

静岡県の温泉の泉質

静岡県衛生環境センター 海野忠市

はじめに

日本は世界有数の温泉国であり、静岡県は我国屈指の温泉県である。源泉数は全国第三位、湧出量は第四位であるが、交通の便がよいこと、自然の風光に恵まれていること、湯量が豊富であること、などから温泉の利用客数は断然他を圧している。

静岡県の温泉は伊豆半島に集中している。伊豆は“湯いず国”と言われるように早くから温泉地が形成され、由緒ある名湯の話が多く残っている。

伊豆半島には富士火山帯が通り、東側に箱根火山に続き、湯ヶ原、熱海、多賀、宇佐美の各火山と天城火山、西側に達摩山、猫越山などの火山が散在し、温泉はこれらの火山に起因している。伊豆半島以外では信玄の隠し湯と言われる梅ヶ島温泉などがあるが、その数はわずかである。

温泉地の分布、源泉数

静岡県衛生部および静岡県温泉協会による昭和57年2月1日現在の実態調査報告書¹⁾によれば、静岡県内には約70の温泉地(宿泊施設のある温泉地)に約2,100の源泉(利用泉は1,249)がある。そのうち97%に当たる2,044源泉が伊豆半島に分布している。

図1に静岡県の温泉地の分布を示した。

伊豆半島では温泉は東部海岸地域と中伊豆に集中している。主な温泉地の源泉数は熱海(含伊豆山)419、伊東580、熱川(含北川)73、片瀬(含白田)77、下賀茂95、伊豆長岡(含古奈)136、修善寺73、などとなっている。特に県の約半数の源泉が熱海市と伊東市に集中している。伊豆長岡、修善寺、土肥では温泉の集中管理が行われている。

伊豆半島以外の温泉地の源泉数は全部で3%、72源泉しかない。源泉数が1~2の温泉地が大部分であるが、梅ヶ島だけは12の源泉がある。

温泉と湧出量

昭和57年2月1日現在の実態調査による泉温、湧出量の区分による源泉数を表1に示す。

泉温は50℃台の源泉が最も多く、全体の22.6%に当たる271となっている。最低は法泉寺の8.0℃、最高は下賀茂などの100℃以上、平均は57.0℃である。各温泉地の平均泉温をみると、80℃以上の所は熱川、片瀬、峰、下賀茂の4地区でこれらの地区には沸騰自噴泉が存在する。70℃以上では稲取と谷津が含まれ、60℃以上では熱海、伊豆長岡、修善寺などが含まれる。25℃未満の温泉のうち21は伊豆半島以外の温泉である。

総湧出量は毎分115kℓに達する。湧出量が40~60ℓ/分の源泉が最も多く、全体の21.5%に当たる255となっている。最低は竹倉の0.5ℓ/分、最高は土肥、大沢里、畑毛・奈古谷の800ℓ/分、平均は97.3ℓ/分である。



図1. 静岡県の温泉地分布図

No.	温 泉 地	No.	温 泉 地	No.	温 泉 地	No.	温 泉 地
1	泉	21	下賀茂 (含加納, 湊, 二条)	41	矢	61	平山・北沼上
2	熱海・伊豆山	22	毛倉野	42	柿木	62	麻機
3	網代	23	一色	43	白岩	63	油山
4	宇佐美	24	入間	44	姫の湯	64	大河内
5	伊東	25	雲見	45	柳瀬	65	梅ヶ島コンヤ
6	小室 (吉田)	26	石部・岩地	46	冷川	66	梅ヶ島
7	対島 (赤沢, 八幡野)	27	松崎	47	修善寺	67	口坂本
8	大川	28	大沢	48	新修善寺	68	油野
9	熱川・北川	29	仁科	49	大野	69	井川赤石
10	片瀬・白田	30	堂ヶ島	50	大仁	70	焼津
11	稲取	31	大沢里	51	長岡	71	志太
12	見高	32	宇久須	52	古奈	72	寸又峡
13	谷津 (含浜, 笹原)	33	土肥	53	葦山	73	接阻峡
14	峰 (含田中, 沢田, 逆川)	34	八木沢	54	畑毛・奈古谷	74	倉真・法泉寺
15	湯ヶ野 (含伐場, 下佐ヶ野, 小鍋)	35	小土肥	55	竹倉	75	油山寺
16	梨本	36	湯ヶ島	56	原	76	春野岩岳
17	横川 (含相玉, 加増野, 北湯ヶ野)	37	嵯峨	57	香貫	77	遠州浜
18	河内・蓮台寺 (含立野・大沢)	38	吉奈	58	御殿場乙女	78	館山寺
19	下田	39	月ヶ瀬	59	朝霧	79	弁天島
20	吉佐美	40	船原	60	宍原	80	新居浜

表1. 泉温, 湧出量の区分による源泉数

項目	区 分	計	%
泉 温	25℃未満(冷鉱泉)	53	4.4
	25℃~34℃(低温泉)	94	7.9
	34℃~42℃(温 泉)	168	14.1
	42℃以上(高温泉)	880	73.6
湧 出 量	< 100 ℓ/分	816	68.9
	> 100 ℓ/分	368	31.1

表2. 液性, 溶存物質総量の区分による源泉数

項目	区 分	計	%
液 性	pH 3.0~6.0(弱酸性)	6	1.7
	pH 6.0~7.4(中性)	24	6.6
	pH 7.5~8.4(弱アルカリ性)	241	66.8
	pH 8.5~(アルカリ性)	90	24.9
溶存物質総量	8g/kg 未満(低張性)	314	87.0
	8g/kg~10g/kg(等張性)	10	2.8
	10g/kg 以上(高張性)	37	10.2

液性と溶存物質総量

昭和48年度~57年度の10年間に当衛生環境センター(旧衛生研究所)が分析した源泉数は361であった。地区別分析数は熱海・伊豆山72, 伊東38, 熱川27, 下賀茂と稲取18, 伊豆長岡12などである。(伊豆328, それ以外33)

液性と溶存物質総量により分類した源泉数を表2に示す。

pHの最低は伊豆山の3.2, 最高は横川, 相玉, 下佐ヶ野などの9.8であった。pHが7.5~8.4の弱アルカリ性の源泉が最も多く, 241源泉66.8%となっている。

溶存物質総量の最低は伊東の0.12g/kg, 最高は網代の33.1g/kgであった。8g/kg未満の源泉が87%を占めている。溶存物質総量が1g/kg未満のもの138源泉のうち, 113は伊豆半島の単純温泉, 25は伊豆半島以外の単純硫黄泉等である。

泉質と化学型

361源泉の泉質別内訳を表3に示す。“その他”は温泉法第2条に該当するが, 泉質名のつかないものである。なお, 静岡県が10年前から, (財)中央温泉研究所に依頼した温泉地科学調査²⁾による分析源泉数と当センターが10年間に分析した源泉数の和は702である。その結果を()で並記した。

表3. 泉質別源泉数

泉 質 名	計	(計)	%	(%)
単 純 温 泉	113	(255)	31.3	(36.3)
Na-Cl 泉(食塩泉)	105	(215)	29.1	(30.6)
Ca-Cl 泉(塩化土類泉)	49	(87)	13.6	(12.4)
Ca-SO ₄ 泉(石膏泉)	43	(74)	11.9	(10.6)
Na-SO ₄ 泉(芒硝泉)	21	(41)	5.8	(5.8)
単 純 硫 黄 泉	16	(16)	4.4	(2.3)
Na-HCO ₃ 泉(重曹泉)	5	(5)	1.4	(0.7)
単 純 炭 酸 鉄 泉	2	(2)	0.6	(0.3)
そ の 他	7	(7)	1.9	(1.0)

() は静岡県衛生環境センターの分析数+中央温泉研究所の分析数(温泉地科学調査)

静岡県温泉の泉質は単純温泉が一番多く、以下食塩泉、塩化土類泉、石膏泉、芒硝泉、単純硫黄泉、重曹泉、単純炭酸鉄泉の順となる。

単純温泉、塩化物泉、硫酸塩泉、単純硫黄泉の現地分析時の平均泉温と主要成分、溶存物質総量の平均含有量を表4に示す。

表4. 各泉質の泉温、主要成分、溶存物質総量の平均値

	単純温泉	塩化物泉	硫酸塩泉	単純硫黄泉
泉温	47.3	70.6	50.2	17.3
Na ⁺	117.8	1,608	279.8	114.4
Ca ²⁺	34.7	902.5	275.6	23.5
Cl ⁻	79.3	3,786	198.6	31.1
SO ₄ ²⁻	185.1	640.3	989.1	48.4
HCO ₃ ⁻	61.8	87.1	33.4	270.2
溶存物質総量	530	7,284	1,850	542

(単位 泉温：℃，成分 溶存物質総量：mg/kg)

泉温の最高は単純温泉が白田の79℃、塩化物泉が熱川、片瀬、下賀茂の100℃、硫酸塩泉が熱海の73℃、単純硫黄泉が寸又峡の43℃である。溶存物質総量の平均は塩化物泉が7,284mg/kgであるが、これには熱海、網代、下賀茂などの10,000mg/kgを超えるものが含まれている。これに対し硫酸塩泉の平均は1,820mg/kgと少なくなっている。

各泉質の平均的組成は単純温泉がNa・Ca-SO₄・Cl型、塩化物泉がNa・Ca-Cl型、硫酸塩泉がCa・Na-SO₄・Cl型、単純硫黄泉がNa-HCO₃型である。

伊豆半島の温泉の泉質

伊豆半島の温泉の陰イオンの主要成分であるCl⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻、および陽イオンの主要成分であるNa⁺+K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺の当量三角図を図2、図3に示す。

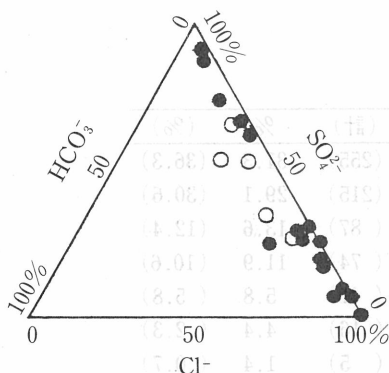


図2. 伊豆半島に分布する温泉の陰イオンの当量三角図

●塩類泉 ○単純温泉

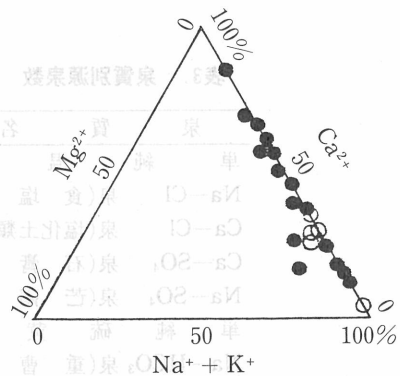


図3. 伊豆半島に分布する温泉の陽イオンの当量三角図

●塩類泉 ○単純温泉

伊豆半島の温泉は一部を除き、 HCO_3^- は20m.val%以下、 Mg^{2+} は5m.val%以下である。陰イオンの化学組成は Cl^- と SO_4^{2-} の含量により、また陽イオンの化学組成は Na^+ と Ca^{2+} の含量により変わってくる。伊豆半島の温泉の泉質は塩化物泉、硫酸塩泉、単純温泉に大別される。

温泉地の代表として、源泉数の多い熱海・伊豆山温泉と伊東温泉について、泉質の分布をみると次のようである。

熱海・伊豆山温泉の泉質は塩化物泉と硫酸塩泉に大別され、前者は伊豆山～熱海の海岸を中心とする地域に分布し、後者は伊豆山の北西の内陸部および熱海の西～南西の内陸部に分布する。塩化物泉には $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+}$ のものと $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+$ のものがあるが、後者が過半数を占める。単純温泉も内陸側に分布している。

伊東温泉は塩化物泉と単純温泉に大別される。塩化物泉には食塩泉、弱食塩泉、塩化土類泉があるが、これらは松原区～岡区北部に分布している。 Cl^- を主成分とする単純温泉は岡区北部～玖須美区に分布している。 SO_4^{2-} を主成分とする単純温泉は岡区南部～鎌田区、即ち内陸側に分布している。

伊豆半島では塩化物泉の多くは東部海岸地域の熱海、網代、伊東、熱川、片瀬、峰、下賀茂や西部の石部・岩地などに分布している。硫酸塩泉の多くは中央部の湯ヶ島、嵯峨沢、湯ヶ野、西部の土肥、松崎、東部の熱海などに分布している。単純温泉の多くは中央部の伊豆長岡、修善寺、東部の伊東、河内・蓮台寺などに分布している。また東部海岸地域の塩化物泉を主体とする温泉地でも内陸側には硫酸塩泉や単純温泉が分布している。

伊豆半島の温泉について、熱海、網代一宇佐美、伊東、東伊豆、河津、下田、下賀茂、西伊豆一松崎、修善寺一湯ヶ島、長岡の10地区に分け、10年間の分析値をもとに各成分間の相関関係について検討した。その一部を表5に示す。

表5. 伊豆半島の地域別、成分間の相関係数

項目	熱海 伊豆山	網代 宇佐美	伊東	東伊豆	河津	下田	下賀茂	西伊豆 松崎	湯ヶ島 修善寺	長岡
試料数	71	25	30	64	11	26	18	14	17	18
$\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$	0.797	0.437	0.790	0.587	0.666	0.449	0.980	0.633	0.366	0.288
$\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$	0.979	0.936	0.972	0.994	0.883	0.795	0.994	0.887	0.978	0.740
$\text{Na}^+ - \text{SO}_4^{2-}$	0.659	0.580	0.865	0.835	-0.176	0.628	0.697	0.080	0.881	0.745
$\text{Ca}^{2+} - \text{Cl}^-$	0.898	0.722	0.908	0.639	0.917	0.456	0.990	0.902	0.344	0.187
$\text{Ca}^{2+} - \text{SO}_4^{2-}$	0.466	-0.080	0.832	0.544	0.146	0.861	0.686	-0.100	0.699	0.703
$\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-}$	0.594	0.380	0.878	0.820	-0.148	0.345	0.711	-0.101	-0.465	0.278
$\text{Na}^+ -$ 溶存物質総量	0.984	0.951	0.971	0.996	0.878	0.934	0.996	0.907	0.978	0.946
$\text{Ca}^{2+} -$ 溶存物質総量	0.891	0.694	0.912	0.633	0.941	0.692	0.992	0.899	0.550	0.548
$\text{K}^+ -$ 溶存物質総量	0.904	0.895	0.960	0.938	0.260	0.133	0.902	0.708	0.678	0.530
$\text{Mg}^{2+} -$ 溶存物質総量	0.912	0.726	0.887	0.931	0.745	0.499	0.366	0.664	0.516	0.213
$\text{Cl}^- -$ 溶存物質総量	0.998	0.997	0.999	0.998	0.981	0.745	0.999	0.986	0.948	0.662
$\text{SO}_4^{2-} -$ 溶存物質総量	0.644	0.450	0.902	0.847	0.043	0.810	0.713	0.067	0.952	0.888
$\text{HCO}_3^- -$ 溶存物質総量	0.651	0.713	0.096	-0.108	-0.357	-0.100	-0.600	-0.215	-0.294	-0.770

各地域とも $\text{Na}^+ -$ 溶存物質総量、 $\text{Cl}^- -$ 溶存物質総量、 $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ の間に高い正の相関関係がある。このことから、伊豆半島の温泉は Na^+ と Cl^- によって特徴づけられ、両者により支配されているものと推定される。

伊豆半島の諸温泉はすべて新第3期の湯ヶ島層中に胚胎していると考えられている³⁾。その化

学組成は陽イオンは Na^+ と Ca^{2+} 、陰イオンは Cl^- と SO_4^{2-} によって特徴づけられている。海岸地域の塩化物泉は海水起源であり、組成が海水と異なり、 $\text{Na} \cdot \text{Ca}-\text{Cl}$ 、あるいは $\text{Ca} \cdot \text{Na}-\text{Cl}$ 型になるのは海水と地層中の岩石、鉱物との間の熱水反応に基づくものと考えられている^{4,5)}。温泉水中の SO_4^{2-} や内陸部の SO_4 塩泉は湯ヶ島層中の硬石膏の溶出に関係があると言われている^{4,5)}。熱海^{6,7)} や伊東⁸⁾ では温泉の塩水化が指摘され、また網代⁹⁾、土肥¹⁰⁾、石部・岩地¹¹⁾ でも海水の浸入により塩化土類泉が形成されつつあると言われている。

伊豆半島以外の温泉の泉質

伊豆半島以外の温泉地で現在利用されている温泉の陰イオンの主要成分である Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- および陽イオンの主要成分である $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} の当量三角図を図4、図5に示す。

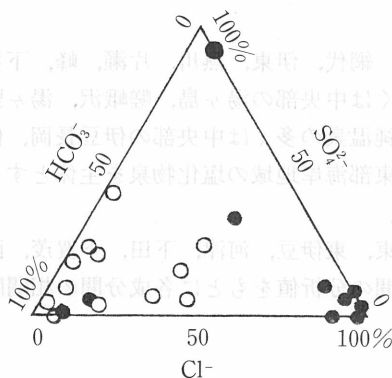


図4. 伊豆半島以外に分布する温泉の陰イオンの当量三角図

- 塩類泉
- 溶存物質総量 1 g/kg 未満の温泉

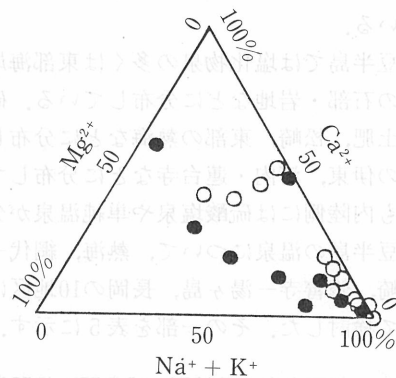


図5. 伊豆半島以外に分布する温泉の陽イオンの当量三角図

- 塩類泉
- 溶存物質総量 1 g/kg 未満の温泉

塩類泉は塩化物泉，硫酸塩泉，炭酸水素塩泉に分かれる。溶存物質総量 1 g/kg 未満の温泉は HCO_3^- を主成分とするものであるがその大部分は単純硫黄泉である。また陽イオン組成では主成分が Na^+ のものと Ca^{2+} のものに分かれる。

伊豆半島以外の温泉地には伊豆半島にはほとんど分布していない単純硫黄泉が多く、それらは静岡市の安倍川流域、大井川上流地域、掛川市、春野町に分布している。単純硫黄泉は大部分が自然湧出泉で、その化学組成は Na^+ と HCO_3^- を主成分とし、通常の地下水に硫化水素が数 mg/kg ~ 10mg/kg 含まれた形となっている。特に南アルプスのふもとの寸又峡、井川赤石、梅ヶ島では泉温が $38^\circ\text{C} \sim 43^\circ\text{C}$ あり、pH は 9 以上のアルカリ性である。他はすべて冷鉱泉である。

口坂本と接阻峡は Na^+ と HCO_3^- を主成分とする重曹泉である。溶存物質総量は 1~2 g/kg であるが、接阻峡は深度が 1.300m と深くなっている。

塩化物泉は御殿場乙女、原、焼津、志太、館山寺、遠州浜、弁天島、新居浜である。このうち泉温が 25°C 以上あるのは御殿場乙女と焼津だけである。御殿場乙女は深度 1,360m と深く、泉温は 38.7°C 、溶存物質総量は 2 g/kg 程度で $\text{Na}-\text{Cl} \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{HCO}_3$ 泉である。焼津は泉温 $41^\circ\text{C} \sim 43^\circ\text{C}$ で、溶存物質総量は 8 ~ 11g/kg と多く、 $\text{Ca} \cdot \text{Na}-\text{Cl}$ または $\text{Na} \cdot \text{Ca}-\text{Cl}$ 泉である。志太は掘

表6. 静岡県の温泉の泉質一覧表

No.	温泉地	源* 泉数	平均 泉温 (°C)	主たる泉質	No.	温泉地	源* 泉数	平均 泉温 (°C)	主たる泉質
1	泉	24	35.9	単純	41	矢熊	1	34.0	単純
2	熱海・伊豆山	419	66.0	Ca-Cl, Na-Cl, Ca-SO ₄	42	柿木	2		Na-SO ₄
3	網代	39	57.3	Ca-Cl, Na-Cl	43	白岩	9	52.2	Na-SO ₄
4	宇佐美	28	53.6	Ca-Cl, Ca-SO ₄	44	姫の湯	1	31.5	単純
5	伊東	580	44.4	単純, Na-Cl, Ca-Cl	45	柳瀬	1	34.0	単純
6	小室	16	49.0	Ca-SO ₄	46	冷川	3	34.5	単純
7	対島	27	38.8	単純, Na-Cl	47	修善寺	73	60.8	単純
8	大川	31	57.7	Na-Cl	48	新修善寺	1		Na-SO ₄
9	熱川・北川	73	84.0	Na-Cl	49	大野	2	53.8	単純
10	片瀬・白田	77	85.9	Na-Cl	50	大仁	13	51.8	単純
11	稲取	24	78.7	Na-Cl	51	長岡	88	61.7	単純
12	見高	3		単純, Ca-Cl	52	古奈	48	62.7	単純
13	谷津	40	70.5	単純	53	韭山	35	54.6	単純
14	峰	40	86.6	Na-Cl	54	畑毛・奈古谷	13	32.7	単純
15	湯ヶ野	18	46.8	Ca-SO ₄ , 単純	55	竹倉	6	13.2	単純炭酸鉄泉
16	梨本	16	49.6	Ca-SO ₄ , 単純	56	原	1	16.5	含S-Na-Cl
17	横川	28	68.6	単純	57	香貫	2	12.3	含Fe-Ca-SO ₄ , 単純
18	河内・蓮台寺	42	56.2	単純	58	御殿場乙女	1	38.7	Na-Cl
19	下田	6	27.3	単純, Na-SO ₄	59	朝霧	1	14.5	法第2条該当 (イオウ)
20	吉佐美	5	35.7	Na-Cl, Na-SO ₄	60	宍原	1	16.0	法第2条該当 (HBO ₂)
21	下賀茂	95	87.1	Na-Cl	61	平山・北沼上	5	15.5	単純硫黄
22	毛倉野	6	29.1	単純	62	麻機	2	13.6	単純硫黄
23	一色	1	30.5	単純	63	油山	2	13.0	単純硫黄
24	入間	1	31.5	単純	64	大河内	1	14.0	単純硫黄
25	雲見	3	38.3	Ca-Cl	65	梅ヶ島コンヤ	1	19.5	単純硫黄
26	石部・岩地	6	53.3	Ca-Cl	66	梅ヶ島	12	39.5	単純硫黄
27	松崎	10	58.4	Na-SO ₄	67	口坂本	1	19.5	Na-HCO ₃
28	大沢	6	44.4	Ca-SO ₄ , 単純	68	油野	1		単純硫黄
29	仁科	7	46.0	Ca-SO ₄	69	井川赤石	2	39.3	単純硫黄
30	堂ヶ島	4	36.0	単純, Na-Cl	70	焼津	3	42.4	Ca-Cl, Na-Cl
31	大沢里	4	35.9	Ca-SO ₄	71	志太	2	19.0	Na-Cl
32	宇久須	2	21.4	Ca-SO ₄	72	寸又峡	2	43.5	単純硫黄
33	土肥	6	53.5	Ca-SO ₄	73	接阻峡	2	21.5	Na-HCO ₃
34	八木沢	1	29.5	Ca-SO ₄	74	倉真・法泉寺	4	16.2	単純硫黄
35	小土肥	2	39.4	Ca-Cl	75	油山寺	1		法第2条該当 (HBO ₂)
36	湯ヶ島	26	46.2	Ca-SO ₄ , 単純	76	春野岩岳	1	11.0	単純硫黄
37	嵯峨沢	6	41.7	Na-SO ₄ , 単純	77	遠州浜	1	16.0	Na-Cl
38	吉奈	3	50.2	単純	78	館山寺	2	16.4	Na-Cl
39	月ヶ瀬	5	44.3	単純	79	弁天島	1	18.0	Na-Cl
40	船原	13	64.3	Na-SO ₄ , 単純	80	新居浜	1	18.0	Na-Cl

* 利用泉+未利用泉

削噴泉で溶存物質総量 13g/kg の Na—Cl 泉である。浜名湖周辺の温泉は掘削深度が 150m 以下で、伊豆半島の塩化物泉に比べ Mg^{2+} 含量が多くなっている。新居浜は溶存物質総量 25g/kg の強食塩泉、館山寺、遠州浜、弁天島は溶存物質総量 2～4 g/kg で泉質は Na・Mg・Ca—Cl または Na・Ca・Mg—Cl 泉である。

三島市の竹倉は Fe^{2+} と HCO_3^- を主成分とする単純炭酸鉄泉である。沼津市の原と香貫は分析データが古いが原は含 S—Na—Cl 泉、香貫は含 Fe—Ca— SO_4 泉である。

最近10年間に行なった分析の中には未利用泉や泉温台帳に載っていないものがある。単純硫黄泉が静岡市湯ノ森、口坂本、大間、藤枝市谷稲葉、豊岡村、春野町、水窪町で、食塩泉が藤枝市内瀬戸、重曹泉が水窪町で、また石膏泉が口坂本で分析の経験がある。

まとめ

静岡県の温泉の主たる泉質の一覧表を表6に示す。

伊豆半島の温泉地には単純温泉、塩化物泉、硫酸塩泉が存在し、伊豆半島以外の温泉地には塩化物泉、炭酸水素塩泉、単純硫黄温泉、単純炭酸鉄泉が存在する。

静岡県には同じ温泉県である大分県、鹿児島県や隣接の神奈川県などには分布する酸性泉、明バン泉、重炭酸土類泉など、あるいは中国地方や山梨県などに分布する放射能泉は存在しない。

静岡県の温泉の特徴は伊豆半島に源泉が集中していること、42℃以上の高温泉が多いこと、その泉質は単純温泉、塩化物泉、硫酸塩泉を中心とする一般的なものである。

文 献

- 1) 静岡県衛生部、同温泉協会：温泉実態調査報告書、昭和57年2月1日現在（1983）
- 2) 中央温泉研究所：温泉地科学調査報告書—静岡県伊東温泉～熱海・伊豆山温泉（1973～1983）
- 3) 静岡県（駿島他）：伊豆半島の地熱開発に関する基礎調査報告書（1968）
- 4) 水谷義彦他：伊豆、下賀茂温泉水の起源、火山、2集、17、123—134（1972）
- 5) 水谷義彦他：伊豆半島東南部の中性塩化物泉の起源、火山、2集、19、139—150（1975）
- 6) 中村久由他：熱海温泉の熱水系に関する考察、地調月報、20、367—394（1969）
- 7) 永野隆夫他：熱海地区における温泉成分の変動調査、温泉工学会誌、8、135—146（1972）
- 8) 益子 安他：伊東温泉の泉質と海水および地下水の浸入現象について、温泉工学会誌、12、8—16（1977）
- 9) 甘露寺泰雄他：南熱海温泉の塩化物泉と硫酸塩泉について、温泉工学会誌、13、160—168（1979）
- 10) 甘露寺泰雄他：土肥温泉の泉質と塩化土類泉の起源について、温泉科学、27、134—142（1977）
- 11) 甘露寺泰雄他：伊豆半島南西部の塩化土類泉について—雲見、石部・岩地温泉の化学組成—、温泉工学会誌、14、88—97（1980）