

インドネシア・日本による「遠隔離島小規模地熱の 探査に関する研究協力」の開始

村岡洋文¹⁾・アズナヴィア ナスティオン²⁾・浦井 稔³⁾・高橋正明¹⁾

プロローグ

『もし、あなたがインドネシア東部のヌサテンガラ (Nusa Tenggara) 地域に生まれていたら?』。これは今回の予察調査の道々、私たちの脳裏を何度もよぎった問い掛けだった。もし、私たちがインドネシア東部のヌサテンガラ地域に生まれていたら、豊かな自然に囲まれて、バナナ、ココナツ (ヤシ)、パパイヤ、マンゴー、マンゴスティン、ドリアン、ナッツ・・・食料に困ることは決してないだろう。ここにはほとんど工業が発達していないけれど、あり余る時間と美しい自然がある。人々の素朴で平和な暮らしがある。そして、何よりも、高度文明社会に特有のストレスというものがない。一部の先進国がとっくに失ってしまった美しい砂浜の、ヤシの木陰で涼しい風に身を任せていると、世の中の苦勞というものをいっさいながら忘れてしまう。ヌサテンガラ地域は地上の楽園かもしれない。

ヌサテンガラ地域には、不便なことも多々ある。ここでは豊穡のエネルギーを享受することもできず、日々刻々の世界の情報からも無縁のままである。高等教育を受ける機会も乏しく、真性マラリアを始め、様々な風土病があって、衛生環境も医療環境も十分ではない。最初から、ヌサテンガラ地域に生まれていたら、それを不便とは意識しないかもしれないが、一度、文化的生活の洗礼を受けた身には、耐え難いことが少なくない。

しかし、問題はそれだけではない。もっと深刻な問題は、ボーダーレスの現代がヌサテンガラ地域の隔離を許さないことである。その端的な事例が地

球環境問題であろう。たとえば、二酸化炭素の排出による地球温暖化は海水準の上昇を引き起こし、その影響は炭化水素資源のエネルギーをほとんど享受していないこのような地域にも、確実に及び寄ることになる。事実、インド洋のモルディブ諸島では海水準の上昇により、海岸のヤシの木が倒れ始めており、今後わずかの水位上昇で珊瑚礁の島々が失われてしまうという。これでは全く不公平といわざるを得ない。産業革命以降、今日に至るまで、二酸化炭素の主な排出元が先進国であることは間違いない。エネルギー、食糧、自動車、テレビ、冷蔵庫、エアコン、パソコン、インターネット等々、今日の先進国の豊かさは地球環境を犠牲にし、地球生態系を犠牲にし、子孫の生存環境を犠牲にし、発展途上国の人々の生存環境を犠牲にして成り立っているとさえ言える。

先進国は自国の利害を越えて、率先して地球環境問題の解決に取り組む責務があるだろう。地球環境問題の前には、金科玉条の自由市場経済でさえ二義的な問題であり、抜本的な規制が導入されてよい。何故ならば、問われているのは、人類が自分の巣を破壊するほど愚かな生き物なのかどうかであるからである。

1. ODA大プロ「遠隔離島小規模地熱の探査に関する研究協力」

1997年度からODA大プロ「遠隔離島小規模地熱の探査に関する研究協力」が開始された。この国際研究協力プロジェクトは1997年度から2001年

1) 地質調査所 地殻熱部
2) インドネシア火山調査所 地熱研究部
3) 地質調査所 環境地質部

キーワード: ODA, 国際研究協力, インドネシア, ヌサテンガラ, フォーレス島, レンバータ島, アロール島, 地熱資源, 探査, 地方電化計画

度までの5ヵ年計画であり、工業技術院ニューサンシャイン(NSS)計画推進本部の指導のもとに、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)と地質調査所(GSJ)とが、インドネシア側研究機関と協力して、アクセスの困難な熱帯の遠隔離島・火山島地域における効率的な地熱探査システムを構築することを目的としている。インドネシア側機関は、鉱山エネルギー省地質鉱物資源総局(DGGMR)を代表機関とし、インドネシア火山調査所(VSI)や電力公社(PLN)などが具体的な研究機関として予定されている。本小文が印刷される頃には、おそらくDGGMRとNEDOとGSJの3者間で本プロジェクトの覚え書(Memorandum of UnderstandingまたはMOU)が調印の運びとなっているだろう。

我が国は1980年のNEDO発足以来、計画的・系統的に地熱探査技術の研究開発事業を行ってきた。この事業においては、工業技術院ニューサンシャイン(NSS)計画推進本部が指導し、NEDOが事業主体となり、GSJもNEDOと密接な研究協力体制のもとに、その解析・評価を担当してきた。この事業の予算には、ほとんど電源開発促進対策特別会計の電源多様化勘定、いわゆる電特が用いられてきた。これは国内の電力料金の税金の一部を財源とするものであるから、国内の電源開発のためにしか使ってはいけないという法的制約がある。このため、NEDOの地熱探査技術の研究開発はこれまで完全に国内を対象として実施されてきた。一方、国内の地熱開発企業、いわゆる地熱ディベロッパーは、やはり電特予算によるNEDOの企業先導調査である地熱開発促進調査等を足掛りとして、国内の地熱発電所の開発を進めてきた。このような流れから、我が国の地熱開発業界はどちらかといえば国内を指向しており、一部の企業を除いては国際的な地熱開発市場には進出の気運が少ない。蛇足ながら、世界の地熱発電所のタービンの90%以上は日本製といわれており、ここで論じているのはあくまでも地熱探査技術の分野に限った話である。

現在、地熱探査の国際市場は概ね、アメリカ合衆国、ニュージーランド、イタリア等の地熱先進国に席卷されている。しかし、我が国の地熱探査技術は我が国の複雑な地下構造で鍛え抜かれて高い水準をもち、国際舞台でこの高い技術を生かせないの

は大変に残念なことである。市場を国内のみに狭めることは、業界の競争力をますます弱めることにもなる。この意味で、今回、我が国の地熱開発業界をリードしているNEDOが、一般会計のODA予算によって本プロジェクトをスタートさせた意義は大きい。新聞報道等に明らかなように、ODA予算は財政構造改革の中で1998年度予算から初めて聖域扱いでなくなったばかりか、厳しい減額査定を受けており、本プロジェクトの予算も厳しい制約にさらされている。しかし、本プロジェクトの意義は予算の多寡だけにあるのではなく、むしろNEDOが発足以来、初めて公式に海外の地熱探査に乗り出したという点にあるといえよう。

NEDOは1980年度から1992年度まで全国地熱資源総合調査(第1次～第3次)を実施し、広域かつ迅速な探査手法を整備・開発するとともに、これを全国規模の地熱資源調査に適用してきた。この開発技術の中にはリモートセンシング技術から地熱総合解析ソフトウェア技術に至るまで、アクセスの困難なインドネシア東部の熱帯遠隔離島・火山島地域に適用できる技術が少なくない。本プロジェクトの中では、これらの技術がさらに改良・再構築され、最終的にはインドネシアの熱帯離島地域に適した迅速・簡便・機動的な一つの地熱探査システムとして完成される予定である。

一方、インドネシアは1997年の夏から冬に掛けてこそアジア通貨危機の洗礼を受けたものの、世界経済発展の中心となっているアセアン諸国にあって、電力需要が急増している。この電力需要の伸びに対応して、発電設備容量も毎年15%程度拡張されている。しかし、これでも不十分なため、インドネシア政府は第6次5ヵ年計画(1994年度より5年間)の中で、発電設備の倍増計画を立てている。この発電量増大計画においては、地球環境問題の深刻化により、明確に化石燃料依存体質からの脱却を打ち出している。特に、クリーンエネルギーとしての地熱発電については、スハルト大統領の肝入りで増大計画が示されており、1994年の30.95万kW(実績値)に対して1997年には97.78万kWの目標値が掲げられている。これが実現されたかどうかは1997年度の統計データの発表を待たなければならないが、いずれにしても、ジャワ島、スマトラ島などで地熱発電所の開発が急ピッチで進められている

ことは周知の事実である。

インドネシアの地理的事項の特殊性は東西5,100km, 南北1,900kmに及ぶ広大な海域にあって、国土が約13,700もの大小の島々からなることである。この中に、多様な民族、多様な言語、多様な宗教が混在し、これがインドネシアの国家標語「Bhinneka Tunggal Ika (ピンネカ・トゥンガル・イカ)」, つまり、「多様性の中の統一」の背景となっている。最近のインドネシア経済の目覚ましい発展も地理的には大いに偏っており、インドネシア人口1億9,000万人のうちの60%が集中するジャワ島、地下資源の豊富なスマトラ島、観光の拠点バリ島の3島にそれが集中している。そして、この経済発展から最も取り残されているのが、ヌサテンガラ地域を始めとするインドネシア東部の地域である。インドネシア東部を経済発展させるためには、先ず、電化を始めとするインフラストラクチャーの整備が急務である。インドネシア政府が第6次5ヵ年計画の中で、特に重視している課題が、インドネシア東部の生活基盤・経済基盤を抜本的に改善しようとする地方電化(Rural Electrification)計画である。

インドネシア東部は多数の比較的小さな離島からなっており、これらの島々の全てに海底ケーブルを敷設して、送電網を構築することは事実上困難である。インドネシアの村落電化率が37%と低いのは、主として、このためである。よって、非送電網(off grid)型のローカル発電を開発することが最も現実的である。現在、ヌサテンガラ地域の一部の町ではディーゼル発電が使われているが、軽油輸送コスト・地球温暖化問題の両面で、これを拡張することには問題がある。一部の地域では水力発電も計画されている。しかし、ヌサテンガラ地域は海洋性サバンナ気候により年間降雨量が1,300～500mmという地域が多く、しかも集水域の小さな島が多いため、乾季には地表水が不足する地域も多い。一方、ヌサテンガラ地域はチモール島、スンバ島などの前弧側の島を除き、ほとんどが火山島からなっている。したがって、地熱資源は豊富である(笹田・高橋, 1996)。そこで、インドネシア政府は地方電化計画の中で、地熱発電の開発に高い優先順位を与えている。地方電化計画における個々の地熱開発は、当面の電力需要からみて大規模である必要はなく、究極的には217の地熱地帯での小

規模地熱資源の開発が考えられている。これはジャワ島やスマトラ島における大規模地熱資源の開発と異なり、商業的には全く採算がとれない。そのため、地方電化計画に関しては、インドネシア政府自らがリードして、その開発を進めることとなっている。

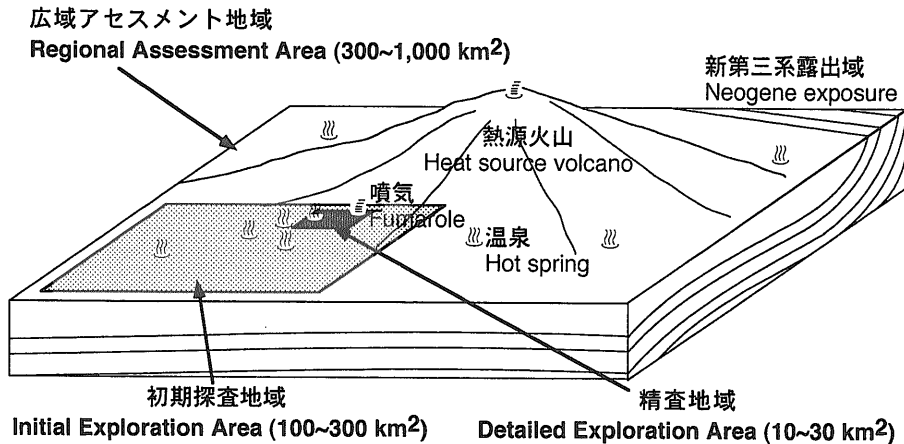
本プロジェクトは地方電化計画における地熱開発の対象地域のうちから、1つのモデルフィールドを採り上げ、地熱探査システムを構築するものである。しかし、その地熱探査システムが将来の地方電化計画の中で広く定着するためには、その適用対象地域としてインドネシア東部全域を意識して構築されなければならない。

要約すると、本プロジェクトは、日本側からみれば、これまでに蓄積された日本の地熱探査技術を広く世界の地熱フィールドで展開・普及する突破口であり、インドネシア側からみれば、ジャワ、スマトラ、バリ島以外のインフラストラクチャー未整備地域にクリーンなローカル電源を導入する国家的政策「地方電化計画」に弾みをつける突破口である。本プロジェクトにおいては、両国の異なるニーズが相互補完的に調和しており、うまく運営することができるならば、相乗効果(synergy)を引き出すことが期待される。しかも、本プロジェクトで開発した地熱探査技術が地方電化計画に定着すれば、インドネシア東部のエネルギーインフラストラクチャーの主要部分がクリーンな地熱エネルギーで構成されることになり、地球環境問題に大いに貢献することが期待される。

2. 役割分担

前述のように、本小文執筆時点では、本プロジェクトの覚え書(MOU)は草案の段階であり、調印には至っていない。したがって、各機関の分担については、まだ流動的な要素もあり、確定的なことはいえない。しかし、各機関の役割分担は概ね次のような予定となっている。

インドネシア側の機関としては、DGGMRが代表機関となり、その調整の下で、VSIとPLNとが実施機関となる。インドネシアの地方電化計画のうち、地熱発電所の建設はPLNが担当している。したがって、PLNは地方電化計画のニーズや開発候補地



第1図 調査対象範囲のカテゴリー概念図。

や将来ビジョンなどの基礎的情報を提供する。この情報なしには、本プロジェクトの成果を地方電化計画に定着させることは難しい。一方、インドネシアの地方電化計画のうち、地熱探査についてはVSIが担当しており、すでに1年に3地域の割合で予備的な探査活動を進めている。そこで、地熱探査システムの開発を目指す本プロジェクトの主要部分についてはVSIがカウンターパートとなる。

日本側の機関としては、NEDOとGSJとが実施機関となる。NEDOとGSJとは、これまで多くの地熱研究開発プロジェクトを、密接な研究協力体制のもとで実施してきた実績がある。そのほとんどは、NEDOがプロジェクトの事業主体となり、GSJがその解析・評価を担当するという体制であった。しかし、本プロジェクトを含むODA大プロというスキームにおいては、NEDOとGSJとは予算の多寡に違いはあるものの、体制上は全く並列・対等の関係にある。そこで、業務の重複を避けるために、両機関の役割分担を予め明確にする必要がある。

1つは第1図のように、調査対象範囲のカテゴリーによって業務を仕分けることとなっている。NEDOは100～300km²の初期探査地域を対象として探査法開発や実際の探査を実施する。これは噴気・温泉・酸性変質帯等の地熱兆候を含む狭義の地熱地域である。これに対して、GSJは300～1,000km²の広域アセスメント地域を対象として探査法開発や実際の探査を実施する。これは狭義の地熱地域だけでなく、熱源となる火山体や火山基盤をなす地層の露出域などバックグラウンド的な地域

を含む広義の地熱地域である。VSIは調査地域のホスト国機関として、広域アセスメント地域と初期探査地域の両方において探査法開発や実際の探査を実施する。

いま1つは第1表のように、調査項目ないし開発目標による仕分けである。研究協力であるから、いくつかの探査手法については、VSI、NEDOおよびGSJが共同で実施することはいうまでもない。しかし、各機関固有の分担としては次のようなものがある。NEDOは探査井掘削とGEMSの構築を担当する。GEMSとはNEDOが1987年度から1992年度まで実施した全国地熱資源総合調査(第3次)において開発した地熱有望地区や地熱資源量を各種探査データから半自動的に抽出するためのソフトウェア、地熱資源総合解析システム(Geothermal Expert Modeling System)のことである。このソフトウェアは日本国内向けにつくられており、ハイエンドのワークステーション用につくられている。したがって、GEMSがインドネシアの地方電化計画に定着するためには、少なくとも英語版とし、熱帯火山島の地熱探査手法と地熱系モデル向きにし、そしてパソコン用につくり変える必要がある。つまり、GEMSの構築は本プロジェクトで構築する地熱探査システムのいわば総決算となるものである。GSJの分担としては、広域アセスメント地域において広域地熱アセスメントを実施し、この熱源や火山基盤を含む広い地域の中で、インドネシア版GEMS構築のもととなる地熱系モデルの作成を担当する。また、GSJは日本の地球資源衛星JERS-1の利用を中

第1表 各機関の研究項目分担の概要(案)。

担当機関 Organization in charge	VSI	PLN	GSJ	NEDO
調査地域選定 Selection of the survey area	A	A	C	C
衛星リモートセンシング Satellite remote sensing	C		A	B
地質調査 Geological survey	A	C	A	A
地化学調査 Geochemical survey	A		A	A
重力調査 Gravity survey	A		C	A
電気・電磁調査 Electrical-electromagnetic surveys	B		B	A
熱流量調査 Heat hole survey	A			C
探査井掘削調査 Exploration drilling survey	C			A
地熱モデル作成 Geothermal modeling	C		A	A
広域地熱アセスメント Regional geothermal assessment	C		A	
GEMS 構築と解析 Construction of GEMS and analysis	C			A
研修 Technical training	A	A	A	A

付記：表中の“A”、“B”および“C”はそれぞれ、当該機関の役割が主担当、副担当および適宜協力であることを表わす。The marks “A”, “B” and “C” mean the party in heavy charge, medium charge and light charge, respectively.

心として、アクセスの困難な地域で大きな威力を発揮するリモートセンシングについても力を入れる予定である。VSIは、既存のデータを収集し、熱流量坑の掘削を行うとともに、両国の調査に伴う交渉・許認可・後方支援(Logistics)等を担当する。

3. 第1回目の出張とその目的

1997年7月1日(火)～7月19日(土)まで、地質調査所の村岡洋文、浦井 稔および高橋正明の3名がインドネシアを訪問した。今回の出張には、当初、NEDOからも1名が参加する予定であったが、最終的にはスケジュールの調整がつかず、参加できないこととなった。本プロジェクトがフルスケール予算として展開されるのは1998年度からであり、1997年度にはMOUの締結を中心とした現地調査のみが認められている。したがって、今回の出張の本来の目的は、両国間でMOU案の合意に向けて議論することにあった。しかしながら、本プロジェクトの円滑な展開を図るためには、計画を少しでも前倒して進めて行く必要がある。今回は、第2表のように、与えられた19日の出張期間の範囲内で、バンドンにおけるMOUの議論をできるだけ切り詰めた上で、インドネシア側の提案しているヌサテンガラ地域の5つの調査候補地を全て予察調査して回

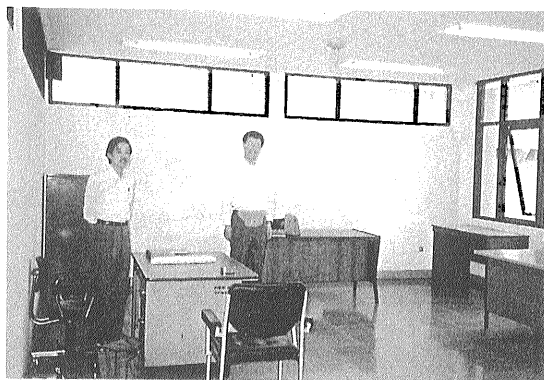
第2表 出張スケジュール。

月日(曜日)	移動	用務内容	宿泊地
7月1日(火)	成田-(空路)-ジャカルタ	移動のみ	ジャカルタ
7月2日(水)	ジャカルタ-(空路)-バンドン	火山調査所(VSI)表敬訪問	バンドン
7月3日(木)		VSI地熱研究所とMOU草稿の議論	バンドン
7月4日(金)		VSI所長代理・地熱研究所とMOU草稿の議論	バンドン
7月5日(土)	バンドン-(空路)-デンパサール	移動のみ	デンパサール
7月6日(日)	デンパサール-ビマ経由(空路)-ラブハンパジョ	移動のみ	ラブハンパジョ
7月7日(月)	ラブハンパジョ-(車)-ワイサノ(車)-ラブハンパジョ	ワイサノ地熱地帯調査	ラブハンパジョ
7月8日(火)	ラブハンパジョ-(車)-ワイベシ(車)-ルテン	ワイベシ地熱地帯調査	ルテン
7月9日(水)	ルテン-(車)-マタロコ-(車)-バジャワ	マタロコ地熱地帯調査	バジャワ
7月10日(木)	バジャワ-(車)-ボボ-(車)-メンゲルダ-(車)-エンデ	ボボ・メンゲルダ地熱地帯調査	エンデ
7月11日(金)	エンデ-(車)-オカララントッカ(車)-ララントッカ	オカララントッカ地熱地帯調査	ララントッカ
7月12日(土)	ララントッカ-(フェリー)-レオレバ(車)-カランゴラ(徒歩15km)-ワトックバ火山観測所	移動のみ	ワトックバ火山観測所
7月13日(日)	ワトックバ火山観測所-ワトックバ(徒歩15km)-カランゴラ(車)-レオレバ	ワトックバ地熱地帯調査	レオレバ
7月14日(月)	レオレバ(車)-ワイリアン(船舶)-カラバヒ	移動のみ	船上・翌未明にカラバヒ
7月15日(火)	カラバヒ(車)-プカピティン(車)-カラバヒ	カラバヒ(プカピティン)地帯調査	カラバヒ
7月16日(水)	カラバヒ-(空路)-クバン	移動のみ	クバン
7月17日(木)	クバン-(空路)-デンパサール	移動のみ	デンパサール
7月18日(金)	デンパサール-(空路)-	移動のみ	機中泊
7月19日(土)	-成田	移動のみ	

ることを最大の目標とした。このため、MOU草稿とPOO(Plan of Operation, 実施計画)草稿に関しては、事前にNEDOとともに日本側の案を完成させ、インドネシア側に送付した上で、予め検討してもらうように要請した。



第2図 八丈島の地熱発電所開発サイトにて、建設中の八丈島地熱発電プラントは、インドネシア地方電化計画に対して、一つのモデルを提供している。左よりVSIのナスティオン、村岡および東京電力(株)の菅井課長(1997年3月東電設計(株)馬場健三氏撮影)。



第3図 VSI内に用意された日本側メンバーのための部屋。左より村岡および高橋(1997年7月3日浦井撮影)。

4. バンドンにおけるMOU案の議論

ガルーダインドネシア航空便は成田で午前11時に搭乗すれば、時差2時間遅れのインドネシア西部時間で、その日の午後4時20分にはジャカルタに到着する。日本からの3名は、遠隔離島での厳しい予察調査を想定して、いずれも荷物が多い。出発当日の7月1日はジャカルタ泊りとした。ジャカルタはこの10年の間に見違えるように近代化し、高層ビルが林立している。その街並みは先進国の大都市に比べても遜色がない。それら高層のマンションやオフィスビルのほとんどは台湾、香港、日本の投資によるものらしい。10年前には車が信号で停車すると物売りや窓拭きがうるさく寄ってきたが、それが全く現われなくなっている。これは法的に規制されたためらしい。翌7月2日に空路ジャカルタからバンドンへ移動し、昼頃にバンドンの空港で筆者らの一人アズナヴィア・ナスティオン(Asnawir Nasution)と合流した。この日の午後、日本からの3名はVSIを表敬訪問し、インドネシア側の主要メンバーに紹介された。

VSIは鉱山エネルギー省地質鉱物資源総局の中の一つの局でもある。火山監視、火山噴火予測、火山災害防止等を主要業務とする国立研究機関であり、インドネシア国内の活火山近傍に、約60もの火山観測所をもっている。VSIの火山に関する

豊富な情報は直ちに地熱探査にも応用できる。このため、地球科学関係の国立研究機関が群雄割拠するインドネシアにあって、VSIはいち早く地方電化計画の地熱探査を担当するなど、地熱分野に積極的な進出をみせている。このことは、VSIの5つの研究部の一つが地熱研究部であることからもうかがえる。VSIにおいては、この地熱研究部が本プロジェクトを担当しており、そのグループリーダーが、地熱ポテンシャル課長のアズナヴィア・ナスティオンである(第2図)。

翌7月3日の朝は、まず、VSI内に用意された日本側カウンターパート専用の部屋に案内された。広々とした部屋に日本からきた3名のために3つの机と椅子が置いてあった(第3図)。これには3名とも深く感激するとともに、つくばでこれだけの部屋をインドネシア側のために用意できるかどうか心配になった。日本側カウンターパートのために、パソコンも置いてあったが、これは何度試してみても故障しているようであった。パソコンだけは、つくばでも用意できるだろうと思った。今回のバンドン訪問はきわめて短期間であるが、来年からの本格的調査を考えると、この部屋の存在は日本側にとって貴重である。この日の午後1時から4時半までVSI地熱研究部とMOU案に関する議論を行った。日本側としては午前から議論してもよかったのだが、午前中はVSI地熱研究部内でMOU案対応の議論を行うため、午後からとなった。その場所はVSIの所長・部長会議室であろうか、とてもよい部屋であった(第4図)。参加者は以下の通りであった。



第4図 MOUの議論の様子。右より地熱研究部長サイド、地熱プロスペクティング課長ドゥイーパ、地熱ポテンシヤル課長ナスティオンおよび所長代理スフィヤールの各氏(1997年7月4日浦井撮影)。

インドネシア火山調査所(VSI)側:

所長代理

Dr. R. Sukhyar (7月4日のみ出席)

地熱研究部長

Mr. Harun Said

地熱ポテンシヤル課長

Mr. Asnawir Nasution

地熱プロスペクティング課長

Dr. Sjafra Dwipa

地熱蒸気分析課長

Dr. M. Badrudin

地質調査所(GSJ)側:

地殻熱部地殻熱資源研究室長

村岡 洋文

環境地質部地質リモートセンシング研究室主研

浦井 稔

地殻熱部地殻熱資源研究室主研

高橋 正明

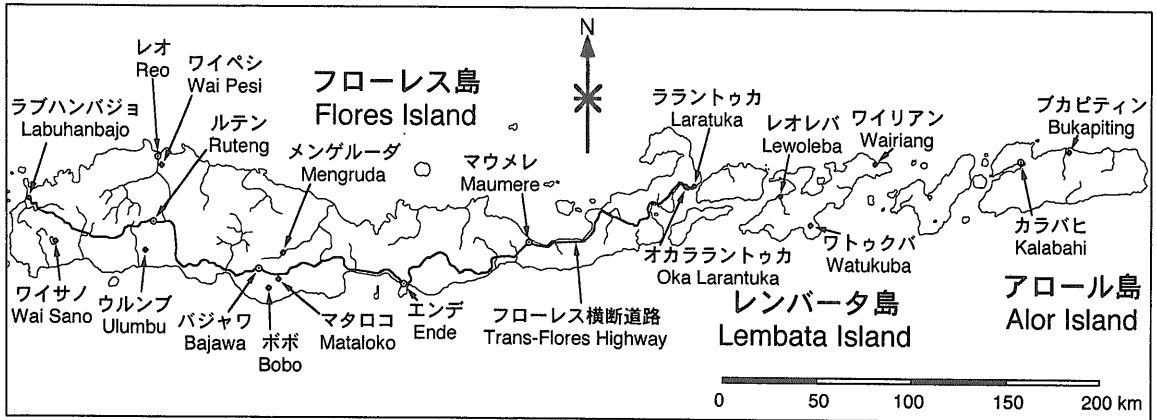
MOU案は予めNEDOとGSJとが協議して作成した日本案であるから、当然、インドネシア側から多くの修正意見が出された。しかし、終始、友好ムードの中で、議論を進めることができた。このとき、Wimpy Tjetjep所長は9ヵ月間の研修に入っており、所長からはファクシミリによるコメントがVSI側に届いていた。これがVSI側の意見の主たる背景となっていた。MOUの内容は決しておもしろいも

のではないので、その議論の詳細はここでは省略する。一つだけ例を上げれば、日本からインドネシアに普通に調査用機材を持ち込むと100%の関税を課せられる。しかし、政府間の共同研究であれば、インドネシア政府に予め手続きをとってもらうことによって、免税扱いとなる。MOU案には共同研究に当たっての、このような約束事が定められている。なお、この日はR. Sukhyar所長代理が多忙で出席できなかったため、翌7月4日の午前9時半から午後1時半まで、上記のように前日の参加者にR. Sukhyar所長代理を加えて、さらにMOU案に関する議論を行った(第4図)。

5. 現地予察調査概要

VSIから提案されている本プロジェクトの5つの調査候補地は、ワイサノ(Wai Sano)、ワイペシ(Wai Pesi)、マタロコ(Mataloko)、ワトゥクバ(Watukuba)およびブカピティン(Bukapiting)である(第5図)。本プロジェクトが最終的に調査対象とするのは、1つの地域である。しかし、調査対象地域の選定は、本プロジェクトの成果が地方電化計画に定着するかどうかを大きく左右することになる。このため、本プロジェクトの初期段階では、5つの調査候補地をインドネシア側から提案してもらい、それらある程度、予察的に調査した上で、1つの調査対象地域を選定することとなっている。いくつかの地域で予察調査を行っておくことは、本プロジェクトの地熱探査システムがインドネシア東部全域を意識して構築されなければならないという命題にも適っている。第2表のように、現地予察調査の過程では、5つの調査候補地のほかにも、ボボ(Bobo)、メンゲルーダ(Mengruda)、オカララントッカ(Oka Larantuka)といった地熱地域をみて回った。ボボとメンゲルーダはマタロコ地域の複合火山に関連しており、広い意味ではマタロコ地域に含められる。オカララントッカは通過する道路沿いにあり、フローレス(Flores)島東部の地熱地域も少しみておく必要があることから、短時間だけ立ち寄ることにした。

ヌサテンガラ地域では厳密な旅程を立てたとしても、交通手段が予定通りいかないことが多い。筆者らの一人(村岡)は10年前にそのことを身をもって体験していた。それにもかかわらず、日数の制約

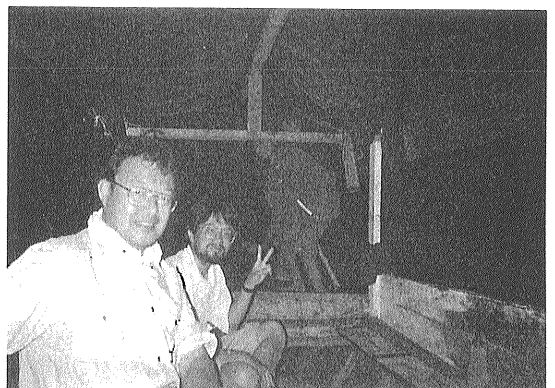


第5図 インドネシア、東ササテンガラの島々と5つの調査候補地。今回の現地予察調査においては、短時日のうちに、図中西端のラブハンバジョより東端のブカピティンまで、水陸を駆け抜けた。

もあって、日本側メンバーの立てた旅程は全ての交通手段が予定通り行かなければ、5つの調査候補地を回りきれないという内容であった。このため、計画の達成には大きなリスクがあった。実際、交通手段が予定通りいかないことが多かった。1地域を諦めれば、余裕が生まれることも考えないではなかった。しかし、日本側メンバーには、1地域を諦めると、あたかもそれまでの苦労が全て水泡に帰してしまうといったような強迫観念があった。交通手段による遅れは、早朝出発や夜間移動等によって、取り戻すしかなく、結果としてかなりの強行軍となった。その旅程は第2表のようである。今から振り返ってみると、メンバーに病気や事故がなかったからよかったものの、次回からはこのようなことは慎むべきであろう。

特に苦しかった日は、丸木船で大きな川を渡たり、腰まで浸かって川沿いの調査をしながら150kmの道のりを車で移動した7月8日と、午前フェリー、午後車と乗り換えた後、夕刻から漆黒の闇に至るまでアップダウンの激しい山道を2時間以上歩き続けて、夜8時に漸く火山観測所にたどり着いた7月12日である。しかし、さらに難関は7月14日から15日未明にかけてであった。この日、レンバータ(LembataまたはLomblen)島のレオレバ(Lewoleba)やバローリン(Balauring)からは、アロール島行きのフェリーが出ないということがわかった。このため、早朝のうちにワイリアン(Wairiang)に行って備船を求めたが、適当な船が見つからなかった。そこで、仕方なく筆者らの一人(ナスティオ

ン)がバローリンまで戻り、午後2時頃にワイリアン発の備船を予約したが、いつまで経っても船は来なかった。船が漸く来たのは諦めかけた夜7時頃であり、しかも、予想外に小さな船であった。それでも、当初予定のスケジュールをこなすためには、暗い夜の海に出航する以外に方法がなかった。この小船は初めのうちこそ安定していたが(第6図)、海峡に乗り出すにつれて木の葉のように大きく揺れ始め、感覚的には頻繁に30度近く傾いたように思われる。私たちはその度に海水のシャワーを全身に浴びた。しかし、私たちは転覆への恐怖の余り、海水のことも、船酔いすることさえも忘れてしまっていた。大揺れの船の上で脳裡をよぎったのは、再び相目見ることができかどうかわからない家族のことであった。結局、この船はスマトラ島まで



第6図 出航したばかりの船上にて。左より高橋および浦井。このころまでは、まだ、船も安定していたのだが。

行ったこともあるという船頭の自信通り、未明には待望のカラバヒ(Kalabahi)に着いた。しかし、そのときはすでに全身が海水でずぶ濡れの状態であり、熱帯で寒さに震える経験をすることとなった。

7月16日にもちょっとしたトラブルがあった。クパン(Kupang)空港に着いたとき、すでに往路のデンパサールでリコンファームしている翌朝のクパン-デンパサール便をもう一度リコンファームしようとしたところ、カウンターの係員はまだ乗れるかどうかわからないと言った。この地域ではリコンファームが蒸発するのである(Muller, 1995)。しかも、航空券は確認がとれ次第、その日のうちにホテルに届けるので、航空券を預けるように指示された。しかし、案の定、夜になっても航空券は届けられなかった。日本の3名は公用旅券のため、日本入国日は厳密に守らなければならない、この便を逃す訳にはいかなかった。結局、航空会社の幹部に何度も電話を掛けて、翌朝、何とか搭乗することができた。これは不愉快というよりも消耗する経験であった。

なお、この現地予察調査については、本誌の浦井ほか(1998)が、予め日本で取得していた衛星画像と現地での観察結果とを詳述している。また、本誌の高橋ほか(1998)が地化学的調査や現地の様子について詳述している。以下には、それらと重複しないように、アクセス、開発ニーズ、地質概要、地熱兆候概要、地熱ポテンシャルといった観点に絞って、5つの調査候補地の調査結果をまとめる。

6. ワイサノ(Wai Sano) 地域

6.1 アクセス

ワイサノはラブハンバジョ(Labuhanbajo)から直線距離で南東28kmの所に位置するが、道路沿いの距離は43kmであり、ラブハンバジョから車で3時間かかる。3時間の道のりのうち、前半の1時間半はフローレス横断道路(trans-Flores highway)を通る。この道路はハイウェイといえるかどうかはともかく、全面舗装され、比較的快適であった。しかし、後半の1時間半はバンボル(Bambor)でこの幹線道路から分かれ、南南西方向のワイサノに向う村道を通る。この村道は最初こそ舗装されているものの、すぐに未舗装となり、ワイサノ湖に近づくにつれて次第に道路状況が悪化する。とくに、ワイサノ

湖直前の登山道は、5年前まで馬しか通れなかったということであり、4輪駆動車でも苦勞する。また、ワイサノ湖岸の道路は、東側セクターのみがかるうじて車で通行可能であるが、車で一周することはできない。

6.2 開発ニーズ

アクセスから想像されるように、ワイサノの近傍にはまとまった電力消費地がない。ワイサノ湖への登山道の過酷さから、南東湖岸にヌナン(Nunang)と呼ばれる小さな村があることには驚かされた。フローレス横断道路のラブハンバジョ-ルテン(Ruteng)間にも多数の小さな村が散在する。しかし、大きな町となると、遠方のラブハンバジョぐらいしかない。したがって、ワイサノ地域の開発ニーズは比較的乏しい。あえて開発ニーズを考えるならば、コモド島を訪れる海外観光客の中継地であるラブハンバジョへの送電か、ワイサノ湖自体を観光化することくらいであろう。

6.3 地質概要

ドーム状火山ないし急傾斜の成層火山が多いヌサテンガラ地域において、ワイサノ火山は珍しく、斜面の緩やかな成層火山をなしている。ワイサノ火山の開析された沢沿いには、新第三系海成堆積岩が露出し、ワイサノ火山の山体を構成する火山岩の層厚はせいぜい300mであろう。ワイサノ火山の周辺にはやや古い火山体がいくつかみられ、全体として1つの複合火山群をなしている。たとえば、ワイサノ火山の南西には南北の長軸4.5kmのカルデラが認められ、北西および北にはワイサノ火山に向かって開いた更に大きなカルデラ壁が認められる。この点からみると、ワイサノ火山は北西および北に認められるより大型のカルデラの後カルデラ丘であるかもしれない。ワイサノカルデラ(湖)はこのワイサノ火山のさらに小さな側火山の1つである。ワイサノカルデラは北西-南東に4km、北東-南西に2kmのカルデラ底をもち、ほとんど湖水に覆われている。ワイサノカルデラのカルデラ壁には火砕流堆積物が遠望されることから、ワイサノカルデラは単なる噴火口ではなく、クラカタウ型の陥没カルデラであるかもしれない。

6.4 地熱兆候概要

ワイサノ湖の南東湖岸には2つの入り江があり、これらは小規模なマグマ-水蒸気噴火口であるらしい。というのは、これらの周辺には水蒸気噴火角礫岩 (Hydrothermal breccia) がみられ、その中に炭化木が認められる。これは単なる水蒸気噴火ではなく、マグマ性の高温の噴火を意味する。これらに付随して、シリカシンターや酸性変質帯がみられ、いくつかの化石噴気口や温泉が存在する。これら化石噴気口や温泉の分布は湖岸に沿って、南北約500m、東西約200mの範囲に亘り、地熱兆候の規模は大きい。化石噴気口はマグマ-水蒸気噴火口に伴って認められ、硫黄昇華物を伴うものの、噴気活動自体はほとんど消滅している。温泉はいくつも認められるが、より南側の2つの高濃度塩化物泉の湧出量が多い。このうちの1つはカルデラ壁の沢沿いにあり、70℃程度の温泉で、竹で湖岸側に引いている。もう1つは83.9℃の間欠泉であり、村人の話では1日3回、50cm程度吹き上げるらしい。この温泉の塩濃度は海水の93%程度に達する(本誌の高橋ほか, 1998)。湧出量は両方合わせて、200~300ℓ/分程度であろう。また、特筆すべきことは、湖水の塩濃度であり、海水の5%程度に達する(本誌の高橋ほか, 1998)。このことは、このカルデラの湖底において、よほど活発な温泉湧出が起きているか、もしくは、よほど降雨量が小さく蒸発的であるか、のどちらかを意味するものであろう。

6.5 地熱ポテンシャル

その後、ワイサノの間欠泉を分析し、Na-K-Ca地化学温度を算出した所、230℃程度であった(本誌の高橋ほか, 1998)。VSIの比抵抗調査(直流法)によれば、低比抵抗帯はカルデラ底に一致しているらしい。したがって、このカルデラ底の地下に、カルデラ底の水平的広がりと同程度の大きさで、温度230℃程度の地熱貯留層があるとすると、少なくとも10MWeの発電は十分に可能であろう。ただし、この地熱貯留層の地熱流体の塩濃度が高い場合、これはあまりコストを掛けられない小規模の地熱発電にとって様々な支障をもたらす可能性もある。

7. ワイペシ (Wai Pesi) 地域

7.1 アクセス

ワイペシはルテンの北方24kmの地点に位置する。ルテンから北方に流れる大きな川沿いには、ルテン-レオ (Reo) 幹線道路があって、ほぼ舗装されており、比較的快適である。この間は1時間半しかかからない。しかし、ワイペシの地熱地域はこの川に東側から注ぐ支流沿いにおいて、この支流沿いを徒歩で約1時間(約2km) 遡らなければならない。しかも、大きな川から支流に至るためには、先ずカヌーで大きな川を渡らなければならない。また、支流沿いを徒歩で遡る間には、3~4回川を腰まで浸かって、横断する必要がある。つまり、結論的にはアクセスがよいとはいえない。

7.2 開発ニーズ

ルテンからも比較的近く、港町のレオにはさらに近い。また、ルテン-レオ幹線道路沿いは水田地帯であり、多くの村がある。よって、電力消費地はふんだんにあり、開発ニーズは高いといえよう。

7.3 地質概要

この地域は25万分の1地質図によれば鮮新統のラカ(Laka)層よりなり、凝灰岩を主とし、堆積性石灰岩や古い火山岩を挟むこととなっている。しかし、観察した2地点はいずれもデイサイトからなっている。おそらく、基本的には鮮新統のラカ層よりなるとしても、観察地点の東には開析されてはいるものの、ムンガ(Munga)火山があり、これらのデイサイトはムンガ火山を構成するものと思われる。ただし、今回の調査のみでは、溶岩であるか貫入岩的なものであるかは不明である。ムンガ火山の年代も未詳である。また、近くにはマンガンの鉱化帯が遠望される。

7.4 地熱兆候概要

支流の両側に、2つの温泉が分布する。いずれもデイサイト露頭中にみられ、両者の距離は200m程度である。北岸のものは、雨季には湧出しているということであるが、今回は乾季のため、ほとんど枯れていた。温度は63℃であった。南岸のものは5ℓ/分程度の湧出量であり、温度は89℃であっ

た。ここではデイサイト露頭中に不規則なネットワーク状の割れ目が発達し、その割れ目に沿って、多量のHalite(塩)が析出している。Halite(塩)がそのまま残っている所に、乾季の降雨量の少なさが読み取れる。その割れ目の一部から、温泉が湧出している。デイサイト露頭自体も触ると相当に熱い。

7.5 地熱ポテンシャル

その後、南岸の温泉を分析した結果では、海水の30%程度の塩濃度をもち、Na-K-Ca地化学温度は150℃程度であった(本誌の高橋ほか, 1998)。この程度の地化学温度は、必ずしも高温の地熱貯留層の存在を保証しない。また、ムンガ火山は若い火山であるという確証もなく、第四紀火山であるかどうかとも定かでない。よって、温泉湧出量、地化学温度、熱源等からみて、この地域の地熱ポテンシャルは高いとはいえない。

8. マタロコ(Mataloko)地域

8.1 アクセス

マタロコはバジャワ(Bajawa)の町の南東10kmの所に位置し、バジャワからフローレス横断道路を車で20分ほど東に移動し、そこから南に約20分程度畑地を歩くと到着する。アクセスは今回の候補地の中で最良である。

8.2 開発ニーズ

バジャワは標高1,100mの高原都市であり、人口12,000人に達する。しかし、火山地形に規制されて土地が狭く、飲料水確保も困難なため、1997年より5年程度の計画で、より北に移転する予定である。これには空港建設計画等も含まれており、エネルギー供給は大きな課題である。このため、地熱発電に大きな期待が寄せられており、開発ニーズはきわめて高い。

8.3 地質概要

活火山として南にイネリエ(IneriまたはInerie)と北にイネリカ(Inrika)があり、そのほかに衛星画像からも読み取れる多数の若い玄武岩質成層火山(スコリア丘様だが厳密には成層火山)が分布する(本誌の浦井ほか, 1998; 村岡, 1989)。これらより

古い火山の火山体はイネリエやマタロコの間で北北西-南南東に10km程度の長軸をもつカルデラ状のベズンの裾野を構成している。よって、中心のベズンはカルデラである可能性があり、イネリエや玄武岩質成層火山群はこのカルデラの後カルデラ丘である可能性がある。いずれにせよ、これら全体が1つの複合火山群をなしている。

8.4 地熱兆候概要

マタロコ地域には2つの沢が平行して、南西から北東の方向に流下している。この沢を横断する形で、南北150m、東西80mの範囲に多数の酸性変質帯、噴気、温泉が分布している。噴気、温泉は90℃に近く、最高94.6℃であった。VSIの1m深地温調査においても、南北150m、東西80mの範囲に熱異常域が認められ、1m深において90℃を超える所が少なくない。噴気、温泉はいずれもMud volcanoないしMud pot状である。温泉湧出量は多くなく、全体を合わせて、300ℓ/分程度と見積もられる。

8.5 地熱ポテンシャル

マタロコ地域は地下伏流水に火山性のガスが吹き込み、その熱で地下伏流水が沸騰しているものと思われる。したがって、これら地表の地熱兆候のみから、直ちに地下に地熱貯留層の存在が保証される訳ではない。熱水の地化学温度計も酸性のため、使えない。しかし、経験的にはこれくらいの酸性変質帯があれば、地熱貯留層の存在はかなりの程度、有望視できるものと思われる。事実、VSIが調査中であった比抵抗調査(直流法)の低比抵抗異常は地下1kmで若干広がる傾向を示し、地下1kmで相当の水平的広がりをもっているらしい。したがって、本地域は最も有望な地域の1つであろう。

9. ワトゥクバ(Watukuba)地域

9.1 アクセス

そもそもレンバータ(LembataまたはLomblen)島に行くこと自体が大変である。加えて、ワトゥクバの地熱地域はレオレバの町から南東18kmの位置にある。レオレバの町からカラングラ(Karangora)の村までは一部舗装された道路があり、車で約1時間



第7図 レンバータ島ワトゥクバの大規模地すべり地形頂部。地すべりは1979年7月に起こり、500人ほどの村を跡形もなく飲み込んだ。地熱変質帯が広範に露出している。

で行ける。しかし、カランゴラからワトゥクバの地熱地域までは起伏の多い山道を2時間以上かけて約15km歩かなければならない。したがって、掘削機材の搬入を考えただけでも、相当の困難が予想され、アクセスは5地域中、最も厳しいといえよう。

9.2 開発ニーズ

電力消費地としては、カランゴラあるいはレオレバが考えられるが、その距離やアクセスから考えて、開発ニーズは5地域中、最も乏しいといえよう。

9.3 地質概要

カランゴラの南東に突き出た半島は、それ自体が鮮新世から第四紀にかけてのいくつかの火山体によって構成される。村岡(1989)は衛星画像の判読から、その半島の東端に1911年オランダ作成の地形図に載っていない火山体が存在することを述べた。VSIによれば、この火山体は1951年に誕生したものである。また、同じく衛星画像に明瞭なこの半島のつけ根の幅1.5km、長さ4kmに及ぶ巨大な地熱変質帯地すべり地形(第7図)は、1979年7月の地すべりによって形成されたものであり、海岸にあった人口500名ほどの一つの村を跡形もなく飲み込んだらしい。悔やまれることは、この地すべりが起こる2週間前に、村人が地すべり地形の頂部にクラックが成長するのを目撃していたことである。

9.4 地熱兆候概要

ワトゥクバの噴気帯は直径50m程度の変質帯の

中にあり、温度は最高98.6℃である。これはH₂S臭がほとんどなく、噴気量も小さい。ワトゥクバより南西に3km程度下った所にワイウエジャク(Waiwejak)の村があり、そこには温泉が湧出している(宮崎, 1989)。これも、湧出量が300ℓ/分程度と見積もられるが、温度は37.4℃と低い。このように、地熱流体からみる限り、ワトゥクバの地熱兆候の規模は小さい。地熱変質帯のみが、前述の地すべりにみられるように、大規模である。

9.5 地熱ポテンシャル

ワトゥクバの噴気帯や地熱変質帯には、探査の価値があるかもしれないが、全体的に地熱兆候は弱く、地熱ポテンシャルは小さいと思われる。ワトゥクバの火山観測所の降雨量測定によれば、この地域の年間降雨量は500mmに過ぎない。加えて、前述のようにこの地域は基本的に透水性の高い火山体の寄せ集まりから成っている。このため、地下水位が相当に深いと予想される。したがって、熱源には恵まれているとしても、水の供給量や水位が不足しているのであろう。

10. ブカピティン(Bukapiting) 地域

10.1 アクセス

アロール島はレンバータ島より東の島であり、さらに僻地を予想していた。しかし、実際にはアロール島のカラバヒ湾にはオーストラリアなどから来たヨットが停泊し、こちらの方がやや開け、洗練され

ていた。これは地方行政上、アロール島の方が高いランクに位置づけられたからであり、10年前にクパン-レオレバ間を飛んでいた軽飛行機の定期便は2、3年前に廃止され、いまはクパン-カラバヒ間に定期便が就航している。アロール島はレンバータ島よりもアクセスがよいのである。ブカピティンの地熱地域はカラバヒの町から、直線で東南東に28kmの所に位置する。車で約2時間かかり、距離の大部分を占める海岸沿いの道路は舗装され、快適である。目的地近くの山の中の道路は未舗装であるが、その距離は比較的短い。ブカピティンはマタロコに次いでアクセスが良いといえよう。

10.2 開発ニーズ

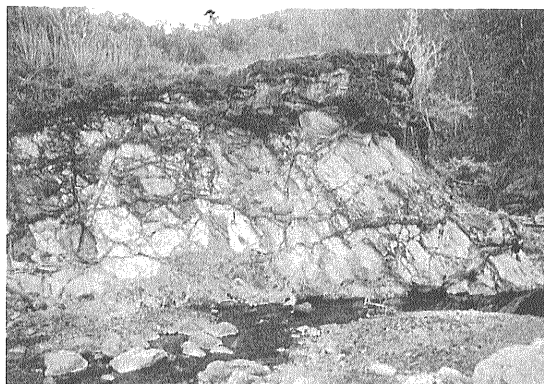
カラバヒの町は人口が25,000人もあり、海岸沿いには送電線もみられ、いくつかの村がある。よって、開発ニーズは高い。

10.3 地質概要

小スندا弧にも、バンダ弧にも、第四紀火山は分布するが、細かくみると、その漸移部のアロール島とウェタル島の部分のみ、第四紀火山が目立たない。これは、この付近の火山フロントがやや北側に後退しているためかもしれない。アロール島にも鮮新世くらいの開析された火山体はみられるが、全体としては堆積岩の方が卓越している。ブカピティンの地熱地域周辺にも若い火山はない。ブカピティンを構成する地層は砂岩であり、その中に花崗斑岩と見まがうようなアルコーズ砂岩が挟まれる。アロール島にはカラバヒ湾の両岸を規制する南西-北東方向の大断層を始め、多くの断層が発達している。後述のブカピティンの噴泉は1991年の地震時に、より高く噴出したらしい。これらのことから、ブカピティンの噴泉は構造規制型の温泉といえよう。

10.4 地熱兆候概要

小さな川沿いの50mくらいの範囲に、3つの温泉湧出域がある。また、これらに伴って最大層厚5mくらいのシリカシンターがみられる。1番南側のものは、温度100℃で吹き上げの高さ5mに達する噴泉であり、湧出量は300ℓ/分以上であろう。中間のものは温度77℃の通常の温泉であり、湧出量は180ℓ/分程度である。1番北側のものは、温度100℃



第8図 アロール島ブカピティンの噴泉近傍の露頭にみられる断裂型地熱貯留層の化石。上部が厚さ約1mの現世シリカシンター堆積物、下部がシリカ脈の充填する断裂系がネットワーク状に発達する新第三紀砂岩。スケールはみえにくい、露頭中央のハンマー参照。

で吹き上げの高さ4mに達する噴泉であり、湧出量は300ℓ/分以上であろう。第8図は1番北側の噴泉のすぐそばにみられる露頭である。露頭の上位を厚さ1m程度の現世のシリカシンター堆積物が被覆している。その下位は新第三紀の砂岩で構成され、その中にシリカ脈に充填された断裂系のネットワークが発達している。シリカ脈やシリカシンターは熱水から沈殿したものであるから、これはごく浅部の断裂型地熱貯留層の化石といえることができる。

10.5 地熱ポテンシャル

見かけは有望であるが、その後の分析によれば、Na-K-Ca地化学温度は160℃程度であった(本誌の高橋ほか, 1998)。この地化学温度は、高温の地熱貯留層の存在をある程度期待させる。しかし、構造規制型の温泉であることや、熱源が不明であることなどからみると、地熱兆候地の真下に高温の地熱貯留層があるかどうかは明らかではない。

11. 候補地の総合評価

以上5つの調査候補地の予察調査の結果について、アクセス、開発ニーズ、地質概要、地熱兆候概要、地熱ポテンシャルの5つの観点を比較し、まとめると第3表のようである。アクセスについては、マタロコが最良であり、次いでブカピティンが良好で

第3表 予察調査からみた5つの調査候補地の総合評価。

	アクセス	開発ニーズ	地質概要 (主に熱源)	地熱兆候概要 (主に規模)	地熱ポテンシャル	総合評価
ワイサノ	×	×	○	○	○	○
ワイベシ	×	○	△	×	×	△
マタロコ	○	○	○	○	○	◎
ワトゥクバ	×	×	○	△	×	△
ブカピティン	△	○	×	○	△	○

ある。他の3地域については、地上探査に関しても苦勞が多いと思われるが、特に掘削リグの搬入に関して、大がかりな道路造成工事を必要とする。開発ニーズについては、マタロコが最良であり、次いでワイベシとブカピティンが良好である。地質概要については、複成火山の存在など熱源に注目すると、ワイサノ、マタロコおよびワトゥクバが恵まれている。地熱兆候概要については、噴気・熱水湧出域の規模などをみると、ワイサノ、マタロコおよびブカピティンが比較的大きい。ワトゥクバは前述の大規模な地すべりにみられるように、地熱変質帯の規模が大きい。地化学温度計の結果等も考慮して、地熱ポテンシャルをみると、ワイサノとマタロコが有望視される。ブカピティンは沸騰泉の連続的噴出など、見かけ上派手であるが、構造的な成因が考えられ、地下貯留層の存在に関してはリスクが残る。

したがって、これらを総合的に評価すると、マタロコ地域は全ての条件を満たしており、5つの調査候補地の中で本プロジェクトの調査対象地域に最もふさわしいと言えよう。次いで、ワイサノ地域は開発ニーズに難があるものの、調査対象地域として比較的有望な地域と言える。また、ブカピティン地域も地熱ポテンシャルにリスクがあるものの、調査対象地域として比較的有望な地域と言える。

これら5つの調査候補地の予察調査は、今後さらにNEDOによっても実施される予定である。また、調査対象地域の選定は、上述した評価基準以外の観点も入れて、関係機関の間で議論した上で決定される。したがって、ここに述べる見解は、最終的な調査対象地域の選定を意味するものではない。しかしながら、今回、予察調査を行った筆者らとしては、上述のようにマタロコ地域が様々な点で優れており、選択の余地が少ないと考えている。

エピローグ

筆者らの1人(村岡)は丁度10年前に、2度に渡りレンバータ(ロンブレン)島において、金鉱の調査を行った(村岡, 1989)。その帰路には一度、フローレス島に立ち寄る機会もあり、活火山と地熱兆候に恵まれた美しいこの島に強い印象を受けた。そして、いつか、この地で豊かな地熱資源を利用するための研究協力ができないものかと思ったことがあった。それは、あくまでも漠然とした願望に過ぎず、具体的行動を起こさないままであった。しかし、いつしか運命の糸に導かれて、図らずもその願望を成就することができた。10年の歳月を経て訪れたフローレス島やレンバータ島は、やはり期待に違わず、やさしく、郷愁に満ちていた。

10年前にも、レンバータ(ロンブレン)島において、苦勞してウアイウェジャクの温泉まで来ていたものの、ワトゥクバの地熱噴気帯や地熱変質による巨大な地すべり地帯に、到達することができなかった(宮崎, 1989; 村岡, 1989)。今回はこれを果たすことができた。これは、土地感のある数人の村人を1人5,000ルピアで道案内に雇ったことが大きい。5,000ルピアといえば出張時のレートで250円ほどに過ぎないが、この僻地では大金である。筆者らの1人(ナスティオン)はそのときしみじみと、『もし、私がバンドンでなくワトゥクバ地域に生まれていたら、今頃、私がこの調査団の道案内をしていたかもしれない』とつぶやいた。レンバータ島自体が僻地であるが、そのまた僻地のワトゥクバ地域に生まれていたら、高等教育を受ける機会も動機もなく、研究者になることはほとんどなかったであろう。

ヌサテンガラ地域にローカル電源をつくることは、

この地域の過疎化を防ぎ、インフラストラクチャーを築き、産業を起こし、教育の機会均等を促進し、生活水準や文化を向上させることになる。これがインドネシア政府の目指す地方電化計画である。現在、ヌサテンガラ地域でも一部の町では夜間を中心に電力が供給されており、これにはディーゼル発電が使われている。ディーゼル発電は当然のように二酸化炭素排出量も大きく、軽油の長距離輸送によるコストも大きい。これを二酸化炭素排出量が小さく、燃料の要らないローカル地熱電源に代えることは、地球環境問題からみても、コストからみても、望ましいことである。

複雑な現代にあっては、国際協力のあり方も単純ではなく、近年、マスコミではODAに対する否定的な論調が少なくない。しかしながら、本プロジェクトのような趣旨は、商業活動によっても、NGOによっても、実現することが難しく、ODAの果たすべき役割はエネルギー・環境問題を中心に依然として大きいように思われる。本プロジェクトがプロジェクトとして実を結ぶまでには実に3年以上の歳月が費やされ、その間に、多くの人々が実現に向けて努力された。これらの人々の努力に報いるためにも、本プロジェクトでは成熟した研究協力のあり方を模索したい。

謝辞：本プロジェクトの準備段階の3年以上に亘る歳月の間に、多くの方々がその実現に向けて努力された。特に、NSS本部の森 信昭元総括研究開発官、杉原 誠エネルギー技術研究開発課長、杉上孝二元研究開発官、宮沢和男元研究開発官、林克彦研究開発官、金谷文人専門職、東電設計(株)の馬場健三副本部長、ジオパイオニア(株)の清水

秀俊専務、NEDOの金原啓司元地熱調査部長、蝦田佑一元地熱調査部長、瀬戸屋英雄元地熱調査部長、今永 隆地熱調査部長、内田利弘元地熱調査第二課長、大久保泰邦地熱調査第二課長、成田伸哉元主査、久谷公一主査、地質調査所の笹田政克国際協力室長といった方々の情熱と御指導とがなければ、本プロジェクトはとっくに放棄されていたであろう。これらの方々に、心から敬意と感謝を表したい。

文 献

- 宮崎芳徳(1989)：金銀鉱床有望地域発見への現地調査。地質ニュース, no.423, 27-34.
- Muller, K. (1995) : East of Bali -From Lombok to Timor- (2nd ed.). Periplus Editions Ltd., Singapore, 322p. 筆者注) 仕事でヌサテンガラを訪問する人にとって、日本の旅行案内書のほとんどは、内容的に物足りない。この点、本旅行案内書は英文ながら、ヌサテンガラに通い続けた人が書いた旅行案内書であり、文化、交通手段から衛生対策に至るまで、詳細な情報の満載された必携の書である。日本での販売元は〒214 神奈川県川崎市多摩区堰1丁目21-13, Charles E. Tuttle Inc.となっている。
- 村岡洋文(1989)：南海の小スンダ列島に地質と金鉱を探る。地質ニュース, no.423, 35-42.
- 笹田政克・高橋正明(1996)：インドネシアの地熱資源 一とくに東部地域における今後の探査に関連して一。地質ニュース, no.502, 54-58.
- 高橋正明・村岡洋文・浦井 稔・アズナヴィアナ スティオン(1998)：インドネシア東部島嶼地域の地熱系の予察調査。地質ニュース, no.521, 54-64.
- 浦井 稔・村岡洋文・高橋正明・アズナヴィアナ スティオン(1998)：衛星画像から見たインドネシア、ヌサテンガラ・チモール地域の地熱有望地域。地質ニュース, no.521, 49-53.

MURAOKA Hirofumi, NASUTION Asnawir, URAI Minoru and TAKAHASHI Masaaki (1998) : A start of the "Research Cooperation Project on Exploration of Small-Scale Geothermal Resources in Remote Islands in Indonesia".

<受付：1997年12月12日>