

## 전북 지역 일부 수원지의 물에서 불소, 칼슘 및 마그네슘 함량에 관한 조사 연구

이인규 · 김종규\*<sup>†</sup>

원광보건대학 치기공과, \*계명대학교 공중보건학과

## A Survey on the Contents of Fluoride, Calcium, and Magnesium of Reservoir Water on a Stream in the Jeon-buk Area of Korea

In Kyu Lee · Jong Gyu Kim\*<sup>†</sup>

Department of Dental Laboratory, Wonkwang Health Science College, Jeon-buk 570-750, Korea

\*Department of Public Health, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

(Received February 3, 2003; Accepted May 29, 2003)

### ABSTRACT

This study was performed to investigate the levels of fluoride (F), calcium (Ca), and magnesium (Mg) in water samples taken from five reservoirs or direct sources on a stream used for agricultural or domestic water in the Iksan and Wanjo areas, Jeon-buk, Korea, and to find a possible link between Ca or Mg and fluoride in water sources in these areas. The samples were collected by the recommendation methods of the World Health Organization and analyzed by the recommendations of the Japanese Standard Methods. Statistical analyses were performed by the analysis of variance and correlation analysis. The F levels in water samples were 0.80~2.53 ppm. In four sampling sites the water fluoride levels exceeded 1 ppm, which is the recommended level for fluorosis/caries control. The Ca levels in water samples were 6.82~12.98 ppm, and the Mg levels were 0.30~1.97 ppm, which are lower compared with the natural levels of water sources previously reported by other investigators. This study showed a positive correlation between Ca and Mg ( $r=0.8779$ ,  $p<0.01$ ) and a negative correlation between F and Ca ( $r=-0.6974$ ,  $p<0.05$ ) and also between F and Mg ( $r=-0.5581$ ) in the water samples. However, the study did not find remarkable relationships in fluoride levels between sampling sites. These results support the fact that there were epidemics of dental fluorosis in this area. The lack of significant positive correlations in fluoride levels between sampling sites suggests that there may be some pathways for the transfer of the metal to the water through other environmental media besides the water course. Long-term epidemiological studies are needed on the relationship between high F together with low Ca and Mg levels in the water, and total human health in this community. There should also be a long-term monitoring of the water quality in this area.

**Keywords:** Water, Fluoride, Calcium, Magnesium

### I. 서 론

사람은 체내 기능의 균형을 조절하는 무기질을 식사를 통하여 식품에서 섭취하는 것이 상례이지만 한 사람이 1일 약 2~3l의 물을 섭취하고 있다면 이 물을 통하여 섭취되는 무기질의 양은 무시할 수 없다고 생

각된다. 물 속의 무기질 함량은 각 지역에 따라 큰 차이를 나타내는데 일반적으로 칼슘과 마그네슘은 많고 불소는 미량 함유되어 있다. 칼슘과 마그네슘은 골격과 치아 및 치주 조직의 정상적인 형성에 필수 성분이다.<sup>1)</sup> 마그네슘은 또 치아 법랑질(enamel)층의 칼슘의 안정성을 증가시키고, 미량의 불소는 치아 에나멜 층을 견고하게 하여 치아 우식 예방에 효과가 있는 것으로 알려져 있다.<sup>2)</sup> 특히 음용수의 칼슘과 마그네슘은 물의 경도와 관계가 있으며 경도가 적당할 때는 물맛이 좋으나 지나치게 높으면 위장에 장애를 주어 설사를 일으

<sup>†</sup>Corresponding author : Department of Public Health,  
Keimyung University  
Tel: 82-53-580-5469, Fax: 82-53-586-5469  
E-mail : jgkim@kmu.ac.kr

킬 수 있다. 불소는 구강 보건에 유익함이 널리 알려져 있지만, 그 농도가 높을 경우에는 또한 부작용이 있음도 제시되어 있다. 불소 과다에 의한 문제점 중 대표적인 것으로 사람의 치아 에나멜 층에 반점이 생기는 치아 불소증(dental fluorosis),<sup>3)</sup> 소위 반상치(mottled teeth) 현상이 1900년대 초에 관찰되었으며 1933년에 물 속의 불소가 원인이라는 것이 밝혀졌다.<sup>4)</sup> 실제로 음용수의 불소 함량과 치아 우식증 및 반상치 발현 빈도와와의 상관성에 관한 조사에 의하면 불소 함량이 비교적 높은 지역에서는 치아 우식 이환율이 낮았으며 불소 함량이 1 ppm인 경우에 치아 우식이나 반상치의 발생이 가장 낮았다고 보고되었다.<sup>5-8)</sup> 일부 국가 및 지역에서는 이를 근거로 음용수에 불소 함량이 부족한 경우에 불소를 첨가하고 있다.<sup>9-16)</sup>

우리 나라에서는 전라북도 김제군 백구면, 익산시 목천동 및 오산면 등에서 이미 1970년대 후반에 반상치 발생이 보고된 바 있다.<sup>17,18)</sup> 그러나 이러한 지역을 중심

으로 수질 또는 지질의 특성을 조사하거나 풍토병적인 반상치 발생에 대한 역학적 조사가 지속적으로 이루어지지 못하고 있다. 따라서 본 연구는 반상치의 발생 보고가 있었던 전북 익산 부근 지역(익산시 및 완주군) 일부 수원지의 물에서 불소와 더불어 물의 경도를 나타내는 데 지표가 되는 칼슘 및 마그네슘의 양을 측정하고 이 성분들간의 상관 관계를 알아보아 이 지역 수원지의 수질을 재평가하고 나아가 지역 주민의 구강 보건 향상을 위한 기초 자료를 제공할 목적으로 수행되었다.

## II. 연구방법

### 1. 시료 채취 지점

우리 나라에서 반상치의 발생 보고가 있었던 부근인 전북 익산시 및 완주군 지역에서 시료 채취지를 선정하였다. 선정된 곳은 익산시를 비롯한 전북 지역에서 상수도원으로 사용하고 있는 완주군 대아리로부터 익

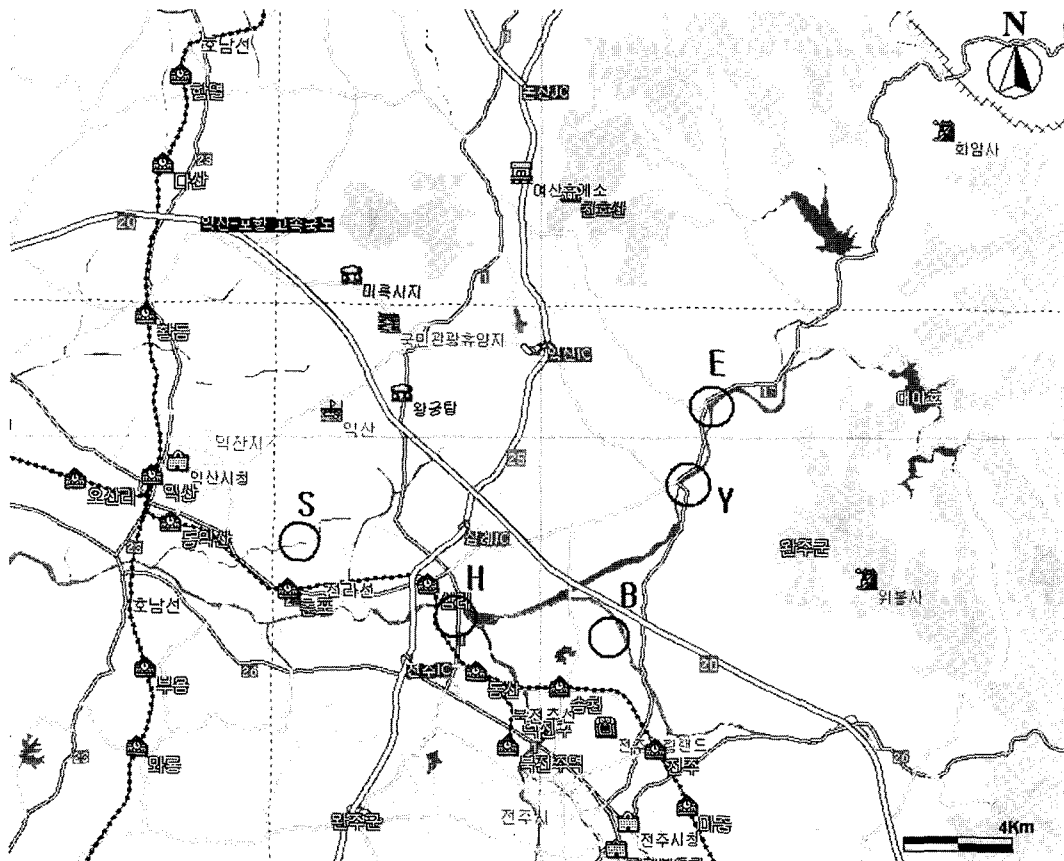


Fig. 1. Map showing five water sample sites in Jeon-buk, Korea.

산시 신흥 저수지까지의 수로를 따라 5개 지점, 즉 어우(E), 율소(Y), 별산(B), 후정(H), 및 신흥(S)이었다 (Fig. 1). 시료 채취는 2000년 9월 1일부터 30일 사이에 수행하였다.

## 2. 시료 채취 방법

시료 용기로는 1l의 플라스틱제 용기를 사용하였다. 용기를 0.1N-HCl로 깨끗이 세척하고 다시 증류수로 여러 번 세척한 후 건조하였다. 현장에서 용기를 검수로 2회 세척한 다음 시료 채취에 사용하였다. 세계보건기구(WHO)가 권장하는 방법<sup>19)</sup>에 따라 각 수원지의 물을 준비된 용기에 채취하여 분석하였다.

## 3. 분석방법

### 1) 불소

시료 중의 불소를 일본약학회편 위생시험법주해에 따라 음용수 중의 Lanthanum Alizarine Complexion 법<sup>20)</sup>에 의하여 정량하였으며 620 nm에서 흡광도로 측정하였다.

### 2) 칼슘과 마그네슘

시료 중의 칼슘과 마그네슘을 일본약학회편 위생시험법주해에 따라 음용수 중의 칼슘 및 마그네슘 측정법(ethylenediamine tetraacetic acid sodium salt, EDTA 법)<sup>20)</sup>에 의하여 정량하였다.

## 4. 자료의 처리 및 통계분석

자료의 처리와 통계분석은 SAS Series package를 이용하였다. 각 시료의 불소, 칼슘 및 마그네슘 함량의 비교를 위해서 분산 분석(analysis of variance, ANOVA) 및 Duncan's multiple range test를 실시하여 차이와 유의성을 검증하였다. 또한 각 성분간 및 시료 채취지간의 상호 관계를 알아보기 위하여 상관 분석을 하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 불소, 칼슘 및 마그네슘 함량

대상 지역의 5개 지점에서 불소, 칼슘 및 마그네슘 함량을 측정한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 시료 채취지 5개 지점의 불소 함량은 0.80~2.53 ppm이었다. 또 5개 지점의 평균 불소 함량은 평균 1.92 ppm으로 나타났다. 한편 E 지점을 제외한 4개 지점의 불소 함량이 1 ppm 보다 훨씬 높았다. 불소 함량이 가장 높은 곳은 S 지점이었으며, 가장 낮은 곳은 E 지점으로 두 곳간에 매우 유의한 차이가 인정되었다( $p < 0.01$ ). 이는 각 채취 지점의 위치 등에 따른 특성으로 생각된다. E 지점은 대야호 부근으로 채취 지점 중에서 비교적 상류에 위치하고 있으며, S 지점은 익산시에 위치하고 있다. 또 시료 채취 지점이 완주군에서 익산시에 가까울수록 불소의 함량이 높아지는 경향이 있어 지질 차이가 있을 것으로 추측되나, 본 연구에서는 지질에 관한 조사를 수행하지는 못하였다. 그러나 불소 함량과는 달리 칼슘 함량에 있어서는 E 지점이 S 지점에 비하여 유의하게 높은 결과가 이러한 추측을 뒷받침 한다(후술 참조). 한편 익산시에서 상수원으로 사용하는 S 지점의 불소 함량 2.53 ppm은 과거에 문<sup>21)</sup>이 보고한 익산 우물물의 평균 불소 함량 1.15 ppm 보다 훨씬 높은 편이다. 시간이 지나면서 불소의 함량이 더욱 증가된 것으로 추측되지만, 본 연구의 시료 채취는 단기간에 행하여졌으므로 이를 확인하기 위해서는 연중 계속 이 지역의 물을 분석해 보아야 할 것이다.

음용수의 불소 함량 0.50~1.00 ppm에서는 치아 우식 예방에 효과가 있지만 1 ppm 이상에서는 오히려 반상치의 이환율이 높아지기 때문에 1 ppm을 넘어서는 안 된다고 알려져 있다.<sup>4,5)</sup> Heller 등<sup>13)</sup>은 음용수의 불소 함량에 따라 학동들의 치아 우식증과 반상치가 발생하

Table 1. Levels of fluoride, calcium, and magnesium in water samples in the Iksan and Wanjoon areas of Jeon-buk, Korea (unit: ppm)

Sampling site	Ca	Mg	F	pH
E	12.98±1.09 <sup>a</sup>	1.97±0.11 <sup>a</sup>	0.80±0.55 <sup>b</sup>	6.44
Y	6.82±0.24 <sup>c</sup>	0.30±0.04 <sup>c</sup>	2.19±0.10 <sup>ab</sup>	6.19
B	7.79±1.07 <sup>c</sup>	0.40±0.11 <sup>c</sup>	1.93±0.23 <sup>ab</sup>	6.06
H	10.44±1.28 <sup>b</sup>	0.68±0.13 <sup>bc</sup>	2.17±0.95 <sup>ab</sup>	5.88
S	9.28±0.49 <sup>bc</sup>	0.56±0.05 <sup>bc</sup>	2.53±1.22 <sup>a</sup>	6.15
Average	9.46±2.41	0.78±0.68	1.92±0.66	6.14±0.20

All values represent the mean±S.D. of three samples.

Means with the same lettered superscripts within a column are not significantly different from each other as determined by ANOVA and Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

였으며 불소가 0~0.7 ppm일 때에 우식이 감소, 0.7~1.2 ppm일 때에 우식이 더욱 감소하였고, 따라서 치아 우식증과 반상치를 예방하기 위해서는 0.7 ppm이 적당할 것이라고 하였다. Cortes 등<sup>16)</sup>은 Brazil에서 6-12년간 거주자 457명을 대상으로 음용수 중의 불소함량과 치아와의 관계를 조사하였더니 불소 0.7 ppm 이하인 지역에서는 2~3 ppm인 지역에서 거주한 사람보다 우식이 많이 발생하였다고 보고하였다. 한편 Choubisa<sup>22)</sup>에 의하면 India의 한 지역(southern Rajasthan)에서 음용수 중의 불소 함량이 4.0 ppm에 이르렀으며, 이 지역에서는 소에서 100%, 물소에서 65.6%, 양에서 61.0%의 반상치가 나타났다고 보고하였다.

한편 반상치가 반드시 물 속의 불소 함량이 과다하여 나타나는 것만은 아니며, 반상치 발현에는 식습관이나 음식물 섭취 등도 관여하는 것으로 알려지고 있다. 그러나 본 연구 대상 중 4개 지점시료의 불소 함량(평균치 2.21 ppm)은 이 등<sup>18)</sup>이 20여년 전에 이 부근의 김제군 3개 지점에서 조사하였던 1.83 ppm, 2.49 ppm 및 1.96 ppm(평균치 2.09 ppm)에 비하여 현저한 차이가 없는 것으로 보인다. 당시 해당 인근 지역의 34세 이하 주민에서 유사 반상치 유병률 7.06%, 경미도 반상치 유병률 5.88%, 경도 반상치 유병률 4.71%, 중등도 반상치 유병률 38.82%, 그리고 고도 반상치 유병률 27.06%이었다고 보고된 바 있다.<sup>17)</sup> 따라서 과거에도 이 지역에서 물 속의 불소 함량이 과다하여 반상치의 발현이 있었음을 알 수 있으며, 불소 함량은 계속 유지되는 것으로 보인다. 만일시료 채취지 중 불소가 1 ppm 이상 검출된 4개 지점의 주민이 상수도를 통하지 않고 이들 수원지의 물을 장기간 음용수로 섭취할 경우, 반상치가 발생할 수 있는 가능성이 제시된다. 한편 이 지역의 사람 뿐만 아니라 동물과 가축에 대한 반상치 조사도 이루어지면 더욱 확실한 근거를 볼 수 있을 것이다.

물의 경도를 나타내는 주요 성분인 칼슘 함량은 시료 채취지별로 6.82~12.98 ppm 이었으며, 5개 지점의 평균 칼슘 함량은 9.46 ppm으로 나타났다. 칼슘 함량이 가장 높은 곳은 E 지점이었으며 가장 낮은 곳은 Y 지점이었고, E 지점은 다른 곳에 비하여 유의하게 높은 칼슘 함량을 보였다( $p < 0.05$ ). 한편 마그네슘 함량은 시료 채취지별로 0.30~1.97 ppm이었으며, 5개 지점의 평균 마그네슘 함량은 0.78 ppm으로 나타났다. 마그네슘 함량이 가장 높은 곳은 E 지점이었으며 가장 낮은 곳은 Y 지점이었고, E 지점은 다른 곳에 비하여 유의하게 높은 마그네슘 함량을 보였다( $p < 0.05$ ). 이렇게 물 시료 중의 칼슘과 마그네슘 함량은 시료 채취지별로 유

사한 양상을 보였다. 이는 자연계의 물에서 대개 칼슘과 마그네슘의 동태가 유사한 바와 일치하는 결과이다. 특히 E 지점의 경우 불소 함량은 가장 낮았던 반면, 칼슘과 마그네슘 함량은 가장 높았다. 물의 경도의 근원은 대개 지질의 석회암에 기인한다고 알려져 있는 바,<sup>19)</sup> 이는 앞에서 E 지점과 다른 지점간에 지질 차이가 있을 것으로 추측하였던 바를 뒷받침 한다.

우리 나라와 일본에서는 수도물의 경도 기준을 300 ppm으로 정하고 있으나 실제로 양질의 음용수는 100 ppm 이하로 제시되고 있다.<sup>13)</sup> Sower 등<sup>23)</sup>은 미국에서 음용수의 평균 칼슘 함량이 60 ppm이라고 보고하였다. 우리 나라에서 조사된 바로는 채<sup>24)</sup>는 음용수의 칼슘 함량이 31.68 ppm, 마그네슘 함량이 11.87 ppm이라고, 또 이 등<sup>25)</sup>은 칼슘 24.16 ppm, 그리고 마그네슘 6.06 ppm이라고 보고한 바 있다. 본 연구의 물 시료에서 칼슘 함량이 6.82~12.98 ppm, 마그네슘은 0.30~1.97 ppm으로 이들 연구에 비하여 매우 낮은 양상을 나타내었는데, 이는 지질 차이와 물의 자정 작용에 기인한 것으로 생각된다. 그런데 음용수 중의 불소가 높아 반상치를 일으키는 것 뿐만 아니라, 칼슘과 마그네슘도 다른 각종 건강 문제나 질병과 관련이 있는 것으로 제시되고 있다. 즉, 음용수의 칼슘과 마그네슘 함량이 높은 지역에서는 낮은 지역에 비하여 여러 가지 건강 위험이 낮은 것으로 관찰되고 있다. 예를 들면 칼슘이 높은 지역에서는 결장암 및 직장암의 위험이 낮으며,<sup>26,27)</sup> 마그네슘이 높은 지역에서는 고혈압 및 심장 질환의 위험이 낮은 것으로 보고되었다.<sup>4,19,28,29)</sup> 본 연구의 조사대상 지역에서는 다른 보고들에 비하여 물 속의 칼슘과 마그네슘 함량이 매우 낮게 나타난 반면에 불소 함량은 높은 편으로 나타났다. 앞으로 이 지역에서 현재 음용수로 사용 중인 물과 수원지에 대하여 연중 수질 측정이 이루어져야 할 것이며, 지역 주민의 반상치 뿐만 아니라 전반적인 건강 상태를 조사할 필요가 있다.

## 2. 각 성분간의 상관 관계

채취지별로 물 시료를 분석한 결과, 다른 연구들에서 보고된 경우보다 불소 함량은 높으며 반면 칼슘 및 마그네슘 함량은 낮은 경향이었다. 이 성분들간의 관련성 여부를 규명하기 위하여 물 시료에서 측정된 칼슘, 마그네슘 및 불소 함량간의 상관 관계를 평가하였다. 그 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 칼슘과 마그네슘은 매우 유의한 양의 상관 관계를( $p < 0.01$ ), 그리고 칼슘과 불소는 유의한 음의 상관 관계를( $p < 0.05$ ) 나타내었다. 마그네슘과 불소는 음의 상관 관계를 나타내었으나 유의한 관계는 아니었다. 즉, 칼슘이 증가함에 따라 마그

**Table 2.** Correlation coefficients between the elements in water samples in Iksan and Wanjo areas of Jeonbuk, Korea

Element	Correlation coefficient( <i>r</i> )	
	Ca	Mg
Ca	-	-
Mg	0.8779**	-
F	-0.6974*	-0.5581

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ 

네슘이 증가하는 경향을 보였으며, 칼슘의 증가와 마그네슘의 증가는 불소의 감소 경향을 나타내었다.

물의 경도와 관련 있는 칼슘과 마그네슘은 불소에 의한 작용에 길항 작용이 있는 것으로 추측되고 있다. 본 연구의 결과는 특히 칼슘과 마그네슘이 불소에 의한 독성이나 반상치를 처치하는 데 좋은 것으로 제시한 선행 연구자들의 보고에 의하여 뒷받침 된다. 즉, Chen<sup>30)</sup>에 의하면 실험 동물에 불소와 함께 칼슘이나 마그네슘을 급여하였을 때 불소에 의한 독성이 감소하였으며, 또 칼슘과 마그네슘을 동시에 병합 급여하였을 때 그 효과가 훨씬 좋았다. 사람에서 나타나는 것으로 Wu 등<sup>31)</sup>은 반상치를 가진 자 60명에 대해서 칼슘-마그네슘으로 처치하였을 때 불소의 흡수가 감소하고 분변으로의 배설이 높아져, 칼슘과 마그네슘이 반상치의 치료에 효과적일 수 있음을 제시하였다. 그러므로 본 연구의 조사 대상 지역에서 물 속의 칼슘과 마그네슘 함량은 낮고 불소 함량이 높은 결과는 과거에 이 지역에서 반상치가 발현될 수 있었던 원인을 더욱 증명하는 결과이다.

### 3. 각 채취지간의 상관 관계

물 시료의 성분별 함량에 있어 시료 채취지간의 상관 관계를 알아보았다. 칼슘 함량에 있어 시료 채취지간의 상관 관계를 조사한 결과는 Table 3과 같다. H 지점과 Y 지점, H 지점과 E 지점, B 지점과 S 지점, 그리고 Y 지점과 E 지점간에는 양의 상관 관계를 보였다. 그 중에서 H 지점과 E 지점은 매우 유의한 양의 상관 관계를 보였다( $p < 0.01$ ). 다른 채취지들 간에는 음의 상관 관계를 나타내고 있으며, 그 중에서 H 지점과 S 지점은 유의한 음의 상관 관계를( $p < 0.05$ ), B 지점과 Y 지점 및 Y 지점과 S 지점은 매우 유의한 음의 상관 관계를 보였다( $p < 0.01$ ).

마그네슘 함량에 있어 시료 채취지간의 상관 관계를 조사한 결과는 Table 4와 같다. H 지점과 B 지점, H 지점과 Y 지점, H 지점과 E 지점, B 지점과 S 지점, 그리고 Y 지점과 E 지점간에는 양의 상관 관계를 보

**Table 3.** Correlation coefficients of calcium levels in water samples between the sampling sites in the Iksan and Wanjo areas of Jeonbuk, Korea

Sampling site	Correlation coefficient ( <i>r</i> )			
	H	B	Y	S
H	-	-	-	-
B	-0.8091	-	-	-
Y	0.9176	-0.9760**	-	-
S	-0.9563*	0.9455	-0.9937**	-
E	0.9990**	-0.7822	0.8990	-0.9424

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ **Table 4.** Correlation coefficients of magnesium levels in water samples between the sampling sites in the Iksan and Wanjo areas of Jeonbuk, Korea

Sampling site	Correlation coefficient ( <i>r</i> )			
	H	B	Y	S
H	-	-	-	-
B	0.8109	-	-	-
Y	0.8237	-0.9998**	-	-
S	-0.9572*	0.9455	-0.9526**	-
E	0.9988**	-0.7822	0.7959	-0.9424

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ 

였다. 그 중에서 H 지점과 E 지점은 매우 유의한 양의 상관 관계를 보였다( $p < 0.01$ ). 다른 채취지들 간에는 음의 상관 관계를 나타내고 있으며, 그 중에서 H 지점과 S 지점은 유의한 음의 상관 관계를( $p < 0.05$ ), B 지점과 Y 지점 및 Y 지점과 S 지점은 매우 유의한 음의 상관 관계를 보였다( $p < 0.01$ ).

불소 함량에 있어 시료 채취지간의 상관 관계를 조사한 결과는 Table 5와 같다. H 지점과 Y 지점, H 지점과 E 지점, B 지점과 Y 지점, 그리고 B 지점과 S

**Table 5.** Correlation coefficients of fluoride levels in water samples between the sampling sites in the Iksan and Wanjo areas of Jeonbuk, Korea

Sampling site	Correlation coefficient ( <i>r</i> )			
	H	B	Y	S
H	-	-	-	-
B	-0.8808	-	-	-
Y	0.8234	0.4565	-	-
S	-0.9757*	0.7559	-0.9276	-
E	0.3874	-0.7777	-0.2042	-0.1764

\* $p < 0.05$

지점간에는 양의 상관 관계를 보였다. 그 중에서 유의한 양의 상관 관계를 보인 곳은 없었다. 다른 채취지들 간에는 음의 상관 관계를 나타내고 있으며, 유의한 음의 상관 관계를 보인 곳은 H 지점과 S 지점( $p < 0.05$ ) 뿐이었다.

환경 중 무기질의 근원은 다양하며 이들이 환경 중에 축적되는 성향은 토양과 지질, 기후 요소, 식물체의 형질 및 농업적 관리 등에 따라 달라질 수 있다. 본 연구에서 물속의 칼슘과 마그네슘 함량은 시료 채취지별로 유의한 양의 상관 관계를 보인 경우가 있었으나, 불소 함량은 유의한 양의 상관 관계를 보이지 않았다. 이렇게 불소 함량이 시료 채취지간에 상관 관계가 별로 없는 것은 불소가 지력(토양) 뿐만 아니라 환경 중의 다른 경로를 통하여 물로 전이되었을 가능성을 추측케 한다. 이러한 추측은 불소 성분이 주로 토양에 존재하지만 대기로부터 혼입되기도 한다는 McLaughlin<sup>32)</sup>의 설명에 의하여 뒷받침되지만 앞으로 이 지역에 대한 더 자세한 연구(지질 및 대기 등)가 필요하다.

단, 본 연구는 익산시 및 완주군 일부 수원지를 중심으로 제한된 지역에서 조사가 이루어졌으며 시료의 채취 시기가 1회에 그쳐 이 수원지의 연평균 수질을 파악하지 못하였고, 또 각 지점별 시료의 분석 건수가 3건으로 충분하지 못하다는 제한점을 갖는다. 그럼에도 불구하고 본 연구의 시료 채취지의 물에서 불소 함량 평균치는 과거 20여년 전과 크게 다르없이 반상치를 유발하는 기준인 1 ppm을 초과하였으며, 칼슘과 마그네슘은 일반적인 수원에서보다 낮게 나타났고 칼슘과 마그네슘이 증가함에 따라 불소가 감소하는 경향을 보였다. 한편 시료에서 전반적으로 불소 함량이 높고 칼슘과 마그네슘 함량이 대개의 수원에서보다 낮게 나타난 것과 관련하여, 이 지역의 수원에 대한 모니터링 뿐만 아니라 이 지역에 거주하는 인구 집단과 가족의 건강 상태 및 제질병 양상에 대하여 지속적인 조사가 필요하다고 보여진다.

#### IV. 결 론

본 연구는 우리 나라에서 과거에 반상치가 발생하였던 전북 익산 부근 지역의 일부 수원지의 물에서 불소, 칼슘 및 마그네슘 함량을 측정하고 이들간의 상관 관계를 알아보고자 수행되었다. 익산 부근 지역(익산시 및 완주군)의 취수원 수로에서 5개 지점을 선정하였으며 물 시료를 채취하여 불소, 칼슘 및 마그네슘 함량을 측정하고 각 성분별 및 시료 채취지별로 분산 분석 및 상관 분석을 하였다. 물 시료의 불소 함량은 0.80~2.53

ppm(평균 1.92 ppm)이었으며 4개소에서 반상치/우식치 관리를 위한 권장기준(1 ppm) 보다 높았다. 시료의 칼슘 함량은 6.82~12.98 ppm(평균 9.36 ppm)이었으며 마그네슘 함량은 0.30~1.97 ppm(평균 0.78 ppm)으로 다른 보고들에 비하여 낮게 나타났다. 물 시료에서 측정된 불소, 칼슘 및 마그네슘 함량간의 상관 관계를 조사한 결과, 칼슘과 마그네슘은 매우 유의한 양의 상관 관계를 ( $p < 0.01$ ), 칼슘과 불소는 유의한 음의 상관 관계를 ( $p < 0.05$ ), 그리고 마그네슘과 불소는 음의 상관 관계를 나타내었다. 한편 성분별로 각 시료 채취지간의 상관 관계를 조사한 결과, 칼슘과 마그네슘은 유의한 양의 상관 관계를 보인 경우가 있었으나, 불소는 유의한 양의 상관 관계를 보인 경우가 없었다. 이러한 결과들은 이 지역에서 과거에 반상치 유행이 가능하였음을 뒷받침하며, 불소 함량이 시료 채취지간에 상관 관계가 없는 것은 이 성분이 물로 전이됨에 다른 경로가 있을 가능성을 제시한다. 이 성분들에 대한 모니터링과 이 지역 인구 집단의 질병 양상에 대한 장기적이고 포괄적인 역학 조사가 필요하다.

#### 참고문헌

- Guthrie, H. A. and Picciano, M. F. : Human Nutrition, Mosby, St. Louis, 273-276, 304-327, 1995.
- Spencer, H. : Minerals and mineral interactions in human beings. *Journal of American Dietetic Association*, **86**(7), 864-877, 1986.
- Reddy, D. R., Srikanth, R. D. and Misra, M. : Fluorosis, *Surgical Neurology*, **49**(6), 635-636, 1998.
- Gabler, R. : Is your water safe to drink?, Consumers Union of US, New York, 59-63, 1988.
- Triller, M. : Fluoride, a preventive agent of caries: mechanisms, sources, risks, *Archives de Pediatrie*, **5**(10), 1149-1152, 1998.
- Fejerskov, O., Larsen, M. J., Richards, A. and Baelum, V. : Dental tissue effects of fluoride, *Advances in Dental Research*, **8**(1), 15-31, 1994.
- Leverett, D. H., Proskin, H. M., Featherstone, J. D., Adair, S. M., Eisenberg, A. D., Mundorff-Shrestha, S. A., Shields, C. P., Shaffer, C. L. and Billings, R. J. : Caries risk assessment in a longitudinal discrimination study, *Journal of Dental Research*, **72**(2), 538-543, 1993.
- Schamschula, R. G., Duppenhaler, J. L., Sugar, E., Un, P. S., Toth, K. and Barmes, D. E. : Fluoride intake and utilization by Hungarian children: associations and interrelationships, *Acta Physiologica Hungarica*, **72**(2), 253-261, 1988.
- Martin-Iverson, N., Pacza, T., Phatouros, A. and Tennant, M. : Indigenous Australian dental health: a brief review of caries experience, *Australian Dental Journal*, **45**(1), 17-20, 2000.

10. Burt, B. A., Keels, M. A. and Heller, K. E. : The effects of a break in water fluoridation on the development of dental caries and fluorosis, *Journal of Dental Research*, **79**(2), 761-769, 2000.
11. Angelillo, I. F., Torre, I., Nobile, C. G. and Villari, P. : Caries and fluorosis prevalence in communities with different concentrations of fluoride in the water, *Caries Research*, **33**(2), 114-122, 1999.
12. Heller, K. E., Sohn, W., Burt, B. A. and Eklund, S. A. : Water consumption in the United States in 1994-96 and implications for water fluoridation policy, *Journal of Public Health Dentistry*, **59**(1), 3-11, 1999.
13. Heller, K. E., Eklund, S. A. and Burt, B. A. : Dental caries and dental fluorosis at varying water fluoride concentrations, *Journal of Public Health Dentistry*, **57**(3), 136-143, 1997.
14. Czarnowski, W., Wrzeniowska, K. and Krechniak, K. : Fluoride in drinking water and human urine in northern and central Poland, *The Science of the Total Environment*, **191**(1-2), 177-184, 1996.
15. Riordan, P. J. : The place of fluoride supplements in caries prevention today, *Australian Dental Journal*, **41**(5), 335-342, 1996.
16. Cortes, D. F., Ellwood, R. P., O'Mullane, D. M. and Bastos, J. R. : Drinking water fluoride levels, dental fluorosis, and caries experience in Brazil, *Journal of Public Health Dentistry*, **56**(4), 226-228, 1996.
17. 김종배 : 전북 김제군 백구면 유강리 동자포 주민 반상치에 관한 역학적 연구, *대한치과의사협회지*, **16**(3), 205-211, 1978.
18. 이종훈 : 한국인의 치아우식 조절에 관한 연구. I. 치아 불소증이 심한 만경강 유역의 음료수 내 수중 무기질 함량, *대한구강생물학회지*, **4**(1), 5-9, 1980.
19. WHO : Guidelines for drinking-water quality. WHO, 47-74, 106-110, 264-265, 1984.
20. 日本藥學會編 : 衛生試驗法註解, 50, 72, 新日本印刷株式會社, 1994.
21. 문주현 : 전라북도내 식수에 의한 칼슘, 마그네슘 및 불소 섭취량에 관한 조사 연구. 원광대학교대학원 석사학위논문, 1986.
22. Choubisa, S. L. : Some observations on endemic fluorosis in domestic animals in Southern Rajasthan (India), *Veterinary Research Communications*, **23**(7), 457-465, 1999.
23. Sowers, M. F. R. and Wallace, R. B. : Contribution of water diet supplements to nutrient intake, *Journal of American Dietetic Association*, **86**(9), 1192-1195, 1986.
24. 채예석 : 한국인의 칼슘 섭취량에 관한 연구, 음료수로부터의 섭취량에 대하여. *숙명여자대학교논문집*, **11**, 1972.
25. 이종훈, 정동균, 김관식, 이효재, 정태영 : 한국인의 치아우식 조절에 관한 연구. I. 음료수 및 지표수의 수중 성분. *대한구강생물학회지*, **2**(1), 7-25, 1978.
26. Yang, C. Y. and Chiu, H. F. : Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from rectal cancer, *International Journal of Cancer*, **77**(4), 528-532, 1998.
27. Yang, C. Y., Chiu, H. F., Chiu, J. F., Tsai, S. S. and Cheng, M. F. : Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from colon cancer, *Japanese Journal of Cancer Research*, **88**(10), 928-933, 1997.
28. Yang, C. Y. and Chiu, H. F. : Calcium and magnesium in drinking water and the risk of death from hypertension, *American Journal of Hypertension*, **12**(9), Part 1, 894-899, 1999.
29. Rylander, R., Bonevik, H. and Rubenowitz, E. : Magnesium and calcium in drinking water and cardiovascular mortality, *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, **17**(2), 91-94, 1991.
30. Chen, G. L. : Experimental study of antagonizing effect of calcium and magnesium against fluoride toxicity in collagen, *Chinese Journal of Preventive Medicine*, **26**(2), 80-82, 1992.
31. Wu, H. W., Wen, J. X. and Qu, G. R. : Changes in fluorine metabolism during the treatment with calcium-magnesium preparation in 60 cases of endemic fluorosis, *Chinese Journal of Internal Medicine*, **29**(6), 357-359, 1990.
32. McLaughlin, M. J., Parker, D. R. and Clarke, J. M. : Metals and micronutrients-food safety, *Field Crops Research*, **60**(1-2), 143-163, 1999.