

서울시내 옹달샘 오염 현황 조사 연구

음용-용수팀

이지영 · 이상수 · 김익수 · 한규문 · 권승미 · 이순희 · 신덕영 · 광미애 · 이제승 · 김주형 · 신재영

A Study on The Present State of Pollution at Ondalsaems in Seoul

Drinking & Ground Water Team

**Ji-young Lee, Sang-su Lee, Ick-soo Kim, Kyu-mun Han, Seung-mi Kwon,
Soon-hee Lee, Deok-young Shin, Mi-ae Kwak, Jea-seung Lee, Joo-hyung Kim
and Jae-young Shin**

Abstract

In order to investigate the present state of pollution at Ongdalsaems, we analyzed 46 items, drinking water quality standard, for some 380 Ongdalsaem samples collected in Seoul area from 1998 to 2000.

The results were as follows:

1. The percent exceeding a drinking water quality standard was 31.8% in 1998, 25.9% in 1999, 15.4% in 2000.
2. The districts where the number of Ongdalsaems over the standard was large were Gwanak-Gu, Nowon-Gu, Seodaemun-Gu, Geumcheon-Gu in 1998, Gwanak-Gu, Nowon-Gu, Gangnam-Gu, Gangbuk-Gu in 1999 and Nowon-Gu, Geumcheon-Gu, Gangnam-Gu, Seodaemun-Gu in 2000.
3. The major pollutants of the Ongdalsaems were rangkingly coliform, general bacteria, Yersinia, pH, nitrate, fluoride. Specially coliform, general bacteria, Yersinia were exceeded 80%.

서론

우리나라는 전 국토에서 이용 가능한 부분이 많지 않고 환경측면에서도 자정능력이 취약한 구조를 가지고 있다. 따라서 환경용량측면에서 매우 부족한 것이 현실이다. 이런 현실에서 급변하는 산업화와 도시화 등으로 인한 오염물질의 배출은 갈수록 커지고 있는 반면에 우리의 삶의 질에 대한 욕구는 증가하여 특히 질 좋은 먹는 물을

찾고자 하는 노력이 커지고 있으며 인간의 생활과 생존에 없어서는 안 될 물에 대한 관심이 고조되고 있는 실정이다. 또한 상수도 수질의 안전성에 대한 문제가 제기됨으로써 시민들의 수도물에 대한 불신이 높아져 지하수의 개발 확대, 먹는 샘물의 보급, 옹달샘의 이용이 증가되고 있으며 건강증진에 대한 관심이 커지면서 등산로, 근린공원, 체육공원 등에 위치한 약수터 등 먹는물 공동시설을 이용하는 인구가 해마다 급속히 증가하고 있어 약수터의

수질 안전성 확보가 중요한 문제로 대두되고 있다.

약수터에 대한 수질관리는 1990년부터 “약수터 위생 관리지침”에 의하여 1일 평균 50인 이상 이용하는 시설에 수질검사를 실시하여 위생적인 관리를 하여왔다. 특히 주변 야산이나 녹지지역에 위치하고 있는 웅달샘물을 많은 사람들이 약수라고 이용하게 됨에 따라 위생적인 관리가 필요하게 되었다. 특히 이러한 웅달샘이 관리 소홀과 주변환경의 불량으로 각종 미생물 오염에 노출되고 있는 것으로 밝혀져 시설관리 및 수질검사의 필요성이 더욱 커지고 있는 실정이다.

우리 나라의 음용수에 대한 수질기준은 먹는물 수질 기준 45개 항목으로 영국의 58개 항목, 일본의 83개 항목(감시항목 26개 포함), 미국의 83개 항목 및 WHO의 113개 항목에 비하여 매우 적은 편이다. 이중 웅달샘에 대한 수질검사는 여시니아균을 포함한 46개 항목에 대하여 매년 실시하고 있다.

본 조사에서는 1998년부터 2000년까지 하루 평균 50인 이상이 이용하는 서울시내 웅달샘에 대한 수질검사결과 음용수의 수질기준에 부적합으로 판정된 항목에 대해 서울시내 각 지역별 수질특성과 오염물질의 분포현황을 파악하여 웅달샘의 관리와 이용에 있어 효율적, 합리적인 관리 방안을 제시하고자 한다.

조사대상 및 분석방법

1. 조사대상

본 조사연구 자료는 하루 평균 50인 이상이 이용하는 서울시내 웅달샘 중 우리 연구원에 '1998년부터 '2000년까지 수질분석 의뢰된 380여개 웅달샘 수질검사결과를 대상으로 하였다.

Table 1은 서울시내 웅달샘의 행정구역별 분포현황을 나타내었다.

2. 실험방법

먹는물 수질기준 46개 항목을 “환경부령 제 95호 먹는물 관리법 제 5조 및 수도법 제 18조의 규정에 의한 먹는물 수질기준 및 검사등에 관한 규칙”에 따라 분석하였다. Table 2에 각 항목에 대한 실험방법을 나타내었다.

조사결과 및 고찰

1. 최근 3년간 오염 현황

1998년부터 2000년까지 3년 동안 서울시내 380여개 웅달샘에서 pH 외 13개 항목의 수질 분석 결과는 Table 3과 같다. 그 외 나머지 이화학적 항목들은 모두 불검출로 나타났다. 미생물 항목에서는 대장균이 검출된 곳이 1998년 74개소, 1999년 45개소, 2000년 40개소였고, 일반세균은 기준치를 초과한 곳이 1998년 28개소, 1999년 35개소, 2000년 6개소로 조사되었다. 여시니아균은 1998년 24개소, 1999년 18개소, 2000년 13개소가 검출되었다.

1998년부터 2000년까지 3년간 웅달샘의 먹는물 기준 적부현황을 나타내면 Fig. 1과 같다.

'98년도의 총 분석건수는 387건이었으며, 적합한 264건(68.2%), 부적합은 123건(31.8%)이었다. '99년도는 총 분석건수 382건에 적합한 283건(74.1%), 부적합은 99건(25.9%)이었다. 2000년도는 총 분석건수

Table 1. The Ondalsaem status in Seoul city

Year	1998	1999	2000
Gu			
Jongro	18	18	24
Jung	3	3	3
Yongsan	7	7	7
Kangbuk	27	28	29
Kwanjin	10	8	9
Nowon	56	54	58
Dobong	15	19	17
Dongdaemun	4	4	4
Sungbuk	15	18	18
Jungrang	14	16	15
Eunpyung	14	16	14
Mapo	3	2	2
Seodaemun	34	34	32
Kangseo	6	8	8
Kwanak	39	37	31
Kuro	5	5	5
Kumchun	26	26	26
Dongjak	10	10	10
Yangchun	12	0	11
Kangnam	26	26	26
Kangdong	15	14	12
Secho	28	29	27
Songpa	0	0	1
Total	387	382	389

389건에 적합은 329건(84.6%), 부적합은 60건(15.4%)이었다.

눈에 띄는 사항은 부적합율이 줄어들고 있다는 것이다. 웅달샘물의 부적합이 주로 원수의 문제이기보다는 2차적 원인으로 위생상 부주의에 의한 것인 점을 고려하면, 이런 점이 많이 개선되고 있는 것으로 보여진다. 앞으로 오염요인은 갈수록 늘어날 것으로 추정되며 이에 대한 철저한 사전 저감대책이 시급히 마련되어야 아직까지는 어느 정도 좋은 수질을 보유하고 있는 원수를 보존하는 길이 될 것이다.

더욱이, 우리나라가 대부분 지표수에 의존하고 있는 현실과 이의 오염가능성이 늘어나고 있는 현실을 감안하면 지하수에 대한 의존이 커질 수밖에 없다. 따라서 양질의 수질을 얻기 위해서는 적절한 수질보전과 철저한 관리가 꾸준히 요망된다.

2. 행정구역별 적부 현황

서울시내 웅달샘의 행정구역별 적부현황은 Fig. 2, 3, 4와 같다. Table 1과 같이 서울시내 웅달샘 분포현황을 보면 가장 많은 지점수를 가진 곳은 노원구로 50여 개 이상을 갖고 있고 송파구는 2000년도에 1개 지점이 조사됨으로써 가장 낮은 지점수를 갖고 있다. 서울시내 전체 23개 구 중에서 지점수가 20개 미만인 곳이 중구, 용산구, 동대문구, 마포구, 강서구, 구로구, 광진구, 종로구, 도봉구, 성북구, 중랑구, 은평구, 동작구, 양천구, 강동구인데 자료수가 충분하지 않아 구 전체의 수질을 나타낸다고 보기 어렵다. 20개 이상인 곳은 강북구, 노원구, 서대문구, 관악구, 금천구, 강남구, 서초구로 조사되었다. 부적합 판정을 받은 지점이 가장 많은 곳은 1998년에는 관악구로 39개 지점 중 24개 지점이 부적합으로 61.5%의 부적합을 나타내었다. 부적합 항목에 있어서

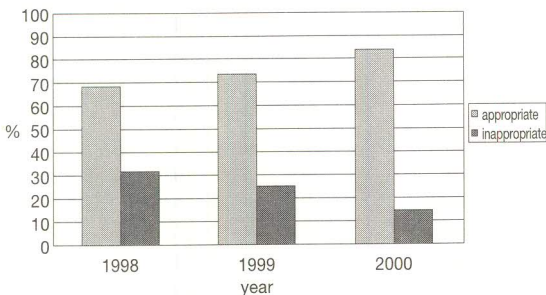


Fig. 1. Appropriate and Inappropriate state from 1998 to 2000

는 일반세균 13곳, 대장균 11곳, 여시니아균 3곳, 불소 3곳, 수소이온농도 2곳, 아연 2곳, 망간 1곳, 알루미늄 1곳 등으로 미생물 항목이 대다수를 차지하고 있고 불

Table 2. Water quality standards & methods of analysis

Ingredient Name		Analysis Instrument	Water Quality Standard
Microorganism	General bacteria	Incubator	below 100/ml
	Coliform		negative/50ml
	Yersinia		negative/2 l
Hazardous Inorganics for health	Lead	A.A.S.	below 0.05
	Fluoride	I.C.	below 1.5
	Arsenic	A.A.S.	below 0.05
	Selenium	A.A.S.	below 0.01
	Mercury	Mercury Analyzer	below 0.001
	Cyanide	U.V. Spectro	below 0.01
	Chromium (VI)		below 0.05
	Nitrite		below 0.5
	Nitrate	I.C.	below 10
	Cadium	A.A.S.	below 0.01
Hazardous Organics for health	Phenols	U.V. Spectrophotometric	below 0.005
	Total THMs	GC	below 0.1
	Diazinon		below 0.02
	Parathion		below 0.06
	Malathion		below 0.25
	Phenitrothion		below 0.04
	Cabaryl		below 0.07
	1,1,1-Trichloroethane		below 0.1
	Tetrachloroethene		below 0.01
	Trichloroethylene		below 0.03
	Dichloroethene		below 0.02
	Benzene		below 0.01
	Toluene		below 0.7
	Ethylbenzene		below 0.3
	Xylene		below 0.5
	1,1-Dichloroethene		below 0.03
	CCl ₄		below 0.002
Aesthetics-affecting materials	Hardness		Titration Method
	KMnO ₄ Consumption	Water Bath	below 10
	Odor	Sensible Method	odorless
	Taste	Sensible Method	tasteless
	Copper	A.A.S.	below 1
	Color	Colorimeter	below 5 degree
	Detergent (ABS)	U.V. Spectrophotometric	below 0.5
	pH	pH meter	5.8~8.5
	Zinc	A.A.S.	below 1
	Chloride	I.C.	below 250
	Residues on evaporation	Drying Oven	below 500
	Iron	A.A.S.	below 0.3
	Manganese	A.A.S.	below 0.3
	Turbidity	Nephelometer	below 1NTU
	Sulfate	I.C.	below 200
Aluminium	U.V. Spectrophotometric	below 0.2	

소, 망간, 알루미늄 등은 토양과 암석에 의해 영향을 받는 것이 많으므로 관악구 자체의 지형 영향 때문이라 추정된다. 1999년에는 역시 관악구가 13개 지점으로 가장 많지만 부적율로 봤을때는 강남구가 26개 지점 중 11개 지점이 부적합으로 42.3%을 나타냄으로써 관악구의 35.1%보다 높았다. 강남구는 부적합 항목이 학동약수터의 불소 1곳을 제외하고는 대장균 5곳, 일반세균 4곳, 여시니아균 1곳으로 대부분이 미생물 항목이 부적합이었다. 2000년에는 노원구가 9개 지점이 부적합으로 가장 많지만 노원구 전체가 58개 지점을 갖고 있기 때문에 부적율은 15.5%에 불과한 반면 강남구는 26개 지점 중 6개 지점이 부적합으로 23.1%의 가장 높은 부적율을 나타내었다. 부적합 항목에 있어서도 대장균 3곳, 여시니아균 2곳, 일반세균 1곳으로 모두 미생물 항목이 부적합이었다. 강남구는 1998년에는 1지점만 부적합이었지만 1999년 11지점으로 급격히 증가함으로써 약수터 이용 인원의 증가에 따른 세균 오염이 심각함을 알 수 있다.

3. 항목별 부적 현황

응달샘 수질검사결과 부적합 판정을 받은 항목들에 대한 항목별 부적합율은 Fig. 5와 같다. 조사 결과 건강상 유해영향 물질에 대해서는 안전한 것으로 나타났다.

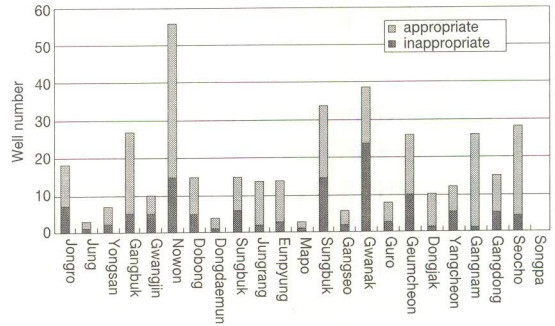


Fig. 2. Appropriate and Inappropriate state each administration zone in 1998

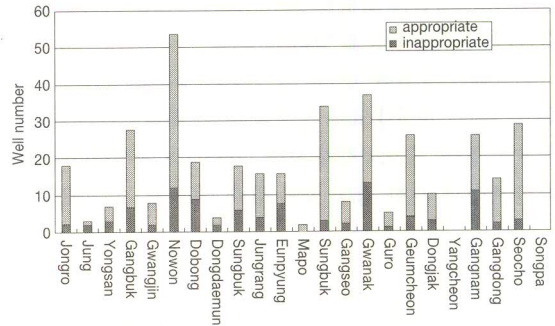


Fig. 3. Appropriate and Inappropriate state each administration zone in 1999

Table 3. Concentration of each item in Ondalsaems

(Unit : mg/ l , except for pH)

Item \ Year	1998			1999			2000		
	Ave	Max	Min	Ave	Max	Min	Ave	Max	Min
pH	6.70	8.3	3.8	6.56	8.2	5.0	6.75	8.3	5.2
NH ₃ -N	0.004	0.57	N.D.	0.004	0.37	N.D.	0.001	0.30	N.D.
NO ₃ -N	2.34	28.1	0.3	2.47	15.3	N.D.	2.52	20.9	N.D.
Chloride	9.62	129	2	9.93	104	1	10.83	84	1
Sulfate	16.74	237	N.D.	17.07	192	1	19.94	208	1
KMnO ₄ Consumption	1.077	8.5	0.2	0.472	4.5	N.D.	0.677	7.0	N.D.
Hardness	56.3	343	8	47.5	275	1	64.2	294	9
Residues on evaporation	135.6	1221	25	113.4	484	19	123.4	546	33
Floride	0.09	3.7	N.D.	0.16	4.9	N.D.	0.12	2.8	N.D.
Iron	0.013	0.27	N.D.	0.004	0.32	N.D.	0.002	0.23	N.D.
Zinc	0.050	5.494	N.D.	0.028	2.313	N.D.	0.013	0.325	N.D.
Managanese	0.013	2.683	N.D.	0.015	3.022	N.D.	0.005	0.373	N.D.
Coppor	0.005	0.266	N.D.	0.003	0.425	N.D.	0.001	0.095	N.D.
Aluminium	0.014	0.67	N.D.	0.023	0.47	N.D.	0.015	0.26	N.D.

그러나 웅달샘물의 근원이 천층 지하수인 점과 생활환경에 인접해있다는 점에서 철저한 대책이 요구된다고 하겠다.

1) 일반세균(General bacteria)

일반세균이란 표준한천배지($36 \pm 1^\circ\text{C}$, 24 ± 2 시간)에서 집락을 형성하는 호기성 및 통기성 혐기성 중속영양 세균의 총칭이다. 이것은 이 시험법에 의해서 검출되는 세균전부를 가리키는 것이다. 다만 주의할 점은 이것이 특정세균 또는 특정 그룹을 말하는 것도 아니며, 물 속에 살아있는 모든 균을 말하는 것도 아니라는 것이다.

분뇨, 잡배수 외에 하천, 지하수, 토양, 식품, 공기 중에까지 널리 존재하고 있다. 지표수나 얇은 지하수에서는 수질과 빗물의 영향을 많이 받지만, 깊은 지하수에서는 변동이 적은 것으로 알려져 있다.

대표적인 검출원인으로, 수도수의 경우는 오수, 이물 등의 혼입, 저장탱크의 청소불량, 잔류염소농도 감소, 채수의 실수, 수도꼭지의 오염, 저수지의 활성탄에서 증식한 세균에 의한 경우 등이 있다. 우물의 경우에는 오

수 혼입, 강우 등에 의한 변동, 채수의 불량, 채수관의 비위생, 기타 다양한 비점오염원 등이 있다.

일반세균의 검출은 병원미생물에 의한 오염의 가능성을 암시한다. 특히 웅달샘은 지표에 가까운 천층 지하수에서 기원하므로 각종 주변환경에 영향을 심하게 받는다. 따라서 환경오염에 심하게 노출되어 있다. 아울러 소독을 거치지 않으므로 각종세균이 많이 존재할 수밖에 없다. 조사결과를 보면 예측대로 이의 부적합율이 높음을 알 수 있다. '98년도의 경우 항목수로 총 167건의 부적합에서 28건으로 16.7%를 보이고 있고, '99년도는 총 125건에서 36건으로 28.8%, 2000년도에는 총 68건에서 4건으로 5.9%를 보였다.

미생물에 의한 오염이 원수자체보다는 2차적인 원인으로 주로 이용자의 비위생성에 의한다는 점에서 볼 때 앞으로 보다 개선될 수 있는 여지가 더 있다고 하겠다.

2) 대장균군(Coliform)

대장균군이란 대장균 및 대장균과 성상이 유사한 세균을 총칭한다. 이는 그람 염색 음성균이며, 아포를 갖지 않는 간균으로 유당을 분해하여 산과 가스를 생성하며 호기성 또는 통성 혐기성이다. 분뇨, 하수, 식품산업 배출수, 토양, 하천, 지하수 등 광범위하게 존재한다. 이의 검출은 주로 인축의 배설물에 의한 오염을 표시한다.

조사결과는 부적합의 최대 요인임을 보여준다. '98년도는 항목수로 총 167건의 부적합에서 74건으로 44.3%, '99년도는 총 125건에서 44건으로 35.2%, 2000년도는 총 68건에서 34건으로 50.0%였다. 이런 결과는 웅달샘물에서 분뇨등을 포함하는 생활 오·폐수의 관리 및 주변의 축사, 농경지 등에 의한 비점오염원 관리대책이 시급함을 의미한다.

3) 여시니아균(Yersinia)

웅달샘물은 수돗물과는 달리 환경에 쉽게 노출되므로 여시니아속균과 같은 저온세균에 오염될 가능성이 높아서 중요한 항목이라 할 수 있다. 일반세균과 대장균군이 병원성 미생물에 의한 오염지표인 반면, 여시니아균은 자체가 병원성균이므로 이균의 존재는 미생물에 의해 오염되었음을 알려준다.

조사결과를 보면 역시 가장 큰 부적합 항목중의 하나임을 알 수 있다. '98년도는 항목수로 총 167건의 부적합에서 25건으로 15.0%, '99년도는 총 125건에서 18건으로 14.4%, 2000년도에는 총 68건에서 14건으로

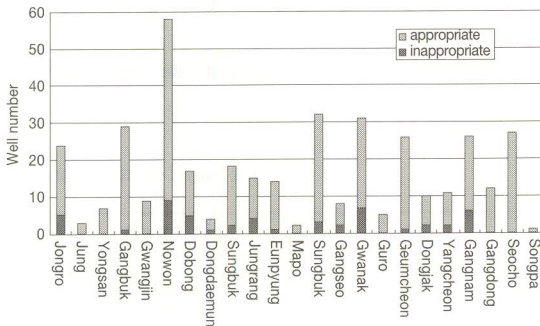


Fig. 4. Appropriate and Inappropriate state each administration zone in 2000

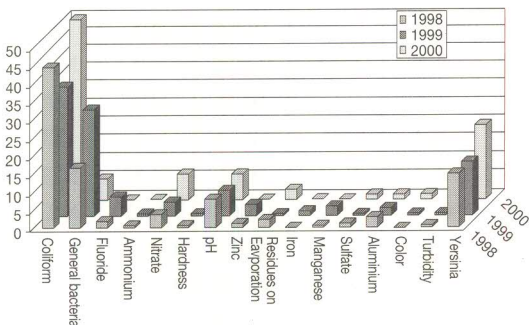


Fig. 5. The inappropriate percent of each item

20.6%였다. 주목되는 점은 미생물기준이 전체 부적합 요인에서 차지하는 비율이다. '98년도는 76.0%, '99년도는 78.4%, 2000년도는 76.5%였다. 이는 무엇보다도 아직 웅달샘에 대한 위생적 관리가 매우 허술하다는 것을 시사한다.

4) 수소이온농도(pH)

수소이온농도는 수중에 용해되어 있는 유리탄산과 중탄산이온 및 탄산염에 의해 가장 큰 영향을 받는다. 기타 여러 가지 염류, 광산, 유기산 등도 영향을 미친다.

일반적으로 자연수에서는 수소이온농도값이 다른 영향을 받지 않는 한 안정한 상태이지만 강우, 지질에 민감한 영향을 받으며, 공장폐수와 오염물질의 혼입 및 플랑크톤의 발생 등에도 영향을 받는다. 또한 알칼리성 물질이나 산성 물질 등이 혼입 되면 민감하게 값이 달라지므로 그 물에 어떤 사고가 일어났는가를 알 수 있다.

'98년도는 총 167건의 부적합에서 13건으로 7.8%, '99년도는 총 125건에서 8건으로 6.4%, 2000년도는 총 68건에서 5건으로 7.3% 이었다.

5) 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$)

물 속의 질산성질소는 대부분이 동물성 유기물질이 세균에 의하여 산화 분해되어 암모니아, 아질산을 경유하여 생성된 최종분해산물이다. 식물성 유기물질은 부식이 느려, 질산성질소의 생성량이 작다. 비료, 대기로부터의 유입, 오니의 육상처분 등도 원인이 되고 있다.

주로 만 1세 이하의 유아에서 Methemoglobinemia를 일으킬 수 있고, 체내에서 아질산성질소로 변화되어 발암의 원인물질(nitrosamine)이 될 수 있다. 그리고 자연수 중에서 부영양화의 원인 물질이기도 하다.

조사결과는 '98년에는 총 167건의 부적합항목 중에서 6건으로 3.6%, '99년에는 125건에서 4건으로 3.2%, 2000년에는 총 68건에서 5건으로 7.3%였다. 이는 생활하수, 비료등이 원인인 것으로 추정된다.

6) 암모니아성질소($\text{NH}_4\text{-N}$)

암모니아성질소는 생물의 사체 또는 동물의 배설물 속에 있는 유기물의 분해과정 초기에 요소를 다량 생성하며 노 중의 요소도 단시간 내에 암모니아로 변하므로, 암모니아의 검출은 가까운 시점에서의 오염지표로 과거에 많이 사용되었다. 또한 공장배출수, 하수의 혼입에 의해서도 발생한다. 지하수에서는 논이나 밭의 부식토, 비료, 분뇨등에서 암모니아성질소가 유입되어 검출되기

도한다. 자체로 물고기에 대한 위해성, 냄새문제, 염소소독시 염소소모, 아질산성질소나 질산성질소로 변환되어 문제를 일으킬 수 있기 때문에 중요하다.

조사결과는 '98년도는 항목수로 총 167건 중에서 1건으로 0.6%, '99, 2000년도는 0%였다. 이는 오염이 있었어도 질산성질소로 변환된 것으로 추정된다.

7) 불소(Fluoride)

불소는 미량이지만 지각을 구성하는 원소로서 자연계에 널리 퍼져있다. 따라서 토양 중에도 널리 분포하고 있기 때문에 자연수에는 반드시 함유되게 된다.

물 속의 불소는 주로 자연 지질에서 유래하며, 인위적 원인으로서는 알루미늄제조, 인산비료제조, 유리제조, 도자기제조, 냉매제조, 농약제조 등으로부터 주로 기원한다. 적당량은 충치예방효과가 있으나, 약 2ppm 이상에서는 반상치를 일으킨다. 불소는 아직까지 수도수에 첨가여부를 가지고 논란이 되고 있는 물질이기도 하다.

조사결과는 '98년도에는 항목으로 총 167건 중에서 3건으로 약 1.8%, '99년도에는 총 125건에서 6건으로 4.8%, 2000년도는 0%였다.

8) 기타

경도는 물속의 칼슘과 마그네슘의 양을 측정하는 것으로, 비누소모량의 증가, 배관에서 스케일형성, 위장장애 등의 문제를 일으킨다. 경도는 주로 그 지역의 지질을 반영하게 된다. 조사결과는 '98년도에 1건만이 부적합이었다.

증발잔류물은 '98년도에 4건, '99년도에 없고, 2000년도에 2건이었고, 아연은 '98년도에 2건, '99년도에 2건이었다. 알루미늄은 '98년 5건, '99년 2건, 2000년 1건, 황산이온은 '98년도에만 2건, 망간은 '98년 1건, '99년 3건이었다. 색도, 탁도, 철 등은 조사기간 중에 각각 1건이었다.

결론

서울시내 일원에 분포되어 있는 380여개 웅달샘에 대해서 1998년부터 2000년까지 3년간 년 1회씩 수질검사를 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 서울시내 웅달샘 전체 부적합율은 1998년도 31.8%, 1999년도 25.9%, 2000년도 15.4%로

해마다 부적합율은 감소하고 있는 것으로 조사되었다.

2. 서울시내 23개 행정구역별로 조사한 결과 부적합 지점이 많은 구는 1998년 관악구>노원구>서대문구>금천구 순이었고, 1999년 관악구>노원구>강남구>강북구 순, 2000년에는 노원구>금천구>강남구>서대문구 순으로 나타났다.
3. 항목별로 부적합이 가장 많은 것은 대장균군이었고, 그 다음 일반세균, 여시니아균의 순으로 미생물 항목이 전체 80%를 차지했으며 그 외 질산성질소, 수소이온농도, 불소 등이 부적합으로 나타났다.
4. 조사결과는 건강상 위해물질에 대해서는 안전한 것으로 나타났다. 그러나, 웅달샘물의 근원이 천층 지하수라는 면과 생활활동이 활발한 곳에 인접해 있다는 점등은 오염에 매우 취약하다는 것을 시사한다. 특히 미생물의 부적합율이 전체 부적합에서 차지하는 비율이 80%에 이르고 있어 이러한 세균 오염의 문제는 웅달샘 수질을 위해서 세심한 관리가 요구되고 있다.
5. 지하수는 그 특성상 오염상태 발견에 오랜시간이 경과되어야 하고, 정화에도 시간과 비용이 많이 소요되므로 무엇보다도 사전오염억제대책이 우선이다. 이는 정책적인 측면에서의 배려가 필요하다. 조사지역들에 있어서는 공장과 같은 점오염원은 거의 없으므로 주변에 다양하게 분포되어 있는 비점오염원이 문제가 된다. 따라서 웅달샘의 효율적인 관리방안은 웅달샘 주변의 청결과 저수조의 소독 및 청결이 가장 중요하다. 또한 수질검사도 강화하여 웅달샘을 음용하는 주민들을 수인성 전염병으로부터 보호하고 웅달샘의 관리를 자율적으로 관리하도록 유도하여 깨끗한 웅달샘을 사용할 수 있도록 해야한다.

참 고 문 헌

1. 환경부: "먹는물 관리법"(2000.9)
2. 이무강 : 부산시 음용수용 지하수 오염현황에 관한 연구, 경성대학교 논문집 19(2): 687~ 696 (1998)
3. 김형자 : 서울 강남구 소재 약수의 수질오염지표 분석에 관한 연구, 서울시립대 석사학위 논문 (1998)
4. 박석기 외 2명 : 해석 먹는물의 수질관리, pp 49~208
5. 서울시정개발연구원 : 서울시 지하수 오염방지 및 관리방안 연구, (1995)
6. 함희진 외 2명 : 최근 5년간 서울시내 약수터에서 분리한 여시니아균의 균종별분포 및 생화학적 특성 조사, 한국식품안전성학회지 13(4): pp411~418 (1998)
7. 김익수 외 6명 : 서울시내 지하수 개발이용현황 및 오염도 조사연구, 서울시보건환경연구원보: pp281~294 (1996)
8. 현재혁, 조미영 : 교내 지하수의 수질 현황 조사, Res. Rep. Env. Sci. Tech. Chungnam Nat'l Univ. 17: 107~115(1999)
9. 김성석 외 7명 : 강원도에서 음용되는 지하수의 수질특성에 관한 조사연구, Korean Society on Water Quality, 247~258 (1995)
10. 정상용 외 2명 : 부산 지역 지하수의 수질오염 특성, 대한지하수환경학회·한국토양환경학회 공동 심포지엄 및 추계학술대회 논문집, pp86~92 (1998)
11. 성익환 : 서울지역 지하수 오염원인 분석 및 치유개선 대책, 대한지하수환경학회·한국토양환경학회 공동 심포지엄 및 추계학술대회 논문집, 6~18(1998)
12. 최한영 : 남산주변 약수의 수질에 관한 조사연구, 한국환경위생학회지, 15(1): 75~79(1989)
13. 한돈희 외 2명 : 춘천근교 약수의 계절별 수질에 관한 보건학적 조사연구, 한국환경위생학회지, 13(1): 7~16(1987)
14. 차상덕 : 대구시 인근에 산재한 소위 약수에 대한 수질조사, 경북대 보건대학원 석사학위 논문(1986)