日本の市場にみられるミネラルウォーター類の性状について(2)

佐々木弘子*・原 千晶*・菅原龍幸**

(*聖徳大学, **女子栄養大学)

The Properties of Mineral Waters in the domestic market (2)

Hiroko Sasaki *, Chiaki Hara *, Tatsuyuki Sugahara **

* Seitoku University, 550 Iwase, Matsudo, Chiba 271-8555,

** Kagawa Nutrition University, 3-9-21 Chiyoda, Sakado, Saitama 350-0288

* 〒271-8555 千葉県松戸市岩瀬 550

** 〒350-0288 埼玉県坂戸市千代田 3-9-21

The mineral components and other properties were analyzed for 50 samples of domestic and 11 samples of foreign mineral water available on the Japanese market. When these samples were classified according to the Bottled Water Guideline of Japan, 45 brands of natural mineral water (NMW) and 5 brands of mineral water (MW) of the domestic mineral waters were determined. Of the foreign mineral waters, there were 8 brands of NMW, 2 brands of MW and one brand of bottled water.

The means of the residue upon evaporation, hardness and the free carbon dioxide of the domestic mineral waters were significantly lower than those of the foreign mineral waters.

As for the minerals, the Na, Mg and Ca contents of the foreign mineral waters were significantly higher than those of the domestic mineral waters. On the other hand, the P contents of the domestic mineral waters were significantly higher than that of the foreign mineral waters.

The contents of the trace minerals, presumed to be always found in the NMW, are expressed in the detection percentage of the mineral waters of Japanese origin and the mineral waters of foreign origin in parentheses. B was 97.8% (100%), V 80% (37.5%), As 80% (12.5%), Sr 97.8% (75.0%), Li 66.7% (37.5%), Zn 62.2% (62.5%), Ge 62.2% (12.5%), Se 60.0% (12.5%), Rb 71.1% (12.5%), Mo 71.1% (25.0%), Sb 57.8% (62.5%) and U 57.8% (25.0%).

Of the mineral waters of foreign origin, only B had a trace mineral detection percentage exceeding 80%.

緒 言

著者らは我が国の市場に見られるミネラルウォーターについての事例的分析¹⁾, ナチュラルミネラルウォーターの原水とその製品のミネラル成分の比較²⁾, 韓国産ミネラルウォーター類の性状に³⁾, 韓国産ミネラルウォーター類の衛生的な性状⁴⁾, 日本市場に見られるミネラルウォーター類の性状⁵⁾, 中華人民共和国産ミネラルウォーター類の性状⁶⁾, ICP-MSによるミネラルウォーター

ターのトレースエレメントの分析⁷⁾, 容器入り海洋深層水の性状⁸⁾ などについて報告してきた。今回は前回の銘柄とは別に新しく日本市場に見られる日本産50銘柄, 外国産11銘柄の試料を分析し, その性状などについて検討をした。橋本⁹⁾による分析値から分類する水の美味しさと健康性についても検討し, 前回との比較を行った。

実験方法

1. 試料

日本産容器入り飲用水と外国産容器入り飲用水の概要は Table 1 と Table 2 に示した。これらの試料は2003年に購入、冷蔵庫（8℃）内に保存し、分析に供した。

以下、容器入り飲用水のうち、ナチュラルミネラルウォーターを NMW、ミネラルウォーターを MW、ボ

トルドウォーターを BW と略す。

2. 実験方法

(1) 特性値の測定

全蒸発残留物は一定量の試料を水浴上で蒸発乾固後、105℃で恒量を求めた。pH は堀場 pH メーターで測定、硬度はカルシウム (Ca) 量とマグネシウム (Mg) 量から算出した。遊離炭酸量、pH4.8アルカリ度は指示薬を用いる滴定法で求めた。過マンガン酸カリウム消費量は、

Table 1 Summary of the Domestic Bottled Mineral Waters

Sample No.	Region	Volume (ml)	Package	Category
1	Hokkaido	2000	PET	NMW
2	Hokkaido	2000	PET	NMW
3	Hokkaido	500	PET	NMW
4	Tohoku	2000	PET	NMW
5	Tohoku	500	PET	NMW
6	Tohoku	2000	PET	MW
7	Tohoku	2000	PET	NMW
8	Tohoku	500	PET	NMW
9	Tohoku	2000	PET	NMW
10	Kantou	500	PET	MW
11	Kantou	330	PET	NMW
12	Kantou	2000	PET	NMW
13	Kantou	2000	PET	MW
14	Kantou	1000	PET	MW
15	Chubu	2000	PET	NMW
16	Chubu	500	PET	NMW
17	Chubu	2000	PET	NMW
18	Chubu	500	PET	NMW
19	Chubu	2000	PET	NMW
20	Chubu	2000	PET	NMW
21	Chubu	2000	PET	NMW
22	Chubu	500	PET	NMW
23	Chubu	500	PET	NMW
24	Chubu	2000	PET	NMW
25	Chubu	2000	PET	NMW
26	Chubu	500	PET	NMW
27	Chubu	500	PET	NMW
28	Chubu	2000	PET	NMW
29	Chubu	500	PET	NMW
30	Chubu	500	PET	NMW
31	Chubu	500	PET	NMW
32	Chubu	500	PET	MW
33	Chubu	2000	PET	NMW
34	Chubu	500	PET	NMW
35	Kinki	2000	PET	NMW
36	Kinki	2000	PET	NMW
37	Kinki	2000	PET	NMW
38	Kinki	2000	PET	NMW
39	Kinki	2000	PET	NMW
40	Chugoku	2000	PET	NMW
41	Chugoku	500	PET	NMW
42	Chugoku	500	PET	NMW
43	Chugoku	500	PET	NMW
44	Shikoku	2000	PET	NMW
45	Kyushu	2000	PET	NMW
46	Kyushu	2000	PET	NMW
47	Kyushu	2000	PET	NMW
48	Kyushu	2000	PET	NMW
49	Kyushu	2000	PET	NMW
50	Kyushu	2000	PET	NMW

PET: polyethylene terephthalate

NMW: Natural Mineral Water

MW: Mineral Water

Table 2 Summary of the Foreign Bottled Mineral Waters

Sample No.	Region	Volume (ml)	Package	Category
51	Italia	500	PET	NMW
52	Italia	500	PET	NMW
53	Italia	500	PET	NMW
54	France	1000	PET	NMW
55	Suisse	500	PET	NMW
56	United Arab Emirates	500	PET	NMW
57	Canada	500	PET	MW
58	Canada	2000	PET	NMW
59	Canada	2000	PET	MW
60	Canada	500	PET	BW
61	China	500	PET	NMW

PET: polyethylene terephthalate

NMW: Natural Mineral Water

MW: Mineral Water

BW: Bottled Water

硫酸酸性下で0.05mol/L過マンガン酸カリウム溶液で滴定して求めた。ケイ酸はモリブデン酸ブルー法により測定した。

(2) ミネラル成分等の測定

マグネシウム (Mg), カリウム (K), リチウム (Li), ホウ素 (B), アルミニウム (Al), バナジウム (V), クロム (Cr), マンガン (Mn), 鉄 (Fe), ニッケル (Ni), 銅 (Cu), 亜鉛 (Zn), ガリウム (Ga), ゲルマニウム (Ge), ヒ素 (As), セレン (Se), ルビジウム (Rb), ストロチウム (Sr), モリブデン (Mo), カドミウム (Cd), アンチモン (Sb), セシウム (Cs), バリウム (Ba), 鉛 (Pb), ウラン (U) は島津製作所製高周波誘導結合プラズマ質量分析計 ICPM8500型で測定した。

Ca は日立製作所製原子吸光分析計 A-2000形で測定した。

結果および考察

1. 特性値について

蒸発残留物, pH, 硬度, 遊離炭酸, pH4.8アルカリ度, 過マンガン酸カリウム消費量, ケイ酸などの MW の特性値は Table 3, 4 に示した。全蒸発残留物は日本産 MW 類の間に有意な差が見られなかった。外国産の間でも有意な差が見られなかったが, 日本産と外国産を比較した場合, 日本産は外国産に比較して 5 % の危険率で有意に低い値であった。pH は日本産の MW 間でも, 外国産の MW 間でも差が見られず, また日本産と外国産 MW の間でも差が見られなかった。硬度は日本産 MW 類の間に差が見られなかった。また外国産でも差が見られなかったが, 日本産と外国産の間では 1 % の危険率で有意に外国産が高値を示した。遊離炭酸は日本産の間, 外国産の間に差が見られなかったが, 外国産は日本産より 1 % の危険率で有意に高い値であった。

Na, Mg, K, Ca, P の含有量は Table 5, 6 に示した。

Na は日本産の NMW と MW の間で有意差は見られなかった。外国産の NMW と MW の間でも有意差は見られなかった。しかし日本産 NMW と外国産 NMW との間に 5 % の危険率で有意に差が見られ, 日本産のものが低い値であった。日本産 MW と外国産 MW の間でも 1 % の危険率で差が見られ, 日本産が低い値を示した。Mg は日本産の NMW と MW の間, 外国産 NMW と MW の間でも差は認められなかった。しかし日本産と外国産 NMW の間では, 日本産が外国産のより 1 % の危険率で有意な差が見られ, 低い値であつた。Ca は日本産の NMW と MW の間, 外国産 NMW と MW の間で差は見られなかったが, 日本産と外国産の NMW の間では差が見られ, 日本産が 1 % の危険率で有意に低い値であった。P は日本産, 外国産共に NMW と MW の間で差は認められなかったが, 日本産と外国産の間では差が見られ, 日本産が外国産より 5 % の危険率で有意に高い値であった。

2. 微量元素含有量

微量元素含有量は Table 7-1, 7-2, Table 8-1, 8-2 に示した。以下含有量は ng/mL で示した。

Li は日本産では NMW50試料中30試料, MW 5 試料中 5 試料で検出され, NMW と MW の間で差は見られなかった。外国産でも NMW と MW の間で差は見られなかったが, 日本産 MW と外国産の MW 間では, 日本産は外国産より日本産が 1 % の危険率で有意に低い値であった。

B は日本産 NMW と MW 間では MW が危険率 1 % で, 有意に高い値であった。外国産は NMW と MW の間で差は見られなかったが, 日本産と外国産の間で有意差は見られなかった。

Al は NMW50試料中21試料, MW では 5 試料中 4 試料で検出され NMW と MW の間で差は認められなかった。外国産では検出されなかった。

V は NMW41試料で, MW は全試料で検出され NMW と MW の間で差は見られず, 外国産 NMW では 8 試料中 3 試料で検出, MW 2 試料中 1 試料で検出された。日本産および外国産の NMW と MW 間では差は見られず, 日本産 NMW と外国産 NMW との間でも差は見られなかった。

Cr は日本産 NMW50試料中 2 試料のみに検出され, MW には検出されなかった。外国産では検出されなかった。

Mn は日本産 NMW50試料中 9 試料で検出され, 15.1 ± 13.79, 最大36.2, 最小0.7であった。MW では検出されなかった。外国産では NMW では検出されず, MW 2 試料中 1 試料検出され, 0.12であった。

Fe は日本産, 外国産共に検出されなかった。

Ni は日本産 NMW, MW の何れでも検出されず, 外国産では NMW 8 試料中 1 試料で検出され0.27であった。

Cu は日本産 NMW では 7 試料に検出され, 6.5 ±

Table 3 Characteristic Value of the Bottled Domestic Natural Mineral Water

		Residue on Evaporation	pH	Hardness *	Free carbon dioxide	pH4. 8 Alkalinity	Consumption of KMnO ₄	SiO ₂
Sample No.		mg/L			←-----	mg/L	-----→	
Natural Mineral Water	1	189	7.79	67.7	3.26	3.1	0.29	75
	2	165	7.18	62.4	3.34	17.1	0.65	75
	3	196	7.80	36.4	4.22	68.1	2.86	123
	4	172	7.93	88.6	4.53	48.3	0.90	64
	5	64	7.06	81.1	2.60	19.2	0.02	40
	7	66	7.62	84.0	2.55	30.0	0.10	47
	8	138	6.64	79.8	10.60	44.1	0.04	41
	9	108	7.26	87.4	3.92	28.2	0.18	76
	11	30	7.17	41.6	4.40	20.4	0.23	49
	12	34	7.51	98.8	2.02	25.4	0.02	58
	15	48	6.46	21.2	7.22	10.2	0.15	15
	16	32	6.68	27.6	7.39	10.9	0.39	20
	17	162	7.03	96.7	9.20	44.4	0.12	52
	18	165	7.30	84.2	5.68	94.4	0.25	55
	19	132	7.84	31.2	1.36	33.7	0.44	37
	20	54	8.30	52.8	1.50	22.9	0.40	13
	21	126	7.71	53.1	1.67	23.2	0.44	63
	22	148	7.29	74.1	4.66	26.6	0.17	47
	23	150	7.24	44.3	4.09	22.7	0.40	49
	24	100	8.09	38.7	2.16	22.2	0.04	21
	25	99	8.00	43.2	3.43	22.5	0.19	65
	26	99	8.00	42.7	2.24	17.9	0.15	52
	27	104	7.75	40.8	2.42	15.4	0.08	52
	28	77	6.52	56.7	5.90	11.1	0.15	24
	29	57	7.54	26.7	1.80	19.9	0.63	36
	30	160	7.34	102.4	2.55	20.1	0.33	16
	31	29	7.03	36.5	3.17	13.6	0.46	22
	33	67	8.15	28.7	1.80	15.0	0.06	58
	34	140	8.30	71.0	2.55	26.0	0.13	90
	35	31	6.59	74.4	1.85	15.2	0.02	40
	36	35	7.23	79.8	1.85	31.1	0.02	14
	37	190	8.29	99.1	18.30	259.7	0.21	80
	38	58	7.67	70.1	1.63	37.1	0.06	17
	39	29	8.11	68.9	14.92	85.7	0.70	28
	40	36	6.95	90.0	2.55	13.2	2.97	31
	41	131	7.94	41.9	1.36	35.8	0.54	36
	42	131	8.07	57.3	2.73	36.3	0.15	33
	43	111	8.00	71.6	2.55	35.5	0.25	37
	44	49	6.98	79.7	1.63	32.3	0.87	11
	45	176	7.17	87.3	5.15	23.0	0.04	64
	46	141	7.62	87.4	6.20	27.8	0.17	97
	47	110	7.22	44.6	6.03	61.6	0.02	109
	48	166	6.59	94.4	7.61	27.0	0.32	136
	49	105	7.52	63.1	3.52	54.6	0.08	118
	50	144	6.45	85.0	29.28	133.4	0.12	129
	Ave.	104	7.40	64.3	4.88	36.9	0.37	53
	± S.D.	53.3	0.54	23.38	5.082	41.33	0.599	32.7
	max	196	8.30	102.4	29.3	259.7	2.97	136
	min	29	6.46	21.2	1.4	3.1	0.02	11
	n	45	45	45	45	45	45	45
Mineral Water	6	87	6.31	61.1	2.24	6.0	0.06	4
	10	33	6.96	26.6	2.24	5.0	0.77	18
	13	124	8.00	94.6	3.48	54.4	0.21	16
	14	180	8.54	66.9	1.63	32.8	0.58	64
	32	31	7.17	40.7	3.04	13.7	0.59	22
	Ave.	106	7.5	62.3	2.4	24.6	0.4	25.5
	± S.D.	61.9	1.01	27.93	0.78	23.70	0.33	26.40
	max	180	8.5	94.6	3.5	54.4	0.8	64.0
	min	33	6.3	26.6	1.6	5.0	0.1	4.0
	n	5	5	5	5	5	5	5

*: Hardness=(0.04990×Ca+0.08224×Mg)/0.02 (mg/L)

Table 4 Characteristic Value of the Bottled Foreign Natural Mineral Water

		Residue on Evaporation	pH	Hardness *	Free carbon dioxide	pH4.8 Alkalinity	Consumption of KMnO ₄	SiO ₂
Sample No.		mg/L			←-----	mg/L	-----→	
Natural	51	194	7.62	99.8	4.49	155.1	0.32	18
Mineral	52	151	5.46	226.9	293.13	530	0.66	8
Water	53	186	7.76	95.2	4.00	153.8	0.02	7
	54	300	6.21	440.6	187.04	133.4	0.64	20
	55	312	7.47	393.3	6.34	172.8	0.12	11
	56	148	7.32	116.8	1.89	8.7	0.58	2
	58	180	7.78	99.4	5.63	161.1	0.51	12
	61	58	7.03	86.8	9.42	59.3	0.31	77
Ave.		191.1	7.1	194.9	64.0	171.8	0.4	19.4
± S.D.		82.65	0.83	144.74	112.34	155.73	0.24	24.00
max		312.0	7.8	440.6	293.1	530.0	0.7	77.0
min		58.0	5.5	86.8	1.9	8.7	0.02	2.0
n		8	8	8	8	8	8	8
Mineral	57	54	6.96	46.1	1.85	22.6	0.16	11
Water	59	89	7.10	83.9	5.28	57.6	0.02	21
Bottled	60	17	7.45	174.5	1.72	30.9	0.02	13
Water								

* : Hardness=(0.04990×Ca+0.08224×Mg)/0.02 (mg/L)

13.56, 最大37.0, 最小0.1であつた。外国産は何れも検出されなかった。Zn は日本産 NMW28試料で検出され, 16.6±43.7, 最大183.1最小0.1であつた。MW では141.09と2.34であつた。外国産 NMW 5試料で検出され, 51±17.13, 最大218.1最小3.8であつた。MW では1試料検出され, 17.13であつた。

Ga は19試料で検出され0.8±1.46, 最大6.5最小0.1であつた。外国産 NMW は2試料1.47と0.26で, MW では0.62と0.52であつた。

Ge は日本産 NMW28試料で検出され, 1.0±1.12で最大4.4最小0.1であつた。MW 5試料中3試料で検出され3.54から0.46の範囲であつた。外国産 NMW は1例で検出され, 0.32であつた。MW は1試料検出され0.33であつた。

As は日本産 NMW 9試料で検出されず, 検出された36試料では2.75±2.813, 最大9.95最小0.32, MW は3試料で検出され, 0.39から0.95であつた。外国産 NMW は1試料検出され0.53, MW では1試料で検出され0.42であつた。

Se は日本産 NMW27試料 (60%) に検出され0.67±0.358, 最大1.69最小0.2であつた。MW 5試料中2試料 (40%) で検出され, 0.39と0.73であつた。外国産 NMW では1試料 (12.5%), MW では1試料で検出された。

Rb は日本産 NMW では32試料 (71%) で検出され4.50±5.701, 最大20.49最小0.22であつた。MW では3試料 (60%) で検出され, 最大0.46最小0.28であつた。外国産 NMW では1試料 (13%) で検出され, MW で

は1試料で検出され, 0.54であつた。

Sr は1試料を除き44試料 (98%) で検出され, 85.98±73.429, 最大308.51最小5.37であつた。MW では検出率100%で, 最大96.89最小は0.30であつた。外国産 NMW では6試料 (75%) で検出され, 766.10±1025.39, 最大2301.0最小12.9, MW とBW との3試料すべてに検出され, 最大610.91最小42.82であつた。

Mo は日本産 NMW では32試料 (71%) で検出され, 3.09±6.388, 最大29.05最小値.17であつた。MW では3試料 (60%) に検出され, 最大19.11最小0.34であつた。外国産 NMW では2試料 (25%) で検出され, 最大0.40最小値0.21, MW は1試料検出され0.30であつた。

Cd は日本産 NMW では5試料 (11%) 検出され, 0.47±0.397, 最大0.05最小0.01であつた。MW では検出されなかった。外国産 NMW とMW 共に検出されなかった。

Sb は日本産 NMW では26試料 (58%) に検出され, 0.47±0.397, 最大1.90最小0.02であつた。MW では3試料 (60%) で検出され, 最大0.56最小0.06であつた。外国産ではNMW, MW 共に検出されなかった。

Cs は日本産 NMW は5試料 (11%), MW では検出されなかった。外国産 NMW とMW には検出されなかった。

Ba は日本産 NMW では38試料 (84%) で検出され, 11.35±21.968, 最大109.67, 最小0.08であつた。MW では4試料 (80%) で検出され, 最大77.82, 最小3.48であつた。外国産 NMW では5試料 (63%) で検出され, 19.40±16.01, 最大42.9, 最小2.5であつた。MW では,

Table 5 The Mineral Contents in the Bottled Domestic Natural Mineral Water

		mg/L				
Sample No.		Na	Mg	K	Ca	P
Natural Mineral Water	1	-	7.67	0.43	14.5	0.15
	2	10.09	3.52	2.22	19.2	0.16
	3	-	3.51	8.33	8.8	0.49
	4	15.53	5.59	1.54	26.3	0.18
	5	6.91	1.75	1.82	29.6	0.17
	7	14.92	6.09	0.66	9.2	0.21
	8	7.88	4.78	1.06	24.1	0.16
	9	5.35	1.60	1.34	32.4	0.26
	11	8.25	1.92	0.29	13.5	0.14
	12	3.68	1.50	1.41	44.8	0.14
	15	4.11	2.31	0.35	4.7	0.07
	16	4.11	2.28	0.28	7.3	0.05
	17	10.72	6.31	3.28	32.4	0.15
	18	13.42	6.52	3.56	23.0	0.18
	19	27.49	1.34	0.26	10.3	0.11
	20	4.40	4.40	0.04	13.9	0.08
	21	7.32	3.69	2.33	15.2	0.21
	22	11.02	7.04	2.26	18.1	0.19
	23	19.11	3.74	0.67	11.6	0.25
	24	12.88	1.54	1.27	13.0	0.05
	25	7.93	3.53	2.71	11.5	0.14
	26	4.02	2.87	0.36	12.4	0.25
	27	5.85	3.02	1.26	11.4	0.08
	28	4.33	1.48	1.17	20.3	0.33
	29	13.56	2.91	0.15	5.9	0.24
	30	8.56	4.89	2.75	35.4	0.33
	31	3.94	1.35	0.28	12.4	0.09
	33	3.48	2.96	0.31	6.6	0.14
	34	8.83	5.12	1.77	20.0	0.13
	35	5.35	1.19	0.63	27.5	0.09
	36	4.16	2.61	0.50	27.7	0.07
	37	-	2.79	1.99	35.1	0.56
	38	2.39	1.46	0.59	25.7	0.09
	39	-	0.67	0.51	26.5	0.08
	40	4.05	2.05	0.75	32.7	0.10
	41	25.63	0.84	0.15	15.4	0.12
	42	-	2.77	0.33	18.4	0.23
	43	26.70	0.85	0.48	27.3	0.11
	44	6.14	2.03	0.74	28.6	0.03
	45	16.81	5.81	1.16	25.4	0.22
	46	9.35	5.84	4.40	25.4	0.38
	47	18.71	2.65	3.73	13.5	0.57
	48	18.68	15.49	5.63	16.3	0.24
	49	12.06	3.39	5.29	19.7	0.33
	50	-	5.98	8.86	24.2	0.32
	Ave.	10.20	3.59	1.78	19.94	0.19
	± S.D.	6.71	2.600	2.01	9.24	0.13
	max	27.49	15.49	8.86	44.80	0.57
	min	2.39	0.67	0.04	4.7	0.03
	n	45	45	45	45	45
Mineral Water	6	1.81	0.74	0.22	23.3	0.04
	10	2.21	1.37	8.30	8.40	0.12
	13	9.19	4.33	0.41	30.8	0.10
	14	-	0.81	1.20	25.5	0.09
	32	4.35	1.21	0.59	14.3	0.07
	Ave.	4.39	1.69	2.15	20.46	0.08
	± S.D.	4.15	1.70	3.87	9.60	0.03
	max	9.2	4.3	8.3	30.8	0.1
	min	1.8	0.7	0.2	8.4	0.04
	n	5	5	5	5	5

40.39と、7.71であった。

Pb は日本産、外国産を通じ日本産の MW 1 試料のみが検出され、1.42であった。BW でも検出され15.15で

あった。

U は日本産 NMW では26試料（58%）で検出され、 0.06 ± 0.192 、最大0.988、最小0.001であった。外国産

Table 6 The Mineral Contents in the Bottled Foreign Natural Mineral Water

		mg/L				
Sample No.		Na	Mg	K	Ca	P
Natural	51	10.21	5.52	1.23	168.6	0.03
Mineral	52	101.18	40.20	11.90	24.7	0.03
Water	53	6.72	5.91	1.45	28.4	0.05
	54	14.19	26.02	4.38	133.7	0.05
	55	11.30	84.84	5.60	17.8	0.05
	56	30.28	9.29	1.01	31.5	0.01
	58	1.54	2.09	0.28	40.4	0.03
	61	13.47	3.25	1.32	32.0	0.32
	Ave.	23.6	22.1	3.4	59.6	0.1
	± S.D.	32.42	28.62	3.90	57.61	0.10
	max	101.2	84.8	11.9	133.7	0.3
	min	1.5	2.1	0.3	17.8	0.01
	n	8	8	8	8	8
Mineral	57	1.76	1.67	0.66	15.7	0.01
Water	59	3.21	4.93	1.56	25.5	0.07
Bottled	60	5.95	20.40	1.60	36.3	0.05
Water						

NMW では 2 試料で検出され、1.241 と 0.001 であり、MW は 1 試料検出され 0.077 であった。

3. 水の美味しさと健康性

橋本⁹⁾による水の美味しさと健康性について示す K-Index と O-Index を Table 9, 10 に示した。日本産の NMW では健康で美味しいとされるもの 31 試料 (62%)、美味しいとされるもの 12 試料 (24%)、健康なもの 1 試料 (2%)、健康でも美味しくもない 1 試料 (2%) であった。MW では 4 試料 (80%) が健康で美味しい水であった。外国産 NMW では 4 試料 (50%) が健康で美味しい水、3 試料 (38%) が健康でもなく美味しくもない水、3 試料が健康な水、MW では 2 試料すべてが健康で美味しい水、BW (1 試料) は健康な水に分類された。前報²⁾では日本産の NMW は 69%、MW では 76%、BW では 75% が美味しい水に区分された。今回は NMW では 86% が美味しい水に、MW でも 80% が美味しい水に分類され、前回の結果より美味しい水の割合がやや高かった。

要 約

日本市場に見られる日本産 NMW 45 種類、MW 5 種類と外国産 NMW 8 種類、MW 2 種類、BW 1 種類の性状について分析検討した。

全蒸発残留物は日本産が外国産より低値であった。硬度も日本産が外国産より低値であった。遊離炭酸量は、外国産が日本産より高値であった。ナトリウムは外国産が 5% の危険率で日本産より高値であった。マグネシウムは外国産が日本産より高値であった。カルシウムは外国産が日本産より高値であった。リンは日本産が外国産より高値であった。

微量元素では、日本産の分析試料数の 80% 以上で検出

定量された。NMW の常成分と考えられる元素を、日本産の検出率と外国産の検出率 (%) と比較して示すと、ホウ素 97.8% (100%)、バナジウム 80% (37.5%)、ヒ素 80% (12.5%)、ストロンチウム 97.8% (75.0%)、バリウム 84.4% (62.5%) であった。50% 以上 79% 以下で検出された元素はリチウム 66.7% (37.5%)、亜鉛とゲルマニウム 62.2% (62.5%, 12.5%)、セレン 60.0% (12.5%)、ルビジウム 71.1% (12.5%)、モリブデン 71.1% (25.0%)、アンチモン 57.8% (62.5%)、ウラン 57.8% (25.0%) であった。外国産での 80% 以上で検出定量されたのはホウ素のみであった。

分析値からみる橋本による水の美味しさと健康性については、NMW では 86% が美味しい水に、MW でも 80% が美味しい水に分類され、前回の結果より美味しい水の割合がやや高かった。

文 献

- 1) 菅原龍幸, 佐々木弘子: ミネラルウォーターの事例分析について 女子栄養大学紀要 19 号, 123~129 (1988)
- 2) 菅原龍幸, 崔 榮美, 佐々木弘子: 日本市場に見られるミネラルウォーター類の性状, 日本食生活学会誌 10 (1), 34~48 (1999)
- 3) 崔 榮美, 佐々木弘子, 菅原龍幸: 韓国産ミネラルウォーター類の性状について, 日本食生活学会誌 9 (1), 64~73 (1998)
- 4) 崔榮美, 佐々木弘子, 川井英雄, 菅原龍幸: 韓国産ミネラルウォーター類の性状 (衛生学的性状), 日本食生活学会誌 9 (3), 26~32 (1998)
- 5) 菅原龍幸, 崔 榮美, 佐々木弘子: 日本市場に見られるミネラルウォーター類の性状について, 日本食生活学会誌 10 (1), 34~41 (1999)
- 6) 崔 榮美, 佐々木弘子, 松沢睦子, 川井英雄, 菅原龍幸: 中華人民共和國産ミネラルウォーター類の性状について 日本食生活学会誌 10 (3), 39~50 (1999)

7) Youngmi Choi, Hiroko Sasaki, Kyotaro Noguchi, Hiroaki Hayashi, Tatsuyuki Sugahara: ICP-MS Analysis of Trace Minerals Contained in Mineral Waters J. for the Integrated Study of Dietary Habits 11 (1), 62~69 (2000)

8) 佐々木弘子, 小堀千春, 野口幸子, 松沢睦子, 根岸由紀子, 廣末トシ子, 菅原龍幸; 容器入り飲用海洋深層水の性状について, 日本食生活学会15 (3), 202~209 (2004)

9) 橋本 奨; 化学と生物26 65 (1993)

Table 7-1 The Trace Mineral Contents in the Bottled Domestic Natural Mineral Water

												ng/mL
Sample No.	Li	B	Al	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Natural	1	-	174.48	-	9.60	-	-	-	-	-	-	-
Mineral	2	-	56.10	-	5.21	-	-	-	-	-	-	-
Water	3	18.92	-	4.87	3.62	-	-	-	0.48	1.43	0.81	2.53
	4	-	22.19	-	-	15.97	-	-	-	-	-	-
	5	-	5.24	-	1.54	-	-	-	-	-	-	-
	7	0.47	9.82	-	4.44	-	-	-	-	8.16	0.05	0.17
	8	-	21.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	1.62	11.38	1.06	1.22	-	-	-	-	-	0.36	2.31
	11	18.56	42.94	-	2.23	-	4.18	-	-	153.41	-	0.18
	12	1.47	11.56	4.85	3.84	-	-	-	-	0.87	0.10	0.34
	15	-	15.26	0.65	0.60	-	-	-	1.33	-	-	0.16
	16	-	17.75	0.83	0.60	-	-	-	0.40	0.05	-	0.17
	17	-	8.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	-	34.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19	29.94	27.18	1.91	0.70	-	4.03	-	-	9.97	-	4.37
	20	0.69	21.90	1.14	1.38	-	-	-	-	2.73	-	0.16
	21	-	13.79	-	5.29	-	-	-	-	0.85	-	-
	22	-	42.33	-	43.97	-	-	-	-	1.96	-	0.60
	23	4.63	70.81	-	4.02	-	-	-	-	0.64	0.15	0.35
	24	0.04	16.93	26.04	10.58	-	-	-	-	2.83	-	-
	25	-	17.89	-	5.56	-	-	-	-	-	-	-
	26	1.92	11.63	4.04	78.20	-	-	-	-	-	0.12	1.43
	27	1.14	17.43	3.41	115.48	0.34	-	-	-	3.62	0.12	1.77
	28	17.77	34.52	0.73	0.55	-	-	-	1.46	7.36	0.40	0.36
	29	0.74	47.60	-	1.35	-	-	-	-	5.31	-	1.89
	30	-	6.37	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31	2.80	32.84	-	0.94	-	-	-	-	0.71	-	0.21
	33	-	11.13	5.58	21.15	-	-	-	-	1.10	-	0.20
	34	2.44	13.94	0.47	12.86	-	-	-	-	39.45	0.14	1.47
	35	13.18	6.16	1.20	0.24	-	-	-	0.08	-	0.15	0.34
	36	1.38	3.71	3.02	0.71	-	-	-	-	0.73	0.64	0.33
	37	17.59	67.81	31.98	3.87	3.04	0.70	-	-	183.07	6.51	0.52
	38	1.07	9.44	1.18	1.70	-	-	-	-	2.56	0.25	0.33
	39	-	237.15	24.16	0.60	-	-	-	-	0.06	0.84	1.24
	40	2.68	16.23	0.76	3.66	-	-	-	-	2.28	0.15	0.46
	41	12.20	7.68	-	-	-	33.05	-	-	-	-	-
	42	37.94	407.34	5.32	0.94	-	-	-	-	5.98	2.07	1.52
	43	12.31	6.06	-	-	-	8.07	-	-	-	-	-
	44	7.26	91.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	45	1.55	6.28	-	5.33	-	-	-	37.04	19.31	-	-
	46	1.79	16.92	2.85	9.10	-	5.54	-	-	-	0.77	1.00
	47	8.13	122.36	-	-	-	36.20	-	-	6.42	-	0.07
	48	11.08	249.61	-	4.39	-	27.86	-	-	3.31	-	-
	49	10.28	26.42	-	2.03	-	-	-	4.51	0.86	0.62	3.73
	50	9.58	178.85	-	3.89	-	-	-	-	0.49	0.80	-
	Ave.	8.1	50.9	6	10.3	1.7	15.1	-	-	6.5	16.6	1.0
	± S.D.	9.28	80.13	9.2	23.12	-	13.79	-	-	13.56	43.73	1.12
	max	37.9	407.3	32.0	115.5	-	36.2	-	-	37.0	183.1	6.5
	min	0.04	3.7	0.5	0.2	-	0.7	-	-	0.1	0.1	0.1
	n	30	44	21	36	2	9	-	-	7	28	28
Mineral	6	1.60	155.68	2.27	0.14	-	-	-	128.17	141.09	0.40	0.46
Water	10	-	13.16	2.99	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	6.84	299.09	1.64	0.80	-	-	-	-	2.34	5.54	3.07
	14	2.59	522.59	15.47	-	-	-	-	-	-	2.45	3.54
	32	1.39	19.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- : Not Detected

Table 7-2 The Trace Mineral Contents in the Bottled Domestic Natural Mineral Water

		ng/mL										
Sample No.		As	Se	Rb	Sr	Mo	Cd	Sb	Cs	Ba	Pb	U
Natural Mineral Water	1	1.36	-	1.12	124.69	2.09	-	0.53	-	9.68	-	-
	2	6.04	-	1.73	38.91	-	-	0.44	-	0.80	-	-
	3	7.49	1.48	11.27	40.78	29.05	0.03	0.23	0.18	21.97	-	0.006
	4	5.35	-	-	261.89	-	-	-	-	0.69	-	-
	5	-	-	2.22	23.49	-	-	0.44	-	1.20	-	-
	7	2.33	0.37	-	102.54	0.60	-	0.39	-	5.76	-	0.026
	8	-	-	-	73.41	-	0.01	-	-	1.10	-	-
	9	1.11	0.67	6.17	29.30	0.63	-	-	-	3.35	-	0.028
	11	2.08	0.45	-	71.18	1.86	0.05	0.81	-	2.47	-	0.014
	12	0.95	0.64	3.86	22.24	0.42	-	-	-	-	-	0.003
	15	0.38	0.31	0.91	37.42	0.17	0.01	0.13	-	2.19	-	0.003
	16	0.42	0.34	0.91	37.21	0.38	0.01	0.68	-	2.17	-	0.005
	17	-	-	-	185.43	-	-	-	-	53.35	-	-
	18	-	-	-	201.93	-	-	0.03	-	46.50	-	-
	19	9.37	0.20	0.66	-	4.84	-	0.02	0.43	0.26	-	0.014
	20	2.19	0.25	0.22	28.47	0.07	-	0.38	0.03	3.95	-	0.042
	21	2.44	-	1.73	98.33	-	-	0.71	-	3.09	-	-
	22	-	-	2.02	54.56	-	-	-	-	2.19	-	-
	23	0.64	0.81	0.43	52.59	5.77	-	-	-	0.39	-	0.128
	24	0.32	0.57	-	5.37	-	-	0.33	-	-	-	-
	25	2.64	-	1.78	96.07	-	-	0.43	-	3.00	-	-
	26	0.90	0.77	1.43	21.05	0.72	-	-	-	-	-	0.008
	27	1.57	0.80	2.12	26.14	0.78	-	-	-	-	-	0.007
	28	0.53	0.63	8.86	51.76	0.50	-	-	0.14	4.46	-	0.103
	29	1.97	0.43	-	61.06	1.51	-	-	-	0.08	-	0.011
	30	-	-	-	91.60	21.77	-	-	-	-	-	-
	31	2.01	0.28	1.14	47.29	0.51	-	0.71	-	2.97	-	0.037
	33	0.94	0.38	1.00	20.07	0.02	-	0.32	-	-	-	0.003
	34	1.14	0.89	1.71	76.34	0.50	-	-	-	0.23	-	0.016
	35	0.95	0.57	0.55	26.94	0.82	-	-	-	0.43	-	0.988
	36	0.79	0.59	0.63	36.72	0.43	-	0.31	-	7.67	-	0.002
	37	8.60	1.69	6.13	86.26	11.59	-	0.31	-	109.67	-	0.008
	38	5.21	0.72	0.69	37.44	0.55	-	0.12	-	1.89	-	0.022
	39	0.63	0.56	0.61	72.39	2.54	-	-	-	1.96	-	0.001
	40	1.40	0.58	4.47	21.40	0.62	-	-	0.56	-	-	0.004
	41	0.94	-	-	308.51	1.10	-	0.80	-	1.01	-	-
	42	4.45	0.74	1.32	136.86	6.07	-	-	-	30.75	-	0.002
	43	0.95	-	-	308.47	1.15	-	0.85	-	0.70	-	-
	44	-	-	-	62.34	-	-	0.17	-	8.90	-	-
	45	-	-	-	168.28	-	-	1.90	-	2.02	-	-
	46	1.92	1.00	9.82	130.40	0.81	-	-	-	9.23	-	0.009
	47	9.95	-	19.09	61.77	0.37	-	0.02	-	8.14	-	-
	48	-	-	20.49	138.51	-	-	0.18	-	9.97	-	-
	49	1.12	1.24	15.87	97.29	0.47	-	-	-	7.18	-	0.027
	50	8.02	-	13.05	108.54	0.19	-	0.91	-	60.12	-	-
	Ave.	2.75	0.67	4.50	85.98	3.09	0.02	0.47	0.27	11.35	-	0.06
	± S.D.	2.813	0.358	5.701	73.429	6.388	0.019	0.397	0.219	21.968	-	0.192
	max	9.95	1.69	20.49	308.51	29.05	0.05	1.90	0.56	109.67	-	0.988
	min	0.32	0.2	0.22	5.37	0.17	0.01	0.02	0.03	0.08	-	0.001
	n	36	27	32	44	32	5	26	5	38	-	26
Mineral Water	6	0.39	0.39	0.28	0.30	0.34	-	0.06	-	5.02	1.42	0.002
	10	-	-	-	19.72	-	-	-	-	4.70	-	-
	13	0.49	0.73	0.29	96.89	0.96	-	-	-	77.82	-	0.014
	14	-	-	-	85.53	19.11	-	0.16	-	-	-	-
	32	0.95	-	0.46	48.58	-	-	0.56	-	3.48	-	-

- : Not Detected

Table 8-1 The Trace Mineral Contents in the Bottled Foreign Natural Mineral Water

												ng/mL	
Sample No.		Li	B	Al	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge
Natural	51	—	16.86	—	—	—	—	—	—	—	4.35	—	—
Mineral	52	180.67	1149.82	—	—	—	—	—	—	—	33.19	—	—
Water	53	—	36.91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	54	—	73.34	—	—	—	—	—	—	—	218.07	—	—
	55	—	3.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	56	7.50	88.33	—	3.19	—	—	—	0.27	—	3.81	0.26	0.32
	58	—	29.99	—	0.47	—	—	—	—	—	—	—	—
	61	12.59	6.74	—	0.11	—	0	—	—	—	6.03	1.47	—
	Ave.	66.90	175.70	—	1.30	—	—	—	0.27	—	53.1	0.9	0.32
	±S.D.	98.55	394.79	—	1.68	—	—	—	—	—	93.05	—	—
	max	180.7	1149.8	—	3.2	—	—	—	—	—	218.1	—	—
min	7.5	3.3	—	0.1	—	—	—	—	—	3.8	—	—	
n	3	8	—	3	—	—	—	—	1	—	5	2	1
Mineral	57	1.02	9.81	—	0.58	—	0.12	—	—	—	17.13	0.62	0.33
Water	59	—	15.98	—	—	—	—	—	—	—	—	0.52	—
Bottled water	60	—	6.78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table 8-2 The Trace Mineral Contents in the Bottled Foreign Natural Mineral Water

		ng/mL										
Sample No.		As	Se	Rb	Sr	Mo	Cd	Sb	Cs	Ba	Pb	U
Natural Mineral Water	51	-	-	-	126.93	-	-	0.53	-	22.55	-	-
	52	-	-	-	1849.45	-	-	-	-	6.59	-	-
	53	-	-	-	149.13	-	-	0.41	-	22.64	-	-
	54	-	-	-	2300.98	-	-	0.48	-	-	-	-
	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	56	0.53	0.70	0.69	-	0.40	-	-	-	2.46	-	0.001
	58	-	-	-	12.89	-	-	0.46	-	-	-	-
	61	-	-	-	156.92	0.28	-	0.09	-	42.93	-	1.241
	Ave.	0.53	0.70	0.69	766.10	0.34	-	0.40	-	19.40	-	0.60
	± S.D.	-	-	-	1025.39	-	-	0.17	-	16.01	-	-
	max	-	-	-	2301.0	-	-	0.5	-	42.9	-	-
	min	-	-	-	12.9	-	-	0.1	-	2.5	-	-
	n	1	1	1	6	2	-	5	-	5	-	2
Mineral Water	57	0.42	0.68	0.54	42.82	1.24	-	0.05	-	7.71	-	0.077
	59	-	-	-	116.48	-	-	-	-	40.39	-	-
Bottled Water	60	-	-	-	610.91	-	-	-	-	15.15	-	-

Table 9 Classification by K- and O-Index of the Bottled Domestic Mineral Water

	Sample No.	K-Index ¹⁾	O-Index ²⁾	Division ³⁾
Natural Mineral Water	1	14.5	5.5	A
	2	10.4	6.8	A
	3	8.8	17.1	A
	4	12.8	7.7	A
	5	23.6	18.7	A
	7	-3.8	7.6	B
	8	17.2	2.7	A
	9	27.8	49.1	A
	11	6.3	11.0	A
	12	41.6	30.7	A
	15	1.1	3.0	B
	16	3.7	4.1	B
	17	23.1	6.5	A
	18	11.3	4.0	A
	19	-13.6	5.6	B
	20	10.1	4.4	A
	21	8.8	8.1	A
	22	8.5	2.9	A
	23	-5.0	3.7	B
	24	1.8	7.2	B
	25	4.6	1.5	C
	26	8.9	15.6	A
	27	6.3	14.9	A
	28	16.5	7.7	A
	29	-5.9	7.8	B
	30	28.0	0.9	D
	31	9.0	5.8	A
	33	3.6	14.4	B
	34	12.3	8.9	A
	35	22.9	25.0	A
	36	24.1	10.2	A
	37	35.1	42.0	A
	38	23.6	8.9	A
	39	26.5	2.0	A
	40	29.2	15.0	A

	Sample No.	K-Index ¹⁾	O-Index ²⁾	Division ³⁾
Mineral Water	41	-6.9	3.2	B
	42	18.4	2.6	A
	43	4.1	4.3	B
	44	23.3	4.6	A
	45	10.8	3.5	A
	46	17.3	12.4	A
	47	-2.8	15.6	B
	48	0.1	2.2	B
	49	9.2	9.6	A
	50	24.2	11.8	A
	Ave.	12.2	10.1	
	± S.D.	11.85	9.86	
	max	41.6	49.1	
	min	-13.6	0.9	
	n	45	45	
Mineral Water	6	21.7	37.2	A
	10	6.5	11.5	A
	13	22.8	3.7	A
	14	25.5	1.2	D
	32	10.5	6.6	A
	Ave.	19.1	13.4	
	± S.D.	8.57	16.46	
	max	25.5	37.2	
	min	6.5	1.2	
	n	5	5	

1) $K\text{-Index} = (Ca - 0.87Na)$ 2) $O\text{-Index} = (Ca + K + SiO_2) / (Mg + SO_4)$ 3) A : $K \geq 5.2, O \geq 2$ Healthy and TastyB : $K < 5.2, O \geq 2$ TastyC : $K < 5.2, O < 2$ Neither Healthy nor TastyD : $K \geq 5.2, O < 2$ Healthy

Table 10 Classification by K- and O-Index of the Bottled Foreign Mineral Water

Sample No.	K-Index ¹⁾	O-Index ²⁾	Divistion ³⁾	
Natural	51	159. 7	16. 6	A
Mineral	52	−63. 3	0. 9	C
Water	53	22. 6	2. 9	A
	54	121. 4	0. 4	D
	55	8. 0	0. 1	D
	56	5. 2	1. 8	D
	58	39. 1	19. 1	A
	61	20. 3	24. 1	A
	Ave.	39. 1	8. 2	
	± S.D.	70. 25	9. 94	
	max	159. 7	24. 1	
min	−63. 3	0. 1		
n	8	8		
Mineral	57	14. 2	2. 5	A
Water	59	22. 7	4. 4	A
Bottled	60	31. 1	0. 9	D
Water				

1) $K\text{-Index} = (Ca - 0.87Na)$ 2) $O\text{-Index} = (Ca + K + SiO_2) / (Mg + SO_4)$ 3) A : $K \geq 5.2, O \geq 2$ Healthy and TastyB : $K < 5.2, O \geq 2$ TastyC : $K < 5.2, O < 2$ Neither Healthy nor TastyD : $K \geq 5.2, O < 2$ Healthy