

유사 먹는샘물(혼합음료) 수질 안정성 및 미네랄 함량 조사

조익호, 신형순, 이상수, 박기범, 윤서영, 오은주, 정은희, 권보연

북부지원 먹는물검사팀

Investigation of the water stability and mineral content in similar bottled water

Ui-ho Cho, Hyeong-sun Shin, , Sang-su Lee, Ki-bum Park, Seo-young Yoon, Eun-joo Oh

Eun-hee Jung, and Bo-yeon Kweon

Drinking Water Analysis Team in North Branch

Abstract : This study investigated the water stability and mineral content of mineral-infused water currently distributed in the market. Gyeonggi Province hosts the largest number of bottled water and mineral-infused water manufacturers in the country. Upon analyzing 34 products of mineral-infused water, it was found that 11 products (in 13 cases) did not meet the drinking water quality standards. Notably, there were products where the uranium content nearly exceeded the drinking water standards by 20 times. Comparing the mineral content listed on the product labels with the analysis results, while most products complied with the label standards, a significant number showed a discrepancy in concentration, ranging from 2 to 3 times to more than 10 times higher. The calcium, potassium, sodium, and magnesium in the mineral-infused water were strongly correlated with chloride ions, suggesting that the minerals were introduced in the form of chlorides. Despite many products being non-compliant in the aforementioned analysis, upon reviewing indicators of 'tasty water' and 'healthy water,' most products were classified as 'healthy water' due to their high calcium content. This indicates a need for new indicators to replace the existing ones, and a more proactive management approach is required for the oversight of mineral-infused water.

Key Words: Mineral-infused water, Bottled water, Cations, Mineral,

요약: 본 연구는 시중에 유통되는 유사 먹는 샘물(이하 '혼합음료')의 수질 안정성과 미네랄 함량을 조사하였다. 경기도에는 전국에서 가장 많은 '먹는 샘물'과 '혼합음료' 제조업체가 위치하고 있다. 34개의 혼합음료 제품을 분석한 결과, 11개 제품(총 13건)이 먹는 물 수질 기준에 부적합한 것으로 나타났다. 특히, 우라늄 함량이 먹는 물 수질 기준의 20배에 가까운 제품도 있었다. 제품 라벨에 표시된 미네랄 함량과 분석값을 비교한 결과 대부분 라벨 기준을 준수하는 제품도 있었지만, 상당한 제품에서 적게는 2~3배, 많게는 10배 이상 농도가 차이가 났다. 혼합음료의 칼슘, 칼륨, 나트륨, 마그네슘은 염소 이온과 강한 상관성을 띄어 염화물 형태로 미네랄 성분이 주입된 것으로 판단된다. 앞서 언급한 분석에서 부적합한 제품이 많았음에도 불구하고, '맛있는 물'과 '건강한 물' 지표를 검토한 결과, 혼합음료의 칼슘 농도가 높아 대부분의 제품이 '건강한 물'로 분류되었다. 기존의 지표를 대체할 새로운 지표가 필요하며, 혼합음료의 관리에 있어서 보다 적극적인 관리가 요구된다.

주제어: 혼합음료, 먹는샘물, 양이온, 미네랄,

1. 서론

선진국에서는 비교적 저렴한 비용으로 양호한 수돗물을 이용할 수 있음에도 불구하고 지난 수십년 동안 생수 소비가 크게 증가했다. 이러한 증가의 주요 원인 중 하나는 생수가 수돗물보다 더 건강하고 맛이 좋다는 인식이다. 실제로 소비자의 위험 인식은 생수를 주요 식수 공급원으로 유도하는 주요 요인이 될 수 있다. 또한 수돗물 품질에 대한 부정적인 인식(건강·맛)이 생수 구매 결정에 영향을 미친다는 사실이 밝혀졌다¹⁾.

생수는 세계에서 가장 인기 있는 음료 중 하나로 발전했고, 시장은 급격히 확장되었으며, 일부 국가에서는 수돗물이 생수로 대체되어 주요 식수로 자리잡기도 했다²⁾. 특히, 우리나라의 생수시장은 2018년부터 2022년까지 연 평균 성장률 28%, 2021년 기준 생수 판매량 상위 50개국 중 9위, 1인당 소비량은 6위를 할 정도로 생수가 보편화 되었다²⁾.

생수 소비의 주요 이유는 안전성과 편의성³⁾이며, 국민 소득과 생활수준의 향상에 따라 생수 판매량도 꾸준히 늘어⁴⁾ 2023년 우리나라 생수 시장규모는 2조로 평가되고 있다⁵⁾.

안전한 식수에 대한 관심이 높아지면서 생수(이하 먹는샘물)의 판매량이 지속적으로 증가하며, 시중에는 먹는샘물과 유사한 유사먹는샘물(이하 혼합음료)이 판매되고 있다. 먹는샘물과 유사한 혼합음료는 식품으로 분류되어 있어 먹는물과 음료 사이에서 경계가 불분명하고, 이들 제품이 먹는샘물처럼 판매되고 있어 소비자의 혼선을 야기시키고 있다⁶⁾⁷⁾.

각 제품의 주관부처는 환경부(먹는샘물)와 식품의약품안전처(혼합음료)로 먹는물관리법과 식품위생법으로 각각 적용받아 이들의 수질 검사 기준과 주기, 관리 체계가 확연히 다르다. 먹는샘물을 개발하기 위해서는 환경영향평가와 샘물 개발·제조업 허가를 취득해야하는 반면, 혼합음료는 식품영업등록과 식품공전의 기타음료 규격 기준 합격을 하면 된다.

관리항목에 있어서도 차이가 있다. 먹는샘물

은 일/주/월 자가검사와 원수(48개 항목), 제품수(55개 항목)를 분기 1회 이상 검사⁸⁾하는 반면, 혼합음료는 8개 항목에 대해서 1회/2개월마다 자가품질검사⁹⁾를 하면 된다.

이에 본 연구는 시중에 유통되는 혼합음료의 먹는물 수질공정시험 기준 적합성을 판단하고, 미네랄 함량을 조사하여 혼합음료 관리방안에 필요한 자료를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 연구대상

식품의약품안전처와 식품안전정보원이 공동운영하는 식품안전나라에 등록된 혼합음료 제품정보 6,154개(2023년 5월 기준)를 R과 selenium을 이용하여 수집하였으며 R과 Python을 이용하여 데이터를 처리하였다.

수집된 데이터의 성분 및 원료 변수에서 일반적인 음료로 생각할 수 있는 성분(예: 프로틴, 과즙, 탄산 등)이 포함된 제품은 제외하였다. 그 결과 먹는샘물로 오인할 수 있는 혼합음료는 252개 제품이며, 이 중 현재 판매되는 34개의 제품을 구매할 수 있었다.

혼합음료와 분석결과를 비교하기 위해서 추가로 먹는샘물을 분석하였다. 먹는물관리법 제 41조의2(유통 중인 먹는샘물등의 품질검사)에 따라 시군소속 공무원이 수거하여 2023년 1월부터 9월까지 연구원에 접수된 먹는샘물 101개 시료를 분석하였다.

수집된 시료에 새로운 시료명으로 임의의 알파벳 2자리를 부여하였고, 혼합음료와 먹는샘물을 분리하기 위해 혼합음료(Mineral-infused water)는 앞 자리에 M을 먹는샘물(Bottled water)은 B를 시료명 앞에 부여하였다.

2.2 분석 항목 및 방법

분석 항목과 분석 방법은 Table 1과 같다. 먹는물수질공정시험기준에 따라 음이온, 금속류, 유기화합물, 농약류 및 기타 일반항목을 분석하였고, 미네랄(양이온) 성분을 분석하기 위해 Standard Methods 3120¹⁰⁾을 이용하였다.

Table 1. The analytical methods and instruments

Category	Methods and Instrument
Cations	ICP-OES
Anions	IC
Metals	ICP-MS
Organic Compounds	GC-MS, GC-ECD
Pesticides	HPLC, GC-NPD
Others	Standards Methods

3 결과 및 고찰

3.1 국내 먹는샘물 시장 현황

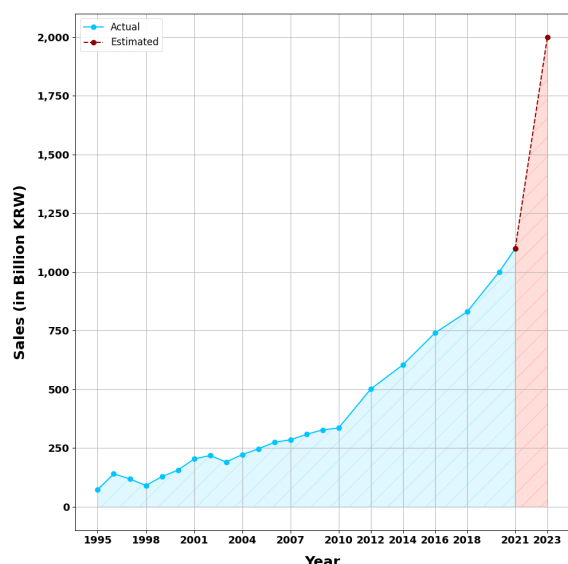


Fig. 1. Bottled water market overview in South Korea(1995 ~ 2023).

국내 먹는샘물 시장은 1995년 판매량 데이터가 수집된 이래로 가파른 성장을 이어왔다. 특히 2020년부터는 코로나의 영향으로 집에서 머무는 시간이 길어지며 먹는샘물 소비량이 늘어났고, 2023년에는 먹는샘물 시장 규모가 2조원 이상일 것으로 추측하고 있다.

Fig. 2.을 보면 경기도(GG)는 먹는샘물 제조업체(16개)과 혼합음료 제조업체(20개)로 전국에서 가장 많은 물관련 제조업체가 분포하고 있다. 등록된 제품 수 역시 먹는샘물(108개), 혼합음료(67개)로 가장 많은 것으로 조사되었다¹¹⁾¹²⁾. 뒤를 이어 제조업체는 먹는샘물 경남(GN, 10

개), 강원(GW, 8개), 혼합음료 충북(CB, 9개), 전북(JB, 8개)이 뒤를 이었다.

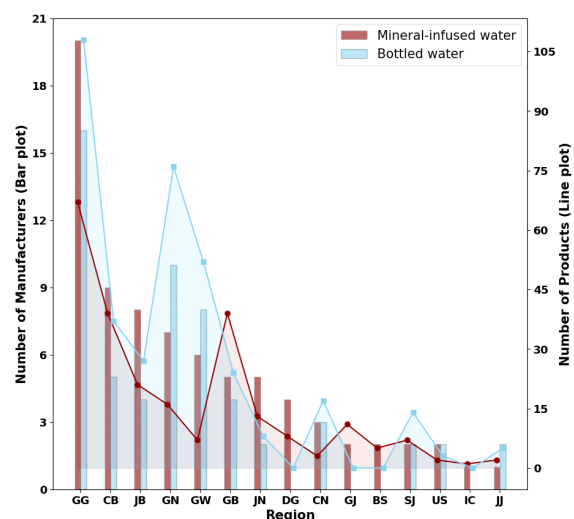


Fig. 2. Status of Mineral infused water and Bottled water manufacturers(Bar graph) and the number of registered products(Line graph)

경기도에 먹는샘물 및 혼합음료 제조업체가 가장 많은 이유는 수도권(서울, 인천, 경기도)의 지하수 함양량(단위: 천 m^3 /년) 서울 85,471, 인천 205,526, 경기도 1,971,850로 서울, 인천 두 지역의 지하수 함양량 합에 비해 경기도가 약 7배 이상 지하수가 많다¹³⁾.

경기도의 풍부한 지하수 자원은 제조업체들에게 안정적인 수원 제공 및 수도권 접근성으로 유통비용이 상대적으로 낮아지는 등의 이유로 경기도에 많은 제조업체가 운영되는 것으로 것으로 판단된다.

3.2 혼합음료 제품 조성

Fig. 3.은 식품안전나라에 등록된 혼합음료 제품 제조에 사용되는 주요 물질을 정리한 자료이다. 칼슘은 수산화칼슘(26), 황산칼슘(24), 산화칼슘(13)이 주요 물질로 등록되었다. 칼륨은 탄산칼륨(14), 염화칼륨(7), 인산이칼륨(3), 마그네슘은 수산화마그네슘(34), 황산마그네슘(14), 염화마그네슘(12)이 주요 미네랄 제재로 등록되어 있다. 나트륨은 칼슘, 칼륨, 마그네슘에 비하여 등록된 제품이 많지 않았고 해수염(3)이 주 물질로 등록되어 있다.

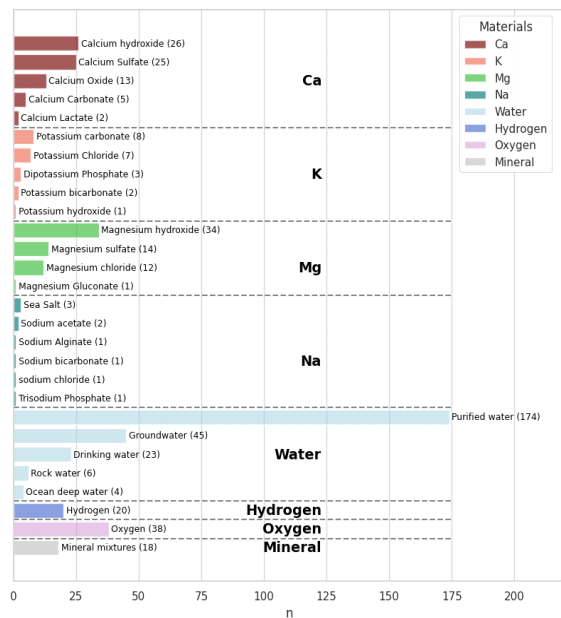


Fig. 3. Major Mineral Constituents in Mineral-Infused Water Production.

혼합음료 제조에 사용되는 물은 정제수(174)가 가장 많았고, 지하수(45), 음용수(23)가 등록되었다. 여기서 음용수가 정확히 정제수, 지하수 또는 추가적인 처리를 하였는지에 대해서는 식품안전나라에 등록된 정보의 한계로 확인할 수 없었다. 수소를 첨가한 수소수가 유통되고 있고, 본 연구를 위해 구매한 혼합음료 제품에서도 수소를 첨가한 제품이 있다. 식품의약품안전처에 의하면¹⁴⁾ 수소수는 미세먼지 제거, 질병 치료효과, 활성산소 제거, 아토피 등 질병 예방과 치료에 도움을 준다고 표방하고 있으나 이는 효과가 없는 허위광고로 지적한 바 있다.

3.3 분석결과

먹는물 수질기준을 적용하여 분석한 결과는 Table 2와 같다. 먹는샘물 36개 제품(n=101) 모두 적합하였으나, 혼합음료 34개 제품(n=34)에서 11개 제품 13건이 먹는물수질기준에 부적합하였다.

건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준을 초과한 항목은 우라늄, 셀레늄, 브롬산염이며, 심미적 영향물질에 관한 기준을 초과한 항목은 pH, 아연, 염소이온, 탁도, 미생물에 관한 기준은 총대장균군이 초과되었다.

우라늄 초과 4개 제품 중 3개 제품(576~678 µg/L)이 동일 제조사의 이름만 다른 제품이였다. 즉, 같은 수원지의 물을 사용하고 있기 때문에 이와 같은 결과를 보인 것으로 판단된다. 수원지 정보는 없으나 지하 300m에서 추출한 물이라고 제품을 소개하고 있다. 우라늄은 지하수 산출 심도가 깊을수록 Ca-HCO₃(SO₄)형의 알칼리에 가까워져 수용성 우라늄 착화물이 형성되기 쉽다¹⁵⁾ 알려졌으나, 이는 가능성으로 결국 우라늄 농도가 높은 암반의 물을 채수한 결과로 보여진다. 또한, 먹는물수질기준을 20배 가까이 초과한 이유는 제도상에서 찾을 수 있다. 식품위생법에서 지하수를 이용하여 음료를 제조하면, 사용하는 지하수는 먹는물관리법을 적용하여 상·하반기 지하수 원수 46개 항목을 검사해야한다. 하지만 46개 항목에서 우라늄이 빠져있다. 제도상 허점의 이유로 수원지 원수 관리에 있어 혼합음료 제조사에서도 파악할 수 없는 우라늄 초과가 발생된 것으로 판단된다.

Table 2. List of non-compliant cases(Analyzed according to Drinking water quality standards)

Category	Material	Number of Non-compliant Cases		Drinking Water Quality Standards
		n	Range	
Standards for Inorganic Substances Harmful to Health	Uranium	4	31 ~ 678 µg/L	30µg/L
	Selenium	1	0.15 mg/L	0.01mg/L
	Bromate	1	0.04 mg/L	0.01mg/L
Standards for Aesthetic-affecting Substances	pH	3	9.7 ~ 9.8	pH 4.5 ~, pH 9.5
	Zinc	1	8.44 mg/L	3mg/L
	Chloride Ion	1	428.1 mg/L	250mg/L
	Turbidity	1	5.5 NTU	1NTU
Standards for Microorganisms	Total Coliforms	1	1 Detected	Non detected in 100mL

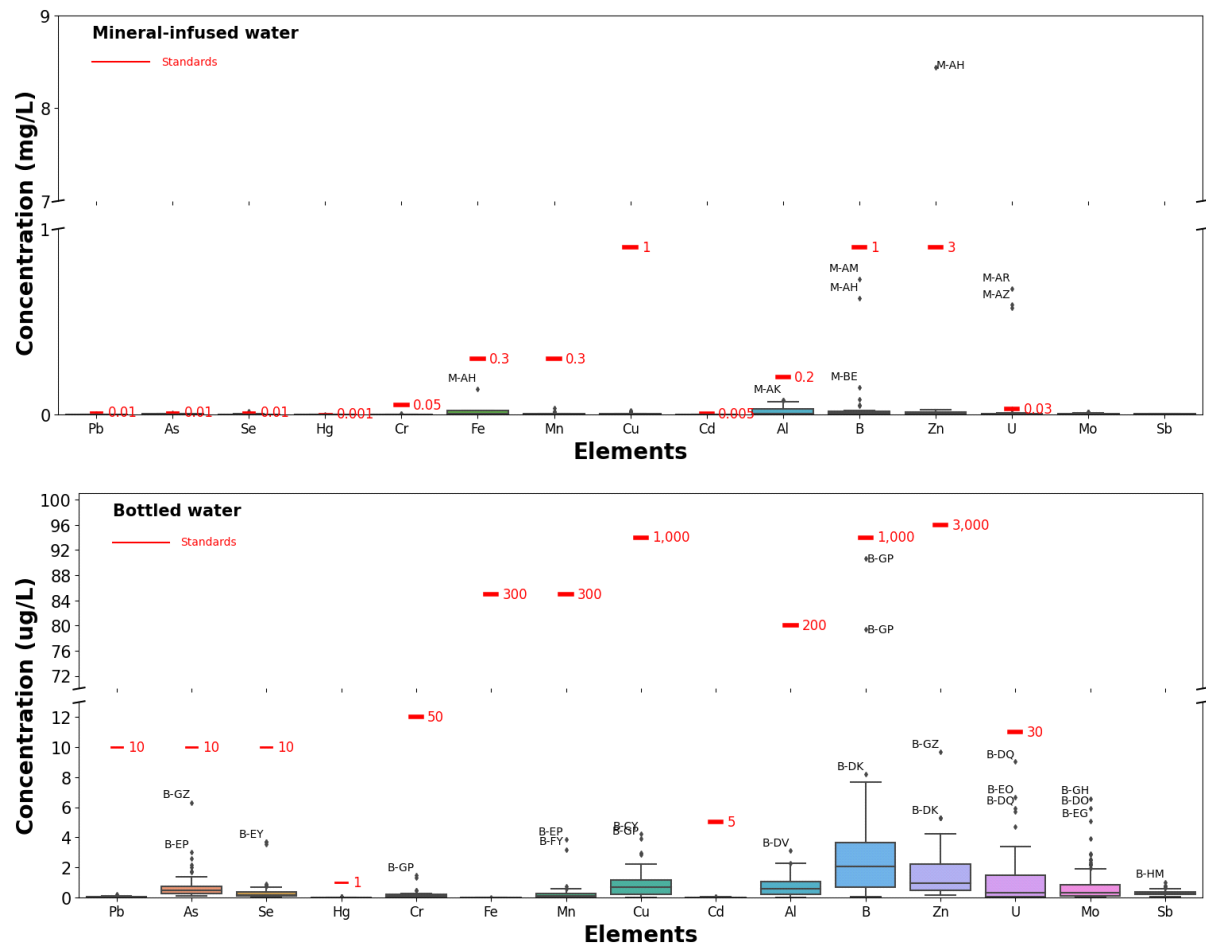


Fig. 4. Box plot of metal analysis results in Bottled water and Mineral-infused water

셀레늄(M-CQ)과 아연(M-AH)이 초과한 제품은 제조사에서 미네랄 성분을 강화한 제품이다. 미국 국립보건원에 의하면 셀레늄은 필수 미량 원소로 DNA합성에 중요한 구성요소이며, 아연은 세포 대사에 관여하여 면역기능 향상과 유아, 아동, 청소년기의 건강한 성장과 발달에 관여한다고 밝히고 있다. 두 제품 모두 먹는물수질기준을 초과하였으나, 건강 증진이 목적인 제품으로 아연은 50mg을 셀레늄은 성인 400 μ g 초과하여 섭취하지 않으면 건강에 큰 무리가 없지만 장기간 섭취하면 독성을 필수 있어 주의할 필요가 있다¹⁶⁾.

pH 분석결과는 Fig. 5.에 나타내었다. 붉은색 선은 먹는물수질기준 pH 범위(4.5 이상 9.5 이하)다. 혼합음료의 평균 pH는 7.65이며 먹는샘물은 7.25로 혼합음료의 pH가 0.4정도 높았다.

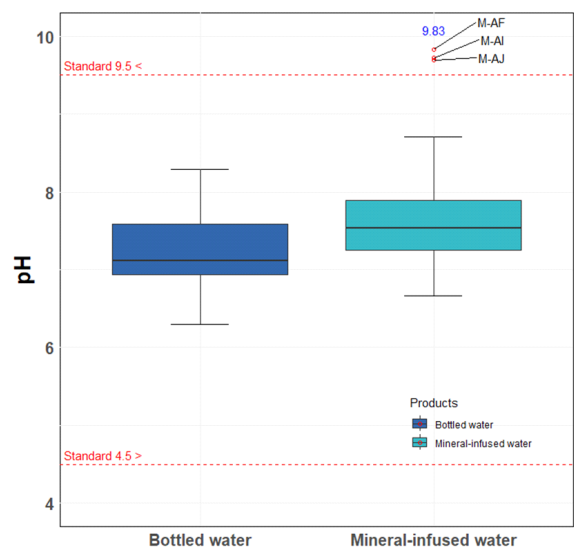


Fig. 5. Box plot of the pH in Bottled water and Mineral-infused water

Table 3. Analysis results of cations in products exceeding pH (unit: mg/L, the range in parentheses is the manufacturer's standard for minerals.)

Cations	M-AF	M-AJ	M-AI
Ca	3.18 (3.0~5.0)	2.69 (3.0~5.0)	3.09 (11~13)
K	0.01 (0.1)	0.00 (0.1)	0.00 (0.5~1)
Na	0.02 (0.0)	0.03 (0.0)	0.02 (0.0)
Mg	1.07 (0.3~0.5)	1.09 (0.3~0.5)	1.04 (3~5)

pH를 초과한 3개의 제품은 모두 동일한 제조사에서 생산된 이름만 다른 제품이며 앞의 우라늄을 초과한 제품과는 전혀 다른 제조사의 제품이다. 먹는샘물에서도 OEM방식을 많이 활용하기 때문에 같은 수원지에서 유통사가 다른 제품이 출시되는 점을 참고하면 이러한 점이 이해될 것이다. 이 제품군은 높은 pH를 건강 증진의 목적으로 홍보하고 있어 이러한 결과를 보인 것으로 판단된다

위 3개의 제품에서 특이한 점은 제조사에서 제공하는 미네랄 함량과 분석결과에 있어 차이가 난다는 것이다. Table 3은 Ca부터 Mg까지 분석결과와 제조사 기준 함량 정보(괄호)가 있다. M-AF, M-AJ 제품은 동일한 함량 범위를 보이고 있고, M-AI 제품은 미네랄 함량이 더 높게 제조된 제품이다. 그러나 실제 분석결과는 동일한 시료를 반복 시험한 것과 같은 결과를 보였다. 먹는샘물은 원수를 그대로 사용하는 반면, 혼합음료는 인위적인 처리와 첨가를 통해 제품을 제조하고 있다. 공정 관리를 통해 먹는샘물보다 제품수 관리가 더 잘될 것 같았으나 실제 분석결과를 이를 만족하지 못하였다.

3.4 양이온(미네랄), 음이온 분석결과

Fig. 6에 양이온(미네랄)의 제품 라벨 표기값과 실제 분석결과와의 차이를 나타내었고, 양이온 상자그림을 Fig. 7에 나타내었다. Fig. 6은 제품 라벨 표기값과 실제값의 비교를 하기 위하

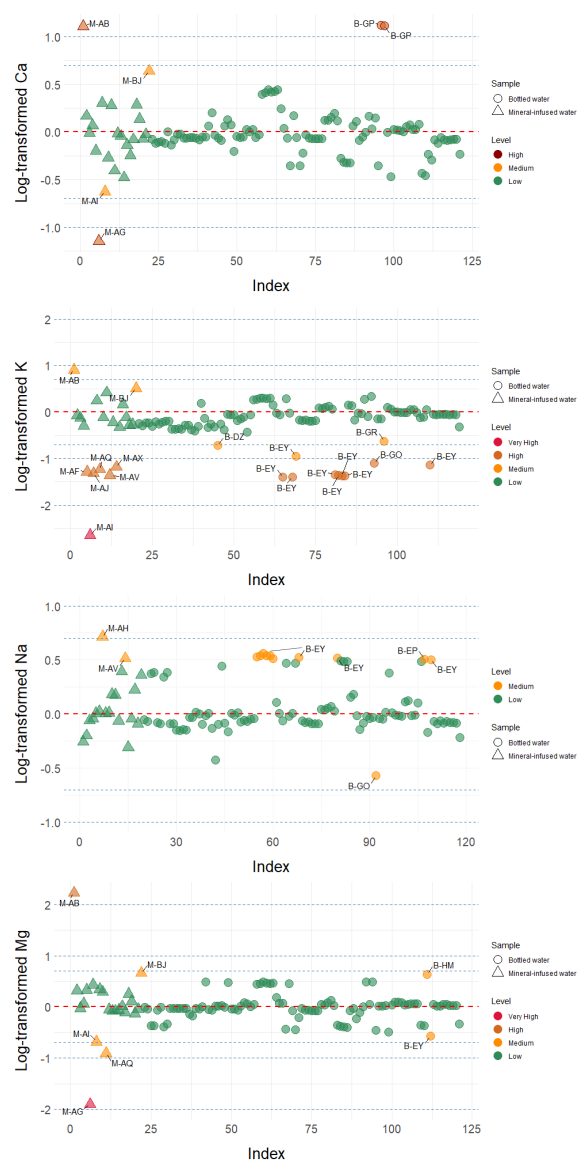


Fig. 6. Difference between the product label values and actual analysis results of mineral (cation) concentrations (log-transformed data)

여 데이터를 로그변환하여 나타냈다. 가운데 0 (제품 라벨 최소, 최대의 평균값)을 기준으로 농도의 높낮이를 표현하였다. 제품 라벨값과 분석 결과의 차이가 거의 나지 않는 제품부터 적게는 2~3배, 많게는 10배 이상 농도의 차이를 보이는 제품이 상당했다. 이는 혼합음료 뿐만 아니라 먹는샘물에서도 동일하였다.

지하수 원수의 화학 성분은 대부분 추출한 암석의 성분에 따라 결정되며, 비슷한 종류의 암석이라도 다른 종류의 원수가 나올 수 있고, 화

학적 함량은 CO₂, 농도, 산화 환원 조건 및 흡착 복합체의 유형과 같은 광물화제의 가용성에 따라 달라진다¹⁷⁾. 일정한 농도의 제품을 생산하기 위해서는 지하수 원수의 미네랄 농도 관리와 농도 범위 표기법에 대한 논의가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 특히, 혼합음료는 제품 제조를 위해 공정에 많은 부분을 관리하는 만큼 미네랄 함량 조절에 주의를 갖고 제조해야 할 것이다.

먹는샘물과 혼합음료의 양이온·음이온 상자그림(Fig. 7.)을 보면 이상치를 제외하더라도 전반적인 농도는 혼합음료가 높다.

염소이온은 M-CQ(428mg/L)제품이 먹는물수질기준(250mg/L)을 초과하였다. 이 제품은 Ca, Na, Mg 분석결과에서도 다른 제품에 비해 가장 높은 농도를 보였다. 제조사 자료를 확인한 결과 위 제품의 원수는 해양암반에서 취수한 물이지만 식품안전나라 등록정보상에는 단순 정제수와 염화칼륨만 등록되어 있다. 이 제품과 동일한 취수방식을 이용하는 타 제품에 비해 양이온, 음이온 성분이 배 이상 높아 별도의 처리 또는 추가적인 미네랄 첨가 가능성에 대해서는 식품안전나라 데이터베이스 등록정보의 한계로 추측만 가능할 뿐이다.

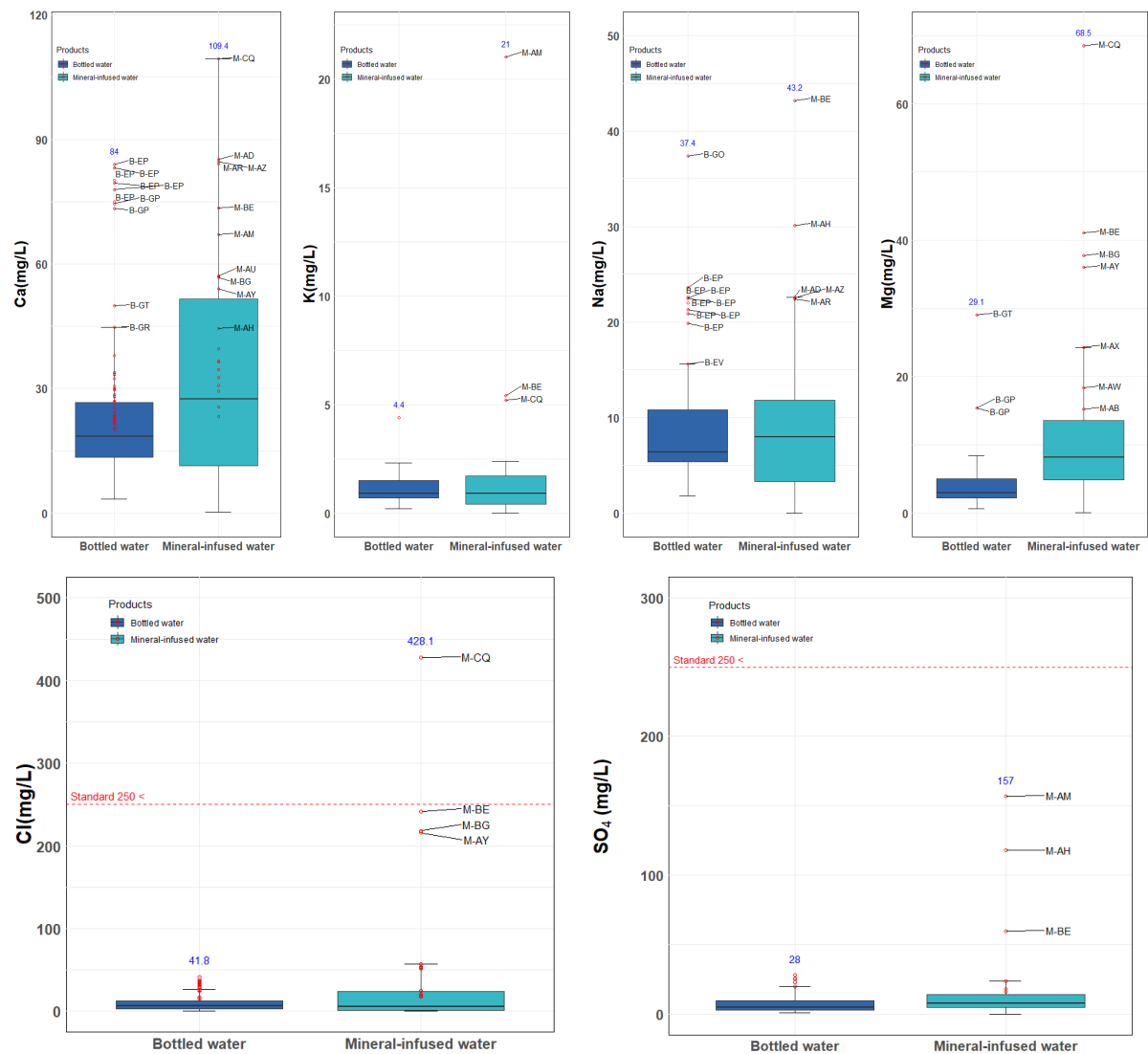


Fig. 7. Box Plot of Cations (Ca, K, Mg, Na) and Anions (Cl⁻, SO₄²⁻) in Mineral-infused water and Bottled water

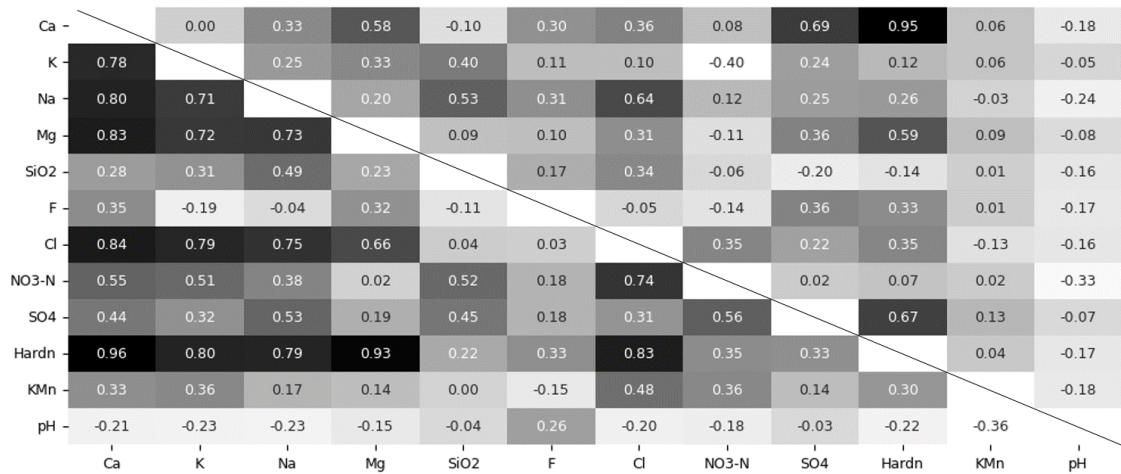


Fig. 8. Spearman correlation coefficient heatmap of cations, anions, and general items(Based on the diagonal, the right side is drinking water, and the left side is mineral water.)

Table 4. Ingredient and material registration information for the 34 products used in the study.

Group	Materials	n
Water	Purified water (Ground water)	24
	Ground water	7
	Water	3
Magnesium	Magnesium hydroxide	7
	Magnesium	1
Potassium	Potassium chloride	3
	Potassium carbonate	2
Calcium	Calcium carbonate	2
	Calcium	1
Zinc	Zinc sulfate	1
	Zinc	1
Gas	Oxygen	10
	Hydrogen	4

일반항목, 양이온, 음이온 간의 상관관계수에 대해서 Fig. 8.에 나타내었다. 분석 데이터가 정규성을 따르지 않아, 스피어만 상관관계수를 구하고 히트맵을 그렸다. 히트맵은 가운데 대각선을 기준으로 좌측은 혼합음료, 우측은 먹는샘물 결과이다. Table 4는 분석에 사용된 34개 혼합음료의 식품안전나라 성분 및 원료 정보를 추출하여 정리한 자료이다.

먹는샘물과 혼합음료 두 제품군 모두 지하수를 사용하여 제품을 제조하고 있다. 원수 형태에 가까운 먹는샘물은 황화물 형태의 칼슘(0.69)과 염화물 형태의 나트륨(0.64)과 상관성을 띄고 있다. 혼합음료는 칼슘(0.84), 칼륨(0.79), 나트륨(0.75), 마그네슘(0.66)이 염소이온과 강한 상관성을 띄고 있어, 미네랄 성분 대부분이 염화물 형태로 주입 되었다고 추측할 수 있다. 그러나 실제 분석결과와 등록정보(Table 4)상에 매칭이 될 만한 물질은 염화칼륨이었다. 그 외의 미네랄 성분과 염화물의 상관성을 설명하기에는 본 연구의 분석결과와 식품안전나라의 등록정보의 괴리가 컸다. 식품안전나라의 제품 등록을 하는 전과정에 대해서 파악할 수 없었지만, 적어도 DB에 등록되는 정보만큼은 세분화하고, 자세하게 등록되는 방향으로 개선되어야 할 것이다.

3.5 맛있는 물, 건강한 물 지표 검토

1987년 Hashimoto¹⁸⁾에 의해 제안된 ‘맛있고 건강한 물의 미네랄 균형 지표’인 아래의 K-index와 O-index를 혼합음료와 먹는샘물에 적용하여 평가하였다.

$$K\ Index=Ca-0.87Na$$

$$O\ Index=(Ca+K+SiO_2)/(Mg+SO_4)$$

Table 5. The classification by K-index and O-index

Group	Range	Water quality
I	$K \geq 5.2, O \geq 2$	Delicious and healthy
II	$K \geq 5.2, O < 2$	Healthy
III	$K < 5.2, O \geq 2$	Delicious
IV	$K < 5.2, O < 2$	Anything else

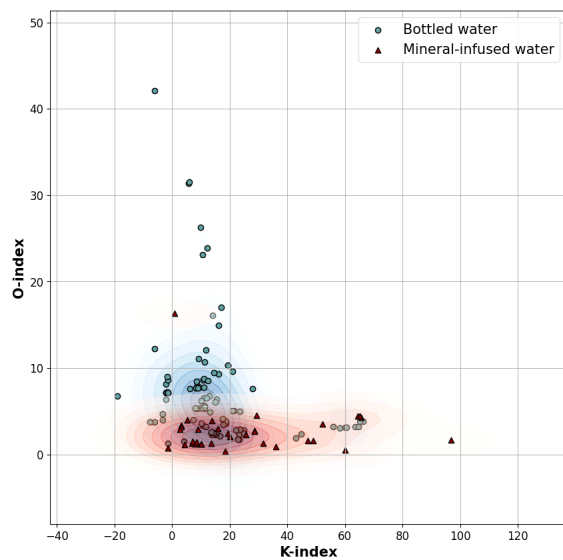


Fig. 9. Density scatter plot of O-index and K-index in Mineral-infused water and Bottled water

이 지표는 공신력 있는 지표는 아니지만, 먹는물을 평가하는 상당히 대중적인 지표로 활용되고 있다. Fig. 9.는 혼합음료와 먹는샘물의 O-index, K-index 지표 산포도이다. 혼합음료는 K-index값이 우측으로 크고, 낮게 깔린 형태로 데이터가 나열되어 있다. 먹는샘물은 주로 가운데에 밀집되어 O-index를 향해 위쪽으로 데이터가 분포해있다.

K-index는 칼슘 농도에 큰 영향을 받으며, 첨가물로 인해 혼합음료의 칼슘 농도가 높아 대부분의 물이 건강한 물로 분류된다. Table 2에서 부적합한 물이 상당히 많았음에도 불구하고 칼슘, 칼륨, 이산화규소 농도가 높으면 맛있는 물, 건강한 물이 된다. 40년 가까이된 지표를 대체할 새로운 지표의 개발이 필요하며, 차후

연구를 통해 믿고 마실 수 있는 안전한 물에 대한 지표가 개발되어야 할 것이다.

4. 결론

1. 식품안전나라의 혼합음료 성분 및 원료 부분에 보다 자세한 데이터와 수원지 정보가 등록 관리되어야 한다..
2. 지하수 원수 46항 분석에 우라늄 추가가 선행되어야 한다.
3. 라벨링 기준을 새롭게 마련함과 동시에 원수의 미네랄 함량에 대한 관리는 먹는샘물과 혼합음료 두 제품군 모두 필요하다.
4. 경기도는 전국에서 가장 많은 먹는샘물, 혼합음료 제조업체가 분포해 있으며, 이는 풍부한 수자원, 수도권 접근성으로 인한 물류 비용 저감등의 이유이다. 이를 활용하여 경기도가 가진 자원을 활용, 기업을 육성하여 경기도 차원의 먹는샘물, 더 나아가 혼합음료 브랜드를 개발이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 국립환경과학원의 시·도 보건환경연구원 국고보조사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Ianis Delpla (2020), Perception of tap water quality: Assessment of the factors modifying the links between satisfaction and water consumption behavior, Science of the Total Environment
2. UNU INWEH (2023), Global Bottled Water Industry: A Review of Impacts and Trends
3. Cohen, A., and Ray, I. (2018). The global risks of increasing reliance on

bottled water. Nature Sustainability 1, 327-329

4. 환경부 (2017), 환경백서
5. 조선비즈 (2023), “2兆 시장 보고 진출했는데”...웃지 못하는 생수업체들
6. 환경부 (2011), 먹는샘물 특성화 방안에 관한 연구
7. 환경부 (2021), 먹는샘물 유사 제품 관리방안 강화 연구용역 제안서
8. 환경부, 먹는물관리법 제5조(먹는물 등의 수질관리)제3항, 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙 제4조(수질검사의 횟수)
9. 식품의약품안전처, 식품위생법 제31조(자가품질검사의무)제1항, 식품위생법 시행규칙 별표12(자가품질검사기준)
10. US EPA (2005), Standard Methods 3120, Metals by plasma emission spectroscopy.
11. 환경부 (2023), 먹는샘물 제조업체, 수입판매업체, 유통전문판매업체 현황(23.11.22)
12. 식품안전나라, 국내식품 DB
13. 국가지하수정보센터, 지하수부존특성 함량 및 개발가능량
14. 식품의약품안전처 (2019), 보도자료: 수소수 미세먼지 제거·질병 치료 효과 근거 없어
15. 조병욱 (2018). 국내 마을상수도 지하수의 우라늄 함량, 자원환경지질, 제51권, 제6호, 543-551
16. National Institutes of Health. Health information, Fact Sheet for Health Professionals(Selenium, Zinc)
17. Manfred Birke (2010), Major and trace elements in German bottled water, their regional distribution, and accordance with national and international standards, Journal of Geochemical Exploration 107, 245-271
18. Susumu Hashimoto (1987), Indices of Drinking Water Concerned with Taste and Health, J. Ferment. Technol. Vol. 65, No. 2, 185-192