
국내 음용수의 안정성

권 속 표 교수

(연세대학교)

국내 음용수의 안전성

연세대학교 환경공해연구소 고문교수

연세대학교 의과대학 외래교수

권 속 표

Abstract

-Safety of Drinking Water in Korea-

The present standard of drinking water quality is not reached to the guidelines of WHO and US EPA recommended.

The appraisal of safety is not appropriate by the results of intermittent and limited analysis. 45 items of drinking water quality are regulated in the Korean standard and 9 items for inspection designated by Seoul City.

This report is the results of analysis of the water quality in the water stations of Seoul which are concerned with the items of Korean water quality standard and the priority pollutants recommended by WHO.

In the results, 45 items of water quality, and the priority pollutants were not exceeded to the standard and criteria, while DDT, heptachlor-epoxide, THMs, benzo(a)pyrene, Ba, Al, Gross beta, ^{226}Ra , ^{90}Sr were detected, the levels were not exceeded to the WHO guidelines.

In order to evaluate the safety of drinking water quality, besides of the existed items of standard, new hazardous pollutants should be considered monitored continuously.

For the regulation of hazardous pollutants, it may be introduced from the risk assessment. According to the relevant assessment, the acceptable risk of pollutants estimated could be applied to set the water quality standard or recommendations or guidelines as well as the number of monitoring.

1. 서론

음용수는 인간이 매일 일생동안 먹는 것이므로 음용수에 함유된 물질이나 미생물은 인체에 위해가 없어야 한다. 그러나 음용수의 수요가 증가하고 수원이 지표수, 지하수, 호소수를 광범위하게 이용되고 수원에 많은 종류의 유해 오염물이 유입되고 있고 이것을 처리 정화하는 과정에서 유해 오염물이 발생(DBP, Formaldehyde, Acrylamide 등)하기도 하고, 보통 정수 처리 과정에서 처리 정화되지 않는 오염물(중금속, VOC 등)도 있다.

또, 인체 유해성에 대해서도 유해 오염물에 따라서 단기간 내에 건강 장애가 나타나는 것(병원 미생물 : 수인성 전염병균)도 있으나 장기간 섭취하므로써 체내에 축적되어 나타나는 피해(중금속, 유기염소계농약, 방사성물질 등)도 있고 장기적으로 암(癌)발생, 최기성, 면역 이상 원인(DBP, 방사성물질 등)도 있다.

따라서 WHO와 세계 각국에서는 수질 오염물을 규정하고 음용수의 수질기준(水質基準)을 정하여 전국의 음용수를 검사하고 유해 오염물 기준을 초과하는 음용수의 사용을 제한하거나 정수 방법을 개선하고 있다.

음용수의 오염물은 주로 인간 활동의 발전과 병행해서 증가하고 있어 새로운 오염물(예 : 농약, 공업약품, 세제, 방사성물질 등)이 추가되고 그 피해가 나타나고 있어 WHO, 각국의 수질 기준도 추가되어 가고 있다.

특히 최근에 유기 오염물은 각종 농약, 휘발성 발암성 물질의 증가와 소독부산물, 조류독소(藻類毒素)가 상수원에서 검출되고 있고 수도수의 안전성을 위협하고 있다.

국내 음용수의 안전성은 아직 우리나라의 음용수의 수질 기준이 WHO, 미국 EPA기준에 미치지 못하고 따라서 많은 항목 검사를 하지 않고 있어 완전한 안전성을 확인할 수가 없고 다만 우리나라의 수질 기준에 적합 여부를 검사하고 있다.

이 발표에서는 WHO, 미국, 일본의 음용수 수질 기준을 제시하고 그간 서울 상수도수의 특정 물질 오염도 조사 결과와 비교하여 금후 음용수 수질 기준의 추가 설정을 촉구한다.

2. 우리나라와 외국의 음용수 수질기준

우리나라의 먹는 물(음용수)의 수질 기준은 1997년 현재 45개 항목으로 미생물 항목은 2개 항목, 농약류 6개항목, 감각 항목 8개항목, 무기 양이온 항목 12개항목, 무기음이온항목 5개항목, 휘발성 유기물 항목 11개항목, 그밖에 합성세제(ABS)와 잔류 염소가 포함되어 있고 먹는 샘물(生水)은 이외에 6개 미생물 항목이 추가되어 49개항목이 수질기준으로 규정되어 있다.

이들 각 항목의 수질 기준은 환경부가 고시한 기준으로 전국 상수도에 적용되고 있다.

각국의 먹는 물(음용수)의 수질 기준은 한국이 45개 항목이 규정되어 있는데 비하여 WHO는 108개항목, 미국이 115개항목, 일본이 46개, 영국이 56개 호주가 44개 항목을 규정하고 있다.

또, 미생물학적기준도 미국에서는 자아디아(Giardia), 장내 바이러스(Enteric virus), 레지오넬라(Legionella), 크립토스포리듐(Cryptosporidium)등이 규정되어 있으나 우리나라에서는 아직 환경부의 수질기준에 규정되어 있지 않다(표 1).

표 1. 우리나라와 外國의 飲用水 水質基準

구 분	단 위	WHO	EEC	미 국	일 본	한 국
암모니아성질소	mg/l	-	0.5	-	-	0.5
질산성질소	mg/l	10	-	10	10	10
염소이온	mg/l	250	200	*250	200	150
KMnO ₄ 소비량	mg/l	-	5	-	10	10
일반세균수		-	-	-	100마리/1ml	100CFU/ml
대장균군		불검출	1/100ml	-	불검출	음성/50ml
시 안	mg/l	0.1	0.05	0.2	불검출	불검출
수 은	mg/l	0.001	0.001	0.002	불검출	불검출
유 기 인	mg/l	-	-	-	불검출	
동	mg/l	1.0	0.05	1.3	1.0	1.0
철	mg/l	0.3	0.3	*0.3	0.3	0.3
망 간	mg/l	0.1	0.05	*0.05	0.3	0.3
불 소	mg/l	1.5	0.7-1.5	4.0	0.8	1.5
납	mg/l	0.05	0.05	0.005	0.1	0.05
아 연	mg/l	5.0	5.0	*5.0	1.0	1.0
6가크롬	mg/l	0.05	0.05	-	0.05	0.05
비 소	mg/l	0.05	0.05	-	0.05	0.05
페 놀	mg/l	-	0.005	-	0.005	0.005
경 도	mg/l	500	-	-	300	300
황산이온	mg/l	400	250	400	-	200
pH	mg/l					5.8-8.5
잔류염소	mg/l					0.2이상
카드뮴	mg/l	0.005	0.005	0.005	0.01	0.01
세 제(ABS)	mg/l	-	0.1	*0.5	0.5	0.5
THMs	mg/l	CHCl ₃ only 0.03	-	**0.1	0.1	0.1
수소이온농도		6.5-8.5	6.5-8.5	*6.5-8.5	5.8-8.6	6.5-8.5
냄새		無	-	*3TON	無	無
맛		無	-	-	無	無
색 도		15TCU	20TCU	*15TCU	5도	5도
탁 도		5NTU	10NTU	1-5NTU	2도	2NTU
증발잔유물	mg/l	1000	-	*500	500	500
Aldrin	Mg/l	0.03	-	-	-	
Chlordane	mg/l	0.3	-	2.0	-	
DDT	mg/l	1.0	-	-	-	
Dieldrin	mg/l	0.03	-	-	-	
Endrin	mg/l	-	-	2.0	-	
Heptachlor	mg/l	0.1	-	0.4	-	
Heptachlor-epoxide	mg/l	0.1	-	0.2	-	
Lindane	mg/l	3.0	-	0.2	-	0.002 [△]
Methoxychlor	mg/l	3.0	-	400	-	
Toxaphene	mg/l	-	-	5.0	-	
2,4-D	mg/l	100	-	70	-	30 [△]
2,4,5-T	mg/l	-	-	-	-	

계속

구 분	단 위	WHO	EEC	미 국	일 본	한 국
2,4,5-TP	mg/l	-	-	50	-	
Trichloroethylene	mg/l	30	-	5	30	30
Tetrachloroethylene	mg/l	10	-	5	10	10
1,1,1-Trichloroethane	mg/l	-	-	200	300	
Benzo(a)pyrene		0.01	-	0.2	-	
PCB		-	-	0.5	-	
Ba	mg/l	-	100	5000	-	*70
Se	mg/l	10	10	50	-	10
Mg	mg/l	-	50	-	-	
Ca	mg/l	-	100	-	-	
Al	mg/l	200	200	*50-200	-	200
Gross-β		1.0Bq	-	-	-	
²²⁶ Ra		-	-	-	-	
⁹⁰ Sr		-	-	-	-	
Gross-α		0.1Bq	-	-	-	
Adipates(diethylhexyl)	mg/l		-	500	-	
Alachlor	mg/l		-	2	-	
Aldicarb	mg/l			10		
Aldicarb Sulfone	mg/l			40		
Aldicarb Sulfoxide	mg/l			10		
Atrazine	mg/l			3		
Benz(a)anthracene(PAH)	mg/l			0.1		
Benzene	mg/l	10		5		0.01 ^Δ
Bezopyrene	mg/l					
Benzo(b)fluoranthene (PAH)	mg/l			0.2		
Benzo(k)fluoranthene (PAH)	mg/l			0.2		
Carbofuran	mg/l			40		0.005 ^Δ
Carbon Tetrachloride	mg/l	3		5		0.05
Chrysene(PAH)	mg/l			0.2		
Dalapon	mg/l			200		
Dichloroethylene (cis-1,2-)	mg/l			70		
Dichloroethylene (trans-1,2-)	mg/l			100		
Dibenz(a,h)anthracene (PAH)	mg/l			0.3		
Dibromochloropropane (DBCP)	mg/l			0.2		
Dichlorobenzene P-	mg/l			75		
Dichlorobenzene O-, m	mg/l			600		
Dichloroethane(1,2-)	mg/l	10		5		0.03 ^Δ
Dichloroethylene(1,1-)	mg/l	0.3		7		0.03 ^Δ
Dichloromethane	mg/l			5		0.02
Dichloropropane(1,2-)	mg/l			5		
Diethylhexyl phthalate (DEHP)	mg/l			4		
Dinoseb	mg/l			7		

계속

구분	단위	WHO	EEC	미국	일본	한국
Diagionon	mg/l					0.02
Carbaryl	mg/l					0.07
2,4-D	mg/l					0.03 [△]
Diquat	mg/l			20		
Endothall	mg/l			100		
Ethylbenzene	mg/l			700		300
Ethylene dibromide(EDB)	mg/l			0.05		
Glyphosate	mg/l			700		
Hexachlorobenzene	mg/l	0.01		1		
Hexachlorocyclopentadiene	mg/l			50		
Indeno(1,2,3-c,d) pyrene(PAH)	mg/l			0.4		
Monochlorobenzene	mg/l			100		
Oxamyl(Vydate)	mg/l			200		
Pentachlorophenol	mg/l	10		1/200		
Pichloram	mg/l			500		
Simazine	mg/l			1		4 [△]
Styrene	mg/l			5/100		
2,3,7,8-TCDD (Dioxin)	mg/l			5x10 ⁻⁸		
Toluene	mg/l			2000		700
Trichlorobenzene (1,2,4-)	mg/l			9		30
Trichloroethylene	mg/l					
Trichloroethane (1,1,2-)	mg/l			5		5 [△]
Trichloroethane (1,1,1-)	mg/l					5 [△]
Vinylchloride	mg/l			2		
Xylene	mg/l			10000		0.5
Parathion	mg/l					0.06
Marathion	mg/l					0.25
Phenitrothion	mg/l					0.04
Tetrachloroethylene	mg/l					0.01
Antimony	mg/l			10/5		
Asbestos (fibers/l>10um)	mg/l			7E+06		
Beryllium	mg/l			1		7 [△]
Chromium(total)	mg/l		50	100		
Nickel	mg/l			100		20 [△]
Nitrite	mg/l			1000		
Nitrate+Nitrite	mg/l			10000		
Thallium	mg/l			3/1		
Hexachlorocyclopentadiene	mg/l			*8		
Silver	mg/l			*0.09		
As	mg/l	0.05				
Na	mg/l	200	100			
2,4,6-Trichlorophenol	mg/l	10				

- * : SMCLs(Secondary Maximum Contaminant Levels)
- ** : NIPDWR(National Interim Primary Drinking Water Regulation)
- : 暫定的 水質基準
 - : “각종 음용수의 수질기준연구” 환경과학연구협의회(1989)
 - “음용수 수질관리지침서” 보건사회부(1990)
 - “Drinking Water Regulations and Health Advisories”, U.S.EPA(1990)
 - “上水道試験方法” 日本水道協會(1985)
 - “96먹는 샘플 지정 감시항목

분원성 대장균군	0/250ml
분원성연쇄상구균	0/250ml
비부지도	0/250ml
살모넬라	0/250ml
녹농균	0/250ml
시겔라	0/250ml

우리나라의 수질 기준의 부족함으로 '95 서울시 상수도사업본부에서는 환경부 먹는물 수질기준외에 9개항목(니켈, 바륨, 1,2-Dichloroethan, Benzopyrene, Vinylchloride, Simazin, Lindane, Carbofuran, 2,4-D)을 지정감시항목으로 지정하여 매월 9개 정수사업소의 원수, 정수에 대하여 서울시 수도기술연구소에서 검사하고 있다(표 2).

표 2. 감시항목 시험결과(1997)

□ 시험기관 : 서울시 수도기술연구소
1995년도 지정 감시항목(9개 항목)

단위 : mg/l

정수사업소	채수지점	니켈	바륨	1,2디클로로에탄	벤조피렌	비닐클로라이드	시마진	린덴	카보푸란	2,4-D
감시기준		0.02	0.7	0.03	0.0007	0.005	0.004	0.002	0.005	0.03
광암	원수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
	정수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
암사	원수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
	정수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
구의	원수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
	정수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
투도	원수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
	정수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
보광동	원수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
	정수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
노량진	원수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
	정수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
선유	원수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
	정수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
영등포	원수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
	정수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
신월	원수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00
	정수	0.00	0.0	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.00

3. 서울시 수도수 검사결과

서울시 수도물 진단위원회는 1986년부터 서울시 9개 상수도 정수사업소중 매월 3개 정수사업소를 선정하여 원수, 정수, 수도수, 주택탱크수에 대해서 수도수수질기준 전항목을 검사하고 있으며 '97. 5. 7 구의, 보광동, 노량진 정수사업소의 검사 결과는 다음 표 3과 같다.

이 결과에 의하면 전반적으로 원수는 정수, 수도전, 물탱크 물보다 오염되어 있으나 정수, 수도전, 물탱크 물은 전부 수도수 수질기준이하로 적합하다.

또 서울시 지정 감시 항목 (95년 지정 9개)도 표 2와 같이 검출되지 않았다.

또 9개 정수 사업소의 정수에 대한 지정 감시 항목인 6개 미생물 항목을 '96분기별 검사한 결과도 전부 불검출이었다(표 4).

표 3. 수돗물 진단위원회 수질검사성적서('97. 5월)

°시험기관 : KIST (채수일 : '97. 5. 7)

단위 : mg/l

항 목	먹 는 물 수질기준	구 의			보 광 동			노 량 진				
		원 수	정 수	수도전	물탱크	원 수	정 수	수도전	원 수	정 수	수도전	물탱크
수 은	불검출	0.0005이하	0.0005이하	-	-	0.0005이하	0.0005이하	-	0.0005이하	0.0005이하	0.0005이하	-
시 안	불검출	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	0.001이하	0.001이하	0.001이하	-
구 리	1이하	0.01이하	0.01이하	-	-	0.01이하	0.01이하	-	0.01이하	0.01이하	0.01이하	-
철	0.3이하	0.072	0.01이하	0.038	0.046	0.047	0.01이하	0.018	0.081	0.013	0.014	0.015
납	0.05이하	0.01이하	0.01이하	-	-	0.01이하	0.01이하	-	0.01이하	0.01이하	-	-
불 소	1.5이하	0.13	0.11	-	-	0.13	0.10	-	0.12	0.11	-	-
아 연	1이하	0.01이하	0.01이하	-	-	0.01이하	0.01이하	-	0.01이하	0.01이하	-	-
비 소	0.05이하	0.01이하	0.01이하	-	-	0.01이하	0.01이하	-	0.01이하	0.01이하	-	-
6가크롬	0.05이하	0.01이하	0.01이하	-	-	0.01이하	0.01이하	-	0.01이하	0.01이하	-	-
망 간	0.3이하	0.021	0.01이하	0.01이하	0.01이하	0.036	0.01이하	0.015	0.033	0.01이하	0.01이하	0.01이하
카드뮴	0.01이하	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	0.001이하	0.001이하	-	-
셀레늄	0.01이하	0.01이하	0.01이하	-	-	0.01이하	0.01이하	-	0.01이하	0.01이하	-	-
페놀류	0.005이하	0.005이하	0.005이하	-	-	0.005이하	0.005이하	-	0.005이하	0.005이하	-	-
알루미늄	0.2이하	0.063	0.046	0.14	0.091	0.12	0.11	0.067	0.086	0.055	0.093	0.13

°시험기관 : (재)한국환경경수도연연구소 (채수일 : '97. 5. 7)

단위 : mg/l

항 목	먹 는 물		구 의				보 광 동				노 량 진					
	원 수	정 수	수도전	물탱크	원 수	정 수	수도전	물탱크	원 수	정 수	수도전	물탱크	원 수	정 수	수도전	물탱크
암모니아성질소(mg/l)	0.22	0.05	0.05	0.04	0.08	0.01	0.01	0.02	0.26	0.02	0.01이하	0.02	0.26	0.02	0.01이하	0.02
질산성질소 (mg/l)	1.7	1.7	-	-	1.6	1.7	-	-	1.6	1.7	-	-	1.6	1.7	-	-
일련세균 (CFU/ml)	17	0	0	0	16	0	0	0	35	0	0	0	35	0	0	0
대장균군 (MPN/50ml)	양성	음성	음성	음성	양성	음성	음성	음성	양성	음성	음성	음성	양성	음성	음성	음성
pH	7.1	6.8	6.9	7.0	7.2	6.9	6.9	7.1	7.4	6.8	6.9	7.1	7.4	6.8	6.9	7.1
냄 세	-	적합	적합	적합	-	적합	적합	적합	-	적합	적합	적합	-	적합	적합	적합
맛	-	적합	적합	적합	-	적합	적합	적합	-	적합	적합	적합	-	적합	적합	적합
색 도 (도)	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-
탁 도 (NTU)	1.9	0.2	0.3	0.6	1.7	0.2	0.2	0.2	2.0	0.2	0.3	0.2	2.0	0.2	0.3	0.3
세 제(ABS) (mg/l)	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	-	-
총경도 (mg/l)	48	47	-	-	48	44	-	-	46	49	-	-	46	49	-	-
염소이온 (mg/l)	11	16	15	14	11	16	16	15	9	15	13	15	9	15	13	14
황산이온 (mg/l)	16	17	-	-	17	16	-	-	18	17	-	-	18	17	-	-
간류염소 (mg/l)	0.2	0.5	0.4	0.1	0.0	0.6	0.8	0.2	0.1	0.9	0.6	0.2	0.1	0.9	0.6	0.1

단위 : mg/l

항 목	먹는 물 수질기준		구 의				보 광 동			노 량 진		
	원 수	정 수	수도전	물탱크	원 수	정 수	수도전	물탱크	원 수	정 수	수도전	물탱크
파광간산칼륨소비량(mg/l)	5.7	2.1	2.1	2.7	5.7	2.7	2.2	3.2	2.7	1.6	1.9	2.2
중발산류물 (mg/l)	83	90	93	83	70	87	90	80	80	77	77	90
다이아지논 (mg/l)	0.0001이하	0.0001이하	-	-	0.0001이하	0.0001이하	-	-	0.0001이하	0.0001이하	-	-
파라치온 (mg/l)	0.0001이하	0.0001이하	-	-	0.0001이하	0.0001이하	-	-	0.0001이하	0.0001이하	-	-
말라치온 (mg/l)	0.0001이하	0.0001이하	-	-	0.0001이하	0.0001이하	-	-	0.0001이하	0.0001이하	-	-
페니트로지온 (mg/l)	0.0001이하	0.0001이하	-	-	0.0001이하	0.0001이하	-	-	0.0001이하	0.0001이하	-	-
트리할로메탄 (mg/l)	0.005	0.13	0.020	0.029	0.009	0.010	0.016	0.034	0.001이하	0.010	0.023	0.038
카바릴 (mg/l)	0.0001이하	0.0001이하	-	-	0.0001이하	0.0001이하	-	-	0.0001이하	0.0001이하	-	-
1.1.1-트리클로로에탄 (mg/l)	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-
테트라클로로에틸렌 (mg/l)	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-
트리클로로에틸렌 (mg/l)	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-
디크로로메탄 (mg/l)	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.002	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-
벤젠 (mg/l)	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-
톨루엔 (mg/l)	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-
에틸벤젠 (mg/l)	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-
크실렌 (mg/l)	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-
1.1-디클로로에틸렌 (mg/l)	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-
사염화탄소 (mg/l)	0.002이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-	0.001이하	0.001이하	-	-

표 4. '96년도 지정 감시 항목 (정수수질)

구 분	분원성 대장균군	분원성 연쇄상구균	비브리오	살모넬라	녹농균	시젤라
감시기준	0/250ml	0/250ml	0/250ml	0/250ml	0/250ml	0/250ml
광 암	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
암 사	“	“	“	“	“	“
구 의	“	“	“	“	“	“
뚝 도	“	“	“	“	“	“
보광동	“	“	“	“	“	“
노량진	“	“	“	“	“	“
선 유	“	“	“	“	“	“
영등포	“	“	“	“	“	“
신 월	“	“	“	“	“	“

※ 원수 수질에 대하여는 5개 취수장에 대해 분기별 검사 실시

▶ 미생물분야 감시항목 분석방법

검 사 항 목	실 험 방 법	선 택 배 지
분원성 대장균군	막여과법	m-FC agar
분원성 연쇄상구균	“	m-Enterococcus agar
비브리오	“	TCBS agar
살모넬라	“	Bismuth Sulfate Agar
녹 농 균	“	Cetrimide agar
시 젤 라	“	Heckoen Enteric Agar

※ 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙의 먹는샘물 수질검사방법에 의거 분석

4. 음용수의 특정물질의 수질기준과 서울시 수도중의 함량

음용수의 수질오염물질중 특히 장기적으로 축적성이 있거나 수질오염의 지표가 되거나 오염의 우려가 있는 오염물을 WHO에서 특정물질(Priority pollutants)로 규정하여 수질 기준을 정하고 있다(표 5).

서울시 수도수중의 특정 물질 조사는 팔당, 암사, 뚝도, 노량진, 영등포의 5개 정수장의 원수, 정수, 수도수를 월 1회 채수하여 10회 분석하였다.

표 5. 飲用水中 特定物質의 水質基準

(단위 : mg/l)

項目	國名	우리나라	WHO	EEC	미국	일본
Aldrin	-	-	0.03	-	-	-
Chlordane	-	-	0.3	-	2.0	-
DDT	-	-	1.0	-	-	-
Dieldrin	-	-	0.03	-	-	-
Endrin	-	-	-	-	2.0	-
Heptachlor	-	-	0.1	-	0.4	-
Heptachlor-epoxide	-	-	0.1	-	0.2	-
Lindane	2	-	3.0	-	0.2	-
Methoxychlor	-	-	30	-	400	-
Toxaphene	-	-	-	-	5.0	-
2,4-D	30	-	100	-	70	-
2,4,5-T	-	-	-	-	-	-
2,4,5-TP	-	-	-	-	50	-
THMs	100	-	30 (CHCl ₃ only)	-	-	100
Trichloroethylene	30	-	30	-	5	30
Tetrachloroethylene	10	-	10	-	5	10
1,1,1-Trichloroethane	0.005	-	-	-	200	300
Benzo(a)pyrene	0.7	-	0.1	-	0.2	-
PCB	-	-	-	-	0.5	-
Ba	70	-	-	100	5000	-
Se	10	-	10	10	50	-
Mg	-	-	-	50mg/l	-	-
Ca	-	-	-	100mg/l	-	-
Al	200	-	200	200	*50-200	-
Gross-beta	-	-	1.0Bq	-	-	-
²²⁶ Ra	-	-	-	-	-	-
⁹⁰ Sr	-	-	-	-	-	-

* : SMCLs(Secondary Maximum Contaminant Levels) *Bq/l : Becquerels/l

1pCi = 3.7x10⁻²Bq(1Bq≒27.03pCi/l)

pCi/l : Picocuries/l

資料 : “각종 음용수의 수질기준연구”, 환경과학연구협의회(1989)

“음용수 수질관리 지침서”, 보건사회부(1990)

“Drinking Water Regulations and Health Advisories”, U.S.EPA(1990)
 “上水試験方法“, 日本水道協會(1985)

그 결과는 다음 표 6,7,8과 같다.

1) DDT는 WHO에서 1mg/l로 설정하고 있으며 수질 조사 결과에서는 원수 0.077mg/l, 정수 0.027mg/l, 수도수 0.025mg/l로 기준 이하로 안전한 수준이다. 외국의 경우 미국에서 1967, 1968년 지표수에서 0.084mg/l가 검출되었고 서독에서 1971년까지의 평균농도가 0.01mg/l로 WHO수질기준 1mg/l를 초과하는 적은 없었다.

표 6. 殘留農藥物質 測定結果

채취장소	측정항목	DDT (mg/l)	Heptachlor-epoxide (mg/l)	비 고
팔 당	원 수	0.079-0.101(0.085)	0.025-0.031(0.028)	Aldrin, Chlordane, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, Lindane, Methoxychlor, Tox- aphene, 2,4-D, 2,4,5-T, 2,4,5-TP는 원수, 정수, 수도수에 서 불검출 *ND<0.001(불검출) ()은 평균치임.
	정 수	0.12-0.053(0.026)	ND	
	수도수	0.018-0.043(0.023)	ND	
암 사	원 수	0.073-0.093(0.084)	0.024-0.032(0.030)	
	정 수	0.020-0.042(0.025)	ND	
	수도수	0.009-0.039(0.023)	ND	
뚝 도	원 수	0.060-0.098(0.079)	0.021-0.034	
	정 수	0.024-0.044(0.030)	ND	
	수도수	0.013-0.031(0.024)	ND	
노량진	원 수	0.008-0.101(0.055)	0.021-0.034(0.030)	
	정 수	0.019-0.042(0.031)	ND	
	수도수	0.021-0.045(0.030)	ND	
영등포	원 수	0.009-0.121(0.081)	0.029-0.036(0.032)	
	정 수	0.009-0.034(0.024)	ND	
	수도수	0.014-0.032(0.025)	ND	
평 균	원 수	0.051-0.100(0.077)	0.024-0.032(0.030)	
	정 수	0.020-0.036(0.027)	ND	
	수도수	0.018-0.027(0.025)	ND	

표 7. 其他化學物質 測定結果

측정항목	THMs (mg/L)	Benzo(a)pyrene (mg/L)	Ba (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Al (mg/L)	비고
팔 당	원 수	ND	0.01-0.04(0.02)	2.30-3.02(2.46)	12.20-15.09(14.41)	0.04-0.05(0.04)	Trichloroethylene, Tetrachloroethylene, 1,1,1-Trichloroethane, PCB, Se는 원수, 정수, 수도수에서 불검출 *ND<0.001(불검출) ()은 평균치임
	정 수	1.3-39.4(18.6)	0.01-0.03(0.02)	2.28-2.59(2.36)	12.84-15.01(13.98)	0.03-0.04(0.03)	
	수도수	15.5-40.8(27.1)	0.005-0.005(0.005)	0.01-0.03(0.02)	2.01-2.47(2.22)	11.26-14.04(12.67)	
암 사	원 수	ND	0.01-0.04(0.02)	2.11-3.01(2.38)	11.77-13.88(12.11)	0.05-0.06(0.05)	
	정 수	ND-29.4(19.5)	ND	2.19-2.52(2.34)	12.00-12.86(12.50)	0.03-0.04(0.04)	
	수도수	ND-38.2(25.5)	0.004-0.005(0.005)	2.02-2.35(2.21)	12.00-13.02(12.45)	0.03-0.04(0.03)	
뚝 도	원 수	ND	0.01-0.05(0.03)	2.30-2.89(2.47)	12.13-14.55(13.18)	0.04-0.07(0.06)	
	정 수	ND-39.6(22.6)	ND	2.28-2.75(2.41)	12.11-14.21(13.44)	0.02-0.05(0.04)	
	수도수	ND-42.4(29.6)	0.005-0.005(0.005)	2.02-2.47(2.25)	11.19-13.02(12.45)	0.02-0.05(0.04)	
노량진	원 수	ND	0.01-0.04(0.03)	2.47-3.04(2.60)	13.04-14.24(13.85)	0.04-0.08(0.06)	
	정 수	ND-32.7(22.4)	ND	2.28-2.98(2.55)	13.02-14.79(13.59)	0.02-0.05(0.04)	
	수도수	ND-55.3(35.4)	0.005-0.005(0.005)	1.98-3.01(2.43)	11.86-13.74(12.85)	0.02-0.05(0.04)	
영등포	원 수	ND	0.02-0.06(0.03)	2.02-2.97(2.43)	12.45-13.92(13.36)	0.05-0.08(0.07)	
	정 수	ND-40.7(26.5)	ND	2.27-3.02(2.55)	13.01-14.84(13.57)	0.02-0.05(0.05)	
	수도수	1.1-45.8(33.0)	0.005-0.006(0.005)	2.02-3.02(2.30)	12.24-16.01(14.03)	0.02-0.05(0.04)	
평균	원 수	ND	0.01-0.05(0.03)	2.32-2.73(2.47)	12.63-14.07(13.38)	0.05-0.06(0.06)	
	정 수	0.3-34.1(21.9)	ND	2.30-2.67(2.44)	12.82-13.84(13.42)	0.03-0.04(0.04)	
	수도수	4.1-41.0(29.7)	0.005-0.006(0.005)	2.04-2.49(2.28)	12.29-13.38(12.89)	0.03-0.04(0.04)	

표 8. 放射性物質 測定結果

측정 항목		Gross beta (pCi/l)	²²⁶ Ra (pCi/l)	⁹⁰ Sr (pCi/l)
팔 당	원 수	2.03-2.18(2.12)	0.39-0.45(0.42)	0.72-0.76(0.74)
	정 수	1.40-1.54(1.42)	0.12-0.21(0.16)	0.42-0.56(0.48)
	수도수	1.20-1.37(1.26)	0.11-0.19(0.15)	0.32-0.42(0.39)
암 사	원 수	2.04-2.14(2.10)	0.38-0.49(0.42)	0.62-0.72(0.68)
	정 수	1.25-1.36(1.33)	0.16-0.19(0.18)	0.39-0.46(0.43)
	수도수	1.11-1.24(1.20)	0.11-0.18(0.15)	0.32-0.42(0.36)
뚝 도	원 수	2.02-2.41(2.12)	0.31-0.42(0.36)	0.52-0.75(0.67)
	정 수	1.31-1.76(1.46)	0.11-0.20(0.14)	0.29-0.45(0.40)
	수도수	1.12-1.71(1.23)	0.11-0.15(0.13)	0.18-0.40(0.33)
노량진	원 수	2.21-2.93(2.64)	0.42-0.54(0.46)	0.48-0.89(0.72)
	정 수	1.40-1.69(1.53)	0.12-0.24(0.17)	0.19-0.46(0.39)
	수도수	1.37-1.43(1.40)	0.11-0.20(0.14)	0.14-0.39(0.33)
영등포	원 수	2.29-2.93(2.63)	0.34-0.54(0.46)	0.42-0.79(0.70)
	정 수	1.24-1.89(1.58)	0.13-0.26(0.19)	0.21-0.49(0.39)
	수도수	1.19-1.48(1.33)	0.10-0.28(0.14)	0.21-0.49(0.35)
평 균	원 수	2.16-2.45(2.32)	0.39-0.46(0.43)	0.61-0.75(0.70)
	정 수	1.25-1.70(1.46)	0.14-0.20(0.17)	0.34-0.46(0.43)
	수도수	1.17-1.41(1.31)	0.12-0.18(0.14)	0.29-0.41(0.35)

2) Heptachlor-epoxide는 WHO에서 $0.1\mu\text{g}/\ell$, US EPA에서 $0.2\mu\text{g}/\ell$ 로 설정하고 있으며 이 수질조사 결과에서는 원수에서만 $0.030\mu\text{g}/\ell$ 로 서울시 원수중에서의 함량을 극히 미량으로 안전한 수준으로 판단되며 미국의 주요 강에서 평균 $0.063\mu\text{g}/\ell$ 로 검출되어 우리나라 원수가 다소 낮은 농도였다.

3) THMs 우리나라에서 $100\mu\text{g}/\ell$ 로 설정하고 있으며 일본에서는 잠정적 수질기준으로 $100\mu\text{g}/\ell$, WHO에서는 CHCl_3 (Chloroform)에 한하여 $30\mu\text{g}/\ell$ 로 설정하고 있다. 이 수질조사 결과에서 THMs는 원수에서는 검출되지 않았고 정수 $21.9\mu\text{g}/\ell$, 수도수 $29.7\mu\text{g}/\ell$ 로 기준을 초과하지 않았다. THMs중 Chloroform는 THMs의 분석에서 G.C 상에 나타났는데 전국에서는 평균 $18.4\mu\text{g}/\ell$, 수도수에서 평균 $21.6\mu\text{g}/\ell$ 로 WHO의 기준 이하이다. 미국에서는 정수에서 THMs는 평균 $30\mu\text{g}/\ell$ 로 검출되고 있다.

4) Benzo(a)pyrene은 WHO에서 $10\text{ng}/\ell$ 로 설정하고 있으며 이 수질조사에서 원수, 정수에서는 검출되지 않았으나 수도수에서 $5\text{ng}/\ell$ 로 기준 이하로 안전하다고 판단되었다. Benzo(a)pyrene은 송수·배수과정에서 배관수조, 펌프등에 콜타르관 핏치등을 방수제, 접

합부 등으로 사용하는 것이 원인으로 알려져 있다.

5) Ba는 US, EPA에서 5.0mg/l, EEC에서 0.1mg/l로 설정하고 있으며 이 수질조사 결과에서 원수 0.03mg/l, 정수, 수도수에서 0.02mg/l로 기준 이하로 안전한 수준이다. 미국에서는 100개 도시의 수질조사 결과 평균 0.043mg/l로 검출되었다.

6) Mg는 WHO에서 Ca와 함께 경도(Hardness)로서 500mg/l, EEC에서는 Mg만으로 500mg/l로 설정하고 있으며 이 수질검사 결과는 원수 2.47mg/l, 정수 2.44mg/l, 수도수 2.28mg/l로 서울시 원수, 정수, 수도 수중에서의 함량은 극히 미량으로 안전한 수준이다.

7) Ca는 WHO에서 Mg와 함께 경도로서 500mg/l, EEC에서는 Ca만으로 100mg/l로 설정하고 있으며 이 수질조사 결과는 원수 13.38mg/l, 정수 13.42mg/l, 수도수 12.89mg/l로 서울시 원수, 정수, 수도수중에서의 함량은 기준 이하로 안전한 수준으로 판단된다.

8) 알루미늄은 WHO, EEC, US EPA에서 0.2mg/l로 설정하고 있으며 수질조사 결과는 원수 0.06mg/l, 정수·수도수 0.04mg/l로 기준 이하로 안전하다고 판단된다.

외국에서는 Al의 농도가 0.1mg/l을 초과하면 공급 과정에서 음용수가 변색할 수 있다고 한다.

9) Gross-beta는 WHO에서 1.0mg/l(약 27 pCi/l)로 설정하고 있으며 이 수질조사 결과 원수 2.32pCi/l, 정수 1.46pCi/l, 수도수 1.31pCi/l로 서울시 수도의 Gross-beta는 기준 이하로 안전하다고 판단된다.

10) ²²⁶Ra는 외국에서 기준을 설정하지 않았으며 이 조사에서는 원수 0.43pCi/l, 정수 0.17pCi/mg/l, 수도수 0.14pCi/l로 서울시 수도수는 ²²⁶Ra오염은 지극히 낮은 것으로 판단된다.

11) ⁹⁰Sr는 외국에서 수질기준을 설정한바 없으며 이 수질조사에서는 원수 0.70pCi/l, 정수 0.43pCi/l, 수도수 0.35pCi/l로 낮은 함량으로 자연 상태의 수준으로 판단된다.

5. 국내 음용수의 안전성

음용수원의 오염원이 다양하고 새로운 오염물이 계속 추가되는 과정에서 현재의 수질 기준만으로 수도수, 지하수의 완전한 안전성을 판단하기는 어렵다.

현 시점에서는 세계 각국에서 규명된 오염 피해와 오염물의 역학적 조사와 WHO와 각국의 수질기준 또는 권고 기준을 근거로 잠정적 안전성을 판단할 수밖에 없다.

또 음용수의 오염은 수원 주위의 인구, 산업, 기후, 오염 방지 대책, 급수 시설의 관리 상태에 따라 크게 변화하므로 지속적인 수질 조사에서 안전성을 판단할 수밖에 없다.

오염물의 건강위해도에 대해서는 최근에 미국을 위시해서 독일, 영국, 일본에서 항목별

로 위해도 평가(Risk Assessment)를 하고 있으며 그 결과에 따라 위해도 수준이 높은 것을 수질기준에 추가하여 수질을 평가하고 있다. 이 위해도 평가의 대상이 되는 오염물은 미량유기오염물(micro organic pollutants)이며 이들 오염물의 장기만성독성, 발암성, 회기형성, 면역 독성 등 장기적위해성을 김정하는 것이다. WHO, US, EPA등의 수질기준은 일반적으로 그 물질을 함유한 물을 매일, 일생동안 먹었을 때 인구 100만명의 1인의 확률로 이와같은 피해가 나타나는 오염물을 기준 항목으로 수록하고 있다.

우리나라의 음용수의 안전성을 평가하기 위해서는 최소한 전국의 원수, 수도수, 지하수를 WHO의 수질기준을 적용하여 장기적으로 검사하여야 한다. 또 WHO기준에 수록되지 않은 새로운 오염물은 위해도 평가가 이루어질 때까지 역학 조사의 감시 항목으로 지정하여 상당한 기간 각 수원에 대하여 조사하여야 한다.

최근에 전국의 지하수 오염과 중요 하천의 오염도가 심화되는 과정에서 이들 기본조사가 전무하다. 따라서 수질 보전의 대책과 방법도 충분한 효과를 거두지 못하게 된다.

참고문헌

- 1) 서울특별시 상수도의 특정 물질 조사연구 보고서 ; 서울특별시, 1990. 12
- 2) 음용수중의 미량유기오염물질의 측정과 그 위생학적 연구 ; 연세대학교 환경공해연구소, 1987.12
- 3) 서울시 수돗물진단위원회 수질조사보, 1997.6
- 4) Drinking water regulations and health advisories ; Office of water, US Environmental Protection Agency, May 1995
- 5) 수질오염물질의 위해성평가 및 관리기술 ; 연세대학교 환경공해연구소, 환경부, 1996. 1.25