



물맛평가지표를 이용한 우리나라 물의 수질특성 연구

이병인¹ · 권정환¹ · 고소희¹ · 구희수¹ · 박제성¹ · 홍성철¹ · 이영경^{2,*}

¹부산대학교 바이오환경에너지학과, ²동국대학교 조경학과

Study of the Water Quality Characteristics of Tasty & Healthy Water Index in Korea

Pyong-in Yi¹, Jung-hwan Kwon¹, So-hui Ko¹,
Hee-soo Goo¹, Je-sung Park¹, Sung-chul Hong¹, Young-kyoung Yi^{2,*}

¹Department of Bio Environmental Energy, Pusan National University

²Department of Landscape Architecture, Dongguk University

Abstract The aim of this study was to provide basic information on the water quality characteristics of Korean water using the tasty and healthy water index. As a result of the analysis, the composition of minerals and anions, 0.152~4.491 mg/L (1.558 mg/L on average) of sodium, 0.925~19.650 mg/L (5.522 mg/L on average) of calcium, 0.219~3.394 mg/L (1.055 mg/L on average) of magnesium, undetected ~1.600 mg/L (0.665 mg/L on average) of potassium, 1.988~14.120 (7.791 mg/L on average) mg/L of silica and undetected (11 places)~12 mg/L (2.000 mg/L on average) sulfate ion were detected, showing the water to be potable. In addition, the hardness was measured to be 7~49 mg/L, and soft water also emerged during the overall process of analyzation. According to the analysis based on the tasty and healthy water index, the O- and K-indices were 0.81~51.29 (11.13 on average) and -0.23~17.33 (4.17 on average), respectively. The O- and K-indices of domestic water products were 2.81~8.71 (5.30 in average) and 6.85~13.68 (9.96 on average), respectively. A comparison of tea water revealed O- and K-indices of 2.85~46.14 (16.86 on average) and 1.79~17.33 (5.78 on average), respectively, showing waters the O- and K-indices to be approximately 3 times higher and approximately 1.78 lower than that of the domestic water product, indicating the water to have a much better taste.

Key words: water quality characteristics, tasty, healthy water index, K-index, O-index

서 론

최근 우리나라는 먹는 물에 관하여 안전한 물 뿐만이 아니라 맛있는 물과 건강에 유익한 물에 대한 관심이 높아지고 있다. 이는 경제발전과 함께 생활수준이 향상되어 건강에 대한 욕구가 증가하고 있기 때문이다(1). 또한 육우의 다경(2)과 초의선사의 동다송(3) 등에 기록된 자료들을 보면, 차인들은 물의 맛과 효능 등을 스스로 평가하여 기록하였으며, 일본에서는 1970년대부터 일본 후생성의 물 연구회 등에서 물 맛에 대한 연구가 진행되어 왔고(4), Hashimoto 등(5)에 의하여 맛있는 물 평가지표(O-index)와 건강한 물 평가지표(K-index) 등이 만들어졌다. 우리나라에서는 차를 마시기 위해 사용되는 물은 해우스님 등(6)의 간이조사와 이병인 등

(7)에 의한 차물의 이화학적 수질특성에 관한 연구가 있었으며, 최근에는 수계별 정수장의 맛있는 물과 건강한 물에 대한 평가지표에 관한 연구(4) 등이 진행되고 있으며, 국내에 시판되는 먹는 샘물(8,9)과 먹는 물 공동시설(1,10) 등에 대한 물맛평가지표 등이 연구되어 있다. 그러나 옛 문헌의 차인들이 차를 우리기 위해 평가한 물은 아직까지 물맛평가 등에 대한 체계적인 연구가 진행되지 않은 실정이다. 그리하여 본 논문에서는 기본적인 문헌조사를 바탕으로 우리나라의 옛 차인들이 이용한 물(6,7,11,12)에 대한 수질정량분석을 실시하여, 맛있는 물 및 건강한 물 평가지표를 비교하여 옛 차인들이 표현한 물의 특성과 비교하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료의 선정

조사대상지의 물은 옛 문헌조사를 바탕으로 선정하였으

*Corresponding author: Young Kyoung Yi
Tel: 82-54-770-2233
Fax: 82-54-770-2529
E-mail: yiyk@dongguk.ac.kr

며, 총 26곳으로 경기도 3, 강원도 3, 경상북도 2, 경상남도 8, 충청북도 1, 전라남도 9곳으로 선정하여, 주요 물의 수질 특성을 분석하였다. 선정된 물의 대상지는 다음 Table 1과 같다.

2. 분석항목 및 분석방법

수질 샘플링은 2013년 6월부터 2015년 6월까지 실시하였으며, 현장에서 다목적 수질측정기(ISTEK Multi Meter)를 이용하여 수온, 수소이온농도(pH), 용존산소(DO), 전기전도도를 측정하였고, 샘플링은 무균 채수병(2 L)을 사용하여 현장에서 채수한 후 실험실에서 정량분석하였다. 또

한 물맛 분석항목인 미네랄 성분(Ca, Mg, Na, SiO₂, K, SO₄²⁻) 등은 먹는 물 공정시험방법(14)과 수질오염 공정시험방법(15)에 의거하여 분석하였으며, 구체적인 분석방법은 Table 2와 같다.

3. 물맛 평가지표

Hashimoto 등(5)에 따르면, 맛있는 물 지표(O-index)는 $(Ca + K + SiO_2)/(Mg + SO_4^{2-})$ 의 식을 제시하였으며, O-index가 2.0 이상이면, 맛있는 물로 평가하였다. 또한 건강한 물 지표(K-index)는 $Ca - 0.87Na$ 의 식을 제시하였고, K-index가 5.2 이상이면, 건강한 물로 평가하였다. 그러므

Table 1. Sampling sites of waters

Region	Name of waters	Region	Name of waters	Region	Name of waters
Gyeonggi-do Dongducheon (GY-DD)	① Jajaeam Wonhyosaem (자재암 원효샘)	Gyeongnam Yangsan (GN-YS)	⑩ Yeongchuksan Biroam Sanjeongyaksu (영축산 비로암 산정약수)	Jeonnam Gurye (JN-GR)	⑪ Hwaomsa Okcheon (화엄사 옥천)
Gyeonggi-do Namyangju (GY-NY)	② Bongseonsa well (봉선사 우물)	Gyeongnam Goseong (GN-GS)	⑪ Okcheonsa Oksaem (옥천사 옥샘)		⑫ Ssangsanje Dangmolsaem (쌍산재 당물샘)
	③ Sujongsae Seokgansu (수종사 석간수)		⑫ Chilbulsae Yuchonsu (칠불사 유천수)	Jeonnam Jangheung (JN-JH)	⑬ Borimsa Borimyaksu (보림사 보림약수)
Gangwon-do Pyeongchang (GW-PC)	④ Odaesan Seodae Wootongsu (오대산 서대 우통수)	Gyeongnam Hadong (GN-HD)	⑬ Ssanggyesa Eumsu (쌍계사 음수)		⑭ Baekryeonsa high Seonwon Yaksu (백련사 윗선원약수)
	⑤ Odaesan Jungdae Okgyesu (오대산 중대 옥계수)		⑭ Ssanggyesa Yangsu (쌍계사 양수)	Jeonnam Gangjin (JN-GJ)	⑮ Baekryeonsa low Seonwon Yaksu (백련사 아랫선원 약수)
Gangwon-do Jeongseon (GW-JS)	⑥ Jeongamsa Jeokjoam Yaksu (정암사 적조암 약수)	Gyeongnam miryang (GN-MY)	⑮ Pyochungsa Yeongjeongyaksu (표충사 영정약수)		⑯ Dasan Yakcheon (다산 약천)
Gyeongbuk Yeongcheon (GB-YC)	⑦ Eunhaesa Baekheungam Yaksu (은해사 백흥암 약수)	Ulsan (ULS)	⑯ Gajisan Yaksu (가지산약수)		⑰ Daeheungsae Iljiam Yucheon (대흥사 일지암 유천)
Gyeongbuk Gyeongju (GB-GJ)	⑧ Girimsa Sugwaksu (기림사 수곽수)	Chungbuk Boeun (CB-BE)	⑰ Sokrisan Bokcheonam Yaksu (속리산 복천암약수)	Jeonnam Haenam (JN-HN)	⑱ Daeheungsae Janggunsu (대흥사 장군수)
Gyeongnam Yangsan (GN-YS)	⑨ Yeongchuksan Okryeonam Yaksu (영축산 옥련암약수)	Jeonnam Gurye (JN-GR)	⑱ Cheoneunsa Gamrocheon (천은사 감로천)		

Table 2. Experimental methods and instruments of water

Item	Experimental methods and Instruments
Hardness	EDTA Titrimetric
Consumption of KMnO ₄	Consumption of KMnO ₄
pH	pH-Electrometric, ISTEK Multi Meter
DO, Temp, conductivity	ISTEK Multi Meter
Total solids	Dries at 103~105℃
Na, Ca, Mg, K, Zn, Fe	Optima 5300 DV(Perkin Elmer)
SiO ₂ , SO ₄ ²⁻	881 Compact IC pro (Metrohm)
Chloride	IC

로 물맛 평가지표는 맛있고 건강한 물의 균형적인 미네랄의 평가지표로서 맛있는 물 지표가 2.0 이상이고, 건강한 물 평가지표가 5.2 이상이면 건강하고 맛있는 물로 구분된다. 또한 둘 중 하나가 미달이면, 그 물은 맛있는 물이거나, 건강한 물로 판별을 하며, 모두가 미달인 경우는 맛있거나, 건강한 물에 속하지 않는 물로 구분된다. 물맛 평가지표에

대한 구체적인 내용은 Table 3과 같다.

결과 및 고찰

1. 심미적 영향물질 분석결과

심미적 영향물질에서는 물의 맛에 영향을 주는 성분들을 중심으로 분석하였다. 정도는 칼슘과 마그네슘의 비율에 따라 물의 맛이 달라지며, 먹는 물 수질기준(300 mg/L)을 초과하면 설사 및 복통을 유발한다. 조사된 물의 정도는 7~49 mg/L의 범위로서 평균 18.08 mg/L로 나타났으며, 쌍산재의 당물샘(㉔)이 가장 높은 49 mg/L이고, 대흥사 일지암 우천(㉕)이 가장 낮은 7 mg/L로 나타났다. 또한 정도가 75 mg/L 이하를 연수라 하는데, 우리나라에서 과거 차를 우리는 데에 사용된 대상지의 물은 대부분 연수이며, 연수는 칼슘과 마그네슘 함량이 낮은 반면에 차성분이 잘 우려

Table 3. Classification of tasty and healthy water index

Item	Specification
O-index	$\cdot (Ca + K + SiO_2) / (Mg + SO_4^{2-})$
K-index	$\cdot Ca - 0.87Na$
Classification	$\cdot OI \geq 2.0, KI \geq 5.2 = \text{Tasty \& healthy water}$
	$\cdot OI < 2.0, KI \geq 5.2 = \text{Healthy water}$
	$\cdot OI \geq 2.0, KI < 5.2 = \text{Tasty water}$
	$\cdot OI < 2.0, KI < 5.2 = \text{General water}$

Table 4. The aesthetic materials results of waters

Survey area	Site	Items	Hardness	Consumption of KMnO ₄	pH	DO	Temp.	Conductivity	Total solids
		Unit	300 mg/L	10 mg/L	-	(mg/L)	(℃)	(us/cm)	500 mg/L
GY-DD	① Jajaeam Wonhyosaem		25	0.7	7.18	7.76	18.90	53.50	44
	② Bongseonsa well		20	5.6	6.36	7.42	18.90	53.00	31
GY-NY	③ Sujongsa Seokgansu		12	1.2	7.14	8.01	15.50	20.50	43
GW-PC	④ Odaesan Seodae Wootongsu		15	1.7	5.80	9.39	10.50	31.50	42
	⑤ Odaesan Jungdae Okgyesu		14	0.8	6.29	15.27	9.25	37.00	35
GW-JS	⑥ Jeongamsa Jeokjoam Yaksu		13	1.1	5.91	14.49	9.60	21.50	25
GB-YC	⑦ Eunhaesa Baekheungam Yaksu		12	0.8	7.32	8.04	19.30	58.00	33
GB-GJ	⑧ Girimsa Sugwaksu		14	1.1	7.35	8.48	21.75	56.50	32
GN-YS	⑨ Yeongchuksan Okryeonam Yaksu		9	ND	5.80	6.98	15.85	41.00	40
	⑩ Yeongchuksan Biroam Sanjeongyaksu		19	ND	6.13	15.33	15.50	49.50	61
GN-GS	⑪ Okcheonsa Oksaem		24	0.7	7.07	7.83	20.10	49.00	50
	⑫ Chilbulsu Yucheonsu		10	0.5	6.62	8.51	15.70	8.00	18
GN-HD	⑬ Ssanggyesa Eumsu		11	1.3	6.42	7.78	16.30	10.00	33
	⑭ Ssanggyesa Yangsu		21	1.6	6.56	7.15	19.30	58.00	53
GN-MY	⑮ Pyochungsa Yeongjeongyaksu		39	ND	7.90	4.34	14.60	138.0	82
ULS	⑯ Gajisan Yaksu		10	0.6	6.26	16.84	12.00	28.00	35
CB-BE	⑰ Sokrisan Bokcheonam Yaksu		46	ND	6.43	9.02	14.20	119.50	84
	⑱ Cheoneunsa Gamrosu		12	1.2	7.00	7.92	21.40	35.00	27
JN-GR	⑲ Hwaecomsa Okcheon		17	0.5	6.80	9.31	15.55	56.00	36
	⑳ Ssangsanje Dangmolsaem		49	ND	6.82	5.51	16.75	132.50	94
JN-JH	㉑ Borimsa Borimyaksu		9	0.9	6.34	8.45	15.90	8.00	32
	㉒ Baekryeonsa high Seonwon Yaksu		8	0.8	5.96	7.24	17.60	12.50	26
JN-GJ	㉓ Baekryeonsa low Seonwon Yaksu		12	0.9	6.40	6.77	17.60	53.00	42
	㉔ Dasan Yagcheon		16	0.5	6.40	7.97	16.30	63.00	43
JN-HN	㉕ Daeheungsa Iljiam Yucheon		7	0.5	6.39	9.03	15.90	39.00	24
	㉖ Daeheungsa Janggunsu		26	1.5	6.33	7.37	17.20	100.00	82
Range (average)			7~49 (18.08)	ND(5)~5.6 (0.94)	5.80(2)~7.90 (6.58)	4.34~16.84 (8.93)	9.25~21.75 (16.21)	8.00(2)~138.00 (51.21)	18~94 (44.12)

* ND: Not detected

나는 장점이 있다.

과망간산칼륨 소비량은 먹는 물 수질기준 10 mg/L를 초과할 때 좋지 않은 냄새와 맛을 유발하는 것으로 알려져 있다. 물의 측정결과 불검출(5곳)에서 5.6 mg/L의 범위로서, 평균 0.94 mg/L가 나타났으며, 영축산 옥련암약수(⑨) 등 5 곳에서 불검출 되었고, 봉선사의 옛 우물(②)이 가장 높은 5.6 mg/L로 나타났다.

수소이온 농도는 우리나라 먹는 물 수질기준에서는 5.8 0~8.50의 범위로서 분석결과 5.80~7.90의 범위이며, 평균 6.58로 나타났다. 조사대상지별로는 영축산 옥련암 약수(⑨)와 오대산 서대 우통수(④)의 물이 약산성으로 가장 낮은 5.80의 수치가 나타난 반면 표충사 영정약수(⑮)가 약 알칼리성인 7.90로 가장 높게 나타났다.

용존산소량(DO)은 물속의 산소량을 나타낸 것으로 용존산소량이 높을수록 깨끗한 물이다. 현장분석결과 4.3

4~16.84 mg/L의 범위로서, 평균 8.93 mg/L로 나타났으며, 표충사의 영정약수(⑮)가 가장 낮은 4.34 mg/L이고, 가지산 약수(⑮)가 가장 높은 16.84 mg/L로 나타났다.

물의 온도는 사람의 체온과 실제 물의 온도차이가 클수록 맛있고, 10℃정도가 가장 최적이며(12), 여름철에 물의 온도가 10~15℃인 경우가 가장 맛있는 물을 마시는 느낌을 준다(13). 물의 온도를 측정결과 오대산 중대 옥계수(⑤)가 최저치인 9.25℃에서 기림사 수광수(⑧)가 최고치 21.7 5℃로 나타났고, 평균 16.21℃로 나타났다.

전기전도도는 일반적으로 물의 순도를 나타내는데, 물속에 이온함유량이 높을수록 그 값이 높게 나타난다. 분석결과 8.00~138.00 µs/cm의 범위로서, 평균 51.21 µs/cm이며, 칠불사 유천수(⑫)와 보림사 보림약수(⑳)가 가장 낮은 8.00 µs/cm이고, 표충사 영정약수(⑮)가 가장 높은 138.00 µs/cm로 나타났다.

Table 5. The mineral ingredients of tea waters

(unit, mg/L)

Survey area	Site	Items	Na	Ca	Mg	K	SiO ₂	SO ₄ ²⁻	Zn	Fe	Chloride
GY-DD	① Jajaeam Wonhyosaem		0.230	7.546	1.820	0.558	3.714	3	0.004	ND	1.7
GY-NY	② Bongseonsa well		1.128	5.860	1.204	1.055	8.393	4	0.003	0.11	1.5
	③ Sujongsa Seokgansu		0.823	2.635	1.811	0.414	2.676	ND	ND	0.05	1.3
GW-PC	④ Odaesan Seodae Wootongsu		0.626	4.505	1.004	1.191	5.278	ND	0.005	ND	1.4
	⑤ Odaesan Jungdae Okgyesu		0.917	3.575	1.040	0.453	5.386	3	0.002	ND	2.7
GW-JS	⑥ Jeongamsa Jeokjoam Yaksu		0.152	3.225	0.983	0.330	1.988	2	ND	ND	1.2
GB-YC	⑦ Eunhaesa Baekheungam Yaksu		2.713	4.206	0.339	0.548	12.600	ND	ND	ND	3.1
GB-GJ	⑧ Girimsa Sugwaksu		2.439	3.843	1.085	0.751	8.169	3	ND	ND	5.2
GN-YS	⑨ Yeongchuksan Okryeonam Yaksu		2.067	2.938	0.421	0.365	13.280	ND	0.004	ND	2.4
	⑩ Yeongchuksan Biroam Sanjeongyaksu		1.458	5.640	1.298	0.899	12.700	ND	ND	ND	2.6
GN-GS	⑪ Okcheonsa Oksaem		1.443	7.509	1.25	0.23	11.86	ND	ND	ND	2.2
	⑫ Chilbulsu Yucheonsu		0.554	1.213	0.219	0.453	5.811	ND	ND	ND	0.7
GN-HD	⑬ Ssanggyesa Eumsu		1.072	2.747	0.612	0.689	7.467	2	ND	0.07	1.1
	⑭ Ssanggyesa Yangsu		0.946	7.000	0.787	1.186	6.648	3	ND	ND	1.0
GN-MY	⑮ Pyochungsa Yeongjeongyaksu		4.491	16.150	1.225	0.620	12.340	12	0.008	ND	4.4
ULS	⑯ Gajisan Yaksu		0.775	3.228	0.473	0.475	5.665	2	ND	ND	2.3
CB-BE	⑰ Sokrisan Bokcheonam Yaksu		2.663	19.650	0.709	0.443	12.620	ND	ND	ND	3.1
	⑱ Cheoneunsa Gamrosu		0.923	2.628	0.982	0.476	4.975	3	0.002	ND	1.9
JN-GR	⑲ Hwaomsa Okcheon		1.526	4.156	1.333	1.077	9.319	3	ND	ND	1.9
	⑳ Ssangsanje Dangmolsaem		2.861	14.790	3.394	1.600	14.120	ND	ND	ND	4.9
JN-JH	㉑ Borimsa Borimyaksu		0.924	1.910	0.605	0.374	3.634	ND	ND	ND	3.2
	㉒ Baekryeonsa high Seonwon Yaksu		1.072	0.925	0.801	ND	2.158	3	ND	ND	4.8
JN-GJ	㉓ Baekryeonsa low Seonwon Yaksu		1.601	3.975	0.519	0.198	7.334	2	ND	ND	5.1
	㉔ Dasan Yagcheon		2.742	5.009	0.659	1.025	10.530	2	ND	ND	6.5
JN-HN	㉕ Dacheungsa Iljiam Yucheon		1.711	1.255	0.794	0.369	5.393	ND	0.006	ND	5.6
	㉖ Dacheungsa Janggunsu		2.659	7.447	2.065	1.507	8.516	5	ND	0.20	4.6
Range (average)			0.152~ 4.491 (1.558)	0.925~ 19.650 (5.522)	0.219~ 3.394 (1.055)	ND~1.600 (0.665)	1.988~ 14.120 (7.791)	ND(11)~12 (2.000)	ND(18)~ 0.008 (0.001)	ND(22)~ 0.20 (0.017)	0.7~6.5 (2.938)

* ND: Not detected