

# 大分県の地質と温泉

日本文理大学教授

森山善藏

## Geology and Hot Spring in Oita Prefecture

Zenzo MORIYAMA

College of Liberal Arts & Sciences

### ◇大分県の地質の特性

1. 大分県の地質の特質について第一に挙げられるのは古い時代の地層から新しい時代の地層までがみられること、また、各種の火成岩・堆積岩・変成岩等が分布していること。これは大分県の位置が内帯・長崎三角地域・外帯の三帯が存在し、地質を複雑にしたためといえる。

2. 豊肥線のあたりを境にして、県北の大部分は火成岩からなり、主な火山岩類は宇佐層群(中新世・中期)、瀬戸内系火山岩類(1,300万年前)、豊肥(筑紫)溶岩(60~80万年前)、万年山溶岩(42±2~50万年前)、山陰系火山岩(33万年以降)、また溶結凝灰岩として、耶馬溪溶結凝灰岩(40万年前)、阿蘇第Ⅳ期溶結凝灰岩(7~8万年前)などが広く分布している。

県南部は秩父帯の古生層、さらに南に四万十帯の中生層などが分布している。その殆どが基盤岩であり、急峻な山容を呈している。

県北部はその殆どが、内帯の花崗岩や領家帯の片麻岩を基盤としているが、大部分は第三紀以降の新旧火山岩類に覆われており、基盤岩の分布は侵食のすすんだ谷などに限られており、極く一部が露出するのみである。

3. 地質構造についてみると、北から松山-伊万里構造線、大分-熊本線、臼杵-八代構造線、津井-木浦構造線(仏像構造線)というような第一級の構造線が四本走っているが、大分県の地帯構造図に見られるように、北から領家帯、三波川帯、秩父帯、四万十帯と大別できる。(第1図参照)

4. 大分県で日本一といわれているものが三つある。乾燥椎茸の収穫量と温泉の孔数と石灰石の生産額である。また、温泉の湧出量は北海道に次いで第二位となっている。

温泉孔数は昭和53年3月末の環境庁自然保護局の調査によると、全国の孔数、21,959孔中、大分県5,291孔と全国比で21.4%、全国の温泉孔数の約1/4が大分県にあることになっている。また湧出量は同じ調査によって、全国の湧出量が1/分で1,526,595であるのに対して、大分県は165,891(全国比10.9%)で、湧出量は全国第二位、1/分を一昼夜に直すと、238,883トン、約24万トンとなる。

昭和42年から始めた地熱発電(九重町の大岳とその南の八丁原、いずれも筋湯の谷)は岩手県の松川に次いで、二番目に発電に成功したものである。現在、大岳は1万2千5百キロワット、八

丁原5万5千キロワット、いずれも九州電力K.K.によって開発、維持がおこなわれている。

## 大分県と温泉の泉

### ◇地質の概要

大分県の地質は既に述べたように、北から松山—伊万里線、大分—熊本線、臼杵—八代線、津井—木浦線の四つの構造線のうち、県北部を支配している断層や裂罅の多くは松山—伊万里線の東西方向にならぶものが多い。

松山—伊万里線以外の三構造線はおおむね東北東から西南西方向に走り、県南部の地質の配列等に大きく作用している。

これら構造線のうち、松山—伊万里線、臼杵—八代線は西南日本の中央構造線の西側延長部にあたるものであり、その両構造線にはさまれたリヒトホーフェンの長崎三角地域は偶然にも大分県において、温泉・地熱開発の主要舞台ともなっている。

県下の地質や岩石の分布などからみると、大分—熊本線以北は新第三紀以降の火山岩の分布が大部分を占め、両子火山群、由布・鶴見火山群、九重火山群など比較的活動期の新しい山陰系の火山群が広く分布している。

### 大分県の温泉の泉

#### ◇県下の温鉱泉地

大分県内の温鉱泉地は大分県下58市町村のうち34市町村に及んでおり、76ヶ所の温鉱泉地がある。うち宿泊施設のある温鉱泉は36ヶ所である。温泉の分布は大分県の温泉分布図を見ると県の中部に集中している。

- これを大別すると、
- ①由布・鶴見火山の周辺に別府温泉、由布院温泉、湯ノ平温泉などがある。
  - ②九重火山群の周辺には九重温泉群、長湯温泉、天ヶ瀬温泉などの温泉群がある。
  - ③大分平野を中心に挾間町・庄内町にかけて温泉が数多く掘られている。大分市内のみで、100孔以上の温泉がここ10年余の間に掘さくされ、700~800mの深さから湧出している。大分層群(古いものは140万年)、一部は碩南層群から湧出している層状泉で、有機物を多く含む重曹泉である。(孔底で51℃の低温泉)
  - ④杵築市の八坂川下流域、日出町の真那井付近にも47.8℃の比較的低温度の温泉の湧出が数多く見られる。

最も新しい昭和62年3月末の大分県環境保全課から出された大分県の温泉総括表によると、温鉱泉地全体では活動孔数4,231孔、一昼夜の湧出量、27万3千トン/日、放射能泉を除くおおくの泉質があり、高温度の温泉が多く、湧出量も豊富であり、特に本県には別府温泉、九重温泉群などに噴気・沸騰泉が多い。

地熱発電は先にも述べたように九重温泉群の筋湯付近に、九州電力K.K.によって、大岳では昭和42年から12,500kw、八丁原では昭和52年から55,000kwの発電が続けられている。また、久大線の野矢駅の南方の滝上地区で、出光地熱開発K.K.の手により、有望な地熱発電が完成間近かであり、新エネルギー開発機構による豊肥地域の大規模深部地熱開発調査では九重町や涌蓋山一帯の調査で、発電可能な有望地として、九重町の地蔵原地域が指示されている。なお、電源開発の手で、九重町の菅原地区において、バイナリー発電の実験がおこなわれており、その他、久住町一帯においても、新エネルギー開発機構の手で、深部地熱の探査が続けられている。

### ◇別府温泉

別府地域は県下最大の温泉地であり、温泉孔2,612、県内の総温泉孔数4,231の61.73%を占める。湧出量は、日量122,329トン、県全体の湧出量(27万3千トン)の44.86%である。(昭和62年3月末)

別府地方には南北に、旧くから別府八湯という八つの温泉場があり、北に亀川、柴石、鉄輪、明礬、南側に浜脇、別府、観海寺、堀田と略々東西に並んでいる。湧出地区も鉄輪、観海寺、堀田、明礬等の山間部には噴気・沸騰泉(俗に地獄という)が多く、別府、浜脇、亀川などの平野部には温泉が多い。

泉質は食塩泉、重曹泉、単純泉、重碳酸土類泉が多く、その他に単純炭酸泉、硫黄泉、酸性泉、塩化物含有鉄泉、硫酸塩泉、明礬泉などがある。

現在、別府市では昭和43年以来温泉保護地域を定め、掘さく地点の制限や揚湯量などの制限を強化して、資源の保護につとめている。

### ◇湯布院温泉

湯布院町には由布院、湯ノ平、塚原、奥江の温泉地がある。とくに由布院盆地一帯には温泉が多く、700孔以上の温泉がある。湧出量も豊富で高温泉であり、盆地に降下した阿蘇系の溶結凝灰岩が盆地の温泉貯留層に蓋をかぶせて、一部で温泉降下を防止しているところもある。殆どが単純泉といわれている。

湯ノ平温泉は花合野川に沿った自然湧出泉であるが、泉質は食塩泉と単純泉である。弱食塩泉は胃腸に効く名湯として、古くから知られている。湯ノ平温泉は昭和42年以来、町有泉源を中心に集中管理がおこなわれ、有効利用がはかられている。

昭和34年から由布院、湯ノ平両温泉は国民保養温泉地に指定されている。

塚原温泉は伽藍岳の西側山腹にあり、海拔700m、別府市の明礬温泉の西3kmにあたる。pH1という強酸性の温泉で、皮膚病に著効ありといわれる。

奥江温泉は湯ノ平の北西3kmにあり、単純泉である。

### ◇九重山周辺の温泉群

九重連山の周辺にはさまざまな温泉地が散在している。九州横断道路に沿う飯田高原の一帯には長者原温泉群と呼ばれる寒の地獄(冷泉13℃、硫黄泉)を始め星生、牧ノ戸、湯沢などがあり、近くに笠ノ口(重碳酸土類泉)、筋湯(単純泉、食塩泉)などがある。

豊後森から熊本県小国町にかけて、旧宮ノ原線沿いに壁湯、生竜、宝泉寺、川底、串野など、新第三紀層(玫瑰層)中から湧出したと思われる温泉が多い。大部分単純泉、宝泉寺と川底は一部食塩泉が湧出している。

大船山、三俣山、星生山に囲まれた坊ヶつる盆地(九州で最高地の温泉・海拔800m)に含硫黄重碳酸泉の法華院温泉がある。

久住山の南山麓、久住高原には赤川温泉(硫黄泉)、七里田、長湯両温泉(重碳酸土類泉)がある。長湯温泉は昭和53年3月、県下では第二番目の国民保養温泉に指定された。

## ◇天ヶ瀬温泉◇

玖珠川に沿う温泉は恵良、森、天ヶ瀬、日田などにはほぼ東西に温泉の掘さくがおこなわれているが、最も高温の温泉は天ヶ瀬付近に集中している。天ヶ瀬温泉には高温の硫化水素泉、単純泉、硫黄泉、食塩泉などがある。

天ヶ瀬町杖立は単純泉である。

## ◇鉱泉・冷泉

県下には先に述べた寒の地獄を始め鉱泉・冷泉も多い。主なものを述べると、塚野鉱泉、廻栖野、辻原鉱泉などは大分一熊本線の構造線上にある。一带は野津原古生層の分布地域であるが、断層線に沿っていくすじかの蛇紋岩(恐らく中生代に貫入)が脈状に貫入しており、鉱泉はこの蛇紋岩中から湧出している。CaよりMgが多いという特異な含重曹食塩泉からなり、胃腸病に著効ありという飲用泉である。

六ヶ迫鉱泉は佐賀関半島から続く三波川結晶片岩帯中の塩基性片岩(緑色片岩)中にある断層線中から湧出している。含重曹食塩泉である。

白水鉱泉は九重火山群の東端部にある黒岳(1,556m)の北東麓にあり、黒岳からの湧泉ではないかと思われるが、重炭酸土類泉である。

直川鉱泉は日豊線の直川駅のすぐ東にあり硫黄泉である。日豊線佐伯駅付近にも佐伯鉱泉があり、含重曹食塩泉である。いずれも中生代の四万十帯中の大入島帯から湧出している。

その他、国東半島一帯に、姫島・桑川・山香・向野などの鉱泉があり、また、竹田市には十角鉱泉・竹田鉱泉いずれも鉄泉( $\text{HCO}_3$ 型)がある。

## ◇ま と め

大分県下においてその主要な温泉は鶴見山、由布院の周辺に別府温泉・由布院温泉・湯ノ平温泉と九重火山群周辺の九重火山温泉群・長湯温泉・天ヶ瀬温泉・宝泉寺を中心とする宮ノ原線沿いの温泉群などがある。

最近10年余の間に大分市や杵築市周辺また日出町の真那井付近で、比較的低温度の温泉(50℃以下)の開発が盛んである。とくに大分市や日出町の温泉は大分層群あるいは大分層群相当層の堆積岩中から湧出しており層状泉である。

地熱発電は県内中部、久大線の野矢から九重町の地蔵原・筋湯・八丁原にかけて、今後さらに開発が進められてゆくものと思われる。

温泉との関連は今のところはっきりしないが最近いわれている注目すべき説として、九州中部が南北に少しずつ分離しているという説がある。どのあたりに分離線が引かれるのかははっきりしないが、三角点の測量で、年間北側は北に、南側は南に移動の傾向があるという。

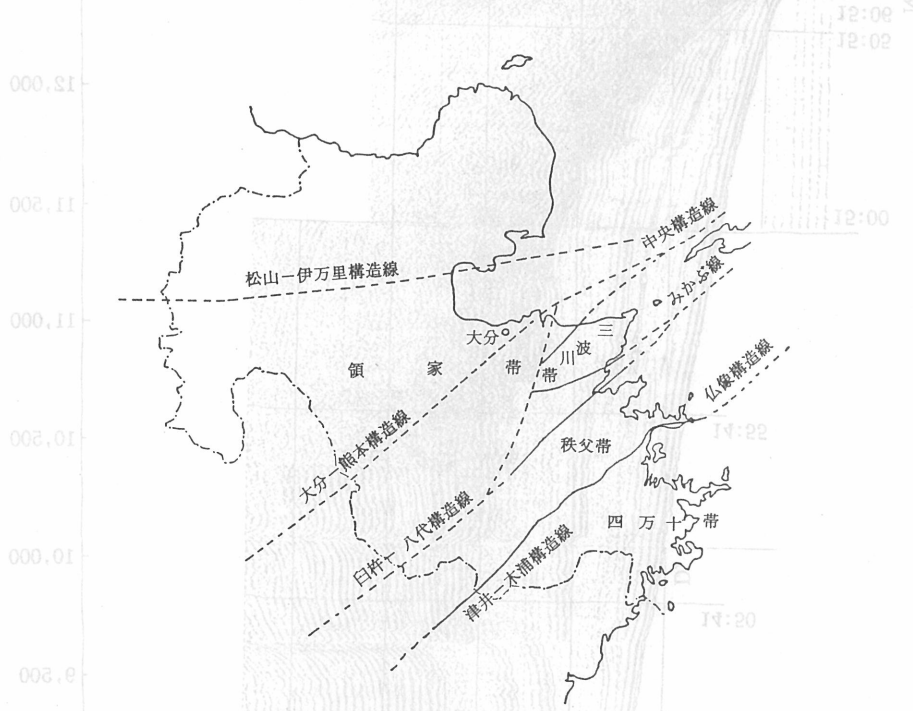
昭和56年に大分大学において筆者らのおこなった別府湾基礎調査において、ユニブーム地層探査機による別府湾の海底堆積物の地下構造の調査結果では、亀川(別府市北部)―豊岡(日出町南部)の海岸から3～4 km 沖において東西方向に並列する8本の断層が走っており、この断層は北側にあるものは南側が陥没しており、南側にある断層は北側が陥没して、全体としては中央部が陥没した地溝状の陥没構造をしている(第2図、第3図参照)。

地溝状の陥没構造は南北方向への引張りの現象によって、海底がくぼんでいった結果だと考え

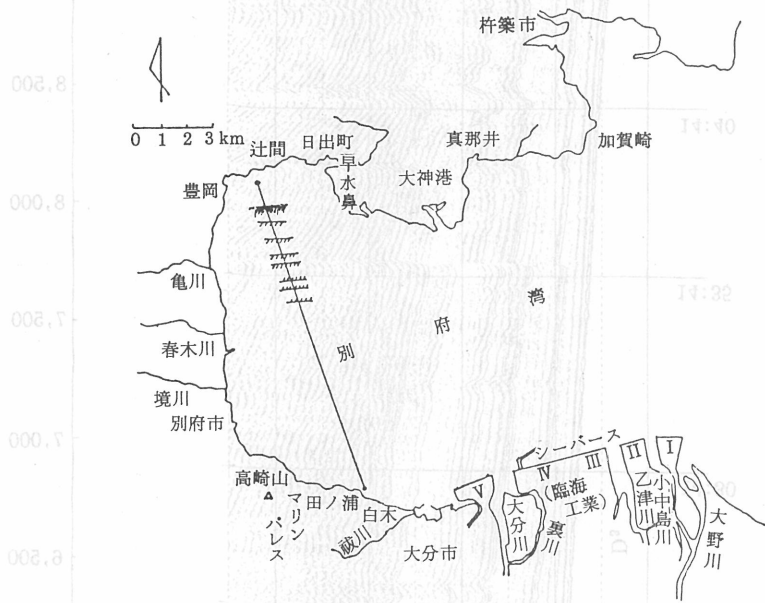
られ、上述の三角点の移動とともに注目すべき現象だと思われる。

一昨年からの地溝状陥没構造に対して、東大地震研をはじめ、大分大学・広島大学などの合同調査隊の手により、海底ボーリングをはじめ、海底資料の精査などがおこなわれている。

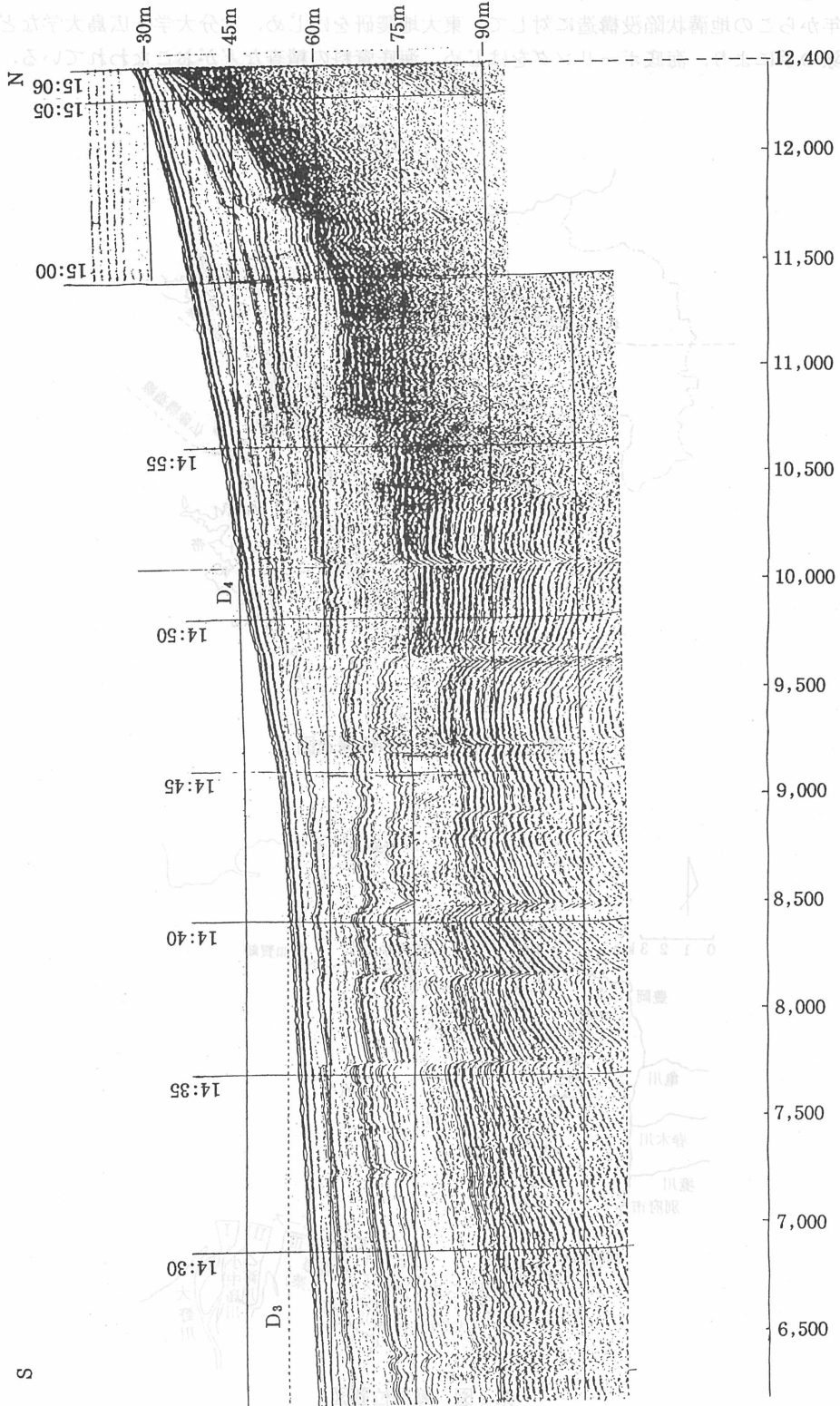
大分県地質調査所編 図2第1



第1図 大分県の地体構造図



第2図 断層位置図



第3図 別府湾海底の段階状地溝

S

温泉利用状況

管理 保健 所名	市町村名	温泉地名	源泉 総数 (A)+(B) +(C)			利用 源泉数(B)	未利用 源泉数(C)		温度別源泉数			ゆう出量/m		宿泊 施設数	収容 定員	年間延 宿泊利 用人員	温泉利用 の公衆浴 場施設	保養温泉 地におけ る年間延 宿泊利用 人員数	泉質名	地質名
			枯 (廃止) 源泉数 (A)	源泉数 (B)	源泉数 (C)		自噴	動力	25℃ 未満	42℃ 以上 42℃ 未満	42℃ 以上 及び ガス	自噴	動力							
別府	別府市	府	4,026	1,263	743	1,886	57	77	210	2,229	324	15,897	73,695	801	32,596	5,234,660	116		放射能泉を除く すべて	An, Q
大分	大分市	八幡野	5			5				5			475						単純温泉	S, N
	"	塚野	2			1	1	2				19		4	240	20,900	1		含重曹食塩泉	Ser, M
	"	大分	7	1	3	2	1	5	5	1		333	158	3	103	1,304	3		含重曹食塩泉 単純泉	S, N
	野津原町	廻栖野	1		1			1		1		5		1	150	9,341	1		含重曹食塩泉	Ser, M
	"	辻原	2		2			2				4							(分析なし)	Ser, M
	扶間町	海老毛	1		1				1			136							食塩泉	S, N
	"	黒川	2	2															(分析なし)	S, N
	"	扶間	9		7	1	1	1	5	4		1,662.9	139	1	50	1,700			食塩泉	S, N
	庄内町	白水	8		7	1		8				2,220	104	2	50	270			重碳酸土類泉	An, Q
	"	庄内	22	1	14	7			4	17	30	2,745.8	773	2	60	42,254	4		単純温泉	S, N
	湯布院町	湯布院保 養温泉地																		
	"	由布院	799	148	185	382	31	53	25	622	3	7,389.4	22,488.6	65	3,349	299,179	6	299,179	単純温泉, 重曹 泉, 食塩泉, 含 重曹食塩泉	An, Q
	"	湯平	24	4	8	5	1	6	2	17		115	258	54	1,495	50,518	5	50,518	単純温泉, 食塩 泉	An, Q
	(小計)		823	152	193	387	32	59	27	639	3	7,504.4	22,756.6	119	4,844	349,697	11	349,697		
	"	塚原	5		4		1		2	3		94		2	80	1,095			酸性泉, 鉄泉	An, Q
	"	奥江	5	2		3				3		150		2	395	35,635	1		単純温泉	An, Q
玖珠	九重町	壁湯	5		2		2	1	5			1,215		1	36	2,181	1		単純温泉	S, N
	"	生庵	9	1	8				5	3		555.7		5	145	7,401	1		"	S, N

昭和53年3月末現在 大分県



管理 保健 所名	市町村名	温泉地名	源泉数			源泉数 (A)+(B) +(C)	利用 源泉数(B)		未利用 源泉数(C)		温度別 源泉数			ゆわ 出量/m		宿泊 施設数	収容 定員	年間延 泊利用 人員	温泉利用 の公衆浴 場施設	保養温泉 地におけ る年間延 泊利用 人員数	泉 質 名	地質名
			枯 湯 (廃止) 源泉数 (A)	源泉数 (B)	源泉数 (C)		自噴	動力	25℃ 以上 42℃ 未満	42℃ 以上	水蒸気 及び ガス	自噴	動力	25℃ 以上 42℃ 未満	42℃ 以上							
玖珠	九重町	宝泉寺	11	26	59	13	5	4	4	17	25		2,860.6	858.3	12	880	47,347	2	単純温泉, 食塩泉	S, N		
	"	桐木	1	13		13													(分析なし)	S, N		
	"	川底	3	9	12				1	8		609			1	53	1,235		単純温泉, 食塩泉	S, N		
	"	串野	2	5	10	2	1	1	1	7		135.7	30.6						単純温泉	S, N		
	"	筋湯	7	31	46	1	7	1	1	18	20	17,190.7 (16,116.7)	80	24	1,056	45,156	4		単純温泉, 食塩泉	An, Q		
	"	長者原 温泉群	3	12	18		2	1	3	3	2	1,048		9	951	23,885	2		単純温泉, 硫黄泉, 鉄泉, 石膏泉, 食塩泉	An, Q		
	"	笠の口	3	2	5				2	2		240		2	69	2,287	1		重炭酸土類泉	An, N		
	"	野矢	1	5	7			1	1	4		41							(分析なし)	An, Q		
	"	中村	2		2														単純温泉	S, N		
	"	竜門	5	2	7		3		4	1		269	66.8	1	22	564	1		(分析なし)	S, N		
	玖珠町	玖珠	2	7	12		7	2	4	4	4	61	432	3	102	1,564	3		単純温泉	S, N		
	日田市	日田	2	5	7		5		5				1,120	12	871	151,040			単純温泉	S, N		
	天瀬町	天瀬	8	8	65		44	5		56	1	377	1,875	41	5,062	325,990			単純温泉, 食塩泉, 硫黄泉	An, Q		
	"	湯釣	1	9	10		9		1	8		589	160	10	160	5,800			単純温泉, 食塩泉	An, Q		
	"	天瀬杖立	3	3	6		3			3		588		1	200	26,900			単純温泉	An, N		
竹田	竹田市	竹田	3	1	4			2	3			49.2							鉄泉	An, Q		
	"	十角	1	1	2				1			2		1	14	184	1		"	An, Q		
	久住町	赤川	5	2	7				2	2		195		2	142	9,237			硫黄泉	An, Q		
	"	七里田	2	1	3		1	1	2	2		387	100	1	17	1,871	1		重炭酸土類泉	An, Q		
	"	法華院	3	2	5		2	1		2	1	81	150	1	250	10,030			硫黄泉	An, Q		



直入町	長湯	35	14	18	3	13	8	2,583	9	399	25,491	4	重碳酸土類泉	An, Q
中津	耶馬溪町	4		3	1	4		400	2	48	3,200	4	単純温泉	An, Q
	〃	3	1	2		1	1	105	2	76	2,908	2	〃	An, Q
	〃	2	1	1		1		600	1	60	2,300	1	〃	An, Q
	山国町	2		2		2		220	4	130	950	4	〃	An, Q
	〃	1		1				18					(分析なし)	
	本耶馬溪町	1	1										(〃)	
	三光村	1	1										(〃)	
臼杵	上深木	12		8	4	12		11.6	4	159	11,440		含重曹食塩泉	Sc, L
日出	六ヶ迫	10		8	1	10		1,249	1			2	単純温泉	
	杵築市	1		1	1	1							(分析なし)	An, N
	山香町	1		1	1	1		10					(〃)	An, Q
高田	豊後高田市	2	1	1	1	3		210	1	50			重曹泉	An, Q
	真玉町	3		1	1	3		99					硫黄泉	An, Q
国東	国見町	3		2	1	3							(分析なし)	An, Q
	姫島村	1		1		1							硫黄泉	S, M
佐伯	直川村	1		1		1		5					含重曹食塩泉	S, M
	佐伯市	1		1	1	1			12	29	175	1		
	合計	5,291	1,490	1,142	2,385	151	43	61,448.6 (60,374.6)	1,086	49,446	6,362,708	170		

An=安山岩, Ser=乾紋岩, S=堆積岩, Sc=結晶片岩, Q=第四系, N=新第三系, M=中生界, L=古生界

\*筋湯のゆう出量の( )内の数字は発電用熱水