

## 수돗물 불소화사업 찬반논쟁에 따른 고찰

김 갑 수\*

### A Study on the Dispute over the Drinking Water Fluoridation

Kap Soo Kim\*

**요약** : 1981년부터 진해시에서 시범적으로 시행하고 있는, 수돗물 불소화사업은 90년대 중반부터 전국적으로 확대 실시되고 있다. 그러나, 수돗물 불소화사업을 시행하면서 불소의 인체에 대한 유해성 및 강제적 의료행위로 인한 선택의 자유에 대한 침해 그리고 맑은 물을 마실 수 있는 시민의 권리에 대한 논쟁도 뜨겁다. 본 연구에서 얻어진 결론은 다음과 같다.

- ① 1998년부터 1999년까지 3차에 걸친 수돗물 불소화사업에 대한 서울시 주최 공청회, KBS 1TV에서 생방송으로 진행된 길종섭의 쟁점토론, 서울시정개발연구원 주최 심포지엄을 개최하면서 동시에 실시된 설문 및 여론조사 결과 찬성이 32.9~36.1%, 반대가 63.9~66.1%였다.
- ② 현재 일인당 250~300ℓ 정도 수돗물을 사용하고 있지만 그중에서 2~3ℓ 만을 음용수로 마시고 있다. 즉, 수돗물의 1%만이 음용수로 이용되고 있으며, 나머지는 세탁, 취사, 목욕, 화장실 용수 등으로 이용된 후 하수처리장 또는 공공수역으로 배출되고 있다. 즉, 13세 이하의 인구비용(21%) 예방효과가 50%(찬성측의 의견)를 감안하면 실제효율은 0.105%이다.
- ③ 수돗물 불소화사업은 그 목적이 수돗물의 깨끗하고 안전한 수질 향상에 있는 것보다는 시민구강보건에 관한 사항이므로 구강보건을 위한 다양한 대안들(칫솔질용 불소용액 공급, 불소가 들어간 치마제(齒磨劑) 권장, 불소치약, 수돗물 불소화 개인치아 관리 홍보교육 등)을 비교·검토해서 가장 효과적이며 안전하고 경제적인 방안을 모색해야 할 것이다.
- ④ 불소화사업 시행여부 결정방법은 인체의 위해성을 중요시한, 장기간에 걸친 전문연구기간의 연구결과를 토대로 시민여론을 거쳐 추진되어야 할 것이다.

**주제어** : 수돗물 불소화사업, 음용수, 공공수역, 수질향상, 시민구강보건

**ABSTRACT** : The fluoridation program of public water supply, which has been introduced as a model project in the city of Jinhae since 1981, has been spread all across the country since mid-1990s. The drinking water fluoridation program has given rise to a heated controversy in a way that fluoridizing might bring danger to human health, whereas fluoridation as an enforced medical treatment would infringe the freedom of choice and civil rights of drinking clean water. The results of the study are as follows:

1. Questionnaire surveys and opinion polls were taken place 3 times over the period 1998~1999. The surveys and polls were conducted at the time of a public hearing organized by the city of Seoul, a session of the KBS 1 TV program of Gil Jong-Seop's Issue Discussion, and

\* 서울시정개발연구원 도시환경연구부 선임연구위원(Senior Research Fellow, Department of Urban Environment, Seoul Development Institute)

a symposium organized by Seoul Development Institute. The results showed that the affirmative rates were in the range of 32.9~36.1% and negative rates 63.9~66.1%.

2. Average quantity of drinking water per citizen ranges only 2~3 ℓ of 250~300 ℓ of tap water in a day. That is, only 1% of tap water is used as drinking water. The rest used for washing, cooking, bathing and toilet is discharged via sewer pipes into wastewater treatment facilities or public water bodies. Considering 50% of the prevention effect in the age group of under 13(21%), the study reports that the real efficiency rate is a mere 0.105%.
3. The drinking water fluoridation is a possible means of achieving improvements in dental hygiene rather than in drinking water quality. Therefore comparing a variety of alternatives for dental hygiene, we should search for the safest, most effective, and economical ways for improving public health.
4. Before deciding whether the fluoridation should be enforced or not, a considerable period of public consultation should be provided and long years of scientific and medical research on this issue, especially on the adverse effects on human health, should be done.

**Key Words** : drinking water fluoridation, tap water, public water bodies, dental hygiene, drinking water quality

## I. 서론

1982년부터 충치예방을 위한 수돗물 불소투입사업을 실시했던 충북 청주시가 시행 22년만에 불소화사업을 중단하면서 불소화 유해여부 논란이 다시 불붙고 있다. 청주시는 2003년 11월 18일부터 25일까지 시민 1,000명을 대상으로 수돗물 불소화사업에 대한 설문조사를 실시한 결과 반대의견이 490명(49%)으로 찬성 452명(45.2%)보다 38명이 많은 것으로 집계되어 2004년 1월 1일부터 불소투입을 중단했다. 청주시는 이 사실을 5일 보건복지부와 충북도에 보고하는 한편 수자원공사 대청댐관리단에 불소투입중단을 요청, 시행에 들어간 상태이다.

수돗물 불소화를 둘러싼 논쟁이 복잡한 양상을 띠게 된 원인인 불소는 물질이 그 자체로는

분명히 독성을 갖고 있는 물질이지만 다른 일반적인 환경오염물질과는 달리 치아우식증(충치)을 예방하는 효과를 갖고 있기 때문이다.

따라서 수돗물 불소화를 결정할 때는 불소화로 인해 기대할 수 있는 치아우식증의 예방 효과와 잠재적 위해성을 최대한 정밀하게 평가하는 것이 필요하다.

상기와 같은 관점에서 지금까지 수돗물 불소화와 관련하여 연구한 결과를 요약하면 찬성측에서는 다른 사업과는 달리 오랜 기간에 걸쳐서 외국에서 시행 또는 연구되고 있고, 특히 불소화합물을 음용수에 타서 마신다는 점에 있어서 그 시행과 사업결과에 대해서 신중함을 기해야 하기 때문에 이 분야에 대해서는 권위있고 신뢰성 있는 기관에서 많은 연구가 이루어졌다는 것이다.

그러나 수돗물 불소화사업을 극구 반대하는 학자들은 현재 60여개국에서 도시별로 시행하고 있으나 불소의 인체유해성과 환경오염 및 인간의 선택권보호 등을 이유로 반대하고 있다.

또한 유럽의 경우 90% 이상이 수돗물 불소화를 하지 않거나, 시범실시하였으나 중단하고 있고, 미국의 경우에도 세계에서 불소화를 가장 많이 실시하였고 가장 오랫동안 추진하여 왔으나, 최근에는 매사추세츠주 나티크시 및 유타주 솔트레이크에서는 불소화 연구위원회 및 의회투표로 수돗물 불소화를 중단하였다.

일본에서도 교토(京都)市에서 13년간 시범사업을 실시하였으나 큰 효과가 없었다는 이유로 불소화사업이 중단되었다. 타카라즈카市에서는 상수원수에 불소화가 높아 반점치 및 반상치가 많이 나타나 수돗물 불소화사업을 전면 중지하였으며, 최근 일본에서는 수돗물 불소화사업에 대한 움직임이 없다고 보고되고 있다. 그러나 상기와 같은 결과에도 불구하고 찬성측 입장에서는 계속적으로 구강건강증진을 위해서는 경제적이며 효과가 큰 수돗물 불소화사업을 강력하게 촉구하고 있는 현실이다.

따라서 본고에서는 수돗물 불소화사업에 따른 찬반논쟁에 대한 설문조사 및 심포지엄 참석 등에 의한 여론조사를 실시하여 그 결과를 제시하여 향후 수돗물 불소화사업에 관련된 정책자료로 제공하고자 한다.

## II. 불소의 이론적 고찰

### 1. 불소

불소(fluorine)는 원자번호 9, 원자량 19이며,

할로젠 원소군의 하나이다. 이 군에는 불소(F) 외에도 원자량에 따라 염소(Cl), 브롬(Br), 요오드(I), 아스타틴(At)이 있다. 이 원소들은 자연계에 유리상태(free state)로 존재하지 않으며(일부 화산가스 속의 염소는 제외) 결합된 염(salts)의 형태로 존재한다. 불소는 전자를 받아들이는 능력이 가장 강하고 항상 -1가를 나타낸다. 또한 화합물은 매우 높은 용해도를 가지고 있어 수중에서나 대기 중에서 폭넓게 전이되어, 환경 중에서는 이온상태로 많이 존재한다.

불소는 불소자체로는 존재하지 않고 자연계에서 화합물의 형태로 존재한다. 지각에는 약 250~750 mg/ℓ 정도의 농도로 존재하고 있어서, 지각에서 13번째로 많이 함유되어 있으며, 자연계에 널리 분포되어 있는 불화물은 암석 형태로서 형석(fluorite  $\text{CaF}_2$ ), 빙정석(cryolite  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), 인회석[apatite  $\text{Ca}_5(\text{FCl})(\text{PO}_4)_3$ ] 등으로 존재한다.

물에서의 함량은 기후대와 밀접한 관계가 있다. 그러나 자연수에서의 농도는 특별한 경우를 제외하고는 극히 낮은 수준이다. 일반적으로 지표수에서의 불소농도는 0에 가깝고, 불화물이 발달한 암반층을 흐르는 지하수에서 10 mg/ℓ에 이르는 경우도 있으나, 대부분의 지하수에서는 지표수와 유사하며 해수중의 불소는 1.4 mg/ℓ 정도이다.

어떤 지역의 식수에는 자연적으로 불소가 지나치게 많이 함유되어 있어서 심한 반점치를 발생시키기도 하고 또 어떤 지역의 식수에는 불소가 적당량 들어 있어서 심한 반점치도 발생되지 않으면서 충치가 아주 적게 발생되

기도 하며, 또 어떤 지역의 식수에는 불소가 결핍되어서 충치가 많이 발생하기도 한다.

알루미늄 제조, 인산비료 제조, 유리, 연와, 타일 공업, 도자기 제조공업, 합성수지 제조공업, 냉매 제조공업, 농약 제조공업 등 불소를 배출하는 산업은 이들 공장의 배출수로 오염된 하천수에는 상당량의 불소가 함유되어 있다.

## 2. 불소화약품

수돗물 불소화에 주로 사용되는 불화물은 불화나트륨(NaF), 불화규소나트륨( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ), 불화규소마그네슘( $\text{MgSiF}_6$ ), 불화칼륨(KF), 불화칼슘( $\text{CaF}_2$ ), 불화수소산( $\text{H}_2\text{F}_2$ ) 등이 있으

나 이들은 다른 불화물이 사용될 수 없는 경우 에나 간혹 쓰이며 수돗물 불소화에 쓰이기는 적절치 않은 특성들을 가지고 있어 잘 쓰이지 않는다.

불화나트륨(NaF)은 수돗물 불소화에 최초로 사용되었던 불화물이며, 독성이나 생리학적 작용에 대한 연구가 많이 이루어져 있다. 또한 불화나트륨(NaF)은 불소농도의 측정에 기준 물질(reference standard)로 쓰이고 있으며, 그 독특한 성질 때문에 아직도 널리 애용되고 있다. 불화나트륨은 백색 무취이며, 분말형이나 여러 가지 크기의 결정형으로 제조된다. 과거에는 형성에 황산을 가하고 탄산나트륨으로 중화시켜 만들었으나 1983년경에 제조법이 바

〈표 1〉 불화물의 특성

항 목	불화나트륨	불화규소나트륨	불화규산
분 자 식	NaF	$\text{Na}_2\text{SiF}_6$	$\text{H}_2\text{SiF}_6$
형 태	백색 분말 또는 결정체	백색 분말 또는 매우 세립한 결정	무색투명
분 자 량	41.99	188.06	144.09
비 중	2.78	2.68	1.21~1.27
약품함량순도(%)	90~98	98~99	22~30
순수약품 중 불소이온(%)	45.25	60.62	79.11
1.0 ppm 불소에 대한 g/cu. cm(표시된 순도)	2253.0(98%)	1677.7(98.5%)	4218.3(30%)
pH	7.4	3.5	1.2(1% solution)
1.0 ppm 불소에 제공된 나트륨(ppm)	1.17	0.40	0.00
Storage Space(cu. cm per 1g F ion)	13.7~21.2	14.4~18.7	33.7~45.6
용해도(25℃에서 물 100ml 당 g)	4.05	0.762	infinitive
무게(g/cu. cm)	1.04~1.44	0.88~1.15	1.26(30%)
비용(won per kg)	463~643	206~257	64~386
(won per kg available F)	1054~1465	334~437	360~1620
운반컨테이너	fiber drums, bulk	fiber drums, bulk	bulk
투입방법	분말투입기 포화용액 투입기	분말투입기	불소용액 주입장치

자료: 「상수도불소화 타당성 조사 보고서」, 대전광역시 상수도사업본부, 1995

뀌어, 현재는 불화규산을 가성소다( $\text{NaOH}$ )로 중화시켜서 생산한다. 분자량은 42.0이고, 비중은 2.78이며, 상온에서 물 100 ml 당 용해도가 4.0g으로 거의 일정하다는 것이 불화나트륨( $\text{NaF}$ )의 특징이다.

불화나트륨은 공업용으로도 많이 쓰인다. 법랑과 유리제조, 철 제작시 가스제거제, 전기도금, 용접제, 염화물의 열처리, 양조장 및 증류수 공장의 소독제, 목재 보존제, 코팅종이 제조 등에 쓰인다. 과거에는 쥐약으로도 사용되었으나 지금은 쓰이지 않으며, 미국환경보호청(EUSEPA)의 쥐약목록에도 들어 있지 않다.

불화규소나트륨( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ )은 불화규산을 처리하여 얻은 여러 가지 염(salt) 중의 하나로 수돗물 불소화에 가장 많이 쓰이는 불화물이다. 다른 불화규소류(fluorosilicates)와 마찬가지로 인산비료 제조과정에서 부산물로 얻는다. 인광석을 분쇄하여 황산으로 처리할 때 부산물로 생기는 기체를 물과 반응시키면 불화규산이 되며, 이를 탄산나트륨으로 중화시키면 불화규소나트륨이 침전된다. 불화규산은 값이 저렴하지만 물 함량이 많아 운반비가 많이 들기 때문에, 이를 불소의 함량이 높은 고체로 전환시킴으로써 불화규산의 단점을 최소화하면서 장점을 그대로 살린 것이 불화규소나트륨인 것이다. 불화규소나트륨( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ )은 백색 무취의 결정형 분말이다. 분자량은 188.06이며, 비중은 2.679이다. 용해도는 섭씨  $0^\circ$ 에서 0.44%,  $100^\circ$ 에서 2.45%로 가변적이다. 용액의 pH는 산성으로 포화상태에서 3.0~4.0, 평균 3.6이다.

불화규소나트륨은 공업용으로 세탁소의 중화제, 오팔유리제조, 모직물 방충처리에 이용

된다. 불화나트륨과 마찬가지로 과거에는 쥐약으로 쓰였으나, 오늘날에는 쓰이지 않는다.

불화규산( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ )은 농도 20~35%의 액체로 공급되며, 분자량은 144.09이다. 담황색이며, 투명하고 매운 냄새가 나며, 증발성, 부식성 그리고 피부에 자극성이 있는 용액이다. 불화규산 20~35% 용액은 pH가 낮아( $\text{pH}=1.2$ ), 1 mg/l의 농도에서 충분히 중화되지 않는 정수의 pH를 약간 떨어뜨릴 수도 있다. 피부에 닿으면 '지체성 화상(delayed burn)'을 일으키므로 취급에 극히 주의해야 한다.

다른 불화물과 마찬가지로 불화규산도 공업용으로 많이 쓰이는데, 양조장이나 병공장의 기구 소독, 전기도금, 가죽의 무두질, 유리 부식제, 납의 제련, 시멘트 경화제, 목재 보존제 등에 쓰인다. 다른 광물성 산과 마찬가지로 불화규산이 튀거나 증기에 의해 취급자가 손상을 입거나 설비가 상하게 되므로 조심하게 취급하여야 한다.

### III. 수돗물 불소화 사업

#### 1. 역사와 배경

수돗물 불소화 사업이란 적정량의 불소를 우리가 마시는 수돗물에 넣어 치아우식증(충치)을 예방하는 사업을 말한다. 즉, 정수장에 불소투입기를 설치하여 수돗물에 일정한 농도의 불소를 투입하여 치아우식증을 예방토록 하는 것이다.

1908년 미국 콜로라도주의 온천지역에 거주하는 치과의사인 맥케이(Frederick S. McKay)

박사는 그 지역에 많은 아이들의 치아에서 반점을 발견하고 이에 관심을 갖게 되었다. 그때까지 어떤 과학적인 문헌에도 이에 대한 언급이 없었기 때문에 그는 직접 이 현상을 규명해 보기로 결심하였다. 맥케이는 당시 치의학계의 주요 인사인 블랙(G. V. Blank)박사와 공동으로 반점치에 대한 세밀한 조사를 한 결과 1920년대 말에는 반점치아에서는 치아우식증이 발생하지 않는다는 점을 발견하였고, 1931년에 반점치를 일으키고 치아우식증을 억제하는 물질이 음용수에 함유되어 있는 '불소'라는 사실을 밝혀냈다.

2차 세계대전 중에는 불소에 대한 연구가 중단되었으나 1945년에서 1947년에 걸쳐 많은 불소화연구가 있었으며, 이 연구들로 인해 수돗물 불소화 사업이 1945년 1월 세계에서 최초로 미국 미시간주의 그랜드래피즈(Grand Rapids)에서 실시되었고, 1945년 5월에는 브랜포드(Branford)에서 수돗물 불소화사업이 시작되었으며, 1946년 6월에는 에번스턴(Evanston)에서 불소화사업이 시작되었다.

지난 40여년 동안에도 미국의 연방보건청, 여러 주정부의 보건국, 수많은 민간연구기관에서 불소 및 수돗물 불소화에 대한 연구가 계속 진행되고 있다.

## 2. 국내의 추진현황

우리나라에서는 1978년 보건사회부에서 도시상수도 불소화사업을 개발하기 위하여 구강보건사업협의회를 구성하였으며 1980년 보건사회부 훈령 제412호로 상수도 불소주입에 관

한 규정을 제정한 후, 진해시가 1981년 그리고 청주시가 1982년에 상수도 불소화사업을 시범적으로 시작하였다. 2002년 12월 현재 <표 2>에서 나타난 것처럼 여러 중소도시에서 불소화사업이 확대 실시되고 있으나, 수돗물 불소화 사업에 대한 찬반 양론이 끊임없이 이어지고 있는 실정이다.

## 3. 국외의 추진현황

1945년 1월 미국 미시간주의 그랜드래피즈에서 처음으로 수돗물에 1 mg/l의 불소를 첨가한 불소화사업이 시작된 이래, 수돗물 불소화 사업은 현재 60여개국에서 도시별로 시행하고 있으나 불소의 인체 유해성과 환경오염 및 인간의 선택권보호 등을 이유로 반대하는 주장도 많이 제기되고 있다.

유럽의 경우는 스웨덴, 네덜란드, 덴마크는 1970년 초에 전면 중단하였으며, 프랑스에서는 실험조차 중단하였으며, 독일은 1990년에 완전 중단하였으며, 스페인과 스위스는 2곳을 제외하고 전면 중단하였으며, 영국에서는 10% 미만으로 전면 중단할 위치에 있는 실정이다.

미국의 경우는 불소화를 가장 먼저 실시하였고, 가장 오랫동안 추진하여 왔으나, 최근에는 도시별로 수돗물 불소화를 중단하는 추세이다. 매사추세츠주 나티크시는 불소화연구위원회 전원일치로 수돗물 불소화를 해서는 안된다고 결정하였으며, 유타주 솔트레이크에서는 의회투표로 불소화를 하지 않기로 결정하였다.

우리나라와 상수원수의 수질환경이 유사한 일본의 경우도 교토시의 정수장에서 13년간

〈표 2〉 수돗물불소화사업 추진현황

(2002년 12월 현재)

행정구역		정수장명	정수량(m <sup>3</sup> /일)	음용인구(명)	사용중인 약품명	불소투입기 가동여부
대전광역시 (1)	동구 전지역, 중구, 대덕구 일부지역	송촌정수장	182,714	435,700	불화규산	가동중단 (1999. 3. 15 이후 중단)
울산광역시 (2)	중구, 남구, 동구, 북구, 울주군	회야정수장(1)	104,000	313,000	불화규산	정상가동
		회야정수장(2)	125,000	393,000	불화규산	정상가동
경기도 (13)	안산시	안산정수장	48,790	106,000	불화규산	정상가동
		연성정수장	90,000	210,800	불화규산	정상가동
		수자원공사 반월정수장	83,795	480,000	불화규산	정상가동
		과천시	과천정수장	23,000	66,784	불화규산
	남양주시	도곡정수장	16,000	37,400	불화나트륨	노후관교체 공사중
		화도정수장	55,000	150,000	불화나트륨	정상가동
	의왕시	청계정수장	38,000	113,253	불화규산	가동중단 (2001. 12. 31. 이후 중단)
	안성시	안성정수장	15,000	70,000	불화나트륨	정상가동
	광주시	광주1정수장	24,000	-	-	가동중지 (제2정수장으로 전체인구 급수)
		광주2정수장	60,000	110,860	불화규소나트륨	정상가동
	연천군	연천정수장	30,000	50,000	불화규소나트륨	정상가동
강원도 (3)	강릉시	연곡정수장	14,800	30,222	불화규소나트륨	정상가동
	영월군	영월정수장	11,000	19,500	불화규소나트륨	교체 공사중
충청북도 (4)	청주시 흥덕구	청주정수장 (수자원공사 대청댐)	250,000	700,000 (918,884 청주, 청원)	불화규산	1982년~2003년 가동 2004년 1월부터 가동 중단
	청주시 상당구	영운정수장	20,088	38,761	불화규산	정상가동
	청주시 상당구	지북정수장	79,743	239,751	불화규산	정상가동
	옥천군	옥천정수장	10,552	33,040	불화나트륨	정상가동
충청남도 (3)	아산시	용화정수장	12,000	44,000	불화규산	정상가동
	서산시	수석정수장	23,000	73,500	불화규산	정상가동
	청양군	청양정수장	3,000	9,400	불화규산	정상가동
전라남도 (4)	여수시	학동정수장	42,000	80,000	불화규산	정상가동
	구례군	구례정수장	3,000	11,662	불화규소나트륨	정상가동
	해남군	해남정수장	7,000	14,000	불화나트륨	정상가동
	함평군	함평정수장	5,000	10,793	불화규산	정상가동
경상북도 (6)	포항시(남구)	유강정수장	120,000	290,000	불화규산	정상가동
	포항시(북구)	양덕정수장	67,000	181,417	불화나트륨	가동중단 (2002. 11. 20.이후 중단)
	경주시	보문정수장	35,000	86,683	불화규산	정상가동
	칠곡군	공단정수장	3,051	1,866	불화규산	정상가동
	구미시	수자원공사 구미광역정수장	162,657	370,000	불화나트륨	정상가동
경상남도 (9)	진주시	진주시제1정수장	60,000	88,000	불화규소나트륨	정상가동
		진주시제2정수장	140,000	210,000	불화규소나트륨	정상가동
	김해시	삼계1정수장	105,000	230,000	불화규산	정상가동
		삼계2정수장	105,000	310,000	불화규산	정상가동
	진해시	석동정수장	70,000	125,402	불화나트륨	정상가동
	창녕군	상월정수장	4,000	2,532	불화나트륨	정상가동
	남해군	아산정수장	4,000	7,341	불화나트륨	정상가동
	합천군	합천정수장	5,000	13,000	불화나트륨	정상가동
	거창군	거창정수장	20,000	35,000	-	공사완료
	제주도	북제주군	한림정수장	20,000	32,000	불화규산

시범사업으로 투입을 하다가 중단하였으며, 앞으로도 투입할 계획이 없다고 한다.

이를 보면 불소화사업은 영어권 국가들, 소련, 라틴 아메리카로 크게 제한되어 있으며, 불소처리(일반적인 주입농도 1 mg/ℓ)된 물을 음용하는 인구는 대략 2억 5천만명으로, 미국은 1억 3천만명(전 인구의 50%), 브라질 5천만명(전 인구의 33%) 그리고 러시아는 4천만명(전 인구의 15%)이다. 또한 영국 9%, 호주와 뉴질랜드는 2/3, 캐나다는 50%가 불소처리된 물을 음용한다. 그러나 서부유럽대륙 전체 인구를 감안하면 불소처리된 물을 음용하는 인구는 1%이하로 볼 수 있다.

#### IV. 우리나라의 치아우식증 조사결과

수돗물 불소화사업에 대해 찬성측의 의견으로서 수돗물 불소화 사업은 초등학교 1~6학년에서 평균적으로 약 45% 정도의 치아우식증예방효과가 있으며, 치아우식증 예방효과에 가장 경제적인 방법이라고 한다.

따라서, 수돗물 불소화사업을 실시하고 있는 진해시 및 청주시와 비불소화지역인 수원시, 천안시 및 전주시에 대하여 우식경험영구치지수를 검토해보았으며, 그 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3>을 이용하여 그림으로 나타내면 <그림 1>과 같다. 즉, 수돗물 불소화를 실시한 진해시 및 청주시 비불소화지역인 수원시, 천안시 및 전주시에 대하여 치아우식증(충치)을 비교한 결과 7세 이하에서는 약 40~50%의 충치예방효과가 나타났다. 그러나 8세 이상에

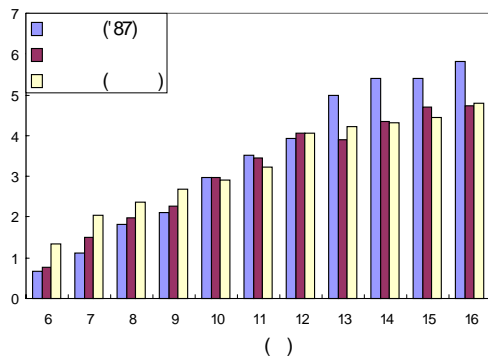
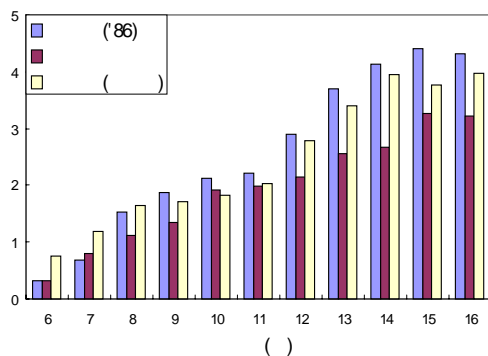
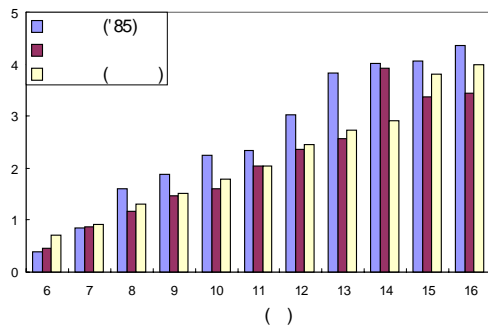
서는 연령에 따라 약간의 차이가 있지만 치아우식증의 예방효과가 거의 없는 것을 알 수 있다.

<표 3> 수돗물 불소화에 따른 도시간 우식경험영구치지수 비교

도 시		연령	피검자	우식경험영구치지수*		
				'85	'86	'87
수돗물 불소화 도시	진해시	6	320	0.39	0.31	0.67
		7	320	0.85	0.68	1.12
		8	320	1.61	1.54	1.83
		9	320	1.88	1.87	2.12
		10	320	2.25	2.12	2.97
		11	320	2.35	2.22	3.51
		12	320	3.02	2.91	3.93
		13	320	3.82	3.71	4.99
		14	320	4.02	4.13	5.40
		15	320	4.05	4.40	5.40
		16	320	4.36	4.31	5.81
	청주시	6	320	0.47	0.33	0.77
		7	320	0.88	0.79	1.49
		8	320	1.17	1.12	1.99
		9	320	1.46	1.35	2.26
		10	320	1.61	1.91	2.97
		11	320	2.03	1.99	3.44
		12	320	2.36	2.14	4.05
		13	320	2.56	2.55	3.89
		14	320	3.92	2.66	4.36
		15	320	3.37	3.26	4.70
16	320	3.43	3.21	4.73		
수돗물 비 불소화 도시	대조시	연령	피검자	'85 (수원시)	'86 (천안시)	'87 (전주시)
		6	320	0.72	0.75	1.33
		7	320	0.92	1.18	2.05
		8	320	1.30	1.65	2.35
		9	320	1.51	1.72	2.70
		10	320	1.79	1.82	2.92
		11	320	2.04	2.03	3.23
		12	320	2.45	2.78	4.05
		13	320	2.72	3.40	4.21
		14	320	2.91	3.94	4.31
		15	320	3.81	3.77	4.44
		16	320	4.00	3.98	4.79

자료: 「수질조사 분석보고서」, 서울시 수도기술연구소, 1998.  
\*우식경험영구치지수는 우식증을 경험한 영구치수로써 충치수를 나타냄.





〈그림 1〉 수돗물 불소화에 따른 우식경험연구치지수 비교분석

1993년 7월부터 12월까지 6개월간 의료보험으로 충치 또는 충치가 진행된 치주염 치료를 받은 빈도와 이에 소요되는 치료비를 비교한 결과 〈표 4〉, 〈표 5〉에서와 같이 빈도나 치료에 소요된 경비 모두 수돗물 불소화를 실시하

는 청주시에서는 불소화를 실시하지 않는 수원시에 비해서 절반 수준이었다.

〈표 4〉 수돗물 불소화 도시(청주시)와 비불소화도시(수원시)의 충치 및 치주염진료건수

(1,000명당 진료건수)				
연령	우 식 증		우식증 및 치주염	
	수원시	청주시	수원시	청주시
전 체	167	71	227	100
12	69	70	100	92
13	82	65	116	90
14	107	57	143	83
15	162	78	204	113
16	212	78	280	112
17	278	73	375	106
18	335	77	473	107

자료: 1993년 7월~12월 의료보험연합회 청구실적으로 분석(이재광 등, 「대한치과의사협회지」 33권 7회, 1995)

〈표 5〉 수돗물 불소화 도시(청주시)와 비불소화도시(수원시)의 충치 및 치주염진료비

(1인당 진료비)				
연 령	우 식 증		우식증 및 치주염	
	수원시	청주시	수원시	청주시
전 체	2,974	1,466	3,848	2,032
12	1,477	1,303	2,066	1,772
13	1,524	1,342	2,199	1,945
14	1,807	1,208	2,480	1,726
15	2,483	1,663	3,265	2,355
16	3,165	1,691	4,367	2,373
17	4,462	1,496	5,950	2,105
18	5,795	1,496	8,151	2,058

자료: 1993년 7월~12월 의료보험연합회 청구실적으로 분석(이재광 등, 「대한치과의사협회지」 33권 7회, 1995)

## V. 서울시 수돗물 불소화사업 추진사항

1998년 11월 서울특별시 보건복지국과 상수도사업본부에서 공동으로 주최한 ‘수돗물 불소

화에 대한 공청회'를 개최한 결과 전문가 의견은 찬반 대립으로 결론을 내리기가 어려웠으며, 당일 공청회에 참석한 사람들을 대상으로 설문조사를 한 결과는 설문참여 총인원인 344명 중에 221명(64.24%)이 수돗물 불소화를 반대하였으며, 113명(32.85%)이 찬성, 10명(2.91%)이 의견없음으로 나타났다.

1999년 1월 7일 KBS 제1TV에서 생방송으로 진행된 '길종섭의 쟁점토론'에서 수돗물 불소화 찬반 토론회가 이루어졌다. 진행방법은 찬반 전문가 각 2명씩 참석하여 자유토론을 실시하고, ARS를 통한 여론조사를 실시하였으며, 여론조사 결과는 여론에 참여한 사람이 총 24,702명이었는데, 이중 15,771명(63.9%)이 수돗물 불소화를 반대하였으며, 8,931명(36.1%)이 찬성하는 것으로 나타났다.

그리고 본 수돗물 불소화에 대한 연구를 위하여 1999년 8월 31일에 서울시정개발연구원에서 주관하여 심포지엄을 개최하였다. 예방의학 전문가를 중심으로 수돗물 불소화 접근방식에 대한 주제발표와 토론으로 진행되어 심포지엄 참석자를 대상으로 설문조사도 수행하였다. 심포지엄에는 총 243명의 시민들이 참석하여, 참석자의 46%인 총 112명이 응답하였으며, 응답자 중 74명(66.1%)이 반대하였으며, 38명(33.9%)이 찬성하는 것으로 나타났다.

본 심포지엄을 통해서 얻은 결론은 수돗물 불소화는 유해성 논란과 함께 시민의 선택권 제한이라는 문제가 있으므로 성급히 추진하여서는 안되며, 여러 측면에서 전문가가 참여하는 연구조사와 치아우식증 예방기전에 대한 연구 등이 선행되어야 하는 것으로 나타났다.

그러나 인체 유해성도 명확하지 않으므로 실시하고 있는 지역이 서둘러 중단할 필요는 없는 것으로 결론지었다.

## VI. 설문조사 결과 및 고찰

본 연구에서는 수돗물 불소화에 대한 서울시민들의 인지도 및 의견을 조사하기 위하여 심포지엄에 참석한 시민들에게 작성된 설문지를 배포하여 여론조사를 실시하였으며, 동일한 설문지로 여론조사전문기관에 의뢰하여 수돗물 불소화에 대한 일반시민들의 여론조사를 실시하였다. 여기서 일반시민은 심포지엄에 참석하지 않은 시민으로서 불소주입에 대한 전문적인 이야기를 듣지 못한 시민들을 말한다. 설문조사 결과는 여론조사전문기관에 의뢰한 설문서 전 항목에 관한 결과와 심포지엄 당일 참석자를 상대로 조사한 설문서 결과를 각각 비교 분석하였다. 다음은 수돗물 불소화에 대한 서울시민의 여론조사 결과는 다음과 같다.

### 1. 수돗물 불소화사업 인지도

① 일반 시민들은 수돗물 불소화사업에 대해 '잘 알고 있다' 6.6%, '들어본 적 있다' 42.1%로 응답하여 인지도가 48.7%로 나타난 반면, 심포지엄 참석자들의 67.9%는 '심포지엄 참석 이전'부터 알고 있었던 것으로 나타났다.

② 일반 시민들의 '수돗물 불소화사업' 인지기로는 대부분 '언론보도'(91.0%)인 것으로 나타났다. '관련 책자나 논문'(4.5%),

‘전문가의 설명’(2.9%), ‘주위 사람들에게’(1.6%)라는 응답은 소수인 것으로 나타났다.

## 2. 수돗물 불소화사업에 대한 의견

- ① 수돗물 불소화사업에 대해 일반 시민들은 찬성 51.4%, 반대 20.7%로 찬성 의견이 높게 나타난 반면, 심포지엄 참석자들은 찬성 33.9%, 반대 66.1%로 반대 의견이 높게 나타났다.
- ② 일반시민의 경우 ‘불소화’에 대한 인지도가 높을수록 사업 찬성의견이 높은 반면, 심포지엄 참석자의 경우 ‘심포지엄 참석 이전’부터 ‘불소화’를 알고 있던 참석자들은 반대의견이 높게 나타났다. 일반시민과 심포지엄 참석자의 찬반의견이 엇갈리는 이유는, 심포지엄 참석자의 경우 사전에 ‘불소화 사업’에 대한 부정적인 인식을 가지고 있었거나, 심포지엄을 통해서 부정적 인식을 갖게 된 것으로 분석되었다.
- ③ 불소화사업 시행여부 결정방법에 대해 일반 시민들과 심포지엄 참석자들 모두 ‘전문연구기관의 연구결과’(64.2%/67.9%)와 ‘시민 여론’(33.9%/30.4%)이라는 응답이 높게 나타났다. ‘시의회의 의결’이나, ‘서울시장의 판단’이라는 응답은 1% 미만이었다.

## 3. 찬성 이유 및 시행방법

- ① 수돗물 불소화사업을 찬성하는 이유에

대해 일반시민들과 심포지엄 참석자들 모두 ‘충치예방’(54.9%/52.6%)이라는 응답이 가장 높은 것으로 나타났다. 다음으로는 ‘국민건강증진법상 시행규정’(28.2%/23.7%)이라는 응답이었으며, ‘충치예방에 혜택을 볼 어린이가 있으므로’(7.8%/2.6%), ‘다른 나라에서 시행되므로’(6.8%/5.3%), ‘심포지엄을 듣고’(10.5%) 등의 순이었다.

- ② ‘불소화사업’의 적절한 시행시기에 대해 일반시민들과 심포지엄 참석자들 모두 ‘1년 이내’(68.5%/71.1%) 내지 ‘2~3년 이내’(29.0%/26.3%)라고 응답하여 ‘조기 실시’를 선호하는 것으로 나타났다. ‘5년 후’(2.1%/-) 등 장기적 실시의견은 매우 미미했다.
- ③ ‘불소화사업’의 적정한 시행 방식에 대해 일반시민들은 ‘시범운영 후 확대 실시’(79.2%) 의견이 ‘모든 정수장 동시 실시’(20.8%)보다 월등히 높아 단계적 실시를 선호하는 것으로 나타난 반면, 심포지엄 참석자들은 ‘시범운영 후 확대 실시’(50.5%) 의견과 ‘동시 실시’(47.4%) 의견이 비슷하게 나타나 일반시민보다 ‘전면 실시’ 의견이 높은 것으로 나타났다.

## 4. 반대 의견 및 유보방법

- ① ‘상수도 불소화사업’을 반대하는 이유에 대해 일반시민들과 심포지엄 참석자들 모두 ‘인체 유해성’(36.2%/40.5%)과 ‘후세에 유해한 영향’(32.4%/45.9%)이라는 응답이 높은 것으로 나타났다. 다음으로

‘구체적인 사업내용을 몰라서’(10.1%/2.7%), ‘충치예방 효과 의문시’(8.2%/5.4%), ‘수도료 인상 우려’(6.8%/1.4%) 등의 순이었다.

- ② 수돗물 불소화를 반대하게 된 동기에 대해 일반시민들은 ‘언론 보도’(32.4%), ‘전문가의 설명’(17.4%)이라는 응답이 높은 반면, 심포지엄 참석자들은 ‘관련 책자나 논문’(39.2%), ‘심포지엄을 듣고’(27.0%), ‘전문가의 설명을 듣고’(20.3%) 등의 응답이 높게 나타났다.
- ③ 수돗물 불소화사업을 유보하기 위해 거쳐야 할 과정에 대해 일반시민들과 심포지엄 참석자들 모두 ‘시민투표 및 설문조사’(70.0%/48.6%), ‘무조건 시행 반대’(13.5%/29.7%), ‘관련법 개정’(9.2%/10.8%) 등으로 나타나, 심포지엄 참석자들의 ‘절대 반대’ 의견이 더 강한 것으로 나타났다.

#### 5. 수돗물 이용실태 및 충치예방방법

- ① 식수 사용실태로는 일반시민들과 심포지엄 참석자들 모두 ‘끓인 수돗물’(47.4%/58.9%)이라는 응답이 가장 높은 것으로 나타났다. 다음으로 ‘정수기로 거른 수돗물’(20.9%/7.1%), ‘수돗물 그대로’(0.9%/14.3%), ‘생수’(14.6%/7.1%), ‘약수’(14.5%/11.6%) 등의 순으로 나타났다.
- ② 조리용 물 사용실태는 두 집단 모두 ‘수돗물’(75.4%/84.8%)이라는 응답이 가장 높았으며, 다음으로 ‘정수기물’(14.9%/

7.1%), ‘생수’(5.1%/1.8%), ‘약수’(4.0%/5.4%), ‘지하수’(0.6%/0.9%) 등의 순으로 나타났다.

- ③ 충치예방에 어떤 방법이 가장 좋다고 생각하는가에 대해 일반시민들과 심포지엄 참석자들 모두 ‘올바른 양치질 및 개인위생관리’(77.8%/80.4%)라는 응답이 압도적이었다. 다음으로 ‘수돗물 불소화’(12.0%/11.6%), ‘불소치약 사용’(6.9%/6.3%), ‘학생 불소용액 양치사업’(2.2%/0.9%) 등의 순이었다.

## Ⅶ. 결론

1981년부터 진해시에서 시범적으로 시행하고 있는 수돗물 불소화사업은 90년대 중반부터 전국적으로 확대 실시되고 있다. 그러나, 수돗물 불소화사업을 시행하면서 불소의 인체에 대한 유해성 및 강제적 의료행위로 인한 선택의 자유에 대한 침해 그리고 맑은 물을 마실 수 있는 시민의 권리에 대한 논쟁도 뜨겁다.

그리고 현재 불소화를 시행하고 있는 지역 주민들을 비롯하여 향후 불소화의 시행을 검토하고 있는 서울특별시 및 여러 지방자치단체의 주민들은 인체의 유해성에 대하여 불안과 판단의 혼란을 보이고 있다.

요즈음 우리나라에서 뜨겁게 벌어지고 있는 불소화의 찬반논쟁은 이제 의학적인 문제를 벗어나 국회 국정감사에서 뜨거운 공방이 있었으며, 구강보건법의 제정비라는 정치적인 예민함을 포함한 여러 가지 복잡한 정치사회학적인 문제를 포함하고 있다.

1998년부터 1999년까지 3차에 걸친 수돗물 불소화사업에 대한 서울시 주최 공청회, KBS 1TV에서 생방송으로 진행된 길종섭의 쟁점토론, 서울시정개발연구원 주최 심포지엄을 개최하면서 동시에 실시된 설문 및 여론조사 결과 찬성이 32.9~36.1%, 반대가 63.9~66.1%였다.

현재 일인당 250~300ℓ 정도 수돗물을 사용하고 있지만 그중에서 2~3ℓ 만을 음용수로 마시고 있다. 즉, 수돗물의 1%만이 음용수로 이용되고 있으며, 나머지는 세탁, 취사, 목욕, 화장실 용수 등으로 이용된 후 하수처리장 또는 공공수역으로 배출되고 있다. 즉, 13세 이하의 인구비율(21%) 예방효과가 50%(찬성측의 의견)를 감안하면 실제효율은 0.105%이다. 이런 관점에서 국민의 구강보건증진을 위하여 불소화사업을 정부가 강력하게 권장하는 경우 국민의 인체 위해성 및 건강복지측면에서는 충분한 검토가 필요한 것으로 생각된다.

수돗물생산을 위한 염소투입은 물을 깨끗하고 안전하게 소독하기 위해 불가피한 것이지만 불소투입은 정수된 물에 특정목적에 위해 특정물질을 투입하는 최초의 약물화 시도라는 것이다. 또한 염소는 자연적으로 혹은 끓이는 과정에서 증발하므로 투입 이후 허용치 이하로 더욱 떨어지지만 불소는 투입 이후 허용치 이상으로 높아질 수밖에 없다.

결국 충치예방법은 국민 개개인의 지역사회의 상황과 개인의 자유의지에 따라 합리적으로 선택하여야 한다. 따라서 가능하면 생명을 지키기 위한 상수도체계의 가치와 충치예방이라는 의료의 가치가 서로 충돌되지 않도록 하기 위하여 수돗물 불소화 이외의 다른 형태의

효율적인 충치예방법을 고려할 필요가 있다고 생각된다.

즉, 수돗물 불소화사업은 그 목적이 수돗물의 깨끗하고 안전한 수질 향상에 있는 것보다는 시민구강보건에 관한 사항이므로 구강보건을 위한 다양한 대안들(칫솔질용 불소용액 공급, 불소가 들어간 치마제(齒磨劑) 권장, 불소치약, 수돗물 불소화 개인치아 관리 홍보교육 등)을 비교·검토해서 가장 효과적이며 안전하고 경제적인 방안을 모색해야 할 것이다.

따라서 불소화사업 시행여부 결정방법은 인체의 위해성을 중요시한 장기간에 걸친 전문연구기간의 연구결과를 토대로 시민여론을 거쳐 추진되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- 김갑수·최광수, 1999, 10, 「수돗물불소화에 대한 조사·연구보고서」, 서울시정개발연구원.
- 김성순 등, 1996, “상수도수 불소투입에 관한 연구”, 「대한상하수도학회지」, 제10권 제4호, pp. 73~84.
- 대전광역시 상수도사업본부, 1995, 「상수도불소화 타당성조사 보고서」.
- 문혁수, 1997, “치아우식증을 예방하기 위한 상수도수 불화사업의 필요성”, 「수도」, 제24권 제6호, pp. 44~51.
- 문화일보, “수돗물불소화 약인가 독인가”, 문화일보, 1월 10일.
- 서울특별시, 1998, 「수돗물불소화에 관한 공청회 자료집」.
- 안혜원·신동천·정 용, 1998, “상수도 불소화에 관한 고찰, 양이온의 불화염 형성을 중심으로”, 「Kor. J. Environ. Toxicol.」, 13(1~2), pp. 19~26.
- 조영수·정상호·김광수, 1995, 「정수장 관리자를 위한 수돗물불소화 사업기술」, 도서출판 건치.
- Hileman, Bette, 1989, “Fluoridation of water, Questions about health risks and benefits remain after more than 40 years”, *C & EN Washington*, August 1, pp. 26~289.

- Rajagopal, R. and Raham Tobin, "Fluoride in drinking water: a survey of export opinions", *Environmental Geochemistry and Health*, 13.
- Ruzicka, J. A. and Mrklas, L., 1998, "Aluminum in Fluoridated Drinking Water: Analytical and Physiological and Hip Fractures", *Earth Island*

*Journal*.

[www.cjcity.net/board/upload/city-notice/20030128-수돗물\\_불소화사업](http://www.cjcity.net/board/upload/city-notice/20030128-수돗물_불소화사업)

원 고 접 수 일 : 2004년 2월 4일

최종원고채택일 : 2004년 2월 16일