

高知県下における冷鉱泉の地質学的研究  
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

甲 藤 次 郎・平 朝 彦  
高知大学理学部地質学教室

Geological study on cold springs in Kochi Prefecture  
Part 1. Relationships between geologic structure and  
cold spring distribution in the Shimanto Belt

JIRO KATTO and Asahiko TAIRA

Abstract

We have examined the distribution pattern of cold springs in relation to geologic structures in Kochi Prefecture. Especially in the Shimanto Belt, the cold springs occur dominantly along or near the major fault zones which are associated with fractured and blocken facies such as melanges and olistostromes. A conceptual model is developed for cold spring aquifer formation.

I は じ め に

著者の一人甲藤は、昭和46年以来、高知県温泉審議会委員を兼任している関係で、現地調査や資料の検討などによって、県下の鉱泉に接する機会が多い。

また、甲藤・平は、昭和52年度から、文理学部の分離改組による理学部発足以来、協同研究として県下各地域の野外調査を行ってきた関係で、機会あるごとに、県下に点在する鉱泉を検討してきたが、本文では特に四万十帯の鉱泉を主題としてとりあげる。

高知県の地質の約99.4%は堆積岩(結晶片岩は堆積岩起源)であって、県外のように、火山性温泉を期待することは、常識的に可能性は極めて乏しい。

これに反し、県下のいわゆる冷鉱泉は比較的に多く、今後の開発の可能性は有望である。

しかしながら、地下資源であり、観光資源である県下のこれらの鉱泉に対する地質学的研究は、従来皆無といえる状況であった。

ただし含有成分については、高知県衛生研究所からこれまでに分析された県下の鉱泉の分析試験成績に基づく総括的な検討結果が公表されている(多田ら, 1980)。ただし個々の鉱泉についての分析値は公表されていない。

本文で分析値の発表できるのは、高知県衛生研究所を通じて所有者の許可を得たここ10年以降の同研究所によって分析され、また現在営業されていない第2表の14カ所の地点の鉱泉についてであるが、他の県下の主要な冷鉱泉の成分も、これらとほぼ似た傾向を示している様である。

高知県下の既知の冷鉱泉は36カ所であり、そのうち17カ所は療養泉で、それらの泉質は、単純硫黄泉(12カ所)及びナトリウム-炭酸水素塩・塩化物泉(5カ所)である。

本文を草するにあたり、高知県衛生研究所多田豊部長からは、行政的な制約の下に可能な範囲で積極的に御協力頂きました。また高知県衛生課の松下哲也技師からも種々御協力頂きました。これらの方々に厚く御礼申し上げます。

第一表 高知県の鉱泉一覧(丸印は療養泉)

泉質のA: 単純硫黄泉(硫化水素)  
 B: ナトリウム-炭酸水素塩-塩化物泉  
 C: ヒドロ炭酸ナトリウム泉  
 D: その他(19は単純温泉, 32は単純弱放射能泉)

No.	掘さく地点	泉質	掘さくの深さ(m)	No.	掘さく地点	泉質	掘さくの深さ(m)
1	土佐山田町曾我部川	A		⑱	大方町伊田	D	450
2	土佐山田町宮ノ口	A	0.5	⑳	中村市佐岡	C	23
3	伊野町大内	A	0.5	㉑	東津野村北川	A	100
4	香北町猪野々	A	1	㉒	安芸市畑山	B	60
5	窪川町日の地松葉川	A	1	23	中土佐町久礼指川谷	A	100
⑥	中村市安並	A		㉔	中村市安並	C	
⑦	大正町江師	B	100	㉕	佐賀町鈴	A	
8	香我美町別役	A	0.3	26	梅原町初瀬	A	100
9	北川村大字小島	B	60	㉗	東津野村北川太田	A	100
⑩	東津野村北川札向	A	80	28	仁淀村森	A	250
⑪	佐賀町拳の川	A	1	㉙	佐賀町市野瀬	A	
12	佐川町加茂	A	5	㉚	安芸市大井	A	21
13	高知市円行寺	A		31	物部村別府	C	250
14	須崎市桑田山	A	56	32	高知市入明町	D	100
⑬	大正町下津井	A	4	㉛	葉山村姫野々	B	100
16	十和村井崎	A	100	34	十和村十川	C	
17	馬路村大字馬路	B	60	㉜	東津野村北川	A	
18	西土佐村用井	A	150	㉝	梅原町上西ノ川	A	

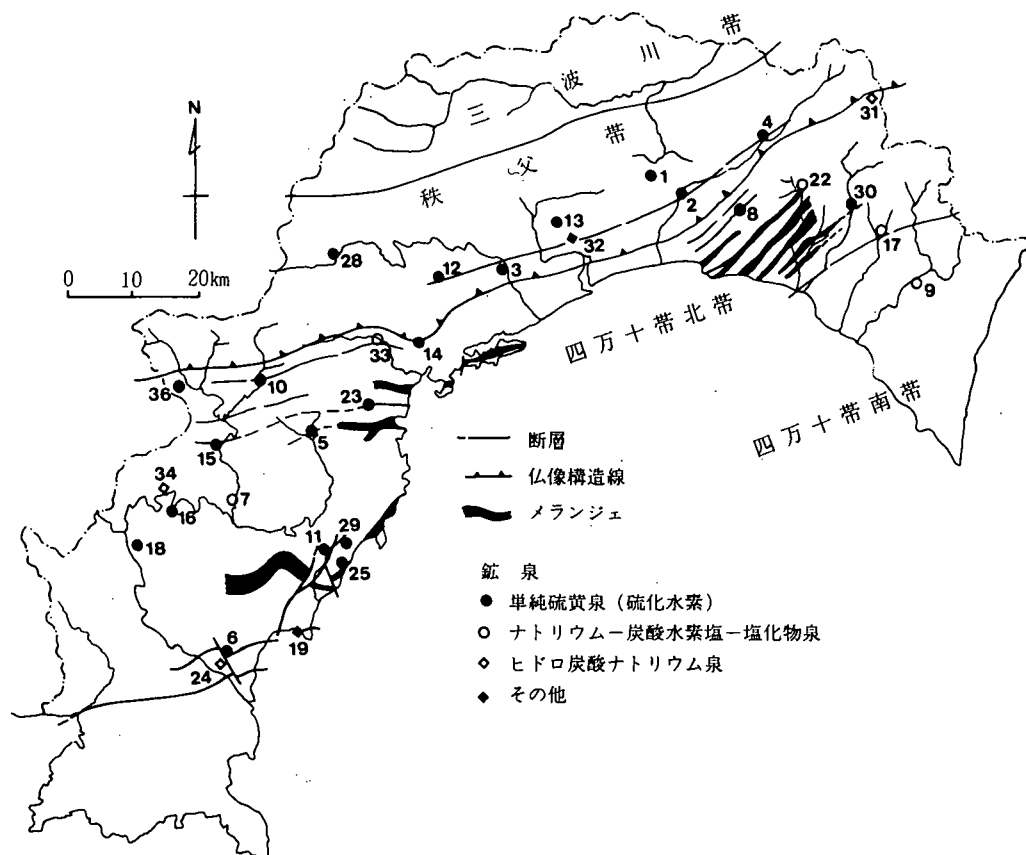
## II 冷鉱泉の地理的分布と地質学的特性

高知県下の冷鉱泉の分布は、第1図に示す通りである。

第1図には、療養泉の単純硫黄泉(硫化水素泉)、同ナトリウム-炭酸水素塩・塩化物泉、ヒドロ炭酸イオン及びヒドロ炭酸ナトリウム泉、その他(2カ所)の部分を示す。最後のその他には、大方町伊田の単純温泉及び高知市入明町の単純弱放射能泉が含まれるが、これらについては次の機会に譲りここでは触れない。また高知県西南部の花崗岩地帯についても次の機会に譲る。

第1図の冷鉱泉の分布は、三波川帯(面積1,038km<sup>2</sup>)の0、秩父帯(同1,798km<sup>2</sup>)の8カ所、四万十帯(同4,269km<sup>2</sup>)の23カ所に大別される。

冷鉱泉の分布というのは、かなり人為的な要素が加わっており、かならずしも自然の分布を代表しているものではない。高知県の場合も、おそらくその例にもれず、交通の便のよい所を中心に分布している。それにもかかわらず、大局的な分布をみると、いくつかの点で、明らかに既知の地質構造と関係のある分布がみられる。



第1図 高知県の鉱泉分布と地質構造  
 鉱泉の番号は第1表に従う

本報では、この点を中心にして、冷鉱泉の分布と地質構造、とくに四万十帯における断層との関係について考察する。

第1図の冷鉱泉の分布と地質構造の関係を見てもまず気付くのは、県の北部と南部で冷鉱泉が少ないことである。秩父帯の北帯とくに“名野川構造線”以北と三波川帯には、冷鉱泉はほとんど知られていない。一方、四万十帯の南帯にも少なく、北川村の鉱泉（地点9）があるだけである。また多くの鉱泉が河川沿いにあることも注目される。

冷鉱泉の湧出は、多くの場合、断層と関係している場合が多い。しかし断層のある所にどこでも湧出しているわけではなく、断層の特性や起源、周囲の地質の特性などに関係している。まず、分布の中で明瞭なものについて述べる。

(1) 佐川町加茂—高知市入明—土佐山田宮ノロ—香北町猪野々と続く黒瀬川構造帯中の列である。

これらは、とくに、秩父帯中の白亜系堆積層を2つの列にわける断層に起因するものである。この断層には、蛇紋岩が貫入しており、断層をはさんで、白亜系堆積層は、田代正之によれば動物化石相がやや異なっている。また平ら(1981)は、黒瀬川構造帯の断層は横ずれ断層起源のものと考えている。

黒瀬川構造帯とその周辺には、高知市円行寺・伊野町大内などの冷鉱泉も知られており、この地

第2表 高知県下の鉱泉分析結果 (高知県衛生研究所による)

No.	湧出地点	pH	比重 (22°)	泉温 °C	湧出量 l/min	硫酸残査 (mg/kg)	Li <sup>+</sup> (%)	Na <sup>+</sup> (%)	K <sup>+</sup> (%)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (%)	Mg <sup>2+</sup> (%)	Ca <sup>2+</sup> (%)
23	中土佐町久礼 川谷上コッポ	9.3	0.9984	17.8	0.49	284		112.5	0.960		0.535	0.721
24	中村市安並栗ノ木山 5292-2	8.6	0.9983	16.0	0.65	199		71.88	0.876		0.510	0.812
25	佐賀野町鈴須賀留オモダニ 79	9.5	0.9983	20.5	13.1	148		48.00	0.400	0.016		2.477
26	梶原町初瀬竹屋敷	8.6	0.9988	15.7	12.0	334.5		134.1	1.026		0.492	2.793
27	東津野村北川大田	7.4	0.9984	16.0	50.4	114.0		13.14	0.207		1.230	26.53
28	仁淀村森次衛門畑 1555-5	8.4	0.9983	19.0	75	202		46.23	0.520		1.581	18.04
29	佐賀野町市野瀬 512	8.7	0.9985	20.0	55.7	144	0.4	46.50	0.900	0.024	1.215	5.605
30	安芸市大井甲 784	8.2	0.9985	18.0	38.6		0.2	83.0	1.7	0.2	2.1	12.6
31	物部村別府字土居 29-8	9.0	0.9990	17.5	20.1	740		250.0	1.6	0.1		3.6
32	高知市入明町 11-2	8.1	0.9987	18.0	19.6	470	0.5	178.0	7.4	0.1	1.7	
33	葉山村姫野々字下鳴川 95-1	8.3	0.9995	19.0	35.8	2110	0.6	630.0	3.2	0.4	4.4	8.8
34	十和村十川字ショーブシ	8.6	0.9989	18.7	28.5	490		176.0	1.7	1.9		1.6
35	東津野村北川字石谷 509471	9.5	0.9984	14.8	5.7	135		39.69	0.371		0.243	3.006
36	梶原町上西ノ川 13	8.2	0.9985	13.0	5.2	140		26.5	2.1		3.8	21.6

帯は、冷鉱泉の豊富な所といえる。

(2) 秩父帯と四万十帯を分かつ断層の仏像構造線沿いには、梶原町上西ノ川・須崎市桑田山・物部村別府の3つの鉱泉が知られている。

仏像構造線は、一般に北傾斜の逆断層であり、その角度は場所によってまちまちである。

(3) 仏像構造線の南、四万十帯北帯中の冷鉱泉も、ほとんどが、主要な地層境界の断層と関連している。

四万十帯の北帯と南帯を分かつ安芸一中筋構造線沿いにも、馬路・中村市安並が知られている。

以上のうち、本報では、特に四万十帯の冷鉱泉について、さらに詳しく検討してみる。なお四万十帯の層序については、甲藤(1980)・平ら(1980)に基づいている。

### Ⅲ 四万十帯中の冷鉱泉

四万十帯中の冷鉱泉は、北から南へといくつかの系列に区分可能である(第2図)。

(1) 一番北側の冷鉱泉は、梶原町上西ノ川、東津野村北川～葉山村姫野井の系列で、新莊川亜帯新居土層と半山層を区切る断層周辺に沿っている。新土居層は、ローモンタイトの細脈を多数もつ、

Sr <sup>2+</sup> (%)	Fe <sup>2+</sup> (%)	Al <sup>3+</sup> (%)	F <sup>-</sup> (%)	Cl <sup>-</sup> (%)	Br <sup>-</sup> (%)	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (%)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (%)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (%)	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (%)	OH <sup>-</sup> (%)	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (%)	HBO <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> S (%)	Rn moche/kg
	0.056			5.886		4.486	231.1	27.30		0.34	5.152	4.729	0.277	2.399	ND
		0.046		7.518		10.21	160.9	3.793		0.068	16.38	3.822	0.097	2.173	ND
			0.731	4.331		10.00	72.79	13.41		0.544	26.39	0.518	0.057	1.493	ND
		0.014	3.767	17.19		8.675	289.1	6.811		0.068	12.02	25.99	1.738	3.119	ND
	0.779	0.009 Mn <sup>2+</sup> 0.050	0.829	6.664		6.165	100.4	0.150		0.005	17.23	2.096	9.651	1.494	ND
	0.005		5.062	19.90		2.510	115.4	1.701		0.043	22.62	36.13	1.109	2.615	0.65
		0.014	1.018	9.602		9.712	106.0	3.130		0.085	23.27	2.008	0.511	2.441	ND
0.1	0.1		1.8	5.7		6.6	290.7	12.6			15.9	9.3	3.1	3.0	ND
0.5			7.8	184.6		2.1	260.8	52.6		0.2	14.6	93.0	0.4	0.6	ND
			3.0	26.1		21.9	385.6	3.6	3.6		11.8	24.9	15.4		9.61
1.0	0.2		4.3	641.6		4.0	429.4	36.0	0.2		19.6	63.1	3.5	0.9	ND
0.1			7.2	39.1		0.5	383.5	30.8			16.0	39.4	1.6	0.4	ND
	0.048		1.018	4.078		11.07	62.48	11.51			22.76	3.650	0.044	1.191	ND
0.5		0.1 Ba <sup>2+</sup> 0.1		7.1		19.3	104.6	1.6			14.0		1.1	5.5	ND

いちぢるしく破碎のすすんだ砂岩勝ち互層を主体としている。

(2) 次は、安芸市畑山の冷鉱泉で、手結メランジェの北縁の断層の周辺にある。メランジェ層とタービダイト層を境する断層に相当する。

(3) その南には、下津井層中の部層を境する断層に沿って、下津井—松葉川—久礼指川谷などの冷鉱泉がある。断層の両側では走向が大きく斜交している。

(4) 野々川層中にも、いくつかの冷鉱泉が知られているが、これらの多くは、周辺の地質調査がまだ十分でなく、主要断層との関係は明らかでない。

しかし、佐賀町市ノ瀬の冷鉱泉については、野々川層の部層境界の断層に沿うもので、剪断の進んだ泥岩層と砂岩層が接するところである。

(5) 佐賀町鈴や安芸市大井の冷鉱泉は、メランジェ層とタービダイト層の境界に沿う。鈴では、断層に沿って破碎帯が発達している。

(6) 大方町伊田の冷鉱泉は、田ノ口層と有岡層の境界に位置している。付近には、多数の断層がみられ、有岡層はオリストストローム層からなりたっている。

(7) 中村市安並—北川村馬路は、安芸—中筋構造線に沿う。周辺の地質は、剪断された泥岩（オリストストローム層）を主とした地層である。

(8) 北川村大字小島の冷鉱泉は、奈半利川層の部層境界の断層に沿う。

以上の冷鉱泉の分布と地質構造の関係を一般化するのは、現在では困難であるが、次のような傾向を示すことは明らかである。

すなわち、多くの鉱泉は、主要断層に沿い、しかも周囲の地層に破碎の進んだ岩相を伴うことが多い。新土居層その他の剪断の進んだ地層群の泥岩層などがその例である。

#### IV 考 察

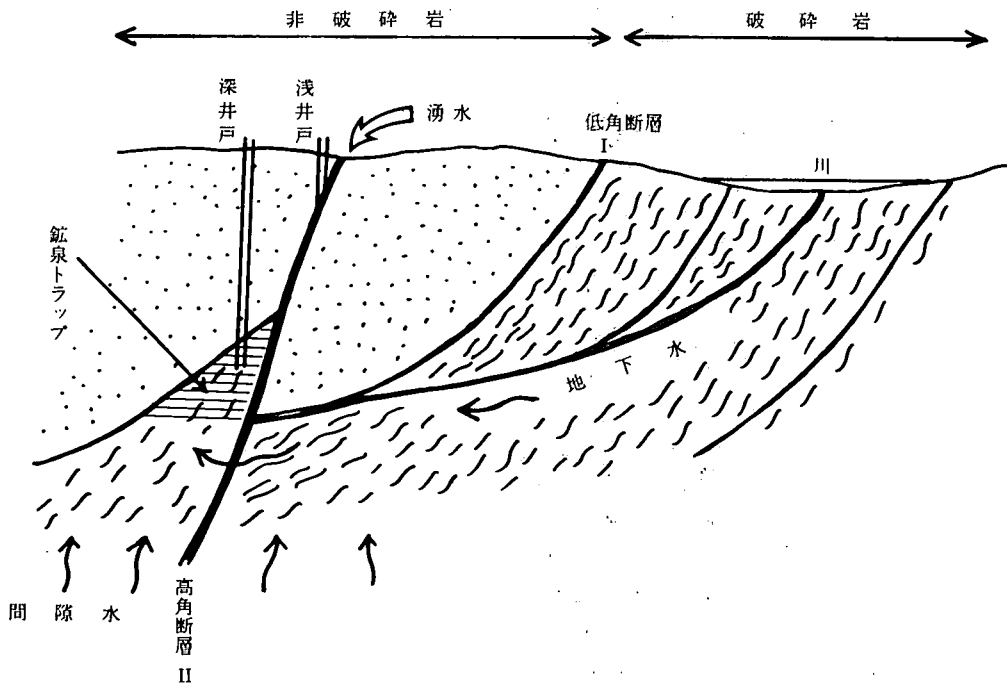
非火山性の冷鉱泉の起源については、まだわかっていないことが多いが、おそらくその多くは、堆積岩からしぼり出された間隙水と地下水の混合したものであろう(酒井, 大木1980)。

現在、地表にみられる四万十帯の岩石は、2~3%の間隙率しかもっておらず、ほとんどの水はすでにしぼり出されている。

このような水を、地下に“貯蔵”しておくには、どうしても破碎間隙 (Fracture Porosity) が必要である。しかもその間隙は、初生的であること、あるいは圧密・続成作用中に形成されることが必要となろう。このように考えると、メランジェ層・オリストストローム層のような岩石は、2次的な間隙水の豊富な湧水のためには、間隙水の移動・貯蔵・地下水との混合、さらに断層による通水などの過程が必要となろう。

第2図に、四万十帯における破碎間隙を有する岩層(これを破碎岩とよぶ)からの冷鉱泉湧出の1つのモデルを示す。

四万十帯では、破碎岩と破碎の少ない砂岩泥岩層などは、逆断層の低角断層(断層I)で接する



第2図 四万十帯における鉱泉トラップ(貯留層)形成の1つのモデル

場合が多い。また、破碎岩中には、さらに多数の断層が発達している。破碎岩は脆弱なので、侵食に弱く、地下水がしみ込みやすく水系が発達する。

しみ込んでいった地下水は、地下で間隙水と混合するが、たとえば、後にできた高角断層(断層Ⅱ)があった場合、その断層沿いに、石油の断層貯留層と同じく、鉱泉水がトラップされる。この際、タービダイト層のような非破碎岩は、帽子岩の役目を果たそう。

鉱泉水は、断層Ⅱに沿ってしみ出してくるであろう。ボーリングで、このトラップを抜けば、鉱泉の湧出をみることになる。

このモデルは、1つの仮説の段階であるが、今後の精査でその当否を検証することによって、鉱泉探査の大きな指針としたいと考えている。

## V おわりに

冷鉱泉は、他の地下資源に比べて、いわゆる価値観が低いせいもあって、高知県下のそれらに関する研究は、これまでほとんどなかった。

しかし今日では、保健利用として、また観光資源として再認識する必要に迫られている。

冷鉱泉については、一般にその起源・移動・貯留などの過程が十分理解されていないままに、投機的に開発が行われている場合が多い。

また一方、冷鉱泉は単に資源として重要であるのみならず、学問的価値も高いことに注目すべきであろう。

地下における間隙水の起源・移動は、堆積岩の続成作用や構造運動と密接に関係しているからであり、冷鉱泉はこれらの地下の情報をもたらす最大の使者ともいえる存在であるから、筆者らの拙文が、高知県下における今後の鉱泉開発の引金となれば幸いである。

また鉱泉研究の場合、湯徴を探していちいち歩くわけにはいかない性質のものであるから、地元の方々からの情報提供が必要であることを付言し、特に住民の御協力を期待して筆をおく。

## 参 考 文 献

- 甲藤次郎・三井忍・小出和男(1975): 室戸半島北東部の徳島県穴喰～高知県野根間の地質(四万十帯地向斜における地層変形機構の研究—その1) 高知大学学術研究報告 第23巻 自然科学 第16号
- 甲藤次郎(1980): 四万十帯化石層序学の最近の進歩 「四万十帯の地質学と古生物学(甲藤次郎教授還暦記念論文集)」 p. 299—318 林野弘済会高知支部
- 甲藤次郎・平朝彦(1981): 5万分之1「奈半利・室戸岬」表層地質図及び同説明書 高知県
- 甲藤次郎・平朝彦(1982): 5万分之1「手結・安芸」表層地質図及び同説明書 高知県
- 宮久三千年・真木強(1976): 四国西部非火山性温泉における蒸発残渣の鉱物組成 愛媛大学紀要 自然科学 D シリーズ(地学) 第8巻 第1号
- 佐藤幸二(1973): 日本の温泉と地質, 温泉工学会誌 vol. 9 no. 1
- 佐藤幸二(1973): 非火山性「温泉に関する研究」温泉科学 24巻 2号
- 角 清愛(1975): 日本—温泉・鉱泉— 地質調査所
- 酒井均, 大木靖(1980): 日本の温泉 日本の自然(阪口豊編) p. 108—119 岩波書店
- 露木利貞(1962): 九州地方における温泉の地質学的研究(第4報) 火山性温泉と非火山性温泉 鹿児島大学理科報告 第11巻 第59号
- 高津寿雄・宮久三千年・御手洗清(1967): 愛媛県津島町地区鉱泉の研究 愛媛大学地域社会総合研究所報告 B 系列 自然部門
- 平朝彦・田代正之・岡村真・甲藤次郎(1980): 高知県四万十帯の地質とその起源 「四万十帯の地質学と古生物学(甲藤次郎教授還暦記念論文集)」 p. 319—389 林野弘済会高知支部
- 平朝彦・斎藤靖二・橋本光男(1981): 日本列島形成の基本的プロセス—プレートのななめしみ込みと横ずれ運動— 科学 no. 8
- 多田豊・西山保・畠山勝博・植松広子(1980): 県内鉱泉に関する調査について, 高知県衛生研究所報

〔付・短報〕

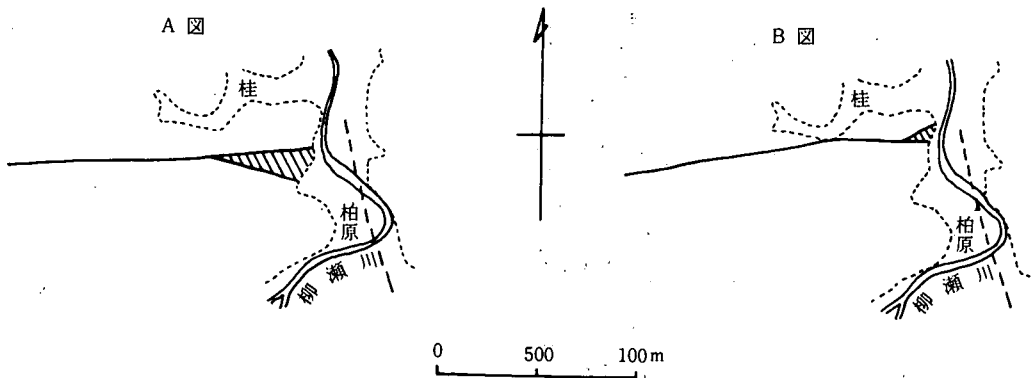
高知県佐川盆地の桂砂岩の分布について

—甲藤編，佐川町地質図の一部訂正—

甲藤 次郎

筆者は、佐川町史（上巻）の第1編 自然・地質を執筆し、また同附図の第14図 2万5千分之1佐川町地質図（その1）及び第15図 5万分之1佐川町地質図（その2）—佐川町（秩父帯）から須崎方面（四万十帯）にかけての地質図—を編集した。

また、この地質図は、佐川町役場の許可を得た内外地図株式会社から、佐川町地質図（その1・



第1図 佐川町桂周辺の訂正地質図  
（A図は誤り、B図は訂正図）

その2）及び同説明書として出版されている。

これらの地質図では、桂付近の市ノ瀬層群の分布を第1—A図の様に図示したが、その後の調査で第1—B図の様に改める。

すなわち、桂周辺に分布する市ノ瀬層群は、いわゆる桂砂岩層のみが分布しているようである。桂砂岩は、既に市川（1951）によって報告されているように、二畳紀の貝化石群によって特徴づけられている。桂砂岩層は、粗粒砂岩を主とし、塊状であるが、小型の貝化石キャストを多量に含むため、その配列によって層理面（ $N 45^{\circ} E \cdot 45^{\circ} N$ ）を知ることができる。砂岩は、多くの泥質偽礫を有し、岩片質である。

周辺の高岡層は、剪断の進んだ頁岩を主とし、チャート・砂岩などのレンズやブロックを含み、 $N 80^{\circ} E \cdot 80^{\circ} N$ の走向・傾斜を示す。

桂砂岩層と、周辺の岩石との関係は、露頭では直接観察できないが、走向・傾斜が斜交するので、第1—B図に示すような断層関係と推定される。



引用文献

Ichikawa, K. (1951) *Actinodontophora*, nov. and other Permian Mollusca from Katsura, in the Sakawa Basin, Shikoku, Southwest Japan. Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. 2, vol. 7.

甲藤次郎 (1982): 佐川町史 上巻 (自然・地質) 佐川町役場

甲藤次郎 (1982): 佐川町地質図 (その1・その2) 及び同説明書 内外地図株式会社

(昭和58年9月30日受理)

(昭和59年3月17日発行)