

北タイの地熱地帯——非火山地帯の地熱資源の研究 モデルフィールド, 12年後の変貌のあとを訪ねて——

河田清雄¹⁾・正井義郎²⁾

1. まえがき

今からもう12年も前になるが, 工業技術院の主管であるITITの在外研究として, “北部タイにおける非火山地域の地熱エネルギー資源の開発に関する研究”に地質調査所の一員としてかかわったことがある。この研究は1980~1983年の4年間で, 日本側の地質調査所に対して相手側の研究機関はタイ国鉱物資源局(DMR)であった。

タイ国の地熱地帯は, 第四紀火山帯を主とする世界の主要な地熱開発地帯と異なり, 非火山地帯にある。

地質学的には, ヒマラヤ褶曲帯の後背地である印度支那地塊に位置し, 安定大陸の一角を占めている。このような地域の地熱は大陸殻の断裂による深部地熱と考えられている。北部タイのビルマ国境に近いチェンマイ州とチェンライ州には, 従来から温泉・自然噴気などの地熱徴候が知られており, この地域では地殻熱流量も世界の平均値よりも高い。このような地熱資源の本格的な研究は当時なされておらず熱源などにも不明の点が多かった。しかし, この型の資源が世界の地熱開発に及ぼす影響は分布面積の広さからいって, これまでの第四紀火山に伴われた地熱より大きい。

トルコやチベットなどのアジア諸国でも, この型の地熱資源の開発が進んでおり, その起源のもつ意義は非常に大きい。その研究目標としては, 非火山性地熱地域の熱源及び熱構造を解明し, モデル化を行い, 開発のための資源評価を行い, 開発可能地域を選定し, 中規模の地熱発電の候補地を絞り, 将来の深部地熱エネルギー開発に資することがうたわれていた。

さて, この研究成果は, 地質調査所の特殊地質図シリーズ25として, HOTSPRING DISTRIBUTION MAP OF NORTHERN THAILAND Scale 1:1,000,000として出版され, 地熱資源の研究論文集は地質調査所月報38巻(1987)にまとめられている。

この研究をうけて, 国際協力事業団(JICA)の鉱工業部では, 技術協力による開発調査を行い, 深部地熱開発の候補地点を選定し, そのための探査井の掘削を1982年にチェンマイ南東方のサンカンベン(Sankamphaeng)で行った。目標深度は1,500 mであったが, 高温の蒸気と熱水に恵まれずこの掘削井は失敗に終わった。その後, JICAから供与されたリグを用いてタイの電力公社, EGAT (Electricity Generating Authority of Thailand)によってサンカンベンの地熱徴候地内で, もう1本の探査井(深度, 1500 m)が掘削された。この井戸では, 130°C程度の熱水と若干の蒸気を得たが, 開発には化石燃料の発電コストの2~3倍にもつくといっているので, そのまま放置されている。もっとも, サンカンベンでは, かなり以前から地熱を利用した煙草の葉の乾燥が行われている。

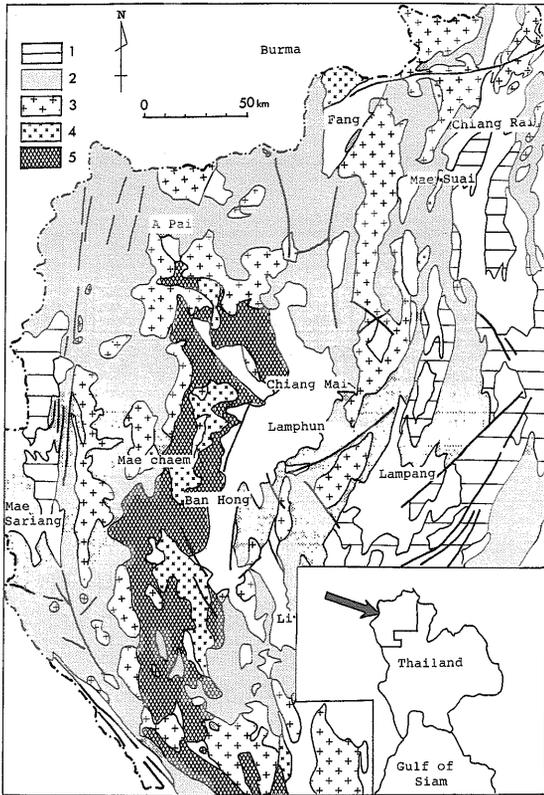
2. 北タイへ直行の旅

北タイの地熱資源の研究を始めてちょうど12年を経過した今日, その後の様子を見たくなり, この地を訪れることにした。1991年12月8日に成田を発って, バンコックを経由し, チェンマイに直行した。タイに行くにはタイ国際航空(Thai Airways International)が便利である。このバンコック行のフライトを使えば, チェンマイに直行したい時, バン

1) 元所員: 〒215 神奈川県川崎市麻生区片平4-8-25

2) 元所員: 〒236 神奈川県横浜市金沢区洲崎町4-10

キーワード: 北タイ, 非火山性地熱, チェンマイ州, チェンライ州, モデルフィールドサンカンベン, ファン地熱発電所。



第1図 北タイの地質概念図

1: 中生代堆積岩 2: 古生代堆積岩 3: 主として中生代花崗岩類 4: 片状花崗岩(石炭紀又はそれ以前) 5: 片麻岩およびミグマタイト(先カンブリア紀)

コックで国内線に乗り換えるが、通関・入国をはじめ荷物の引取りも全てチェンマイ国際空港のできるので大変ありがたい。朝の10時半に成田を発つとその日の夕方5時過ぎにはチェンマイに到着する。

12月のタイは気候の一番よい時期で、日中は25℃以上にもなるが、夕方から夜にかけては20℃前後にまで気温がさがり涼しくなり、セーターやジャケットを着ている人も多い。

3. チェンマイからサンカンペン地熱地帯へ

チェンマイは主都バンコックから北へおよそ700 km、タイ第2の都市である。周囲を山で囲まれた標高300 mの山間盆地で、寺院の多い古都で、“北のバラ”とも呼ばれる美しい都市で、ちょうど日本の奈良や京都を思わせる。とくに、寒いヨーロッパや南半球のオーストラリアからバケーションを利用



写真1 川床から湧出する温泉と変質帯
最初に訪ねた12年前と状況は変わらない。
サンカンペン

して訪れる観光客が多く人気が高い。

サンカンペンはチェンマイの東南東約13 kmの小さな町である。この付近一帯はタイシルク・チークの木彫・シルクの日傘・銀器・うるし塗り・陶器などの民芸品の産地としても有名で、年々この地を訪れる観光客もふえている。

地熱地帯はこの町の中心部を通り抜けて約10 km 南東の山裾にある。付近の山には二疊紀の石灰岩の石切り場が見られる。地熱地帯は山裾を流れる溪流に沿っており、地質学的には古生層の堆積岩中に貫入した三疊紀と考えられる花こう岩との接触部に近く、地熱地帯は堆積岩中にある。DMR との共同研究を開始した1980年当時は、川床や岸の土手に沿って熱水による変質帯が見られ、川床の一部から熱水が湧出しており、全く放置されていた。それから12年たった今では、地熱微候地を含む広い地域が政府観光局の管理のもとにおかれ、自然公園に指定され、入園料は5 バーツ(1 バーツは約5 円)である。芝を植えつけた公園には草花が年中咲き乱れ、蝶が群れている。かつての探査井からは蒸気と熱水が勢よく噴出し、休日には多くの観光バスが連なり、訪れた観光客を楽しませている。また、プール型の温泉では温泉玉子を楽しんでいる風景も見られる。公園内の一隅にはバスルーム(個室は20 バーツ)もつくられている。常夏のタイでは、日本とちがって利用する人は少いようで閑散としていた。地熱資源を観光の目玉とし、訪れる人々に地熱の発生機構を図解してPR しているのもよい試みである。観光局直営の“地熱自然公園”に隣接して民営

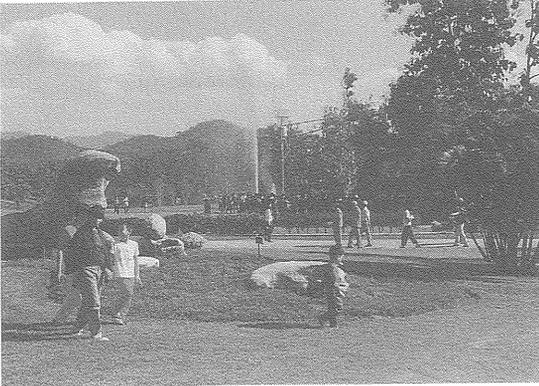


写真2 水蝕された石灰岩の奇岩を配した公園。休日は人でにぎわう。
サンカンペンの民営公園

の公園とレストランがあり、園内には水蝕された石灰岩の奇怪なオブジェを沢山野外に展示し、緑と花と石の公園を演出し、1本の噴泉が熱水を勢いよく吹き上げていた。今やサンカンペンには噴泉塔の見える公園として観光客の間に定着しつつある。

4. メーチャン(Mae Chan)

メーチャンはタイでは最も北東の都市チェンライ(Chiang Rai)の北約25 kmにあり、ここからミャンマーとの国境の町、メーサイ(Mae Sai)までは30 kmである。この地熱地帯は小さな溪流につづく窪地に熱水が湧出して湿地となっている。この中に花こう岩とセメントで固めたプール状の井戸から92°Cの熱水が湧いている。ここは12年前の調査当時と全く変わらず、周囲の農村風景も道路もそのまままで開発の手はのびていなかった。私達が訪れた時は人影もなく、さびれ果てていた。

ここには三畳紀の花こう岩が露出し、この中に東西方向の断裂に沿って熱水が湧出している。花こう岩は径数 cm に達する大型のカリ長石をもつ黒雲母花こう岩である。花こう岩中に見られる東西方向の断裂は西方のファン地熱地帯にまで達している。

5. パパオ(Pa Pao)

チェンマイから約200 km 北東のチェンライに行くには、幾つもの峠をこえて登ったり下ったりするカーブの多い山間ルートが車窓展望にむいている。

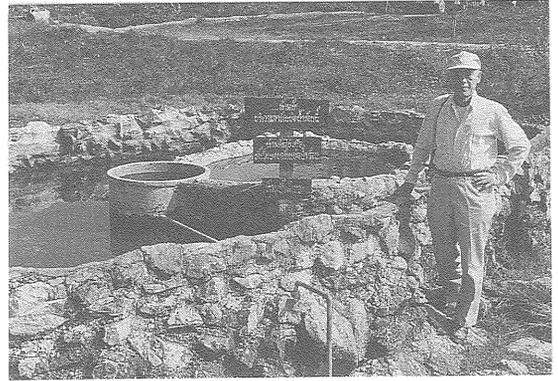


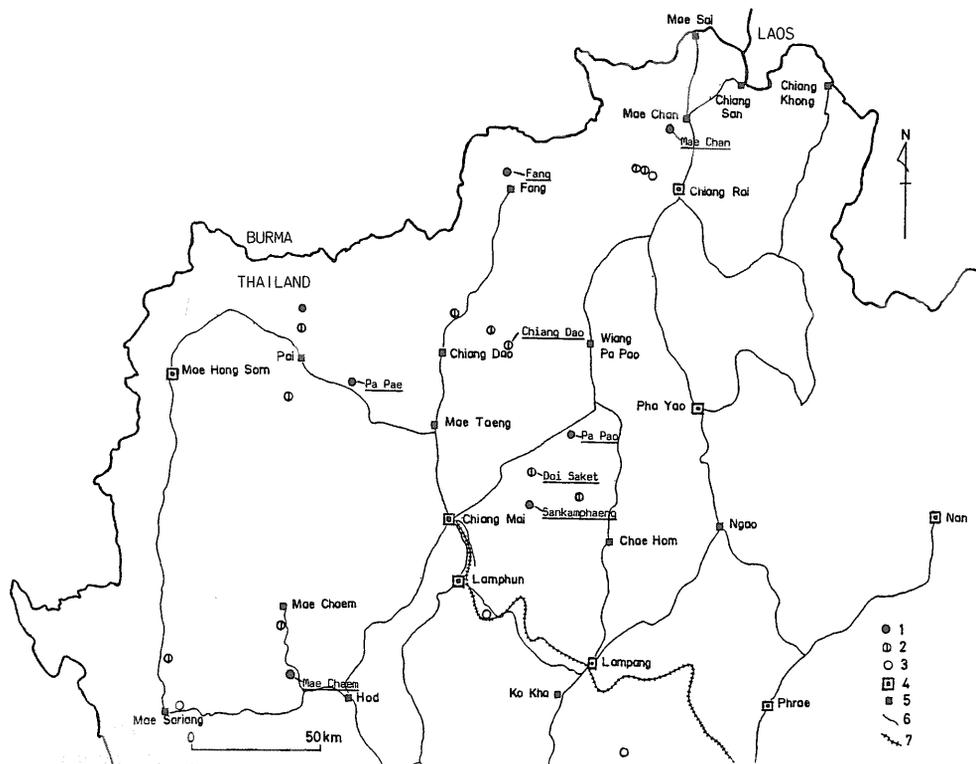
写真3 メーチャンの温泉
ここは昔とかかわらぬたたずまいで、人影もなかった。

チェンマイから約1時間半ほどチェンライに向かって走ると、ヴィエン・ドイ(Wieng Doi)と呼ばれる地熱地帯がある。ドイ(Doi)とは、北タイのみで使われる山の意味である。

地熱地帯は山裾の溪流に沿った低地帯と川岸にあって、95°Cの熱水が湧出している。周辺の地質は中・古生層の堆積岩を貫く中生代の花こう岩である。調査当時は、2~3軒の小屋掛けの店がある程度のさびれたところで、訪れる人も少なかったが、今はチェンマイとチェンライを結ぶ観光ルートの休憩地として、たくさんの観光バスが横づけになり、湧出する熱水の中で玉子をゆでたり、土地の民芸品のショッピングを楽しんでいる。ここは観光ルートの地の利のお陰で、連日にぎわいを見せている。

6. ファン(Fang)

ここはチェンマイのほぼ真北約130 km のところにあり、ミャンマーとの国境まで20 km 足らずのファンの町の郊外にある。私達が最初に訪れた12年前に、既に自然公園に指定されており、プール型の噴泉が幾つも見られ、萱ぶきの休憩所が設けられ、溪流沿いの湿原にはピクニックに訪れたグループが石でまわりを囲んだプール型噴泉(100°C)で温泉玉子を楽しんだり、土地の農民が熱湯の中で笥のあく抜きをしている風景が見られたものであった。今でもかつての面影の一部は残しているが、ここにはタイで最初の地熱発電所が1989年につくられ、ながい間の念願であった地熱エネルギー利用の第一



第2図

北タイの温泉および地熱微候地

1: 90°C以上 2: 70-90°C 3: 70°C以下 4: 都市 5: 町 6: 主要道路 7: 鉄道

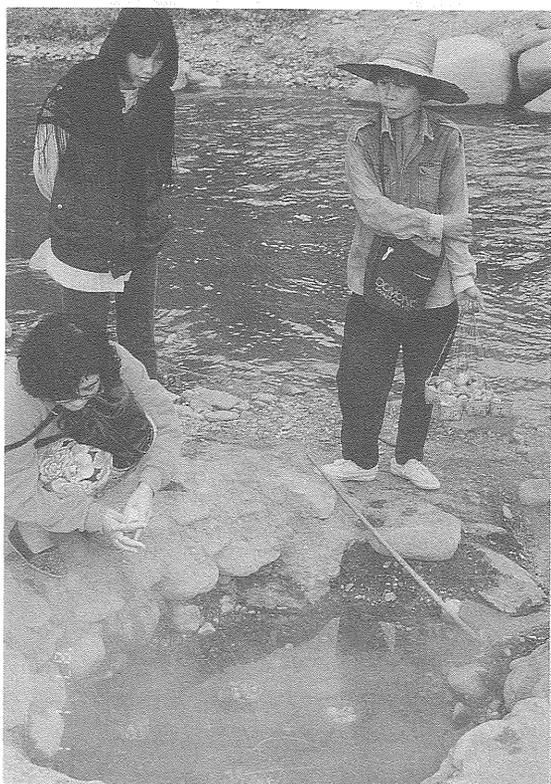


写真5 ファンの温泉

石でかこんだプール型の温泉には、沸騰しているものもある。
萱ぶきのバンガローのある景色は昔と変わらない。

写真4(左)

川沿いの低地から湧出する95°Cの温泉
ヴィエン・ドイ



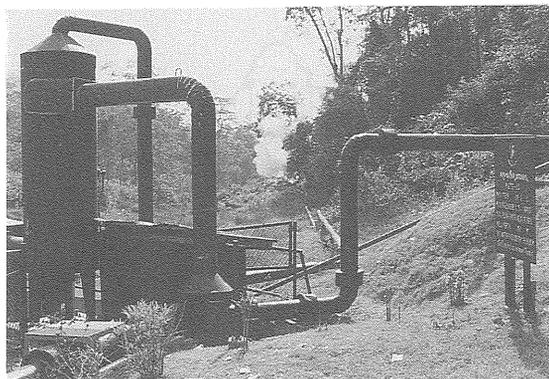


写真6 3本の井戸から132°Cの熱水を集めてステーションに送る。
ファン地域



写真7 バイナリーサイクル(右)とコントロール室(左)
ファン地熱ステーション

歩をふみ出した。

ファン地域は地質学的には、下部古生層からなる基盤岩類を石炭紀と考えられる片麻状花こう岩が貫いており、熱水はちょうど、両者の接触部付近の断裂帯から湧出している。ここでは、深度100 m前後の探査井が10数本掘られ、現在では、3本の掘削井から130~140°Cの熱水を採取し、1本のパイプに集めてステーションに送られている。ここには前述のEGATのファン・プロジェクトの発電施設が完成し、最大出力300 kWのバイナリーサイクルで発電している。バイナリーサイクルはイスラエルのオーマット(ORMAT)社製である。まことに小規模ではあるが、タイではじめての地熱発電である。

発電所のすぐ近くにはEGATの現地事務所があり、技師が常時駐在しているが、発電所の制御室は無人で運転されている。私達の訪れた時は、メーターの針は260 kWを示していた。電力は近くのファンの町に送られている。EGATでは、更に新しい熱源を求めて現場から数100 m西方に深度500 mの探査井を掘削中であった。

ファンからチェンマイへの帰途、国道107号線沿いにあるチェンダオ(Chiang Dao)の洞穴にたちよった。この付近一帯は古生層からなる石灰岩山地で、浸蝕により起伏に富んだ独特の地勢が見られる。鍾乳洞はチェンマイに向かって流れるピン川(Mae Ping)の上流の山裾にあり、洞穴内は奥行が数100 mあり、さらに上のレベルにも探訪できるようになっている。また、空洞を利用して仏像が安置されたコーナーもあり、仏教国タイならではの。

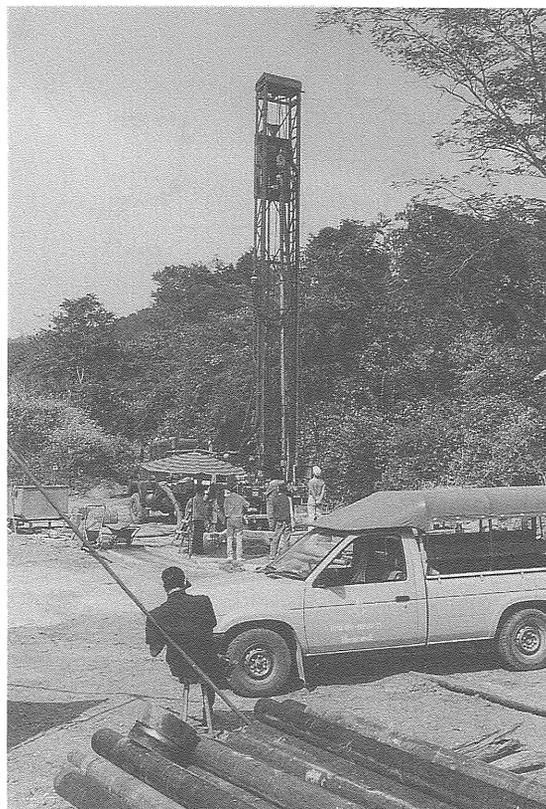


写真8 EGATが掘削中の探査井(深度500 m)
ファン地域

7. 北タイの見どころ

今回の旅行では、チェンマイをベースにしてDMRのワゴン型ジープで念願の地熱地帯の見学にあわせて北タイの名所や史跡を訪ねることができた。やや距離はのびるが、チェンライーチェンセン



写真9 アセアン4ヶ国で開催した地熱セミナー
左端はDMRのアムノチャイ氏、左から3人目はEGATのチャイアサー氏で、その他はDMRの人達
チェンマイプラザホテル

(メコン河畔に近いかつてのランナータイ王国の首都でもあり、かつての王国時代の出土品の博物館も有名)——ゴールドトライアングルゾーン(タイ・ラオス・ミャンマーとの国境地帯)など代表的な観光コースである。

チェンマイ近郊では、メーリム(Mae Rim)の美しいオーキッドファームと渓谷、また、チェンマイ南西約50 kmにあるドイ・インタノン(Doi Intanon)国立公園は山麓に点在するメオ族の集落も珍しく、大自然がすばらしい。インタノン山(2,565 m)はタイの最高峰で、山頂付近にはガスがかかり、肌寒い。舗装道路が整備され、車で楽に登れる山であるが、頂上にはタイ国軍の通信施設があり、一部は立入禁止となっている。このインタノン山を中心とした国立公園一帯は先カンブリア系の片麻岩類からなっている。車窓から見る古木の樹林には、野生の蘭が寄生し、清楚な花を咲かせている。ここでは岩石・動植物をはじめ一切採取が禁止されているので、露頭の前では、ハンマーもふるうことが出来なかった。

今では残された数少ない野生蘭の宝庫として貴重な存在である。

8. あとがき

思えば12年前の1980年にタイ国の鉱物資源局(DMR)と“非火山地帯の地熱エネルギー資源の開発に関する研究”に従事して4年間、この間に

EGATでは、新しいエネルギー開発のためにもうけられたSpecial Energy Divisionが中心となり、DMRや現地のチェンマイ大学地質学教室と一体となって開発をすすめてきた。

また、1989年(12月12日～15日)チェンマイで、フィリピン、インドネシア、マレーシア及びタイのアセアン諸国間での地熱資源開発のセミナーとして、Asean Power Utilities / Authorities, 8th Meeting on Geothermal Power Developmentが開催され、ポストエクスカーションとしてファンファンの地熱サイト見学が行われた。

タイではシャム湾(Gulf of Thailand)で天然ガスが産出するほかに内陸では前述のファンファンの近郊で中生代の地層からも石油を産出する。しかし、自国内の需要を満たすまでには至らず、主にインドネシアから石油を購入している。北タイのランパン(Lampang)にはEGAT直営の亜炭鉱山があり、巨大なキャンパス内には火力発電所が稼働している。我国よりもエネルギー資源に恵まれていながら、地熱利用の研究開発にも力をいれている。

ささやかな電力ではあるが、我国とタイとの共同研究の成果が活用されているのをまのあたりにして、感無量であった。

ここ10年来、DMRのアムノチャイ氏(MR. Amnuaychai)をはじめとする共同研究の仲間達の好意で何度か北タイ各地を見学旅行している。この国の経済発展には目をみはるものがあり、かつての我国の経済成長を思わせる。

タイ最東北の都市チェンライの北、“黄金の三角地帯”(Golden Triangle Zone)では、雄大なメコン河を見下す景勝の地に対岸のラオスを望むデラックスなリゾートホテルが建ち、メコン河畔は訪れる外人観光客であふれている。日本からも近い将来、チェンマイ・チェンライへ直行便で行ける日も近いであろう。

タイの地熱開発については、地質ニュースで2度にわたり紹介してから、もう10年が経過しようとしています。ここにタイの最近の地熱開発の現状をお知らせするとともに、クリーンエネルギーとしての地熱資源の有効利用がより促進することを祈って止みません。

かつての共同研究のよきパートナーであったMR. AmnuaychaiをはじめDMRの皆様のお世話に

なった。厚く御礼申し上げます。

文 献

高島 勲・河田清雄(1981):タイ国の地熱エネルギー資源. 地質ニュース, No. 325.

河田清雄・正井義郎(1982):地熱探査が進む北部タイのサンカンベン地熱地帯. 地質ニュース, No. 335.

河田清雄(1984):タイ国北部における地熱開発の現状と将来への展望. 地熱エネルギー, Vol. 9, No. 2.

ITIT (1985):北部タイにおける非火山地域の地熱エネルギー資源の開発に関する研究. ITIT, Rep. No. 8011.

JETRO (1983): Basic Studies for Geothermal Energy Development in Northern Thailand. The Japan Industrial & Technological Bulletin. Vol. 11, No. 3.

KAWADA Kiyoo and MASAI Yoshiro (1992): Development of non-volcanic geothermal energy resources in Northern Thailand with special reference to power station at Fang.

〈受付:1992年5月22日〉

新刊紹介

日本の地質 9 九州地方

日本の地質「九州地方」編集委員会編
 代表編集委員 唐木田芳文, 早坂祥三, 長谷義隆
 共立出版株式会社, 380 p., 9,270円(税込)

1986年に「関東地方」の配本で始まった本シリーズは、この「九州地方」をもって全9巻完結となった。本巻の記述は他巻と同様に体系的かつ網羅的なものとなっており、引用文献の数は2000をこえている。「西南日本弧と琉球弧との会合点にあたり、地質学的に重要な位置をしめている」九州地方について、本書では総説、中・古生界、新生界、火山、海洋地質、応用地質、地下資源、地球物理、地質構造発達史の9章の構成で、総合的な解説を行っている。

全体を概観した第1章の総説に続く第2章および第3章は本書の根幹をなす部分で、「西南日本主部の地質の帯状構造が大きくみだされている」中・古生界および火山活動が活発に続いてきた新生界がそれぞれの章で詳しく述べられている。

口絵に雲仙普賢岳の赤熱したドームと菱刈鉱山の金銀鉱石の美しいカラー写真が飾られているが、雲仙については、第4章「火山」の中で1991年火砕流が地質図に示され、火山地質学的に解説されてい

る。この「火山」の章では阿蘇、桜島から南西諸島の小さな火山にいたるまで洩れなく記述されている。なお、雲仙については第6章「応用地質」でも、防災的観点から最近の活動が紹介されている。

第7章の「地下資源」では、一昔前まで九州の産業を大きく支えていた石炭に関して、地質学的側面のみならず、開発の歴史的側面についても触れられている。また、金属、非金属鉱床については小規模なものまで含め網羅的に記述され、資料的価値の高いものとなっている。さらに、金とともに現在の九州を代表する地下資源である地熱に関しても、開発中の地域まで含めわかりやすく記述されている。

第8章「地球物理」では、重力、キュリー点等温面、地震等について記述されている。この章は最近の火山活動、テクトニクス等を考える上で重要な部分であるので、もう少し重きをおいてもよかったように思う。最後の第9章「地質構造発達史の諸問題」では、中生代は地質構造区分に重点をおいて、新生代は時間軸にしたがって議論がなされている。これで「日本の地質」は全9巻揃ったので、地域地質の検索、調査に大きな役割を果たすにちがいない。

(新エネルギー・産業技術総合開発機構 笹田政克)