

유사 먹는샘물(혼합음료) 수질 안전성 및 미네랄 함량 조사

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

북부지원 먹는물검사팀

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

Ui-ho Cho, Hyung-soon Shin, Sang-soo 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 was conducted to investigate the water safety and mineral content of similar products to bottled water (hereafter referred to as 'mineral-infused water') available in the market. An analysis of 34 mineral-infused water products revealed that 11 products (13 instances in total) 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. A comparison of the mineral content listed on the product labels with the analyzed values showed that most complied with the labeling standards, but there were significant discrepancies in several products, ranging from 2-3 times to more than 10 times the concentration. The calcium, potassium, sodium, and magnesium content in the mineral-infused water showed a strong correlation with chloride ions, suggesting that the minerals were infused in the form of chlorides. Upon examining the indices for 'tasty water' and 'healthy water', many products were found non-compliant. However, due to the high calcium concentration in mineral-infused water, most products were classified as 'healthy water'. There is a need to develop new indices to replace the existing ones for safe water. Additionally, the management of mineral-infused water should be subjected to the same level of supervision and regulatory framework as that applied to bottled water.

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

요약: 본 연구는 시중에 유통되는 유사 먹는샘물(이하 '혼합음료')의 수질 안전성과 미네랄 함량을 조사하기 위해 실시하였다. 34개의 혼합음료 제품을 분석한 결과, 11개 제품(총 13건)이 먹는물 수질 기준에 부적합한 것으로 나타났다. 특히, 우라늄 함량이 먹는물 수질 기준의 20배에 가까운 제품도 있어 혼합음료 수질검사에 우라늄 성분의 검사가 포함되어야 할 것이다. 제품 라벨에 표시된 미네랄 함량과 분석값을 비교한 결과 먹는샘물, 혼합음료 모두 대부분 표시 기준을 준수하였지만 상당수 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 추정된다. '맛있는 물'과 '건강한 물' 지표를 검토한 결과, 부적합한 제품이 많았음에도 불구하고, 혼합음료의 칼슘 농도가 높아 대부분의 제품이 '건강한 물'로 분류되었다. 기존의 지표를 대체할 수 있는 안전한 물에 대한 지표의 개발이 필요하다. 또한, 혼합음료의 관리에 있어 먹는샘물과 동일 수준의 관리감독 체계 및 제도 정비가 이루어져야 할 것이다.

주제어: 혼합음료, 먹는샘물, 양이온, 미네랄

1. 서론

저렴한 비용으로 양호한 수질의 수돗물을 이용할 수 있음에도 불구하고 지난 수십 년 동안 생수(이하 먹는샘물) 소비가 크게 증가했다. 이러한 증가의 주요 원인 중 하나는 먹는샘물이 수돗물보다 건강하고 맛이 좋다는 인식이며¹⁾, 이러한 인식이 식수 공급원으로 먹는샘물을 선택하는 주된 요인이 되고 있다. 이와 함께 수돗물에 대한 부정적 인식(건강·맛)도 먹는샘물 구매 결정에 큰 영향을 미친다¹⁾.

먹는샘물은 세계적으로 가장 인기 있는 음료 중 하나로 성장하며 시장은 급격히 확장됐고, 일부 국가에서는 먹는샘물이 주요 식수로 수돗물을 대체하였다²⁾. 특히, 우리나라의 먹는샘물 시장은 2018년부터 2022년까지 연 평균 성장률 28%에 달하고, 2021년 기준 생수 판매량은 50개국 중 9위, 1인당 소비량은 6위를 할 정도로 먹는샘물이 보편화 되었다²⁾. 먹는샘물 소비의 주요 이유는 안전성과 편의성³⁾이며, 국민 소득과 생활수준의 향상에 따라 먹는샘물 판매량도 꾸준히 늘어⁴⁾ 2023년 우리나라의 시장규모는 2조로 평가되고 있다⁵⁾.

안전한 식수에 대한 관심이 높아지면서 먹는샘물의 판매량이 지속적으로 증가하여, 시중에는 먹는샘물과 유사한 유사먹는샘물(이하 혼합음료)이 판매되고 있다. 혼합음료는 식품으로 분류되어 있어 먹는물과 음료 사이에서 경계가 불분명하고, 이들 제품이 먹는샘물처럼 판매되고 있어 소비자의 혼선을 야기시키고 있다^{6),7)}.

먹는샘물과 혼합음료의 주관부처는 환경부(먹는샘물)와 식품의약품안전처(혼합음료)로 이원화되어 있으며 먹는물관리법과 식품위생법을 각각 적용받아 수질 검사 기준과 주기, 관리 체계가 확연히 다르다. 먹는샘물을 개발하기 위해서는 환경영향평가와 샘물개발·제조업 허가를 취득해야 하는 반면, 혼합음료는 식품영업등록과 식품공전의 기타음료 규격기준에 적합하면 된다.

관리항목에 있어서도 차이가 있다. 먹는샘물은 일/주/월 별 자가검사와 원수(48개 항목), 제품수(55개 항목)를 분기 1회 이상 검사⁸⁾하는

반면, 혼합음료는 8개 항목에 대해서 1회/2월마다 자가품질검사⁹⁾와 지하수를 사용하는 경우 2회/년 먹는물수질검사(지하수 원수: 46개 항목)를 실시해야한다.

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

2. 재료 및 방법

2.1 연구대상

식품의약품안전처와 식품안전정보원이 공동운영하는 식품안전나라에 등록된 혼합음료 제품정보 6,154개(23년 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: 단백질, 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 경기도 북부지역에 유통중인 먹는샘물 101개 시료를 분석하였다.

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

2.2 분석 항목 및 방법

분석 항목과 분석 방법은 Table 1과 같다. 먹는물수질공정시험기준에 따라 음이온, 금속류, 유기화합물, 농약류 및 기타 일반항목 등 총 55개(제품수 항목)를 분석하였다.

미네랄(양이온: 칼슘, 칼륨, 나트륨, 마그네슘) 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

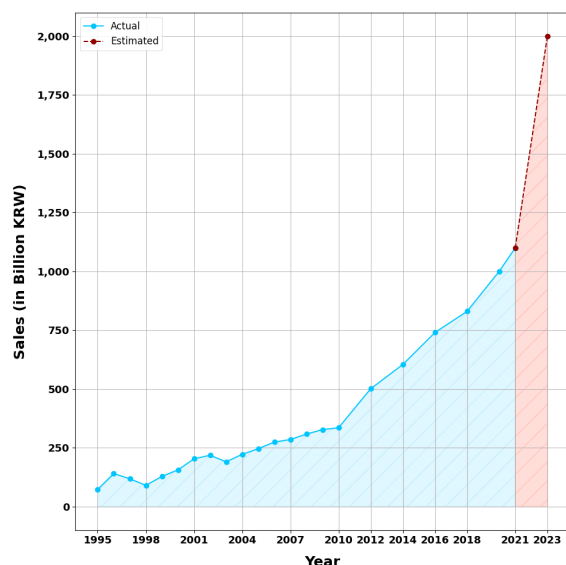


Fig. 1. Bottled water market overview in South Korea(1995 ~ 2023).

Fig. 1과 같이 국내 먹는샘물 시장은 1995년 판매량 데이터가 수집된 이래로 가파른 성장을 이어왔다. 특히 2020년부터는 코로나의 영향으로 집에서 머무는 시간이 길어지며 먹는샘물 소비량이 급격히 증가하였고, 23년에는 먹는샘물 시장 규모를 2조원 이상으로 추측하고 있다.

Fig. 2를 보면 경기도(GG)는 먹는샘물 제조업체 16곳과 혼합음료 제조업체 20곳을 포함하여 전국에서 가장 많은 물 관련 제조업체가 위치해 있다. 또한 등록된 제품 수도 먹는샘물 108개와 혼합음료 67개로 전국에서 가장 많은 것으로 조사되었다^{11),12)}.

경기도에 먹는샘물 및 혼합음료 제조업체가

다른 지역에 비해 많은 주된 이유는 지하수 부존량에 있다. 수도권(서울, 인천, 경기도)의 지하수 함양량을 보면, 서울은 85,471 천 m³/년, 인천은 205,526 천 m³/년에 비해 경기도는 1,971,850 천 m³/년으로, 수도권 지역의 지하수 부존량 중 약 87%가 경기도에 집중되어 있다¹³⁾. 풍부한 지하수 자원은 제조업체들에게 안정적인 수원을 제공하며, 우수한 수도권 접근성은 유통비용을 상대적으로 낮추는 효과를 가져온다. 이러한 요소들이 결합되어 경기도에 많은 제조업체가 운영되는 것으로 판단된다.

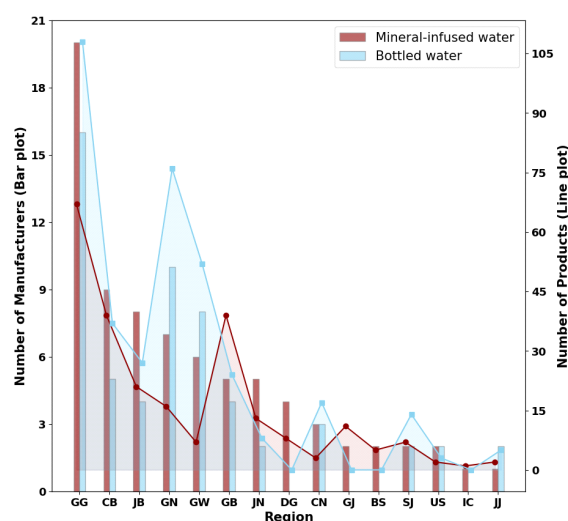


Fig. 2. Status of mineral-infused water and bottled water manufacturers(Bar graph) and the number of registered products(Line graph).

3.2 혼합음료 제품 조성

Fig. 3은 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.

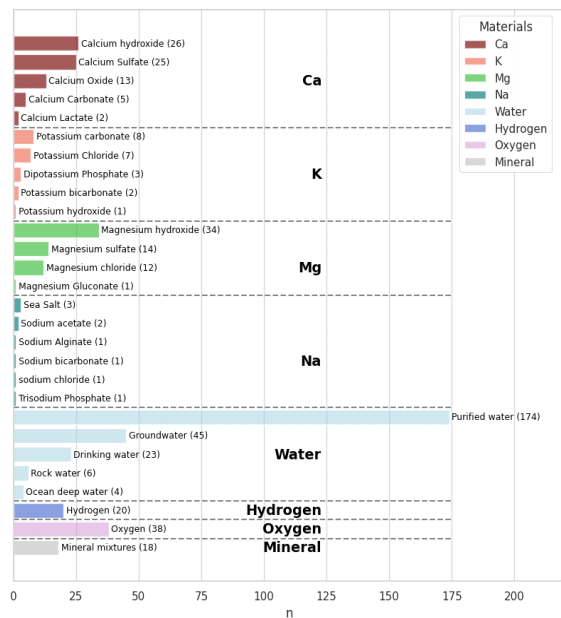


Fig. 3. Major mineral constituents in mineral-Infused water production.

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 300 m에서 추출한 물로 제품을 소개하고 있다. 우라늄은 지하수 산출 심도가 깊을수록 Ca-HCO₃(SO₄)형의 알칼리에 가까워져 수용성 우라늄 착화물이 형성되기 쉽다¹⁵⁾ 알려졌으나, 결국 우라늄 농도가 높은 암반의 물을 채수한 결과로 보인다. 또한, 먹는물수질기준을 20배 가량 초과한 이유는 제도상에서 찾을 수 있다. 식품위생법에서 지하수를 이용하여 음료를 제조할 경우, 사용하는 지하수는 먹는물관리법을 적용하여 상·하반기 지하수 원수 46개 항목을 검사해야 한다. 하지만 46개 항목에서 우라늄이 포함되어 있지 않다. 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	n	Range	Drinking water quality standards
Inorganic Substances Harmful to Health	Uranium	4	31 ~ 678 µg/L	30 µg/L
	Selenium	1	0.15 mg/L	0.01 mg/L
	Bromate	1	0.04 mg/L	0.01 mg/L
Aesthetic-affecting Substances	pH	3	9.7 ~ 9.8	4.5 ~ 9.5
	Zinc	1	8.44 mg/L	3 mg/L
	Chloride Ion	1	428.1 mg/L	250 mg/L
	Turbidity	1	5.5 NTU	1 NTU
Microorganisms	Total Coliforms	1	1 Detected	Non detected in 100 mL

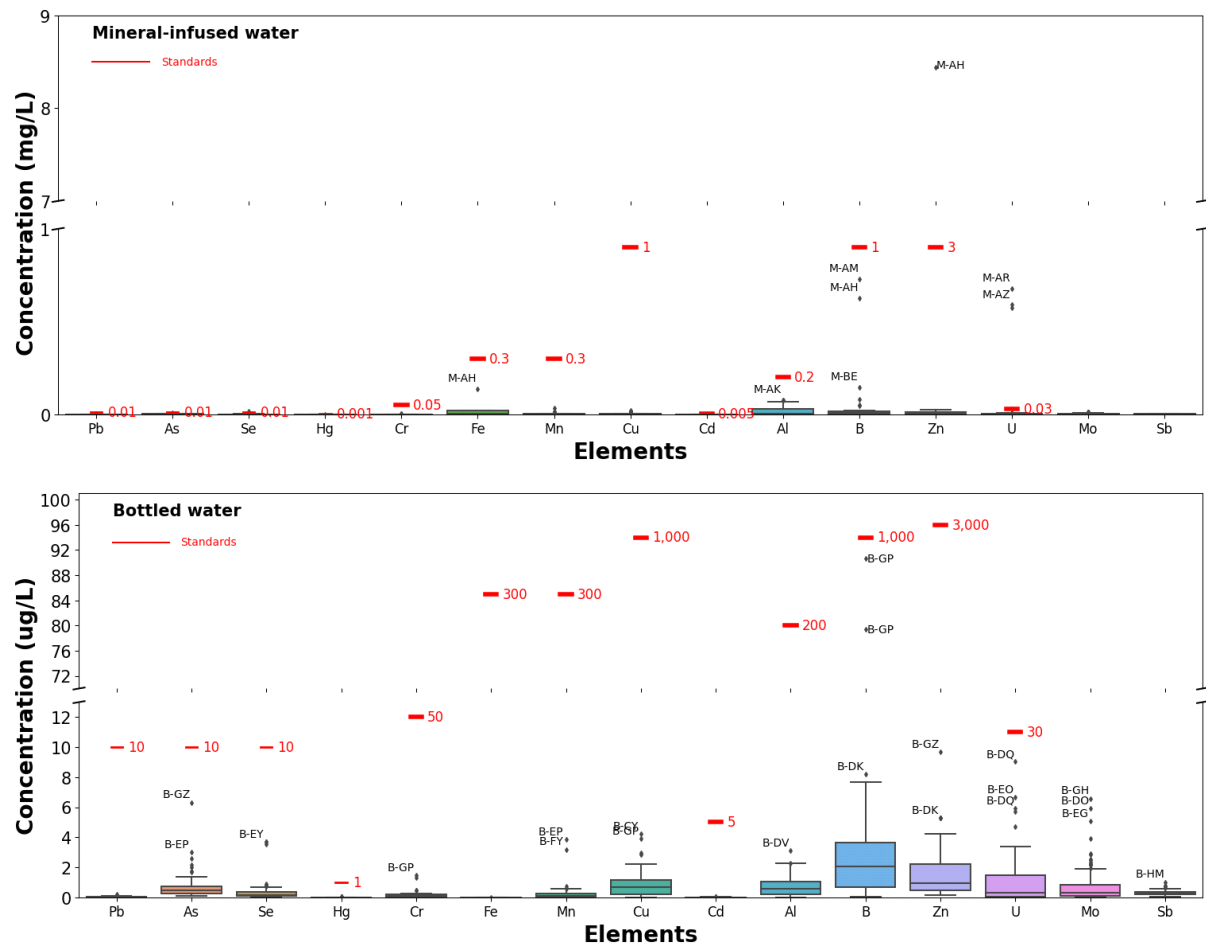


Fig. 4. Box plot of metal analysis results in bottled water and mineral-infused water.

셀레늄(M-CQ)과 아연(M-AH)이 초과한 제품은 제조사에서 미네랄 성분을 강화한 제품이다. 셀레늄은 필수 미량원소로 DNA합성에 중요한 구성요소이며, 아연은 세포 대사에 관여하여 면역기능 향상과 유아, 아동, 청소년기의 건강한 성장과 발달에 관여¹⁶⁾한다고 밝히고 있다. 두 제품 모두 먹는물수질기준을 초과하였으나, 건강 증진이 목적인 제품으로 미국 국립보건원에 의하면 1일 최대 섭취량 아연 50 mg, 셀레늄 400 μ g을 초과하여 섭취하지 않으면 건강에 큰 무리가 없는 것으로 알려졌다¹⁶⁾. 그러나 미네랄을 강화한 경우에도 하루 2 L이상 섭취를 고려하여 규제농도 설정이 필요할 것으로 판단된다.

pH 분석결과는 Fig. 5에 나타내었다. 붉은색 선은 먹는물수질기준 pH 범위(4.5 이상 9.5 이하)다. 혼합음료의 평균 pH는 7.65이며 먹는샘

물은 7.25로 혼합음료의 pH가 0.4정도 높았다.

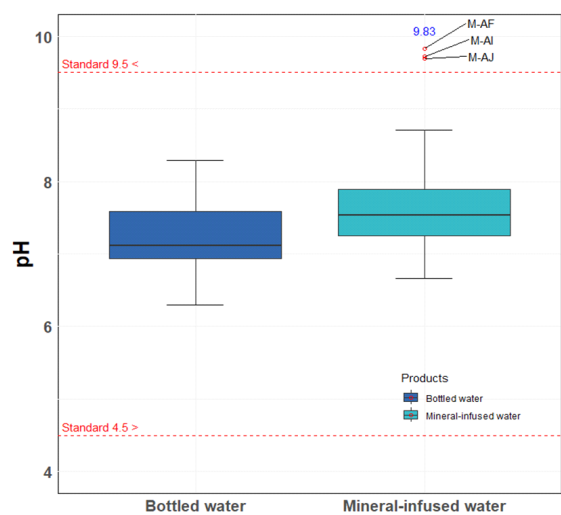


Fig. 5. Box plot of the pH in bottled water and mineral-infused water.

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 분석결과와는 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 상반된 분석결과를 보였다.

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 제품의 라벨 표기값과 실제값의 비교를 하기 위하여

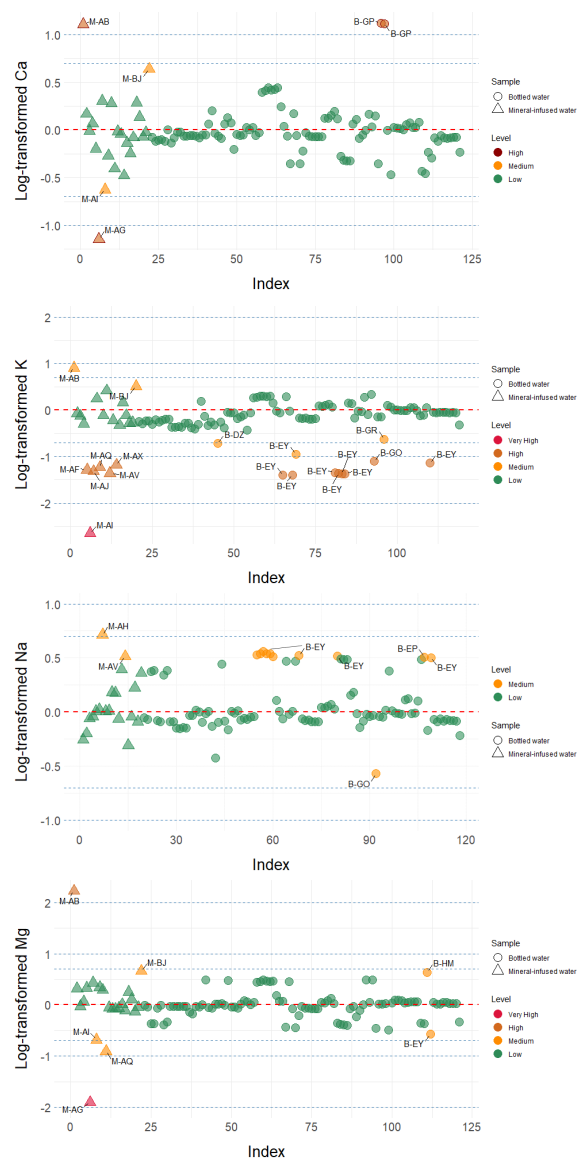


Fig. 6. Difference between the product label values and actual analysis results of mineral (cation) concentrations.

로그(log) 변환하여 나타냈다. 가운데 숫자 0(제품 라벨 최소, 최대의 평균)을 기준으로 농도의 높낮이를 표현하였다. **제품 라벨과 분석결과와의 차이가 거의 나지 않는 제품부터 적게는 2~3배, 많게는 10배 이상 농도의 차이를 보이는 제품이 상당했다.** 이는 혼합음료 뿐만아니라 먹는샘물에서도 동일하였다.

지하수 원수의 화학 성분 대부분은 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.

Fig. 7의 먹는샘물과 혼합음료의 양이온·음이온 상자그림을 보면 이상치를 제외하더라도 전반적인 농도는 혼합음료가 높았다.

염소이온은 M-CQ(428 mg/L)제품이 먹는물수질기준(250 mg/L)을 초과하였다. 이 제품은 Ca, 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 가능성이 있지만 식품안전나라 등록정보의 한계로 추측만 가능할 뿐이었다.

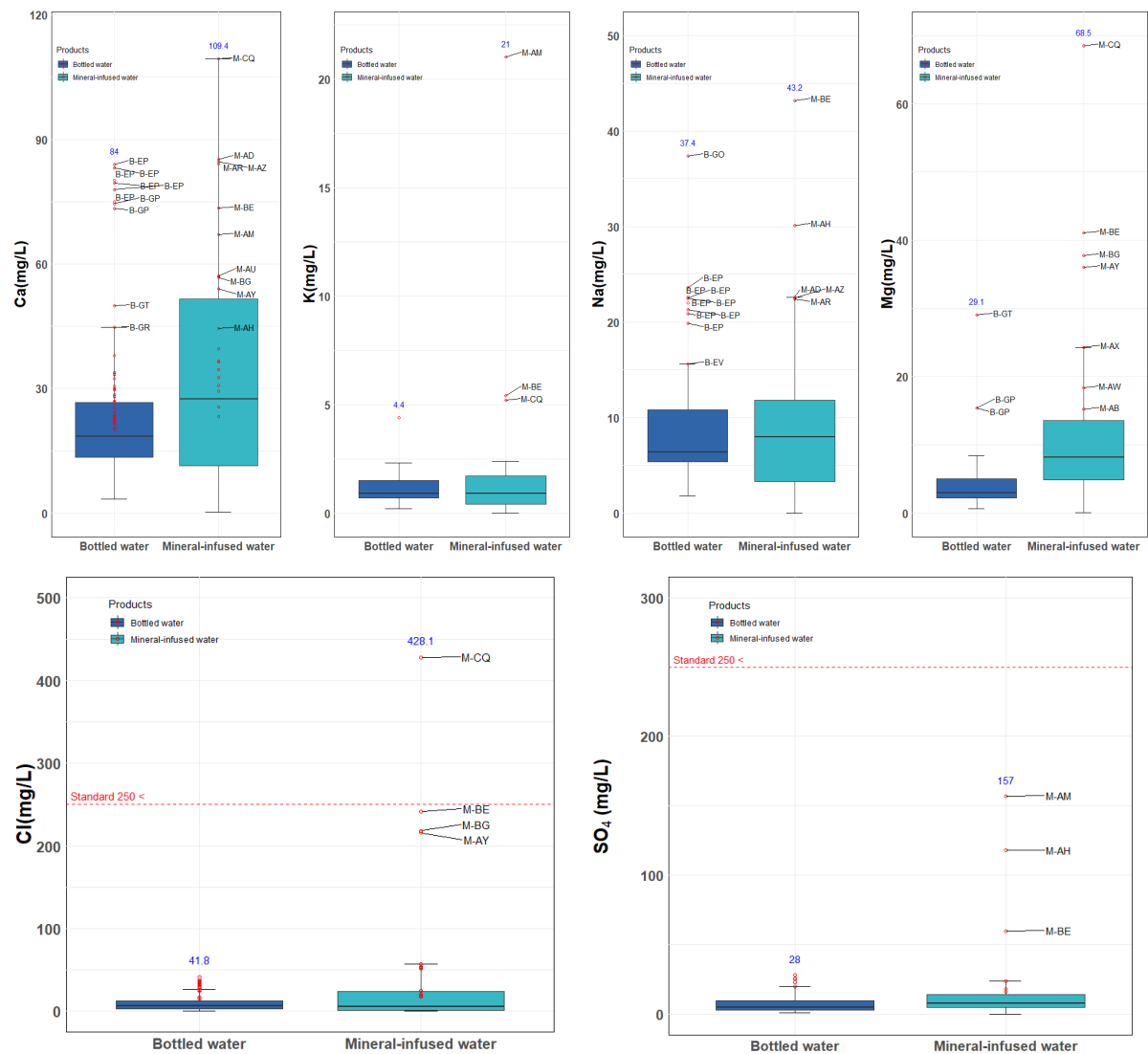


Fig. 7. Box plot of cations (Ca, K, Mg, Na) and anions (Cl⁻, SO₄²⁻) in mineral-infused water and bottled water.

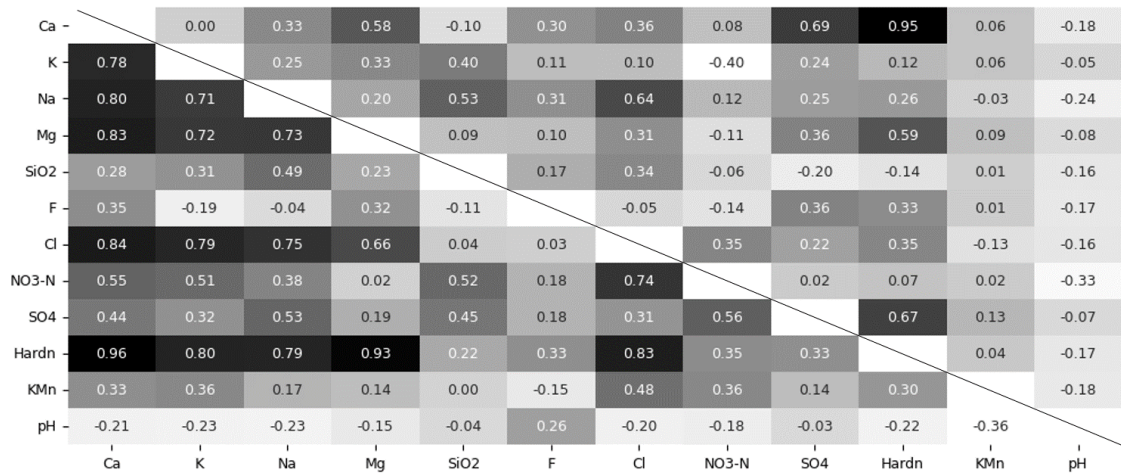


Fig. 8. Spearman correlation coefficient heatmap of cations, anions and general items.

(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. 8에 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 염화칼륨 단 하나뿐이었다. 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.

$$K\text{-Index} = Ca - 0.87Na$$

$$O\text{-Index} = (Ca + K + SiO_2) / (Mg + SO_4)$$

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

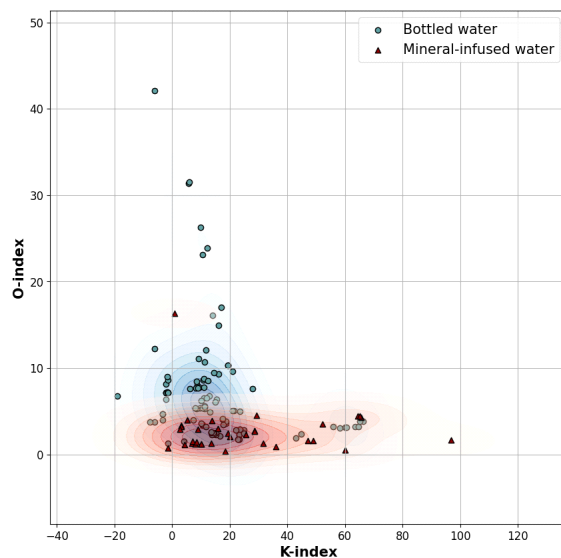


Fig. 9. Density scatter plot of O-index and K-index in mineral-infused water and bottled water.

K, O-index는 공신력 있는 지표는 아니지만, 먹는물을 평가하는 상당히 대중적인 지표로 활용되고 있다. Fig. 9는 혼합음료와 먹는샘물의 O-index, K-index에 관한 산포도이다. 두 제품군의 목적은 건강증진(혼합음료)과 자연상태의 깨끗한 물을 마시는 것(먹는샘물)이다. 혼합음료는 K-index값이 우측으로 크고, 낮게 깔린 형태로 데이터가 나열되어 대부분의 제품이 건강한 물로 구분된다. 먹는샘물은 일부 제품을 제외하고 O-index와 K-index 사이에서 균형있게 분포하여 맛있고, 건강한 물로 구분된다.

미네랄 함량 차이를 통해 먹는샘물과 혼합음료를 명확하게 구분한 Hashimoto의 지표는 동시에 자체적인 한계점을 드러냈다. K-index는 칼슘의 영향을 크게 받으며, 높은 칼슘 농도로 인

해 혼합음료 대부분이 건강한 물로 분류되었다. Table 2를 확인하면 부적합한 제품이 상당수 포함되었음에도 불구하고, 칼슘농도가 높은 물은 건강한 것으로 간주되었다. Hashimoto가 제안한 지표는 이미 40년 가까이 되었으며, 시대 변화와 함께 다양해진 위험 인자들을 충분히 반영하지 못하고 있다. 위 지표를 대체할 새로운 지표의 개발이 필요하며, 차후 연구를 통해 믿고 마실 수 있는 안전한 물에 대한 보다 정교한 평가 지표가 개발되어야 할 것이다.

4. 결론

먹는샘물과 유사한 외관으로 혼동할 수 있는 혼합음료의 수질 안정성과 미네랄 함량을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 식품안전나라에 등록된 혼합음료 제품 제조에 사용되는 주요 물질은 수산화칼슘, 탄산칼륨, 수산화마그네슘, 해수염이 주요 물질로 등록되어 있으며, 물은 정제수가 가장 많이 사용되는 것으로 조사되었다.
2. 혼합음료 34개 제품 중 11개 제품에서 13건이 먹는물수질기준을 부적합하였으며, 우라늄 농도를 크게 초과한 제품이 있었다. 지하수 원수를 사용하는 경우 먹는물관리법에 따라 상·하반기 원수 46항 검사를 하지만 여기에 우라늄 항목이 빠져있는 것이 제도상 허점으로 판단되어, 원수 항목에 우라늄 추가가 선행되어야 할 것이다.
3. 셀레늄과 아연이 초과한 제품은 건강증진의 목적으로 두 물질은 미국 국립보건원에서 제시한 1일 최대 섭취량을 초과하지 않으면 건강에 큰 무리가 없으나, 하루 2 L 이상 섭취를 고려하여 혼합음료에도 미네랄 성분 투입량에 대한 기준치 설정이 필요할 것으로 보인다.
4. 먹는샘물과 혼합음료의 제품 라벨에 표기된 미네랄(양이온)값과 실제 분석결과값 차이를 보였다. 적게는 2~3배 많게는 10배 이상 차이를 보이는 제품이 두 제품군 모두 존재하였다. 미네랄 함량을 믿고 구매하는 소비자

들이 혼동하지 않도록 미네랄 함량 표기법에 대한 구체적인 기준 및 원수 관리가 이루어져야 할 것이다.

5. 혼합음료(34개)는 칼슘(0.84), 칼륨(0.79), 나트륨(0.75), 마그네슘(0.66) 성분이 염소이온과 강한 상관성을 띄고 있어, 미네랄 성분 대부분이 염화물 형태로 주입된 것으로 판단된다. 그러나 식품안전나라에 등록된 34개 제품 정보에는 염화칼륨 이외의 다른 염화물 성분은 존재하지 않았다. 식품안전나라에 등록되는 제품 성분 및 원료 정보는 세분화하고 보다 자세한 정보가 등록·공개되는 방향으로 개선되어야 할 것이다.
6. K-index와 O-index를 적용하여 평가한 결과 혼합음료는 K-index가 높은 경향을 보이며, 대부분 건강한 물로 분류되는 반면, 먹는샘물은 K-index와 O-index 사이에서 균형적으로 분포하였다. Hashimoto가 제안한 이 지표는 미네랄 함량 차이를 통해 두 제품군을 구분하지만, K-index가 칼슘에 큰 영향을 받아 부적합한 제품까지 건강한 것으로 분류되는 문제가 있다. 40년이 넘는 이 지표는 시대 변화와 위험 인자를 반영하지 못하고 있어, 새로운 평가 지표의 개발이 필요하다.
7. 수도권 접근성과 풍부한 지하수 부존량으로 경기도에는 전국에서 가장 많은 먹는샘물, 혼합음료 제조업체가 등록되어 있어, 효과적인 관리와 샘물 자원을 활용한 신규사업의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

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

참고문헌

1. Ianis Delpla, Christelle Legay, François Proulx, Manuel J. Rodriguez (2020), Perception of tap water quality: Assessment of the factors modifying the links between satisfaction and water consumption behavior, *Science of the Total Environment*, Vol. 722, 137786.
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 (2022), 먹는물관리법 [법률 제17840호].
9. 식품의약품안전처 (2024), 식품위생법 [법률 제19917호]
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, *대한자원환경지질학회*, 51(6), pp 543-551.
16. National Institutes of Health, <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/>
<https://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-HealthProfessional/>
17. Manfred Birke, Uwe Rauch, Bodo Harazim, Hans Lorenz, Wolfgang Glatté (2010), Major and trace elements in German bottled water, their regional distribution, and accordance

1. Ianis Delpla, Christelle Legay, François Proulx, Manuel J. Rodriguez (2020), Perception of tap water quality: Assessment of

with national and international standards,
Journal of Geochemical Exploration, Vol.
107(3), 245-271.

18. Susumu Hashimoto, Masanori Fujita, Kenji
Furukawa, Jun-ichi Minami (1987), Indices of
Drinking Water Concerned with Taste and
Health, *Journal of Fermentation Technology*,
Vol. 65, No. 2, 185-192.