J. Fd Hyg. Safety 12(1), 55 - 62(1997)

시판 먹는 샘물의 저장 기간 및 온도에 따른 세균학적 및 화학적 품질 변화

박신인† · 이왕규 · 조윤정
경원대학교 생활과학대학 식품영양학과

Changes in Microbiological and Chemical Properties of Natural Water with the Storage Time and Temperature

Shin-In Park†, Wang-Kyu Lee, and Youn-Jung Cho
Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Kyungwon University

ABSTRACT— This study was carried out to investigate the microbiological and chemical properties of natural water during storage. The water samples were taken at the time of purchase and the opened bottles and the unopened bottles stored at the temperature of 4°C, 18°C, and 30°C. The bacterial content normally rose to 2.06×10^2 CFU/m*l* for the unopened bottles and 2.91×10^2 CFU/m*l* for the opened bottles after 2 weeks of storage, and 1.21×10^7 CFU/m*l* and 2.64×10^7, respectively, after 24 weeks of storage. The number of viable cells of bacteria peaked more rapidly at the storage temperature of 30°C than 18°C. But the total samples were found to be negative for coliforms test during the study period. The average range of pH value was from 7.39 to 7.76. The results showed that the nitrates and chlorides satisfied the Korea Drinking Water Quality Standards during the storage period of 24 weeks. However, the undesirable changes of the taste and odor were detected within 2 weeks and 3 weeks, respectively.

Key words □ Natural water, Bacterial content, Nitrates, Chlorides, Taste, Odor.

물은 인간의 생명을 유지시키고 생활을 영위하는데 필수적인 요소로서 인체의 70% 정도를 차지하고 있으며 체온의 조절, 영양소의 수송, 노폐물의 배출 및 세포의 형태 유지 등 인체의 생리 작용과 신진 대사에 관여하고 있다.[1] 이와 같이 중요한 물은 산업의 급속한 발달과 인구 증가에 비례하여 극도로 오염되었고, 이로 인해 최신 장비나 화학 약품을 사용하여도 직접 마실 수 있을 만큼 깨끗한 물로 정제하기는 어려운 실정이 되었다. 더구나 생활 수준의 향상으로 보다 깨끗하고, 순한 맛의 오염이 안된 물을 요구하기에 이르렀다.

산업이 근대화되기 이전에는 지하수나 지표수와 같은 자연수 그 자체를 식수로 하였지만, 산업이 발달하면서 호수나 강물을 화학적으로 처리하여 음용하기 시작하였다. 그러나 무분별한 산업의 발달은 호수나 강물을 극도로 오염시켰고, 환경 오염이 가중됨에 따라 이들로부터 정제한 수도수를 믿지 못하기 시작하면서 불신의 대상이 되어 먹는 샘물과 같은 자연수를 선호하기 시작하였다.[2]

먹는물 관리법의 정의에 따르면 "먹는물"이라 함은 먹는데 통상 사용하는 자연 상태의 물과 자연 상태의 물을 먹는데 적합하게 처리한 물을 말하며, "먹는 샘물"이라 함은 암반대 수층 내의 지하수, 용천수 등 수질의 안전성을 계속 유지할 수 있는 자연 상태의 깨끗한 물을 물리적으로 처리하여 먹는데 적합하도록 제조한 샘물을 말한다.[3] 먹는 샘물의 생산 업체는 1983년 3개 업체(생산량 14,930톤), 1985년 10개 업체(생산량 10,389톤), 1988년 14개 업체(생산량 59,823톤), 1993년 15개 업체(생산량 20여만톤), 1996년 현재 40개 업체(생산량 50여만톤)가 영업 허가를 받았으며, 이외 허가 받지 않은 업체가 100여개 난립하고 있는 실정으로서 먹는 샘물의 생산량은 계속 엄청난 규모의 신장력을 가져왔다.[4,5]

현재 먹는 샘물의 수질 기준은 38개 항목으로 이것을 크게 분류하면 미생물에 관한 기준(일반 세균, 대장균), 건강상 유해 영향 무기질에 관한 기준(납, 불소, 비소, 세레늄, 수은, 시안, 6가 크롬, 암모니아성 질소, 질산성 질소 및 카

† Author to whom correspondence should be addressed.

드뮴), 건강상 유해 영향 유기물질에 관한 기준(페놀, 총 트리할로메탄, 다이아지논, 파라티온, 말라티온, 페니트로티온, 카바릴, I, I, I-트리클로로에탄, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌), 심미적 영향 물질에 관한 기준(경도, 과망간산칼륨 소비량, 냄새, 맛, 동, 색도, 세제, pH, 아연, 염소이온, 증발 잔류물, 철, 망간, 탁도, 황산 이온, 알루미늄)으로 나누어 관리하도록 하고 있다.[3] 먹는 샘물의 보존 방법은 가급적 냉암소에 위생적으로 보관하여야 하며, 유통 기한은 제조일로부터 6개월 이내로 정하고 있다.[6]

먹는 샘물의 품질 시험 검사 결과를 보면 시설 기준의 미비 및 용기 상태의 불량 등에 의하여 세균에 오염된 제품이 유통되고 있었으며, 제품을 직사광선을 받지 아니하는 서늘한 곳 또는 냉장 보관하여야 하나 유통 및 보관상의 문제로 위생적인 문제점이 대두되고 있었다.[5] 뿐만 아니라 유통 기한 6개월 동안 유통 중인 제품의 성분 및 미생물 변화에 대한 실험적인 연구가 전혀 이루어지지 않았다.[7] 따라서 본 연구에서는 먹는 샘물을 온도 별로 6개월 동안 저장하면서 나타나는 미생물학적 및 화학적 성분 변화에 대한 특성을 평가하여, 먹는 샘물의 적절한 취급으로 합리적인 위생 관리 대책의 수립에 필요한 기초 자료를 얻고자 한다.

실험 방법

조사 기간 및 대상

시판되고 있는 먹는 샘물 중 1995년도에 판매량이 가장 높게 나타났던 제품을[8] 순위별로 4개의 제품을 선정하여 (제품 A, B, C, D) 본 실험의 시료로 사용하였다. 각 시료를 유통 기한인 제조일로부터 6개월 동안 용기를 개봉한 상태와 개봉하지 않은 상태로 저장 온도 별로(4°C, 18°C, 30°C) 보존하였다. 이 보존 기간 중 일정한 시간 간격으로 시료를 채취하여 실험을 수행하였다.

분석 항목 및 방법

분석 항목은 먹는 샘물의 수질 기준에 설정되어 있는 항목 중에서 pH, 맛, 냄새, 염소 이온, 경도, 질산성 질소, 일반 세균, 대장균군 등 8가지 항목이며, 시험 방법은 먹는 샘물의 수질 기준 등에 관한 규칙에 준하였다.[9] 분석 항목 중 pH는 pH meter(230A Portable pH Meter, U.S.A.)로, 질산성 질소는 분광 광도법(UV-160A UV-visible recording spectrophotometer, Shimadzu, Japan)으로, 염소 이온은 Argentometric 방법으로 정량하였다. 일반 세균수 측정을 위하여 저온 일반 세균은 R_2A 배지를 사용하여 21°C에서 72시간 배양하였고, 중온 일반 세균은 표준 한천 배지를 사용하여 35°C에서 24시간 배양하여 형성된 집락의 수를 계산하였다. 대장균군은 추정시험용 배지로 3배 농후 젖당 배지를, 확정시험용 배지로 BGLB 배지를, 완전시험용 배지로 EMB 한천 배지를 사용하여 시험하였다.[6]

결과 및 고찰

미생물에 관한 기준

일반 세균—수질 검사에 있어서 세균학적 시험은 음용수로써의 적부를 검사하는데 중요하다. 물의 일반 세균수란 시료 1 m*l* 중에 함유되는 균 중에서 보통 한천 배지에 집락을 형성할 수 있는 호기성 및 통성 혐기성 생균의 총수를 말한다.

4°C에서 보존한 먹는 샘물의 평균 저온 일반 세균수는 Table 1에 나타난 바와 같이 처음에는 1 m*l*에 44마리이었고, 이것을 4°C에 1주일 동안 방치한 이후에는 76마리로 수질 기준치인 1 m*l*에 100마리 이하를 초과하지 않았다. 그러나 2주일 후 부터는 200마리 이상을 나타내면서 급속히 증식하여 기준치를 크게 초과하였다. Table 2에서는 18°C와 30°C에 보존한 시료의 평균 중온 일반 세균 수를 나타내었으며, 중온 일반 세균은 3주일 째까지는 나타나지 않았으나 4주일부터 나타나기 시작하여 5주일 째에는 개봉하여 30°C에 보존되었던 먹는 샘물에서 1 m*l*에 24마리가 나타나면서 기준치인 20마리 이하를 초과하기 시작하였다.

따라서 저온 일반 세균이 기준치를 크게 초과하기 시작하는 2주일 전에 먹는 샘물은 소비되어야 하며, 개봉한 것에서 일반 미생물 수가 크게 증가하는 것은 뚜껑을 뜯어 소비하는 과정에서 오염되어 증식이 많이 되고 시간이 지남에 따라 오염의 가능성이 더욱 심해진 것으로 생각된다. 정 등[10]은 전북 지역을 중심으로 조사한 약수 수질 검사에서 약수 채수 후 시간에 따라 세균 수가 급증하므로 냉장 보관하여 24시간 이내에 음용하여야 한다고 제안하였다.

먹는 샘물의 원수에는 *Pseudomonas, Acinetobacter, Alcaligenes* 등과 같은 특정한 미생물이 존재하며, 이러한 미생물들은 유기물이 극히 제한되어 있는 원수에서도 생육하여 증식이 가능하지만, 이러한 원수 유래의 미생물은 저온성 세균으로서 일반적으로 인체의 장관 내에서는 생육이 불가능하므로 인체에 유해하지 않다는 보고가 있지만,[14] 제조 과정 중이나 개봉 후 사용 도중에 2차 오염의 여부가 위생학적으로 중요한 것으로 판단된다.

한편 Rosenberg[15]는 실온에서 유통하는 제품은 냉장 저장한 제품에 비해 총균수가 현저한 증가를 나타내며, 냉장하지 않은 제품에는 *Acinetobacter calcoaceticus, Enterobacter cloacae, Pseudomonas cepacia, Pseudomonas maltophilia* 가 많이 존재하며, *Pseudomonas aeruginose*와 장내 *Strep-*

Table 1. Changes in viable plate counts cell numbers of natural water during storage at 4°C (unit : CFU/ml)

Sample	Storage period (week)									
	initial	1	2	4	6	8	10	14	20	24
Unopened	4.4×10^{1}	7.55×10^{1}	2.06×10^{2}	5.54×10^{3}	8.50×10^{3}	2.99×10^{5}	4.61×10^{5}	1.03×10^{6}	1.13×10^{7}	1.21×10^{7}
Opened	4.4×10^{1}	7.64×10^{1}	2.91×10^{2}	7.50×10^{3}	2.06×10^{4}	6.00×10^{5}	1.01×10^{6}	2.27×10^{6}	2.54×10^{7}	2.64×10^{7}

Table 2. Changes in viable plate counts cell numbers of natural water during storage at 18°C and 30°C (unit : CFU/ml)

Temp. (°C)	Sample	Storage period (week)									
		initial	1	3	4	5	6	8	10	14	20	24
18	Unopened	0	0	0	4	7	1.50×10^{2}	5.53×10^{2}	1.03×10^{3}	2.15×10^{3}	2.54×10^{3}	5.38×10^{4}
	Opened	0	0	0	6	1.64×10^{1}	4.50×10^{2}	1.46×10^{3}	2.85×10^{3}	5.31×10^{3}	5.91×10^{3}	8.00×10^{4}
30	Unopened	0	0	0	5	8	1.58×10^{2}	5.63×10^{2}	1.08×10^{3}	2.26×10^{3}	2.73×10^{3}	5.88×10^{4}
	Opened	0	0	0	1.41×10^{1}	2.39×10^{1}	4.75×10^{2}	1.63×10^{3}	3.24×10^{3}	5.64×10^{3}	6.03×10^{3}	8.38×10^{4}

*tococci*는 소량 발견되었으나 이들은 저장 온도에 별로 영향을 받지 않는다고 보고하면서 제품을 냉장 보존할 것을 주장하였다.

대장균군—대장균군은 Gram 음성의 무아포성 간균이며 유당을 분해하여 산과 gas를 생성하는 호기성 또는 통성 혐기성의 균을 말하며, 사람과 동물의 장관 내에 서식하여 음용수의 분변 오염 여부의 지표로 이용된다.[16] 음용수에서 대장균군이 검출되었다는 것은 직접적으로 사람과 동물의 분변이 오염된 것으로 보며 소화기계의 병원 미생물이 오염되었을 가능성을 나타내는 것이므로 위생상 의의가 크다고 하겠다.[11]

먹는 샘물을 24주일 동안 저장하면서 대장균군의 검출을 실험하였지만 모든 제품에서 대장균군은 전연 검출되지 않아 기준치인 250 ml 중 불검출에 적합하였다(Table 3). 그러나 국내의 일부 먹는 샘물 제품에서는 대장균군이 검출된 경우도 보고된 바 있으며,[17] 대장균군이 존재함으로써 다른 병원균의 존재 여부가 추측될 수 있기 때문에 대장균군이 검출되었을 경우 문제가 심각해질 수 있는 것이다.

Table 3. Detection of coliform bacteria in natural water during storage

Temp. (°C)	Sample	Storage period (week)		
		initial	24	
			unopened	opened
4	A	n.d.*	n.d.	n.d.
	B	n.d.	n.d.	n.d.
	C	n.d.	n.d.	n.d.
	D	n.d.	n.d.	n.d.
18	A	n.d.	n.d.	n.d.
	B	n.d.	n.d.	n.d.
	C	n.d.	n.d.	n.d.
	D	n.d.	n.d.	n.d.
30	A	n.d.	n.d.	n.d.
	B	n.d.	n.d.	n.d.
	C	n.d.	n.d.	n.d.
	D	n.d.	n.d.	n.d.

*n.d.: not detected

건강상 유해 영향 무기물질에 관한 기준

질산성 질소—질산성 질소(NO_3-N)는 유기물질의 최종 분해 산물로서 도시 하수 및 공장에서 발생된 오폐수, 슬러지 등이 배출되었거나, 농촌 지역에서 화학 비료를 과다하게 사용, 또는 축산 폐수 등이 적절하게 처리되지 않은채 토양에 침투되어 이의 유기물질을 세균이 분해시킨 결과에 기인된다. 질산성 질소는 질산염을 그 질소량으로 표시한 것을 말하는데, 여러 질소 화합물의 존재는 과거의 오염을 의미하는 것이다.[12] 질산성 질소가 다량 함유된 물을 장기적으로 음용할 경우 metohemoglobin증, nitrosoamine의 발암성 유발, 유아에게 청색증(methemoglobin증, blue baby)을 일으킬 수 있는 것으로 알려졌다.

본 실험에서 사용된 시료의 최초의 질산성 질소 함량은 A제품 0.53 mg/l, B제품 2.35 mg/l, C제품 0.55 mg/l, D제품 1.88 mg/l로 제품별로 큰 차이를 나타내었으나, 모두 기준치인 10 mg/l 이하를 나타내므로 과거의 오염원이 없었던 것으로 생각되었다. 그러나 저장 기간 동안 계속 증가하는 경향을 나타내었으며, 이것은 개봉하였던 시료를 30°C에서 저장하는 경우 더 높게 나타났다(Table 4).

심미적 영향 물질에 관한 기준

경도—물이 비누와 반응되는 정도를 물의 경도라고 하며, 경도의 근원은 빗방울이 공기 중을 통하여 떨어질 때 CO_2가 용해하고 지하를 침투할 때 미생물의 작용에 의해 생긴

CO_2 가 용해하여 H_2CO_3가 되며 이 물이 지하의 석탄층을 통과할 때 칼슘이나 마그네슘 등 각종 광물이 녹아 센물이 된다.

음용수의 경도는 당량의 칼슘 농도에 따라 연수(0~60 mg/*l*), 중경수(60~120 mg/*l*), 경수(120~180 mg/*l*), 강경수(180 mg/*l* 이상)로 분류한다. 이 이상 경도가 높다고 해서 건강에 악영향은 없으나 1 *l*당 탄산칼슘 100 mg 정도의 경도에서 부식과 침전물로 발생되는 문제점들이 나타나고 있다.

우리나라의 먹는 샘물 수질 기준은 심미적인 상태와 가정에서의 사용 조건 등을 고려한 300 mg/*l* 이하로 설정되어 있는데, 본 실험에서 A제품과 C제품은 연수로, B제품과 D제품은 중경수로 나타났으며 모두 수질 기준에는 적합하게 판명되었다(Table 5).

맛—물의 맛을 느끼게 되는 원인 물질은 칼슘, 마그네슘, 칼륨, 나트륨 등이며, 지질, 하수, 공장 폐수 등의 유기물의 혼입에 의할 때 도 있다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 개봉하지 않고 밀봉된 상태로 보존된 먹는 샘물 제품은 22주일의 저장 기간 동안 저장 온도(4°C, 18°C, 30°C)에 따라 큰 변화없이 처음의 수렴미한 물의 맛을 그대로 유지하였지만, 그 후 부터는 비린맛을 나타내는 제품들이 있었다. 한편 개봉한 제품을 각 온도에서 보관하는 경우 A제품과 C제품은 2주일부터 맛의 변화를 나타내기 시작하여 쓴맛을 오랜 기간 동안 지속적으로 나타내었으며, 비린맛도 개봉하지 않고 보관된 먹는 샘물에서

Table 4. Changes in nitrate nitrogen of natural water during storage (unit : mg/*l*)

Temp. (°C)	Sample	initial	Storage period (week) 2		4		8		12		16		20		24	
			unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened
4	A	0.53	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.80	0.80	0.81	0.82	0.82	0.85	0.85	0.90
	B	2.35	2.41	2.42	2.45	2.46	2.50	2.50	2.52	2.53	2.54	2.55	2.55	2.57	2.56	2.61
	C	0.55	0.76	0.77	0.79	0.79	0.80	0.80	0.82	0.83	0.86	0.87	0.87	0.90	0.94	0.94
	D	1.88	2.14	2.15	2.17	2.19	2.19	2.21	2.20	2.21	2.22	2.25	2.24	2.28	2.25	2.33
18	A	0.53	0.76	0.77	0.78	0.78	0.79	0.81	0.81	0.82	0.82	0.83	0.85	0.86	0.86	0.92
	B	2.35	2.43	2.45	2.46	2.47	2.51	2.53	2.52	2.54	2.54	2.55	2.56	2.57	2.59	2.66
	C	0.55	0.77	0.78	0.79	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.87	0.89	0.89	0.92	0.95	0.95
	D	1.88	2.17	2.19	2.19	2.20	2.20	2.23	2.20	2.24	2.22	2.25	2.25	2.35	2.26	2.36
30	A	0.53	0.77	0.80	0.80	0.81	0.80	0.82	0.81	0.83	0.84	0.86	0.86	0.87	0.91	0.92
	B	2.35	2.45	2.47	2.47	2.49	2.51	2.54	2.53	2.55	2.55	2.58	2.59	2.62	2.60	2.68
	C	0.55	0.78	0.80	0.80	0.83	0.81	0.85	0.82	0.87	0.88	0.90	0.90	0.92	0.95	0.96
	D	1.88	2.19	2.20	2.20	2.21	2.20	2.23	2.22	2.25	2.23	2.33	2.25	2.37	2.28	2.38

Table 5. Changes in hardness of natural water during storage (unit : mg/*l*)

Temp. (°C)	Sample	initial	Storage period (week) 2		4		8		12		16		20		24	
			unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened
4	A	45.18	40.40	37.60	35.50	35.18	33.90	33.80	33.80	33.40	33.30	33.20	33.00	32.80	32.80	32.80
	B	69.20	64.40	59.50	60.32	58.53	59.80	57.80	59.50	57.70	59.20	57.50	57.80	55.60	57.20	53.00
	C	56.90	50.20	49.20	48.23	47.12	47.50	44.10	47.40	43.70	47.25	42.50	46.60	42.00	46.00	41.80
	D	92.20	87.10	86.00	84.91	84.05	84.90	83.70	84.80	83.20	84.50	82.70	82.80	81.70	82.00	81.40
18	A	45.18	37.90	35.20	34.80	33.67	33.70	33.40	33.60	33.30	33.10	32.90	32.90	32.80	32.70	32.60
	B	69.20	62.00	59.00	60.30	58.30	59.50	57.60	59.25	57.50	58.80	57.10	57.70	55.30	56.90	52.90
	C	56.90	48.40	47.20	47.62	44.25	47.40	43.70	47.35	43.40	47.20	42.10	46.00	41.90	45.40	41.20
	D	92.20	86.00	84.80	84.51	83.80	83.40	83.00	83.20	82.50	82.80	82.40	81.60	81.50	81.00	80.50
30	A	45.18	35.70	35.00	33.83	33.20	33.50	33.20	33.20	33.20	32.90	32.80	32.80	32.70	32.30	32.20
	B	69.20	62.00	58.70	58.89	58.00	58.80	57.40	58.20	57.30	58.00	57.00	57.70	54.10	56.90	52.90
	C	56.90	47.80	47.10	47.14	43.80	46.95	43.00	46.90	42.30	46.80	42.10	45.80	41.80	44.90	40.20
	D	92.20	85.20	83.50	83.99	82.90	83.20	82.50	83.00	82.30	82.30	82.10	81.40	81.30	80.80	80.40

보다 더 빨리 나타내기 시작하였다. 따라서 개봉한 제품에서는 수질 기준인 무미에 적합한 기간이 제품에 따라 2주일부터 10주일까지로 나타났으며, 그 이후 부터는 금속맛, 쓴맛과 비린맛을 나타내며 부적합한 것으로 확인되었다.

냄새—냄새의 직접적인 원인 물질로는 수중 유기물의 분해, 미생물 자체의 냄새, 용존 무기물의 특이취, 산업 유기물 및 폐수의 오염 등이 있으며, 염소 처리에 의해서 생기는 경우도 있다. 대개 물은 저온에서는 냄새가 없고 온도가 높아져서 느끼게 되는 것이 보통이다.

본 시료에서 나타난 결과를 요약한 Fig. 2를 보면, 개봉하지 않은 상태로 보존된 먹는 샘물에서는 수질 기준인 무취에 적합한 상태를 계속 유지하였으며, 단지 제품B와 D에서 30℃에서 저장한 경우 20주일부터 염소취가 발생하였다. 그러나 개봉한 후 보관된 제품의 경우에는 저장 온도에 관계없이 모든 제품이 염소취와 어취 등의 이취를 저장 후 3주일부터 나타내기 시작하면서 기준에 부적합하게 판정되었다.

수소 이온 농도(pH)—순수한 물은 물 속에 함유된 염류, 유리 탄산과 탄산염의 함량비에 따라서 pH의 변동이 일어나며, 비, 공장 폐수, 산성비에 의해 영향을 받는다. 우리나라 먹는 샘물의 수질 기준에서 pH는 5.8~8.5로 선정되어 있으며, 저장 기간 동안 온도별로 저장되었던 먹는 샘물의 pH는 이 범위 안에 있으면서 평균 pH 7.39~7.76으로 중성

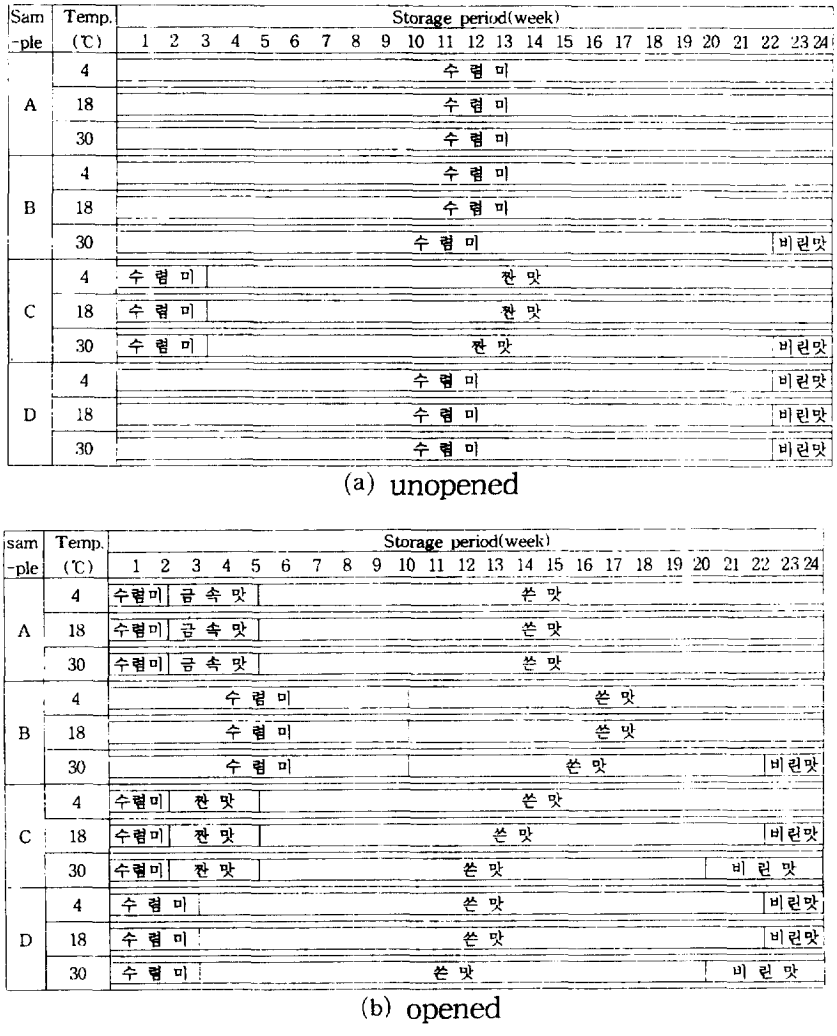
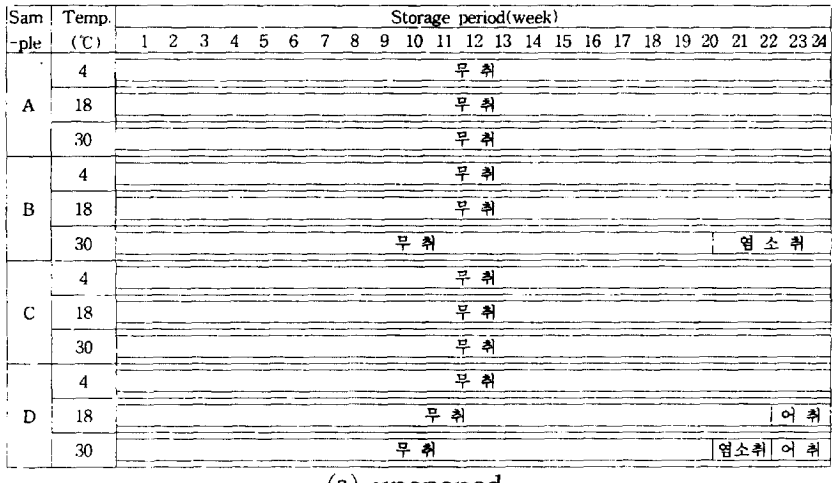


Fig. 1. Changes in taste of natural water during storage.

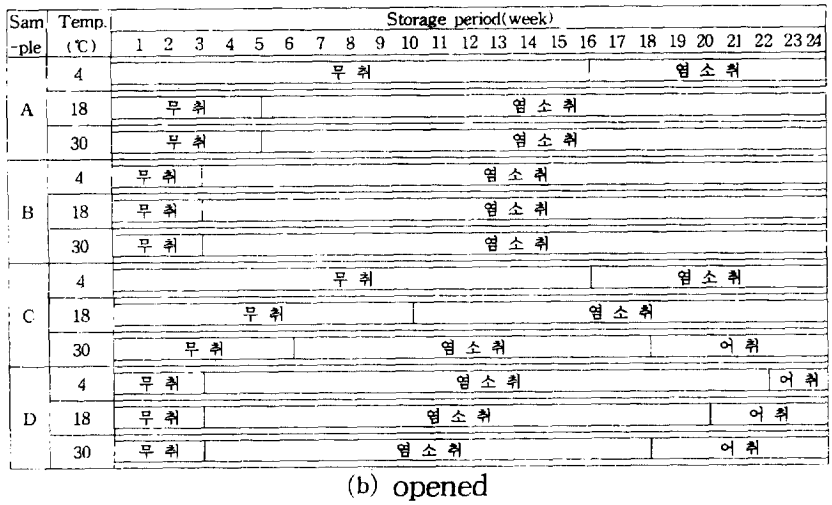
을 나타내었다(Table 6).

pH의 변화가 인체의 건강에 미치는 직접적인 영향을 밝힌다는 것은 불가능한 일이지만 수질에 어떤 이변이 생긴다는 것은 주목할만한 것이다. 따라서 수중에서의 pH 변화는 중요한 의미를 갖고 있으며 pH 변화는 곧 이물질이 유입되었다고 생각할 수 있다. 채[12]는 시판 생수의 수질 검사 결과 평균 pH 4.8±0.402로서 음료수 기준에 부적합하였으며, 이것은 지질의 영향에 의한 자연 탄산수도 있으나 pH 5.0 이하의 대부분의 물은 탄산을 생산자 측에서 인공적으로 주입한 것으로 생각된다고 보고하였다. 또한 최근에는 일부 먹는 샘물이 pH 8.8과 pH 9.3을 나타내며 부적합 판정을 받은 제품도 있다고 보고되었다.[17]

염소 이온—염소 이온은 수중에 녹아있는 염화물 중의 염소를 말한다. 해수의 비말이 공중에 비산하여 운반되는 풍속량에 의해 자연수는 이미 염소 이온을 함유하고 있으며, 또한 지하수의 경우 지하 암석층으로부터 용출되어 지하수에 존재하게 된다. 염화물은 대체로 무기물질 함량이 증가함에 따라 증가한다. 고지와 산간 지역 상수는 염화물 농도가 아주 낮으나 하천과 지하수는 대개 높은 함량을 나타낸다. 사람의 배설물 특히 소변에는 사람이 식품과 물과 함께 섭취한 염화물에 해당하는 양의 염화물을 포함하고 있으며, 많은 산업 폐기물에도 상당한 양의 염화물을 포함하고 있



(a) unopened



(b) opened

Fig. 2. Changes in odor of natural water during storage.

Table 6. Changes in pH of natural water during storage

Sample	Temp. (°C)	Storage period (week)																	
		initial		2		4		6		8		12		16		20		24	
		Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Unopened	4	7.41 ~8.13	7.83	7.26 ~8.03	7.71	7.08 ~8.02	7.61	6.95 ~7.98	7.53	6.92 ~7.93	7.48	6.86 ~7.91	7.45	6.86 ~7.91	7.45	6.86 ~7.90	7.45	6.84 ~7.89	7.44
	18	7.41 ~8.13	7.83	7.24 ~8.08	7.73	7.05 ~8.05	7.61	6.94 ~7.98	7.54	6.91 ~7.92	7.50	6.89 ~7.88	7.47	6.89 ~7.86	7.46	6.88 ~7.85	7.45	6.87 ~7.84	7.45
	30	7.41 ~8.13	7.83	7.25 ~8.10	7.76	7.08 ~8.04	7.66	7.00 ~7.98	7.56	6.99 ~7.93	7.54	6.97 ~7.90	7.51	6.97 ~7.89	7.50	6.95 ~7.88	7.49	6.95 ~7.88	7.47
Opened	4	7.41 ~8.13	7.83	7.38 ~8.01	7.69	7.35 ~7.96	7.61	7.17 ~7.95	7.56	6.91 ~7.85	7.43	6.88 ~7.83	7.41	6.88 ~7.82	7.40	6.88 ~7.81	7.39	6.88 ~7.81	7.39
	18	7.41 ~8.13	7.83	7.38 ~8.03	7.68	7.33 ~8.01	7.63	7.19 ~8.00	7.57	6.95 ~7.92	7.51	6.95 ~7.90	7.49	6.95 ~7.89	7.48	6.95 ~7.86	7.47	6.95 ~7.86	7.46
	30	7.41 ~8.13	7.83	7.33 ~8.08	7.71	7.33 ~8.05	7.68	7.23 ~8.00	7.59	6.97 ~7.92	7.54	6.97 ~7.89	7.51	6.96 ~7.89	7.50	6.95 ~7.88	7.49	6.95 ~7.86	7.48

Table 7. Changes in chloride of natural water during storage (unit : mg/*l*)

Temp. (°C)	Sample	Storage period (week)													
		initial	2		4		8		12		16		20		24	
			unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened	unopened	opened
4	A	6.70	6.27	6.10	5.90	5.60	5.22	4.64	4.50	4.45	4.50	4.35	4.40	4.30	4.25	4.20
	B	11.30	10.67	10.47	10.38	10.27	9.90	9.72	9.67	9.50	9.55	9.50	9.40	9.30	9.30	9.30
	C	14.10	13.70	13.37	13.27	12.85	12.27	12.10	12.15	12.00	12.05	12.00	11.95	11.90	11.85	11.80
	D	31.54	30.47	30.34	30.07	27.74	26.48	25.74	25.58	25.51	25.49	25.49	23.99	23.99	23.89	23.69
18	A	6.70	5.87	5.77	5.45	5.35	5.06	4.59	4.41	4.35	4.30	4.25	4.30	4.20	4.20	4.20
	B	11.30	10.60	10.40	10.27	10.24	9.77	9.54	9.58	9.44	9.50	9.50	9.20	9.20	9.15	9.10
	C	14.10	13.65	13.27	13.25	12.56	12.14	12.00	12.12	11.95	11.90	11.90	11.90	11.80	11.70	11.60
	D	31.54	30.39	28.32	27.24	27.14	26.44	25.84	25.53	25.43	25.39	25.29	24.09	23.69	23.79	23.59
30	A	6.70	5.82	5.52	5.37	5.18	4.90	4.54	4.40	4.30	4.20	4.15	4.05	4.00	3.95	3.95
	B	11.30	10.60	10.37	10.25	9.92	9.75	9.52	9.52	9.42	9.35	9.25	9.15	9.00	9.05	9.00
	C	14.10	13.62	13.25	12.97	11.96	11.90	11.62	12.10	11.95	11.90	11.90	11.85	11.65	11.60	11.55
	D	31.54	28.99	28.29	27.14	27.03	26.09	25.79	25.50	25.40	25.39	25.19	23.84	23.69	23.74	23.59

다. 따라서 염화물은 폐수에 의한 지하수의 오염을 측정하는 기준으로 사용된다. 적당한 농도의 염화물은 사람에게 해가 없으나 250 mg/*l* 이상의 농도가 되면 불쾌감을 준다.

Table 7에서 보는 바와 같이 시료들 사이에 큰 차이를 나타내어 A제품 6.70 mg/*l*, B제품 11.30 mg/*l*, C제품 14.10 mg/*l*, D제품 31.54 mg/*l*의 염소 이온 함량을 나타내었으며, 모두 우리나라 기준치 150 mg/*l*에 훨씬 못 미치는 것으로 나타났다. 그러나 저장 기간 동안 모든 저장 온도에서 계속 감소되는 경향을 보였다.

국문요약

물은 인체 내의 신진 대사 활동에 중요한 역할을 하므로 위생적이고 안전한 상태로 공급되어야 한다. 즉, 수인성 병원 미생물이 없어야 하며, 인체에 유해한 화학 물질로서 급독성 또는 발암성, 기형성, 변이원성 등 만성적인 질병 유발 원인 물질이 함유되어 있지 아니하거나 또는 기준치 이내이어야 한다. 그리고 무색 투명하고, 짠맛이 없고, 감각적으로 거부 반응을 일으킬 수 있는 맛과 냄새 유발 물질이 없어야 한다.[18] 본 연구에서 조사된 먹는

샘물은 모두 수질 기준에 적합한 것이었지만 저장 기간 동안 발생되는 변화 현상에 의해서 식수로서 부적합한 경우가 있었다. 저온 일반 세균이 기준치를 크게 초과하기 시작한 것은 저장 2주일 후부터로 개봉하지 않은 것이 2.06×10^2마리, 개봉한 것이 2.91×10^2마리를 나타내었으며, 저장 기간 중 세균수가 급증하여 24주일 후에는 각각 1.21×10^7마리, 2.64×10^7마리가 되었다. 중온 일반 세균은 4주일 후부터 집락을 보여주기 시작하여 24주일 후에는 18°C에서 보관하며 개봉하지 않은 것은 5.38×10^4마리, 개봉한 것은 8.00×10^4마리, 30°C에서 보관하며 개봉하지 않은 것은 5.88×10^4마리, 개봉한 것은 8.38×10^4마리를 나타내었다. 그러나 대장균군은 저장 기간 동안 모든 제품에서 전연 검출되지 않았다. 건강상 유해 영향 무기물질인 질산성 질소는 저장 기간 동안 모두 수질 기준에 적합하게 판명되었다. 심미적 영향 물질인 경도는 연수에서 중경수 사이로 나타났으며, 수소 이온 농도는 평균 pH 7.39~7.76으로 중성을 나타내었고, 염소 이온도 기준치에 적합하였다. 그러나 개봉한 후 보관된 제품에서는 2주일 후부터 짠맛, 금속맛, 쓴맛, 비린맛 등의 맛의 변화가 나타났으며, 3주일 후부터는 염소취, 어취 등의 이취 발생으로 냄새 변화를 일으키며 수질 기준에 부적합함을 보여 주었다.

참고문헌

1. 최 현: 인체 생리학. 수문사, p. 172 (1985).
2. 방용호: 물 있는 사막. 현대사상사, p. 245-252 (1995).
3. 수자원 자료: 음용수 관리법안에 대한 수정안, 수자원 환경, **73**, 67 (1995).
4. 허태련: 국내 광천수의 생산과 현황, 식품과학과 산업, **25**, 20 (1992).
5. 수자원 개발 정보: **95**, 77 (1995).
6. 수자원 자료: 먹는 샘물의 기준과 규격 및 표시 기준 고시안. 수자원 환경, **74**, 64 (1995).
7. 광천 음료수 관련 좌담회: 식품과학과 산업, **27**, 2 (1994).
8. 수자원 단신: 수자원 환경, **79**, 67 (1995).
9. 옥지상, 백병천, 박종웅, 김동식: 수질 측정 및 수처리 실험. 지구 문화사, p. 27-126 (1995).
10. 정팔진, 김택곤: 약수 수질에 관한 분석 연구, 전북 지역을 중심으로. 도시 및 환경 연구 **6**, 1 (1991).
11. 김성석, 이건호, 정재연, 김남성, 김순래, 김종철 최규열, 정의호: 강원도에서 음용되는 지하수의 수질 특성에 관한 조사 연구. 한국 수질 보전학회지, **11**, 247 (1995).
12. 채영주: 시판 생수 및 약수의 성분에 관한 조사. 이화여자 대학교 대학원 연구논집, **13**, 449 (1985).
13. 박중현: 환경 위생학. 동명사, p. 24-32 (1982).
14. Leclerc, H.: Microbial content of natural mineral waters. 식품과학과 산업, **25**, 31 (1992).
15. Rosenberg, F.A.: Potential problems associated with the ingestion of mineral waters, 식품과학과 산업, **25**, 28 (1992).
16. 김찬조, 장지현: 식품미생물학. 수학사, p.151 (1993).
17. 수자원 단신: 수자원 환경, **83**, 64 (1995).
18. 남상호: 수질 특성에 따른 광천수의 개념. 식품과학과 산업, **25**, 9 (1992).