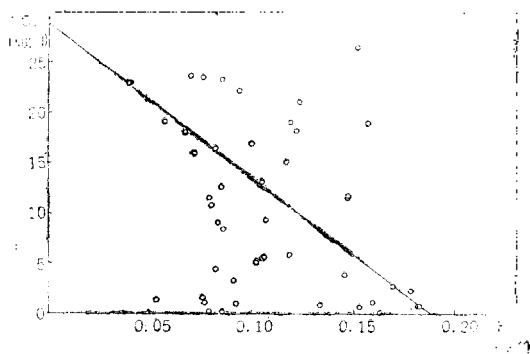


Fig. 7. Relation between F^- and SO_4^{2-} for the Underground Waters in the region from 1.2km away from the ONYANG hot springs.

Fig. 7에 F^- 과 SO_4^{2-} 과의 關係를 圖示하였는데 溫泉에서 먼 距離의 地下水에는 SO_4^{2-} 이 많은 것은 F^- 을 조금 밖에 含有하고 있지 않음을 나타내고 Ca^{+2} 과 F^- 과의 關係와 類似하다.

Fig. 8에 모든 地下水에 對하여 Mg^{+2} 과 COD 의 關係를, Fig. 9에 溫泉에서 먼 距離의 地下水에 對하여 F^- 과 COD 의 關係를 圖示하였다. COD 가 큰 地下水에는 Mg^{+2} 이 多量 含有되어 있고 F^- 도 多量 含有되어 있다. 이는 有機物의 分解로 基因하는 F^- 과 Mg^{+2} 도 地下水에 含有된 때문일 것이다.

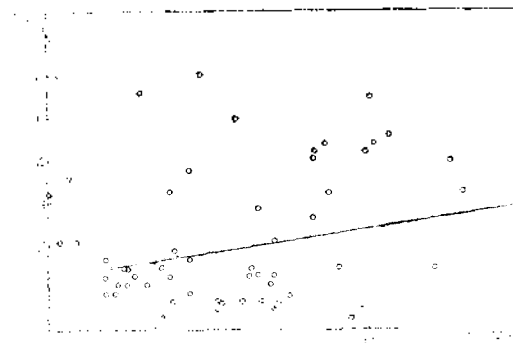


Fig. 8. Relation between Mg^{+2} and C. O. D. for the Underground Waters in the region from 1.2 km to 3.9 km away from the ONYANG hot springs.



Fig. 9. Relation between F^- and C. O. D. for the Underground Waters in the region from 1.2 km to 3.9 km away from the ONYANG hot springs.

結 語

溫陽邑內的 地下水에 對하여 F^{-1} 含量을 調査한 結果 0.04~19.78mg/l의 F^{-1} 가 含有되어 있었다.

溫泉에서부터 0.9km 以內的 地域內에 있는 地下水에 는 1.0mg/l 以上의 F^{-1} 이 含有되어 있으며, 1.2km 以內的 것에는 0.3mg/l 以上의 F^{-1} 이 含有되어 있어 이들 地下水를 齒牙生成期에 飲料水로 常用時는 斑狀齒의 原因이 되므로 注意해야 되며, 그 나머지 地下水(溫泉에서 1.2km~3.9km 以內的 地域內에 있는)는 모두 齒牙齲蝕抑制效果를 얻을 것이다.

溫泉附近의 地下水 中에는 岩石中의 F^{-1} 이 Ca^{+2} 과 함께 溫泉水에 溶出되어 이들 溫泉水가 地下水에 混入 되었다고 볼 수 있다.溫泉에서 먼 距離의 地下水 中에는 有機物의 分解에 基因하는 F^{-1} 도 含有되어 있다고 볼 수 있다.

끝으로 本 研究를 爲한 採水에 對하여 協力을 아끼

지 않으신 牙山郡保健所長 姜佳熙氏와 同所 朴昌遠 庶務課長과 案內해 주신 溫陽邑事務所 沈正燮氏에게 謝意를 表한다.

本 研究는 文敎部 支給 研究助成費에 依한 것이다.

參 考 文 獻

- 1) 朴奎昌; 韓國의 溫泉의 化學的研究(第 1 報), 日本 溫泉科學, 19 26 (1968)
- 2) Albert Q. Maisel, *Reader's Digest*, November (1965)
- 3) 日本水道協會編; 上水試驗法 pp. 216 (1965)
- 4) 野口喜三雄, 外; 阿蘇火山病의 研究(第 6 報), 日本 病理學會會誌, 41卷 (1952)
- 5) 野口喜三雄, 外; 阿蘇火山病의 研究(第 7 報), 日本 病理學會會誌, 42卷 (1953)
- 6) 野口喜三雄, 外; 阿蘇火山病의 研究(第 9 報), 日本 病理學會會誌, 43卷 (1954)
- 7) JIS KOIOI, 工業用水試驗法, 日本規格協會 (1966)