

温泉の地球化学的研究 第15報 和歌山県勝浦，湯川温泉

(財)中央温泉研究所 高橋 保, 田中 昭, 佐藤幸二

(昭和52年7月2日受理)

Geochemical Studies on Mineral Springs. XV Katsuura, Yukawa Spas

Tamotsu TAKAHASHI, Akira TANAKA, Koji SATO

Hot Spring Research Center

Abstract

Katsuura and Yukawa spas of Kii Peninsula are in the distribution area of miocene Kumano formation, consisting mainly of alternation of sandstone and shale. Intrusive Kumano acidic body outcrops widely in northern part and locally in southern part of the area.

The fault of N-S direction running from Taiji to Noroshiyama, and anticline of NE-SW direction from Nassa to Noroshiyama are recognized. Mineralization and silicification are observed at the tectonic zones mentioned above, and at two other zones of nearly N-S direction passing through the western heights of Katsuura city and through Yukashigata lowland. It is considered that the mineralization and silicification is closely related to the activity of the Kumano acidic body.

The spring temperature is higher at the fault and at zones of mineralization, and the highest part is situated at Noroshiyama. The same tendency is observed on the distribution of underground temperature found by the drilling work.

Chemically, the thermal spring water is classified into two groups, the water of one group is rich in Na^+ and Cl^- , and shows higher temperature and concentration, while the water of the other is rich in Na^+ and HCO_3^- of a lower concentration and temperature. The wells of the former group are distributed near the sea coast, while those of the latter, in the inland area.

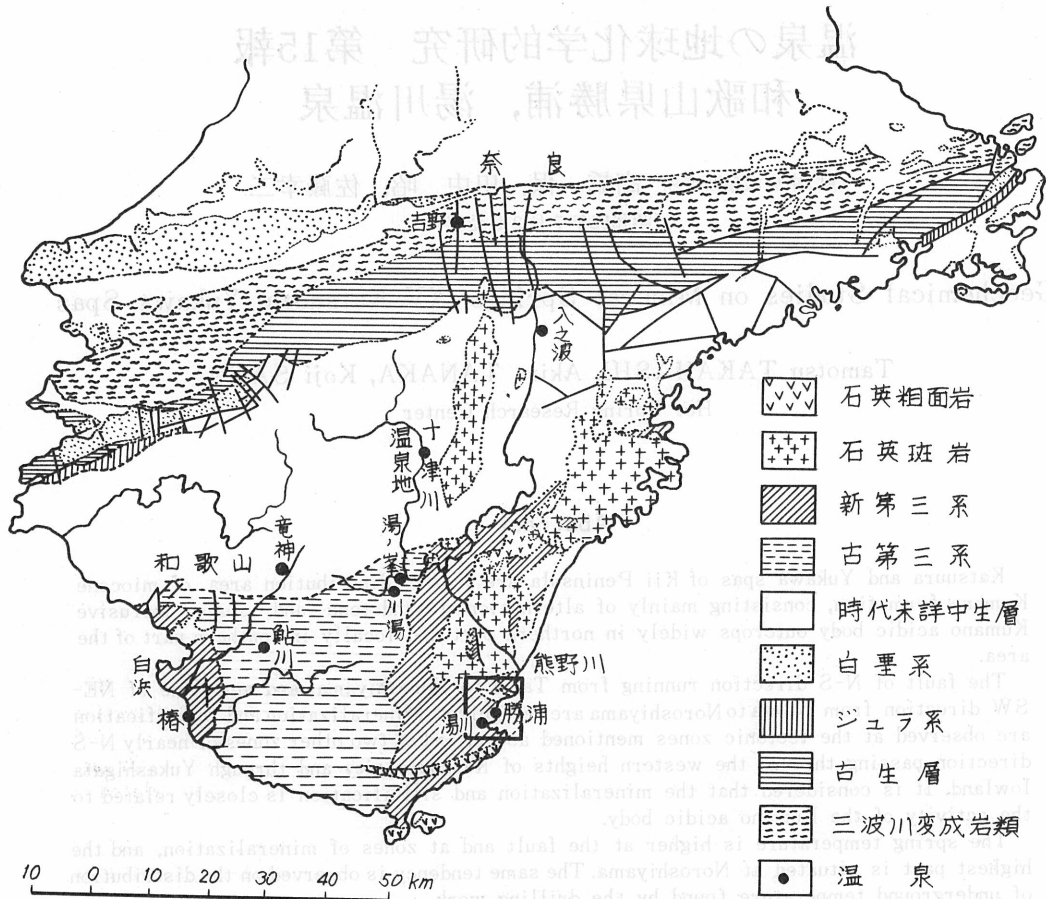
From the changes of chemical components, it is assumed that sea water from the coast and cold underground water from the inland invade into the "thermal spring water".

I ま え が き

勝浦，湯川温泉は紀伊半島南部の海岸にあり，新生代新第三紀の熊野層群の分布地域内にある(第1図)。紀伊半島には白浜，湯の峰，川湯，十津川など著名な温泉があるが，勝浦，湯川温泉には昭和51年3月現在総計232源泉があり，最高56.0°Cの温泉が21.8m³/min湧出している。

昭和49年，50年にかけて地表地質調査を行い，源泉の掘さく記録を収集し，これを参考として地下地質の状況，地質構造と地温分布等について検討した。また，いくつかの源泉については化学分析を実施し，過去の分析例と比較検討することによって，同温泉の経年変化について考察した。

なお，勝浦，湯川温泉についての従来の研究には，中村ら(1958)⁶⁾⁷⁾，中村(1962)⁸⁾の地質・化学的な研究と，横山(1960)⁴⁾の地質学的研究がある。



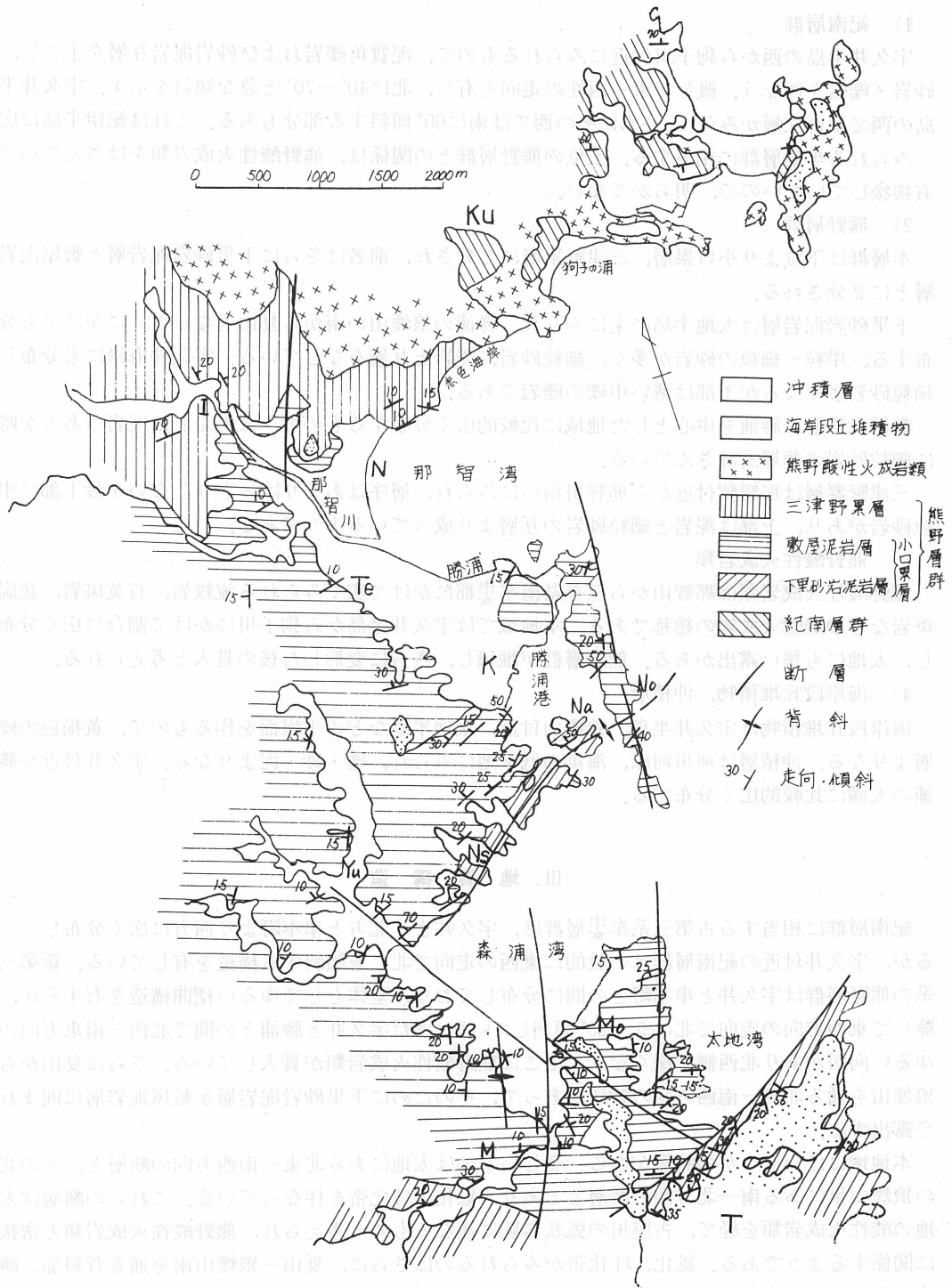
第1図 調査地域位置図(中村(1962)による、一部加筆)

II. 地質概略

勝浦、湯川温泉付近の地質は下位より新生代古代三紀の紀南層群と新第三紀中新世の熊野層群が主体を占め、この他両層群を貫く熊野酸性火成岩類や海岸段丘堆積物、沖積層から成っている(第2図)。これらの層序関係を示すと第1表のようになる。

第1表 地質層序表

第四紀	現世	沖積層		← 熊野酸性火成岩類進入 褶曲断層運動 鉍化作用
	洪積世	海岸段丘堆積物		
第三紀	新第三紀	中新世	熊野層群	← 褶曲断層運動
			三津野累層	
	古第三紀	紀南層群		



第2図 勝浦，湯川温泉周辺地質図

U : 宇久井, Ku : 狗子川, N : 那智, I : 岩鼻, Te : 天満
 K : 勝浦, No : 狼煙山, Na : 中島, Ns : 夏山, Yu : ゆかし瀨
 Mo : 本浦, M : 森 浦, T : 太地

1) 紀南層群

宇久井半島の西から狗子川付近にみられるもので、泥質角礫岩および砂岩泥岩互層を主とし、砂岩・礫岩を伴う。概して東—西性の走向を有し、北に 40° ~ 70° と急な傾斜を示す。宇久井半島の西では直立層がみられ、さらにその西では南に 60° 傾斜する部分もある。これは紀伊半島に広くみられる牟婁層群に相当する。上位の熊野層群との関係は、熊野酸性火成岩類をはさんでいて直接接していないので、明らかでない。

2) 熊野層群

本層群は下位より小口累層、三津野累層に2分され、前者はさらに下里砂岩泥岩層と敷屋泥岩層とに2分される。

下里砂岩泥岩層は太地半島に主にみられ、勝浦の狼煙山の南から夏山(なっさ)にかけても分布する。中粒~細粒の砂岩が多く、細粒砂岩、泥岩と互層をなしている。宇久井海岸にも分布し、細粒砂岩よりなるが下部は薄い中礫の礫岩である。

敷屋泥岩層は勝浦を中心とした地域に比較的広く分布するもので、ほとんどは泥岩であるが時に細粒砂岩の薄層をはさんでいる。

三津野累層是那智駅付近から那智川沿いにみられ、層序はあまりはっきりしないが最下部に中粒砂岩があり、上部は泥岩と細粒砂岩の互層より成っているようである。

3) 熊野酸性火成岩類

熊野酸性火成岩類是那智山から三重県南牟婁郡にかけて広くみられる流紋岩、石英斑岩、花崗斑岩などの酸性火成岩の総称である。本地域では宇久井半島から狗子川にかけて割合に広く分布し、太地にも狭い露出がある。熊野層群が堆積し、さらに変形した後の貫入と考えられる。

4) 海岸段丘堆積物、沖積層

海岸段丘堆積物は宇久井半島、狼煙山付近、太地半島などの平坦面を作るもので、黄褐色の礫層よりなる。沖積層は河川河床、海浜の低平地にみられ、礫・砂・泥よりなる。宇久井付近や勝浦の天満に比較的広く分布する。

III. 地 質 構 造

紀南層群に相当する古第三系牟婁層群は、宇久井より北方と串本町より西方に広く分布しているが、宇久井付近の紀南層群は一般的に東西の走向で北に急傾斜する構造を有している。新第三系の熊野層群は宇久井と串本町との間に分布しており、全体としてゆるい褶曲構造を有するが、概して東西方向の走向で北に 5° ~ 20° 傾斜している。また宇久井と勝浦との間で北西—南東方向のゆるい向斜があり北西側に深くなり、そこに熊野酸性火成岩類が貫入している。さらに夏山から狼煙山を通る北東—南西方向の背斜があつて、そのために下里砂岩泥岩層が敷屋泥岩層に囲まれて露出する。

本地域にはいくつかの断層がある。著しいものは太地にある北東—南西方向の断層と、その北の狼煙山東にある南—北方向の断層とであり、鉍化・珪化帯を伴っている。これらの断層は太地の酸性火成岩類を経て、古座川の弧状岩脈に連なるものと考えられ、熊野酸性火成岩類と密接に関係するようである。鉍化、珪化帯がみられるのはさらに、夏山—狼煙山南を通る背斜部、勝浦市街地の西に南北に走る丘陵(北 10° ~ 20° 西の方向)、本浦からゆかし瀧を経て北西方向にのびる断層沿いなどである。

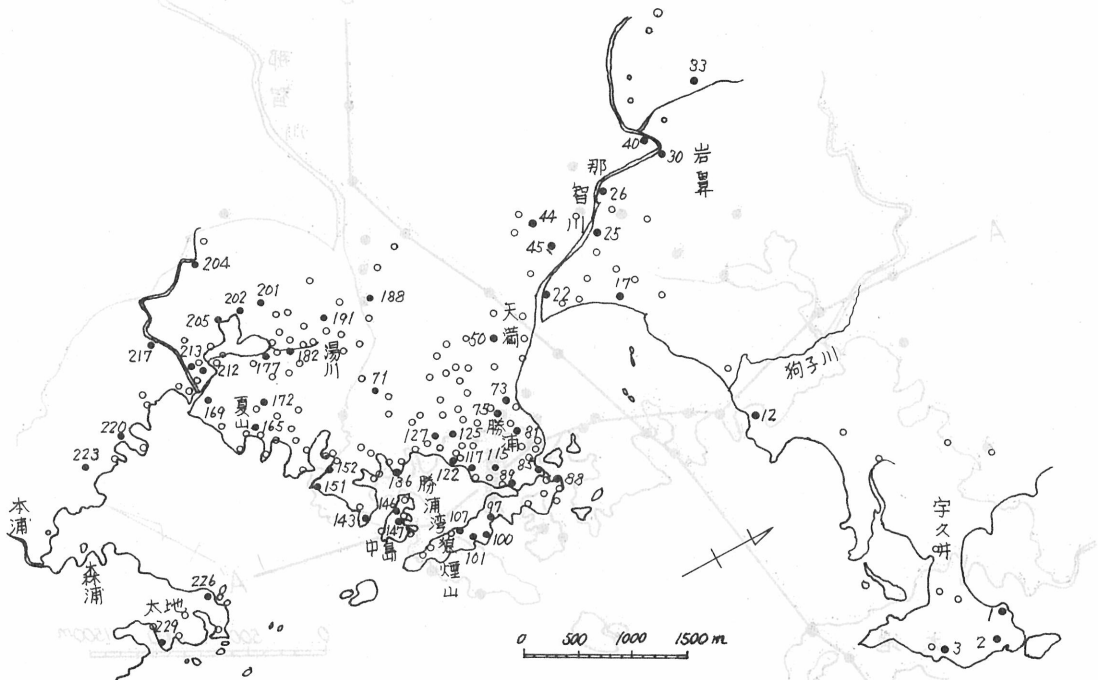
IV. 温 泉

昭和51年3月現在、勝浦、湯川温泉には総計232源泉があり、ほとんどが掘さく泉である。源泉は勝浦市街地より同港周辺部、狼煙山、湯川温泉、ゆかし渦周辺に密集している。この分布を第3図に示す。泉温は測定された81源泉についてみると、最高は56℃である。第4図に示した泉温分布をみると、勝浦の高温泉は狼煙山付近にあり、これを離れるに従って泉温は低下している。また湯川ゆかし渦周辺には35℃～40℃の温泉が、那智川沿いの岩鼻付近には30℃以上の温泉が存在している。これに対して天満から那智川下流域にかけての地域では30℃以下と低い泉温を有している。

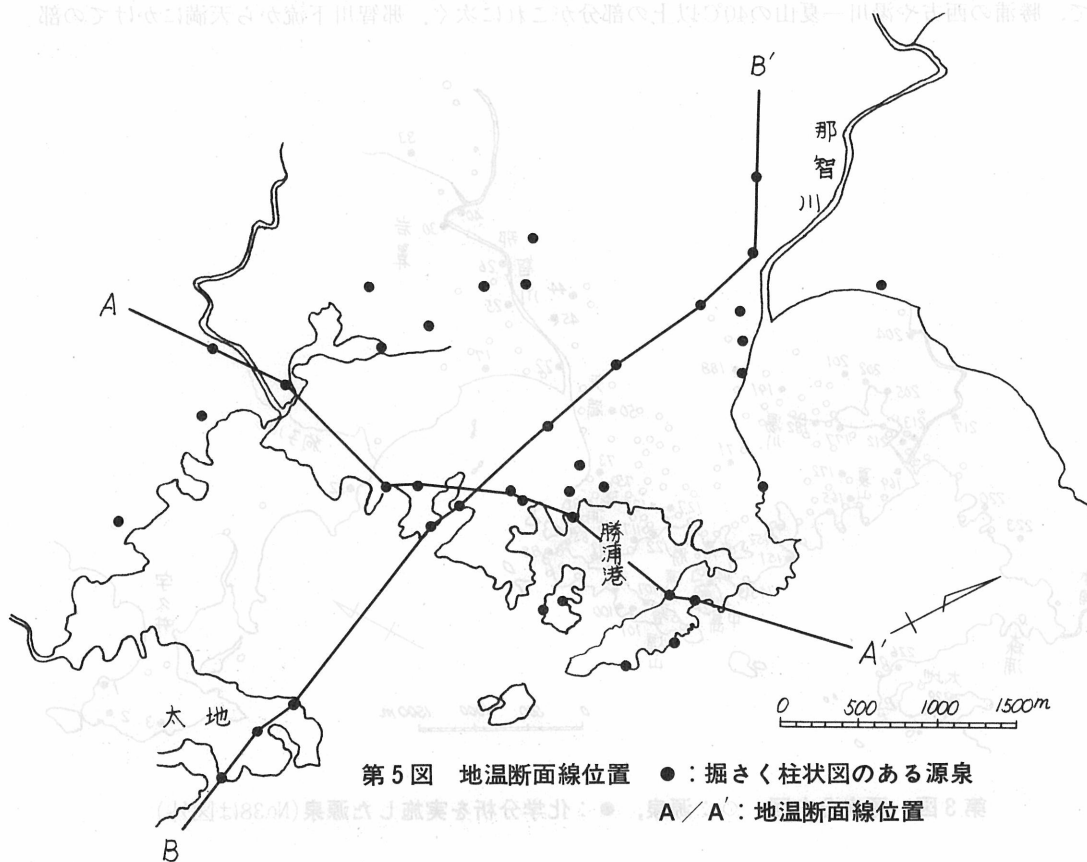
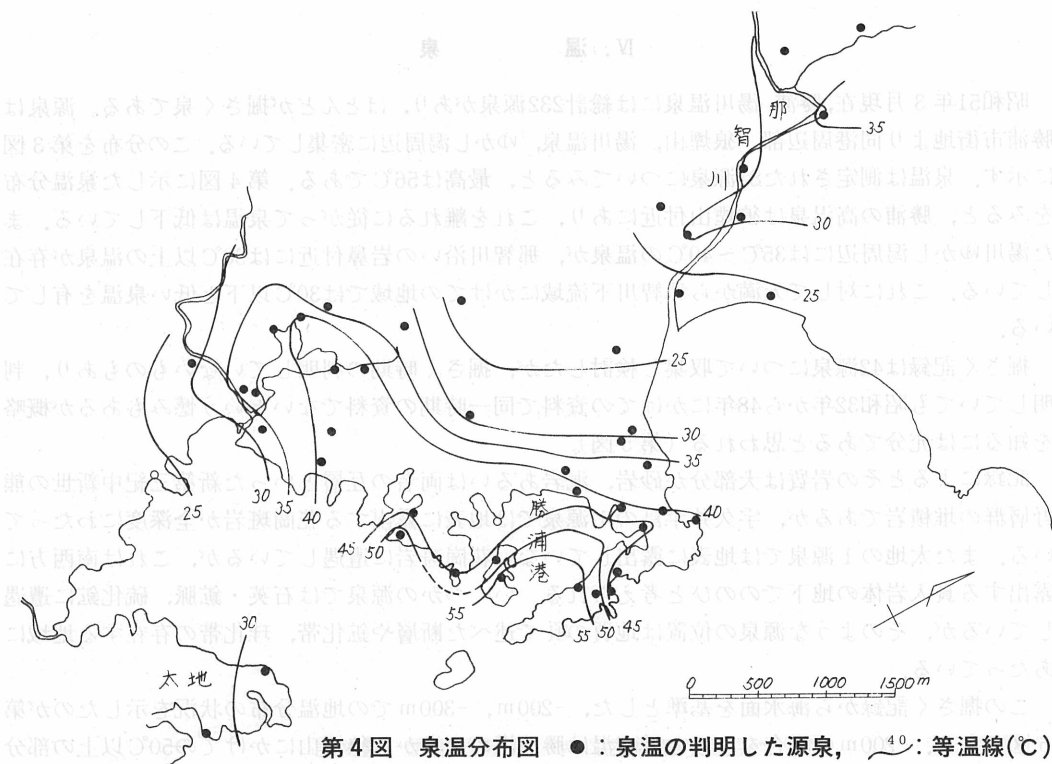
掘さく記録は42源泉について収集し検討したが、掘さく時期の判明していないものもあり、判明していても昭和32年から48年にかけての資料で同一時期の資料でないという憾みもあるが概略を知るには充分であると思われる(第5図)。

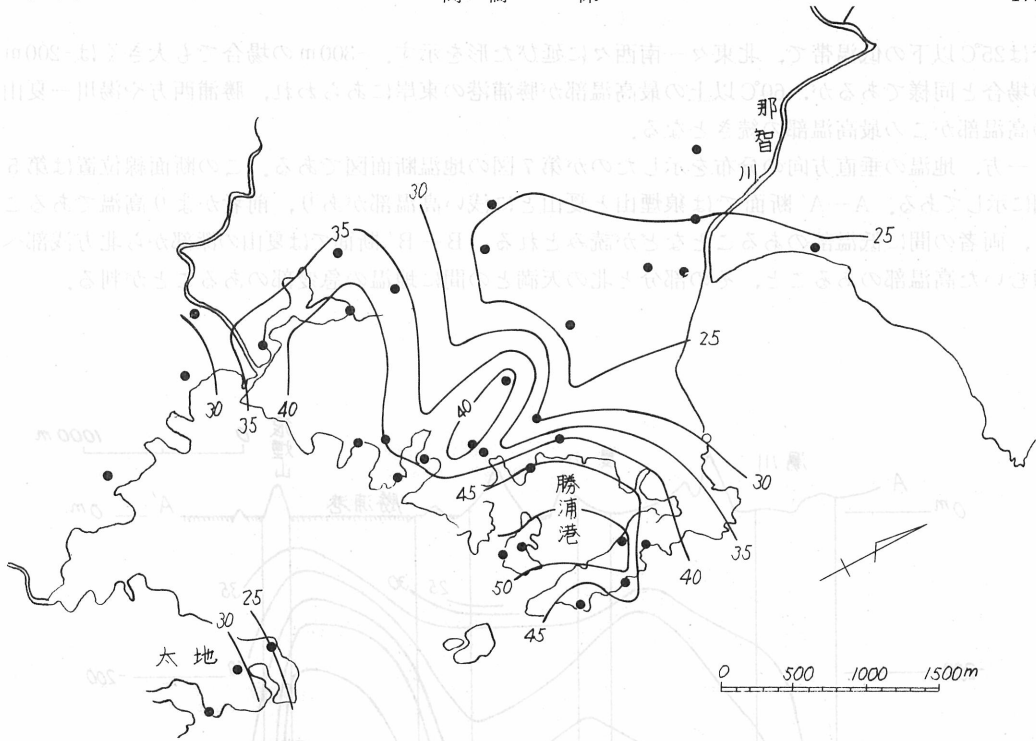
記録によるとその岩質は大部分が砂岩、泥岩あるいは両者の互層といった新第三紀中新世の熊野層群の堆積岩であるが、宇久井半島の1源泉では地表に露出する花崗斑岩が全深度にわたっている。また太地の1源泉では地表に露出していない花崗斑岩に遭遇しているが、これは南西方に露出する貫入岩体の地下でのびと考えられる。いくつかの源泉では石英・鉍脈、硫化鉍に遭遇しているが、そのような源泉の位置は地質の項で述べた断層や鉍化帯、珪化帯の存在する地域にあっている。

この掘さく記録から海水面を基準とした、-200m、-300mでの地温分布の状況を示したのが第6図である。-200mの場合をみると最高温は勝浦港の中島から狼煙山にかけての50℃以上の部分で、勝浦の西方や湯川―夏山の40℃以上の部分がこれに次ぐ。那智川下流から天満にかけての部

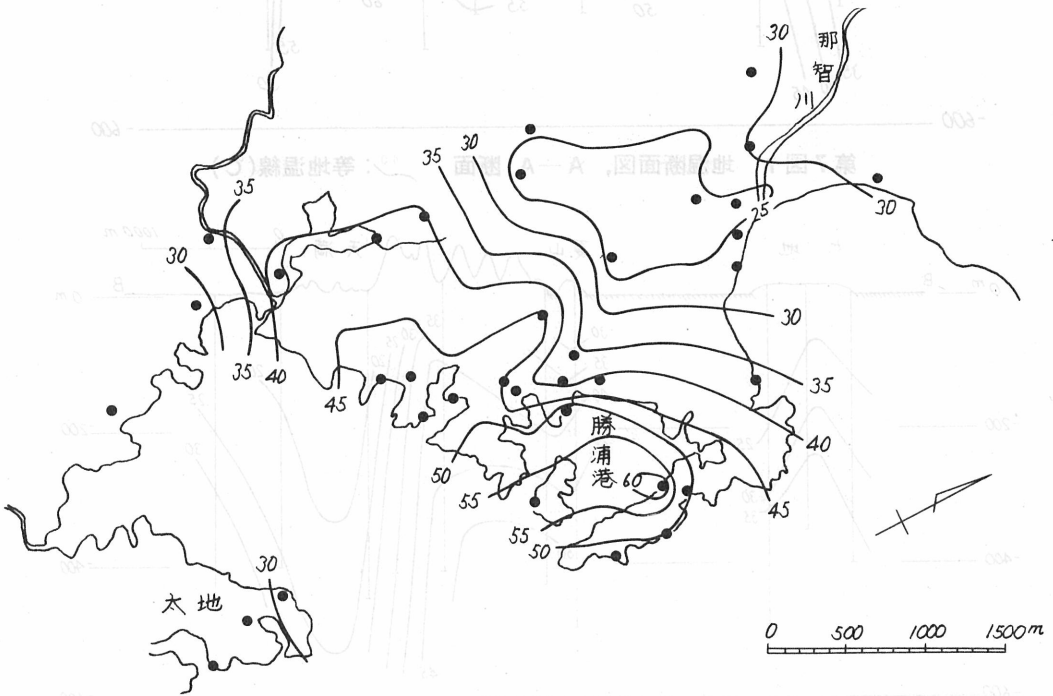


第3図 源泉分布図 ○：源泉，●：化学分析を実施した源泉(No.38は図外)





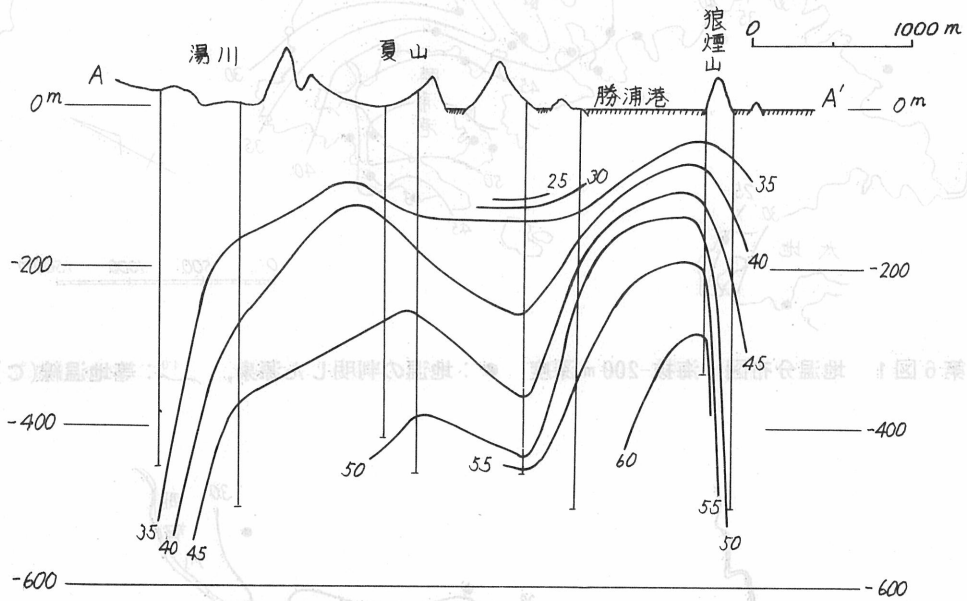
第6図1 地温分布図 海拔-200 m 深度 ●：地温の判明した源泉, 40: 等地温線(°C)



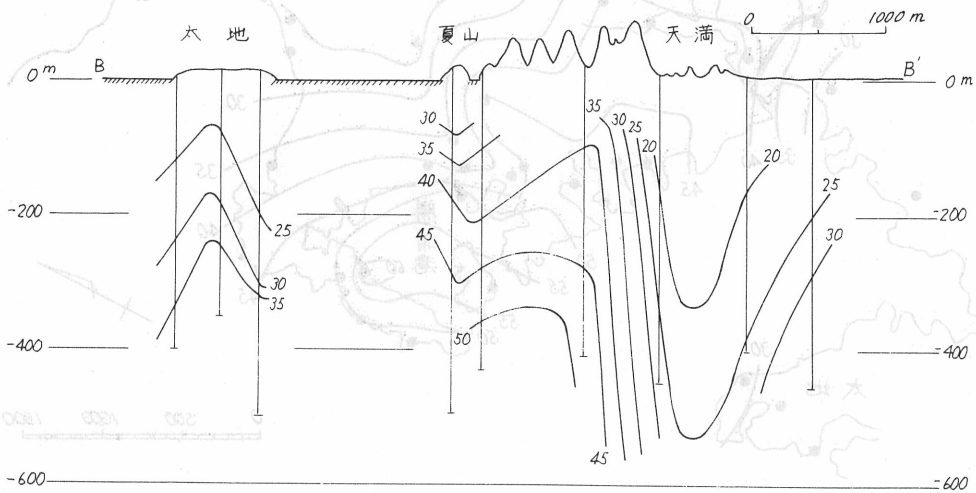
第6図2 地温分布図, 海拔-300 m 深度 ●：地温の判明した源泉, 40: 等地温線(°C)

分は25°C以下の低温帯で、北東々一南西々に延びた形を示す。-300mの場合でも大きくは-200mの場合と同様であるが、60°C以上の最高温部が勝浦港の東岸にあらわれ、勝浦西方や湯川一夏山の高温部がこの最高温部の続きとなる。

一方、地温の垂直方向の分布を示したのが第7図の地温断面図である。この断面線位置は第5図に示してある。A—A'断面では狼煙山と夏山とに浅い高温部があり、前者がより高温であること、両者の間に低温部のあることなどが読みとれる。B—B'断面では夏山の深部から北方浅部へ傾むいた高温部のあること、その部分と北の天満との間に地温の急変部のあることが判る。



第7図1 地温断面図, A—A'断面 40: 等地温線(°C)



第7図2 地温断面図, B—B'断面 40: 等地温線(°C)

（研究会誌「平野地帯」）化学分析による温泉泉質の調査
V. 化学成分

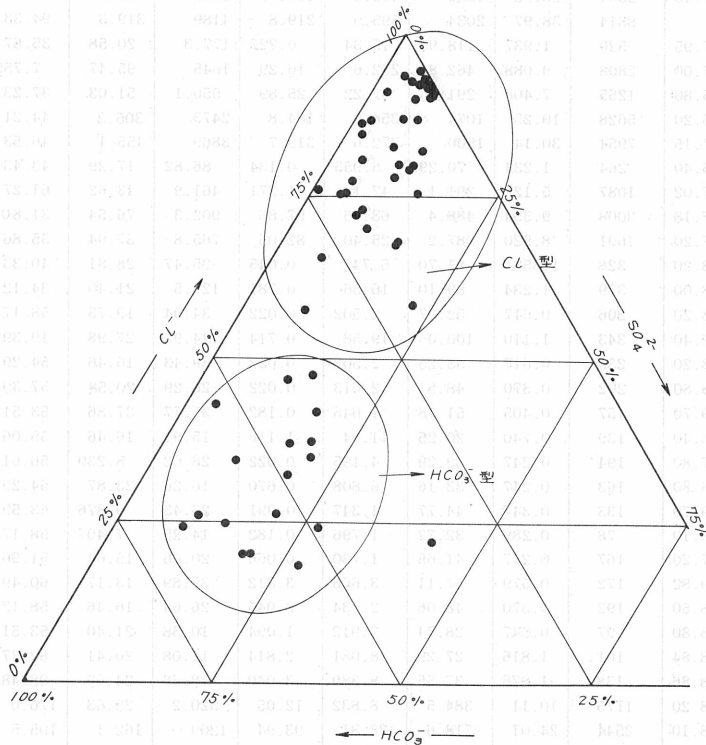
今回採取した56源泉についての化学分析（第2表）と既存分析資料¹⁾²⁾³⁾を総括して、化学成分について以下に述べる。

泉質は単純温泉、単純硫化水素泉（および単純硫黄泉）、弱食塩泉、食塩硫化水素泉（含食塩一硫黄泉）、塩化土類泉および強食塩泉に分類される。このうちもっとも数が多いのは単純硫化水素泉で81源泉、続いて単純温泉の44源泉、食塩硫化水素泉の26源泉などとなっている。

陽イオンはNa⁺を主要成分とするものが大部分を占めるが、陰イオンの組成からはCl⁻を主要成分とする食塩泉タイプのもと、HCO₃⁻を主要成分とする重曹泉タイプのもとに分けられる（第8図）。食塩泉タイプのもとは比較的高温高濃度で、狼煙山・中島・尾畑山・勝浦市街地を中心とした地域に分布するのに対して、重曹泉タイプの温泉は比較的低温低濃度で、ゆかし湯や那智川沿いの内陸部に分布している。また勝浦温泉は全体としてH₂Sを含有（最高55.25mg/l）し、SO₄²⁻含量の少ないのが特徴である。

泉温と各成分の相関々係は明確には認められないが、蒸発残留物—Na⁺・Cl⁻の間には正の相関が認められる（第9図）。また蒸発残留物が1g/l以上の源泉については蒸発残留物—Mg²⁺、SO₄²⁻間にも正の相関が認められる。

主要成分であるCl⁻の平面分布をみると、狼煙山から勝浦港を経て市街地、勝浦駅の方向に高濃度帯があり、前述した地温分布とほぼ重なっている。最高濃度部は狼煙山の東海岸付近にあるが、最高温部とは一致しない（第10図）。SO₄²⁻の分布はCl⁻のそれとほぼ同じである。HCO₃⁻は狼煙山付近と湯川ゆかし湯から森浦にかけて高濃度帯が分布する。

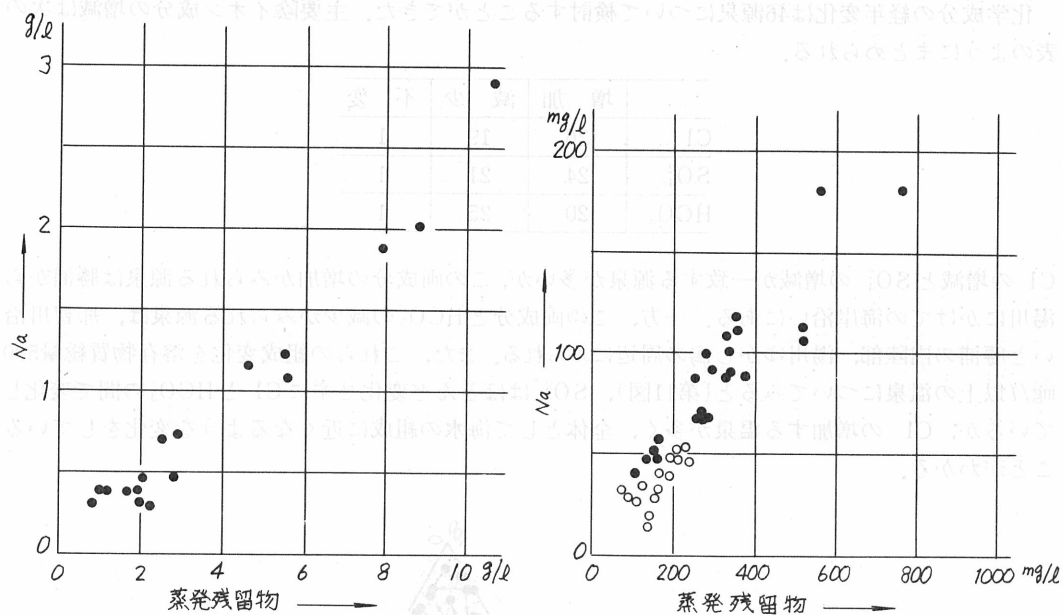


第8図 陰イオン化学組成(ミリバル%)

第2表 温泉水主要化学成分 (昭和50年, 51年分析)

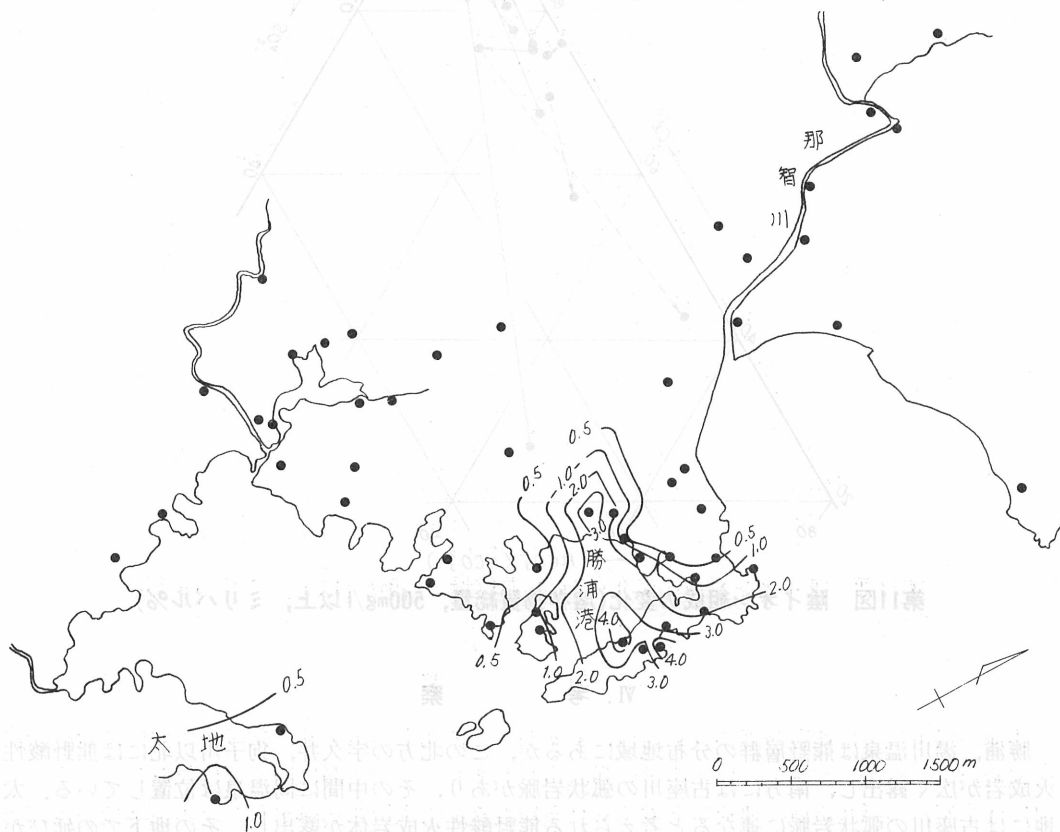
温度, pHを除いて, 単位はmg/l, 温度は℃単位
 源泉No.は第3図に対応する (No.38は図外)

No.	温度	pH	蒸発残渣	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	H ₂ S ⁻
1	25	8.27	895	13.29	325.9	9.652	3.903	440	29.63	214	
2	21.5	6.90	1064	13.53	388.2	14.58	8.710	561.1	18.11	154.5	
3	24.5	6.95	242	3.102	44.55	7.514	10.26	52.92	6.584	112.0	1.313
12	20.0	6.67	566	3.227	181.3	8.265	1.596	229.3		121.4	
17	24.8	6.40	357	1.978	119.1	10.75	1.459	184.0	35.39	34.41	
22	24.0	6.20	343	1.605	90.82	20.44	1.505	156.7	3.292	38.62	0.706
25	30.4	8.38	331	1.281	111.9	7.781	0.726	167.2	5.761	36.45	
26	27.0	6.95	169	0.987	57.29	9.468	1.664	75.41	40.32	41.37	
30	35.0	6.86	281	1.234	98.88	8.491	1.801	145.6	27.98	32.55	0.992
33	34.0	6.86	358	2.102	111.5	5.560	0.616	156.4	39.50	38.00	
34	34.0	6.45	300	1.234	92.17	3.907	0.479	114.8	9.053	46.53	
38	21.0	6.75	156	0.370	27.23	9.693	1.642	12.80	9.876	54.61	
40		8.89	259	0.929	89.84	1.871	0.635	98.50	14.81	44.21	0.036
44	27	8.37	144	0.812	49.09	8.978	0.091	56.67	10.70	58.17	
45	30.0	6.80	262	1.110	66.70	4.931	0.179	88.21	7.407	39.72	
50	24.8	6.40	103	0.987	39.67	11.42	1.049	52.58	6.584	39.17	
71	29.0	5.80	139	0.987	13.04	5.888	6.294	10.03	26.34	27.14	1.847
73	28.5	6.20	276	1.358	67.29	12.70	1.642	107.6	16.46	25.93	
75	31	8.47	272	1.105	67.38	6.958	0.091	83.89	12.35	41.10	
81	38.4	6.00	518	2.475	113.5	25.92	5.016	212.7	7.407	25.38	
85	40.0	6.40	768	3.480	181.3	23.48	8.225	329.7	22.22	16.00	0.807
88	41	7.42	2919	10.27	746.5	138.8	108.7	1507	157.2	24.04	3.754
89	46.0	7.40	1954	7.683	388.2	32.69	94.16	871.7	74.89	22.07	17.32
97	42.2	7.15	4786	19.13	1173	176.6	163.4	2248	229.6	33.35	0.680
100	43.0	8.00	10160	63.64	2678	223.7	359.2	4787	526.7	86.08	
101	53.0	7.40	5504	28.82	1226	406.5	137.77	2722	181.9	49.10	6.157
107	56.0		8814	38.97	2034	595.9	219.8	4189	319.3	94.33	32.80
115	41.0	7.95	520	1.937	118.9	15.34	0.227	177.3	20.58	35.67	
117	45.0	7.00	2808	9.088	462.8	252.6	16.29	1045	95.47	7.755	17.61
122	43.0	5.80	1255	7.408	291.1	57.22	25.89	550.1	51.03	37.23	1.323
125	36.8	6.20	5628	10.25	1074	354.0	184.8	2473	305.3	44.21	
127		7.15	7954	30.14	1900	372.6	319.7	3869	455.1	46.53	
136	40.5	6.40	264	1.234	70.29	6.955	0.134	86.82	17.29	43.43	1.768
143	40.0	7.02	1087	5.12	291.1	47.14	1.271	461.9	43.62	61.27	18.48
146	48.2	7.18	2008	9.354	488.4	68.46	57.86	902.3	76.54	31.80	1.244
147	55.2	7.20	1691	8.520	387.2	25.40	82.05	765.8	37.04	35.86	22.73
151	53.0	8.20	328	1.358	87.70	5.741	0.045	95.47	28.81	40.33	7.295
152	43.0	8.00	379	1.234	89.10	16.56	0.781	124.5	21.40	34.12	2.891
165	40.1	8.20	206	0.617	52.27	2.502	0.022	34.94	19.75	58.17	
169	31.0	7.40	343	1.110	100.0	19.58	0.714	144.9	27.98	19.39	
172	40.1	8.20	230	0.617	53.25	2.502	0.022	39.43	16.46	54.29	
177	40.1	8.80	202	0.370	48.51	2.613	0.022	26.29	20.58	57.39	
182	41.3	9.70	157	0.405	51.18	1.646	0.182	35.77	37.86	53.51	
188	21.0	6.40	139	0.740	20.25	11.04	1.116	15.91	16.46	55.06	
191	33.0	7.80	194	0.247	39.29	4.195	0.022	28.02	8.230	56.61	1.531
201	33.8	6.80	163	0.247	33.16	6.808	0.670	16.26	23.87	54.29	2.032
202	40.3	9.70	133	0.347	44.77	1.347	0.091	23.43	9.876	63.59	
204	31.0	9.10	78	0.289	32.72	1.796	0.182	14.25	7.407	58.17	0.166
205	38.6	7.20	167	0.247	41.65	1.730	0.066	20.06	15.64	51.96	2.234
212	39.8	9.82	172	0.579	47.11	3.666	3.812	35.89	13.17	60.49	
213	36.8	8.60	192	0.370	48.06	2.134	0.045	26.64	16.46	58.17	2.786
217	29.0	6.80	97	0.247	28.74	7.912	1.094	10.38	21.40	53.51	
220	23.0	8.84	101	1.816	27.29	8.081	2.814	11.08	20.41	82.27	
223		8.86	138	1.876	37.55	8.380	3.040	18.68	24.69	98.48	
226	32.6	8.20	1175	10.11	384.5	8.832	12.05	520.2	29.63	176.0	
229	27.9	8.10	2544	24.01	718.6	28.81	93.94	1209	162.1	105.5	



第9図 蒸発残留物—Na 相関図

● : Cl^- を主要成分とする温泉, ○ : HCO_3^- を主要成分とする温泉

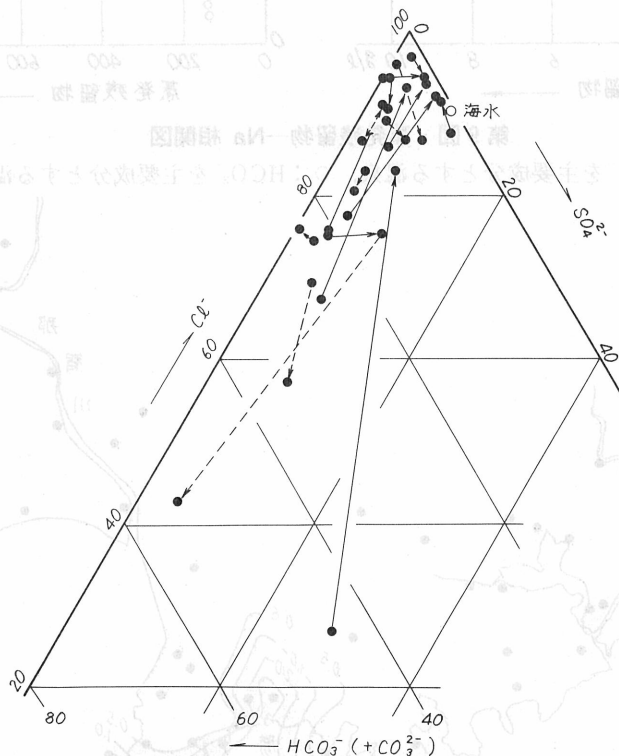


第10図 Cl^- 分布図 ● : Cl^- 含量の判明した源泉, 〰 : 等濃度線(g/l)

化学成分の経年変化は46源泉について検討することができた。主要陰イオン成分の増減は次の表のようにまとめられる。

	増加	減少	不変
Cl^-	26	19	1
SO_4^{2-}	24	21	1
HCO_3^-	20	25	1

Cl^- の増減と SO_4^{2-} の増減が一致する源泉が多いが、この両成分の増加がみられる源泉は勝浦から湯川にかけての海岸沿いにある。一方、この両成分と HCO_3^- の減少がみられる源泉は、那智川沿いと勝浦の内陸部、湯川ゆかし潟の周辺にみられる。また、これらの組成変化を溶存物質総量500 mg/l以上の温泉についてみると(第11図)、 SO_4^{2-} はほとんど変化せずに Cl^- と HCO_3^- の間で変化しているが、 Cl^- の増加する温泉が多く、全体として海水の組成に近くなるような変化をしていることがわかる。



第11図 陰イオン組成の変化(溶存物質総量, 500mg/l以上, ミリバル%)

VI. 考 察

勝浦，湯川温泉は熊野層群の分布地域にあるが、この北方の宇久井，狗子川以北には熊野酸性火成岩が広く露出し、南方には古座川の弧状岩脈があり、その中間に同温泉は位置している。太地には古座川の弧状岩脈に連なると考えられる熊野酸性火成岩体が露出し、その地下での伸びが掘さくによって捉えられている。また、この地域に発達する南—北方向や北東—南西方向の断

層は、弧状岩脈の北東延長の方向性であり、同岩体と密接に関係すると考えられる。このような断層にはよく鉱化帯や珪化帯を伴うが、この成因も熊野酸性火成岩類に関係すると考えられる。

温泉はこのような断層や鉱化帯付近で比較的高温であり、特に夏山から狼煙山にかけての背斜軸が、太地から北方に延びる断層と交わる狼煙山付近で最も高い泉温が得られている。この付近では地温も同様に高く、これを離れれば低下していき、勝浦の天満にみられる低泉温、低地温帯となる。また湯川ゆかし濁周辺や、那智川沿いの岩鼻付近にも $35^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{C}$ の温泉群が存在するが、前者は本浦から延びる北西—南東方向の断層とそれに伴う鉱化帯沿いに、後者は勝浦市街地西の山地を走る鉱化帯にあたっている。このように、この地域の温泉は断層や鉱化、破碎帯と密接に関係して湧出しており、熊野酸性火成岩類との関連性が強く示唆される。

温泉水の化学組成は、陽イオンは大部分が Na^{+} を主要成分とするが、陰イオン組成からは Cl^{-} を主要成分とするタイプと HCO_3^{-} を主要成分とするタイプの2つに区分できる。 Cl^{-} の分布をみると、高濃度帯は地温分布での高地温部とほぼ重なるが、最高温部とは一致しない。このことは、この高濃度帯は食塩泉の存在のほか、海水の混入を示しているものと考えられる。一方、化学成分の経年変化からも海水の混入を示すと思われる現象が認められる。それは Cl^{-} と SO_4^{2-} が増加するもので勝浦から湯川にかけての海岸沿いの地域にある。これに対して冷地下水の混入が考えられる源泉が那智川沿いや勝浦内陸部、湯川ゆかし濁周辺にみられ、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} と HCO_3^{-} の減少となって示されている。ただし、化学的に海水の混入が認められる源泉でも、泉温の低下が伴わない場合がある。同様の現象は白浜温泉についても認められる⁹⁾が、海水の混入に伴う何らかの加熱といったような特別な機構を考えなければならぬようで、現段階ではその詳細は不明である。

おわりに、本研究に際し終始御指導を賜った当研究所所長益子安博士を始め、多くの有益な御助言、御教唆を戴いた当研究所の甘露寺泰雄氏に厚く謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 中央温泉研究所 (1965) : 中央温泉研究所年報第3号
- 2) 中央温泉研究所 : 未公表資料
- 3) 厚生省国立公園部 (1954) : 日本鉱泉誌 青山書院
- 4) 横山次郎 (1960) : 和歌山県温泉調査報告、勝浦・湯川温泉、湯の峰・川湯温泉 和歌山県衛生部
- 5) 水野篤行 (1957) : 5万分の1地質図幅「那智」 地質調査所
- 6) 中村久由ら (1958 a) : 紀伊半島中南部地方の温泉群について 地調月報vol. 9, No. 5
- 7) 中村久由ら (1958 b) : 本那高鹹泉の温泉地質学的意義 地調月報vol. 9, No. 6
- 8) 中村久由 (1962) : 本邦諸温泉の地質学的研究 地調報告 第192号
- 9) 佐藤幸二 (1964) : 紀伊白浜温泉の地質と温泉 地質雑 vol. 70, No. 812