

# 전라남도 탄광지역 음료수중 불소이온 농도에 관한 조사연구

전남대학교 치과대학

박재관 · 홍석진

## - 목 차 -

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

## I. 서 론

일상적으로 섭취하는 음료수내에 함유된 불소가 치아 우식증의 이환에 영향을 미친다는 것은 주지의 사실이다.

1941년 Dean등<sup>12)</sup>이 미국내 13개시에 거주하는 4, 425명의 아동에 대한 연구 결과를 발표하면서 적정량의 불소가 함유된 음료수를 섭취하는 경우 치아 우식증을 예방할 수 있다고 지적하고, Dean등(1942)<sup>12)</sup>, Arnold(1948)<sup>9)</sup>, Galagon(1953)<sup>15)</sup>, Lloyd 등(1967)<sup>16)</sup>은 불소에 의한 문제점이 없으면서 치아 우식증을 효율적으로 예방 할수있는 음료수중 불소의 농도는 약 1.0ppm이라고 보고 하였다.

그러나, 1.0ppm의 농도로 불소가 함유된 음료수를 계속 섭취할 때는 치아 우식증이 감소하지만, 2 ppm 이상의 고농도로 불소가 함유된 음료수를 치아가 맹출하기 전에 수 년 간 계속 섭취하면 치아 우

식증이 예방됨과 아울러 치아 불소증이 유발 가능성이 커진다.<sup>1)</sup>

이 치아 불소증에 대해서 1901년 Eager<sup>13)</sup>가 처음 보고한 이래, 미국 내에서 McKay와 Black(1916)<sup>18)</sup>에 의해 colorado springs지역에서 치아 불소증의 발생이 보고 되었으며, 그 후 치아 불소증은 음료수중 불소함량이 높은 지역에서 발생됨이 규명<sup>11,20,21)</sup>되었다. 우리나라에서도 1931년殷<sup>7)</sup>강원도 藪山은천 지역에서 발생한 치아 불소증을 처음 보고한 이래 1952년 潘<sup>6)</sup>이 함경도 길주지방, 1961년 金<sup>4)</sup>이 황해도 松禾은천과 경상도 포항근교, 1965년 白<sup>5)</sup>이 충청도 유성은천, 1972년 金<sup>3)</sup>이 수안보은천 지역에서 발생된 치아 불소증에 관하여 보고하였다. 또한 김(1972)<sup>3)</sup>의 동래, 유성, 수안보 지역과 같은 은천 지역의 은천수내 불소함유량에 관한 연구에 의하면 은천 지역이 비 은천 지역에 비해 고농도의 불소가 함유되어 있었고 불소증의 발생 빈도가 높았다고 하였다.

현재 전남 지역에서는 화순에서 처음으로 은천수 개발이 진행되고 있는 바, 은천수의 경우 고농도의 불소가 함유될 가능성이 높다. 또한 불소가 다량함유된 은천수를 음료수로 사용하는 경우, 치아 불소증의 발생이 우려된다고 하겠다. 이에 저자는 은천수가 개발되는 현 시점에서 불소농도를 측정하여 불소증을 나타낼 수있는 음료수원을 찾아내어 이에 대한 예방적 조치를 취하며, 또한 음료수의 불소이온 농도가 우식예방 가능 농도인 경우 이 음료수원의 활용방안을 모색하고자 본 연구를 실시하였다.

**Table 1.** The address of spots collected water at Wha Soon

No of Area	Address						
1	동	면	화	순	향	업	소
2			복	암	탄	좌	
3	동	북	면	안	성	탄	광
4			동	양	탄	광	
5			광	진	탄	광	
6			남	황	탄	광	
7	청	풍	면	무	등	탄	광
8	이	양	면	이	양	탄	좌
9			강	성	탄	광	
10			호	남	석	회	
11	남	면	벽	송	규	석	
12	한	천	면	호	남	탄	광
13			호	남	광	업	소
14			동	남	광	업	소
15			화	일	탄	광	
16			삼	성	탄	좌	
17	북	면	옥 리 1 구 간 이 상 수 도 수				
18	도	곡	면	은			천 수

**II. 연구 재료 및 방법**

**1. 연구 재료**

1987년 8월부터 11월까지 4개월에 걸쳐 화순지역, 수안보온천지역의 온천수, 지하수, 간이 상수도수를 채취하여 불소이온 농도를 측정하였다. 화순지역의 탄광및 온천지역 18개처에서 지하수 및 온천수를 8월과 11월 2차에 걸쳐서 검수 채취 하였으며, 11월에 수안보 지역8개처의 온천수및 간이 상수도 수를 1차에 걸쳐 검수 채취하였다. 검수채취 장소는 Table 1 및 Table 2와 같다.

**2. 연구 방법**

각 검수 채취지역으로 부터 채취된 검수를 200ml

**Table 2.** The address of spots collected water at Soanbo

No. of Area	Address
1	수 안보 증 양 공 급 온 천 수
2	신 흥 장 온 천 수
3	대 림 장 온 천 수
4	수 안보 로알 호텔 온 천 수
5	수안보온천관리사무소상수도수
6	신 흥 장 상 수 도 수
7	대 림 장 상 수 도 수
8	수 안보 로알 호텔 상수도수

poly-ethylene용기에 넣어 운반 하였으며, 불소 이

**Table 3.** F-ion concentration of water at different area in Wha Sòon

No. of Area	1st analysis		2nd analysis		1st and 2nd analysis	
	F-in ppm	S.D.	F-in ppm	S.D.	F-in ppm	S.D.
1	0.008	0.001	0.009	0.001	0.009	0.001
2	0.012	0.001	0.012	0.001	0.012	0.001
3	0.011	0.002	0.012	0.002	0.011	0.002
4	0.012	0.001	0.011	0.002	0.011	0.001
5	0.010	0.001	0.007	0.002	0.008	0.002
6	0.013	0.001	0.012	0.001	0.012	0.001
7	0.015	0.001	0.015	0.001	0.014	0.003
8	0.010	0.002	0.010	0.001	0.010	0.001
9	0.011	0.001	0.010	0.001	0.012	0.002
10	0.012	0.001	0.014	0.001	0.009	0.001
11	0.008	0.001	0.009	0.002	0.011	0.002
12	0.012	0.001	0.010	0.001	0.011	0.002
13	0.012	0.001	0.012	0.001	0.012	0.001
14	0.011	0.001	0.011	0.001	0.011	0.001
15	0.011	0.002	0.012	0.001	0.012	0.002
16	0.014	0.001	0.014	0.001	0.014	0.001
17	0.013	0.001	0.014	0.001	0.014	0.001
18	0.075	0.002	0.070	0.004	0.072	0.004
Mean	0.015	0.015	0.015	0.014	0.015	0.014

온농도 측정은 Frant와 Ross(1966)<sup>14)</sup>에 의해 소개된 불화물 전극(orion Research, Model 94-09)를 이용하여 직접법<sup>19)</sup>으로 분석하였다. 분석기기로서 Specific ionalyzer(orion Research, Model 407A)에 fluoride electrode와 refernce electrode를 장착하여 측정하였다. 100cc polyethylene beaker에 검수 50 ml을 넣고 TISAS III 5 ml를 옮겨넣어 섞은다음, 전극(electoode)를 사용하여 약 5분정도 후에 눈금을 읽었다. 결과의 정확을 위해 10분 간격으로 5회 반복 검사 하여 그 평균치로 하였고, 측정할때마다 전극을 2회 증류수로 세척하여 건조한 후 사용하였으며, 검수가 바뀔때마다 불소 표준용액으로 전극의 감수성을 조절 하였다.

### III. 연구성적

화순지역 식수의 불소이온농도에 관한 2차에 걸친 연구결과, 1차 측정시 검수 채취 분석한 17개 지역의 식수중 불소이온농도는 동면 화순광업소와 남면 벽송규석광이 최저로 0.008ppm으로 측정 되었고, 청풍면 무등탄광이 0.015ppm으로 가장 높게 측정되었으며 평균은 0.012ppm이었다,

2차 검수 채취측정시는 동면 화순광업소와 남면 벽송규석광이 최저로 0.009ppm으로 측정 되었고, 청풍면 무등탄광이 최고 0.015ppm으로 측정 되었으며 평균은 0.011ppm이었다. 1차와 2차 검수 채취된

**Table 4.** F ion concentration of water at different area in Soanbo

No. of Area	F ion concentration						
	1	2	3	4	5	Mean	S.D.
1	0.35	0.32	0.33	0.32	0.31	0.33	0.02
2	0.40	0.41	0.41	0.42	0.42	0.41	0.01
3	0.45	0.43	0.45	0.47	0.46	0.45	0.01
4	0.40	0.45	0.42	0.41	0.39	0.41	0.02
5	0.013	0.011	0.012	0.009	0.010	0.011	0.002
6	0.014	0.015	0.014	0.015	0.015	0.015	0.001
7	0.013	0.011	0.010	0.012	0.011	0.011	0.001
8	0.012	0.011	0.010	0.012	0.012	0.012	0.001
Mean	0.207	0.207	0.212	0.209	0.204	0.207	0.200

화순지역 17개처의 식수중 평균 불소 이온농도는 0.011ppm이었다.

2차에 걸친 화순지역 온천수의 불소 이온농도 측정 결과. 1차 검수 채취시 도곡면 온천수의 불소이온농도는 0.075 ppm이었고, 2차 측정시는 0.070ppm이었으며 1차와 2차측정의 평균은 0.072ppm이었다. 식수 및 온천수 평균 불소이온농도는 1차 및 2차 공히 0.015ppm 이었다(Table 3).

수안보 지역 간이 상수도수의 불소이온 농도는 수안보 온천관리 사무소에서 최저0.011ppm으로 측정되었고, 신흥장이 최고 0.015ppm으로 측정 되었으며, 평균은 0.012ppm이었다. 수안보 중앙공급 온천수가 최저 0.33ppm이었고, 대림장 온천수가 최고 0.45ppm이었으며, 평균은 0.40ppm이었다. 수안보 지역의 간이 상수도수 및 온천수의 평균 불소이온농도는 0.207ppm이었다(Table 4).

**IV. 총괄 및고찰**

1933년 McKay<sup>17)</sup>가 음료수중 불소함유량과 치아 불소증 및 치아 우식증의 상호관계를 규명한 이래 이에대한 많은 연구가 진행<sup>20,21)</sup>되었다.

불소는 주로 화산재, 지하심층부의 암석층 및 Bauxite와 같은 광석속에 다량 존재<sup>2)</sup>하므로 지하 심층부에서 나온 광석과 갱외로 배수된 물에 의해 이

지역 식수내의 불소함유량이 높을 가능성이 있다.

화순 지역의 경우 여러 곳에 석탄광, 규석광, 석회석광과 같은 광산이 분포하고 있다. 광산 지역에서는 지하 심층부로 부터 광석과 폐석을 밖으로 운반하여 쌓아두었으며, 또한 채광 작업시 갱내에서 생기는 물을 갱 밖으로 배수하고 있어 앞서 언급한 바와 같이 지하 심층부의 암석에 의해 지표의 음료수 중 불소이온농도가 높아질 가능성이 있다.

또한 Colorado springs<sup>17)</sup>를 비롯하여 수안보온천, 동래온천, 유성온천, 황해도 송화온천등 온천 지역에 대한 보고<sup>9)</sup>에서, 온천 지역이 비온천 지역에 비해 음료수 중의 불소함량이 높아 치아 불소증이 많이 발생한다고 하였다. 화순지역의 경우, 광산 지역임과 아울러 전남 지역에서 처음으로 온천수의 개발이 진행되고 있다. 이 지역 또한 온천 지역이므로 불소의 함량이 높을 가능성이 있어 이 지역의 불소함량 조사를 실시하였다.

화순 지역의 경우 7개 면 17개 소의 식수중의 불소이온농도는 0.012ppm으로 측정 되었다. 온천 지역인 수안보 지역의 간이 상수도수의 불소이온농도는 0.012ppm으로 화순 지역과 동일 하였고, 동 기간에 참고 자료로 불소 농도를 측정한 청주시의 상수도수의 불소이온농도는 0.023ppm으로 측정되어, 화순 지역과 청주시 그리고 수안보 지역의 상수도수의 불소이온농도는 별차이 없는 것으로 나타났다.

화순 지역의 경우 온천수 내 불소 이온의 농도는 0.072ppm으로 측정되었고, 수안보 지역에서는 0.43 ppm으로 측정되어, 화순 지역이 수안보 지역에 비해 온천수내의 불소함유량이 매우 적게 함유되어 있음을 보였다.

또한 화순 지역의 온천수내 불소이온농도는 이 지역의 비 온천수 0.012ppm에 비해 약 5배정도 더 많은 불소가 온천수내에 존재함을 보여주어, 김(1972)<sup>3)</sup>, 홍(1980)<sup>8)</sup>의 온천수가 비 온천수에 비하여 불소가 고농도로 존재한다는 보고와 일치된 결과를 보였다.

다른 온천 지역의 온천수내 불소함량에 대하여 과거 김(1972)<sup>3)</sup>이 보고한 바에 따르면, 동래온천에서 1.74ppm 유성온천에서 5.60ppm, 수안보온천에서 10.80ppm으로 측정 보고한바, 현재 화순 지역 온천수의 경우 다른 온천 지역에 비하여 상대적으로 매우 적은량의 불소가 함유되어 있음을 보여 주었다.

수안보지역의 경우 온천수 내 불소이온 농도는 0.43ppm으로 측정되었으며 이 지역이 비 온천수인 간 이 상수도수의 0.012ppm에 비하여 불소가 많이 함유되어 있었다. 여기에서도 대부분 온천 지역에서와 같이 온천수가 비 온천수에 비하여 불소가 다량 함유되어 있다는 보고<sup>3,8)</sup>와 일치하였다.

화순 지역의 온천수내에는 치아불소증이 큰 문제가 되지 않으면서 치아우식을 효율적으로 예방할 수 있는 불소의 적정농도인 1.0ppm에 비하여 극히 적은량인 0.072ppm의 불소가 함유되어 화순 지역의 온천수를 식수로 섭취하여도 치아 불소증의 발생 가능성이 없다고 사료된다. 그러나 불소이온 농도의 측정이 ppm단위의 미량 원소에 대한 농도측정이므로 이 온천수에 대하여 재 확인 및 지속적인 조사가 이루어져야 하겠다.

화순 지역이 온천수에 대한 본 연구에서 아쉬운 점은 화순 지역에서의 온천수의 개발은 도곡면과 북면지역 2곳에서만 진행중 이었고, 조사 당시에는 도곡면의 온천수만 채수할 수 있었으며 북면의 온천수는 채수할 수 없었고, 도곡면의 온천수는 개발이 오래되지 않아 1개의 시추공 에서만 채수할 수 있었다. 차후에 온천수 개발이 진행된뒤 북면 지역과 도곡면 지역의 온천수에 대하여 불소이온농도에 관한 지속적인 조사가 이루어져야 겠다.

## V. 결 론

일상섭취 하는 음료수내 불소가 고농도로 함유된 경우 치아 불소증이 발생되며 광산지역과 온천지역은 다른 지역보다 음료수내 불소 이온농도가 높을 가능성이 있다. 따라서 이를 식수로 섭취하는 경우 이 지역 주민에 있어 치아 불소증의 발생이 우려된다.

전남 화순 지역은 광산지역 일 뿐 아니라 현재 온천수 개발이 진행되고 있다. 이에 저자는 온천수가 개발되고 있는 화순지역의 음료수원및 온천수에 대하여 불소 이온 농도를 측정하여 광산 및 온천지역의 음료수 불소 농도에 대한 참고자료를 마련하고자 본 조사를 실시 하였다.

화순지역 18개처에서 2회와 수안보 지역 8개처에서 채수하여 ionanalyzer로 불소 이온농도를 측정 하였던바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 화순지역의 온천수를 제외한 지하수 불소 이온 농도는 1차 조사시 평균 0.012ppm이었으며, 2차 조사시 평균0.011ppm으로서 1,2차 평균 불소 이온농도는 0.012ppm이었다.
2. 화순지역 온천수의 불소 이온농도는 1차 조사시 0.075ppm이었으며 2차 조사시 평균 0.070ppm으로서, 1,2차 평균 불소 이온농도는 0.072ppm이었다.
3. 수안보지역 상수도수의 불소 이온 농도는 0.012ppm이었고 온천수의 불소이온 농도는 0.40ppm이었다.
4. 화순지역 온천수의 경우 음료수원으로 사용하여도 치아 불소증의 발생 가능성이 없는 불소이온 농도를 보였다.

## 참 고 문 헌

1. 김주환, 김종배, 최유진, 김종열 : 구강보건학, 교문사, pp.95-103, 1984.
2. Lewis Menaker. The biologic basis of dental caries. Harper & Row publishers, pp. 446-447, 1980.
3. 金周煥 : 飲料水 內 弗素含有量과 韓國學童의 齒牙齲蝕 經驗度와의 關聯性 研究. 大韓齒科醫

- 師協會誌, 10:25, 1972.
4. 金達澤: 黃海道 松禾 및 慶北 浦項近郊에서 發生한 斑狀齒 三例. 大齒醫學會誌, 3:44, 1961.
  5. 白承浩: 忠南 儒城溫泉地方의 斑狀齒에 關한 研究. 韓國齒科公論, 1:8, 1965.
  6. 潘泰収: 咸北 吉州에서 發生한 地方齒牙疾患. 朝鮮齒科醫學會誌, 16, 1941.
  7. 殷仲基: 朝鮮 江原道 二於ヶル地方生 齒牙疾患 二就チ. 朝鮮之齒界, 2:115, 1931.
  8. 홍대기: 수안보 지역 음료수중 불소 함유량과 치아 불소증 출현에 관한 조사 연구. 경희대 치대논문집, 2:169, 1980.
  9. Arnold, F.A., Jr.: Fluorine in drinking water: its effect on dental caries. J.A.D.A., 36:28, 1948.
  10. Black, G.V. and McKay, F.S.: Mottled teeth. Dent. Cosmos, 58:129, 1961.
  11. Dean, H.T.: Distribution of mottled enamel in the United States. J.A.D.A., 20:319, 1933.
  12. Dean, H.T.; Arnold, F.A., Jr., and Elvove, Elias.: Domestic water and dental caries: V. Additional studies of the relation of fluoride domestic waters to dental caries experience in 4,425 white children, aged 12 to 14 years, of 13 cities in 4 states. Public Health Rep. 57:1155 Aug., 1942.
  13. Eager, J.M.: Denti di Chiaie (Chiaie Teeth), Pub. Health Rep. 16:2576 (Nov. 1), 1901.
  14. Frant, M.S. and Ross, J.W.: Science, 154: 1553, 1966., cited from; Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 10:721, 1975.
  15. Galagan, D.J.: Climate and controlled fluoridation. J.A.D.A., 47:159 Aug., 1953.
  16. Lloyd, F.R., Westmoreland, W.W., Michiko Tashiro, McKay, C.H. and Morisson, J.T.: Determining optimum fluoride levels for community water supplies in relation to temperature. J.A.D.A., 74:389, 1967.
  17. Mckay, F.S.: A brief statement of the case against fluorine in water as the cause of mottled enamel. J. Dent. Res., 13:133, 1933.
  18. McKay, F.S. and Black, G.V.: An investigation of mottled enamel: An endemic developmental imperfection of the enamel of the teeth, Heare to fore Unknown in the literature of dentistry. Part I. Dent. Cosmos, 58:477, 1916.
  19. Orion: Instructional Manual, Specific Ion-analyzer, pp. 17, 1977.
  20. Pindborg, J.J.: Disturbances in tooth formation. pathology of the dental hard tissue. Saunders Company: 138-210, 1970.
  21. Smith, F.A.: Safety of water fluoridation. J.A.D.A., 65:598, 1962.

— ABSTRACT —

**A STUDY ON THE F ION CONCENTRATION OF THE  
DRINKING WATER IN CHONNAM MINE AREA**

**Jeil Kuan Park, D.D.S., Suck Jin Hong, D.D.S.**

*Department College of Dentistry, Chonnam National University*

Dental fluorosis occurred at the high fluoride contained area in the drinking water. The fluoride contents in the drinking water were possible to be higher at mine and hot spring area than those at other areas.

In Whasoon, there are many mines and newly developing hot spring water at the present time.

This study was performed to obtain the reference data concerning the fluoride contents in the drinking water at mine and hot spring area.

The author analysed the F ion concentration of water samples twice from 18 places in Whasoon and 8 places in Soosanbo once by using ionanalyzer.

The following results were obtained from this study.

1. At Whasoon, the F ion concentration in water except hot spring water was marked 0.012 ppm, 0.011 ppm respectively on its average at the 1st and the 2nd analysis and the average concentration above two analysis was 0.012 ppm.
2. At Whasoon, the F ion concentration in hot spring water was marked 0.075 ppm, 0.070 ppm respectively on its average at the 1st and the 2nd analysis and the average concentration above two analysis was 0.072 ppm.
3. At Soosanbo, the F ion concentration in service water was 0.012 ppm and in hot spring water, 0.40 ppm.
4. The fluoride ion concentration of hot spring water at Whasoon was insufficient to produce dental fluorosis.