

鶴巻温泉の化学成分の経年変化

石坂信之、栗屋 徹、平野富雄

神奈川県温泉地学研究所*

Annual Variation of Chemical Components
of the Tsurumaki Hot Springs, Tanzawa Mountains

by

Nobuyuki ISHIZAKA, Toru AWAYA and Tomio HIRANO

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture
Hakone, Kanagawa

(Abstract)

Annual variation of chemical components of thermal waters discharged in the Tsurumaki area, southern foot of the Tanzawa mountains, is described. The total amount of the dissolved materials and the calcium concentrations have been decreasing gradually in the past 27 years (since 1957). But the sodium concentration has been constant. The Tsurumaki thermal waters are plotted in Ca-montmorillonite region of $\text{Na}^+/\text{H}^+ - \text{Ca}^{2+}/(\text{H}^+)^2$ activity diagram. Simple cation exchange model is proposed to explain the compositional variations.

* 神奈川県足柄下郡箱根町湯本 9 9 7 〒250-03
神奈川県温泉地学研究所報告 第17巻, 第5号, 115-126, 1986

1 はじめに

丹沢大山国定公園の南東に位置する鶴巻温泉は年間観光客 47,000人（昭和58年）の小規模な温泉地であるが、その温泉成分は溶存物質、殊にカルシウムイオンが多いという、際だった特徴がある。

しかし、このカルシウム含有量の多い温泉も、近年、溶存物質量が少なくなり、泉質も変化しはじめている。昭和59年度温泉地下水利用実態調査の際に、温泉分析の機会を得たので、既存の分析値と比較が可能な5源泉について、この泉質変化を中心に鶴巻温泉の現況について報告する。

2 鶴巻温泉の沿革

鶴巻温泉は、明治22年、村民の井戸水が塩分や渋味で飲料水にならないために浴用にしたのが発端（中郡勢誌(1953)）とされている。しかし、温泉（鉱泉）の湧出は鶴巻やその周辺地区に古来からある「塩」に関連する地名（塩久保、塩見（塩貝）、塩ノ宮など。地名の考証については石塚(1980)を参考とした）から推察すると、慶長あるいはそれ以前の古い時代にまで遡れると考えられる。

大正期には平塚から秦野方面に向かう馬車を利用した湯治客があり、昭和2年の小田急線の開通によって急速に発展したのち、昭和34年までに12源泉が開発された。昭和35年には深さ650mの温泉井が掘られ、41.5℃の温泉（昭和37年9月）が湧出した（現在は埋没）。その後、昭和41年（深度500m, 17号源泉）と昭和42年（深度84m, 16号源泉）に新たな温泉が開発された。急激に開発が進み、温泉保護の必要性が生じたため昭和42年9月1日には、温泉準保護地域（神奈川県温泉対策要綱, 昭和55年4月改正）に指定され、今日に至っている。

しかし、現在では多くの源泉が埋没したり休止になり、利用されている源泉は4源泉にすぎなくなっている。

3 既応の研究

鶴巻温泉に関する既応の研究は、昭和30年代の分析値がとりまとめられている神奈川県(1964)の報告、丹沢山地の温泉、鉱泉について考察した大木ら(1964)及び平野ら(1967)の報告と、丹沢の東縁部の鉱泉について取りまとめた荻野ら(1973)の報告がある。

昭和41年に深さ500mまで掘削され約40℃の温泉を湧出した17号源泉については小沢ら(1969)の報告及び平野ら(1976)の報告がある。このうち、平野らの報告は塩化カルシウム型の温泉（鉱泉）について考察されている。

地質については、上述の報告の他に、神奈川県温泉研究所地下水調査グループ(1970)の報告中に電気探査による基盤岩類の等深線及び鶴巻地区の深さ90mまでの地質柱状図がある。秦野盆地の地質については大木ら(1971)、長瀬ら(1972)、秦野市教育研究所(1984)の報告がある。丹沢をも含めた地質については猪郷ら(1980)の他、多数の報告がある。

4 鶴巻温泉の化学成分の経年変化

前述した既応の研究によれば、鶴巻温泉を胚胎する地質は丹沢層群の大沢凝灰岩であり、温泉はこの割れ目から湧出している。鶴巻地区の地質柱状図（神奈川県温泉研究所地下水調査研究グループ（1970））から判断すると、丹沢山地を背に、被圧された温泉が地下深所（17号源泉は深さ500m）や深さ30～35m及び55m 付近の砂礫層に湧出するものである。この砂礫層の上部は粘土層でおおわれている。特に55m付近の砂礫層上部の粘土層は比較的厚い（約20m）ので地表水による希釈を受けにくいとも考えられる。温泉の泉質は、カルシウム・ナトリウム-塩化物泉（一部にナトリウム・カルシウム-塩化物泉も存在する）で、化石海水型のものと考えられている。硫酸イオンの少ないこのタイプの泉質は、油田塩水以外では、あまり例が知られていない。

図1は秦野保健所に登録された源泉の分布である。小田急線の南側にある源泉（現在は埋没）以外の源泉は標高20m程度の低地にある。利用が可能な源泉は1号泉、12号泉、16号泉、17号泉（深井戸と浅井戸がある）であるが、このうち利用している源泉は1、12、16、17号泉（深井戸）の4源泉である。

今回は17号泉の深井戸、浅井戸を含めた利用可能な5源泉について温泉分析を行い、今までに得られている分析値と比較した。表1が5源泉の現在までの分析値である。泉温が25℃以上のものは17号泉（深井戸、浅井戸）と1号泉であるが、他の12、16号泉も泉温は20～22℃と、周辺の地下水温（秦野盆地の湧水や地下水の水温は16℃前後）と比べて5℃程度高くなっている。溶存成分量（蒸発残留物）は16号泉を除いていずれも減少しているが、昭和59年の分析値では全ての源泉が1,000 mg/kg以上（1,504～7,915 mg/kg）である。

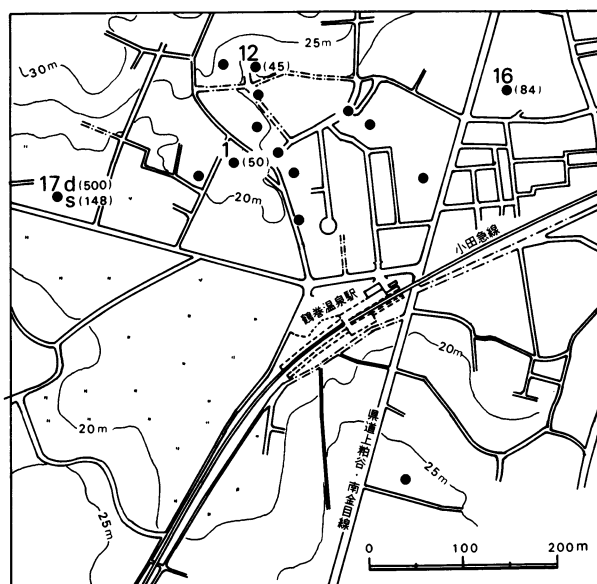


図1 鶴巻温泉の源泉分布

数字は源泉番号、dは深井戸、sは浅井戸
（ ）内数字は深度m

番号のない源泉は利用していない源泉（埋没、休止等）

表 1-1 鶴巻温泉の分析表

(単位は ppm)

源 泉	1 号 泉					12 号 泉			16 号 泉		
	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	12-1	12-2	12-3	16-1	16-2	16-3
採水年月日	昭32.12.20 (1957)	昭38. 8. 8 (1963)	昭51. 8. 12 (1976)	昭57. 2. 8 (1982)	昭59. 7. 2 (1984)	昭32.12.20 (1957)	昭51. 8. 12 (1976)	昭59. 7. 2 (1984)	昭55. 3. 28 (1980)	昭57. 2. 8 (1982)	昭59. 7. 2 (1984)
温 度	25.5 (°C)	25.2	25.0	26.0	25.8	20.0	21.6	21.4	20.8	21.1	20.9
揚湯量(湧出量)	12 [ℓ/min]		23	20	29.5	6	80	41.7	23		25.1
pH (pHメータ)	7.6 (-)	7.20	7.3(7.38)	7.3	7.2	7.8	7.5(7.59)	7.4	7.2(7.04)	7.3	7.2
蒸発残留物		7,086.0	7,515	7,168	6,946.2		1,711	1,504.9	3,995(120°C)	4,251	4,431.7
Li ⁺					8.49	4.0	4.87	1.54	0.051		14.3
K ⁺	7.00	8.00	30.0	9.38					13.8	15.2	
Na ⁺	945	1,084	(1,140)	1,150	1,060	780	280	259	780	870	863
Ca ²⁺	1,534	1,424	1,380	1,360	1,219	1,043	244	209	524	536	539
Mg ²⁺	6.075	11.8	13.3	10.2	10.4	10.43	14.0	9.72	47.8	46.1	49.0
Fe ²⁺	1	0.310	0.20	0.07			< 0.1		0.076	0.19	
Mn ²⁺				1.86					7.45	7.78	
Al ³⁺		0.050									
Cl ⁻	4,258	4,122	4,090	3,860	3,726	3,004	804	705	2,260	2,340	2,335
SO ₄ ²⁻	107.8	150	(124)	118	116	90.12	51.2	35.2	42.3	57.3	47.9
HCO ₃ ⁻	24.95	7.7	9.42	13.6	32.3	16.39	78.2	78.7	41.8	35.6	38.7
NO ₃ ⁻			0.10				3.94				
CO ₃ ²⁻			0.01				0.14				
OH ⁻			0.07				0.02				
BO ₂ ⁻			0.17				0.35				
HSiO ₃ ⁻											
H ₂ SiO ₃	39.8		43.8	42.7	48.6	29.2	56.6	58.1	65.3	52.5	63.1
HBO ₂	24.53	9.670	6.04	2.49		23.73	1.32		10.4	0.30	
CO ₂	2.244		1.13		3.44	17.45	6.02	5.28			4.12
備 考		O ₂ =2.88	水位1.90m	水位2.08m	E.C=11.027 [μs/cm]		比重0.9996 [-]	E.C=2,468.6 [μs/cm]	ER=3.881 (180°C)		E.C=7,126.0 [μs/cm]
分析の出典	神奈川県 (1964)	大木ら (1964)	T.A.	神奈川県温研 477号		神奈川県 (1964)	神奈川県温研 396号		神奈川県温研 450号	T.A.	

源 泉	17 号 泉 深 井 戸				17 号 泉 浅 井 戸			
	17d-1	17d-2	17d-3	17d-4	17s-11	17s-12	17s-13	17s-14
採水年月日	昭42.10.7 (1967)	昭51. 8. 12 (1976)	昭57. 2. 8 (1982)	昭59. 8. 17 (1984)	昭41.12.23 (1966)	昭51. 8. 12 (1976)	昭57. 2. 8 (1982)	昭59. 8. 17 (1984)
温 度	36.8 (°C)	37.3	37.2	37.2	32.0	34.4	35.1	35.0
揚湯量(湧出量)	270 [ℓ/min]	105	196	292	75	30	10	13.1
pH (pHメータ)	9.4 (-)	9.1(9.02)	9.2	9.2(8.86)	8.30	8.6(8.53)	8.7	8.8(8.66)
蒸発残留物	9,749	7,321	8,471	7,915.1	6,486	7,252	6,406	6,435.8
Li ⁺	0.140				0.00			
K ⁺	5.20	18.0	3.23	3.03	4.00	36.4	4.71	4.29
Na ⁺	1,068	1,020	1,060	998	922	1,010	1,020	932
Ca ²⁺	2,349		1,890	1,771	1,403		1,370	1,231
Mg ²⁺	0	91.48meq	0.13	0.085	0.0	67.81meq	2.81	0.913
Fe ²⁺	0	< 0.1	0.11			< 0.1	0.23	
Mn ²⁺			0.08				0.10	
Al ³⁺	0.062							
Cl ⁻	5,595	4,560	4,660	4,491	3,832	3,740	3,580	3,450
SO ₄ ²⁻	240	(191)	207	206	110.1	136	163	161
HCO ₃ ⁻	24.1	9.49	24.0	16.9	16.44	16.3	18.8	12.9
NO ₃ ⁻		0.16				< 0.1		
CO ₃ ²⁻	1.77	2.75		2.04	0.10	0.38		0.621
OH ⁻	0.42	0.21						
BO ₂ ⁻		2.47				1.04		
HSiO ₃ ⁻	9.26	5.69		9.54	1.76	3.34		6.01
H ₂ SiO ₃	18.8	22.9	24.1	30.6	44.67	42.4	37.7	48.4
HBO ₂	3.71	3.34			4.25	4.47	1.48	
CO ₂						0.10		
備 考		SiO ₃ ²⁻ =0.01						
分析の出典	神奈川県温研 197号	T.A.	T.A.		平野ら (1967)	T.A.	T.A.	

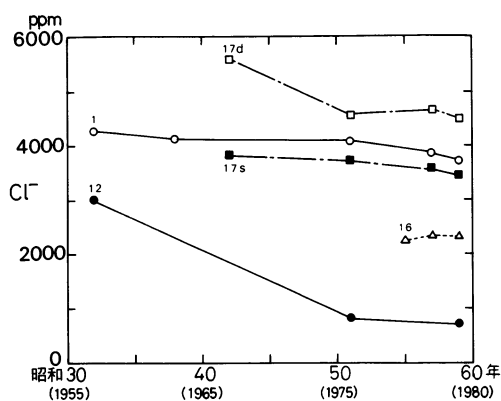
表 1-2 鶴巻温泉の源泉一覧

温泉番号	揚湯（湧出）地	標高	深度	掘削	現在の状況（昭和59年）
1	秦野市鶴巻1393	22 [m]	50 [m]	昭和32年2月	渦巻ポンプ使用，利用源泉
12	鶴巻1381	20	45	昭和35年11月登録	水中タービンポンプ使用，利用源泉
16	鶴巻1284-9(1293-2 から変更)	16	84	昭和42年2月	自然湧出，利用源泉
17d(深井戸)	鶴巻1913-1	19	500	昭和45年10月	自然湧出，利用源泉
17s(浅井戸)	同上	19	148	昭和45年10月	自然湧出

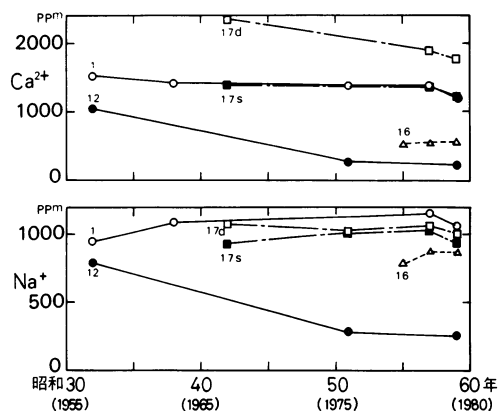
温泉の泉質は溶存成分量の多い 17号泉深井戸、浅井戸、1号泉がカルシウム・ナトリウム-塩化物泉（Ca・Na-Cl泉）であるが、12号泉は当初のカルシウム・ナトリウム型からナトリウムのより多いナトリウム・カルシウム-塩化物泉（Na・Ca-Cl泉）に変化した。一方、16号泉は成分の変化も泉質の変化も少なく、Na・Ca-Cl泉である。

溶存成分量の変化をみるため、陰イオンの 90% 以上を占める塩素イオン（Cl⁻）の経年変化を図 2 に示した。16号泉以外はいずれも Cl⁻が減少しているが、12号泉と17号泉（深井戸）の減少が著しい。Cl⁻の激減した昭和51年の揚湯量（湧出量）は12号泉が 80 l/min、17号泉が 105 l/minであり、他の源泉（揚湯量は主として 20~30 l/min）に比べて多く、多量の揚湯が溶存成分の激減をもたらした可能性がある。

陽イオンの主成分であるカルシウムイオン（Ca²⁺）とナトリウムイオン（Na⁺）について経年変化を図 3 に示した。Ca²⁺については Cl⁻とよく似た変化を示しているが、Na⁺については12号泉で減少しているのを除くと、ほぼ同じ濃度で推移している。Ca²⁺が減少し Na⁺が横ばい状態にあることから、

図 2 鶴巻温泉の Cl⁻の経年変化

図中の数字は源泉番号，d は深井戸，s は浅井戸である。16号線以外は Cl⁻が減少している。

図 3 鶴巻温泉の Ca²⁺、Na⁺の経年変化

図中の数字は温泉番号，d は深井戸，s は浅井戸である。Ca²⁺は減少傾向であるが，Na⁺は横ばい状態である（12号泉を除く）。

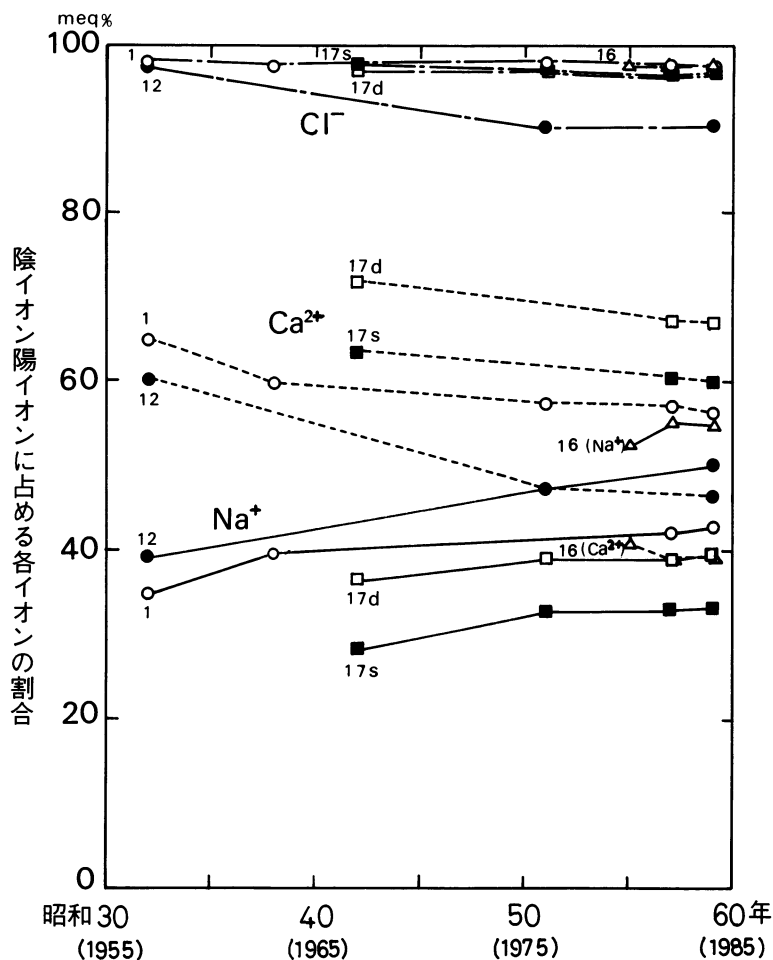


図4 主成分イオンの組成変化

図中の数字は源泉番号、dは深井戸、sは浅井戸である。Cl⁻は横ばい状態である(12号泉を除く)が、Ca²⁺は減少し、Na⁺は増加している。

陽イオンの組成が変化したことがわかる。この点をさらに明らかにするため、全陰イオンに対するCl⁻の割合と、全陽イオンに対するCa²⁺及びNa⁺の割合を各源泉について図4に示した。Cl⁻meq.%は全陰イオン中で90~98(%)の範囲にあり、12号泉を除くとほとんど変化していない。12号泉の変化は表1の分析値から炭酸水素イオン(HCO₃⁻)の増加によるものとわかる。一方、陽イオンでは全源泉ともCa²⁺meq.%が減少し、Na⁺meq.%が増加している。このことから、温泉の溶存成分量の減少にともなって、陰イオンの組成が変わらないにもかかわらず、陽イオンの組成はカルシウム・ナトリウム型(以下、単にCa型とする)からナトリウム・カルシウム型(以下、単にNa型とする)に移行していることがわかる。

一方、水中の溶存成分と平衡にあるいくつかの粘土鉱物の平衡定数が知られており、この平衡定数を使って溶存成分と粘土鉱物の状態を検討できる。鶴巻温泉の溶存成分のうち、組成変化が認められ、かつ主成分であるCa²⁺とNa⁺について検討するため、Ca²⁺とNa⁺とを因子として含んだCaO-Na₂O-

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 系のアクティビティ・ダイアグラムを作成し、鶴巻温泉の分析値をダイアグラム上に記入した (図5)。この図から、鶴巻温泉の分析値がカルシウム・モンモリロナイトの存在する領域にあり、図中のAからBまでの直線 (A-Bの線) 上にあることがわかる。さらに、溶存成分量の減少につれて鶴巻温泉の組成は A-Bの線上をBの方向に変化し、その直線の勾配は 2 と見なせることがわかる。したがって、次式が成り立つ。

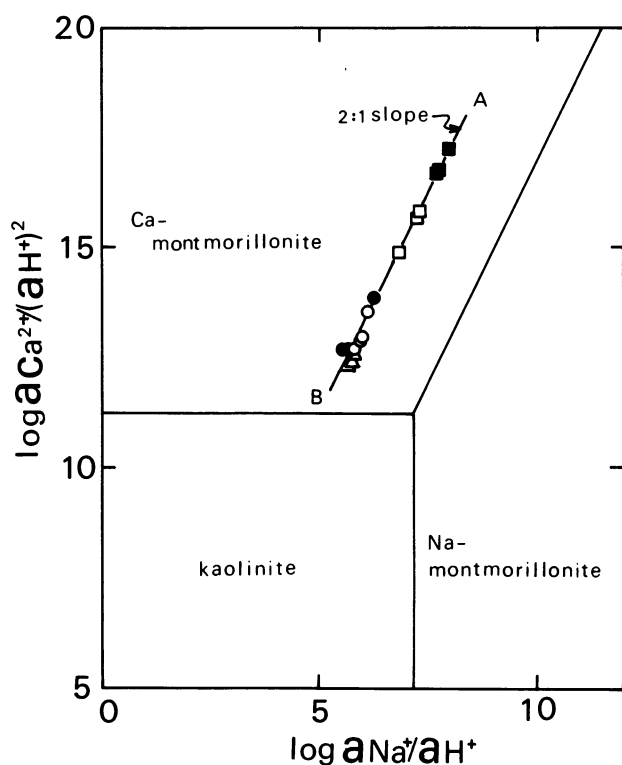


図5 鶴巻温泉とアクティビティ・ダイアグラム

($\text{CaO-Na}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 系
25°C)
平衡定数は表2に示すものを用いた。また $[\text{H}_4\text{SiO}_4] = 10^{-3.7}$ とした。図から、鶴巻温泉の化学成分はカルシウム・モンモリロナイトの領域にあり、勾配2のA-B直線上にあると見なせる。

表2 $\text{CaO-Na}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 系の平衡定数 (25°C)

$6 \text{Ca}_{0.167}\text{Al}_{2.33}\text{Si}_{3.67}\text{O}_{10}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}^+ + 23\text{H}_2\text{O}$ (Ca-Montmorillonite)	\rightleftharpoons	$7 \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + \text{Ca}^{2+} + 8 \text{H}_4\text{SiO}_4$ (Kaolinite)	$\log K = -16.3$
$6 \text{Na}_{0.33}\text{Al}_{2.33}\text{Si}_{3.67}\text{O}_{16}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}^+ + 23\text{H}_2\text{O}$ (Na-Montmorillonite)	\rightleftharpoons	$7 \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 + 2 \text{Na}^+ + 8 \text{H}_4\text{SiO}_4$ (Kaolinite)	$\log K = -15.3$
$6 \text{Ca}_{0.167}\text{Al}_{2.23}\text{Si}_{3.67}\text{O}_{16}(\text{OH})_2 + 2 \text{Na}^+$ (Ca-Montmorillonite)	\rightleftharpoons	$6 \text{Na}_{0.33}\text{Al}_{2.33}\text{Si}_{3.67}\text{O}_{16}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$ (Na-Montmorillonite)	$\log K = -3.12$

(注) 平衡定数の算出にあたり、カルシウム・モンモリロナイトは Norton (1974) の数値を、ナトリウム・モンモリロナイト及びカオリナイトは Helgeson (1969) の数値を使用した。

$$\log a_{Ca^{2+}} / (a_{H^+})^2 = \log K + 2 \log a_{Na^+} / a_{H^+} \quad \dots\dots\dots(1)$$

a は各イオンの活動度

ここで、 $\log K$ は A-B の線の延長が縦軸と交わる、切片である。図上で切片は、約 1.22 となるので、

$$\log K \doteq 1.22 \quad (K \doteq 16.6) \quad \dots\dots\dots(2)$$

となる。そこで、(2)を (1)に代入して整理すると (3)が得られる。

$$a_{Ca^{2+}} / (a_{Na^+})^2 = K \doteq 16.6 \quad \dots\dots\dots(3)$$

この式は鶴巻温泉の Ca^{2+} と Na^+ の関係を示している。

(3)を使って Ca^{2+} と Na^+ を求め、 Cl^- に対して図示したのが図 6 である。比較のために、鶴巻温泉の最も溶存成分量の多い温泉 (17d-1) を成分の少ない地下水で希釈した場合 (単純希釈モデル) の関係をも記入した。この単純希釈モデルでは鶴巻温泉の Ca^{2+} と Na^+ の関係をうまく表せないことがわかる。一方、(3)の曲線は鶴巻温泉のデータと完全には一致しないが、分散傾向を比較的よく表している。

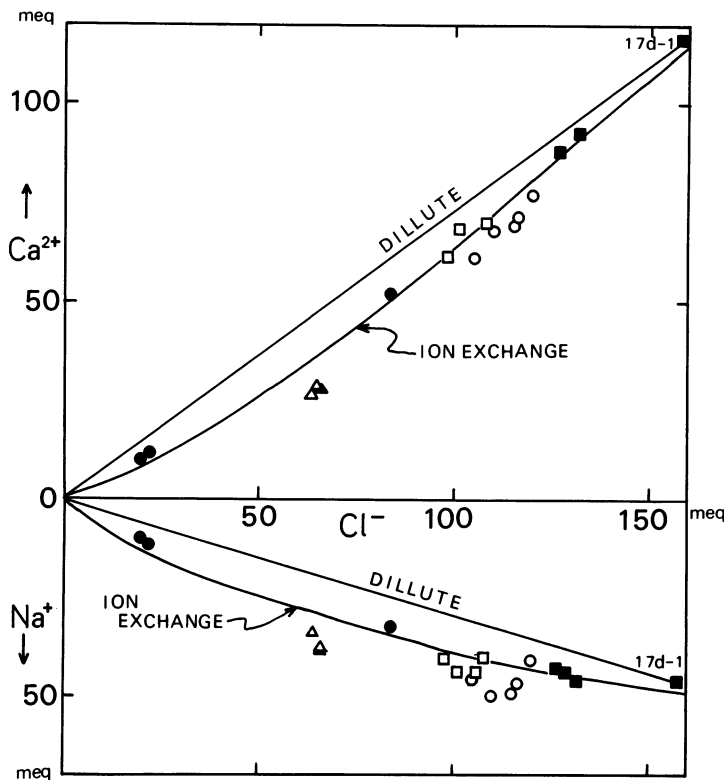


図 6 鶴巻温泉の Ca^{2+} , Na^+ と Cl^- の関係を示すイオン交換モデル (ION EXCHANGE, $a_{Ca^{2+}} / (a_{Na^+})^2 = 16.6$) と単純な希釈モデル (DILLUTE) 算出法は表 3 による。イオン交換モデルは鶴巻温泉のデータの分散傾向をよく表している。

表3 鶴巻温泉の Ca^{2+} , Na^+ と Cl^- の関係を説明するイオン交換モデルと単純な希釈モデルの算出法

1. イオン交換モデルは次の方法によって算出した。

$$\frac{a_{\text{Ca}^{2+}}}{(a_{\text{Na}^+})^2} = 16.6 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Cl}^- = (\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}) \times 0.97 \text{ [meq]} \quad \dots\dots\dots (7)$$

(0.97は、鶴巻温泉の実態(全陰イオンに対し Cl^- が約97%)から決めた。)

$$\text{イオン強度 } I = \text{const} \cdot (a_{\text{Ca}^{2+}} + a_{\text{Na}^+}), \quad I > 0.05 \quad \dots\dots\dots (8)$$

(鶴巻温泉の分析値から求めた式を用い、簡略化して使用した。)

活動度 a は、Ringbom による簡略化したもの(日本分析化学会(1974))を使用した。

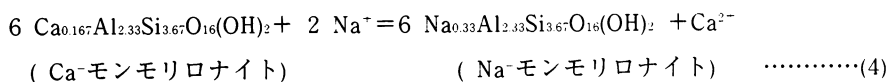
2. 希釈単純なモデルは次の方法によって算出した。

鶴巻温泉の最も溶存成分量の多い温泉(17d-1)を弘法水*で希釈した割合で成分表示した。ただし、 Na^+ , Ca^{2+} , Cl^- についてのみ考慮した。

*弘法水の組成は、 Na^+ 6.11, Ca^{2+} 22.0, Cl^- 8.45, (ppm)(温泉地学研究所ラドン観測班(1982))とした。

5 考察

図5のアクティビティ・ダイアグラム上で、A-Bの直線の傾きは、カルシウム・モンモリロナイトとナトリウム・モンモリロナイトの境界線の傾き(=2)と一致し、この境界線は現実にはA-Bの線である と考えることも可能である。この場合には次の式が成り立つ。



したがって、(3)は Ca^{2+} と Na^+ との単純なイオン交換モデルとも考えられる。

一方、陽イオンの2価と1価のイオン交換では、実測値に最も適合するのは拡散二重層説に裏づけされた、次のGaponの式とされている(Bolt(1976))。

$$(\text{Ca}^{2+})_o / (\text{Na}^+)_o = 2 K_G C_o \cdot (\text{Ca}^{2+})_i / (\text{Na}^+)_i \quad \dots\dots\dots (5)$$

$\text{Ca}^{2+}, \text{Na}^+$; 各々の濃度分率

C_o ; 全濃度 ($C_o \cdot \text{Ca}^{2+} = a_{\text{Ca}^{2+}}$, $C_o \cdot \text{Na}^+ = a_{\text{Na}^+}$)

K_G ; 交換平衡定数

添字 i ; 吸着体

o ; 外液

(5)を2乗して、

$$(Ca^{2+})_o / (Na^+)_o^2 = 4 C_o K_o^2 \cdot (Ca^{2+})_i^2 / (Na^+)_i^2 \quad \dots\dots\dots(6)$$

を得る。

ここで Na^+ と Ca^{2+} のイオン交換の場合には K_o は、比較的広い範囲にわたって一定であると言われている。また、吸着体が溶液に対して多量にある場合は $(Ca^{2+})_i / (Na^+)_i$ はあまり変化しないとも考えられる。したがって、(6)は、溶存成分量 ($\equiv C_o$) が減少することによって、相対的に Ca^{2+} が減少し、 Na^+ が増加することを意味し、鶴巻温泉の化学成分の変化傾向と良く一致している。鶴巻温泉の場合と類似の陽イオンの組成変化は海岸付近の地下水にも起きていると考えられる。海水は溶存成分量が多いため、地下水に進入したり、塩水化した地下水が淡水化する場合には溶存成分量の大きな変化がある。この時、関連する地層でイオン交換が起きれば陽イオンの組成が変化する可能性がある。池田(1985)は富士市の地下水の化学成分が、海水の進入時に Ca^{2+} に富んだ地下水となるが、後退時には Ca^{2+} の少ない地下水に戻ることを報告するとともに、帯水層直上、下の粘土を使ってイオン交換実験を行い、イオン交換現象によってこの地下水の化学成分の変化を説明している。

陽イオンの組成変化を引き起こす主因は鶴巻温泉では溶存成分量の減少にあり、この原因が溶存成分量の少ない地下水の自然浸透による希釈にあることも、全く否定することはできないが、先ず第一に狭い地域(温泉場として約 0.1 Km²)で 400 l/min 余りも揚湯(利用)していることによって地下水が進入した可能性が挙げられる。現在は Ca型の温泉も、このまま溶存成分量の減少が続く場合には、やがては12号泉のような溶存成分量の少ない Na型に化学成分が変わると考えられる。

6 まとめ

鶴巻温泉の 5 源泉について最近の 27年間(昭和32年~59年)の化学成分の変化を調べ、その要因を検討した。

溶存成分量の多い温泉(最も多い温泉の蒸発残留物は 7,915 mg/kg)があり、化学成分は Ca^{2+} が多く、 SO_4^{2-} が少ないという他にあまり例のない特徴があるが、従前の分析値と比較すると、溶存成分量の減少と陽イオン組成の変化が認められた。泉質はカルシウム・ナトリウム-塩化物泉からナトリウム・カルシウム-塩化物泉へと、よりカルシウムの少ない組成に移行していた。地下水の混入に伴うこの変化は溶存成分量の減少とモンモリロナイトのような粘土鉱物とのイオン交換によると考えられる。

謝辞

この報告書をまとめるにあたり次の方々のお世話になった。

秦野市役所 今井次男商工観光課長、大庭幸允商工観光係長、県衛生部環境衛生課 元井醇一副技幹、吉沢三郎主査、秦野保健所 山口富雄衛生課長、兵頭征介主査(以上、いずれの方々も昭和59年

7月時点の職名)及び源泉の所有者(利用者)の方々には調査に協力していただいた。温泉地学研究所 大木靖衛所長 及び平賀士郎研究部長には有益な助言及び指導をしていただいた。大山正雄、横山尚秀 各主任研究員には現地調査にあたって全面的なお世話をいただいた。

以上の方々に厚くお礼を申し上げたい。なを、この研究は昭和59年度温泉地下水利用実態調査費によっている。

参考文献

- Bolt,G.H. & Bruggenwert,M.G.M.(1976)SOIL CHEMISTRY A, Elsevier.,岩田進午, 三輪睿太郎, 井上隆弘, 陽捷行 訳(1980)土壌の化学, 学会出版センター.
- 秦野市教育研究所(1984) 秦野盆地の地質,文化堂印刷.
- Helgeson H.C. (1969) Thermodynamics of hydrothermal systems at elevated temperatures and pressures, Amer. J.Sci. Vol.267, 729-804.
- 平野富雄,田島綾子,大木靖衛(1967) 七沢・鶴巻の温泉・鉱泉,神奈川温研報告,Vol.1, No.5, 11-22.
- 平野富雄,小鷹滋郎,栗屋徹,大山正雄,広田茂,大木靖衛(1976) 松田町寄の塩化カルシウム型温泉(冷鉱泉),神奈川温研報告,Vol.7, No.2, 93-104.
- 池田喜代治(1985) 海岸平野における塩水化地下水の水・堆積物相互作用と化学組成,陸水学雑誌,Vol.46, No.4, 303-314.
- 猪郷久義,菅野三郎,新藤静夫,渡辺景隆(1980) 日本地方地質誌,関東地方(改訂版),朝倉書店.
- 石塚利雄(1980) 秦野地方の地名探訪,創史社.
- 神奈川県(1964) 丹沢、大山学術調査報告書.
- 神奈川県温泉研究所地下水調査グループ(1970) 伊勢原付近の地質と地下水, 神奈川温研報告,Vol.1, No.12, 21-47.
- 神奈川県温泉地学研究所ラドン観測班(1986)地下水中のラドンの連続観測(その2) 神奈川温研報告, Vol.17, No.5, 273-288.
- 中郡勢誌(1953) 神奈川県中郡勢誌, 神奈川県中地方事務所.
- 長瀬和雄,大木靖衛,荻野喜作,横山尚秀,小沢清(1972) 秦野盆地の地質,神奈川温研報告, Vol.3, No. 2, 57-64.
- 日本分析化学会(1974)錯形成反応, p25, 丸善.
- Norton Denis (1974)Chemical mass transfer in the Rio Tanama system , west-central Puerto Rico, Geochim.Acta, Vol.38, 267-277.
- 荻野喜作,平野富雄,横山尚秀,栗屋徹(1973) 丹沢山地東縁部の鉱泉と七沢周辺の経年変化について, 神奈川温研報告, Vol.4, No.3, 153-164.
- 温泉地学研究所ラドン観測班(1982)地下水中のラドンの連続観測,神奈川温研報告,Vol.13, No.5, 209-218.
- 大木靖衛,田島綾子,平野富雄,荻野喜作,広田茂,高橋惣一,小椋藤幸,守矢正則,杉本光夫(1964) 丹沢山地の温泉鉱泉, 神奈川温研報告, Vol.1, No.2, 19-38.
- 大木靖衛,小鷹滋郎,小沢清,横山尚秀,長瀬和雄(1971) 秦野盆地の水文地質,神奈川温研報告, Vol.2, No.2, 31-55.
- 小沢清,松本正弘,淡路宣男,岩田義徳,和多田悟,大木靖衛(1969) 秦野市鶴巻温泉の温度および湧出量調査, 神奈川温研報告, Vol.1, No.7, 49-51.
- 横山尚秀,平野富雄,栗屋 徹,鈴木孝雄(1971) 秦野盆地の地下水の水質について, 神奈川温研報告, Vol.2, No.2, 57-70.

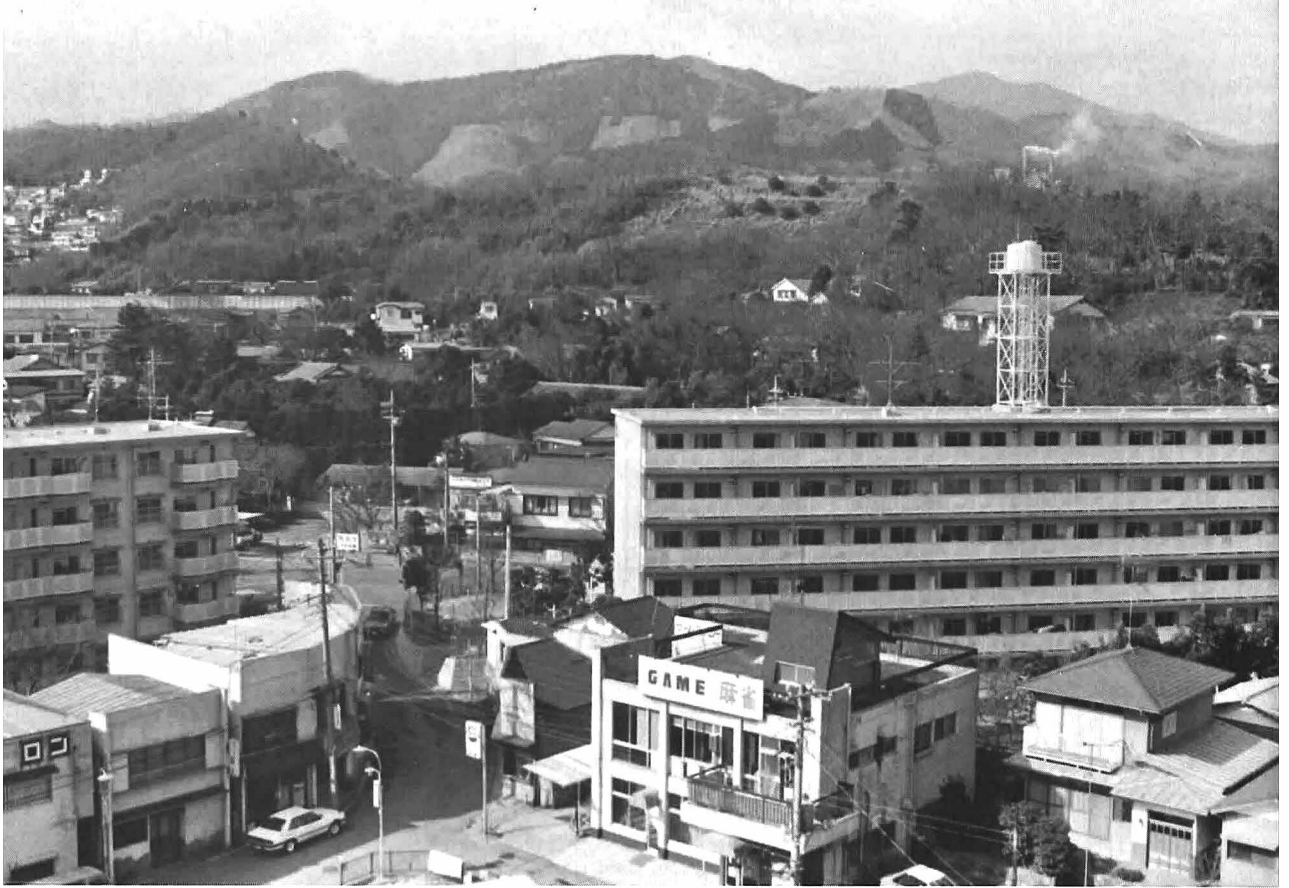


写真1 鶴巻温泉の現況
(5階建アパートの間の木立の中にあるのが鶴巻温泉)

写真2 鶴巻温泉の西側

