

昭和58年6月

原 著

熊本県日奈久温泉の湧出流動状況

(財)中央温泉研究所

佐藤 幸二・高橋 保

Rise and Flow of Thermal Water in Hinaku Spa, Kumamoto Pref.

Koji SATO and Tamotsu TAKAHASHI

Hot Spring Research Center

図1 熊本県日奈久温泉の位置

(要約) Abstract

Hinaku spa, Yatsushiro City, Kumamoto Pref., situates on the eastern coast of Ariake Sea, and geologically in lower Cretaceous system of outer zone of southwest Japan. Except one block bounded by two faults, both running NNW-SSE direction, no thermal water is founded.

Chemically, in thermal water little SO_4^{2-} is detected, and the water is inferred to dilute one of NaCl type marking lower temperature of 50°C or so originally.

It is deduced that thermal water of the block rises up to northern shallow alluvium layer from southern deep, alonging steeply declining bedding plane of sandstone dominant layer of the system. Then the water flows down surface of basement rocks hydrologically balancing with sea water and cold ground water.

By drilling into the basement rocks of the block, thermal water without invasion of sea water or ground water may be obtained. But the more drilling point shifts southward, the deeper drilling depth and water lifting height is required, because on one hand the rising pass of thermal water dips southward with 60° and on other hand altitude of ground surface increases in the same direction.

1. ま え が き

熊本県八代市の日奈久温泉は、有明海の東岸に位置する歴史の古い温泉である(第1図参照)。われわれは、これまで紀伊半島の諸温泉など、地質学的にいう西南日本外帯内に位置するいくつかの温泉を調査研究してきた(高橋ら1979, 1981)が、昭和56年に同じように西南日本外帯にある本温泉を調査し、温泉水の湧出流動状況について考察した。



第1図 日奈久温泉位置図

2. 地質 (第2図参照)

この地域の地質については多くの研究があるが、今回の調査では松本ら (1964)、今西 (1965) などを参考とした。

付近は、西南日本を大きく2分する中央構造線 (長野県辰野付近より愛知県豊橋付近を経て八代市に至る) の南側に当るいわゆる西南日本外帯の秩父累帯に当り、北東-南西方向の帯状の地質構造をなす中・古生層が分布している。そのため、この地域の地形は地質構造に強く規制されて、主要な山稜の伸長方向や河川の流路は北東-南西方向が卓越している。海岸線はこのような地質構造とは幾分斜交する北々東-南々西方向の直線的なもので、日奈久断層の存在が推定されている。

以下、第2図の調査区域内に分布する岩層について、下位より順に述べる。

○ 小崎層 (中部二畳系)

善立寺の谷を遡った峠付近とその西方にかけての山頂近くに分布する。松本ら (1964) によれば、本層は押し被せ構造により下部白亜系の上位に載っているとされており、今回の調査でも東西性で南に 60° 傾斜している断層によって下部白亜系と接している。岩質はアルコーズ砂岩や礫質砂岩～礫岩をはさむ千枚岩であるが、往々にして白亜系の頁岩と識別困難な場合がある。

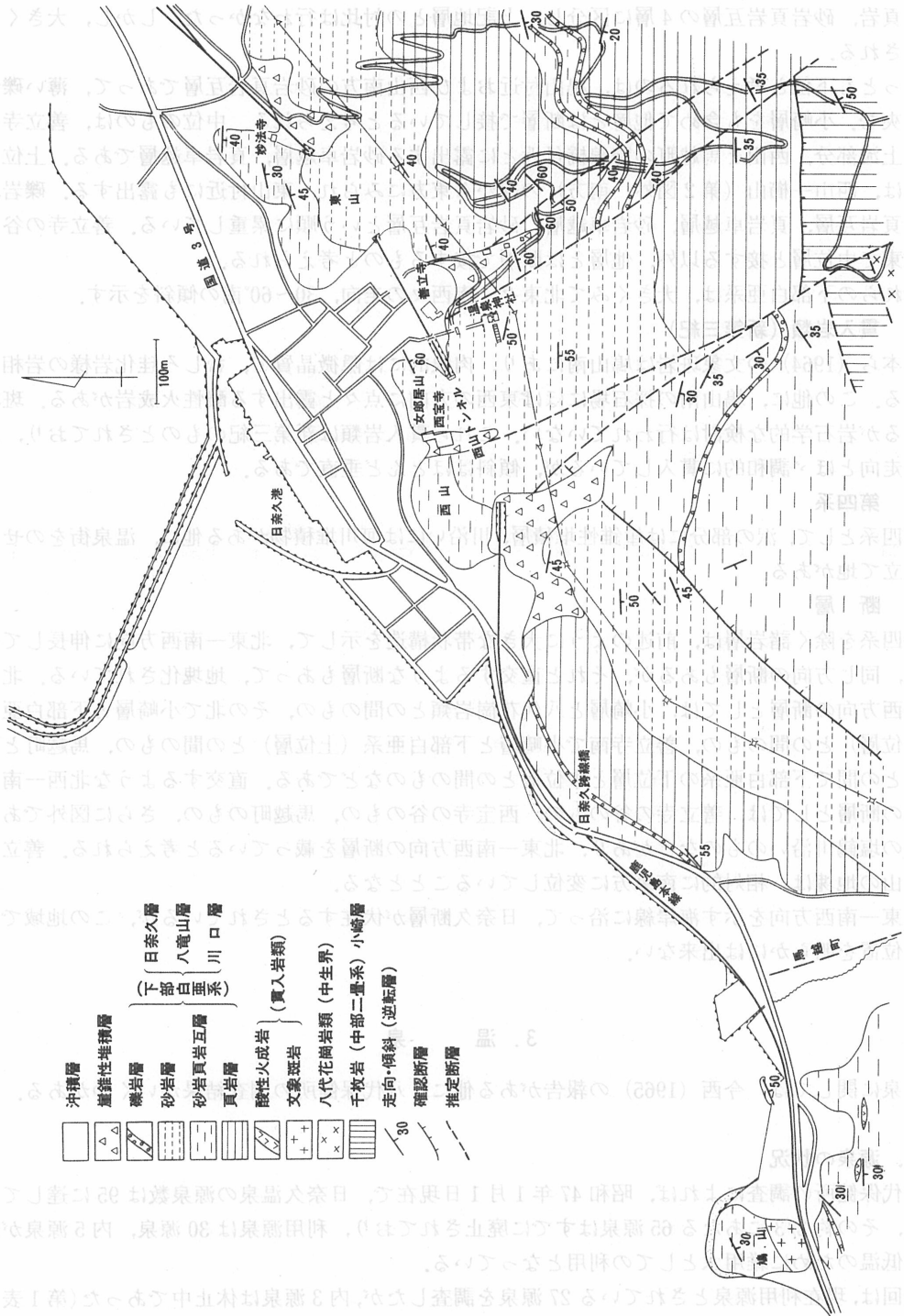
○ 八代花崗岩類 (時代未詳中生界)

本岩類は楯山付近に分布する。松本ら (1964) によれば、本岩類は小崎層中に貫入したもので、構造線方向に平行した狭長なレンズ形をなしている。肉眼的には、斑状の粗粒黒雲母花崗岩であり、砂岩頁岩互層を明瞭な境界をもってとり込んでいる。小崎層中に貫入したとされているが、今回の調査では同層とは断層で接しているとみられた。

○ 下部白亜系

松本ら (1964) によれば、下位より川口層、八竜山層、日奈久層と区分され、その一般的構造

日奈久温泉の湧出流動状況に関する研究は、地質学的な背景を明らかにすることが重要である。本図は、日奈久地区の地質図を示し、温泉の湧出流動状況を詳細に描き出している。図には、温泉の湧出流動経路、地質構造、地形、および地名が示されている。また、図には、温泉の湧出流動状況を詳細に描き出している。図には、温泉の湧出流動経路、地質構造、地形、および地名が示されている。



第2図 日奈久地区地質図

が北東-南西々走向で南東に逆転傾斜しているために、北方海側ほど上位の地層が見掛けでは下位に露出していることになる。しかし、今回はこれら各層を区分せず、主に岩相から礫岩、砂岩、頁岩、砂岩頁岩互層の4層に区分し、上記地層との対比は行わなかった。しかし、大きくは3分される。

もっとも下位と考えられるのは、鳩山付近および西山南方の砂岩頁岩互層であって、薄い礫岩層を夾む。小崎層をも含めて他層とは断層で接していると考えられる。中位のもは、善立寺の谷の上流部分、西山と馬越町の跨線橋付近とに露出する砂岩卓越層、頁岩卓越層である。上位のもは、西山-檜山（第2図外、南方）の線から東方にみられ、東山付近にも露出する。礫岩、砂岩頁岩互層、頁岩卓越層、砂岩卓越層、砂岩頁岩互層という順に累重している。善立寺の谷より南東で中位層と接する以外、他層とは断層で接するものと考えられる。

これらの下部白亜系は、大きくみて北東-南西々の走向、 $30\sim 60^\circ$ 南の傾斜を示す。

○ 貫入岩類（新第三紀）

松本ら（1964）の文象斑岩は鳩山南にあり、肉眼的には隱微晶質で、むしろ珪化岩様の岩相を呈する。この他に、鳩山南の採石場にはほぼ東西の方向に点々と露出する酸性火成岩がある。斑状であるが岩石学的な検討は行われていない。これら貫入岩類は新第三紀のものとされており、地層の走向とほぼ調和的に貫入しているが、傾斜はほとんど垂直である。

○ 第四系

第四系として、沢の部分には崖錐性堆積層、川沿いには河川堆積物がある他に、温泉街をのせる埋め立て地がある。

○ 断層

第四系を除く諸岩層は、前述のように大きな帯状構造を示して、北東-南西方向に伸長して分布し、同じ方向の断層もあるが、それと直交するような断層もあって、地塊化されている。北東-南西方向の断層としては、小崎層と八代花崗岩類との間のもの、その北で小崎層と下部白亜系（下位層）との間のもの、善立寺南で小崎層と下部白亜系（上位層）との間のもの、馬越町と西山南との間で下部白亜系の下位層と中位層との間のものなどである。直交するような北西-南東方向の断層としては、善立寺の谷のもの、西宝寺の谷のもの、馬越町のもの、さらに図外であるが東の塩鶴川沿いのもなどがあり、北東-南西方向の断層を載っていると考えられる。善立寺-西山の地塊は、相対的に南東方に変位していることとなる。

北東-南西方向を示す海岸線に沿って、日奈久断層が伏在するとされているが、この地域ではその位置を明らかに出来ぬ。

3. 温 泉

温泉に関しては、今西（1965）の報告がある他に、八代保健所の調査結果がいくつかある。

3-1. 源泉の状況

八代保健所の調査によれば、昭和47年1月1日現在で、日奈久温泉の源泉数は95に達しているが、その約2/3にあたる65源泉はすでに廃止されており、利用源泉は30源泉、内5源泉が恐らく低温のために雑用水としての利用となっている。

今回は、現在利用源泉とされている27源泉を調査したが、内3源泉は休止中であつた（第1表）。ただし、その中の2源泉（No.24, 27）は第3図の図外である。源泉の分布をみると、善立寺の谷口、西宝寺の谷口に集中して存在する。

大部分の源泉では、タービンポンプによる揚湯が行われているが、ポンプ座の切り下げが必要な源泉が多く、その切り下げも地下17 mに達するものがある。

源泉の深度が不明のものが多く、また口径は40~75 mmと全体として小さい。

3-2. 地温分布

今西(1965)所載の源泉をも含めて計21源泉の掘さく資料を収集する事が出来た。しかし、正確な位置が明らかでないものもある。掘さく時期がまちまちであるが、温度の記録を用いて、ある程度は地熱構造を把握することが出来ると考えられる。

第4図、第5図は、それぞれ地表面下50 m、100 mの地温の平面分布を示したものである。源泉の標高が2~12 mなので、この平面分布はほぼ同一標高での地温分布を示すとみて差支えない。両深度とも同じような分布状況を呈している。すなわち、女郎居山の北側に接する沖積面の部分に高温帯があり、北方を除いて何れの方角へも急激に低温となる。しかし、-100 m深度の方が-50 m深度の場合に比較して南に位置している。高温帯東西の急低温化部は、深度による移動がなく、それぞれ善立寺および西宝寺の谷を通る断層に関連した急低温化であると考えられる。

第6図は地温分布の断面図である(第3図参照)。地質の状況も併せて示してある。

A-A'断面はほぼ東西方向の断面であるが、fからhに至る間の急低温化と10から14に至る間の低温化がみられ、そこにそれぞれ西宝寺および善立寺の谷を通る断層が存在する。B-B'断面は西宝寺の谷を通るほぼ南北方向の断面であるが、南方山側での地層面(60°南傾斜)とほぼ平行する等地温線と、北方海側での基盤岩の形状に調和的な等地温線とが目につく。C-C'およびD-D'断面は善立寺の谷を通る断面であるが、いずれも等地温線はB-B'断面と同様、南方山側では地層面と平行するように、北方海側では基盤岩の形状に平行するように表現される。

以上のような地温分布の状況と地質構造との調和は、後述する温泉の湧出流動機構について重要な示唆を与えるものである。なお、巻末に資料として収集した掘さく資料を示すが、いくつかの掘さく記録で深部での温度低下あるいは横這いがみられる事も興味あることである。

3-3. 化学成分

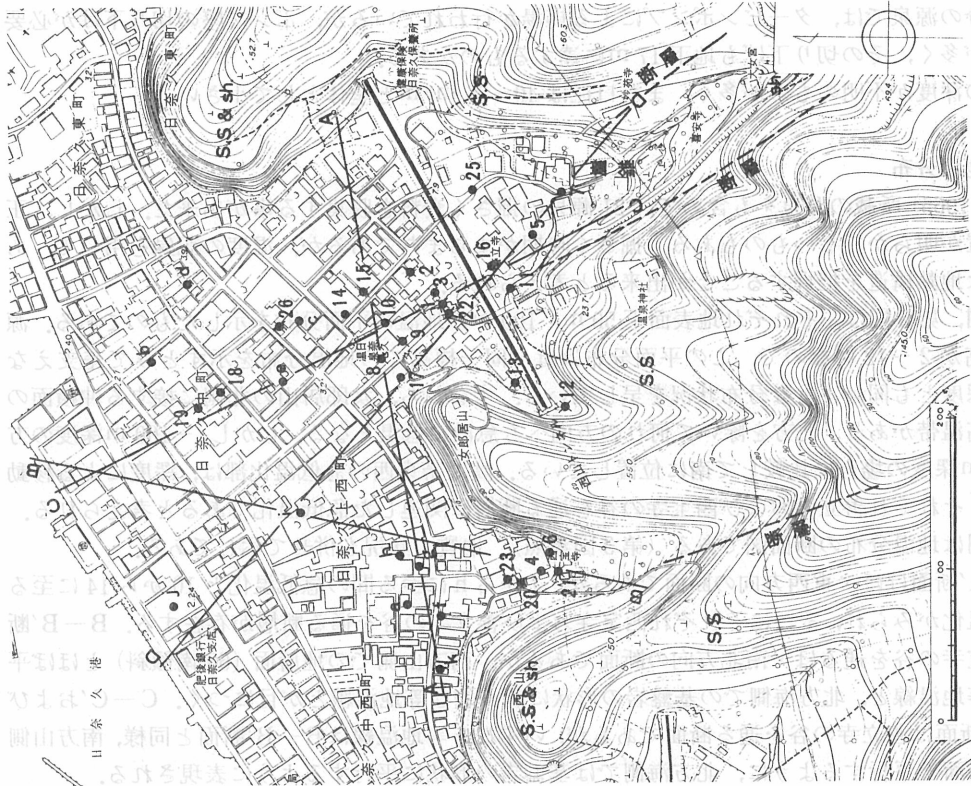
21源泉の温泉水の主要成分を分析した(第2表)。

泉温は26.3~49.2°Cの範囲にあり、蒸発残留物は408.8~1,818 mg/lの間にある。陽イオンの主成分はすべてNa⁺で、陰イオンの主成分は15源泉でCl⁻、6源泉でHCO₃⁻である。泉質としては、単純温泉16、Na-Cl温泉、Na-Cl・HCO₃温泉各2、Na・Ca-Cl温泉1となっている。

Cl⁻とNa⁺、Cl⁻とCa²⁺との間には正の相関があり、Cl⁻とHCO₃⁻の間には負の相関がある。Cl⁻とSO₄²⁻、Cl⁻とMg²⁺の間には特定の傾向が認められない。第7図に、いくつかの例を示す。

組成比を示す三角グラフおよび菱形図は第8図のようになる。陽イオンではNa⁺+K⁺頂点付近に密集し、ことにMg²⁺に乏しい。陰イオンではHCO₃⁻-Cl⁻線に並んで、SO₄²⁻に乏しい。これらの図で他と離れて位置するNo.24、27.の2源泉は、地理的にも日奈久温泉の主部とは離れた低温のものである。したがって、日奈久温泉の温泉水は、菱形図ではアルカリ非炭酸塩型からアルカリ炭酸塩型の領域に入る。このような状況から日奈久温泉の水質はNaCl型とNaHCO₃型との2種の水の混合によるとみられるが、前者は現在の海水ではなく、後者は地下水に近いとみられる。

泉温の平面分布をみると、山側に最高温部があり、北方と東方に低温となる。蒸発残留物は西宝寺周辺に高濃度の源泉があり、これを離れると薄くなる。ことに善立寺付近は薄い。Cl⁻含量の平面分布も同じようなパターンを示すが、HCO₃⁻含量の高濃度部分は善立寺付近にあって、東方、

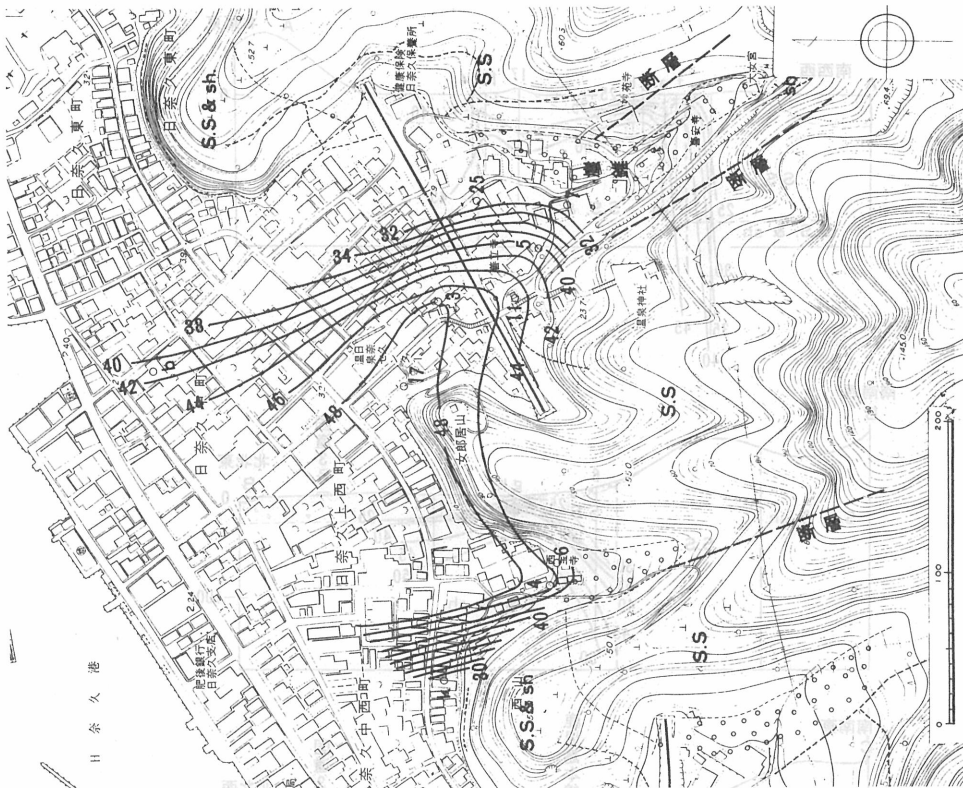


第3図 源泉分布と断面線位置
1-26は現源泉、a-kは廃止源泉（位置は今西1965による）、印は掘さく資料なし

第1表 日奈久温泉源泉一覧

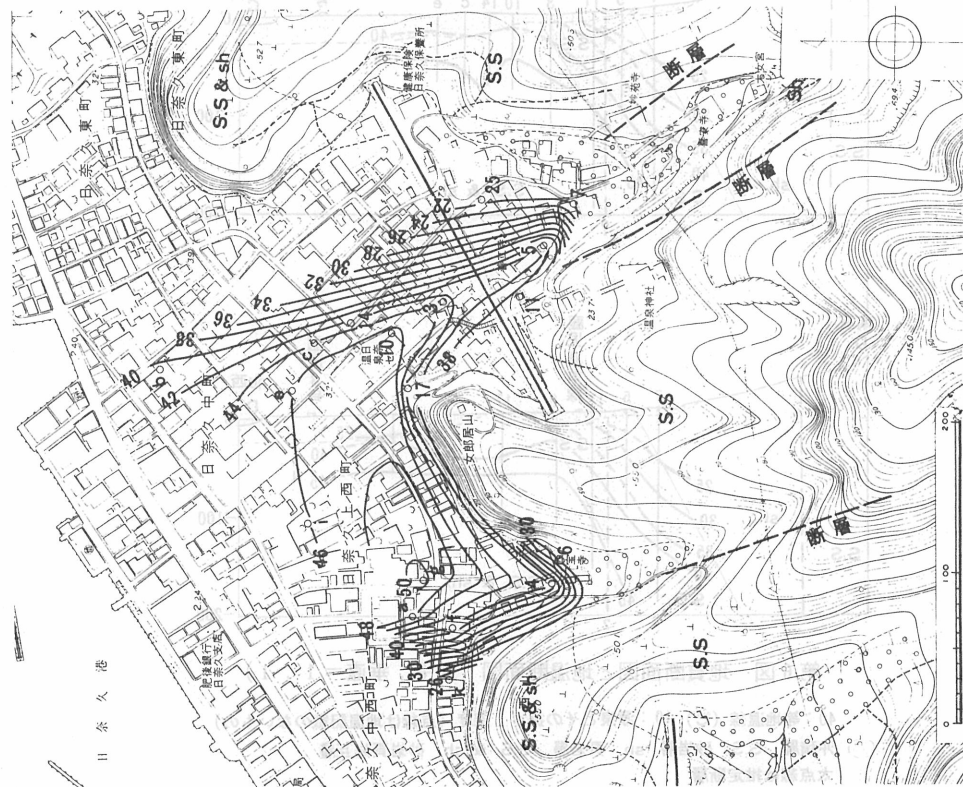
No.	標高 m	深度 m	利用 状況	ポンプ種別	動力 kW	口径 φ	ポンプ座 深度 m	備考
1	5.5		利用	単段タービン	1.5	40	7.02	
2	5		"	"	"	"	13.66	
3	5	115	"	"	"	"	12.40	
4	7.5	116?	"	"	"	"	14.44	
5	9	108?	"	"	"	"	14.68	
6	8	159.1	"	2段タービン	"	"	17.22	
7	11	200.0	"	エアリフト	3.7	60	-	
8	5		"	単段タービン	0.75	40	10.60	
9	5		"	"	"	"	9.27	
10	5	78.0	"	"	"	"	9.02	
11	12	200?	"	エアリフト	2.2	"	-	
12	16		休止	"	3.7	75	-	
13	9		利用	カスケード	1.5	40	16.35	
14	4	72?	"	単段タービン	0.75	"	6.96	時間運転
15	4		"	"	"	"	4.78	
16	8.5		"	エアリフト	2.2	50	-	
17	5	112?	"	単段タービン	0.75	40	8.2	
18	2.5		"	"	"	"	0	
19	2.5		"	"	"	"	0	
20	7	150	"	単段タービン	0.75	40	14.30	
21	10		"	3段タービン	1.5	"	15.06	
22	6.5	60?	"	単段タービン	0.75	"	14.82	
23	7	120?	"	2段タービン	1.5	"	11.61	
24	2		休止	"	"	"	-	
25	8	216	"	"	"	"	-	
26	3		利用	自	-	50	(1.8)	7-ル、灌漑
27	-	85	"	"	-	-	-	

標高は1/2,500地形図からの読取り



第5図 地表面下—100m深度の地温水平分布図

○3 : 温度記録のある湧泉およびNo.
—40 : 等地温線 (°C)



第4図 地表面下—50m深度の地温水平分布図

○3 : 温度記録のある湧泉およびNo.
—40 : 等地温線 (°C)

図3 平水温泉の温泉(m01)下面地質断面図
 10: 地温断面(C) 25: 温泉記載の掘さく深度

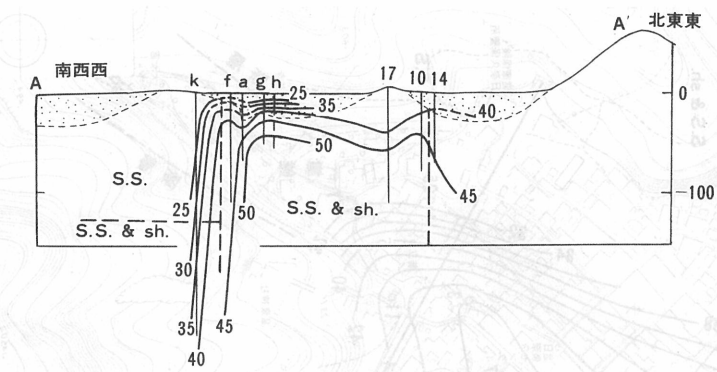


図4 平水温泉の温泉(m02)下面地質断面図
 10: 地温断面(C) 25: 温泉記載の掘さく深度

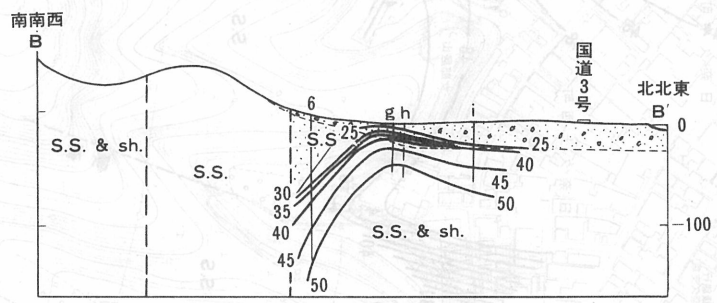


図5 平水温泉の温泉(m03)下面地質断面図
 10: 地温断面(C) 25: 温泉記載の掘さく深度

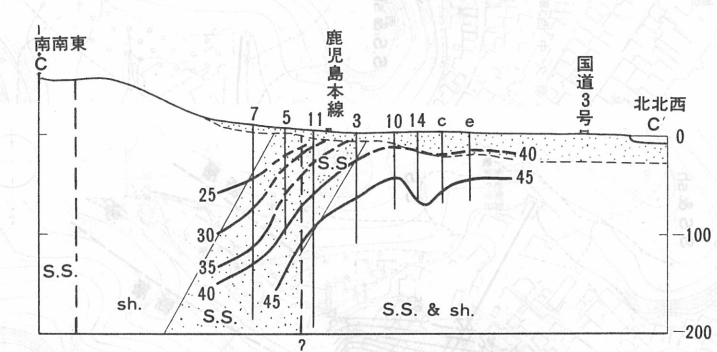
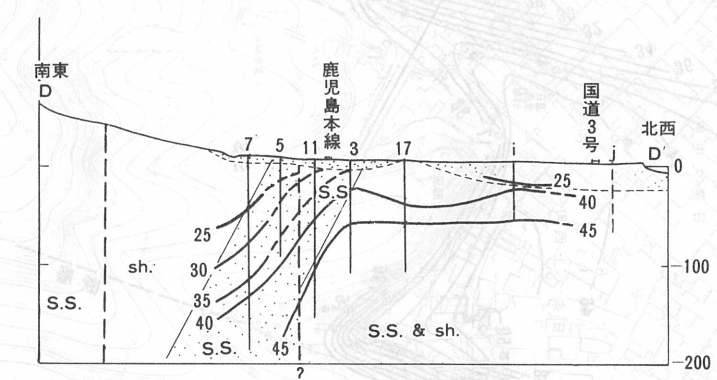


図6 平水温泉の温泉(m04)下面地質断面図
 10: 地温断面(C) 25: 温泉記載の掘さく深度



第6図 地質断面図と地温断面図 (水平:垂直=1:1)

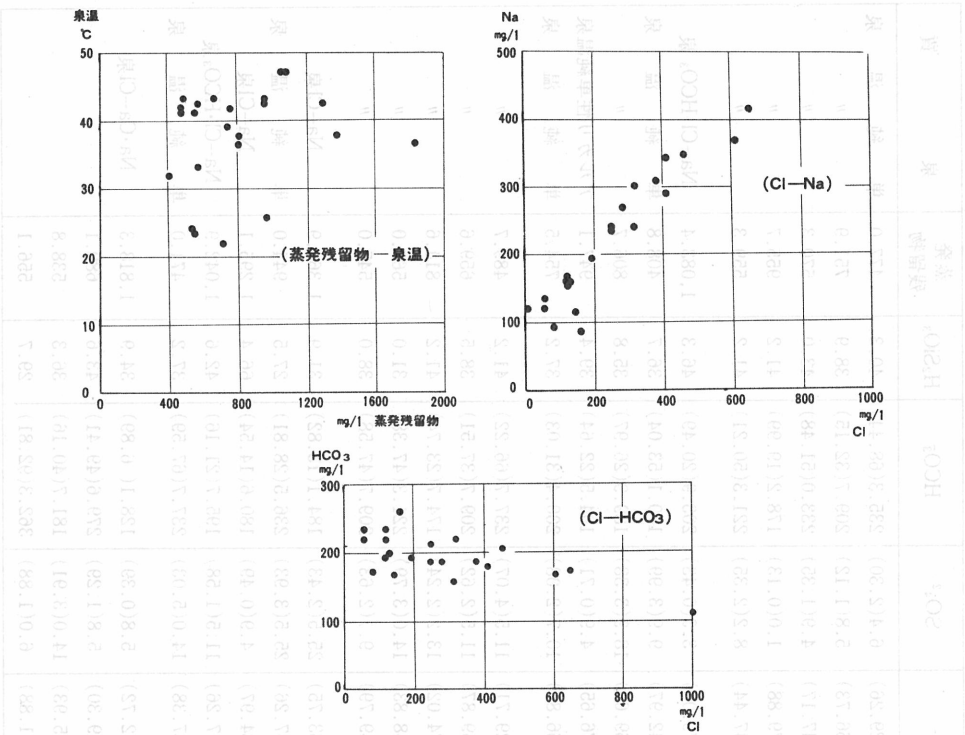
40: 等地温線 (°C) 10: 源泉とその掘さく深度 (点線は地温記載のないもの)
 ● 沖積層 S.S. 砂岩層 sh. 頁岩層 S.S. & sh. 砂岩頁岩互層
 太点線は推定断層

第2表 日奈久温泉温泉水の主要化学成分 (昭和56年8月)

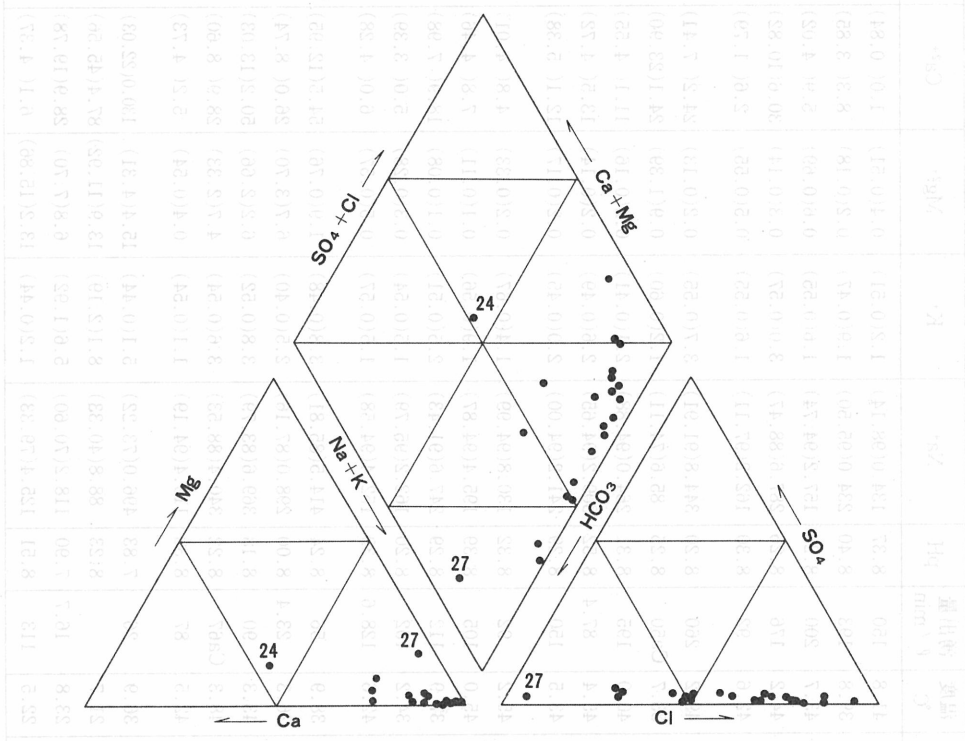
No.	温度 ℃	湧出量 ℓ/min	pH	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	H ₂ SiO ₃	蒸発 残留物	泉 質
1	41.8	150	8.37	134.0(98.14)	1.2(0.51)	0.4(0.51)	1.0(0.84)	58.4(29.26)	6.4(2.30)	235.3(68.44)	40.3	477.0	単純温泉
2	39.8	193	8.40	234.0(95.50)	1.9(0.47)	0.2(0.18)	8.3(3.85)	253.1(66.73)	5.8(1.12)	209.7(32.15)	38.9	751.9	"
3	43.7	200	8.28	157.2(94.74)	1.6(0.55)	0.6(0.69)	5.9(4.02)	124.1(47.17)	4.9(1.35)	233.0(51.48)	43.0	570.3	"
4	44.2	176	8.26	287.6(88.47)	3.0(0.57)	0.3(0.14)	30.6(10.82)	413.8(79.88)	1.0(0.13)	178.2(19.99)	41.2	955.7	"
5	42.6	92	8.30	162.2(97.11)	1.6(0.55)	0.5(0.55)	2.6(1.79)	121.7(47.44)	8.2(2.35)	221.3(50.21)	41.2	559.3	"
6	49.2	260	8.20	344.8(91.91)	3.7(0.55)	0.2(0.13)	24.2(7.41)	457.0(79.08)	3.3(0.43)	203.9(20.49)	46.3	1,083.4	Na-Cl・HCO ₃ 泉
7	33.7	Ca50	8.25	85.6(74.11)	1.2(0.60)	0.9(1.39)	24.1(23.90)	80.3(42.97)	9.9(3.99)	170.1(53.04)	36.7	408.8	単純温泉
8	40.0	195	8.31	264.0(94.88)	2.1(0.41)	0.2(0.16)	11.1(4.55)	284.7(69.65)	18.9(3.38)	189.9(26.97)	35.8	806.7	"
9	45.4	87.4	8.52	309.2(94.65)	2.6(0.49)	0.2(0.14)	13.5(4.72)	382.8(76.65)	4.9(0.71)	194.5(22.64)	39.4	947.1	アルカリ性単純温泉
10	43.5	150	8.29	241.2(94.00)	2.0(0.45)	0.2(0.17)	12.1(5.38)	250.7(66.89)	10.7(2.08)	200.4(31.03)	37.2	754.5	単純温泉
11	45.2	92	8.32	130.8(94.99)	1.4(0.67)	0.2(0.33)	4.8(4.01)	62.1(29.71)	11.5(4.07)	237.7(66.22)	41.2	489.7	"
13	45.0	105	8.39	195.4(94.87)	1.9(0.56)	0.1(0.11)	7.8(4.46)	194.7(59.87)	11.5(2.62)	209.7(37.51)	38.5	659.6	"
14	37.9	112	8.29	247.6(91.43)	2.5(0.51)	0.1(0.08)	18.9(7.98)	316.4(74.02)	13.2(2.24)	174.7(23.74)	41.2	814.6	"
15	34.2	102	8.20	162.2(95.79)	1.5(0.54)	0.3(0.28)	5.0(3.39)	132.7(48.83)	14.0(3.79)	221.3(47.38)	31.0	568.0	"
16	42.6	128.6	8.39	152.4(94.58)	1.5(0.57)	0.5(0.57)	6.0(4.28)	127.8(49.79)	9.1(2.63)	209.7(47.58)	38.0	545.0	"
17	38.9	56	8.24	414.5(85.81)	3.8(0.48)	1.9(0.76)	54.5(12.95)	648.7(83.75)	25.5(2.43)	184.1(13.82)	31.9	1,364.9	Na-Cl泉
18	26.3	23.4	8.00	298.0(87.16)	2.5(0.40)	6.7(3.70)	26.0(8.74)	321.3(67.26)	25.5(3.93)	236.5(28.81)	27.5	944.0	単純温泉
20	43.3	90	8.18	369.6(83.79)	3.8(0.52)	6.2(2.66)	50.2(13.03)	613.4(84.97)	4.9(0.49)	180.6(14.54)	66.4	1,295.1	Na-Cl泉
21	48.3	Ca67	8.22	340.4(88.53)	3.6(0.54)	4.7(2.33)	28.9(8.60)	415.5(77.26)	11.5(1.58)	195.7(21.16)	42.6	1,042.9	Na-Cl・HCO ₃ 泉
22	42.5	87	8.38	119.4(94.19)	1.1(0.54)	0.4(0.54)	5.2(4.73)	56.0(27.38)	14.0(5.03)	237.7(67.59)	37.2	471.0	単純温泉
23	36.9	26	7.83	496.0(73.22)	5.1(0.44)	15.4(4.31)	130.0(22.03)	100.3(92.72)	5.8(0.39)	128.1(6.89)	34.9	1,818.3	Na・Ca-Cl泉
24	21.7		8.23	88.8(40.33)	8.1(2.19)	13.9(11.92)	87.4(45.56)	161.9(49.30)	5.8(1.29)	279.6(49.41)	43.6	689.1	"
26	23.8	16.7	7.90	118.2(70.60)	5.6(1.92)	6.8(7.70)	28.9(19.78)	147.3(55.93)	14.0(3.91)	181.7(40.16)	36.3	538.8	"
27	22.5	113	8.51	125.4(79.33)	1.2(0.44)	13.2(15.86)	6.1(4.37)	12.2(1.88)	6.0(1.88)	362.3(92.81)	29.7	556.1	"

Na⁺~蒸発残留物の単位はmg/l, ()内はmval %

日奈久温泉の化学組成 (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100)



第7図 化学成分の相関

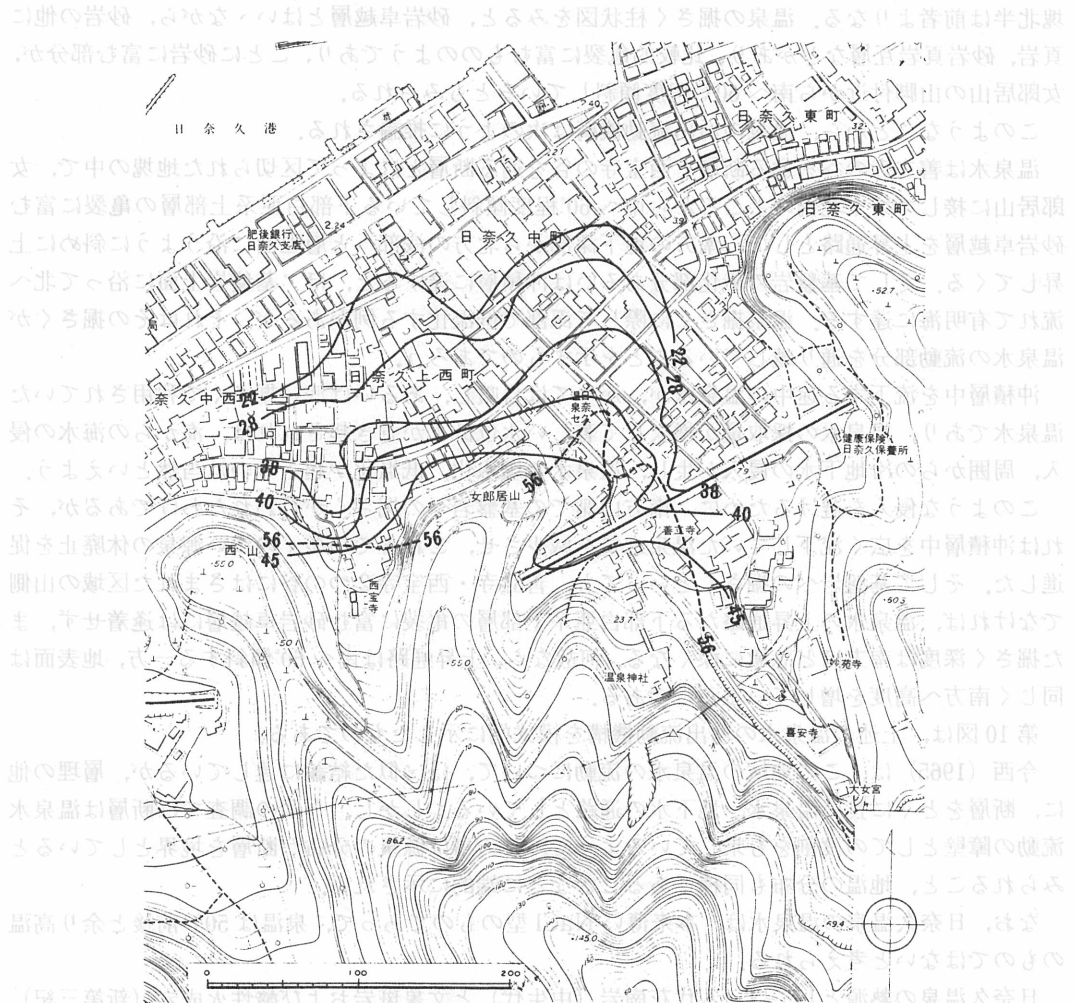


第8図 日奈久温泉水の化学組成

日奈久温泉の化学組成 (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100)

西方に濃度が低下する。これらの分布状況から、山脚部から平地にかけて NaCl 型の温泉が分布し、西宝寺付近で高濃度となっている。善立寺周辺には NaHCO₃ 型の温泉が分布している。

昭和 22 年～45 年の泉温 42℃ 線の経年変化が、今西 (1965) によって示されている。これに今回の同様等温線を重ねると、第 9 図のようになる。42℃ 線が逐年南へ下り、昭和 45 年には西宝寺前—女郎居山山脚—西山トンネル東口—善立寺の線に達した。昭和 56 年には 42℃ 線は西宝寺の谷では昭和 45 年の線とほぼ同じで、善立寺の谷ではむしろ北に上り、昭和 40 年の線付近となっている。すなわち、源泉の乱掘、温泉水の過剰採取による海水や冷地下水の混入、低温化に従っての 42℃ 線の南下、後退は、昭和 40 年頃西宝寺の山脚部に、昭和 45 年頃善立寺の山脚部にそれぞれ達した。以降の状況は不明であるが、温泉水の低温化は進行せずむしろ回復した部分もあるようで、昭和 56 年には善立寺の谷では北上して昭和 40 年頃の線になっている。



第 9 図 泉温 42℃ 線の変化

— 40 : 測定年 (昭和) - - - 56 : 昭和 56 年の 42℃ 線
(昭和 22 - 45 年は今西, 1965)

（以下は重複した文章の断片）

4. 温泉の湧出流動機構

日奈久温泉の源泉，ことに現在の利用源泉の分布が，善立寺の谷と西宝寺の谷との間に限られ，地温が善立寺の谷を通る断層の東方および西宝寺の谷を通る断層の西方で急激に低温化し，温泉が2つの谷を通る断層に境された幅 200 m ほどの1つの地塊中にのみ存在することを示している。また，その地塊のなかで，等地温泉が南方では南へ急傾斜している岩層の層理面にほぼ平行し，北方では沖積層下の基盤面に平行すること，泉温が北方ほど低温であることは，温泉水が南方の深部から北方の地表近く（浅所）へと急な角度で上昇し，その後は基盤面上の沖積層中を北方へと流下していることを示している。

この地塊を構成する岩層は，下部白亜系上部の砂岩卓越層と頁岩層であり，温泉の存在する地塊北半は前者よりなる。温泉の掘さく柱状図をみると，砂岩卓越層とはいへながら，砂岩の他に頁岩，砂岩頁岩互層などがあり，比較的亀裂に富むものようであり，ことに砂岩に富む部分が，女郎居山の山脚付近から南へ60°程度傾斜しているともみられる。

このようなことから，温泉の湧出流動機構は次のように推論される。

温泉水は善立寺の谷を通る断層と西宝寺の谷を通る断層とによって区切られた地塊の中で，女郎居山に接してすぐ北側のところから南へ60°程度傾斜している下部白亜系上部層の亀裂に富む砂岩卓越層を上昇通路として，南方の地下深部から北方の浅部へと層理面に沿うように斜めに上昇してくる。そして基盤岩の風化部分あるいは沖積層に達すると，ほぼ基盤岩上面に沿って北へ流れて有明海に達する。温泉掘さくに際して深部で低温化する例があるが，それはその掘さくが温泉水の流動部分を通り越していることを示すものであろう。

沖積層中を流下する途中の温泉水が，かつては自噴し，あるいは浅い掘さくで利用されていた温泉水であり，温泉水の採取量が増大して著しい水位低下が惹き起されれば，海からの海水の侵入，周囲からの冷地下水の侵入が生じ，温泉水の塩水化，低温化が起きるのは当然といえよう。

このような侵入を避けるために，南方山側での基盤岩への掘さくが行われたわけであるが，それは沖積層中を広く流下していた温泉水量を減少させ，これまでの多くの浅い源泉の休廃止を促進した。そして基盤岩への掘さくといっても，善立寺・西宝寺2つの谷にはさまれた区域の山側でなければ，温泉水の上昇通路たる下部白亜系上部層の亀裂に富む砂岩卓越層には達せず，また掘さく深度は南方ほど急激に深くなる。何故なら，上昇通路は南へ60°傾斜する一方，地表面は同じく南方へ高度を増しているからである。

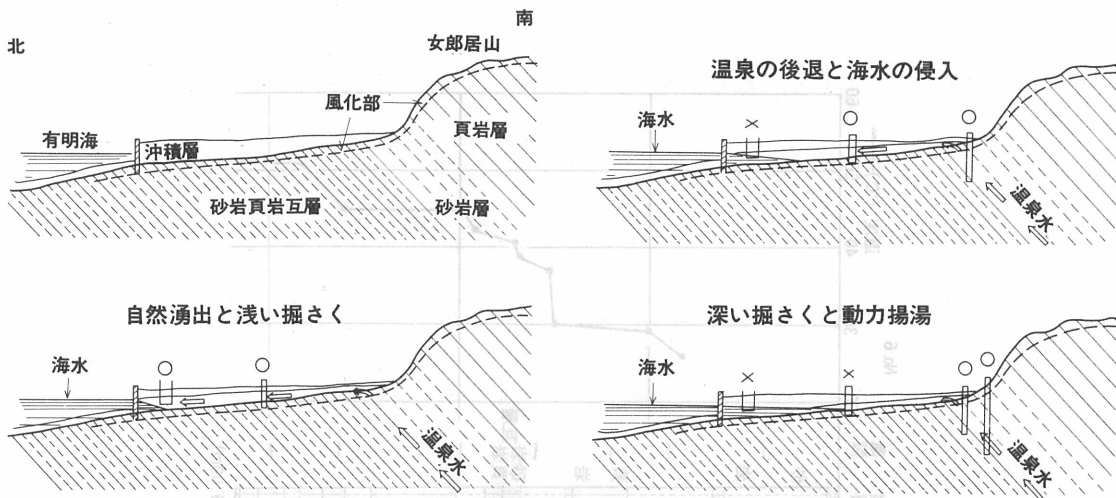
第10図は，上述の温泉水の湧出流動機構を模式的に示したものである。

今西（1965）は，この地域の温泉水の流動について，ほぼ似た結論に達しているが，層理の他に，断層をとくに良い温泉水，地下水の通路としている。しかし，今回の調査では断層は温泉水流動の障壁としての役割をも果しているようで，この事は源泉の分布が断層を境界としているとみられること，地温の分布も同様であることなどに端的に示される。

なお，日奈久温泉の温泉水は，本来薄いNaCl型のものであって，泉温は50°C前後と余り高温のものではないと考えられる。

日奈久温泉の熱源としては，八代花崗岩（中生代）と文象斑岩および酸性火成岩（新第三紀）とが一応挙げられ，今西（1965）は後者を挙げているが，両者とも温泉の存在する地塊とは断層を介して別の地塊に属しており，またどの温泉掘さくも火成岩に遭遇せず，現在のところは日奈久温泉の熱源は不明といわざるを得ない。

日奈久温泉と同じように西南日本外帯に位置する紀伊半島の温泉のうち，竜神温泉（ただし，秩父帯よりは上位の四万十帯中に位置する）はその付近に火成岩が存在しないが，他の同半島



第10図 日奈久温泉の流動の変遷

の温泉との比較から、大峯酸性火成岩類と深く関連していると推定された(高橋ら 1981)。日奈久温泉の場合も、吉尾、湯浦、阿久根、川内、紫尾、出水などの九州の南西部にあって古第三紀以前の地層中に湧出するとされている諸温泉を調査し、日奈久温泉と比較検討することによって、熱源の問題も解明されるかも知れない。

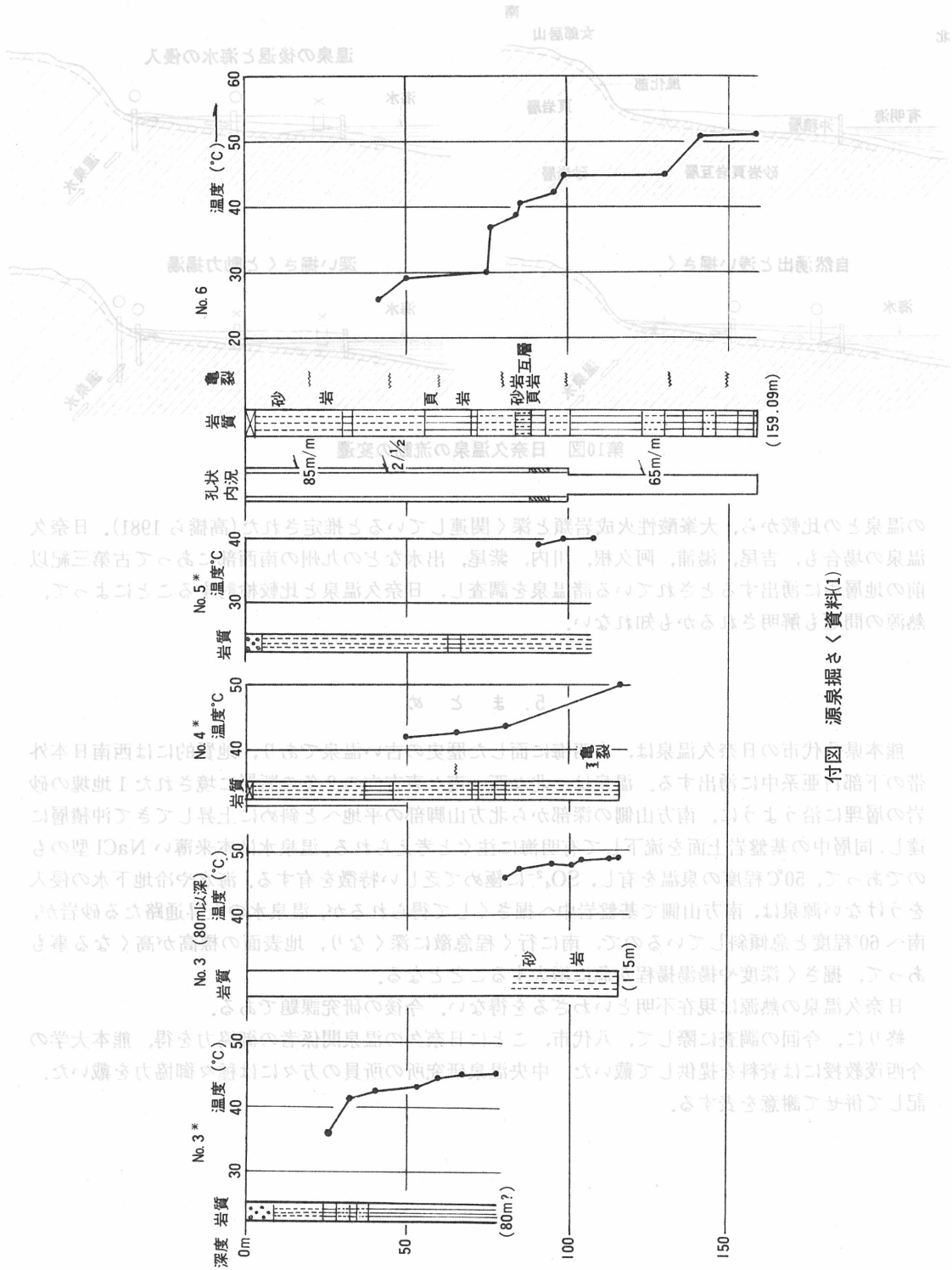
5. ま と め

熊本県八代市の日奈久温泉は、有明海に面した歴史の古い温泉であり、地質的には西南日本外帯の下部白亜系中に湧出する。温泉は、北々西一南々東方向の2条の断層に境された1地塊の砂岩の層理に沿うように、南方山側の深部から北方山脚部の平地へと斜めに上昇してきて沖積層に達し、同層中の基盤岩上面を流下して有明海に注ぐと考えられる。温泉水は本来薄い NaCl 型のものであって、50℃程度の泉温を有し、 SO_4^{2-} に極めて乏しい特徴を有する。海水や冷地下水の侵入をうけない源泉は、南方山側で基盤岩中へ掘さくして得られるが、温泉水の上昇通路たる砂岩が、南へ60°程度と急傾斜しているの、南に行く程急激に深くなり、地表面の標高が高くなる事もあって、掘さく深度や揚湯揚程が急に増大することとなる。

日奈久温泉の熱源は現在不明といわざるを得ない。今後の研究課題である。

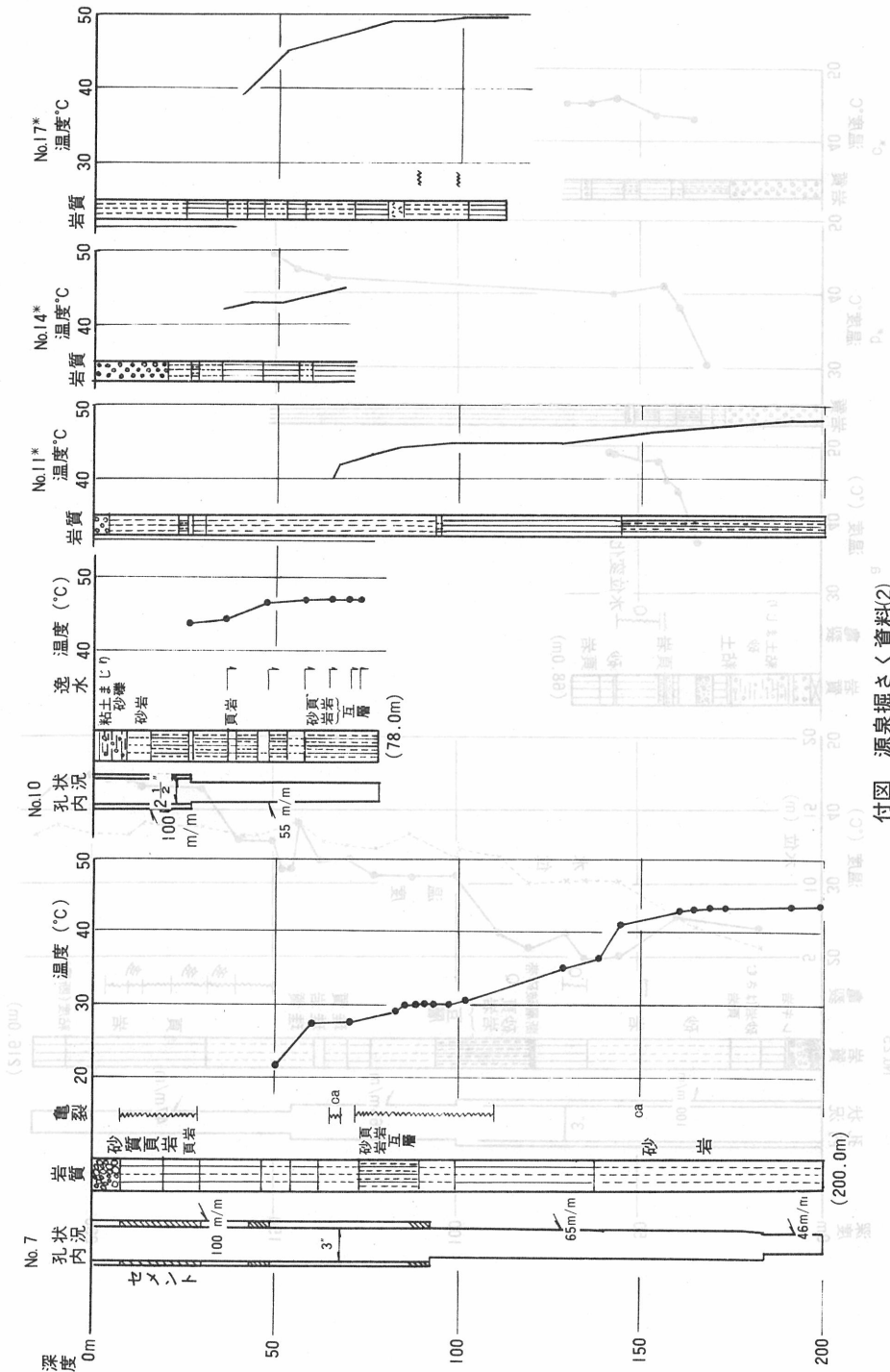
終りに、今回の調査に際して、八代市、ことに日奈久の温泉関係者の御協力を得、熊本大学の今西茂教授には資料を提供して戴いた。中央温泉研究所の所員の方々には種々御協力を戴いた。記して併せて謝意を表する。



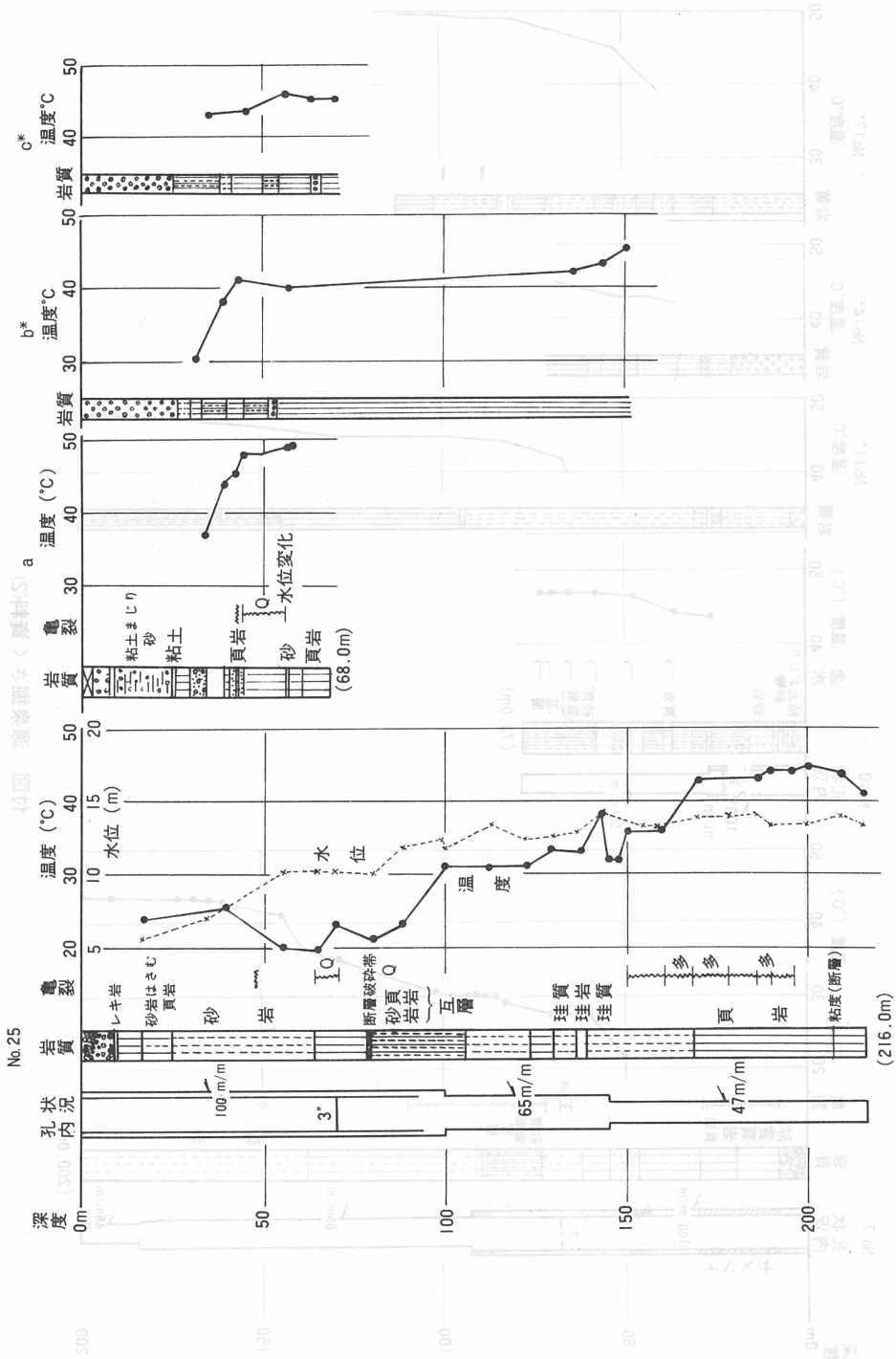


付図 源泉掘さく資料(1)

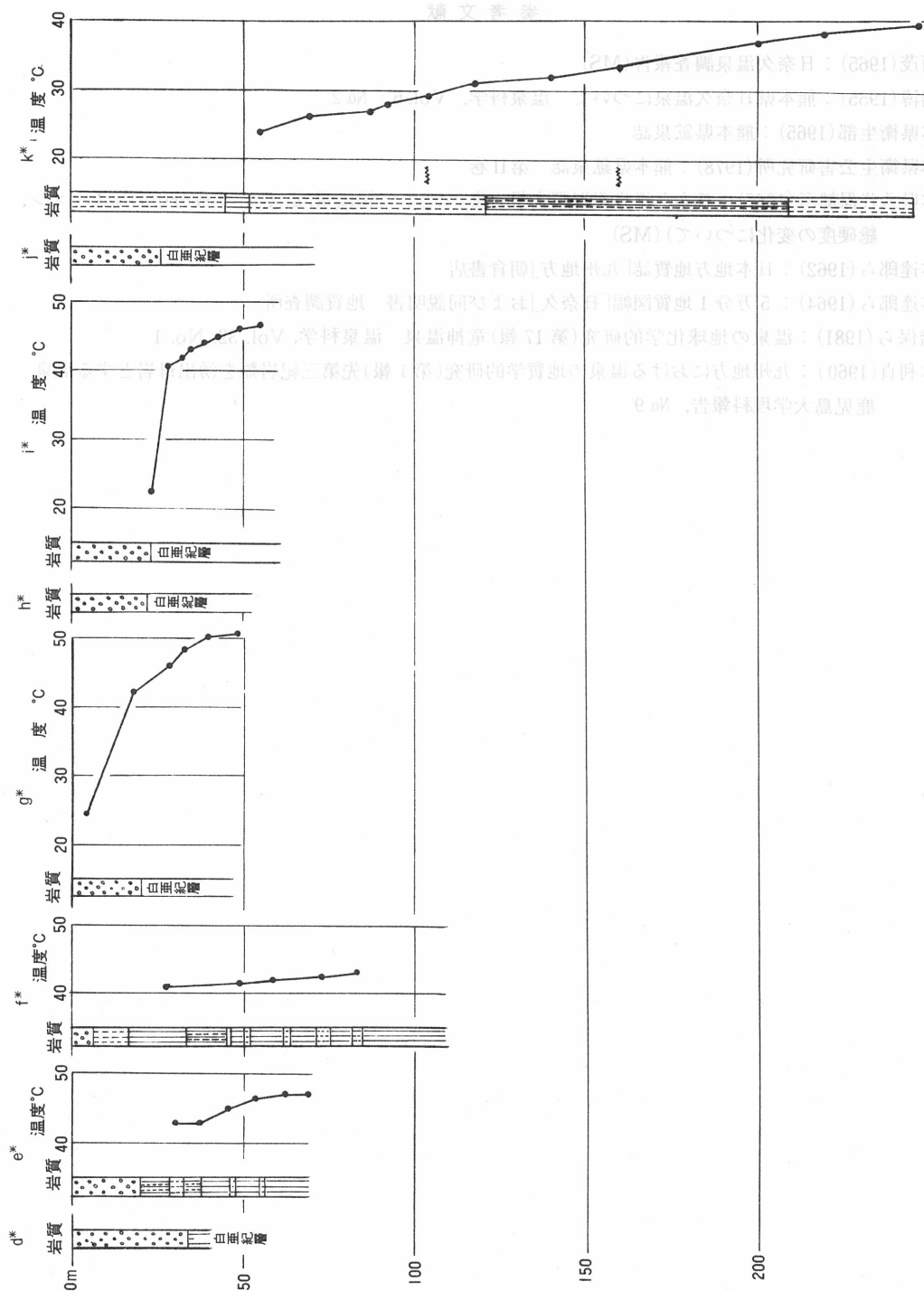
図3 温泉掘さく資料(3)



付図 源泉掘さく資料(2)



付図 源泉掘さく資料(3)



付図 源泉掘さく資料(4)

参考文献

- 今西茂(1965)：日奈久温泉調査報告(MS)
- 川端博(1955)：熊本県日奈久温泉について 温泉科学, Vol. 6, No. 2
- 熊本県衛生部(1965)：熊本県鉱泉誌
- 熊本県衛生公害研究所(1978)：熊本県鉱泉誌 第II巻
- 熊本県八代保健所(1967)：日奈久温泉現況調査報告書(主として揚湯量, 温度, 化学成分中の塩素イオン, 総硬度の変化について)(MS)
- 松本達郎ら(1962)：日本地方地質誌「九州地方」朝倉書店
- 松本達郎ら(1964)：5万分1地質図幅「日奈久」および同説明書 地質調査所
- 高橋保ら(1981)：温泉の地球化学的研究(第17報)竜神温泉 温泉科学, Vol. 32, No. 1
- 露木利貞(1960)：九州地方における温泉の地質学的研究(第1報)先第三紀岩類を湧出母岩とする温泉 鹿児島大学理科報告, No. 9

(A) 井筒の温度変化図

