報 文

[*Nippon Nōgeikagaku Kaishi* Vol. 70, No. 10, pp. 1103~1116, 1996]

水質化学成分と官能検査によるおいしさとの相関

佐々木健, 岩永千尋, 渡辺昌規, 鈴木洸次郎,

浜岡 尊*, 近藤 暉**

(広島電機大学化学教室, *広島電機大学情報工学科, **広島修道大学商学部)

平成 8 年 3 月 21 日 受 理

Correlation between Sensory Good Taste and
Chemical Compositions in Natural and Mineral WaterKen SASAKI, Chihiro IWANAGA, Masanori WATANABE, Kojiro SUZUKI,
Takasi HAMAOKA*, and Susumu KONDO***Chemistry Laboratory, Hiroshima-Denki Institute of Technology, 6-20-1,
Nakano, Aki-ku, Hiroshima, 739-03*** Department of Computer Science, Hiroshima-Denki Institute of Technology, 6-20-1,
Nakano, Aki-ku, Hiroshima, 739-03**** Faculty of Commercial Science, Hiroshima Syuudo University,
Tomo, Numata, Asaminami-ku, Hiroshima, 730-00*

Focusing on the investigation of the suitability of the standard for palatable water from Ministry of Welfare in Japan ("Oishiimizu no youken"), chemical analyses and sensory tests were done on about 82 samples of well, spring, river, and commercial mineral waters in Hiroshima district and other districts in Japan. In simple regression analyses between sensory tests and chemical compositions, relatively good correlations could be obtained for organic matter, total hardness, and iron which are included in this standard, and bicarbonate. Using these 4 chemical compositions, multiple regression analyses were done. The multiple regression coefficient for the water from Hiroshima district ($n=47$) and from other districts ($n=35$) were 0.8217 and 0.8401, respectively. At the same time, statistical accept ability was satisfactory in every regression analysis suggesting that these regression analyses could be established. These results suggest that the standard for potable water from the Ministry of Welfare in Japan might be approved. In addition, it was confirmed that evaluate of potable water might be possible using these 4 chemical compositions, organic matter, total hardness, iron, and bicarbonate.

(Received March 21, 1996)

Key words: water quality; multiple regression analysis; chemical analysis of water; sensory test

結 言

最近, 水道水源となる河川や湖沼の水質汚濁が問題となっている。それにともない水道水の味も劣化傾向にある。日本は水道水を直接飲める世界でも数少ない国の一つであるが, 大都市では特に夏期, 水道水がおいしくないという苦情もある。

一方, 約 10 年前からの名水ブームは依然続いており, ペットボトル入りミネラルウォーターの売り上げは急上昇している。休日には各地の名水といわれる湧水や井戸には人が群がり名水を求めている。

しかし, 名水という定義は依然曖昧で, ペットボトル入り名水もさまざまな水質のものがあ, 各地の名水といわれる湧水や井戸水も地域により水質が大きく

Table 1 Standards of Good Taste Water

	The Welfare Ministry		Hashimoto ²⁾	
	Oisii mizuno youken	Oisii-mizuno suisitu jyouken	O index	K index
pH	6.0~7.5	6.0~7.5		
Smell	no	<3 degree		
Temperature(°C)	—	<20		
Hardness(mg·l ⁻¹)	<50	10~100		
Free carbonate(mg·l ⁻¹)	—	3-30	Ca + K + SiO ₂	Ca 0.87 Na
Organic matter(mg·l ⁻¹)	<1.5 ¹⁾	<3.0	Mg + SO ₄	
			≥2.0(mg·mg ⁻¹)	≥5.2
Dry solid(mg·l ⁻¹)	50~200	30~200		
Residual Cl ₂ (mg·l ⁻¹)	—	<0.4		
Iron(mg·l ⁻¹)	<0.02	<0.02		
Cl (mg·l ⁻¹)	<50	—		

1) Under ground water 2) Hashimoto *et al.*

異なる。厚生省は昭和59年4月2日付で「厚生省おいしい水の要件」(以下「要件」)を定め、その後おいしい水研究会の提言した「おいしい水の条件」(以下「条件」)⁽¹⁾が現在、水のおいしさの評価に広く用いられている(Table 1)。平成5年12月に改訂された水道法の新水質基準にも快適項目として「条件」の基準が反映されている。

一方、橋本ら^(2,3)は水に含まれるミネラルのバランスから、おいしい水と健康に良い水を識別するO indexとK indexを提案している(Table 1)。松下⁽⁴⁾は、水の¹⁷O-NMRスペクトルから識別される水のクラスターの大小がおいしい水や健康に良い水の識別に役立つことを報告している。最近、大河内ら^(5,6)は、このNMRスペクトルは水のpHにより変化し、水のクラスターの大小を表すものではない事を種々の水を用いて明かにし、NMRスペクトルで水のおいしさを言及できない事を示した。また、 π ウォーターや磁気水、アルカリイオン水など種々の機能水が出回っているがおいしさとの関係は明確でない⁽⁷⁾。

我々⁽⁸⁾は先に、「要件」を基準にして水のおいしさを判定しうる手法を提案した。同時に、広島地区で地域の人々に名水と言われる水の多くは「要件」に合致する水の多い事を報告した⁽⁸⁾。その後、全国の名水や一般の湧水、井戸水、河川水、市販の水の水質分析ときき水(官能検査)を実施する過程で、水のおいしさはやはり基本的には水質化学成分により識別できのではと考えるに至った^(9,10)。また、「要件」もその識別に役になつ可能性があると考えられる。

ここでは水のおいしさは名水の程度を示す一つのファクターとして話を進める。ただし、名水とは地域性、風土、歴史等も包含しており、ここでは水のおいしさの科学的判定のみに焦点を当てている。

そこで改めて、水質成分で水道水のおいしさを判断する「要件」がどの程度一般の水のおいしさをも表現しうるのか検証する事を目的として、広島地区および他地区(全国)の名水といわれる水および一般の湧水、井戸水、河川水、市販の水の水質化学分析ときき水を実施した。

さらに重回帰分析の手法を用い、おいしさと水質成分の関係を検討し、「要件」の妥当性について考察を加えた。

実 験 方 法

1. 検水および採水

広島近郊(広島県内)の由緒ある名水あるいはかつて名水と言われた湧水および一般の湧水、沢水、井戸水、河川水、池水等をランダムに47点採水した。広島には名水と言われる湧水や井戸水が広く分布している⁽⁹⁾。採水は1ℓ容ポリビン(分析用)または1.8ℓ容ガラスビン(きき水用)を用い、特に共液洗いを慎重に行い採水した。採水期間は平成5年4月-6年3月の約1年間である。これを広島地区の水とグループ分けした。一方、他地区(岡山、京都、富山、東北)についてもランダムに名水や一般の水を採水した。また地方で販売されている地元のペットボトル入り名水も購入してこれも検水の一部とした。一部外国産の水も含まれる

が、日本ですでに広く飲まれているという事で他地区の水のグループに編入した。採水、購入期間は同様に平成5年4月-6年3月の約1年間であった。

採水後は直ちに大腸菌群の検査を行い、4~7°Cに保ったクーラーに保存し研究室に持ち帰り、分析、きき水を実施した。

2. 分析

分析は前報通り、「水の分析 (第3版)⁽¹¹⁾」に準じて行った。分析項目および方法は以下の通りである。pH: ガラス電極法; 総硬度: キレート滴定法; 有機物: 過マンガン酸カリ消費量(滴定法); 塩素イオン: Mohr 法; 全鉄: *o*-フェナントロリン法; アンモニア態窒素: インドフェノール青法; 硝酸態窒素: フルシンスルファニル酸法; 亜硝酸態窒素: スルファニルアミド法; リン酸イオン: モリブデン青法; 重炭酸イオン: pH 4.8 アルカリ度; 硫酸イオン: 硫酸バリウム比濁法; フッ素: ランタンアリザニンコンプレクサン法; 蒸発残留物: 乾燥重量法; ケイ酸: モリブデン青法; マンガンイオン: ホルムアルドキシム法; カルシウムおよびマグネシウムイオン: キレート滴定法; ナトリウムおよびカリウムイオン: 原子吸光法; 残留塩素: *o*-トリジン法。

用いた分析機器は pH メーター(東亜電波工業 Type M-2163), 電気電導度計(ホリバ ES-12), 分光光度計(日立 Model 100-50) および原子吸光分析機(島津 AA 640)である。大腸菌群は簡易試験紙法(柴田科学)を用いてマニュアルに従い検査した。

3. きき水 (官能検査)

きき水は4~7°Cで持ち帰った検水を、3日以内に清浄な研究室にて20~25°Cの室温に保って行った。水のおいしさは温度によって大きく変わることが知られているので、ここでは前報⁽⁸⁾通り20~25°Cできき水を実施した。パネラーは7人で、常時4~5人で行った。パネラー A および B は10年以上きき水の経験のある習熟者で、他は未経験の学生および社会人である。

おいしさの評価は前報通り、良、やや良、普通、やや不良、不良の5段階で評価し、それぞれ5, 4, 3, 2, 1点を配して採点した(100点満点に換算)。

ここでおいしさというのは総合評価で、臭気や清澄感や色合いも総合的に含まれる。というのは、水の場合、他の食品の官能検査のように、まろやかさ、柔らかさ、渋みなどは現実的に識別は容易ではないからで

ある(特に習熟した人は別として)。従って一般の人が普通に感じるおいしさと言う観点からこのような総合評価を行った。

4. 重回帰分析

重回帰分析は EPSON PC-486 SE パーソナルコンピュータを用い、表計算ソフト(三四郎, ジャストシステム社)を用いて常法にて行った。

結果および考察

1. 水質成分

Table 2-1~2-3 に広島地区の検水の水質化学分析値ときき水の結果(検水数 $n=47$) および Table 3-1~3-2 に他地区の検水の分析値ときき水の結果を示す。Table 2, 3 には水質成分ばかりでなく、橋本による、おいしい水インデックス: O index, 健康に良い水: K index および我々が前報⁽⁸⁾で示した相乗平均法による判定点も併せて示す。

広島地区で由緒ある名水、原爆献水の名水など、大部分の人が名水と認めるおいしい水、例えば日本の天然水(サントリー, 三段峡の地下水), 冠山の水(吉和町の地下水), 毘沙門湧水, 霊泉寺名水, 三滝名水, 小河内湧水, 道後山(比婆郡)名水, 阿戸(沢水), 唐谷川の名水はいずれも総硬度が $50 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 以下, 有機物も $1.5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ 以下と、いわゆる「要件」に合致する軟水の水であった。これは、広島地区が白亜紀後期の広島花崗岩あるいはその砂礫層で覆われ、地下水も比較的溶存成分が少なく鉄分も少ない事が原因であると考えられる⁽¹²⁾。Table 2 に示す今回のきき水の結果も、ほぼ一般の人の従来の評価に対応した良い評価となっている。

他地区の水にしても、四万十名水, 安曇山水, 木曾自然水, 伏見の御香水, 立山玉殿名水, 岡山岩井名水 No.2, 奥出雲名水など地域で著名な名水といわれる水はいずれも「要件」に合致していることが多かった(Table 3)。

これら広島地区、他地区の検水について、我々の相乗平均法による判定は100点と良い評価を示しているが、O index については高いものもあり低いものもあり必ずしも良い評価とはならなかった(後述)。

広島地区の水質成分をヒストグラムにまとめたのが Fig.1 である。Fig.1 から明らかなように、広島地区の検水の多くは総硬度, 有機物, 鉄分の低い水で、硝酸

Table 2-1 Chemical Analyses of Waters in Hiroshima District

	Nihon no Tenneisui Mi	Kurose gawa	Nikyu damu Po	Hiro o kawa	Hiro suidou	Egezan Sa	Sasaki Ido	Otuka Yu	Reisenji Ido	Aida Yu	Takasezekil	Bisyamon Yu	Amazu Yu	Deai Shimizu	Kanmuriyama no mizu Ido	
① pH	7.31	7.15	7.28	7.30	7.60	6.50	6.20	6.61	6.70	6.80	7.30	7.10	6.71	6.73	7.40	
② Organic matter	0.32	13.9	11.1	6.00	3.48	5.69	0.32	1.74	0.40	1.11	1.74	1.26	0.79	2.73	0	
③ Total hardness	14	56	55	60	70	4	54	25	34	80	23	14	46	74	14	
④ HCO ₃ ⁻	14	35	37	39	39	4	10	26	25	52	24	8	31	44	15	
⑤ Cl ⁻	9.3	40.4	22.7	38.9	27.0	7.3	20.7	10.5	11.6	22.0	11.3	12.7	15.5	23.4	9.9	
⑥ NH ₄ ⁺ · N	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	
⑦ NO ₃ ⁻ · N	0.46	1.35	1.34	1.34	1.60	0.30	5.80	0.23	1.30	3.83	0.40	0.30	2.65	6.15	0.22	
⑧ NO ₂ ⁻ · N	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.01	0.04	0.10	0	0.02	0	0	
⑨ PO ₄ ³⁻	0	0.32	0.37	0.39	0.09	0.07	0.07	0.21	0.09	0.14	0.10	0.09	0.19	1.25	0.06	
⑩ Total iron	0.01	0.23	0.13	0.16	0.02	0	0	0.03	0.04	0.02	0.04	0.01	0.02	0.04	0.01	
⑪ SO ₄ ²⁻	0.3	1.0	16.3	39.4	9.4	4.4	23.1	1.0	5.0	10.4	10.0	4.4	16.3	14.0	0.3	
⑫ SiO ₂ ²⁻	10.9	2.8	3.2	3.0	3.2	4.8	6.7	27.2	24.4	24.8	11.1	18.0	31.7	21.8	14.0	
⑬ F ²⁻	0.19	0.20	0.21	0.25	0.17	0.17	0.12	0.06	0.06	0.11	0.10	0.12	0.30	0.08	0.04	
⑭ Mn ²⁺	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0	0	0	0	
⑮ Dry solid	48	98	102	80	92	42	172	78	76	180	60	76	138	168	42	
⑯ Electric conductivity	58	232	211	115	218	33	204	100	119	268	80	74	180	225	45	
⑰ Cl ₂	0	0	0	0	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
⑱ Ca ²⁺	3.84	17.8	18.0	19.2	24.0	0.64	16.2	8.32	10.6	26.7	6.24	4.16	16.2	25.8	3.36	
⑲ Mg ²⁺	1.07	2.67	2.43	2.92	2.33	0.58	3.26	0.92	1.85	3.40	1.70	0.87	1.41	2.38	1.46	
⑳ K ⁺	0.52	3.21	2.78	3.75	2.59	0.42	2.68	1.00	1.23	1.56	1.11	0.51	1.11	4.06	0.44	
㉑ Na ⁺	6.40	15.2	10.4	13.0	11.7	4.89	16.95	8.68	8.88	15.88	0.79	7.02	13.97	1.64	3.88	
㉒ Coliform bacteria	0	<200	<200	<200	0	0	0	13	0	8	36	4	15	80	0	
㉓ K index	-1.73	16.52	17.10	18.07	22.98	3.61	3.38	0.77	2.89	12.74	5.55	-1.95	4.01	24.33	-0.02	
㉔ O index	10.91	6.50	1.28	0.61	2.54	1.68	0.97	10.20	1.73	2.05	10.87	4.31	0.99	3.15	9.97	
㉕ Mean square judgement	100	0	0	72	66	85	98	92	96	91	96	100	100	94	100	
㉖ Sensory judegment																
Paneller	A	5	1	1	2	1	3	5	4	5	2	3	5	4	2	5
	B	5	1	1	1	1	3	4	3	4	2	3	4	4	3	5
	C	5	1	1	1	1	2	3	3	4	2	3	4	4	3	5
	D	5	1	1	2	1	2	4	3	4	1	3	4	4	3	5
	E	5	1	1	1	1	2	4	4	5	1	3	5	3	1	5
㉗ Meanvalue		5	1	1	1	1	3	4	3	4	2	3	4	4	2	5
㉘ Point (0-100)		100	0	0	10	0	35	75	60	85	15	50	85	70	35	100

②-⑯, ⑰-㉑: ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$); ⑯: $\mu\text{S} \cdot (\text{cm})^{-1}$; ㉒: ml^{-1} ; ㉓, ㉔: Hashimoto *et al'*; ㉕: Sasaki *et al'*

Sa: sawamizu; Ido: well water; Yu: spring water; Mi: mineral water or natural mineral water (commertial); Po: pond or lake water

Table 2-2 Chemical Analyses of Waters in Hiroshima District (continued)

	Ato Sa	Yano Ozaki Ido	Siraki Akiyama Yu	Fukuoji Yu	Mitaki Sa	Nukusina Sa	Koi Sa	Yanada Ido	Asao Ido	Yashiro Sa	Nakafukawa Yu	Arataniyama Sa	Ogauchi Yu	Mizunashigawe	Kageuragawa	Karatanigawa	
①	6.91	7.59	7.25	6.50	7.50	7.59	7.45	6.89	6.63	7.05	6.48	6.25	7.03	7.39	7.05	7.20	
②	0.47	1.11	3.79	2.03	0	3.32	4.42	0.32	0.95	2.13	8.74	3.69	0.16	2.32	0.54	0.98	
③	12	71	5	8	29	30	16	6	88	15	15	6	10	53	12	20	
④	8	45	10	4	22	32	13	8	78	11	13	3	15	34	8	16	
⑤	7.8	11.4	6.3	8.7	10.9	12.1	9.5	6.8	33.1	10.7	10.5	8.7	12.7	14.8	9.5	8.9	
⑥	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.13	0	0	0	0	0	0	
⑦	0.53	0.60	1.00	0.40	0.10	0.50	0.60	0.70	1.53	0.11	1.30	0.80	1.15	0.93	1.55	1.00	
⑧	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.05	0.06	0.03	0	0	0	
⑨	0.10	0.20	0.03	0.03	0.05	0.10	0.07	0.05	0.01	0	0.02	0.02	0.04	0.21	0.04	0.05	
⑩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.12	
⑪	1.0	37.5	0.9	4.4	1.6	6.9	1.7	0.6	21.3	4.3	4.7	4.4	0.5	19.6	1.1	7.4	
⑫	15.0	29.5	22.0	5.6	24.8	16.9	21.8	11.6	38.5	16.5	33.7	30.0	21.8	16.8	12.8	18.5	
⑬	0.03	0.03	0.31	0.14	0.12	0.07	0.18	0.11	0.12	0.20	0.02	0.05	0.07	0.01	0.09	0.04	
⑭	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0.22	0	0	
⑮	36	156	58	58	84	76	78	36	200	74	68	96	44	132	52	76	
⑯	44	230	37	53	102	115	80	32	294	68	61	42	52	181	39	73	
⑰	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
⑱	3.44	23.9	1.44	2.00	9.12	10.3	4.88	0.80	17.6	6.92	4.56	1.36	2.40	17.4	2.96	6.32	
⑲	0.78	2.62	0.24	0.63	1.60	1.07	0.83	0.97	10.7	1.22	0.83	0.63	0.87	2.24	1.12	0.97	
⑳	0.73	2.11	0.55	1.85	0.98	1.47	1.00	0.61	3.90	1.04	0.77	0.67	0.47	3.57	0.67	0.56	
㉑	3.82	14.0	7.79	5.26	7.35	8.23	7.63	6.17	40.6	7.82	6.56	4.89	6.87	12.4	5.83	4.96	
㉒	6	21	4	6	7	21	4	0	0	50	50	30	0	10	0	0	
㉓	0.12	11.8	-5.34	-2.58	2.73	3.16	-1.76	-4.57	-17.8	-2.54	-1.15	-2.89	-3.58	6.59	-2.11	2.00	
㉔	24.6	1.38	21.5	1.88	10.8	3.61	10.2	8.10	1.88	3.97	7.30	6.42	18.7	1.73	7.39	3.03	
㉕	100	94	91	91	100	88	91	96	91	91	0	85	100	90	100	85	
㉖	A	5	1	3	4	5	4	4	3	2	3	4	5	5	2	5	5
	B										4	4	5	5			
	C	5	2	3	3	4	3	3	4	2	3	3	3	5	3	4	5
	D	5	3	3	3	4	4	3	3	2	3	3	4	5			
	E	4	2	3	5	4	3	4	4	2	3	3	4	4	3	5	5
	F	5	2	3	4	4	3	4	3	2	4	3	4	4	3	5	5
	G	4	2	2	3	4	3	4	4	2		3	3	4			
㉗		5	2	3	4	4	3	4	4	2	3	3	4	5	3	5	5
㉘		92	25	45	67	79	58	68	63	25	42	58	75	89	44	94	100

Table 2-3 Chemical Analyses of Waters in Hiroshima District (continued)

	Tateishigawa	Dogoyama Mi	Hakuryu Ko Po	Miyama Kouen Sa	Kusunashi gawa Yu	Youtien Mae	Saihou Ji	Ohno Mae	Shimokiri Bashi	Boen Mae	Hisaihara Bashi	Senogawa 2	Nakano Suidou	Youmeisui Ido	Myouken Ido	Amida Ido	
①	6.82	7.30	7.21	7.15	6.98	7.46	7.43	7.37	7.38	7.35	7.33	7.57	7.33	6.35	6.38	6.10	
②	1.67	0.40	7.58	4.11	4.69	6.63	4.27	4.90	3.48	3.48	3.00	6.00	2.05	0.32	0.32	0.32	
③	5	33	16	15	6	31	25	25	29	22	16	34	21	72	71	44	
④	6	32	19	15	10	36	27	27	27	25	28	35	30	32	34	21	
⑤	7.1	7.9	8.9	7.8	12.8	2.8	10.6	10.3	11.0	8.7	8.2	15.2	10.6	38.5	38.3	26.5	
⑥	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
⑦	1.95	0.70	0.14	0.19	0.10	0.58	0.18	0.11	0.40	0.19	0.39	1.00	0.18	4.70	12.0	3.10	
⑧	0	0	0	0	0.01	0	0.03	0.01	0.03	0.01	0	0	0	0	0	0	
⑨	0	0	0.06	0.03	0.05	0.10	0.04	0.07	0.04	0.03	0.06	0.43	0	0.16	0.12	0.11	
⑩	0	0	0.22	0.02	0.01	0.03	0.08	0.02	0.06	0.01	0.02	0.03	0.02	0	0	0	
⑪	4.1	1.6	2.6	0	0	1.6	1.8	1.6	0.3	1.8	2.6	6.2	0	23.0	21.8	30.9	
⑫	17.1	15.0	13.9	15.2	21.8	16.3	29.9	15.8	15.8	16.4	19.4	18.3	11.6	30.3	41.8	61.5	
⑬	0.01	0.15	0.01	0	0	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.08	0.01	0	0	0	0	
⑭	0	0	1.14	0.08	0.06	0.06	0.04	0.08	0.04	0.04	0.08	0.04	0	0.01	0.03	0.02	
⑮	62	36	220	44	38	60	70	70	78	62	66	96	52	206	198	156	
⑯	43	65	60	56	47	107	98	95	92	88	89	143	86	308	301	270	
⑰	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	0	0	0	
⑱	1.92	0.16	4.16	3.60	1.28	10.2	8.00	8.08	7.76	8.64	9.04	11.1	6.80	25.6	22.4	11.1	
⑲	0.05	7.87	1.36	1.46	0.68	1.31	1.22	1.17	2.33	0.10	0.34	1.51	0.97	1.90	3.65	3.94	
⑳	0.60	0.05	1.32	1.13	0.64	1.45	1.46	1.44	1.33	1.26	1.05	2.53	1.23	1.87	1.87	3.07	
㉑	6.84	3.01	5.93	6.34	6.67	9.11	9.11	8.70	9.11	8.54	8.70	8.60	5.80	66.0	54.0	44.0	
㉒	0	0	10	10	5	<200	60	150	70	60	20	0	0	10	10	50	
㉓	4.03	-2.46	-1.00	1.92	-4.52	2.31	0.07	0.51	0.17	1.21	1.40	3.64	1.75	31.7	24.6	27.2	
㉔	4.74	1.60	4.86	1.36	34.9	9.47	13.0	9.02	9.35	13.9	8.17	4.12	20.3	2.33	2.59	2.17	
㉕	96	100	65	91	76	82	84	91	84	91	91	79	84	98	98	100	
㉖	A	4	5	1	3	3	1	2	4	2	2	3	3	2	2	3	5
	B														3	3	5
	C	4	4	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	3	4	4
	D			1	2	3	2	3	3	4	2	1	2	2	4	3	4
	E	4	4	2	3	4	3	4	3	3	2	1	3	2	3	4	5
	F	4	4	2	3	3	3	4	3	3	2	1	2	3	3	4	5
	G														4	3	5
㉗		4	4	1	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	5
㉘		75	81	10	45	55	30	55	55	45	30	25	35	35	54	61	93

Table 3-1 Chemical Analyses of Waters in Other District

	Evian Mi	Kenkosui Mi	Houfu Rakansui Yu	Gujo-hatiman Yu	Meisui meguri Shimantogawa	Osorezan Yu	Azumi sansui Mi	SPA Mi	Nor Water Mi	Unhou no Reisen Mi	Vittel Mi	Fuji Mi	Minami arupusu Tennensui Mi	Kiso Shizensui Mi	Fuji yuusui Mi	Oshimizudani Mi
① pH	8.18	7.92	6.40	8.05	7.05	7.45	7.78	6.65	7.68	9.68	7.71	9.13	7.30	7.71	8.36	7.79
② Organic matter	0.47	0.63	0.08	0.16	0.24	0.16	0	0.35	0.47	0.03	0.32	0.57	0.32	0	0	0.35
③ Total hardness	296	178	18	65	10	20	42	20	29	7	628	87	32	11	53	24
④ HCO ₃	286	166	11	56	36	25	26	12	28	46	256	47	39	9	60	20
⑤ Cl	8.5	16.2	20.8	5.7	8.3	12.2	10.6	9.2	28.0	5.9	14.8	26.2	7.1	7.0	8.4	5.6
⑥ NH ₄ ⁺ N	0	0	0.01	0	0	0.08	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0
⑦ NO ₃ ⁻ N	1.05	0.13	0.40	0.45	0.25	0	1.01	0.20	0	0.20	3.80	1.30	1.50	1.30	2.35	0.93
⑧ NO ₂ ⁻ N	0	0	0.14	0.11	0.02	0	0	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0
⑨ PO ₄ ³⁻	0.07	0.07	0	0.05	0.02	0.02	0.02	0	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.03	0.24	0.05
⑩ Total iron	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.03	0	0.02	0	0.02	0.02	0.01	0
⑪ SO ₄ ²⁻	12.1	9.0	9.0	1.8	0.7	0.8	0.6	1.5	0.7	13.9	311	79.8	0.2	3.5	1.7	3.3
⑫ SiO ₂ ²	17.8	13.9	22.0	6.9	8.6	26.5	15.4	6.9	6.0	30.1	8.0	16.1	23.3	23.5	36.6	13.0
⑬ F ²	0.03	0.01	0.17	0.21	0.18	0.16	0.05	0.01	0.06	0.01	0.02	0.01	0.05	0.08	0.02	0.05
⑭ Mn ²⁺	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑮ Dry solid	310	204	82	88	38	46	72	50	58	98	746	198	54	34	92	30
⑯ Electric conductivity	377	323	107	122	36	71	109	53	67	126	888	322	50	34	141	63
⑰ Cl ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
⑱ Ca ²⁺	73.2	62.3	3.36	22.2	2.96	5.20	10.6	4.72	10.5	2.16	96.4	30.7	9.68	3.12	12.4	7.2
⑲ Mg ²⁺	27.5	5.39	2.43	2.33	0.63	1.65	3.65	1.94	0.68	0.39	94.0	2.53	1.94	0.78	5.30	1.51
⑳ K ⁺	1.10	0.25	1.09	0.28	0.33	0.30	0.73	0.34	0.60	0.45	2.95	0.54	1.64	0.89	6.98	0.38
㉑ Na ⁺	6.34	6.40	16.7	1.46	3.07	5.80	4.73	4.81	2.91	43.8	4.69	19.9	5.34	3.76	7.85	3.48
㉒ Coliform bacteria	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
㉓ K index	67.7	56.8	-11.2	20.9	0.29	0.15	6.52	0.54	7.95	-35.1	92.0	13.3	5.03	-0.15	5.57	4.17
㉔ O index	2.33	5.30	2.33	7.15	8.84	13.1	6.37	3.48	12.0	2.29	0.26	0.57	16.3	6.42	8.05	4.25
㉕ Mean square judgement	65	78	100	84	100	100	91	100	92	0	0	0	100	96	75	91
㉖ Sensory Judegment																
Paneller A	2	2	4	3	5	3	5	4	5	3	1	3	3	5	3	5
B	2	2	4	3	4	3										
C	2	2	3	3	4	4	5	4	4	3	2	3	3	5	4	5
D	1	3	3	3	4	3										
E	2	2	3	3	5	4	5	3	4	3	2	2	3	5	3	4
F			4	3	4	3	5	4	4	3	2	4	4	5	3	5
G																
㉗ Mean value	2	2	4	3	4	3	5	4	4	3	2	3	3	5	3	5
㉘ Point (0 100)	30	30	63	50	83	58	100	69	81	50	19	50	56	100	56	94

②-⑮, ⑰-⑲: (mg・l⁻¹); ⑯: μS・(cm)⁻¹; ㉓, ㉔: Hashimoto *et al*; ㉕: Sasaki *et al*

Sa: sawamizu; Ido: well water; Yu: spring water; Mi: mineral water or natural mineral water (commertial); Po: pood or lake water

Table 3-2 Chemical Analyses of Waters in Other District (continued)

	Yayoi no Mai Mi	Hyogasui Mi	Fusimi Idomizu Mi	Yano Ido	A city Tap water source 1	A city Tap water source 2	Tateyama Tamadono	Unazuki Yu	Iwai 1 Sa	Iwai 2 Sa	Ontake no mizu Mi	Tiyama Yuusui Mi	Sinrin no mizu Mi	Okuizumo 1 Mi	Okuizumo 2 Mi	Shimanto no oishimizu Mi	Tenreisui Mi	Kireina mizu Mi	Mineral 74 Mi	
①	9.90	7.29	7.41	7.21	7.35	7.47	7.15	7.80	7.09	7.20	7.40	6.99	7.00	6.92	6.84	6.10	8.06	7.35	7.78	
②	0.16	0	0	0.99	5.21	7.11	0.13	0.47	0.47	2.53	0.19	0.16	0.32	0	0.47	0.41	0	0.63	1.58	
③	4	21	32	58	39	37	11	33	17	8	18	24	28	19	12	12	31	15	208	
④	78	16	30	54	34	33	14	94	17	8	24	12	24	8	8	12	42	14	203	
⑤	10.3	16.3	12.9	10.6	13.8	14.9	3.2	82.3	9.0	7.4	5.7	8.4	11.2	17.4	10.1	7.8	5.3	11.0	7.8	
⑥	0	0	0	0	0	0	0.01	0.03	0.02	0.02	0	0.02	0.01	0	0	0	0.01	0.01	0	
⑦	0	1.55	1.07	17.0	0.60	2.20	0.70	0.20	0.40	0	0.08	3.25	1.90	0.90	0.81	0.58	0.10	0.14	0	
⑧	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
⑨	0.02	0.10	0.10	0.04	0.11	0.14	0.06	0.02	0.02	0.04	0.20	0.09	0.12	0.02	0.03	0.14	0.14	0.11	0.13	
⑩	0.04	0.02	0.01	0.02	0.22	0.05	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
⑪	4.1	4.5	14.6	30.0	6.4	8.1	0.8	29.8	1.6	0.5	1.8	1.6	3.5	0.8	1.6	2.1	1.1	0.8	0.5	
⑫	34.8	41.3	46.5	27.6	15.5	17.0	6.2	72.9	23.0	13.2	20.2	21.7	35.3	14.0	15.1	14.7	16.8	31.8	9.2	
⑬	0.76	0.10	0.01	0	0.12	0.12	0	3.50	0.01	0	0.03	0.03	0	0	0.02	0.01	0.01	0	0	
⑭	0.13	0	0.77	0	0.27	0.27	0	0.02	0.01	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	
⑮	130	96	126	138	98	102	30	354	54	34	42	68	82	42	36	32	46	56	208	
⑯	174	94	122	209	142	140	30	576	55	55	48	71	107	55	53	43	76	60	382	
⑰	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
⑱	0.64	5.68	7.76	19.1	12.9	11.8	4.00	11.2	2.80	2.00	4.80	4.80	7.36	3.68	3.36	1.76	11.2	2.40	77.0	
⑲	0.63	1.65	3.06	2.48	1.65	1.85	0.34	1.26	2.38	0.73	1.46	2.92	2.24	2.38	0.87	1.85	0.73	2.19	3.74	
⑳	0.10	1.23	2.56	1.63	3.21	2.78	0.09	0.67	0.35	0.26	0.49	0.86	2.80	0.19	0.20	1.30	0.35	0.54	0.19	
㉑	46.9	7.79	8.01	17.0	13.2	10.4	1.80	90.0	6.20	4.00	3.60	5.00	6.90	5.00	4.80	5.10	3.40	5.70	4.20	
㉒	0	0	0	5	25	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
㉓	40.2	1.10	0.79	4.34	0.34	2.73	2.43	67.1	2.59	1.48	1.67	0.45	1.36	0.67	0.82	2.68	8.24	2.56	73.4	
㉔	4.25	7.55	7.90	3.21	1.51	3.95	3.17	8.99	2.73	6.58	12.8	7.94	6.07	7.91	5.63	7.57	4.54	11.6	20.4	
㉕	0	100	100	98	73	73	100	84	100	91	100	100	100	100	100	100	85	100	67	
㉖	A	1	5	5	2	1	1	5	1	5	5	5	5	5	4	5	5	3	5	1
	B							5	1	5	5	3	4	4	5	5	4	4	5	2
	C	2	5	4	3	1	1	5	4	4	4	3	4	5	4	5	4	4	5	2
	D				2	1	1	3	2	3	4	3	4	4	4	5	4	3	4	3
	E	2	5	4	2	2	1	5	3	5	4	5	5	4	5	5	5	5	3	1
	F	1	4	5	3	2	1	5	3	5	4	5	3	3	5	5	5	3	2	3
	G							3	4	5	5	3	3	4	5	5	3	4	5	2
㉗		2	5	5	2	1	1	4	3	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	2
㉘		13	94	88	35	10	0	86	39	89	86	72	75	79	89	100	86	68	79	25

Fig. 1 Distribution of the Chemical Compositions of Water in Hiroshima District

Table 4 Correlatoin Coefficients between the Chemical Analysis and the Sensory Test of Waters in Hiroshima and Other Districts

	Hiroshima district (n=47)	Other district (n=35)	Hiroshima+Other district (n=82)
pH	-0.2705	-0.4294**	-0.1630
Hardness(mg·l ⁻¹)	-0.4616**	-0.4775**	-0.3469**
Organic matter(mg·l ⁻¹)	-0.6249**	-0.5148**	-0.5711**
Dry solid(mg·l ⁻¹)	-0.0690	-0.5623**	-0.2860**
Cl ⁻ (mg·l ⁻¹)	-0.3683*	-0.1810	-0.2530*
Total iron(mg·l ⁻¹)	-0.4667**	-0.4070**	-0.4527**
NH ₄ ⁺ -N(mg·l ⁻¹)	-0.0360	-0.0332	-0.0980
NO ₃ ⁻ -N(mg·l ⁻¹)	-0.0150	0.1952	-0.1040
NO ₂ ⁻ -N(mg·l ⁻¹)	-0.1470	-0.0987	-0.1690
PO ₄ ³⁻ (mg·l ⁻¹)	-0.3130*	-0.0953	-0.1750
HCO ₃ ⁻ (mg·l ⁻¹)	-0.5682**	-0.6338**	-0.4348**
Electric conductivity	-0.3830*	-0.6032**	-0.4040**
SO ₄ ²⁻ (mg·l ⁻¹)	-0.2250	-0.3247*	-0.1900
SiO ₂ ²⁻ (mg·l ⁻¹)	-0.1900	-0.0406	-0.1850
F ²⁻ (mg·l ⁻¹)	-0.1540	-0.2097	-0.1210
Mn ²⁺ (mg·l ⁻¹)	-0.2470*	-0.1370	-0.2150*
Ca ²⁺ (mg·l ⁻¹)	-0.4930**	-0.5632**	-0.3550**
Mg ²⁺ (mg·l ⁻¹)	-0.1490	-0.3357**	-0.1730
K ⁺ (mg·l ⁻¹)	-0.2280	-0.2569*	-0.2160
Na ⁺ (mg·l ⁻¹)	-0.1110	-0.3548**	-0.2010
O index ¹⁾	0.1590	0.1856	0.1750
K index ¹⁾	0.524**	-0.2766*	0.5260**
Mean square judgement ²⁾	0.5236**	0.5808**	0.5300**

1) Hashimoto *et al.* : $(Ca^{2+} + SiO_2 + K^+) / (Mg^{2+} + SO_4^{2-})^{-1} (mg \cdot mg^{-1})$ 2) Sasaki *et al.*

態窒素, リンなどの低い水も多かった。従って古くから名水あるいはかつて名水と言われた検水は, いわゆる「要件」に合致する水が多い事も確認できた。この事は前報(昭和62~63年度調査)の再確認でもある。

また, 他地区の水質成分分布も Fig.1 と同じような傾向を示しており, 他地区(全国)にも「要件」に合致する, おいしさの評価の比較的高い水の多い事が明らかとなった。従って「要件」は国内のおいしい水を判定する有用な基準ではないかと考えられる。

2. きき水との相関

各水質成分と実際のきき水の結果がどのように関連しているかを解明するため, 各成分ときき水の単相関係数を比較した。Table 4 にその結果を示すが, 相関係数の比較的高い項目(*印2つ)として, 広島地区では総硬度, 有機物, 鉄, 重炭酸イオン, Ca^{2+} が認められる。このうち Ca^{2+} は総硬度と同意義に見て良い。また, これに次ぐ相関の認められるものは塩素イオン, リン酸イオン, 電気伝導度, マンガンなどであった。「要

件」の項目には pH を除きすべて含まれていた。pH については相関が認められなかった。また O index も相関が認められなかった。O index については, 有機物(過マンガン酸カリ消費量)は水のまずさの指標であり, この物質の低い水についてのみ, ミネラルの味に関係した成分比を論じたものであるので^(2,3) 本検討では有機物含有量の比較的多い一般の水も検水として入っていることなどが影響していると思われる。また, 広島地区に多いミネラル分の低い水はミネラルバランスを計算しても誤差が生じやすい事とも関係していると思われる。

これらの結果の主なものを散布図にして示すと Fig. 2-1~2-3 となる。総硬度ときき水の結果には大きい相関が認められた。Fig.2-1 および Fig.2-2 に示すように, 有機物と重炭酸イオンについても相関が比較的確であったが, pH と塩素イオンについては相関が認められなかった。ここで注意すべきは負の相関であるという事である。一般にはミネラル分が高いほどおいしいと考えがちだが, 実は逆で本検討で用いた自然水や市販

Fig. 2.1 Correlation between Sensory Test and Organic Matter (a) and Total Hardness Concentration (b) among the Waters in Hiroshima District (n=47)

Fig. 2.2 Correlation between Sensory Test and Bicarbonate (a) and Total Iron (b) among the Waters in Hiroshima District (n=47).

Fig. 2-3 Correlation between Sensory Test and pH (a) and Chloride Ion (b) among the Waters in Hiroshima District (n=47).

の水については、ミネラルや炭酸イオンが低いほどおいしいという事である。これはミネラル水は低温で飲用するケースが多く、確かに低温（15℃以下）だとミネラルの多い方が刺激がありおいしく感じることは経験的に認められている。この事が一般にはミネラルの高い水がおいしいと信じられている理由と思われる。しかし、室温でテストする時はむしろ総硬度の低い水の清澄感がおいしさを示す大きな因子となつて、Table 2 および Fig.2 のような結果になったものと思われる。有機物の低い水はきれいな水を示し、この清澄感をいっそう引き立てるものと思われる。中島や畑本ら⁽¹⁴⁾も水のおいしさは清澄感、匂い、やわらかさ、まろやかさ、渋みなどで表されるとしており、総硬度が低く、有機物含有量の低いきれいな水は清澄感、やわらかさ、まろやかさを備えているからおいしく感じられると思われる。

一方、他地区の水についても若干差異が認められるものの広島地区とほぼ同様の傾向を示した。広島地区と他地区を加えた 82 検水の集合で評価しても Table 4

および Fig.2 とほぼ同様の傾向を示した（データーは示していない）。これらの事は「要件」の項目が水のおいしさを比較的高い相関で表している事を再確認したもので、「要件」でおいしさの判定がある程度行いうる根拠の一つと考えられる。

「要件」にある pH がなぜ相関が低いかは明らかではない。最近、pH 9 付近のアルカリイオン水などが出回っており実際おいしく感じる水もあることも事実である。従つて pH は直接的には味にあまり関与せず、他成分の組み合わせで味が決まるものと思われる。

以上の事から、「要件」の項目のうちおいしさと高い相関を示す総硬度、有機物、鉄および「要件」にはないが「条件」には遊離炭酸として組み込まれている重炭酸イオンを加えた 4 項目で、どの程度おいしさが表現できるのかを以下重回帰分析の手法で解析した。Ca²⁺ や電気伝導度は性質的に総硬度で代替できると思われる。事実、総硬度と Ca²⁺ および電気伝導度は相関が高かった。また蒸発残留物は分析に時間を要し迅速な判定に不向きであり、かつ Ca²⁺ 同様総硬度とも密接な相関も認められる ($r=0.6864^{**}$ $n=82$) ことから、これも総硬度で代替できると思われる。

3. 重回帰分析

重回帰分析を行う際、説明変数間の相関が高いと独立した説明変数とみなしにくいのが、有機物、総硬度、鉄および重炭酸イオンの相互の相関については、総硬度と重炭酸イオンの組み合わせ以外は相関が低く、前者 3 項目は互いに独立した説明変数といえる。重炭酸イオンに関しては、きき水との単相関係数が高く「条件」にも組み込まれているので、一応 4 項目を説明変数として種々の組み合わせで重回帰分析を試みた。その結果を Table 5 に示す。

この重回帰分析も広島地区 (Table 5-1)、他地区 (Table 5-2) のグループに分けて行った。つまり広島地区をトレーニングデータとし他地区をテストデータとし、トレーニングデータから得た結果や規則性とテストデータから得た結果が近似したものであれば、より信頼性の高い回帰式と言うことができる⁽¹³⁾。

Table 5-1～5-2 から明らかなように、トレーニングデータおよびテストデータいずれも同じ傾向を示し、有機物、総硬度、重炭酸イオン、鉄の 4 つの説明変数の組み合わせで最もきき水結果に対する重相関係数（自由度調整済）が高く、広島地区は 0.8217 ときわめて高

Table 5-1 Multiple Regression Analysis between the Several Explanatory Variates and the Sensory Tests of Waters in Hiroshima Districts(n=47)

	Explanatory variates							
	Or(x ₁)•Th(x ₂)•Bic(x ₃)•Ti(x ₄)					Or(x ₁)•Th(x ₂)		
Proportion	0.6753					0.6224		
Multiple correlation	0.8217					0.7889		
(x ₁)	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₀	x ₁	x ₂
Partial regression coefficient	94.8894	-5.8659	-0.1383	-0.8438	17.6725	89.5760	-6.0314	-0.5788
Standard regression coefficient		-0.6225	-0.1151	-0.4380	0.0338		-0.6401	-0.4817
Partial correlation coefficient		-0.6358	-0.1046	-0.3729	0.0445		-0.7212	-0.6167
F-value		24.6290					36.2561	
		F(4,42; 0.005) = 4.3738					F(2,44; 0.005) = 6.0664	

	Explanatory variates							
	Or(x ₁)•Th(x ₂)•Ti(x ₃)					Or(x ₁)•Th(x ₂)•Bic(x ₃)		
Proportion	0.6229					0.6746		
Multiple correlation	0.7892					0.8214		
(x ₁)	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃
Partial regression coefficient	89.8329	-6.2102	-0.5852	15.4667	94.5882	-5.6617	-0.1318	-0.8425
Standard regression coefficient		-0.6591	-0.4870	0.0296		-0.6009	-0.1097	-0.4374
Partial correlation coefficient		-0.6318	-0.6107	0.0362		-0.7201	-0.1002	-0.3721
F-value		23.6747					29.7153	
		F(3,43; 0.005) = 4.9759					F(3,43; 0.005) = 4.9759	

Or : Organic matter ; Th : Total hardness ; Bic : Bicarbonate ; Ti : Total iron

Table 5-2 Multiple Regression Analysis between the Several Explanatory Variates and the Sensory Tests of Waters in Other Districts(n=35)

	Explanatory variates							
	Or(x ₁)•Th(x ₂)•Bic(x ₃)•Ti(x ₄)					Or(x ₁)•Th(x ₂)		
Proportion	0.7057					0.4965		
Multiple correlation	0.8401					0.7046		
(x ₁)	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₀	x ₁	x ₂
Partial regression coefficient	85.5912	-7.7858	0.0703	-0.3743	-145.0506	77.2544	-10.2640	-0.1204
Standard regression coefficient		-0.3927	0.2813	-0.8854	-0.1898		-0.5177	-0.4815
Partial correlation coefficient		-0.4852	0.2525	-0.6341	-0.2585		-0.5894	-0.5615
F-value		18.0055					15.7495	
		F(4,30; 0.005) = 4.6233					F(2,30; 0.005) = 6.3547	

	Explanatory variates							
	Or(x ₁)•Th(x ₂)•Ti(x ₃)					Or(x ₁)•Th(x ₂)•Bic(x ₃)		
Proportion	0.5078					0.6846		
Multiple correlation	0.7126					0.8274		
(x ₁)	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃
Partial regression coefficient	77.5011	-8.5058	-0.1207	-105.8529	85.0229	-10.1969	0.0653	-0.3635
Standard regression coefficient		-0.4291	-0.4827	-0.1385		-0.5144	0.2611	-0.8599
Partial correlation coefficient		-0.4251	-0.5668	-0.1499		-0.6754	0.2283	-0.6113
F-value		10.6561					22.4832	
		F(3,30; 0.005) = 5.2388					F(3,30; 0.005) = 5.2388	

Or : Organic matter ; Th : Total hardness ; Bic : Bicarbonate ; Ti : Total iron

い値を示した。偏相関係数を見ても有機物の寄与率が大きいことが判った。きれいな水はおいしいという事を間接的ではあるが意味する。また、有機物と総硬度の2つの説明変数だけでも重相関係数は0.7889とかなり高い相関を示しており、有機物、総硬度、鉄の3つの場合でも重相関係数が高いことから、味の大部分がこれらの2~3つの因子と重要な関わりがある事も示唆された。この事は実際分析を行っている、この2~3項目で水質が大まかに直感的に認識できる経験と一致する。すなわち、自然水においてこれら成分が上昇することは主として汚染（上流域での生活廃水、工場廃水、農場、畜産業、ゴルフ場などの廃水の混入）によるケースが多いからである。つまり、汚染のない清冽な自然水はそのままおいしく、汚染や人工的な何か加わると水としての味は低下してくると推定される。

いずれにしても、上記3項目さらに厚生省の「条件」に配慮して重炭酸イオンを加えた4項目で広島地区、全国の検水のおいしさがかなりの部分説明できると言える。得られた回帰式は4項目では

広島地区

$$y = 94.8894 - 5.8659 x_1 - 0.1383 x_2 - 0.8438 x_3 + 17.6725 x_4$$

全国

$$y = 82.0524 - 5.8829 x_1 + 0.0536 x_2 - 0.3754 x_3 - 72.2729 x_4$$

ここで y は目的関数である検水の判定点（点）、 x_1 , x_2 , x_3 , x_4 はそれぞれ有機物、総硬度、重炭酸イオン、鉄 ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) を表す。

これらの重回帰式の検定の結果も、Table 5 の下部に示すごとく F_0 値はいずれも有為の関係を示しており、求めた回帰式は統計的においしさを表現するのに役立っていると言う事ができる。

また、他の項目、例えば塩素イオンやリン酸イオンを加え種々の組み合わせで重回帰分析を試みたが、上記4項目での結果を上回る寄与率は見いだせず、今回の検討ではほぼこの4項目で水の味を表現しうるものといえよう。

これら、Table 4 の単相関係数のデータならびに Table 5 の重回帰分析の結果を総合して考察すると、pH の項目を除いて「要件」は水のおいしさを表す基準の1つと位置づけられる。基準数値が現在のままで妥当なものかは現段階では言及できないが、「要件」の数

値を基準にした相乗平均法による判定点ときき水とはトレーニングデータ、テストデータともに相関が認められる事から (Table 4, 最下段)「要件」の基準は一応妥当なものと考えている。

この事に関連して、我々はこの4項目にファジィ推論を適用しておいしさを評価する手法を検討しており、この4項目でおいしさをよく表現できることを認めている⁽¹⁵⁾。

また、よく「条件」をおいしい水の評価基準として用いることがあるが、本研究の結果、水の味に関与すると考えられる重要4項目はすべて「条件」の中に含まれている。この「条件」は「要件」の基準をやや緩和したものとなっており、今後「条件」でもどの程度きき水結果が反映しうるか検討が必要である。

本研究の基本的な考え方は総硬度の低いきれいな水の飲用になれた広島地区の人々のきき水結果を解析したもので、その他の地区（近畿、関東、東北）のきき水結果も参考にする必要がある。しかし、少なくとも西日本（中国、四国、九州）では「要件」の基準に合致している水を名水としているケースが多く、本研究結果は地域の人々の古くからの経験や言い伝えとも矛盾するものではない。

日本列島は南北に長く気候風土も異なるので地域別の水のおいしさの基準があってもおかしくはないと考えられる。

今後、より多くの分析ときき水を繰り返し、より本研究結果の妥当性について検討してゆく所存である。

要 約

広島地区および他地区の名水、一般の湧水、井戸水、河川水、市販の水の水質分析ときき水を行った。さらに、水質成分ときき水結果の重回帰分析を行い以下の結果を得た。

- 1) 広島地区の名水の多くは総硬度と有機物の低い水で「要件」に合致する水が多かった。
- 2) 総硬度、有機物、重炭酸イオン、鉄の4項目の他に Ca^{2+} 、電気伝導度などがおいしさと高い負の相関を示した。

pH は相関は認められなかった。これらは広島地区、他地区も同じ傾向を示した。

- 3) 「要件」を基準とした相乗平均法による判定はきき水と高い相関を示し、「要件」がおいしい水の基準と

なり得る可能性が示唆された。

4) 重回帰分析の結果, 水のおいしさは上記4項目でかなりの部分表しうる事が明らかとなった。広島地区では重相関係数0.8217, 他地区では0.8401の高い相関を示した。得られた回帰式は検定の結果有為と判定された。

5) 以上の結果, 「要件」はpHの項目を除いておいしい水の判定に有効である事が示唆された。

謝 辞

本研究を行うにあたり分析およびきき水に協力頂いた広島電機大学銘水研究会の島津恭子, 片山祐次郎, 小野真弓, 赤江泰弘, 稲垣毅の諸氏に深謝いたします。

-
- (1) 和田安彦: 水処理技術, **26**, 544-549 (1985).
 - (2) 橋本 奨: 用水と廃水, **29**, 825-838 (1987).
 - (3) 橋本 奨, 藤田正憲, 古川憲治, 南 純一: 水処理技術, **29**, 13-28 (1988).

- (4) 松下和弘: 水環境学会誌, **15**, 98-102 (1992).
- (5) 大河内正一, 石原義正, 荒井 強, 上平 恒: 水環境学会誌, **16**, 409-415 (1993).
- (6) 大河内正一, 石原義正, 上平 恒: 水環境学会誌, **17**, 517-526 (1994).
- (7) 久保田昌治: 新しい水の基礎知識, オーム社, 20-123 (1993).
- (8) 佐々木健, 岩原正人, 大槻和男, 丸山 誠, 鈴木洗次郎: 用水と廃水, **31**, 804-811 (1989).
- (9) 佐々木健: 広島中国路・水紀行, 溪水社 (広島), 2-150 (1989).
- (10) 佐々木健: 名水紀行, 春陽堂, 2-168 (1993).
- (11) 日本分析化学会北海道支部編: 水の分析 (第3版), 化学同人, 155-316 (1981).
- (12) 佐々木健, 西村良司, 荒谷昌弘: 地下水学会誌, **34**, 45-52 (1992).
- (13) 中島一郎, 畑本二美: Food & Foods Ingredients Journal, **158**, 89-101 (1993).
- (14) 吉澤 正, 芳賀敏郎編: 多変量解析事例集, 日科技連, 63-182 (1992).
- (15) 岩永千尋, 佐々木健: 水環境学会誌, **19**, 209-219 (1996).