

藥水 水質 特性에 關한 研究 - 全南地域을 中心으로 -

金仁洙·河 勛·徐源述·襄株淳·文 姬·朴哲雄·吳銀河·李昭暎·金明惠
全羅南道保健環境研究院 環境研究部 水質保全科

A Study of Water Quality characteristic of Natural Mineral Water - In Chonnam Area -

I.S. Kim, H. Ha, W.S. Seo, J.S. Bae, H. Mun, C.U. Park,
E.H. Oh, S.Y. Lee and M.H. Kim
Water Conservation Division, Environmental Research Department,
Chollanamdo Insititute of Health and Environment

ABSTRACT

This study was performed to investigate the Natural mineral water quality at 47 sites in Chonnam area. samples were collected spring, summer, fall, winter for a seasonal variation in 1996. The results obtained were summarized as follows: 1. The mean of F, pH, HCO_3 , NO_3 -N were 0.19 mg/l, 6.9, 34.99 mg/l, 1.40 mg/l and those of Na, K, Ca, Mg were 12.1 mg/l, 1.2 mg/l, 7.7 mg/l, 2.1 mg/l respectively. 2. The contents of F were reasonable at Multonggol as 1.35 mg/l and Yongbayui as 0.57 mg/l respectively, but there is no detected at Sidong and detected below 0.1 mg/l at Gubongsan, Hansansa area. 3. According to the geological effect, the content of F was showed higher in granite than in tuff, and index of pH was higher in tuff than in andesite, and content of HCO_3 was higher in andesite than in granite. 4. The K and O values were used as index of healthy and delicious water. As a result, thirtyfive sites(74.5%) was decided as healthy and delicious water. 5. The contents of NO_3 -N were detected over 5 mg/l at Sukchonsa, Gajanggol, Yudalsan, Muchang, Kisan.

Keywords : Mineral water, Water quality, K & O index

I. 序 論

藥水란 오염되지 않은 자연 그대로의 물을 뜻하며, 酸素가 충분히 녹아있고 미네랄 및 중탄산등 各種成分들이 적당량 들어있는 깨끗하고 시원한 湧泉水를 말한다. 대부분의 藥水들은 갈라진 바위틈이나 땅속으로 스며든 빗물에 各種 鑛物質이 溶解되어 흐르다가 侵蝕할 수 없는 岩盤層을 만나면 그 곳에 모여서 地下水 表面을 만들고 湧과 岩石사이의 미세한 틈사이의 毛細管 作用으로 地表로 다시 솟아나는 물을 말하는데 대부분 石間水라 불리어지는 自然水이다. 全國 곳곳의 湧달샘, 생수등의 자연용천수를 우리 생활속에서 약수라 부르는 것은 健康增進에 도움

이 된다고 생각하는 데서 비롯되었다.^{1,3)}

人間은 누구나 깨끗한 물을 마시고자 하는 기본욕구를 가지고 있으며 동,서양을 막론하고 좋은 물이 건강과 장수의 필수적이라는 데는 인식을 같이 하고 있다. 흔히 좋은 물이라면 생수 또는 藥水를 연상하게 되는데 어느 性분이 어느정도 포함되어 있는 것이 가장 좋은 물인지 正確히 性분과 基準에 關한 資料는 아직 없다. 그러나 기본적으로 좋은 물이란 깨끗한 물, 맑은 물 즉 다른 이물질이 포함되어 있지 않은 순수한 물로 存在함을 뜻한다. 이러한 성분중 불소이온은 소량이지만 흙, 植物, 물, 형석 및 빙정석등의 자연계에 널리 분포하고 있으며, 전자공업, 유리 가공, 알루미늄 전해공장등에서 環境汚染을 오염시

키는 物質이기도 하다. 飲用水를 통하여 불소를 적당량 攝取 할 경우 齒牙에 작용하여 에나멜의 溶解度를 減少시킴으로서 蟲齒를 豫防할 수 있고 특히 유아기나 어린 시절에 그효과가 뚜렷하며, 성인이 되어도 계속 지속되는 반면, 2.0 mg/l 이상 고농도로 장기간 섭취 했을 경우 반상치, 골다공증 등의 인체 구 조에 악영향을 미친다.^{4,5)}

우리나라 상수도의 불소화사업은 1980년 保健福祉部에서 시범지역으로 진행시, 청주시를 지정하였으며, 1995년 國民健康增進法 제18조에 구강 건강 사업을 위해 수돗물에 0.8~1.0 mg/l의 불소를 투입하는 불소화사업이 포함되었고, 2000년까지 하루 2만톤이상인 全國 정수장에 대한 불소화 사업을 벌여 蟲齒 보유 비율을 10%이하로 낮출 계획이다. 세계적으로는 미국 뉴욕주, 미시간주 일부와 캐나다 온타리오주 일부에서 처음 실시하였으며 현재 사용 국가는 61개국에서 지역별로 상수원수등을 고려하여 사용하고있다. 이러한 불소화사업을 하고있는 이유는 전국 초등학교 6학년을 대상으로 蟲齒發生率을 調査한 結果 食生活의 變化와 糖分 過多攝取 등으로 '72년 평균 0.6개에서 '83년 2.3개, '95년 현재 3.03개로 增加추세에있어 蟲齒豫防효과를 最大化하기 위한 사업의 일환으로 여겨진다.⁶⁾

本 研究에서는 藥水 水質特性에 關한 研究는 여러 차례 있었으나 地質의 特性과 불소이온성분등에 關한 研究가 거의 이루어져 있지않아 全南地域에있는 藥水터중 47개소를 대상으로 그 地域의 地質學的 特性과 불소이온 및 기타 이온성분들과의 상호 연관성과 季節的인 變化, 그리고 健康하고 맛있는 물의 指表를 調査, 研究하여 약수 이용자의 健康增進과 藥水터 開發 및 管理에 기여 하고자 한다.

II. 調査方法

1. 調査地點

道內에 分布된 약수터중 1일평균 50인 이상 이용하는 16개 시, 군 47개 약수터를 調査對象으로 하였다. 市, 郡에서 指定하여 管理하는 약수터들은 도시 주변의 林野, 寺刹, 登山路, 公園등에 위치해 있으며, 調査地點별 위치는 Fig. 1과 Table 1에 나타내었다.

2. 調査期間

1996년 1월부터 12월까지 4회 採取하였으며 季節

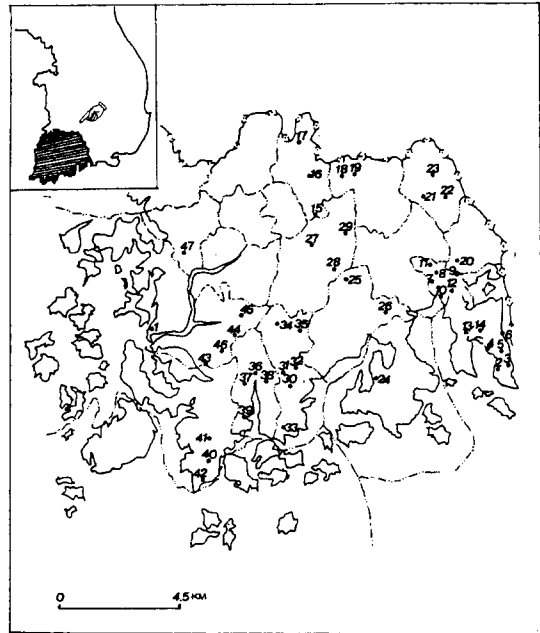


Fig. 1. The map showing sampling water in Chonnam area.

的인 影響을 考慮하여 봄, 여름, 가을, 겨울로 구분하여 조사하였다.

3. 試料採取

4리터 폴리에틸렌 용기를 증류수로 깨끗이 洗滌한 후 현지에서 채수하고자 하는 물로 씻어 채수하고 아이스박스에 냉장시켜 實驗室로 운반하여 實驗分析 하였다.

4. 實驗方法

水質汚染公定試驗法, 日本衛生試驗法註解, Standard Method등을 참고하여 Table 2와같이 分析하였다.⁷⁻¹⁰⁾

III. 結果 및 考察

全南道內에있는 47개 藥水터에서 채수한 수질을 Table 2와 같이 I.C., Spectrophotometer등을 利用하여 分析한 結果는 Table 3과 같다.

1. 主要項目 水質特性

(1) 불소

Table 1. Samling location of natural mineral water in Chonnam area

City	No	Sites	Address	E. Y.	P(t)/d	U/d
Mokpo	1	Youdalsan	317 Jookyo, Mokpo City	88	12	120
Yeosu	2	Hansansa	936 Bongsan, Yeosoo City	91	22	300
	3	Koobongsan	46-1 Bongsan, Yeosoo City	93	12	500
	4	Tucgol	San 74, Yeose, Yeosoo City	89	20	300
	5	Yeongokji	72 Yeose, Yeosoo City	91	3	200
	6	Seokchonsa	1830 Duckhoong, Yeosoo City	83	1	100
Soonchon	7	Duitgol	Sen 28 Kungok, Soonshon City	86	30	200
	8	Mahngbok	Sen 3 Yongdng, Soonchon City	86	30	150
	9	Bonghwasan	Jongok, Soonchon City	86	3	40
	10	Namsantop	Namsancholtop Duckwol Soonchon City	86	5	30
	11	Gahgokdong	Sieyoung APT Gahgok, Soonchon City	86	5	30
	12	Gahjanggol	Gahjanggol Namjung, Soonchon City	86	5	30
Yeochon	13	Ssangyongsa	sunwon, Yeochon City	90	30	200
	14	moosun	859 sunwon, Yeochon City	91	30	300
Dahmyang	15	Jooklim	San 96 Inahm, Nam, Dahmyang County	90	5	50
	16	Ockchon	Moonhahk, Nam, Dahmyang County	91	10	100
	17	Mooltonggol	Choowolsan, Yong, Dhmyang County	89	5	50
Koksung	18	Jeedong	2 Ku joomlim, Okkwa, Koksung County	89	10	70
	19	Moochang	2 Ku moochang, Okkwa, Koksung County	90	10	70
Kwangyang	20	Sangsas	213 Chooasn, Oakryong, Kwangyang County	94	3	100
Kurae	21	Siedong	Sansung, Koorae, Koorae Count	91	60	60
	22	Dangmolsaem	Mahasn, Mahsan, Koorae County	82	150	500
	23	Jungkoojang	Hwangejon, Mahsan, Koorae County	86	50	50
Kohung	24	Sooduck	Sooduck, Kohung, kohung County	89	4	300
Bosung	25	Yongbahwee	Yongam, Moonduck, Bosung County	91	22	300
	26	Jintojae	Jangahm, Bulkyo, Bosung County	90	20	50
Hwasoon	27	Boocheosaem	Shinkhi, Hwasoon, Hwasoon County	70	20	500
	28	Chamsaem	San 150 Hahngae, Hahnchon, Hwasoon County	78	1.5	200
	29	Ttamittisaem	San 32 Doksang, Dongbok, Hwasoon County	75	3	200
Janghung	30	Sahttosaem	Dongdong, Janghung, Janghung County	89	6	180
	31	Shinhung	Shinhung, Janghung, Janghung County	85	6	200
	32	Pyeonghwa	Pyeonghwa-ri, Janghung-up, Janghungcounty	91	7	250
	33	Dojanggolsam	43 Yanghahsan Jahmdoo, Janghung Janghung County	85	5	30
	34	Borimyaksoo	45 Bongduck, Yuchi, Janghung County	84	19	40
	35	Jangkoonsaem	Sam 2-1 Jaesan, Jangpyun, Janghung County	89	3	20
Kangjin	36	Booksan	San 3 Namsung, Kangjin County	50	85	150
	37	Bahmgol	San 1-8 Namsung, Kangjin County	80	50	90
	38	Kiealjae	San 239-1 Hanhak, Byeongyung, Kangjin County	93	20	250
	39	Gahjaesaenm	San 20-1 Hyangchon, Doahm, Kangjin County	80	50	60
Haenam	40	Daehungsa	Koorim, Samsan, Haenam County	89	20	250
	41	Osojae	Pyeonghwal, Samsan, Haenam County	94	70	150
	42	Dosolbong	Mabong, Song, Haenam County	93	50	70
Yeongahm	43	Kielahmchon	Choondong, Mieahm, Yeongahm County	56	5	200
	44	Tapdong	San 125-3 Gaeshin, Yeongahm, Yeongahm County	72	0.5	23
	45	Naengchon	Yeonbo, Kumjung, Yeongahm County	74	3	60
	46	Sungkiedong	SungKie, Dongkoorim, Koonseo, Yeongahm County	94	200	150
Hampyeong	47	Kiesan	Kiegahk, Hahmpyeong, Hahmpyeong County	90	30	250

*E.Y. : Established year. P(t)/d : Product(ton)/day. U/D : User/day

Table 2. Analysis items and instruments

Items	Analytical method	Instruments
pH	pH Meter	Fisher Model 50
F	Spectro-photometer	Hewlett Packard Model 8452A
HCO ₃ , NO ₃ -N	Ion Liquid-chromatography	Waters, 510 pump, M746 integrater Conductivity Detector Model 431
Na, Ca, K, Mg	ICP	Jovin Yvon ultrace 138

불소는 가장 보편적인 元素로서 형석, 빙정석 및 불소화합물 형태로 存在한다. 물로 침취된 불소화합물은 거의 완전히 흡수되어 몸전체에 신속히 분포되어 주로 骨格에 잔류하며 소량이 치아에 잔류하여 酸性 조건하에서 에나멜의 용해도를 감소시켜 충치를 예방한다. 예를들어 9세의 어린이의 경우 1 mg/l의 불소가 함유되어 있는 음료수를 섭취하면 일생을 통해 충치가 거의 발생하지 않는다고 한다.¹¹⁾

많은 연구결과 음료수의 불소함량과 어린이의 반점이나 齲齒 발생률 및 치아의 강도사이에는 상관관계가 있다는 것이 밝혀졌다. 1942년 Dean은 12~14세의 어린이 5,842명을 대상으로 연구하여 음료수의 불소함량이 증가함에 따라 "community index" 즉 어린이에 있어서 가장 심하게 영향을 받은 2개의 치아를 기준으로 하여 반점화에 대한 平均指標가 S자형의 曲線을 따라 增加된다고 하였다. 또한 飲料水中 불소함량이 2-3 mg/l일 경우 매우 약한 반점화를, 4 mg/l일 경우에는 약한 반점화를, 5-6 mg/l일 경우에는 보통의 반점화를, 14 mg/l일 경우에는 보통과 심한 반점화 사이의 指標를 나타냈다고 한다.^{12,13)}

불소가 缺乏되면 과도한 蟲齒가 發生하며 성인에 있어서는 골다공증이 더 많이 나타난다. 반점이 있는 齒牙는 表面에 불규칙적으로 백목같은 흰 반점이 分布되어 있는 것이 特徵이며, 갈색 얼룩에 노란 점이 있는 경우도 있다. 음용수의 수질 기준과 WHO 기준은 1.5 mg/l이다.

불소는 地質學的인 影響을 많이 받는것으로 나타났고, 分析結果는 Table 3, Fig. 2와 같으며, 濃度 範圍는 ND ~1.35 mg/l로 平均 0.19 mg/l, 標準偏差 0.20으로 나타났다. 물통골에서 1.35 mg/l, 용바위에

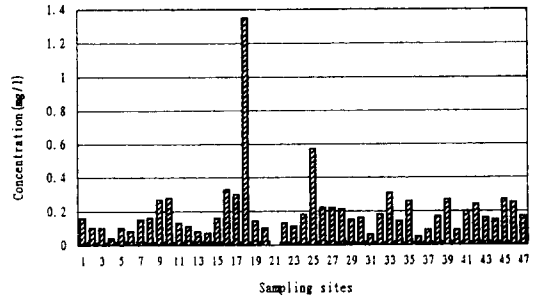


Fig. 2. The mean concentration of F in sampling sites.

서 0.57 mg/l로 적당량 검출되어 식수로 사용시 인체에 유용한 약수터로 사료되며, 시동에서는 검출되지 않았고 구봉산, 한산사, 텃골, 석천사, 대홍사, 신흥, 무선, 쌍용사, 북산, 밥골, 무창등에서는 0.1 mg/l이하로 미량 검출되었다. 불소의 계절적인 변화는 봄 > 겨울 > 가을 > 여름 순으로 높게 나타났으며 여름철에 낮게 나타난것은 降水의 影響을 많이 받은 것으로 생각된다.

(2) 수소이온 濃度

自然水에서는 이산화탄소-중탄산염-탄산염의 평형계에 의해 調節되고 각종 염류가 溶解되어 전리된 이온간에 化學平衡이 생겨 수소이온과 수산이온의 均衡을 유지하고 있어 pH 7부근을 유지하고있다.¹⁶⁾

대부분의 藥水들은 岩石이나 土壤의 化學的 조성과 有機物이 分解될때 發生하는 CO₂가 많이 용해된 물은 약산성을 나타내게 되며 地質의 影響으로 HCO₃ 또는 CO₃이온을 함유한 경우에는 약알칼리성을 나타내게 된다

分析結果 藥水의 수소이온농도 結果는 Table 3과 같으며, 範圍는 6.1~7.8로 平均 6.9, 標準偏差는 0.7로 나타났다. 도내의 약수터는 음용수 수질기준인 5.8~8.5 이내이고 pH가 6.5이하로 약산성인 약수터는 구봉산, 석천사, 가장골, 시동, 북산, 길암천, 쌍용사, 무선, 지동등이고 pH가 7.5 이상인 약알칼리성인 곳은 죽림, 용바위, 물통골, 도장골샘등으로 나타났다. 수소이온농도의 계절별 농도 변화는 봄 > 여름 > 겨울 > 가을 순으로 높게 나타났다.

(3) 중탄산

중탄산은 탄산과 관련이 깊으며 알칼리도를 높이는 成分으로 일반적으로 深層에서 다소 높게 나타나며, 중탄산이 많이 함유된 물은 병마개를 따면 약간의 탄산가스 소리가 나며 컵에 부어두면 기포방울이 생긴다.

Table 3. The results of natural mineral water contents analysis in each sites (unit : mg/l)

Sites	F	pH	HCO ₃	NO ₃ -N	Na	K	Ca	Mg
Youdalsan	0.16±0.06	6.73±0.36	20.38±5.32	5.88±0.85	76.3±13.2	2.4±1.2	10.5±2.8	2.6±2.4
Hansansa	0.10±0.03	6.60±0.30	22.43±4.83	0.68±0.15	10.3±3.8	0.9±0.3	7.3±1.2	1.7±0.8
Koobongsan	0.10±0.02	6.41±0.32	33.23±4.12	0.15±0.06	11.5±1.3	0.5±0.1	7.2±1.8	3.4±1.2
Tuckgol	0.04±0.03	6.80±0.17	23.96±5.60	0.58±0.17	11.5±3.8	0.5±0.2	7.6±0.9	3.2±0.7
Yeongokjae	0.10±0.03	7.07±0.39	24.70±4.27	0.00±0.00	6.6±2.8	0.3±0.2	10.1±3.8	3.7±1.3
Seokchonsa	0.08±0.04	6.36±0.28	23.28±3.99	10.75±0.8	32.7±3.8	4.5±0.5	13.2±2.1	3.0±1.8
Duitgol	0.15±0.04	7.01±0.36	58.48±4.30	0.8±0.14	6.2±1.1	0.9±0.3	1.9±0.8	2.5±0.7
Mahngbook	0.16±0.04	6.90±0.17	48.95±4.99	0.10±0.12	7.7±3.8	0.5±0.2	3.6±1.1	0.8±0.5
Bonghwasan	0.27±0.09	6.56±0.22	48.05±4.10	0.00±0.00	3.4±2.4	0.8±2.4	0.8±0.2	0.6±0.3
Namsangol	0.28±0.11	6.20±0.17	53.58±5.52	0.63±0.17	2.5±1.0	0.6±0.2	0.7±0.3	0.5±0.2
Gahgokdong	0.13±0.03	6.88±0.14	35.50±8.51	0.00±0.00	9.5±2.2	0.8±0.1	3.4±0.8	0.6±0.1
Gahjanggol	0.11±0.05	6.24±0.13	28.03±3.83	4.48±0.62	12.3±3.8	2.9±0.7	5.1±1.2	3.7±0.7
Ssangyongsa	0.08±0.03	6.46±0.28	27.73±3.65	0.38±0.13	8.8±3.4	0.6±0.2	1.4±0.3	1.5±0.7
Moosun	0.07±0.03	6.47±0.25	27.78±4.95	0.68±0.22	7.9±1.8	0.6±0.1	2.7±1.1	0.6±0.2
Jooklim	0.16±0.03	6.72±0.28	32.70±5.43	0.68±0.17	4.1±2.6	6.8±0.3	2.8±0.8	0.5±0.1
Ockchon	0.33±0.05	7.53±0.25	34.88±4.70	1.63±0.17	7.3±0.9	0.7±0.1	4.0±1.0	1.7±0.2
Mooltonggol	0.30±0.05	7.04±0.27	37.70±4.01	0.00±0.00	8.4±3.8	0.9±0.3	14.9±3.9	0.8±0.9
Jeedong	1.35±0.12	7.81±0.21	53.10±13.3	0.00±0.00	15.1±1.4	0.4±0.2	12.8±0.7	1.0±0.1
Moochang	0.14±0.06	6.46±0.28	28.20±7.93	1.00±0.22	5.5±1.8	1.1±0.3	2.9±0.3	1.1±0.2
Sangsang	0.10±0.02	6.59±0.22	24.20±6.07	5.05±0.76	21.4±9.1	1.9±0.6	8.0±1.2	3.3±0.6
Siedong	0.00±0.00	6.37±0.26	19.85±3.13	3.08±0.47	7.2±0.9	0.7±0.1	4.6±1.2	0.8±0.2
Dangmolsaem	0.13±0.03	6.51±0.26	19.40±2.93	1.15±0.23	12.6±2.4	1.7±0.2	8.2±1.9	1.7±0.4
Jungkoojang	0.11±0.02	6.52±0.57	24.63±2.48	2.48±0.33	6.8±1.4	0.8±0.2	2.7±0.5	1.4±0.7
Sooduck	0.18±0.06	6.70±0.27	32.88±4.93	0.23±0.05	7.0±1.1	1.0±0.4	14.7±2.7	1.0±0.2
Yongbahwee	0.57±0.11	7.87±0.10	59.65±6.34	0.45±0.13	16.3±1.0	2.1±0.3	66.5±1.5	14.0±1.1
Jintojae	0.22±0.05	7.00±0.17	35.85±9.85	2.58±0.28	15.3±2.6	1.2±0.1	8.6±2.0	2.3±0.7
Boocheosaem	0.22±0.07	7.11±0.21	38.33±12.5	2.75±0.34	17.1±4.0	1.2±0.3	10.9±1.1	4.0±0.3
Chamsaem	0.21±0.05	7.02±0.26	60.80±8.53	0.03±0.05	3.9±0.7	0.5±0.2	13.3±3.2	4.2±1.6
Ttamttsaem	0.15±0.02	6.98±0.16	43.88±8.24	0.05±0.10	1.1±0.2	0.3±0.2	5.5±1.1	0.5±0.2
Sahttsaem	0.16±0.03	6.95±0.17	33.63±3.96	1.10±0.22	9.7±2.3	0.9±0.1	5.2±1.9	0.9±0.3
Shinhung	0.06±0.03	6.63±0.22	26.98±5.70	0.63±0.05	9.1±0.6	0.9±0.1	4.5±0.9	1.3±0.6
Pyeonghwa	0.18±0.04	7.02±0.10	29.23±5.77	1.93±0.22	12.4±2.9	0.8±0.2	4.7±0.9	1.4±0.3
Dojanggolsam	0.31±0.07	7.81±0.21	56.65±9.12	0.55±0.13	11.1±3.1	0.7±0.2	15.5±2.2	3.9±1.0
Borimyaksoo	0.14±0.03	6.71±0.26	27.13±10.9	0.18±0.05	3.1±0.3	0.7±0.1	6.5±2.1	0.9±0.3
Jangkoonsaem	0.26±0.06	6.80±0.17	34.75±5.20	0.73±0.10	6.3±0.5	1.1±0.3	3.5±0.7	1.5±0.4
Booksan	0.05±0.02	6.34±0.13	21.30±6.05	0.55±0.13	3.2±0.7	0.5±0.1	1.1±0.3	0.6±0.1
Bahmgol	0.09±0.03	6.65±0.17	20.88±3.46	1.05±0.13	7.8±3.8	0.7±0.3	3.3±3.0	1.1±0.4
Kiealjae	0.17±0.05	6.60±0.24	22.78±6.77	0.75±0.13	9.1±1.9	0.7±0.1	2.7±0.4	0.9±1.0
Gahjaesaem	0.27±0.04	7.09±0.22	37.05±2.85	0.53±0.13	11.7±2.8	1.0±0.3	5.5±1.1	1.4±0.5
Daehungsa	0.09±0.05	6.70±0.17	21.55±4.66	1.03±0.17	1.3±3.5	0.6±0.1	4.7±2.3	0.7±0.2
Osojae	0.20±0.05	6.91±0.21	36.23±6.93	0.13±0.05	6.3±3.0	0.5±0.4	1.8±0.9	0.8±1.3
Dosolbong	0.24±0.06	6.84±0.13	57.30±7.60	0.00±0.00	9.6±3.4	0.7±0.1	5.3±2.9	1.4±2.6
Kielamchon	0.16±0.04	6.09±0.22	32.15±8.34	1.35±0.13	13.1±3.7	1.5±0.8	1.6±1.6	1.0±1.2
Tapdong	0.15±0.03	6.64±0.26	33.18±4.35	0.60±0.08	10.6±3.1	0.8±0.3	1.5±1.5	0.6±0.2
Naengchon	0.27±0.03	6.95±0.17	37.13±7.90	0.38±0.10	12.8±2.9	0.9±0.3	3.8±1.1	1.2±0.5
Sungkiedong	0.25±0.07	7.20±0.31	47.7±9.42	1.40±0.18	20.2±4.0	1.5±0.8	9.9±1.5	1.6±1.1
Kiesan	0.17±0.03	6.74±0.34	18.93±2.42	6.95±0.64	37.5±5.2	1.9±0.8	23.3±4.0	4.2±2.3

중탄산은 消化作用을 돕는 것으로 알려져 있다.²⁾ 分析結果 중탄산의 濃度는 Table 3와 같으며, 範圍는 13.4 mg/l~68.4 mg/l으로 平均 34.99 mg/l, 標

準偏差는 12.7로 약수터 지점별로 偏差가 크게 나타났다. 중탄산은 용바위, 물통골, 도솔봉, 뒷골, 남산담, 참샘, 도장골샘이 59.7 mg/l, 53.1 mg/l, 57.3

mg/l, 58.5 mg/l, 53.6 mg/l, 60.1 mg/l, 56.7 mg/l 등으로 높게 나타났으며, 시동, 당물샘등이 19.9 mg/l, 19.4 mg/l로 낮게 나타났다. 중탄산의 季節的인 變化는 봄 > 여름 > 겨울 > 가을 순으로 높게 나타났다.

(4) 질산성질소

질산성질소는 窒素化合物의 最終產物로 過去에 農耕地 비료나 인축의 糞尿등의 汚染과 地質影響을 들수있다. 질산염 汚染에 있어서 질산성질소가 20 mg/l 이상 다량 함유된 물을 유아에게 음용시키면 청색증을 일으킨다는 임상적인 보고가 있다.^{16,17)}

질산성질소가 높게 나타난 지역들의 特徵을 보면 여러가지 原因이 있겠지만 寺刹內에있는 석천사, 周邊에 음식점이 많이있는 유달산, 민가가 밀집해있고 도심주변의 야산기슭에 있는 가장골약수터등은 사람의 往來가 빈번하고 有機物質이 유입될 가능성이 높으며, 논 가장자리에 있는 무창약수터는 농사철에 비료의 시비에서 오는 영향이 많은 것으로 보인다. 음용수 수질기준은 10 mg/l 이하이다.

지하수중 질산성질소의 濃度變化는 매우 큰 것으로 보고되었고, 지하수중의 농도는 降水量, 地下水位에 의해 影響을 받아 질산성질소의 濃度變化는 S 자형으로 測定 시기에 따라 差異가 있다. 一般的으로 作物이 자라지 않는 겨울에 濃度가 높고, 여름에 濃度가 낮은 것으로 보고되었으며, 環境要因에 의해 시기적으로 差異가 크다. 本 調査의 結果도 이들 보고와 같이 연중 濃度 差異가 있었는데 地域的으로는 다르나 平均的으로 장마철이 끝난 가을에 濃度가 높아졌다가 갈수기인 겨울에는 낮아지는 傾向이었다. 질산성질소의 계절적인 變化는 가을 > 겨울 > 봄 > 여름의 순으로 나타났다.

分析結果 질산성질소는 Table 3, Fig. 3과 같으

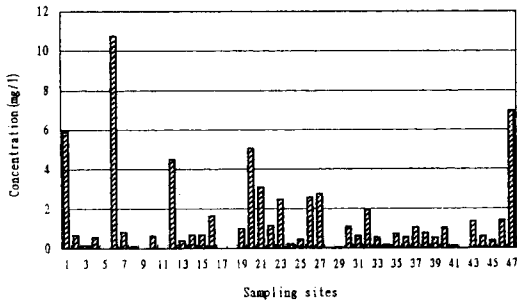


Fig. 3. The mean concentration of NO₃-N in sampling sites.

며, 範圍는 ND~10.8 mg/l으로 平均 1.4 mg/l, 標準 偏差는 2.1로 나타났다. 석천사는 最高 11.6 mg/l로 나타났으나 가을철에 분석한 結果는 9.8 mg/l로 나타나 음용수 수질기준에 適合하였고, 가장골, 유달산, 무창, 기산등이 5 mg/l 이상으로 높게 나타났으며, 가곡동, 물통골, 옥천, 도솔봉, 봉화산등은 검출되지 않았다.

(5) Na

나트륨은 많은 무기물에 존재하는데 기본적인 것은 염염(NaCl)이다. 대부분의 나라에서는 물속에서의 나트륨 함량이 20 mg/l 이하이지만 어떤 나라에서는 250 mg/l 이상의 나트륨을 함유하기도 한다.

이는 자연에 널리 분포되어진 가장 풍부한 알칼리 원소로서 지각에서 26 g/kg을 구성하고 있으며, 토양내에서는 1~10 g/kg의 Na이 포함되어 있는데 이것은 주로 각섬석, 장석과 같은 규산광물의 형태로 존재한다. 수질에서 Na의 농도는 용해도가 매우 크기 때문에 해안이나 지역의 지질학적인 조건등에 따라 크게 차이가 있다.

Na이 인체에 미치는 영향은 체액의 pH, 체액량 조절 및 근육이나 신경의 흥분작용 조정역할을 하고, 인체는 Na농도를 효과적으로 조절하는 효능이 있기 때문에 심하게 中毒될 위험은 없으며, 칼륨과의 균형을 고려하여 칼륨과 나트륨의 이상적인 비율은 2:1 정도 적정량 섭취하는 것이 필요하다.²⁷⁾ 또한 나트륨은 인체내에서 혈장과 세포외액에 가장 많은 양이온이며, 그것과 결합되는 음이온과 함께 세포외액의 삼투작용에 중요한 역할을 하게 된다.

분석결과 나트륨의 범위는 1.1~88.5 mg/l로 평균 12.5 mg/l로 나타났으며, 바닷가에 근접한 유달산 약수터에서 88.5 mg/l로 가장 높은 농도를 보였다.

(6) K

칼륨도 나트륨과 같이 체조직에 이온형태로 존재하며 신경조직과 세포질내에 특히 많이 함유되어 있으며 보통 세포 내에서는 나트륨과 칼륨의 비율이 1:10을 유지하고 있다. 세포내의 칼륨은 많은 생물학적 반응의 촉매제로서 이용되는데, 에너지 발생과 glycogen 및 단백질의 합성에 관여하며, 세포내에서 삼투압의 조절 및 근육이나 신경의 작용을 조절하는 것 외에 나트륨과 균형을 맞추어 혈압을 고르게 하여 고혈압을 예방하는 작용이 있다.²¹⁾ 칼륨의 결핍증은 정상적인 상태에서는 거의 나타나지 않고 구토증상이 있거나 이노제의 사용, 단백질 및 에너지가 부족할 경우에 결핍증이 나타나기 쉽다.

1일 필요량은 2~4g으로 나트륨과의 균형을 적절히 유지하여 섭취하는 것이 필요하다. 분석결과 칼륨의 범위는 0.15~4.45 mg/l, 평균 0.96 mg/l를 나타냈다.

(7) Ca

체내 칼슘은 체중의 1.5~2.0%를 차지하고 있으며, 불용성염의 형태와 가용성이온의 형태로 존재한다. 미네랄 중에서 가장 중요한 성분인 칼슘의 약 99%는 주로 calcium phosphate[Ca(PO₄)₂]로서 골격의 세포간질에 존재하는데 이는 뼈조직을 형성, 유지하는 역할을 하며 나머지 1%는 체액에 존재하는데 이것은 비록 소량이지만 효소의 활성화, 혈액 응고, 심장과 신경조직의 활성화, 근육수축 등에 필수적 역할을 한다.

만약 혈액중의 칼슘이 어떤 원인으로 감소하면 골 뼈의 칼슘이 혈액쪽으로 이동해서 부족분을 채우고 거꾸로 혈액중의 칼슘이 많으면 뼈 쪽으로 이동하게 된다. 이 조절이 흐트러지면 골연화증이라든가 테타니병 등의 증상이 생기게 된다.^{2,16)}

칼슘은 지질중에 탄산칼슘염을 포함한 석회암층에서 많이 존재하며 대부분의 칼슘 화합물들은 순수에서 쉽게 용해되지 않지만 CO₂ 존재시 용해가 가능하고 물의 경도와 칼슘의 함량과는 관계가 높다.¹⁵⁾

분석결과 칼슘의 범위는 0.5~68.0 mg/l, 평균 7.7 mg/l의 농도를 나타냈으며 경도와 관련이 크다.

(8) Mg

체내 마그네슘은 동물체 내에서 매우 중요한 역할을 하는 광물질들 중의 하나로 60%는 뼈속에 나머지 40%는 세포중의 체액중에 녹아서 존재한다. 마그네슘은 골격을 구성하는 성분으로서의 기능을 지니고 있고, 근육 중에서는 수축에 관여하고 신경중의 마그네슘은 뇌나 신경계통을 정상으로 유지하는 역할을 담당하고 있으며 칼슘의 체내 흡수와 이용에 관계가 깊다. 또 우리들이 일상 음식에서 얻고 있는 단백질, 지질, 당질을 분해한다든지, 몸속에서 필요한 성분으로 변화시킬때의 효소에 대해서도 그 활성을 유지하기 위해 중요한 역할을 하고 있다.^{2,16)}

분석결과 마그네슘의 범위는 0.3~13.3 mg/l, 평균은 1.9 mg/l로 나타났으며 경도와 관련이 크다.

2. 지질화적인 측면

지하수의 수질은 그 지하수맥의 수원수질, 즉 부근 토양의 화학적, 물리적인 성질, 특히 그 암석이나 토양의 성분이 물에 용해되는 데서 오는 영향이 크

나 이들 암석조성이 그대로 물의 성분으로 되는것은 아니고 녹기쉬운것, 녹기어려운것, 또는 접촉하는 물의 성질에 따라서도 달라진다.

우리나라 지질의 특색은 대체로 아시아 대륙의 동북부와 비슷하고, 남쪽은 중국의 남부 및 일본과 비슷한 지질을 나타낸다. 전 국토의 절반이상이 화강편마암과 화강암으로 덮여있으며, 오랫동안 침식을 받아 관입된 심성암체의 저반이 넓게 노출되어 있다.

전남지역의 지질분포는 고생대 말기인 페름기와 중생대의 트라이아이스기, 백악기에 형성되었으며, 주로 화산암, 응회암, 석회암등으로 이루어져있다. 암석은 크게 화성암, 변성암, 퇴적암등으로 나눌수 있으며, 화성암은 화강암, 화산암, 안산암 등으로 변성암은 편마암, 편암, 천매암, 규암으로 퇴적암은 이암, 사암, 역암, 응회암으로 나뉘어진다.^{15,21)} 전남지역의 47개 약수터 주변의 암반분포는 Table 4와 같으며 문헌에 따르면 불소이온은 Table 5와 같이 지각, 화강암, 셰일등에서 높게 함유한 것으로 나타났고, 일반토양에서는 함유하지않는 것으로 나타났다.^{14,15)}

분석결과 화강암, 응회암 지역순으로 높게 나타났으며, 화산암지역은 낮은 농도를 나타내었다. 화강암 지역 에서도 바위틈에서 흘러 나오는 물통골등은 1~1.4 mg/l으로 높게 나타난 반면, 낮은 농도를 나타낸곳도 많았는데, 암반을 통하여 용출되는 곳과 낮은 지역을 흐르다 흘러나오는 약수터간의 차이점으로 생각되어 진다. pH는 응회암 지질대가 가장 높았고 화강암, 안산암 순이었으며, 중탄산은 안산암, 화강암순으로 나타났다.

3. 맛있고 건강한 물의 지표

물은 그 속에 용존하는 미네랄류의 함량이 크게 영향을 주나 그 balance에 따라 맛의 차이가 크다. 인간이 일생동안 섭취하는 음료수는 지극히 대량으로서 그것을 장기간에 걸쳐 지속적으로 섭취하게 되면 그것에 함유되어 있는 성분이 체내의 각 기관에 미치는 영향도 무시할 수 없는 것이다.

일본 大阪大 工學部 환경공학과 하시모도(橋本獎) 교수는 맛있고 건강한 물의 미네랄 balance 지표²²⁾ 라는 글에서 건강한 물, 맛있는 물의 지표에 대해서 다음과 같이 설명하였다.

여기서는 일본 전국의 각 縣別 腦卒中 訂正 死亡率과 하천물의 화학성분 사이에서 통계학적으로 의미있는 상관관계가 있는것으로 인정되고 있다. 한편

Table 4. Distributions of rocks around the natural mineral water

	Site	F	Mean	pH	Mean	HCO ₃	Mean	
G	Granite	Youdalsan	0.16		6.7		20.4	
		Osojae	0.20		6.9		36.2	
		Tapdong	0.15		6.6		33.2	
		Naengchon	0.27		7.0		37.1	
		Seongkiedong	0.25		7.2		47.7	
		Kagokdong	0.13	0.34	6.9	6.9	35.5	40.9
		Jooklim	0.33		7.5		34.9	
		Sangsan	0.16		6.7		37.7	
		Yongbawhee	0.57		7.9		60.0	
		Mooltonggol	1.35		7.8		53.1	
		Ockchon	0.30		7.0		37.7	
Dosolbong	0.24		6.8		57.3			
G	Volcanic Rocks	Hansansa	0.10		6.6		22.3	
		Koobongsan	0.10		6.4		33.2	
		Tuckgol	0.4		6.8		234.0	
		Yeongokjae	0.10	0.10	7.1	6.4	24.7	24.5
		Seokchonsa	0.08		6.4		23.3	
		Kiealjae	0.17		6.6		22.8	
		Daehungsa	0.09		6.7		21.6	
G	Andesite	Duitgol	0.15		7.0		58.5	
		Mahngbook	0.16		6.9		29.0	
		Bonghwasan	0.27	0.19	6.6	6.8	48.1	43.4
		Namsantop	0.28		6.9		53.6	
		Gahjanggol	0.11		6.2		28.0	
M	Gneiss	Siedong	ND		6.4		19.9	
		Dangmolsaem	0.13		6.5		19.4	
		Jungkoojang	0.11	0.12	6.5	6.6	24.6	29.2
		Boocheosaem	0.22		7.1		38.3	
		Ttamttisaem	0.15		7.0		43.9	
	Phyllite	Chamsaem	0.21		7.4		60.1	
M	Accumulatin	Jintojae	0.22	0.14	7.0	6.8	35.9	
		Shinhung	0.06		6.6		27.0	31.4
A	Tuff	Sattosaem	0.16		7.0		33.6	
		Pyeonghwa	0.18		7.0		29.2	
		Dojanggolsaem	0.31	0.21	7.8	7.0	56.7	36.3
		Jangkoonsaem	0.26		6.8		34.8	
		Borimyaksoo	0.14		6.7		27.1	
the rest		Ssangyongsa	0.08		6.5		27.7	
		Moosun	0.07		6.5		27.8	
		Jeedong	0.14		6.5		25.2	
		Sooduck	0.18		6.7		32.9	
		Booksan	0.05	0.14	6.3	6.5	21.3	29.7
		Bamgol	0.09		6.7		20.9	
		Gahjaesaem	0.27		7.1		37.1	
		Kiesan	0.25		6.8		47.7	
		Kielahmchon	0.16		6.1		32.2	
Moochang	0.10		6.6		24.2			

*G=Granite, M=Metamorphic rocks, A=Accumulation rocks.

Table 5. Mean concentration of fluoride in the earth's crust and rocks (unit : mg/kg)

Earth's crust	Basalt	Granite	Sandstone	Shale	Limestone	Soil
625	400	735	270	740	330	0

Table 6. The values of mineral balance index in natural mineral water

G	N	Sites	K Index	O Index	G	N	Sites	K Index	O Index
I	5	Yeongokje	5.8	5.9	II	35	Jangkoonsaem	-1.9	2.7
	24	Sooduk	7.3	4.9		37	Bahmgol	-4.0	3.5
	28	Chamsaem	8.0	2.5		38	Kiealjae	4.8	7.9
	33	Dojanggolsaem	6.2	3.4		40	Daehungsa	4.7	4.2
II	2	Hahnsansa	-1.9	3.5	43	Kielahmchon	-8.8	3.8	
	3	Koobongsan	-2.2	6.7	44	Tapdong	-9.5	19.5	
	4	Tuckgol	-1.3	4.5	45	Naengchon	-8.1	8.1	
	6	Seokchonsa	-16.7	6.4	46	Sungkiedong	-13.3	7.1	
	8	Mahngbook	-1.8	4.5	III	1	Youdalsan	-58.6	1.9
	9	Bonghwasan	-2.8	8.4		7	Duitgol	-2.2	1.9
	11	Gahgokdong	-5.4	1.5		10	Namsantop	-1.4	1.8
	15	Jooklim	-2.3	4.8		12	Gahjanggol	-5.4	1.5
	16	Ockchon	-2.5	4.0		13	Ssangyongsa	-5.3	1.6
	17	Mooltonggol	-1.4	2.2		14	Moosun	-5.6	1.4
	18	Jeedong	-3.1	3.8		19	Moochang	-10.5	1.9
	20	Sangsansan	-2.5	5.0		36	Booksan	-2.2	1.8
	21	Siedong	-2.0	3.3		39	Gahjaesaem	-4.5	1.9
	22	Dangmolsaem	-2.6	6.6		41	Osojae	-3.6	1.2
	23	Jungkoojang	-2.1	2.9	42	Dosolbong	-2.4	1.9	
	26	Jintojae	-2.3	3.3	47	Kiesan	-8.2	0.7	
	27	Boocheosaem	-6.7	2.8	IV	25	Yongbahwee	51.8	0.7
	30	Sahttsosaem	-3.0	2.9		29	Ttamttisaem	5.4	1.6
31	Shinhung	-2.5	3.1	34		Borimyaksoo	5.2	1.5	
32	Pyeonghwa	-6.7	7.4						

*G : Group, N : Number.

石原²²⁾은 長壽로 불리는 지역과 短命으로 불리는 지역의 음료수의 Mg/Ca 및 Na/K을 Ca-Na에 대해 그래프로 조사한 결과 長壽村에는 Ca-Na 수치가 크고 Na이나 Mg은 적은 것으로 나타난 것을 참고로 건강한 물의 지표(K index)라 하는 Ca-Na치를 알아냈다.²²⁾ 이것을 기초로 $K\ index = Ca - 0.87Na \geq 5.2$ 로 나타났으며, 또한 일본 전국의 대표적 음료수, 광천수의 관능시험에서 Ca, K, SiO₂가 맛을 좋게 하고 Mg, SO₄가 맛을 나쁘게 하는 것이 분명하므로 맛있는 물의 지표(O index)로서 $(Ca + K + SiO_2) / (Mg + SO_4)$ 를 제안하고 이 지표를 대표적인 음료수, 광천수에 대해서 계산한 결과 맛있는 물과 그렇지 않은 물의 경계로서 O index=2.0이 나타났다. 이것을 굳이 표현한다면 $O\ index = (Ca + K + SiO_2) / (Mg + SO_4) \geq 2.0$ 이라 할 수 있다.

이 두가지 지표를 4그룹으로 분류하여 보면

- I. $K \geq 5.2, O \geq 2.0$: 맛있고 건강한 물
 - II. $K < 5.2, O \geq 2.0$: 맛있는 물
 - III. $K < 5.2, O < 2.0$: 어느 쪽에도 속하지 않는 물
 - IV. $K \geq 5.2, O < 2.0$: 건강한 물
- 이라고 분류할 수 있다.

여기에 분석한 47개 약수터를 적용하면 Table 6과 같은 결과를 보였다. I 그룹에 속하는 맛있고 건강한 물은 4개소(8.5%)로 여수 연곡제, 고흥 수덕, 화순 참샘, 장흥 도장골 약수터로 나타났으며, II 그룹에 속하는 맛있는 물은 28개소(59.6%)로 여수 한산사, 순천 망북, 담양 죽림 등이며, III 그룹에 속하는 어느 쪽에도 해당되지 않는 물은 12개소(25.5%)로 -목포 유달산, 순천 뒷골, 순천 남산탑 등이며, IV 그룹에 속하는 건강한 물은 3개소(6.4%)로 보성 용바위, 화순 땀띠샘, 장흥 보림 약수터로 나타났으며 이를 그룹별로 Fig. 4에 나타내었다.

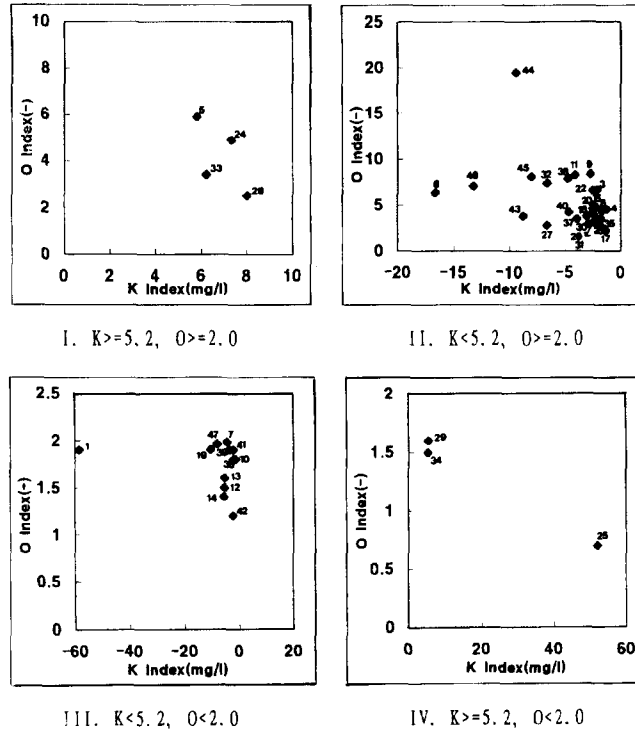


Fig. 4. The mineral balance index K in natural mineral water (number in figure indicates sites of spring waters in Table 6).

IV. 結 論

本 研究에서 全南道內 47개 약수터를 對象으로 96년 봄, 여름, 가을, 겨울 계절별로 區分하여 試料를 채수 分析한 結果는 다음과 같다.

1. 調查對象 약수터의 平均含量은 불소가 0.19 mg/l, pH가 6.88, 중탄산이 34.99 mg/l, 질산성질소 1.40 mg/l, Na 12.1 mg/l, K 1.2 mg/l, Ca 7.7 mg/l, Mg 2.1 mg/l로 나타났다.

2. 불소는 물통골에서 1.35 mg/l, 용바위에서 0.57 mg/l로 적당량 검출되었으며, 시동에서는 검출되지 않았고, 구봉산, 한산사등 약수터에서는 0.1 mg/l 이하로 미량 검출되었다.

3. 地質學的인 影響으로는 불소는 화강암, 응회암 순으로 높게 나타났으며, pH는 응회암, 안산암순으로, 중탄산은 안산암 화강암 순으로 높게 나타났다.

4. 맛있고 건강한 물의 지표인 K index, O index 를 4그룹으로 分類한 結果 맛있고 健康한 물은 4개 소로 연곡제, 수덕, 참샘, 도장골샘으로 나타났으며, 맛있는 물은 28개소로 한산사, 망북, 죽림 등이며,

어느 쪽에도 속하지 않는 물은 12개소로 유달산, 뒷골, 남산담 등이고, 건강한 물은 3개소로 용바위, 팜뚝샘, 보림약수터로 나타났다.

5. 질산성질소는 석천사, 가장골, 유달산, 무창, 기산 등이 5 mg/l 이상으로 높게 나타났으며, 사람의 往來가 頻繁하고 有機物質의 流入 可能性이 높은 약수터에서 높게 나타났다.

參考文獻

- 1) 韓楨相: 地下水學概論, 博英社, 14-31, 1983.
- 2) 韓國食品工業協會 食品研究所: 鑛泉水의 成分分析 및 基準에 關한研究(1), 6-7, 9-11, 83-99, 1988.
- 3) 유병태외 9인: 서울시 一圓의 藥水의 衛生學的 調查, 서울시保健環境研究 院報, 22, 158-167, 1986.
- 4) Messer, H.H. Wong, K.Singer, M.L. & W.D. Armstrong: effect of reduced fluoride intake by mice on hae.atpcret varies. Nature new Boil., 21~218, 1972.
- 5) Report of the Fluoridation Committee, Royal society of New zealand, conterbury Branch, 1974.
- 6) 이중섭외 1인: 시민구강보건, 보타나은 미래를 향하

- 여, 일월서각, 176-179, 180-181, 1995.
- 7) 環境部: 飲用水의 水質基準등에 關한 規則, 環境部令 第11호, 1995.
 - 8) 環境處: 水質汚染公定試驗方法, 136-274, 1995.
 - 9) 日本藥學會: 衛生試驗方法註解, 金原出版社, 1140, 1990.
 - 10) Standard Method for the Examination of water (15th), 1981.
 - 11) 하종규: 비타민, 鑛物質營養學, 향문사, 511-523, 1985.
 - 12) Dean, H.T.: Fluorine and dental health. D.R. Moulton ed., pp.6-11 and 23-31, Am. Assoc. Adv. Sci., washigton, D.C., 1942.
 - 13) Me Gown, E.L. & J.W. Suttie: Influence of fat and fluoride on gastric emptying of rats. J. Nucl. Med., 104~909, 1974.
 - 14) Reinson. A.A.: Introduction to exploration Geochemistry. Applied publishing Ltd., Maywood, p. 614, 1988.
 - 15) 전효택: 環境地球化學과 健康, 서울대학교출판부, 80-81, 13, 1993.
 - 16) 保健社會部: 飲用水水質管理指針書, 270-277, 311-315, 323-331, 490-505, 1991.
 - 17) 이석주 외 9인: 忠南地域 藥水水質에 關한 調查研究, 忠南保健環境研究院報, 5-29, 1992.
 - 18) Weil, R.R., Weismiller, R.A. and Turner, R.S.: Nitrate Contamination of ground-water under irrigated coastal plain soils. J. Environ Qual, 19, 441-448, 1990.
 - 19) Ludwick, A.E., J.O. and Langin, E.J.: Soil nitrates following continuous corn and as surveyed in irrigated farm fields of central and Eastern Colorado, J. Environ. Qual, 5, 82-86, 1996.
 - 20) 玄海男 외 3인: 濟州道 地下水中 汚染物質의 濃度와 土壤中 그의 行動에 關한 研究, 韓國環境農學會紙, 13(1), 28, 1994.
 - 21) 홍시환: 地球環境科學論, 大旺社, 215-217, 1995.
 - 22) 橋本獎: 化學と生物, 12(1), 65-68, 1988.