

横浜温泉に含まれる主な化学成分の特徴

栗屋 徹*、板寺一洋*、石坂信之*

The feature of the main chemical composition in Yokohama hot springs.

by

Toru AWAYA*, Kazuhiro ITADERA* and Nobuyuki ISHIZAKA*

1. はじめに

横浜市内の温泉の開発は比較的新しく、1912(大正元)年～1914年に最初の源泉(横浜第22号)が発見された(大木ほか、1983)。地元の人が農業用水を得るために井戸掘削したところ、黒い水が出てきたので試しに入浴してみたら身体があたたまってよいとのことで、評判になったという。

当時、その地名をとって綱島温泉と呼ばれたが、この綱島温泉も含めて、本資料では、横浜市内の温泉を「横浜温泉」と統一する。横浜温泉では、その後、1965(昭和40)年までに約20箇所、1975(昭和50)年までに、さらに、約20箇所の源泉が増加している。なお、横浜温泉の深度1,000m以深の源泉は現在4箇所となり、このような大深度の源泉は、さらに増加の傾向がみられる。

図1は、横浜温泉の位置を示す。南区が12箇所と多く、次いで港北区の8箇所、鶴見区の6箇所等、ほとんどの区内に源泉が分布している。表1に示す2001(平成13)年3月末の温泉利用状況等をみると、利用源泉は40箇所、未利用源泉は4箇所、源泉総数は44箇所であり、それらの標高は2～80m、深度は40箇所が5～220m、4箇所が1,000～1,507mとなっている(神奈川県生活衛生課資料)。

2000(平成12)年度には、温泉保護対策の推進に活用するため、横浜温泉の温度、揚湯量、化学成分の現況を把握する温泉保護対策調査を、神奈川県生活衛生課の委託により横浜市生活衛生課及び横浜市管轄保健所の協力を得て行った(温泉地学研究所、2001)。

本資料は、これまでに当所で分析した横浜温泉のデータを整理するとともに、温泉に含まれる主な化学成分の特徴についてまとめたものである。

2. 横浜温泉に含まれる主な化学成分の特徴

現地温度、揚湯量、pHを測定し、分析用に100mlと500mlのポリ瓶に採水した。

採水した試料中の炭酸水素イオンを除く陽イオン(ナト

リウムイオン、カリウムイオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオン)、陰イオン(塩素イオン、硝酸イオン、硫酸イオン)濃度はイオンクロマトグラフ法で、炭酸水素イオン濃度は塩酸滴定法で、メタケイ酸、メタホウ酸濃度は比色法で、第一鉄イオンは原子吸光法で、それぞれ分析を行った。また、一部の源泉について有機物(COD)濃度は過マンガン酸カリウム添加・直火加熱による滴定法で測定し、茶褐色の呈色度合は400nmの吸光度で表した。

表2は、これまでに当所で行った分析結果の中で最新のデータを選び、横浜温泉の温度、揚湯量、化学成分濃度を示す。

深度1,000m未満の源泉(YH51, 73, 77, 78以外)では、温度は14.5～19.6、揚湯量は9～572l/min、pHは6.4～8.8、化学成分の総量は213～3280mg/lの範囲にあった。化学成分のなかで比較的濃度の高いものは、ナトリウムイオン(8.19～980mg/l)、塩素イオン(3.77～1140mg/l)、炭酸水素イオン(60.7～1250mg/l)、メタケイ酸(24.1～98.2mg/l)であった。

一方、深度1,000m以深の源泉(YH51, 73, 77, 78)では、温度は35.7～45.0、揚湯量は68～290l/min、pHは7.2～8.1、化学成分の総量は4650～17800mg/lの範囲にあった。化学成分のなかで比較的濃度の高いものは、ナトリウムイオン(1430～6440mg/l)、塩素イオン(1140～10500mg/l)、炭酸水素イオン(259～1890mg/l)、メタケイ酸(90.0～130mg/l)であった。

図2は、深度と温度の関係を示す。源泉の深度により、深度1,000m未満の源泉を白丸(○)、深度1,000m以深の源泉を黒丸(●)で区分する。深度1,000m未満の源泉は20付近にあり、深度1,000m以深の源泉は40付近にあった。その近似曲線から、深度が100m増加するごとに温度は約2℃上昇することがわかる。

図3～5は、化学成分の総量とナトリウムイオン濃度、塩素イオン濃度、炭酸水素イオン濃度の関係を示す。

* 神奈川県温泉地学研究所 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田586
資料, 神奈川県温泉地学研究所報告, 第33巻, 71 - 76, 2002.

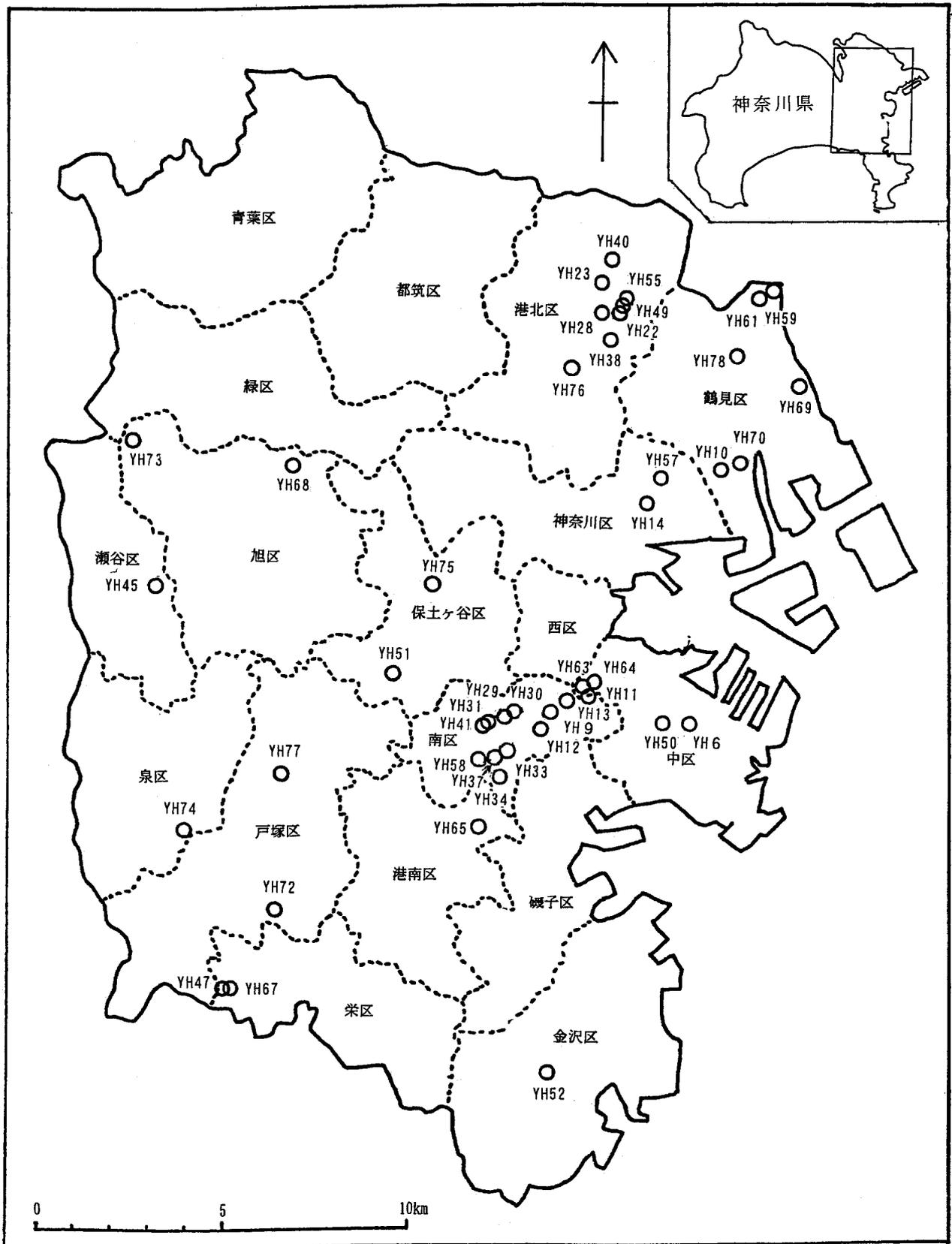


図1 横浜温泉の位置 : 源泉 (YH: 横浜の略)

表1 横浜温泉の利用状況等

No.	台帳番号	所在地	利用 状況	深度 GL-m	標高 TP-m	ポンプ kW	登録年
1	YH 6	横浜市中区	利用	122	5	AP2.2	1957
2	YH 9	横浜市南区	利用	130	3	AP1.5	1957
3	YH 10	横浜市鶴見区	利用	152	2	AP	1957
4	YH 11	横浜市南区	利用	128	2	AP1.5	1957
5	YH 12	横浜市南区	利用	121	2	AP1.5	1959
6	YH 13	横浜市南区	利用	220	2	AP3.7	1957
7	YH 14	横浜市神奈川区	利用	121	3	SP2.2	1959
8	YH 22	横浜市港北区	未利用	100	4		—
9	YH 23	横浜市港北区	利用	108	5	SP	—
10	YH 28	横浜市港北区	利用	150	4	SP3.7	1965
11	YH 29	横浜市南区	利用	128	4	AP1.5	1957
12	YH 30	横浜市南区	利用	136	3	AP1.5	1966
13	YH 31	横浜市南区	利用	136	6	AP1.5	1966
14	YH 33	横浜市南区	利用	92	3	SP1.1	1966
15	YH 34	横浜市南区	利用	120	7	SP0.8	1966
16	YH 37	横浜市南区	利用	105	3	AP1.5	1966
17	YH 38	横浜市港北区	利用	81	5	SP0.7	1967
18	YH 40	横浜市港北区	利用	40	4	SP0.4	1967
19	YH 41	横浜市南区	利用	100	6	AP1.5	1966
20	YH 45	横浜市瀬谷区	未利用	5	80	SP0.8	1968
21	YH 47	横浜市栄区	利用	135	15	SP2.2	1969
22	YH 49	横浜市港北区	利用	100	4	SP	1971
23	YH 50	横浜市中区	利用	60	7	SP0.8	1971
24	YH 51	横浜市保土ヶ谷区	利用	1000	50	SP22	1971
25	YH 52	横浜市金沢区	利用	70	4	SP7.5	—
26	YH 55	横浜市港北区	利用	100	4	SP1.5	1978
27	YH 57	横浜市神奈川区	利用	70	7	TP0.8	1980
28	YH 58	横浜市南区	利用	12	22	SP0.8	—
29	YH 59	横浜市鶴見区	利用	90	3	SP1.5	1981
30	YH 61	横浜市鶴見区	利用	120	4	SP1.5	1982
31	YH 63	横浜市中区	利用	108	2	AP0.8	1983
32	YH 64	横浜市中区	利用	70	2	SP1.5	1983
33	YH 65	横浜市港南区	利用	100	12	AP1.5	1985
34	YH 67	横浜市栄区	利用	90	15	SP2.2	1987
35	YH 68	横浜市旭区	利用	150	78	SP5.5	1987
36	YH 69	横浜市鶴見区	利用	120	3	SP1.5	1987
37	YH 70	横浜市鶴見区	利用	92	2	SP3.7	1988
38	YH 72	横浜市戸塚区	利用	120	13	SP2.2	1990
39	YH 73	横浜市旭区	利用	1500	60	SP15	1988
40	YH 74	横浜市泉区	利用	95	39	SP2.2	1997
41	YH 75	横浜市保土ヶ谷区	利用	93	9	SP1.5	1999
42	YH 76	横浜市港北区	利用	40	4	SP1.5	2000
43	YH 77	横浜市戸塚区	未利用	1507	17	SP11	2000
44	YH 78	横浜市鶴見区	未利用	1500	3	SP15	2001

YH: 横浜の略, SP:水中ポンプ, AP:エアリフトポンプ, TP:渦巻ポンプ
登録年の「—」は、願いにより台帳登録されたもの。

総量とナトリウムイオン濃度の関係では、正の相関がみられた($R=0.999$)。ナトリウムイオン濃度が多くなるほど総量が多くなることわかる。

総量と塩素イオン濃度の関係では、深度 1,000m 未満の源泉は総量が多い割に塩素イオン濃度の低いものがみられた。また、総量と炭酸水素イオン濃度の関係では、深度 1,000m 以深の源泉は総量が多い割に炭酸水素イオン濃度の低いものがみられた。

図6は、有機物(COD)濃度と茶褐色の呈色度合を示す吸光度(400nm)の関係を示す。有機物が多くなるほど吸光度が高くなっていった($R=0.980$)。

これは、茶褐色の温泉に共通の現象であり、吸光度から有機物濃度を推定することができる(栗屋ほか、2001)。

茶褐色の温泉は入浴すると温まりやすく肌がしっとりする特徴があり、西洋の鉱泥浴(泥炭質の温泉を皮膚に塗り、入浴する方法)と似ている。

図7は、主要イオンの比率によるトリリニャーダイアグラムを示す。ほとんどの源泉は、陽イオンではアルカリ金属(Na+K)の割合が100%に近く、陰イオンでは炭酸水素イオンの割合が60~100%であり、アルカリ炭酸塩の領域となっていた。領域の区分については、水収支研究グループ(1993)に説明されている。

表2 横浜温泉の化学成分濃度(最新のもの)

No.	台帳 番号	採水日	温度 ℃	揚湯量 l/min	pH	導電率 μS/cm	Total mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	H ₂ SiO ₃ mg/l	HBO ₂ mg/l	Fe ²⁺ mg/l	吸光度 400nm	COD mg/l	知覚的試験	備考	
1	YH 6	980626	18.0	17	8.3	1840	1750	459	17.4	6.30	4.05	126	1.15	0.76	1070	53.0	6.24	1.20		167	茶褐色透明	*2	
2	YH 9	001019	17.4	24	8.3	940	855	206	7.45	1.22	1.36	23.4	0.35	0.61	544	66.8	3.69		0.89	54.8	茶褐色透明	*1	
3	YH 10	-																					
4	YH 11	001019	17.4	42	8.1	1400	1240	305	13.2	1.65	2.66	28.9	15.6	0.74	799	65.2	4.60		1.58	65.3	茶褐色透明	*1	
5	YH 12	001019	16.9	19	8.5	1800	1750	425	17.7	6.66	8.50	49.7	0.20	0.18	1140	98.2	3.87		2.96	148	茶褐色透明	*1	
6	YH 13	001019	19.6		8.5	2210	1940	514	19.0	5.79	4.85	165	1.43	0.36	1160	63.3	5.25		3.10	152	茶褐色透明	*1	
7	YH 14	980224	17.5	99	8.4	822	841	197	10.1	1.09	1.90	4.03	1.43	0.70	549	73.4	2.29	0.05		7.15	薄茶褐色透明	*2	
8	YH 22	-																					
9	YH 23	970224	16.5	230	7.4	1403	1480	265	33.3	20.2	48.0	20.2	46.2	0.09	956	89.7	3.92	0.41		9.16	茶褐色透明	*2	
10	YH 28	960621	19.6		8.1	1820	1870	458	22.1	8.00	11.7	22.5	1.87	0.22	1250	89.1	5.44	1.18		26.7	茶褐色透明	*2	
11	YH 29	-																					
12	YH 30	001019	17.0	40	7.8	894	855	199	10.1	1.70	2.93	28.6	6.97	1.69	530	71.2	2.44		0.53	14.5	薄茶褐色透明	*1	
13	YH 31	001019	16.8	41	7.8	864	816	188	9.38	1.32	1.98	5.69	7.77	0.34	520	78.9	2.54		0.22	1.92	薄茶褐色透明	*1	
14	YH 33	990621	17.3	40	8.4	1300	1400	344	12.2	1.92	3.27	7.95	0.16	0.29	964	65.4	3.36	1.34		72.8	茶褐色透明	*2	
15	YH 34	001019	17.3	9	8.0	1410	1310	340	9.94	3.11	2.57	103	0.00	0.27	788	60.2	3.99		0.37	19.4	茶褐色透明	*1	
16	YH 37	001019	16.6		8.1	1230	1010	240	9.26	1.40	2.35	6.08	14.3	0.20	659	69.6	3.10		1.13	40.3	茶褐色透明	*1	
17	YH 38	001020	17.3	68	8.0	1290	1160	262	11.6	6.25	8.88	8.35	0.00	0.17	773	82.6	3.77		2.02	90.4	茶褐色透明	*1	
18	YH 40	980525	17.5	45	8.3	1110	1120	242	17.1	5.73	15.3	4.51	0.25	0.35	757	75.8	2.17	0.20		17.1	薄茶褐色透明	*2	
19	YH 41	870204	16.9	69	8.4	923	967	227	12.4	0.06	8.80	5.65	20.4	1.14	625	60.3	1.73	4.08			茶褐色透明	*2	
20	YH 45	671220	16.9	166	6.7		388	12.4	4.00	24.4	21.9	18.4		12.6	256	24.1	0.00	14.4			褐色	*2	
21	YH 47	690606	16.5	40	8.8		508	128	9.48	1.86	4.93	33.5		28.3	252	50.2	0.00	0.15			褐色	*2	
22	YH 49	-																					
23	YH 50	001020	17.0	55	8.6	962	866	210	8.66	0.81	1.04	10.1	0.00	5.26	561	66.7	2.21		0.32	8.14	薄茶褐色透明	*1	
24	YH 51	970728	35.7	68	8.1	5360	4650	1430	39.5	2.04	5.41	1140	1.13	0.18	1890	129	12.7	0.40		62.7	茶褐色透明	*2	
25	YH 52	940818	17.2	572	7.9	1400	1330	291	24.8	13.5	32.1	123	0.00	22.8	732	78.4	9.35	0.62		29.5	茶褐色透明	*2	
26	YH 55	961119	18.0	364	7.9	1657	1720	423	21.0	7.89	14.9	25.3	0.06	1.94	1140	83.0	3.19	0.30		24.3	茶褐色透明	*2	
27	YH 57	780110	14.5	13	8.2		1250	295	18.5	4.95	9.66	8.20	0.34	25.8	828	54.2	0.00	0.53		77.5	茶褐色透明	*2	
28	YH 58	780920	19.4		6.4		212	20.0	1.38	6.05	15.0	19.3		32.6	60.7	53.5	3.10	0.12		0.32	無色透明無臭	*2	
29	YH 59	990422	17.1	68	8.1	1820	1510	404	21.3	11.8	17.2	384	1.18	0.13	600	70.2	1.50	0.52		10.5	薄茶褐色透明	*2	
30	YH 61	981224	16.7	113	8.1	4130	3280	980	34.7	28.2	26.3	1140	2.75	0.18	977	83.0	4.47	0.56		17.7	薄茶褐色透明	*2	
31	YH 63	001020	17.8	41	8.1	1070	909	222	10.1	2.04	1.61	54.5	5.56	0.12	546	63.9	2.75		0.38	19.2	薄茶褐色透明	*1	
32	YH 64	830713	18.2	99	7.8		1330	338	15.0	6.58	8.28	134	0.71	0.00	750	66.3	12.6	2.32		32.9	茶褐色透明	*2	
33	YH 65	831125	16.3	56	8.4		946	228	11.8	2.17	5.93	8.13	18.0	1.74	604	65.3	0.00	0.66		13.3	茶褐色微混濁	*2	
34	YH 67	860821	17.3	28	7.4	776	840	193	12.4	2.13	10.4	35.6	9.82	4.66	501	68.5	2.82	0.05		17.5	茶褐色微混濁	*2	
35	YH 68	980403	16.1	204	7.1	220	274	8.19	2.08	8.17	23.8	3.86	0.00	0.76	141	84.8	0.13	1.65			微白濁無臭	*2	
36	YH 69	001020	17.0		7.4	960	727	174	8.69	7.26	9.08	133	0.00	0.00	326	67.8	0.97		0.03	0.00	無色透明無臭	*1	
37	YH 70	001020	19.4		8.5	1780	1770	445	14.2	2.36	3.51	6.53	0.06	0.00	1220	69.8	4.77		3.37	211	茶褐色透明	*1	
38	YH 72	910626	18.3	40	8.4	466	480	101	11.6	0.41	8.09	6.87	0.00	0.00	287	64.4	0.28	0.10			茶褐色透明	*2	
39	YH 73	980416	45.0	86	7.7	14900	9740	3320	69.4	41.0	181	5500	15.9	0.00	346	90.0	171	1.05			無色透明無臭	*2	
40	YH 74	971110	18.2	42	8.3	554	529	98.0	7.92	7.87	10.5	3.77	2.06	0.00	329	68.9	0.95	0.31		11.8	薄黄緑色透明	*2	
41	YH 75	990309	16.8	82	8.4	570	528	102	12.4	7.03	15.6	16.5	20.0	0.89	306	46.3	0.99	0.58			茶褐色透明	*2	
42	YH 76	981126	17.8	44	8.1	1070	1180	273	14.5	3.85	6.21	3.77	0.17	0.91	795	79.6	1.67	0.12		9.74	薄茶褐色透明	*2	
43	YH 77	010207	43.5	270	8.0	8010	5250	1790	78.7	6.97	67.1	2750	6.44	3.31	401	130	13.8	0.35		21.0	薄茶褐色透明	*2	
44	YH 78	011004	37.2	290	7.2	30400	17800	6440	170	107	224	10500	0.00	0.00	259	116	11.6	7.04			微褐色透明	*2	

YH:横浜の略, 採水日:例えば、「980626」は1998年6月26日を示す。「-」は当所で分析していない。Na⁺:ナトリウムイオン, K⁺:カリウムイオン, Mg²⁺:マグネシウムイオン, Ca²⁺:カルシウムイオン, Cl⁻:塩素イオン, NO₃⁻:硝酸イオン, SO₄²⁻:硫酸イオン, HCO₃⁻:炭酸水素イオン, H₂SiO₃:矽酸, HBO₂:亜ボロン酸, Fe²⁺:第二鉄イオン, 吸光度:茶褐色の呈色度合, COD:有機物, *1:温泉地学研究所(2001), *2:温泉分析試験結果

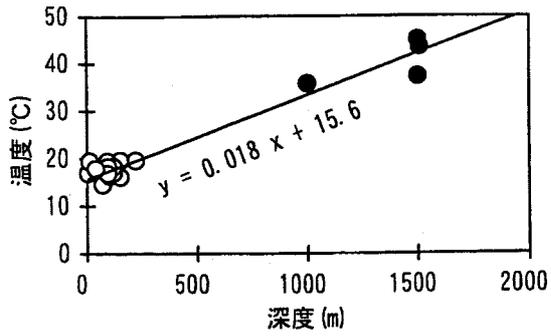


図2 深度と温度の関係
(黒丸は深度1,000m以深の源泉、白丸は深度1,000m未満の泉)

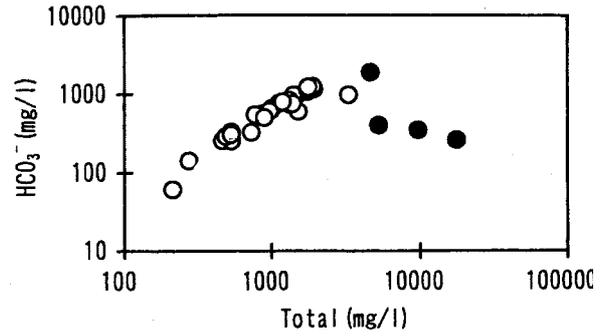


図5 化学成分の総量と炭酸水素イオン濃度の関係
(黒丸、白丸は図2と同じ)

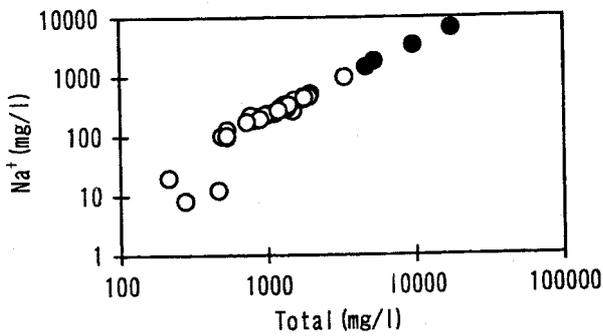


図3 化学成分の総量とナトリウムイオン濃度の関係
(黒丸、白丸は図2と同じ)

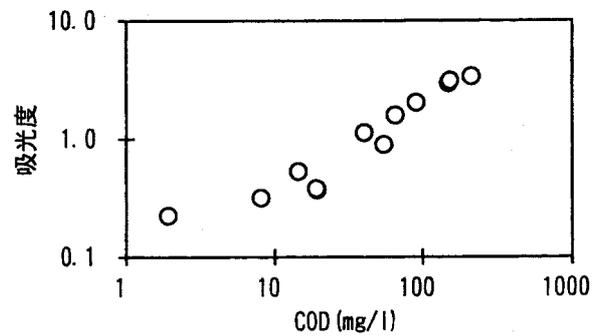


図6 有機物 (COD) 濃度と吸光度 (400nm) の関係

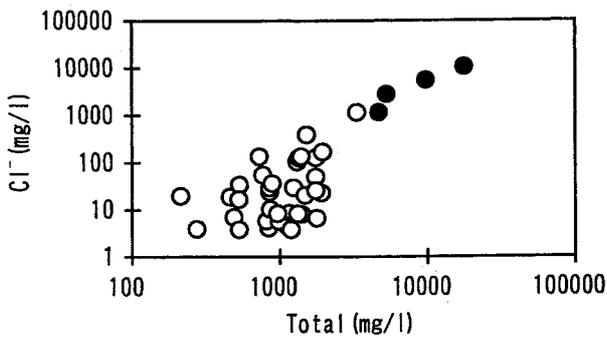


図4 化学成分の総量と塩素イオン濃度の関係
(黒丸、白丸は図2と同じ)

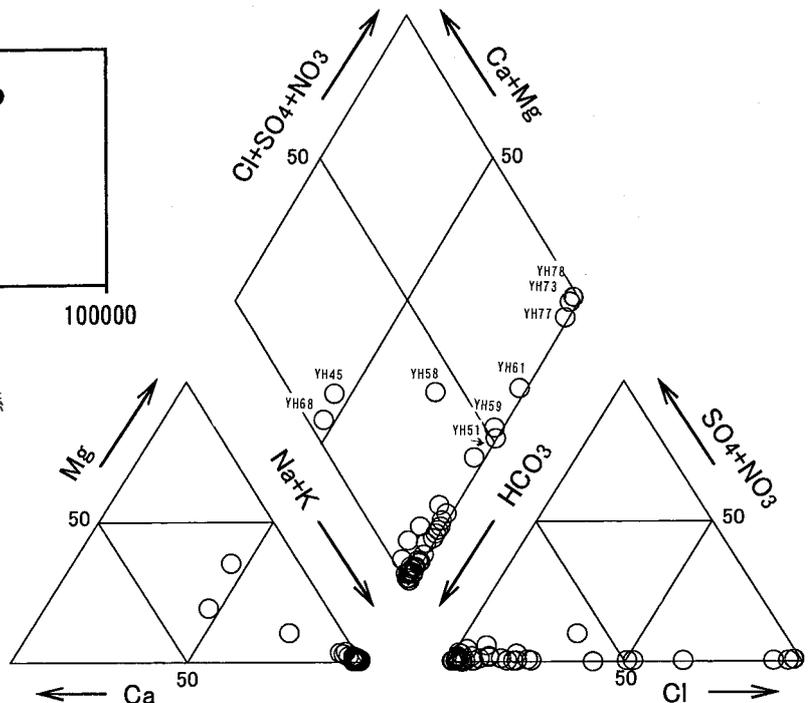


図7 横浜温泉のトリリニャーダイアグラム
(当量%)

但し、3箇所の源泉(YH45, 58, 68)では、アルカリ金属の割合が50～70%、アルカリ土類金属(Ca+Mg)の割合が30～50%になっていた。アルカリ土類金属は浅層の地下水に多く含まれることがわかっている(粟屋、石坂、1997)。横浜温泉のほとんどの源泉はアルカリ炭酸塩の領域にあるが、アルカリ土類金属の割合が多いものは浅層の地下水の影響が強くなっていると考えられる。

さらに、6箇所の源泉(YH51, 59, 61, 73, 77, 78)では、炭酸水素イオンの割合が0～50%、塩素イオンの割合が50～100%になっていた。そのうち、4箇所の源泉(YH51, 73, 77, 78)は深度1,000m以深であり、地下深部では塩素イオンの割合が多いことがわかる。

3. まとめ

横浜温泉は、利用源泉40箇所、未利用源泉4箇所の源泉総数44箇所であり、それらの標高は2～80m、深度は40箇所が5～220m、4箇所が1,000～1,507mとなっている。

深度1,000m未満の源泉では、温度は14.5～19.6、揚湯量は9～572 l/min、pHは6.4～8.8、化学成分の総量は213～3280mg/l、ナトリウムイオンは8.19～980mg/l、塩素イオンは3.77～1140mg/l、炭酸水素イオンは60.7～1250mg/l、メタケイ酸は24.1～98.2mg/lであった。

一方、深度1,000m以深の源泉では、温度は35.7～45.0、揚湯量は68～290 l/min、pHは7.2～8.1、化学成分の総量は4650～17800mg/l、ナトリウムイオンは1430～6440mg/l、塩

素イオンは1140～10500mg/l、炭酸水素イオンは259～1890mg/l、メタケイ酸90.0～130mg/lであった。

謝辞

この資料をまとめるに当たって、現地調査では神奈川県生活衛生課、横浜市生活衛生課、横浜市管轄保健所及び源泉所有者に御協力いただいた。

以上の機関及び方々に感謝いたします。

なお、本資料をまとめるにあたって、神奈川県生活衛生課の委託による2000(平成12)年度温泉保護対策調査費等を利用した。

参考文献

- 粟屋 徹、大山正雄、石坂信之 (2001) 川崎温泉の化学成分、温地研報告, 32, 75-80.
- 粟屋 徹、石坂信之 (1997) 温泉の水質(神奈川の場合)、水道協会雑誌, 66(11), 2-14.
- 温泉地学研究所 (1997) 資料集、温地研報告, 28(2), 280p.
- 温泉地学研究所 (2001) 温泉保護対策調査報告書, 6p.
- 水収支研究グループ編 (1993) 地下水資源・環境論 - その理論と実践、共立出版, 350p.
- 大木靖衛、荻野喜作、平野富雄、小鷹滋郎、粟屋 徹、杉山茂夫、大山正雄 (1983) 神奈川県温泉誌、温地研報告, 14(4), 99-216.