

高知県の鉱泉の特性について

川田 常人・荒尾 真砂・宅間 範雄・山崎 葉季
麻岡 文代・池本 和美

A Character of Springs in Kochi prefecture

Tsuneto KAWADA, Masa ARAO, Norio TAKUMA, Haki YAMASAKI,
Fumiyo ASAOKA, Kazumi IKEMOTO

【要旨】 本県は非火山性地域であり、県外のように火山性の温泉には恵まれていないが、鉱泉は比較的多く見られ、過去には鉱泉の含有成分について解析・集計がなされ、また冷鉱泉の地質学的な研究も行われているが、今回は泉質と地質との関連性について解析を行ったので報告する。

本県の非火山性地域における鉱泉の特性が把握できた。地質と泉質の関連については、鉱泉の分布には人為的な要素もあることから、明確な傾向は見られなかった。

Key words：泉質、鉱泉、地質

nature of spring, spring, geologic structure

I はじめに

甲籐¹⁾によると県内の地質の約99%は堆積岩で、県外のように火山性の温泉は期待できないとしている。

しかし、鉱泉は比較的多く、また最近では1000m以上の大深度掘削が行われ、25℃以上の温泉が開発され、県民の健康増進や観光資源として活用されている。

これらの鉱泉の特性については、多田²⁾、西山³⁾らによって分析データについての解析・集計が行われている。また、甲籐¹⁾によって冷鉱泉の分布と地質構造との関係についても研究がなされている。

しかし、泉質と地質との関係については、今までに十分な解析が行われたとは言えず、今回、県内の鉱泉分析データと地質構造との関係について解析を行い、若干の知見を得たので報告する。

II 集計、解析

1. 使用資料

本報で集計、解析に使用した資料は以下のとおりである。

① 温泉利用許可施設一覧

県食品・衛生課の温泉法（以下「法」という。）に基づく温泉利用許可施設一覧のうち平成19年7月31日現在で利用許可のある源泉（枯渇を除く。）及び利用許可施設を集計及び解析の対象とした。

② 温泉源泉台帳

県食品・衛生課で整備している温泉台帳

③ 鉱泉分析成績書

昭和42年から平成19年までの間に、県衛生研究所及び民間の登録検査機関で分析された鉱泉の分析成績書を参照した。

④ 高知県温泉水脈推定基礎地質図

平成3年に県衛生課が甲籐次郎他に委託して作成した温泉水脈推定基礎地質図の地質分類（3帯、12層群、79地質名）にしたがって、各源泉位置の地質を参照した。

同地質図を資料図1に示す。

⑤ 源泉毎のデータベース

上記の資料に基づき、源泉データベースを作成し、これより集計、解析を行った。

2. 集計結果

源泉毎の各成分の最大値、最小値、平均値、基準適合の源泉数、基準値を資料表1に示した。

(1) 源泉数、利用施設数

県内の源泉数等は表1-1のとおりで、源泉数は58で、利用施設数は86である。

源泉数に対し、利用施設数が多いのは一つの源泉を二つ以上の施設で利用しており、多いところでは一つの源泉を14の施設で利用していた。

表1-1 源泉数及び利用施設数

	高知市	その他の市町村	合計
源泉数	7	51	58
利用施設数	8	78	86

(2) 泉質別の源泉数

泉質別の源泉数は表2-1及び図2-1のとおりで、法第2条温泉が25源泉で約43%を占め、療養泉（鉱泉

のうち、特に治療の目的に供しうるものとして「鉱泉分析法指針」で示されているもの。）が33源泉で約57%を占めていた。

また、療養泉のうち塩化物泉が17源泉で約29%を占め、硫黄泉が9源泉で約16%と多く、鉄泉が2源泉、放射能線が1源泉などであった。

表2-1 泉質別の源泉数

分類		源泉数	割合(%)
法2条温泉	法2条	25	43.1
療養泉	単純温泉	1	1.7
	炭酸水素塩泉	3	5.2
	塩化物泉	17	29.3
	硫黄泉	9	15.5
	含鉄泉	2	3.4
	放射能泉	1	1.7
	小計	33	56.9
合計		58	100.0



資料 図1 温泉水脈推定基礎地質図

資料 表1 各成分の平均値・最大値・最小値及び適合数

成分		単位	データ数	最大	最小	平均	適合数		基準値	
							単純泉	療養泉	単純泉	療養泉
泉温		°C	58	48.0	11.0	22.3		15	25	25
密度		g/kg	58	1.0180	0.9982	1.0010			-	-
pH値	pH		58	9.8	6.8	8.5			-	-
蒸発残留物		g/kg	58	24.6	0.1	3.0			-	-
水素イオン	H ⁺	mg/kg	0	0.0	0.0				1	1
リチウムイオン	Li ⁺	mg/kg	31	9.4	0.1	1.4	9		1	-
ナトリウムイオン	Na ⁺	mg/kg	58	5084.0	13.5	813.2			-	-
カリウムイオン	K ⁺	mg/kg	58	174.8	0.3	12.4			-	-
アンモニウムイオン	NH ₄ ⁺	mg/kg	32	10.1	0.1	1.4			-	-
マグネシウムイオン	Mg ²⁺	mg/kg	54	553.5	0.1	30.4			-	-
カルシウムイオン	Ca ²⁺	mg/kg	57	5210.0	0.4	269.6			-	-
ストロンチウムイオン	Sr ²⁺	mg/kg	31	260.0	0.1	22.8	6		10	-
バリウムイオン	Ba ²⁺	mg/kg	15	31.6	0.1	2.7	1		5	-
アルミニウムイオン	Al ³⁺	mg/kg	16	1.5	0.1	0.4			-	100
マンガンイオン	Mn ²⁺	mg/kg	14	2.4	0.1	0.5			10	-
鉄Ⅱイオン	Fe ²⁺	mg/kg	25	32.4	0.1	3.3			-	-
鉄Ⅲイオン	Fe ³⁺	mg/kg	1	0.3	0.3	0.3			-	-
銅イオン	Cu ²⁺	mg/kg	0	0.0	0.0				-	1
亜鉛イオン	Zn ²⁺	mg/kg	1	0.3	0.3	0.3			-	-
陽イオン計	カチオン	mg/kg	58	9421.9	30.4	1134.9			-	-
フッ化物イオン	F ⁻	mg/kg	53	27.0	0.2	4.5	34		2	-
塩化物イオン	Cl ⁻	mg/kg	58	15600.0	1.9	1555.9			-	-
臭化物イオン	Br ⁻	mg/kg	15	28.7	0.1	8.4	6		5	-
ヨウ化物イオン	I ⁻	mg/kg	11	2.8	0.1	0.7	2		1	-
水酸化物イオン	OH ⁻	mg/kg	10	0.7	0.1	0.3			-	-
硫化水素イオン	HS ⁻	mg/kg	46	6.4	0.1	1.3			-	-
チオ硫酸イオン	S ₂ O ₃ ²⁻	mg/kg	3	0.4	0.1	0.2			-	-
硫酸イオン	SO ₄ ²⁻	mg/kg	53	986.8	1.0	43.0			-	-
リン酸1水素イオン	HPO ₄ ²⁻	mg/kg	7	3.4	0.1	0.7			-	-
炭酸水素イオン	HCO ₃ ⁻	mg/kg	57	2764.0	30.5	346.5			-	-
炭酸イオン	CO ₃ ²⁻	mg/kg	43	135.0	0.4	33.2			-	-
珪酸イオン	HSiO ₃ ⁻	mg/kg	10	21.6	0.3	4.9			-	-
ホウ酸イオン	BO ₂ ⁻	mg/kg	15	61.3	0.2	13.1			-	-
陰イオン計	アニオン	mg/kg	58	15616.2	81.6	1972.2			-	-
珪酸	H ₂ SiO ₃	mg/kg	54	196.1	0.0	23.9	3		50	-
ホウ酸	HBO ₂	mg/kg	48	311.2	0.0	43.2	37		5	-
亜亜ヒ酸	HAsO ₂	mg/kg	2	0.6	0.3	0.5			1	-
非解離成分計	非解離	mg/kg	53	328.9	13.6	63.5			-	-
遊離二酸化炭素	CO ₂	mg/kg	45	222.2	0.0	13.4			250	1000
遊離硫化水素	H ₂ S	mg/kg	20	1.9	0.0	0.2			-	-
溶存ガス成分計	溶存ガス	mg/kg	58	222.2	0.0	10.5			-	-
溶存物質	溶存物質 (ガス性を除く)	g/kg	58	25.063	0.141	3.165		23	1	1
総鉄イオン	Fe ²⁺ +Fe ³⁺	mg/kg	26	32.4	0.1	3.2	1	2	10	20
総硫黄	S	mg/kg	47	7.4	0.1	1.3	15	8	1	2
ヒ酸水素イオン	HAsO ₄ ²⁻	mg/kg	0	0.0	0.0				1.3	-
炭酸水素ナトリウム	NaHCO ₃	mg/kg	58	3805.4	0.0	468.9	17		340	-
珪酸イオン換算	HSiO ₃ ⁻	mg/kg	58	22.1	0.0	0.5			50	-
ホウ酸イオン換算	BO ₂ ⁻	mg/kg	58	62.7	0.0	3.0	6		5	-
トロン	Rn(*10 ⁻¹⁰)	Ci	1	59.4	59.4	59.4		1	20	30

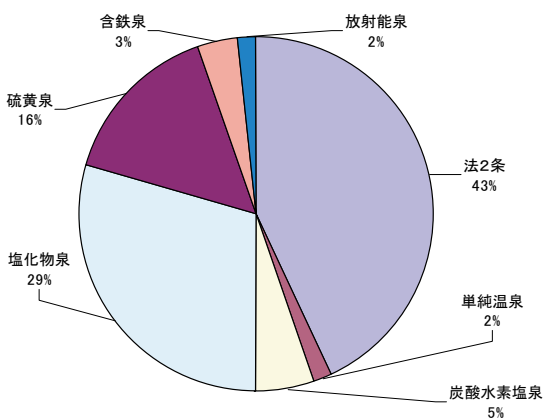


図2-1 泉質別の源泉数

また、塩化物泉及び硫酸泉の内訳は表2-2、表2-3のとおりで、硫酸泉は殆どが単純硫酸泉であった。

表2-2 塩化物泉の内訳

泉質名	源泉数
ナトリウム-塩化物泉	7
カルシウム・ナトリウム-塩化物泉	1
ナトリウム・カルシウム-塩化物泉	3
ナトリウム-塩化物・炭酸水素塩泉	6
合計	17

表2-3 硫酸泉の内訳

泉質名	源泉数
単純硫酸泉	6
単純硫酸泉(硫化水素型)	1
含硫酸-ナトリウム-塩化物泉	1
含硫酸-ナトリウム-炭酸水素塩泉	1
合計	9

(3) 適合源泉数

温泉法第2条に適合する成分は、表3-1及び図3-1のとおりで、全源泉58のうち、メタホウ酸が5mg/kg以上のものが延べ43源泉で約74%、フッ化物イオンが2mg/kg以上のものが延べ34源泉で約59%、炭酸水素ナトリウムが340mg/kg以上のものが延べ17源泉で約29%、総硫黄が1mg/kg以上のものが延べ15源泉で約16%の割合で、またその他では、リチウムイオン、ストロンチウムイオンやメタケイ酸が温泉に適合していた。

メタホウ酸及びフッ化物イオンで温泉に適合する源泉が多いのが本県の鉱泉の特性であった。

表3-1 法第2条に適合する成分毎の源泉数

成分名	源泉数(延べ)	割合(%)
メタホウ酸	43	74.1
フッ化物イオン	34	58.6
炭酸水素ナトリウム	17	29.3
総硫黄	15	25.9
リチウムイオン	9	15.5
ストロンチウムイオン	6	10.3
臭化物イオン	6	10.3
メタケイ酸	3	5.2
ヨウ化物イオン	2	3.4
バリウムイオン	1	1.7
総鉄イオン	1	1.7

(注)源泉数: 58

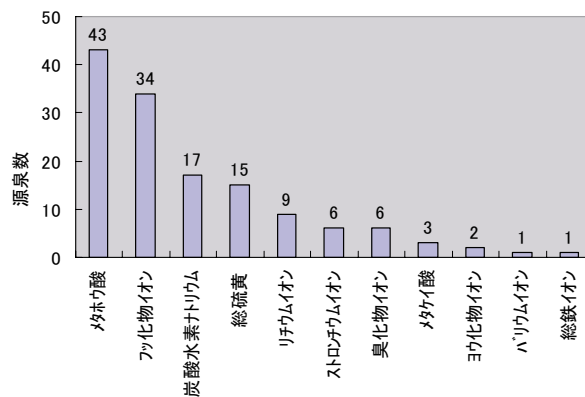


図3-1 法第2条に適合する成分毎の源泉数

療養泉では、表3-2及び図3-2のとおりで、全源泉58のうち、溶存物質が1000mg/kg以上のものが延べ23源泉で約40%、泉温が25℃以上のものが15源泉で約26%、総硫黄が2mg/kg以上のものが延べ8源泉で約14%あり、他は総鉄イオンが20mg/kg以上のものが2源泉、ラドンが適合するものが1源泉であった。

表3-2 療養泉に適合する成分毎の源泉数

成分名	源泉数(延べ)	割合(%)
溶存物質	23	39.7
泉温	15	25.9
総硫黄	8	13.8
総鉄イオン	2	3.4
ラドン	1	1.7

(注)源泉数: 58

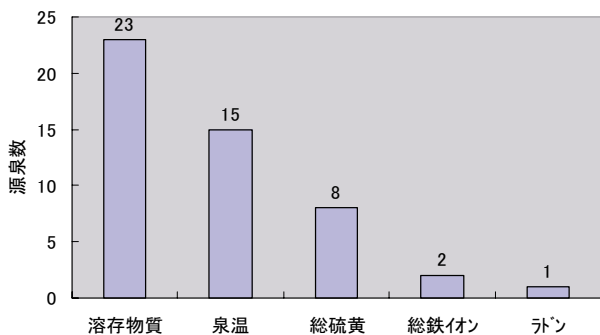


図3-2 療養泉に適合する成分毎の源泉数

(4) 湧出量

湧出には約88%が動力を使用しており、自噴は約10%で、表4-1及び図4-1のとおり湧出量の平均値は約72L/minで、約81%の源泉は100L/min未満であり、本県の温泉湧出量は比較的少なく、掛け流しの温泉には恵まれていなかった。

表4-1 湧出量

平均値	71.9
最大値	432.0
最小値	0.0
中央値	37.2

単位:L/min

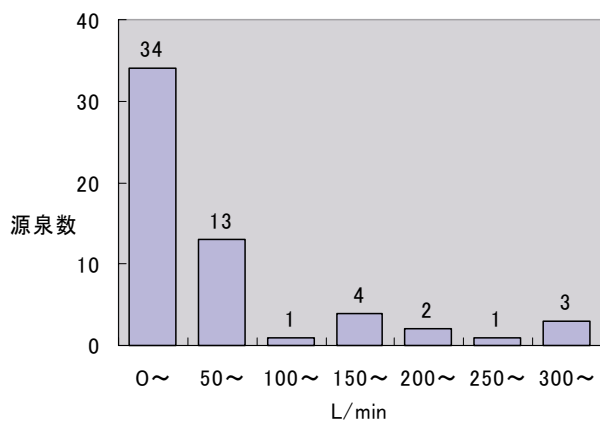


図4-1 湧出量

(5) 掘削深度

掘削深度は表5-1及び図5-1のとおりで、平均深度は467m、最大深度は1817mで、深度1000m以上のものが15源泉(約26%)で、深度1000m未満のものが43源泉(約74%)であった。

表5-1 掘削深度

平均値	463
最大値	1817
最小値	0
中央値	164

単位:m

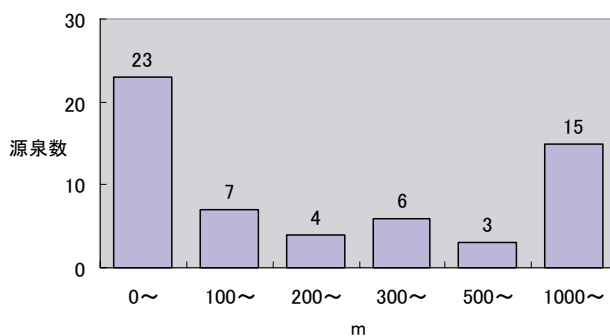


図5-1 掘削深度

(6) 泉温

泉温は表6-1及び図6-1のとおりで、平均泉温は15.7℃で、最大泉温は48℃である。

「鉱泉分析法指針」による分類では、泉温が25℃以上の温泉は15源泉(全体の約26%)で、冷鉱泉は42源泉(約74%)であり、本県は冷鉱泉が多いのが特性である。(なお、1源泉は泉温が11℃で外気温の影響を大きく受けていたので集計からは除いた。)

表6-1 泉温による分類

分類	泉温	源泉数
冷鉱泉	20℃未満	33
	20℃以上25℃未満	9
温泉	低温泉 (25℃以上34℃未満)	9
	温泉 (34℃以上42℃未満)	4
	高温泉 (42℃以上)	2
合計		57

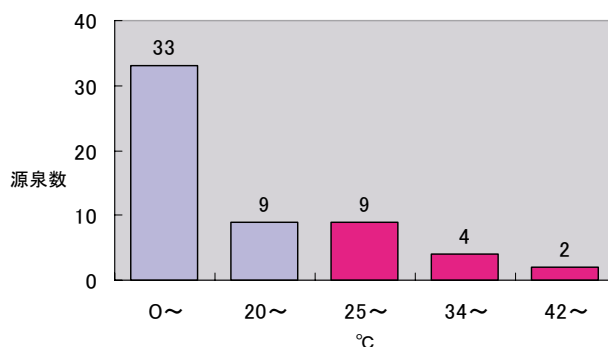


図6-1 泉温

佐藤⁴⁾⁵⁾⁶⁾によると、地温は地表から30m位では地上の気温に影響されず、恒温となり、わが国では10℃から16℃位であり、また、地温の平均増温率（地温勾配）は100mにつき3℃で、世界各国では0.8℃から7℃とさまざまであると報じている。

泉温と深度との関係は図6-2のとおりで、深度と泉温の回帰式は $Y(\text{泉温}) = 0.0108 * X(\text{深度}) + 17.37$ で、深度30mでは約17.7℃で、地温勾配は約1.1℃であった。

地温勾配が低いのは、非火山性地域の特徴と思われるが、1000m掘削すれば療養泉となる25℃以上の泉温が得られることが予測された。

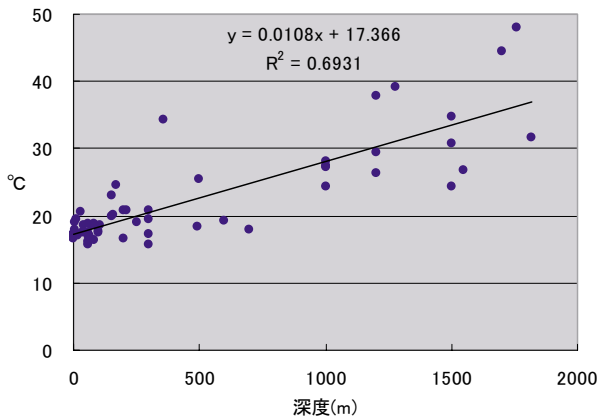


図6-2 深度と泉温

(7) 成分毎の状況

① pH

pHは表7-1及び図7-1のとおりで、「鉱泉分析法指針」による分類では、約95%が弱アルカリ性又はアルカリ性の源泉である。

表7-1 pHによる分類

分類	pH	源泉数	割合(%)
酸性	3.0未満	0	0.0
弱酸性	3.0以上6.0未満	0	0.0
中性	6.0以上7.5未満	3	5.2
弱アルカリ性	7.5以上8.5未満	22	37.9
アルカリ性	8.5以上9.0未満	14	24.1
	9.0以上9.5未満	16	27.6
	9.5以上	3	5.2
合計		58	100.0

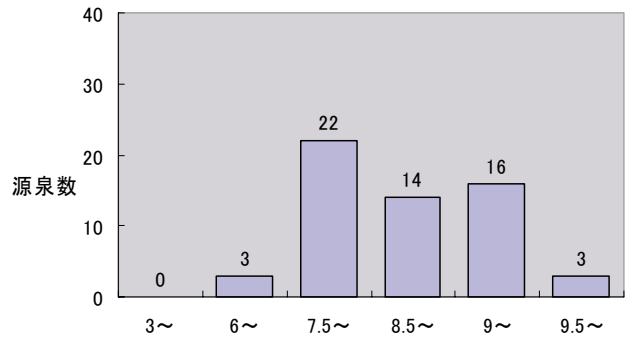


図7-1 pH

② メタホウ酸

メタホウ酸は、図7-2のとおり、43源泉が温泉に該当しており、また濃度の分布は広く、基準値5mg/kgの10倍以上の濃度は14源泉である。

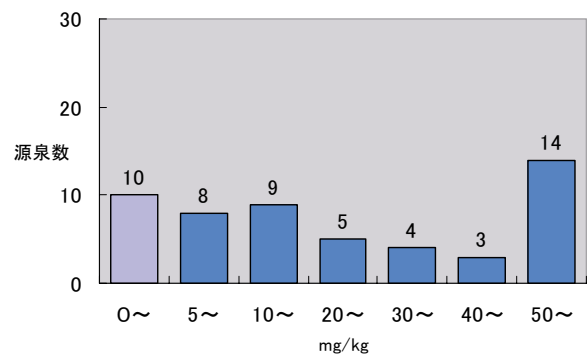


図7-2 メタホウ酸

③ フッ化物イオン

フッ化物イオンは、図7-3のとおり34源泉が温泉に該当しており、また濃度の分布は広く、基準値2mg/kgの5倍以上の濃度は5源泉あった。

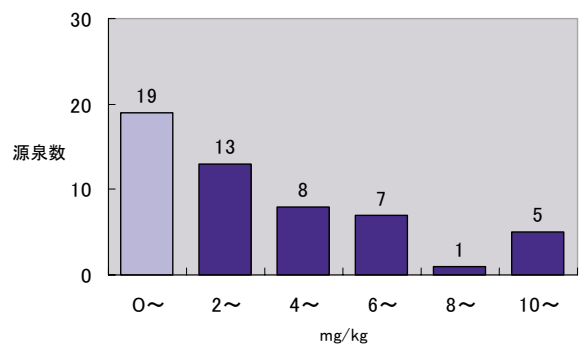


図7-3 フッ化物イオン

④ 炭酸水素ナトリウム

炭酸水素ナトリウムは、図7-4のとおり15源泉で

温泉に該当しており、また濃度の分布は広がった。

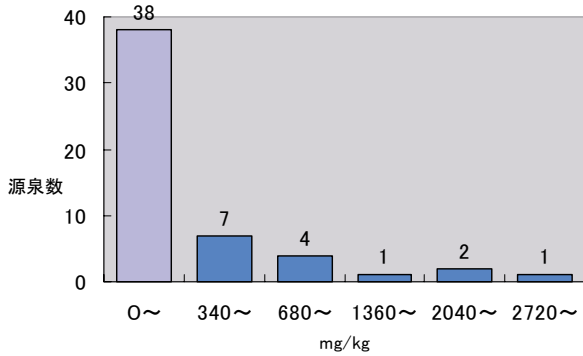


図7-4 炭酸水素ナトリウム

⑥ 総硫黄

総硫黄は図7-5のとおり23源泉で温泉に該当しているが、療養泉となる基準値2mg/kg以上の源泉は8源泉と少なく、非火山性の特性が見られた。

また、表7-2のとおり、1例を除き22源泉でpHが8.0以上であり、硫化水素イオンと総硫黄の比はほぼ1.0であり、殆どの源泉では硫化水素イオンの形態で存在していた。

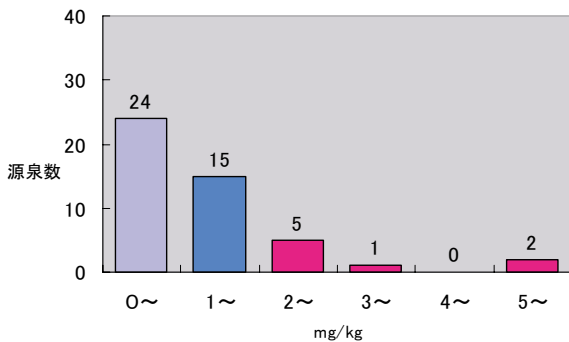


図7-5 総硫黄

表7-2 硫黄泉の形態

pH	源泉数	硫化水素イオン/総硫黄
7.5~7.9	1	0.78
8.0~8.4	6	1.00
8.5~	16	1.01

⑦ 総鉄イオン

総鉄イオンは図7-6のとおり3源泉で温泉に該当しているが、最大濃度は32.4 mg/kgであり、基準値20 mg/kgと比べても含鉄の源泉は極めて少ない。

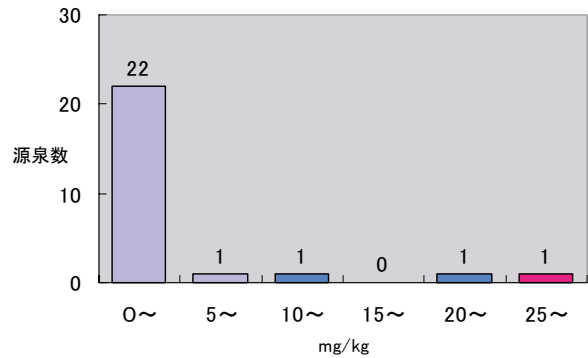


図7-6 総鉄イオン

⑧ 溶存物質

溶存物質（ガス性のものを除く。）は、表7-3及び図7-7のとおりで24源泉で温泉に該当しており、また濃度の分布は広く、基準値1g/kgの5倍以上の濃度は10源泉あったが、「鉱泉分析法指針」の浸透圧による分類では、多くは低張性の源泉であった。

表7-3 浸透圧による分類

分類	溶存物質 (ガス性のものを除く)	源泉数	割合 (%)
低張性泉	1kg中8.0g未満	50	86.2
等張性泉	1kg中8.0g以上10g未満	1	1.7
高張性泉	1kg中10g以上	7	12.1
合計		58	100.0

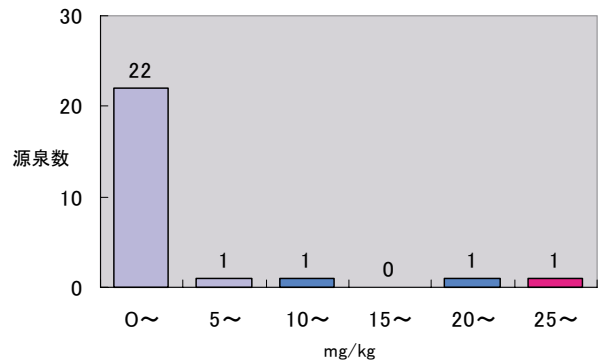


図7-7 溶存物質 (ガス性のものを除く)

⑨ 各成分間の相関

Speamanの順位相関分析を行ったところ、有意差1%で相関が認められたもののうち、深度とメタホウ酸（相関係数0.486）、深度とフッ化物イオン（同0.369）、泉温と溶存物質（同0.573）、フッ化物イオンとメタホウ酸（同0.468）について、図7-8、図7-9、図7-10及び図7-11に相関図を示した。

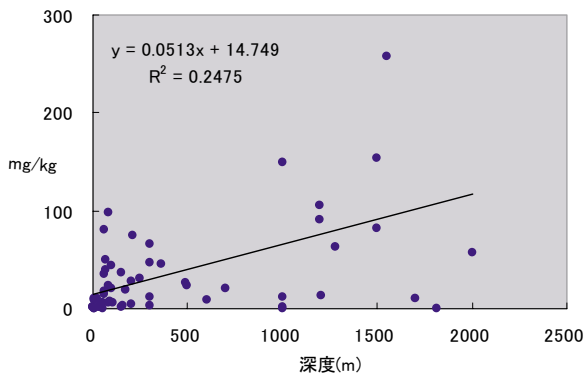


図7-8 深度とメタホウ酸

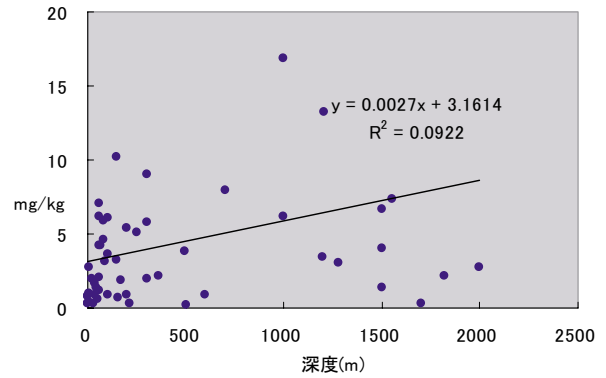


図7-9 深度とフッ化物イオン

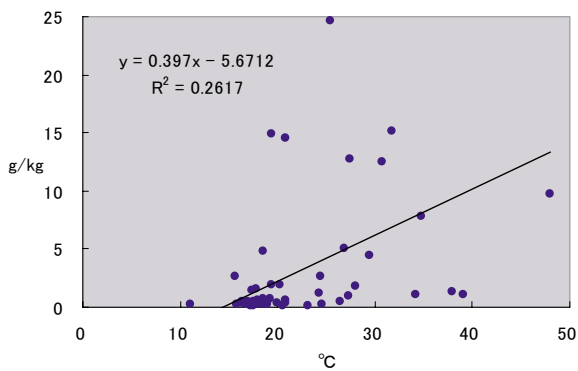


図7-10 泉温と溶存物質

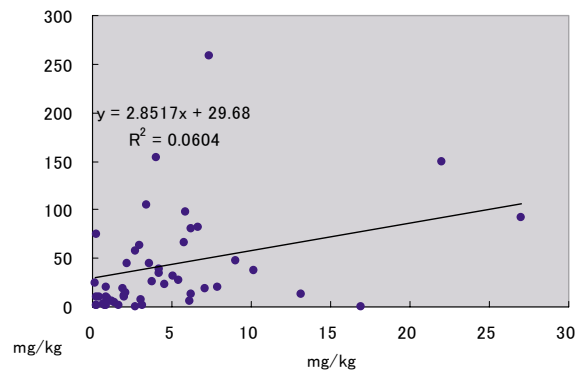


図7-11 フッ化物イオンとメタホウ酸

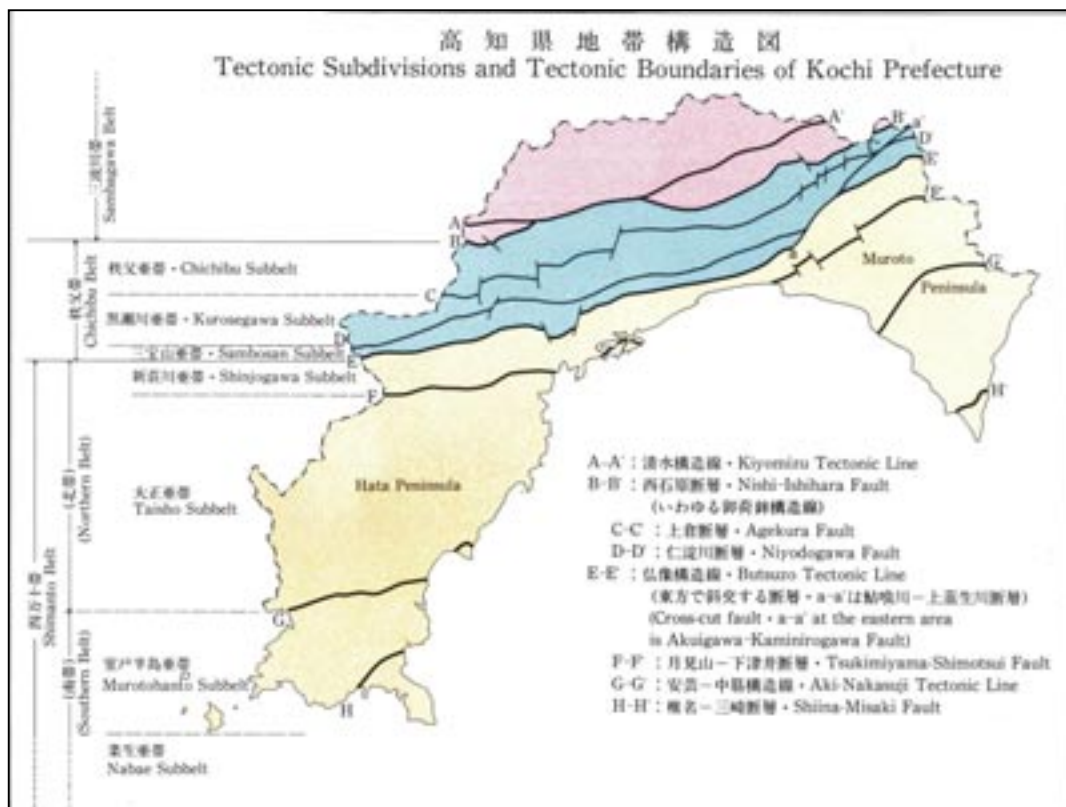


図8-1

3. 地質との関連

甲籐¹⁾によると、県内の地質の約99%は堆積岩で、いわゆる御荷鈴構造線及び仏像構造線によって、北から三波川帯、秩父帯、四万十帯によって大別され、鉱泉の分布と地質学的特性は、いわゆる断層や構造線に大きく関係しているが、断層や構造線に沿って何処でも鉱泉が湧出するとは限らず、周辺の地質構造や岩質などと密接な関係が予測されるとしている。

本県の鉱泉は、県外の様に火山性温泉は期待できないが、1の(1)に示したとおり比較的多く分布しており、その分布は交通の便や人口などの人為的な要素もかなり加わっていると思われるが、地質と泉質との関係について解析を試みた。

なお、「高知県温泉水脈推定基礎地質図」から抜粋した地質構造図を図8-1に示す。

(1) 地質・泉質別の源泉数

地質・泉質別の源泉数は表8-1のとおりで、全源泉数58のうち、四万十帯には38源泉、秩父帯には19源泉、三波川帯には1源泉であり、三波川帯に源泉が少なかった。

表8-1 地質・泉質別の源泉数

分類		三波川帯	秩父帯	四万十帯	合計
法第2条	法第2条		8	17	25
療養泉	単純温泉		1		1
	塩化物泉		6	11	17
	炭酸水素塩泉			3	3
	硫黄泉		3	6	9
	含鉄泉	1	1		2
	放射能泉			1	1
合計		1	19	38	58

また、深度1000m以上と1000m未満の源泉については表8-2及び表8-3のとおりで、1000m未満の源泉では43源泉のうち、四万十帯や秩父帯に法第2条適合が25源泉と多く、次に硫黄泉が9源泉あった。

1000m以上の源泉では15源泉のうち12源泉が塩化物泉であった。

表8-2 地質・泉質別の源泉数 (深度1000m未満)

分類		三波川帯	秩父帯	四万十帯	合計
法第2条	法第2条		8	17	25
療養泉	塩化物泉		2	3	5
	炭酸水素塩泉			3	3
	硫黄泉		3	6	9
	放射能泉			1	1
	合計	0	13	30	43

表8-3 地質・泉質別の源泉数 (深度1000m以上)

分類		三波川帯	秩父帯	四万十帯	合計
療養泉	単純温泉		1		1
	塩化物泉		4	8	12
	含鉄泉	1	1		2
合計	1	6	8	15	

また、表8-4のとおり、1000m以上の源泉は全体の半数ほどが沖積層（今から約1万年前から現在までの間に河や海などの作用により堆積した地層）に存在していたが、人為的な要素も考えられた。

表8-4 地質・泉質別の源泉数 (深度1000m以上)

分類		沖積層	その他	合計
療養泉	単純温泉	0	1	1
	塩化物泉	7	5	12
	含鉄泉	0	2	2
合計	7	8	15	

(2) 地質別の適合源泉数

法第2条に適合する源泉の地質別の適合数は、表8-5及び図8-2のとおりで、本県の鉱泉の特性であるメタホウ酸、フッ化物イオン及び総硫黄の3成分で見ると、四万十帯の新荘川亜帯や大正亜帯層群及び秩父帯の黒瀬川層群に多く見られた。

表8-5 法第2条の温泉に適合する地質別の源泉数

帯名	層群	メタホウ酸	フッ化物イオン	炭酸水素ナトリウム	総硫黄	総鉄イオン
三波川帯	小歩危層・三浦層	1	1	1		
	秩父層群	3	3			1
	黒瀬川層群	8	7	1		4
	三宝山層群	3	1			
四万十帯	室戸半島層群	2	1	2		1
	安芸層群	3	3	3		
	新荘川層群	14	10	3		5
	大正層群	7	5	5		5
	備前層群	1	1	1		
	藻生層群	1	2	1		
	合計	43	34	17		15

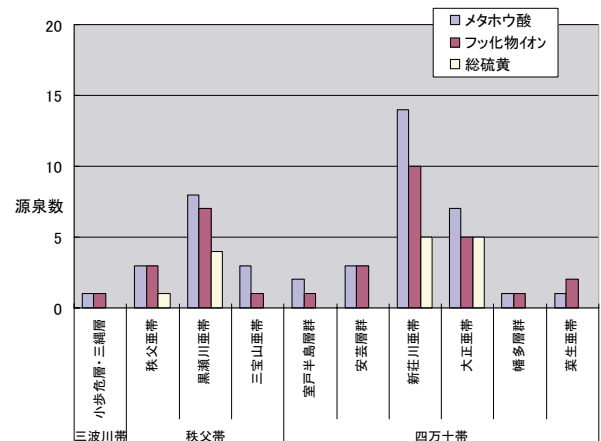


図8-2 地質別・成分別の法第2条適合の源泉数

療養泉に適合する源泉の層群別の適合数は、四万十帯の新荘川亜帯や秩父帯の黒瀬川亜帯でやや多く見られた。

表 8-6 療養泉に適合する地質別の源泉数

帯名	層群	溶存物質	温度	総硫黄	総鉄イオン
三波川帯	小歩危層・三縄層	1	1		1
秩父帯	秩父亜帯	1	1	2	1
	黒瀬川亜帯	4	3	1	
	三宝山亜帯	2	1		
四万十帯	室戸半島層群	2	1	1	
	安芸層群	1	1		
	新莊川亜帯	6	3	1	
	大正亜帯	3	1	2	
	幡多層群	2	2		
	珠生亜帯	1	1		
	合計		23	15	8

(3) 地質別の成分の平均濃度

法第 2 条に適合する源泉の地質別の成分平均濃度について、図 8-3 及び図 8-4 に示した。(なお、三波川帯はデータ数が 1 個であり評価は行わなかった。)メタホウ酸は四万十帯の室戸半島層群及び秩父帯の秩父亜帯で平均濃度がやや高かった。

フッ化物イオンは四万十帯の安芸層群、秩父帯の黒瀬川層群及び秩父亜帯で平均濃度がやや高かった。

炭酸水素ナトリウム及び総硫黄は四万十帯の室戸半島層群で平均濃度がやや高かった。

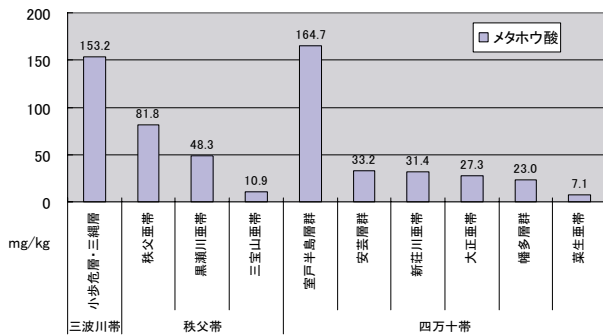


図 8-3 地質別の成分の平均濃度(1)

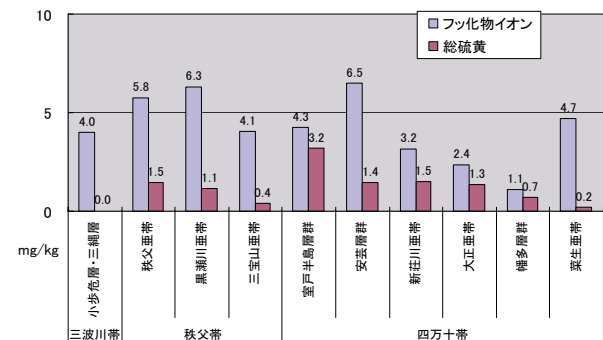


図 8-4 地質別の成分の平均濃度(2)

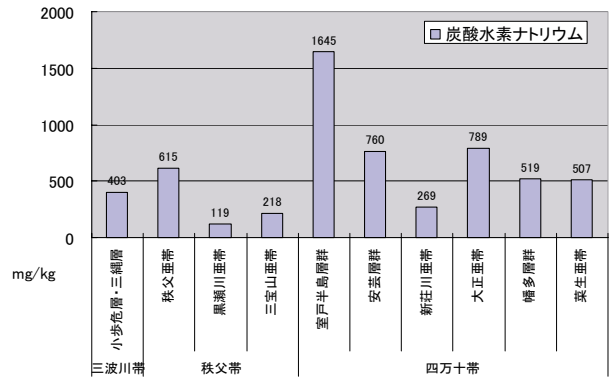


図 8-5 地質別の成分の平均濃度(3)

また、療養泉に適合する源泉の地質別の成分平均濃度について、図 8-5 及び図 8-6 に示した。

溶存物質は四万十帯の幡多層群で、総硫黄は四万十帯の室戸半島層群で平均濃度がやや高かった。

総鉄イオンは秩父帯の秩父亜帯及び四万十帯の室戸半島層群で高かった。

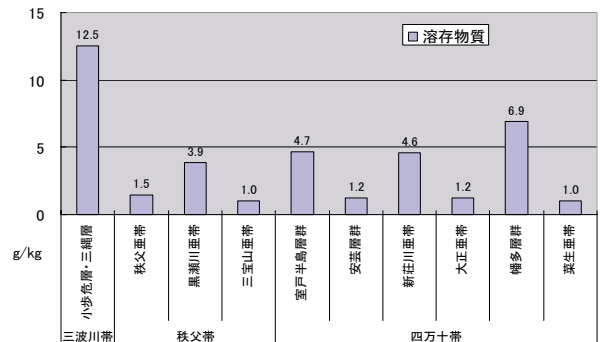


図 8-6 地質別の療養泉成分の平均濃度(1)

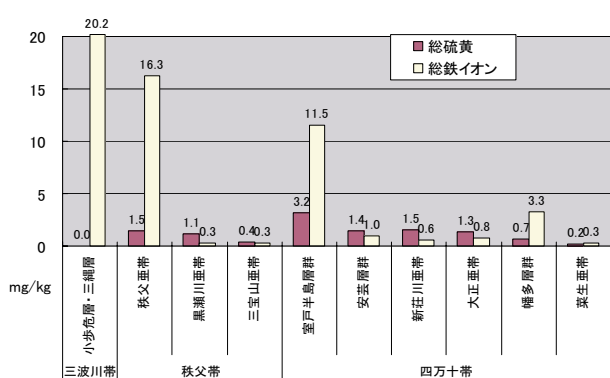


図 8-7 地質別の療養泉成分の平均濃度(2)

以上のとおり、帯や層群など、地質による成分濃度に差は見られたが、データ数が少ない源泉もあることから、明確な関係は明らかでなかった。

(4) 含鉄泉

含鉄泉は3源泉と少なく、また地質との関係は見られなかったが、いずれの源泉も掘削深度が1500m程度であった。

(5) 放射能泉

放射能泉は足摺岬地区の一カ所しかないが、同源泉を利用している温泉利用許可施設は14施設ある。

地質上は四万十帯の葉生亜帯層群に存在しており、近澤⁷⁾の地表ガンマ線量率の調査によると、四万十帯の平均線量率は65.3nG/hで、他の三波川帯や秩父帯より高く、特に足摺岬地区は149±25nG/hの高い値であり、放射能泉との関連が考えられた。

地表ガンマ線量率を図8-8に示す。

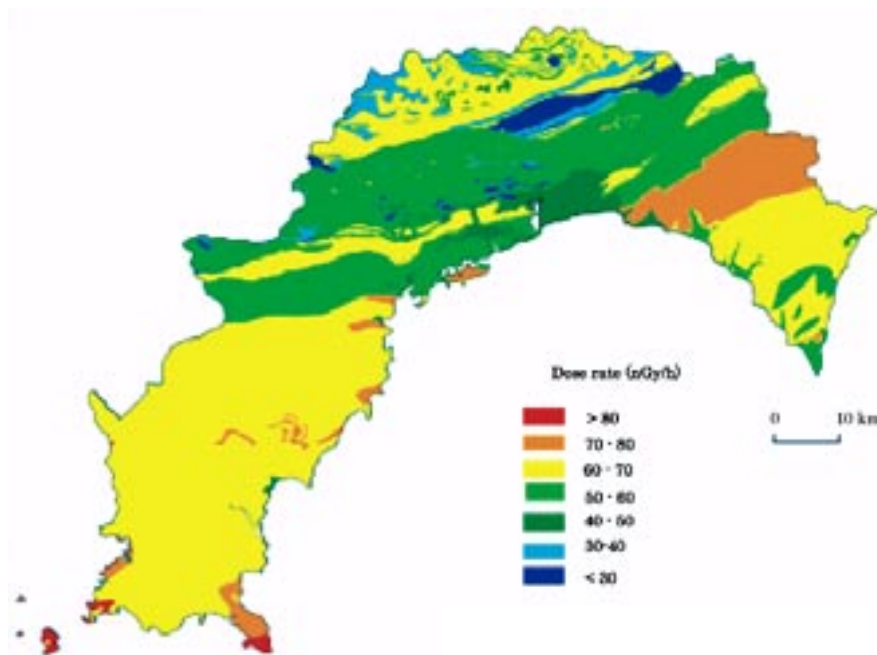


図8-8 地表ガンマ線量率

(6) 塩化物泉

海水のナトリウムイオンは10,760mg/kg、塩化物イオン濃度は19,350mg/kg程度で、その比は0.556である。

表8-7のとおり、塩化物イオンが5000mg/kg以上の源泉はいずれも海水の比率に近く、海岸や平野部の7源泉は海岸性温泉（現在の海洋水、又は少し昔の海洋水が温泉の起源水になっているもの。）で、山岳部の1源泉は化石海水型温泉（非常に古い時代の海洋水が起源水になっているもの。）であることが推測された。

表8-7 塩化物イオンが5000mg/kg以上の源泉のNa/Cl比

場所	地質	源泉数	ナトリウムイオン/塩化物イオン
海岸・平野部	沖積層	6	0.25~0.62 (平均0.46)
	半山層	1	0.25
山間部	泥質片岩	1	0.56

III 考察とまとめ

(1) 泉質別の源泉

全58源泉のうち法第2条の温泉が25源泉、療養泉が33源泉であり、療養泉のうち、塩化物泉は17源泉、硫黄泉は9源泉などであった。

(2) 成分毎の適合源泉数

法第2条に適合する成分の延べ源泉数は、メタホウ酸で43源泉、フッ化物イオンで34源泉、炭酸水素ナトリウムで17源泉、総硫黄で15源泉などで、本県の鉱泉の特性が明らかとなった。

療養泉に適合する成分の延べ源泉数は、溶存物質で23源泉、泉温で15源泉、総硫黄で8源泉などであった。

(3) 湧出量

湧出量は約81%が100リットル/分以下であり、本県は湯量には恵まれていなかった。

(4) 泉温と深度

深度と泉温の回帰式はY(泉温) = 0.0108 * X(深度)

+17.37で、地温勾配が低いのは、非火山性地域の特徴と思われたが、1000m掘削すれば療養泉となる25℃以上の泉温が得られることが予測された。

(5) 硫黄泉の形態

硫黄泉は1例を除きpHが8.0以上であり、殆どが硫化水素イオンの形態で存在していた。

(6) 深度と泉質

深度1000m未満の源泉は43源泉（うち療養泉は18源泉）で、深度1000m以上の源泉は15源泉（全て療養泉）であり、本県では大深度掘削でなくても、一定の鉱泉が得られることが分った。

深度1000m以上の15源泉のうち12源泉が塩化物泉で、その約半数は各帯に分布する沖積層にあった。

(7) 塩化物泉

塩化物泉17源泉のうち、NaとClイオンの比が海水の成分比に近い源泉が8源泉あり、その殆どが海洋水の影響を受けていると見られた。

(8) 放射能泉

放射能泉は足摺岬地区の一カ所しかなく、地質上は四万十帯菜生亜帯層群閃長岩質にあり、この地区は地表ガンマ線量率が高く、放射能泉と関連があると思われた。

(9) 地質別の源泉数

全源泉数58のうち、四万十帯には38源泉、秩父帯には19源泉、三波川帯には1源泉であり、三波川帯に源泉が少なかったが、人為的な要素も考えられた。

また、層群別では、四万十帯の新莊川亜帯や大正亜帯層群及び秩父帯の黒瀬川層群に温泉に適合する源泉が多く見られた。

(10) 地質と成分濃度

メタホウ酸、炭酸水素ナトリウム、総硫黄及び総鉄イオンは四万十帯の室戸半島層群で平均濃度がやや高い傾向が見られるなど、地質と成分濃度には差が認められたが、明確な関係は明らかでなかった。

本県の非火山性地域における鉱泉の特性が把握できた。地質と泉質の関連については、鉱泉の分布には人為的な要素もあることから、明確な傾向は見られなかった。

文 献

- 1) 甲藤次郎, 平朝彦: 高知県下における冷鉱泉の地質的研究—第1報四万十帯における冷鉱泉の分布と地質構造の関係. 高知大学学術研究報告, 32; 295-301, 2001.
- 2) 多田豊, 西山保, 畠山勝博, 植松広子: 県内鉱泉に関する調査について. 高知衛研報, 26; 63-69, 1980.
- 3) 西山保, 坂井長勝, 多田豊: 高知県内鉱泉に関する調査研究—過去10年間(昭和53年~昭和63年)の試験成績について—. 高知衛研報, 34; 43-53, 1998.
- 4) 佐藤幸二: 日本の温泉と地質. 温泉工学会誌, 9; 17-36, 1973
- 5) 佐藤幸二: 非火山性温泉について, 岩井淳一教授記念論文集, 1972
- 6) 佐藤幸二: 非火山性温泉に関する研究, 温泉科学, 24, 2; 55-64, 1973
- 7) 近澤紘史, 植村多恵子, 石井隆夫: 高知県の地表ガンマ線量率. 高知衛研報, 50; 59-64, 2004.
- 8) 「鉱泉分析法指針」(改訂) 環境省自然環境局, 平成14年3月