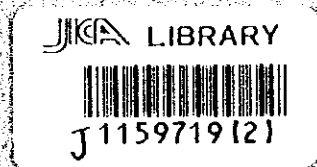


タイ王国メーサリアン地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年 次

平成12年 3 月



国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資
J R
00-033







タイ王国メーサリアン地域

資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年 次

平成12年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1159719(2)

はしがき

日本国政府は、タイ国政府の要請に応え、同国の北部に位置するメーサリアン地域における鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、地化学探査、物理探査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、平成9年度を第1年次とする3年次にあたり、金属鉱業事業団は2名の調査団を編成して、平成12年1月10日から平成12年3月18日まで現地に派遣した。

現地調査は、タイ国政府機関、工業省鉱物資源局の協力を得て予定通り完了した。

本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

おわりに、本調査の実施にあたって御協力いただいたタイ国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在タイ国日本国大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成12年3月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

金属鉱業事業団
理事長 田代 直弘

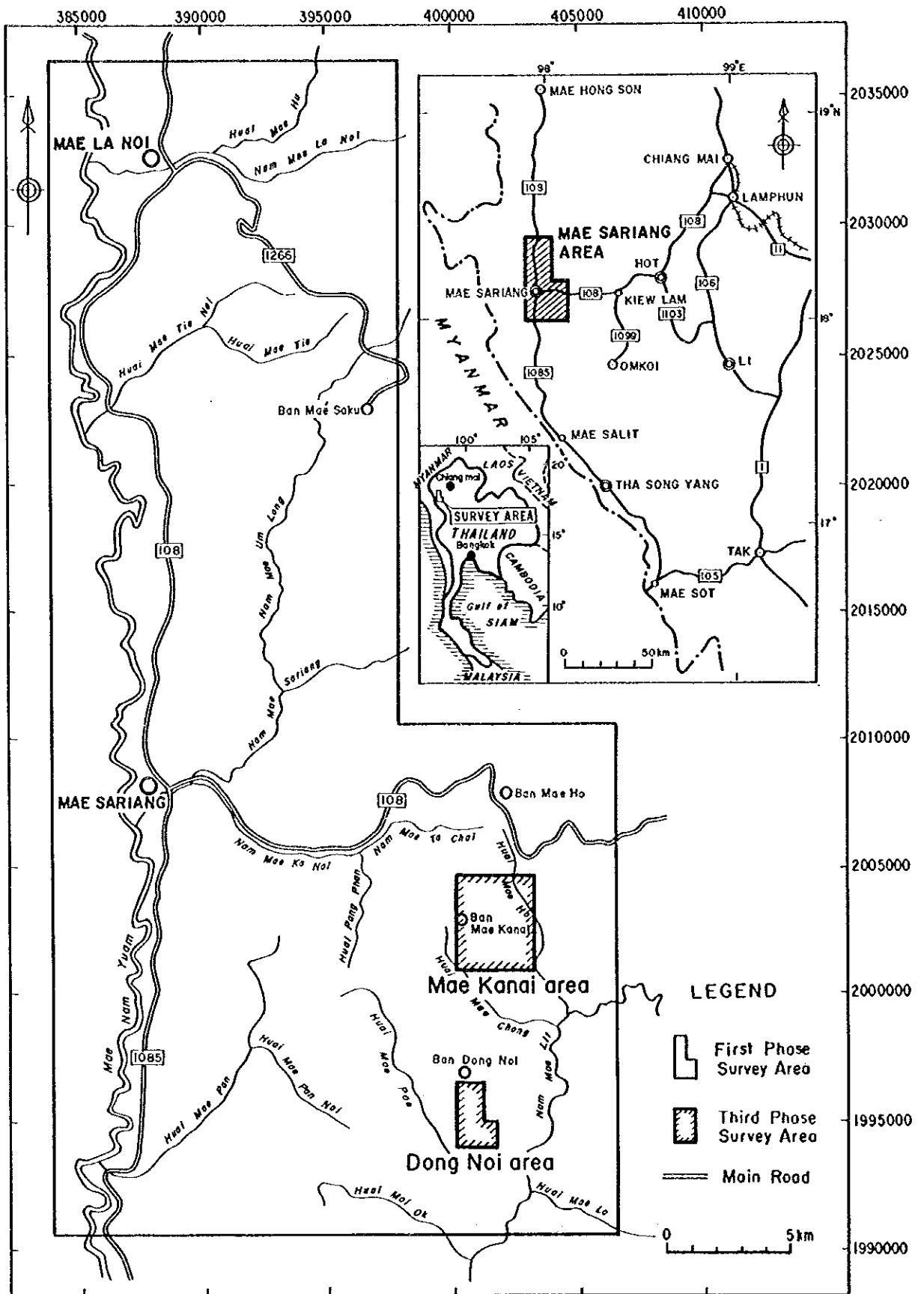


Fig. I-1-1 Location map of the survey area

要 約

今年度の調査結果から次の結論が得られた。

(1) ドンノイ地区

ドンノイ地区西半部の石灰岩分布域に広がる亜鉛・鉛の地化学異常域は、140～250℃で高塩濃度の熱水鉱液が石灰岩中の節理や裂隙層理面などを通じて上昇し、石灰岩層の比較的上位のある層準で珪化帯を形成し、その直上に広範なドロマイト化作用と亜鉛・鉛鉱化作用を起こすとともに節理系や特定層準を交代した石英脈を形成し方鉛鉱・閃亜鉛鉱を沈殿させた。ドロマイト化帯の石英脈では、80cm 幅で Zn=7.86%、Pb=2.82%、この石英脈を含む 20m 区間試料でも Zn=1.60%、Pb=1.43%の高い濃度となっており、この周辺で亜鉛鉱体の賦存が期待される。しかしながら、石英脈の形成機構は、開口節理やある特定層準の層理沿いを交代するものであることから、賦存位置の推定には岩相や地質構造のより詳細な説明が必要である。

IP 異常域の余地で掘削された MJTM-6 孔の結果、この IP 高異常域はスカルンに重複した銅・鉛鉱化帯である可能性がより鮮明となった。MJTM-6 孔で黄銅鉱の出現する 64m 付近は、IP 異常域(16mV-sec/V 以上)の上限深度とほぼ一致している。黄鉄鉱鉱染を含めて全体的に鉱微が強くなる 140m以深は 20mV-sec/V 以上の IP 異常域に一致する。16mV-sec/V 以上の異常域は、直径 100m、延長 800mの広がりを持つ。MJTM-5 孔、MJTM-6 孔の結果からは下部すなわち花崗岩との接触部に向かって銅濃度が増加する傾向にあり、富銅部はこの接触面に近い部分にある可能性が指摘される。

(2) メーカナイ地区

MJTM-7 孔と過去の DMR のボーリング結果から、メーカナイ地区の IP 高異常域は、北東-南西方向に連続している断裂に沿った珪化帯を伴った鉱化帯に対応すると考えられ、優勢な黄鉄鉱鉱染と黄銅鉱鉱微を伴う。黄銅鉱は、深度 129m付近で最も優勢であるが品位は低い。この鉱化帯は、西側尾根部に分布するゴッサン帯を形成した鉱液通路の可能性が指摘される。

メーカナイ地区の亜鉛含有量の高いゴッサン帯は鉛直方向に連続すると考えられていたが、ボーリング調査の結果、ゴッサン帯は地表部に 10 数 m の厚さでほぼ地表面に沿って分布していて、その下位にはほとんど目立った鉱微が賦存しないことが確認された。ゴッサン帯は、粘土化した泥岩ないし砂岩に挟在されて分布し、もともとは黄鉄鉱に富み閃亜鉛鉱を付随する塊状硫化鉱であったものが、風化によって黄鉄鉱が酸化し褐鉄鉱に変化し、閃亜鉛鉱は溶解流出してしまったものと想定される。ゴッサン付近の堆積岩は、特に下盤側で滑石-セリサイト-緑泥石-スメクタイトの粘土化作用を強く受けている。また、ゴッサン帯の上盤には白色粘土化を伴う熱水角礫状の珪化帯及び石英脈の発達を観察される。

ゴッサンの胚胎位置はほぼ同水準にある。MJTM-8 孔と MJTM-9 孔及び DMR の MK-3 孔に挟まれた地域は、このゴッサン層準が地表面下にあり、地表下にゴッサン帯が隠されている可能性が高い。また、物理探査測線 E および D 測線の東端部には地表直下に IP 異常が東傾斜で分布していて、地表下に塊状硫化鉱の賦存が想定される。

目 次

はしがき
調査地域位置図
要 約
目 次

第I部 総 論

第1章 序 論	1
1-1 調査の経移及び目的	1
1-2 第2年次調査の結論と提言	1
1-3 第3年次調査の概要	4
第2章 調査地域の地理	7
2-1 位置及び交通	7
2-2 地 形	7
2-3 気候及び植生	8
第3章 一般地質	8
3-1 地質概要	8
3-2 鉱床	8
第4章 調査結果の総合検討	10
4-1 ドンノイ地区	10
4-2 メーカナイ地区	11
第5章 結論及び提言	12
5-1 結 論	12
5-2 将来への提言	13

第II部 各 論

第1章 ドンノイ地区	14
1-1 鉱徴状況調査	14
1-2 ボーリング調査	17
1-3 考察	22
第2章 メーカナイ地区	25
2-1 ボーリング調査	25
2-2 考察	34
第3章 流体包有物均質化温度及び塩濃度測定	39
第4章 調査結果の総合検討	44
4-1 ドンノイ地区	44
4-2 メーカナイ地区	46

第III部 結論及び提言

第1章 結論	50
1-1 ドンノイ地区	50
1-2 メーカナイ地区	50
第2章 将来への提言	51

参考文献

巻末付図付表

図

Fig. I-1-1	Location map of the survey area	
Fig. I-1-2	Interpretation map of the Mae Kanai area	3
Fig. II-1-1	Location map of drilling hole and mineral occurrence survey in Dong Noi area	15
Fig. II-1-2	Map showing the result of mineral occurrence survey	16
Fig. II-1-3	Geologic profile of MJTM-6	23
Fig. II-1-4	Geologic profile along IP anomaly zone at the center of the Dong Noi area	24
Fig. II-2-1	Location map of drilling holes in Mae Kanai area	26
Fig. II-2-2	Geologic profile of MJTM-7	35
Fig. II-2-3	Geologic profile of MJTM-8	36
Fig. II-2-4	Geologic profile of MJTM-9	37
Fig. II-2-5	Geologic profile of MJTM-10	38
Fig. II-3-1	Diagram between homogenized temperature and salinity in Phase III	41
Fig. II-3-2	Diagram between homogenized temperature and salinity in Dong Noi area	42
Fig. II-3-3	Diagram between homogenized temperature and salinity in Mae Kanai area	43
Fig. II-4-1	Schematic mineralization model in Dong Noi area	45
Fig. II-4-2	Potential area for subsurface gossan and massive sulfide ore	47
Fig. II-4-3	Schematic mineralization model in Mae Kanai area	49

表

Table I-1	Contents and quantity of survey	6
Table II-1-1	Program of drilling survey	19
Table II-1-2	Summary of drilling activity	20

付図付表

Appendix 1	Microscopic observation of polished thin section of rock and ore sample
Appendix 2	Result of X-ray diffraction analysis
Appendix 3	Geochemical data of rock sample in the Northwestern of Dong Noi area
Appendix 4	Ore assay data of core sample
Appendix 5	Equipment of drilling survey
Appendix 6	Articles of consumption during drilling survey
Appendix 7	Core logging sheet
Appendix 8	Homogenized temperature and salinity of fluid inclusion

添付図面

PLATE-1	Mineral Occurrence Survey Result of the northwestern part of the Dong Noi Area
---------	--

第 I 部 総 論

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

タイ国は、急速な経済発展に伴う工業化の進展により、銅・鉛・亜鉛当のベースメタルの需要が増え輸入が急増しており、タイ国内資源において、これら鉱物資源の安定確保が急務となっている。

とりわけ亜鉛に関しては、パデン社が国内鉱山を所有し(埋蔵鉱量 450 万トン、亜鉛品位 28.9%:Min. Jour., 1994/4), 東南アジア唯一の亜鉛精錬所を操業している。しかしながら、近年鉱山の鉱量枯渇に伴って精錬所への鉱石自給率が低下し他国からの買鉱が増加していることから、新規鉱山の開発が急務であることが指摘されている。

本調査地域は、このパデン社メーソット(Mae Sod)鉱山の北約 180km に位置し、同所と同様な地質帯が分布し鉛・亜鉛の鉱徴地も分布している。また、1987 年資源開発協力基礎調査ヤンキャン地域で補足されたスカルン型塊状硫化鉱体の構造延長上にあることから、本地域は高いポテンシャルを持つものと期待される。

本調査は、タイ王国メーサリアン地域において地質状況および鉱床賦存状況を解明することにより、新鉱床を発見することを目的とする。

1-2 第 2 年次調査の結論と提言

1-2-1 第 2 年次調査の結論

(1) ドンノイ地区

トレンチ調査、ボーリング調査の結果、昨年度検出された Zn, Cd, Pb, Mn の地化学異常は石灰岩中に胚胎する層状ないし塊状鉱体の賦存を表現しているものではなく、ドロマイト化を伴った鉱染状鉱徴と、スカルン鉱体上部に分布する石灰岩中に発達する網状角礫剪断帯に鉱染した閃亜鉛鉱、方鉛鉱に由来することが明らかとなった。石灰岩に伴われる層状・塊状鉱体を形成するために必要な高塩濃度鉱液の存在も証明されたが、今回の調査地点ではこれを沈殿させるに十分な地質環境〔多孔質部、大きな剪断帯の賦存〕になかったものと推定される。同様の鉱徴は地区の北西部にも広く分布し、未だ未探鉱である。

Cu, Pb, Ag 地化学異常値は、花崗岩体に近い深部のスカルン帯に由来し、ドンノイ地区中央の鉛鉱徴地から南北断層に沿って北側に伸びている。この Cu, Pb, Ag 鉱徴は、MJTM-3, MJTM-5 の掘削結果から、第 1 年次 IP 調査の南北に連続する高充電率域と一致している可能性が高い。高充電率域は直径約 100m, 延長 800m 以上の広がりを持つ。品位分析では、Cu 0.05~1.30%, Ag 1.4~46.4g/t, Pb 0.02~12% が得られているが、ボーリング数、分析数とも不十分である。

今年度の地質精査の中で、ドンノイ地区南方の尾根状にゴッサンの露頭がはじめて確認され、地化学探査と IP 調査を実施した。地化学探査では、ドンノイ北部地区に比べて高い値を示した元素はなく、周辺の石灰岩にもハローは及んでいない。しかしながら、ゴッサンは鉱石分析で 600~800ppm の銅品位を示し、土壌中でも Cu 100ppm 以上、Au 30~40ppb の値が得られている。IP 調査では、ゴッサン帯の直下の標高 800m 付近〔深度 200m〕から深部に低比抵抗で高充電率を示す箇所が認められる。これらのことから、このゴッサン帯の下部では、ドンノイ地区には特異な銅-金に関連した鉱脈型ないしネットワーク型鉱床が賦存する可能性が示唆される。

(2) メーカナイ地区

メーカナイ地区には古生代の堆積岩類が広く分布する。地域西側は、三疊紀花崗岩類が分布する。

堆積岩類は主としてオルドビス紀の頁岩類と石灰岩類からなり、この北側と南側には東西系の断層で区切られて、シルル紀-デボン紀の砂岩が分布する。

オルドビス紀堆積岩類は地表では頁岩及び砂岩が卓越するが、下部に石灰岩が広く分布する。

本地区には、主要な鉱化帯としてオルドビス紀堆積岩中に認められるゴッサン帯がある。ゴッサン帯の規模は直径数 100m で、各所に認められる。ゴッサンの品位分析の結果では、サムラン村南のゴッサン帯で最高値は5 mのチャンネルサンプリングで Zn 1.54%、その周囲では 0.7~0.8%が得られている。他のゴッサン帯でもZn 0.2~0.4%と高い値を示す。

土地化学探査、MMI 法地化学探査の異常域はゴッサン帯の周辺に認められ、地質調査結果と併せた有望地域は、

- 1) B, C 測線の 200~500m 付近
 - 2) サムラン村南東に分布するゴッサン帯周辺
 - 3) 測線 F 測点 1,000 付近のゴッサン帯から測線 E にかけての区域
 - 4) 測線 D 側線 800~900 付近
- の 4 箇所を集約される。

IP 調査の2次元解析の結果では、測線Aから測線Cにかかる南北方向の断層とほぼ一致して、比抵抗不連続線が見られ、この不連続線の東側で低比抵抗の分布が見られる。充電率は測線Bの測点 500 付近が最も高い値を示しており、測線Cでは高充電率の中心が測点 300 付近に見られる。

以上の結果から物理探査の結果では測線Bの測点 500 周辺が最も有望な箇所と考えられる。同箇所は低比抵抗で高充電率を示す箇所である。また、同箇所は断層周辺部で鉱微地にも近いことから、鉱化帯に関連した異常と考えられる。また、測線Aおよび測線Bに広く分布する低見掛比抵抗域は、測線Bの測点 1000 から測線Cの測点 1600 付近まで、断層に沿うように伸びており、測線Cの測点 1600 近傍ではゴッサンの鉱微地が存在する。ゴッサンを挟んで、測線Dの測点 1800 から測線Fの測点 1800 にかかる箇所には高充電率域が分布している。低比抵抗域からゴッサン、高充電率域は断層方向に連続していて、ここでも断層に関連したと想定される鉱化帯の賦存が想定される。

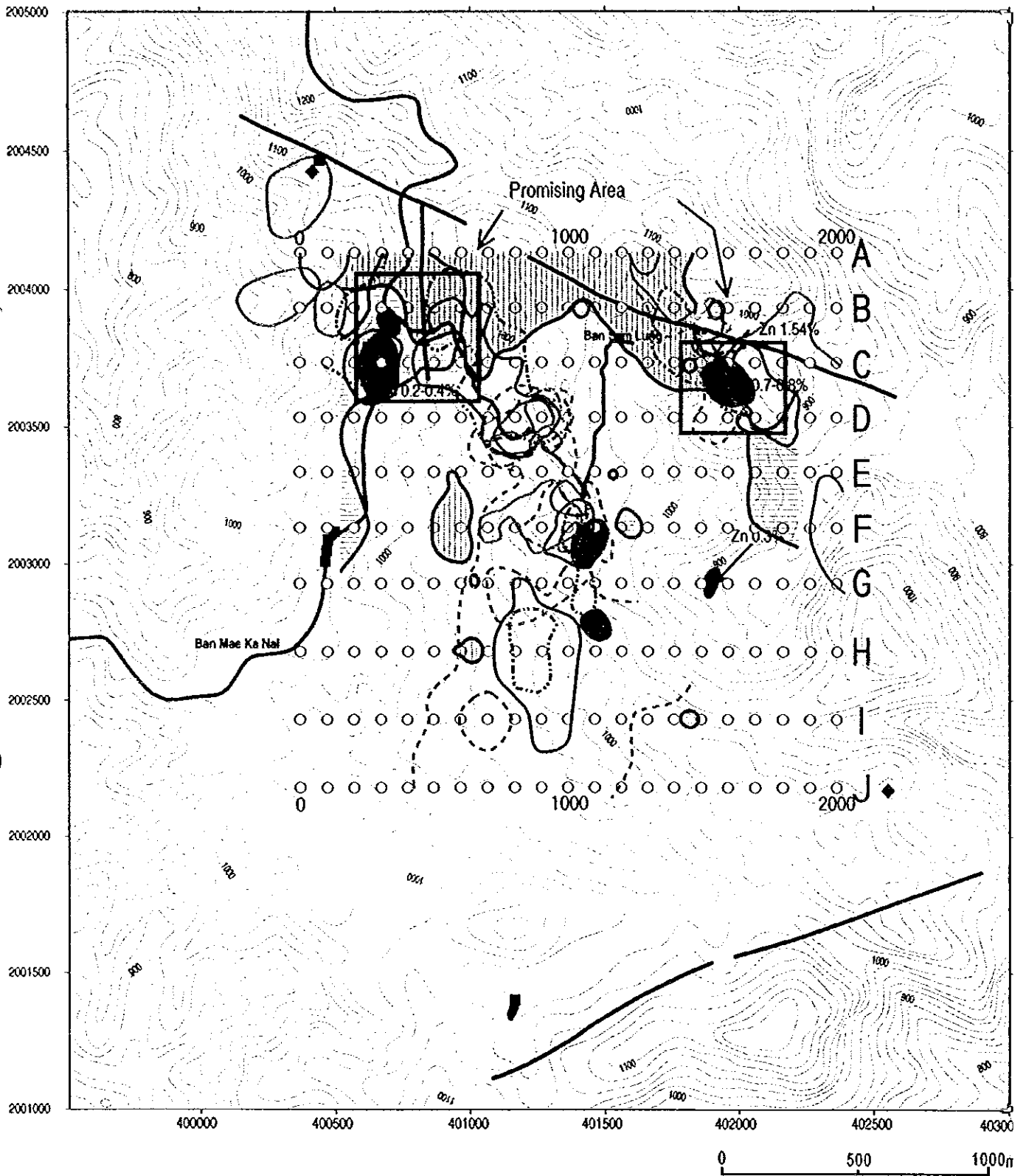
地質精査、地化学探査及び物理探査の結果を総合して得られた有望域は、測線 B,C の測点 300~600 付近までのゴッサン帯から断層にかけての部分で亜鉛の地化学異常と、低比抵抗域、IP 高異常域が重複する区域と、サムラン村東部の低比抵抗域、銅、鉛、亜鉛の MMI 地化学異常を伴い亜鉛の高含有量を示すゴッサン帯及び高充電率の連続する区域が抽出される。両者とも断層構造に支配された鉱化帯の可能性が高い。

(3) I-4地区及びI-4南部地区

I-4南部地区は、石炭紀~デボン紀堆積岩が広く分布し、地区西端には南北系断層を挟んでペルム紀石灰岩が分布する。デボン-石炭系は露頭規模では細かい褶曲が観察されるが、北東-南西の軸を持った一向斜-背斜構造を示す。

プー沢の鉱徴は、数カ所の方鉛鉱-重晶石脈の転石が認められ、Pb 615 ppm, Zn 140 ppm の品位を示す。また、プー沢上流部の数カ所において、角礫化・珪化を被った頁岩中に幅 10m 以下の石英細脈帯が認められ、最高品位は Cu 188 ppm, Pb 341 ppm, Zn 560 ppm であった。

2本の尾根状に地化学探査測線を設置し、土地化学探査を実施した結果では、黒色頁岩中の一部に昨年度の沢



1/20,000

LEGENT

Mineral occurrence

- gossaneous zone
- calc-silicate rock zone
- magnetite ore float
- galena float

fault

IP anomaly zone

- low resistivity zone
- high chargeability zone
- survey point

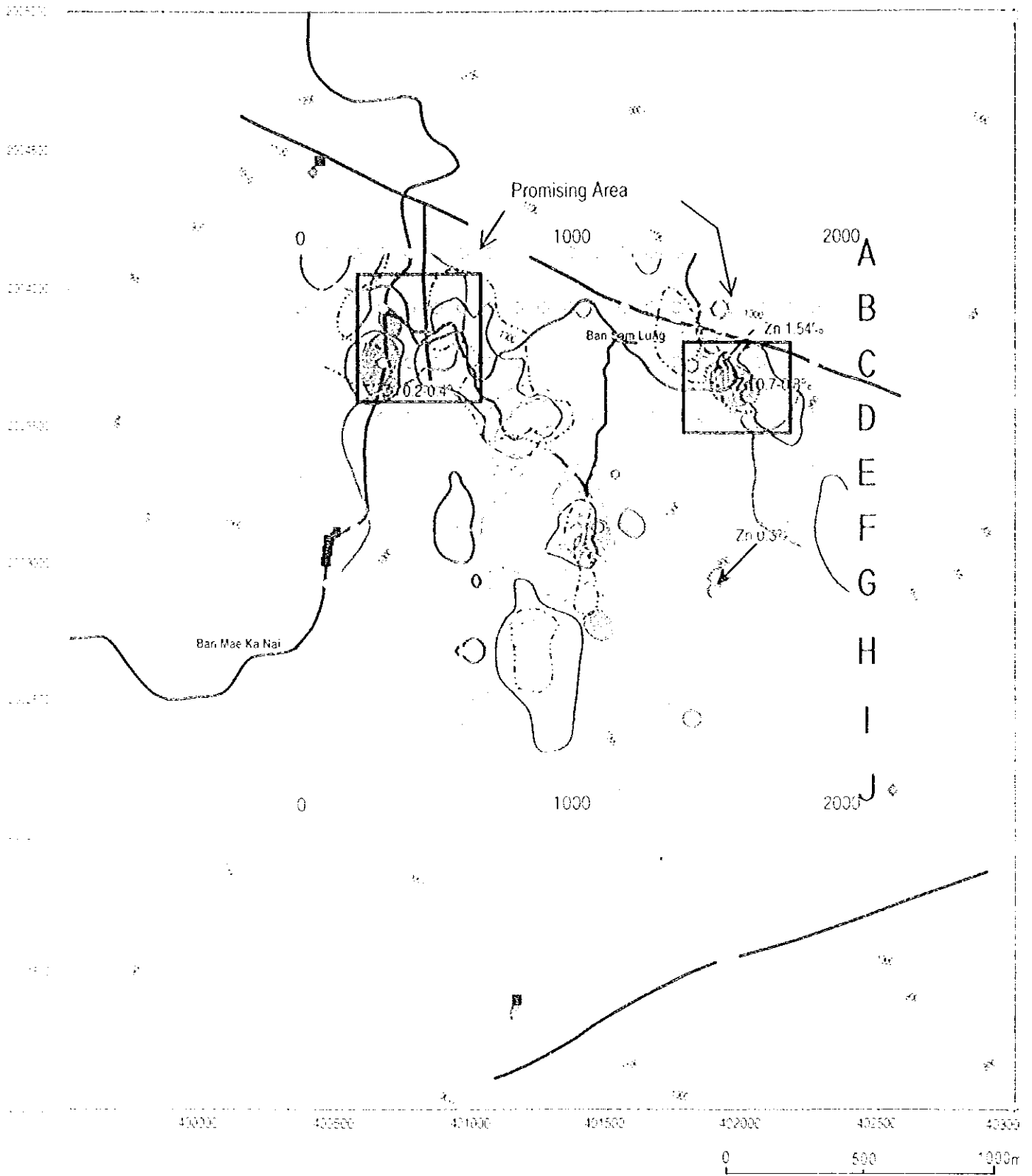
geochemical anomaly
conventional method

- Zn > 227ppm
- Pb > 663ppm
- Cu > 186ppm

geochemical anomaly
MME method

- Zn
 - Pb
 - Cu
- Response Ratio > 5

Fig.I-1-2 Interpretation map of the Mae Kanai area



LEGENT

1/20,000

Mineral occurrence



Mineral occurrence



Mineral occurrence



Mineral occurrence



Mineral occurrence

IP anomaly zone



low resistivity zone



high of angleability zone



survey point

geochemical anomaly conventional method



Zn > 227ppm

Pb > 63ppm

Cu > 180ppm

geochemical anomaly MME method



Zn

Pb

Cu

Resource Part 5

Fig. I-1-2 Interpretation map of the Mae Kanai area

砂地化学探査で得られた異常値と同等の Pb, Zn, Ba 含有量が検出された。

これらのことから、昨年度検出された地化学異常は、黒色頁岩中の重晶石一方鉛鋳脈、一部は角礫珪化を伴う石英細脈帯を起源とするものと考えられる。しかしながら、重晶石一方鉛鋳脈は転石しかなく、量も品位も限られる。また、石英細脈帯の規模も小さく、これ以外に鋳徴を期待できる珪化帯も見出されていないことから、I-4 南部地区で鋳量的にまとまった鋳脈型鋳床が胚胎する可能性は少ないと思われる。

I-4 地区の MJTM-4 孔では、メーカナイ川鋳徴地の延長部にあたる鋳徴を把握できた。深度 20~30m 付近の石英脈鋳化帯は、メーカナイ川鋳徴地北端の硫化鋳物を伴う石英脈の連続延長にあたる。MJTM-4 から露頭までの範囲で鋳化帯の規模は幅 4~12m、延長 100m で南東側および深部方向に連続するものと推定される。品位は分析箇所が少ないが、Ag 19.8~135g/t、Cu 310~1,000ppm、Pb 0.89~8.15%、Zn>0.1%である。

深度 81m 付近と深度 105~120m 付近にも鋳脈鋳化帯が認められ、露頭中央部の黄鉄鋳一方鉛鋳鋳染珪化岩に連続する。これらの品位は必ずしも高くないが、30cm 幅の分析値で Pb 0.37%、Zn 1.22%を示す箇所もある。

1-2-2 第3年次調査への提言

ドンノイ地区

- 1) 中央部の IP 高充電率域をターゲットとしてボーリング調査を実施し、鋳化状況、鋳化帯の範囲と品位を把握する。
- 2) 地区北西部の Zn, Pb 地化学異常の分布する石灰岩分布域で、鋳徴胚胎に有効な地質状況の有無を確認するためのトレンチ調査を実施する。
- 3) ドンノイ地区南部のゴッサン帯下部の低比抵抗、高充電率をターゲットとしたボーリング調査を実施し、鋳徴状況を把握する。

メーカナイ地区

有望地区として抽出された測線 B,C の測点 300~600 付近とサムラン村南東ゴッサン帯周辺でボーリング調査を実施し、下部の地質状況、鋳化状況を把握する。

1-3 第3年次調査の概要

1-3-1 調査地域

メーサリアン地域は、チェンマイ(Chiang Mai)市南西 120Km に位置するメーサリアン町を含む東西 14~23Km、南北 46Km、面積 760km²地域で、行政的にはメーホンソン県(Changwat Mae Hong Song)メーサリアン郡(Amphoe Mae Sariang)、メーラノイ郡にまたがる。チェンマイ市からは国道 108 号線がホット(Hot)町、メーサリアン、メーラノイを経てメーホンソンまで通じている。チェンマイ~メーサリアン間は、道路距離で 200Km、所要時間は自家用車で約 3 時間半である。調査地域内は未舗装の山岳路が山岳民族の部落を結んで発達している。

1-3-2 調査目的

本調査は、タイ王国メーサリアン(Mae Sariang)地域において、地質状況及び鋳床賦存状況を解明することにより、新鋳床を発見することを目的とする。また、相手国機関に対し、技術移転を図ることを目的とする。

1-3-3 調査方法

今年度調査は、第2年次の調査結果で有望と判断されたドンノイ地区、メーカナイ地区において、鉱徴状況調査及びボーリング調査を実施した。

(1) 鉱徴状況調査

鉱徴状況調査は、ドンノイ地区北西部において実施した。

ドンノイ地区では、第2年次に抽出された地化学探査異常帯の鉱化状況を把握するため測線沿いでの連続岩石サンプリングを行うとともに地質精査を実施した。

(2) ボーリング調査

ドンノイ地区において第2年次のボーリング調査で銅及び鉛の鉱徴が確認された IP 異常域の延長部での鉱化状況を確認するために1本、鉛直方向、187.50m を実施した。メーカナイ地区において第2年次の地質・地化学探査及び物理探査により抽出された異常帯において、深部方向の鉱化状況を把握し、鉱化状況の詳細を解明ことを目的に垂直方向3本、傾斜60°方向1本、総掘進長892.90m を実施した。

掘削は、メーカナイ地区から開始し、3台の試錐機を使用した。ダイヤモンドビットはHQ、NQの2種類を掘削深度や岩盤の状況に応じて使用した。表土を除き、全コア採取を原則とし、鉱徴部、孔底部及び岩石の境界部などについては、全コア採取に努め、全コア採取が困難な場合でも採取率は80%以上を目指した。

採取したコアは、上下を明確にしてコア箱に収納し、現地でコア観察、試料採取を実施後、DMR チェンマイ支所のコア倉庫に収納した。

コア鑑定の結果は、縮尺200分の1柱状図にまとめた。

調査内容、調査量を Table I-1 に示す。

Table I-1 Content and quantity of survey

①現地調査

調査内容		調査量		
鉍徴状況調査 メーカナイ地区 踏査ルート長		1.64 km		
ボーリング調査				
地区名	孔名	傾斜	方位	掘進長
ドンノイ地区	MJTM-6	-90°	—	187.50m
メーカナイ地区	MJTM-7	-90°	—	270.00m
	MJTM-8	-60°	N151° E	222.90m
	MJTM-9	-90°	—	200.00m
	MJTM-10	-90°	—	200.00m
総掘進長				1,080.40m

②室内試験

調査内容	調査量
地質・地化学探査	
①岩石地化学探査試料分析	61 件
②流体包有物均質化温度・塩濃度測定	2 件
③X線回折試験	1 件
ボーリング調査	
①岩石薄片	5 件
②鉍石研磨片	5 件
③X線回折試験	16 件
⑥鉍石品位分析 (Cu, Pb, Zn, Sb, Ag, Au)	61 件
⑦流体包有物均質化温度・塩濃度測定	7 件

1-3-4 調査団の編成

日本側

タイ側

企画・調整

伊藤 正	金属鉍業事業団	Somsak Potisat	鉍物資源局
藤井 昇	金属鉍業事業団	Satien Sukontapongpow	鉍物資源局
柴崎 洋志	金属鉍業事業団	Peerapong Khuenkong	鉍物資源局
守屋 猛	金属鉍業事業団	Adoon Wunapeera	鉍物資源局
木田 祥治	金属鉍業事業団		

現地調査

ボーリング調査, 鉍徴状況調査

高加 裕之	日鉄鉍コンサルタント株式会社	Adoon Wunapeera	鉍物資源局
一井 禎彦	日鉄鉍コンサルタント株式会社	Wicharn Mungkhun	鉍物資源局

1-3-5 調査期間

第3年次の現地調査は、下記の日程で実施した。

現地調査

ボーリング調査

平成12年1月10日～平成12年3月18日(69日間)

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

メーサリアン地域は、東経 97° 54'～98° 07', 北緯 18° ～18° 25'の範囲にあり、タイ国第2の都市チェンマイ (Chiang Mai)の南南西約 120km に位置している。第1図に示すように、調査地域の面積は、760km²で、北部では東西約 14km、南部では約 23km、南北長は 20～46kmである。

行政上は、タイ国北西端に位置するメーホンソン県(Changwat Mae Hong Son)南部のメーラノイ郡(Amphoe Mae La Noi)、メーサリアン郡(Amphoe Mae Sariang)、ソップムーイ準郡(King Amphoe Sop Moei)に属する。

調査地域の南西部に位置するメーサリアン郡の郡都メーサリアンは、チェンマイとメーホンソンをつなぐ国道 108 号線が通っていて、チェンマイからは 199km、メーホンソンからは 168km と両都市のほぼ中間に位置している。一般的な交通手段は、自家用車またはバスで、チェンマイ、メーホンソンの両都市を結ぶバス便が 1 日8往復が運行されているほか、メーサリアンからバンコックとの間に1日3往復の深夜バスが運行されている。バスでのメーサリアン～チェンマイ間の所要時間は約5時間、メーサリアン～バンコック間は約12時間である。

バンコック～チェンマイ間には、1日 14 往復の航空便が就航し、所要時間は 1 時間である。また、バンコックから国鉄北線が通っていて、1日 2 本の急行列車(所要時間 14 時間)が運行されているほか、多数のハイウェイバスが運行されている。

上記の国道 108 号線は完全に舗装されていて、調査地域の南部を横断し、メーサリアンからはユアム川に沿って北方向に調査地域を縦断している。メーサリアンから南にはパデン社メーソット鉱山のある町メーソットに舗装された国道 1086 号線がある。地域内には、山岳民族の部落を繋ぐ自動車道路が比較的発達しており、調査には至便であったが、これらの道路はほとんど未舗装であり、雨期には泥濘化し、通行には十分な注意が必要である。

2-2 地形

メーサリアン地域の位置する北西部は、中国雲南省に始まり、タイ-ミャンマー国境に沿って南北に連なりマレー半島まで連続するタノントンチャイ-テナセリウム山脈に属していて、タイの最高峰であるインタノン山(Doi Inthanon;標高 2595m)をはじめとするタイの高山が集中する山岳地帯である。

メーサリアン地域は、この山岳地帯の西端部に位置し、調査地域の西部を南北に流れるユアム川(Nam Mae Yuam)に沿った構造盆地とその東側の高原状台地から構成される。ユアム川沿いの盆地は標高 200～250m 程度で、南北に流れるユアム川に直行する沢型が発達している。

この盆地と高原との境界は、急勾配の崖地形となっているが、高原上面は標高 800～1400m を示し、比較的緩やかな起伏を示す部分が多い。しかしながら、この地域の主要地質構造である南北、北東-南西ないし北西-南東方向に発達する河川系によって深く下刻されていることから、高原上面から主要河川へは急崖をなしている。

2-3 気候及び植生

メーサリアン地域を含む北部タイは、熱帯モンスーンの影響化にあるが内陸部に位置していることから、北東モンスーン風による乾季と南西モンスーン風による雨季からなる大陸性の熱帯性サバンナ気候を示す。

南西モンスーンによる雨季は、5月～10月で年間降雨量の約90%がこの時期に集中する。北東モンスーンによる乾季は、11月～2月で12月、1月にはほとんど降雨は見られない。この時期は同時に年間でもっとも気温の低い時期で、朝方にはメーサリアンのような低地でも10℃以下になることは珍しくない。また、3月、4月はモンスーンが弱まり、年間で最も暑い季節(暑季)で最高気温は38℃にも達する。

メーサリアン地域は、その85%強が山地であり、国有保全地区および野生動物保護区になっている。

森林は、針葉樹の混じった雑木、チーク、サラノキ、紅木などの落葉樹疎林で、乾季には落葉が進んで見通しがよい。山地頂部の平坦面には山岳民族の部落が点在しており、その周囲では定住政策に伴う換金作物の栽培や昔ながらの移動式焼き畑農業が行われていて、森林はほとんど残っていない。

第3章 一般地質

3-1 地質概要

北部タイは、西側から西部構造区(タイ～ミャンマー国境)、西部主要山岳地帯構造区(メーサリアン～チェンマイ間)、中央平原～中央北部構造区、東部構造区(コラート高原)の4構造区に区分される。

メーサリアン地域は、地域の西部を南北に流れるユアム川の東岸に発達する南北系断層を境界として、東側が西部主要山岳地帯構造区に、西側が西部構造区に属する。西部主要山岳地帯構造区は、先カンブリア紀末の変成岩類とこれを不整合で覆う中生代から古生代の堆積岩類および石炭紀、三畳紀花崗岩がから構成される。西部構造区は、中～古生代の炭酸塩岩及び砕屑岩と中生代花崗岩から構成される。

地質構造は、両構造区を区分する構造線に支配されているが、この構造線は南部では北西-南東富鉱を示すが、メーサリアン地域から北では南北方向に変わる。

3-2 鉱床

「メーホンソン県の天然資源」(DMR,1984)によると、メーサリアン郡・ソップムーイ準郡、メーラーノイ郡の鉱産物資源は、以下のようにまとめられる。

(1)メーサリアン郡・ソップムーイ準郡

メーサリアン郡は、メーホンソン県内で最も広大な土地を持つと言うだけでなく(現在は南部がソップムーイ準郡に分割)、鉱業収入も最も多い地域である。郡の主な鉱産物は、タングステン、錫ついで螢石であり、その他にパライト、鉛、鉄などが一部の地域で見つかっている。

パナーシット社のメーラーマー鉱山は、40年来知られている唯一の稼行鉱床である。かつてはタイ国内で最大のタングステンの採掘量を誇った鉱山である。

郡内での鉱床分布は、郡北東部(ユアム川東岸地域)とターク県ターソーンヤーン郡(Changwat Tak Amphoe Tha Song Yang)との境界に近い郡南端地域に大きく二分される。前者は、螢石鉱床が卓越しパライト、鉛の鉱徴が付随する。後者は、タングステン、錫鉱山が賦存する。この地域においては、1983年に海外地質構造調査「メーサリアン地域」が実施された。

メーサリアン川流域のメーサリアンノイ沢からメーサリアン市街地に近接した谷の出口付近までに、6カ所の螢石

鉛微地が分布する。このうち5カ所は発見されたのみで稼行実績はないが、マイニング社所有の螢石鉛山はすでに終掘している。これらの螢石鉛微地は、花崗岩と石灰岩の接触部の石灰岩側に賦存し、脈状ないし玉状に混在している。一部では石灰岩下盤の頁岩層に脈状に発達するものも認められる。このほかの螢石鉛山としては、郡南部のリット川沿いにヨンピパット有限会社所有のものがある。

重晶石採掘鉛区は3カ所あり、郡北東部の螢石鉛山の集中する付近のマイサーン沢(Huai Mai San)、郡北部のメーティア沢(Huai Mae Tia、チェンマイ運輸株式会社所有)、郡南東部ドンルアン村のドンルアン山周辺である。マイサーン沢の重晶石鉛微地は、1~5m 中の鉛脈が緻密な砂岩または頁岩と互層状に胚胎する。ドンルアン山の鉛微地は、巾約 12m、延長 150m に及び石灰岩中に胚胎し、鉛、銅の鉛微を伴う。

鉛の鉛微地は、メーラーノイ郡に隣接するオーブルアンにあり、黄鉄鉛、銅、孔雀石を伴う。脈巾は5~20cm と不規則、東西走向で北側に 70°の傾斜を示す。

郡南部のメーラーマ地区の鉛微地は、カンブリア系、オールドビス系の石灰岩、頁岩、粘板岩、クォーツァイトに三疊紀の花崗岩(アグメロ岩)岩株が貫入していて、この接触部に発達する石英脈に、鉄マンガン重石、錫石、灰重石が賦存する。メーラーマ鉛床群は、ユアム川の両岸に5鉛山づつが分布し、メーラーマ鉛山を含む西岸のメーラーマ鉛山群は、鉄マンガン重石が主で錫石、灰重石は少ない。反対に東岸のホエルアン鉛山群は錫石が多く鉄マンガン重石を伴う傾向を示す。石英脈は、東西系か南北系の2方向があり、脈巾は一定しない。この石英脈には、黄銅鉛、磁硫鉄鉛、閃亜鉛鉛、緑柱石、電気石が伴われるが、量的に少なく商業的価値はない。

以上述べたほかに、メーホー部落周辺に鉄鉛微地が見ついている。国道 108 号線の北側丘陵部と部落の南東 3~4km 離れたメーホー沢溪谷に一部褐鉄鉛化した磁鉄鉛・赤鉄鉛の転石が点在する。メーホー溪谷、石灰岩及びクォーツァイトで構成され、発見された鉄鉛石の品質はよいが鉛量は少なく商業的価値は少ないが、今後詳細な調査が必要であろう。

(2)メーラーノイ郡

メーラーノイ郡は、メーホンソン県で最も新しく設置された郡で、面積は最も小さい。

メーラーノイ郡には9カ所の鉛微地が賦存するが、採掘されたものは螢石鉛床の2カ所のみである。

螢石鉛床は、郡中北部のメーラルアン川にあるユニバーサルマイニング社のマコーク鉛山とメーラーノイ市街地東方メーフー沢にある。

メーフー沢の螢石鉛山は、オールドビス紀の石灰岩中に発達する断層沿いに脈状に胚胎する。この鉛山は 1967 年に採掘を始め 1975 年に閉山したが、1979 年までは請負形式での採掘を続けている。1979 年までの採掘量は少なく見積もっても 40,000~50,000 トンになる。(本年度の調査時には石灰岩の採石山として稼働中)

この螢石鉛山の近くの温泉から 500m ほど離れた地点に磁鉄鉛と赤鉄鉛の転石が見ついている。それらは、メーフー沢の支流に沿って南北に 100m×50m の分布を示す。これらの鉛石は地表下 2m 程度まで分布し、最大径は 50cm である。

亜鉛鉛微地は、ユアム川流域で3カ所発見されていて、メーラーノイ市街地の南西のメーラギウ沢とユアム川の合流点近く、郡北中部のメーラルアン村のクンマー沢、ワンムーナオに所在する。いずれも三疊紀の砂岩中に発達する石英脈に伴う閃亜鉛鉛で、前 2 者の脈幅は 1~3cm、後者は 10~20cm である。

鉛鉛微地は、郡南部のメークワン部落とクンカム山にある。メークワン鉛微地は、花崗岩中に発達する 30cm ほどの石英脈に方鉛鉛が伴う。後者は、黄鉄鉛-石英脈に方鉛鉛が伴い、脈幅は平均 6cm 程度で延長は不明である。

メーラーノイからメーラルアンへの国道の東側の小さな丘陵地にマンガンの鉛微地がある。泥質石灰岩の分布域に塊状の酸化マンガン鉛が地表に分布するが、鉛脈は発見されていない。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 ドンノイ地区

ドンノイ地区では、地区北西部においての鉱徴状況調査と IP 異常域の余地において追加ボーリング調査が行われた。

ドンノイ地区の地質は、カンブリア珪質砂岩とオルドビス系の泥岩・砂岩と炭酸塩岩およびこれらに貫入した三疊系花崗岩より構成され、第2年次調査で指摘されたように地区のほぼ中央を境として東西で大きく異なっている。すなわち、東側では浅所に花崗岩のストックが貫入しており、この影響で炭酸塩岩の大部分は磁鉄鉱スカルン、角閃石スカルンに交替されているのに対し、西側ではドロマイト化や熱水活動でもたらされた石英-方解石脈や方解石脈が多数発達するもののスカルン化は認められない。

地化学探査の結果では、東西の両側で鉛・亜鉛・マンガン・カドミウムの地化学異常が広く分布している。東側の地化学高異常域は、MJTM-2 孔とトレンチ No. 2 によってスカルン化帯上部に網状に発達した角礫化小断裂に沿って鉱化が生じていることによるものと結論された。

一方、西側の異常域については MJTM-1 孔及びトレンチ No. 1 においてドロマイト中に方鉛鉱のわずかな鉱染が認められた程度で、異常域をもたらした原因は不明瞭であった。今年度実施した北西部地化学異常域での鉱徴状況調査では、石灰岩層中の節理や断裂または層理に沿って鉱液が上昇し、比較的下位では石英脈と珪化帯を形成していることが明かとなった。これらの石英脈は、数 1,000ppm 程度の亜鉛含有量を示すが、周囲の石灰岩にはドロマイト化や亜鉛・鉛の高異常値は認められない。しかし、酸化鉄やマンガンを多量に含む茶色方解石脈を伴っている場合には区間試料の亜鉛含有量が増加する。

この珪化帯の上方においては、石灰岩に広い範囲でドロマイト化帯が形成され、母岩自体も $Zn=330ppm \sim 1.6\%$ 、 $Pb=50 \sim 970ppm$ の鉱化作用を受けている。このドロマイト化帯の発達する部分では、珪化小角礫を含む石英脈や珪化帯が節理沿いに分布し、さらにある特定層理を交代して方鉛鉱-閃亜鉛鉱石英脈が認められる。これらの石英脈のうち、最も品位の高い石英脈試料は、80cm 幅で $Zn=7.86\%$ 、 $Pb=2.82\%$ で、その周囲の 20m 区間でも $Zn=1.60\%$ 、 $Pb=1.43\%$ の高い値を示す。

この鉱化帯の特徴として、脈以外には硫化鉱物がほとんど認められない。

流体包有物試験からみた鉱化状況の特徴は、均質化温度は珪化帯部分とドロマイト化帯でほとんど変わらず $140 \sim 250^{\circ}C$ を示すが、塩濃度は前者で 6~8%、後者で 1~3% を示している。このことは、亜鉛・鉛の鉱化作用と塩濃度の低下が何らかの関係を示していることを窺わせる。

地化学探査結果で得られた広範囲の鉛・亜鉛の高異常値に対して、露頭での岩石試料は下部の珪化帯ではかなりの低品位、ドロマイト化帯では地化学異常値よりやや低い品位を示す。しかしながら、石英脈や珪化岩試料では、土壌地化学異常値と同程度またはそれ以上の値を示すことがわかった。高濃度の石英脈や珪化帯およびドロマイト化帯の高濃度部の全体に占める分量は少なく、これだけですべての地化学異常の広がりや強度を説明することは難しい。今回の観察結果などから、石灰石中の節理裂隙系に沿って広範に形成された石英脈やドロマイト化帯に含まれていた鉛、亜鉛成分が風化の過程で同様に含有されていたマンガンが酸化物に改変される中でマンガン酸化物に吸着され地表部に残留した可能性が高いものと考えられる。

このドンノイ地区北西部では、実際閃亜鉛鉱と方鉛鉱を含んだ石英脈が抽出されたことから、鉛・亜鉛鉱体が賦存する可能性はドンノイ地区で最も高いと判断される。一方、石英脈の形成機構は、開口節理やある特定層準の層理沿いを交代するものであることから、賦存位置の推定には岩相や地質構造のより詳細な解明が必要である。

IP 異常域の余地で掘削された MJTM-6 孔の結果、この IP 高異常域はスカルンに重複した銅・鉛鉱化帯であ

る可能性がより鮮明となった。今回の MJTM-6 孔では銅の鉱化作用は深度 60m 付近に始まり、散点的に下方に連続し、花崗岩との接触部で最も強くなっている。下方に強くなっていることからスカルンの形成時期と密接に関連しているように考えられるが、流体包有物の検討からは均質化温度は 149~195°C とスカルンの形成温度よりはきわめて低い。一方、塩濃度は 7.8~23% と極めて高く、花崗岩の最終残液から由来した可能性を示している。MJTM-5 孔における銅・鉛の鉱化状況からは、スカルンを切って発達する剪断に沿って鉱化が認められることからスカルンの鉱化時期よりは遅れた鉱化作用によるものと判断される。

銅の鉱化状況は、MJTM-3、MJTM-5、MJTM-6 孔の 3 孔においては、現在のところ稼行対象になりうる品位・鉱量は得られていない。しかしながら、スカルン中の銅品位は偏在性が大きいことから、この IP 異常域(16mV・sec/V 以上)を示す区域にはまだ探鉱余地は残されている。

4-2 メーカナイ地区

メーカナイ地区の MJTM-7 は、メーカナイ地区で把握された最も強い IP 高異常に関連する鉱化状況を確認するために掘削された。MJTM-7 孔では、中間部分で著しい黄鉄鉱鉱染と珪化作用が認められ、黄銅鉱鉱徴を伴う。黄銅鉱は、深度 129m 付近で最も優勢である。MJTM-7 孔の近傍で過去に DMR の実施した MK-1、MK-2 を参考とすると、MJTM-7 孔の黄鉄鉱を伴う珪化帯は、IP 異常域の平面的な伸びの方向である北北東-南南西方向に連続しているものと想定され、この方向の断裂に沿って形成された熱水鉱脈型の鉱化帯と推定される。

第 2 年次調査の結果では、メーカナイ地区のゴッサン帯は鉛直方向に連続する可能性が推定され、ゴッサン帯下位の鉱化状況を確認するため MJTM-8 孔と MJTM-9 孔が掘削された。この 2 孔の結果を見ると、ゴッサン帯は地表部に 10 数 m の厚さでほぼ地表面に沿って分布していて、その下位にはほとんど目立った鉱徴が無いことが確認された。ゴッサン帯は、粘土化した泥岩ないし砂岩に挟在されて分布し、もともとは黄鉄鉱に富み閃亜鉛鉱を付随する塊状硫化鉱であったものが、風化によって黄鉄鉱が酸化し褐鉄鉱に変化し、閃亜鉛鉱は溶解流出してしまったものと想定される。ゴッサン付近の堆積岩は、特に下盤側で滑石-セリサイト-緑泥石-スメクタイトの粘土化作用を強く受けている。また、MJTM-9 孔ではゴッサン帯の上盤には白色粘土化を伴った熱水角礫状の珪化帯及び石英脈が観察される。

現在のゴッサン帯は、メーカナイ地区地表部の尾根沿いから緩い東斜面のみに分布している。また、この地区の層理面が緩い東傾斜であることとボーリング結果をあわせて考えると、ゴッサン帯は石灰岩と一般堆積岩の境界部から数 m から 15m ほど堆積岩側、時には境界部に形成されていて、現在はその上面がほぼ地表面と一致して分布しているものと考えられる。ゴッサン帯の下部では石英-方解石脈や軽微な黄鉄鉱鉱染が認められるだけで、明瞭な鉱化作用の兆候は認められない。MJTM-9 孔ではドロマイト化の程度もきわめて弱い。ゴッサンの胚胎位置はほぼ同水準であることから、堆積岩中に胚胎するゴッサンは、堆積岩の特定層準に沿って形成されたものと判断される。このことからすると MJTM-8 孔と MJTM-9 孔及び MK-3 孔に挟まれた間の地域は、このゴッサン層準が地表面下にあり、地表下にゴッサン帯が隠されている可能性が高い。特に MJTM-9 孔の東側では、珪化帯が広がっていてこの下にゴッサンが賦存する可能性は高い。ただし、IP 異常は把握されていないことから、硫化鉱である可能性は低い。また、物理探査測線 E および D 測線の東端部には地表直下に IP 異常は東傾斜で分布していて、この区域は MJTM-8 孔に分布するゴッサン帯の延長部にあたり、地表下に塊状硫化鉱の賦存が想定される。

MJTM-10 孔と DMR の MK-3 孔は亜鉛、鉛、銅の地化学異常域下部の鉱化状況の把握のために掘削された。両孔とも石英脈に伴う方鉛鉱や方鉛鉱鉱染などの鉱徴が認められる。さらに MJTM-9 孔では酸化作用が強

く、淡褐色からオレンジ色を呈する多孔質でガザガザした珪化変質帯が数多く認められ、これらは角礫化組織を呈することが多く、優勢な熱水鉱液の通路であった可能性が高い。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

5-1-1 ドンノイ地区

ドンノイ地区の鉱徴状況調査とボーリング調査の結果から次の結論が得られた。

ドンノイ地区西半部の石灰岩分布域に広がる亜鉛・鉛の地化学異常域は、140～250℃で塩濃度の熱水鉱液が石灰岩中の節理や裂隙層理面などを通じて上昇し、石灰岩層の比較的上位のある層準で珪化帯を形成し、その直上で広範なドロマイト化と亜鉛・鉛鉱化作用を起こすとともに節理系や特定層準を交代した石英脈を形成し方鉛鉱・閃亜鉛鉱を沈殿させた。

ドロマイト化帯の石英脈では、80cm 幅で Zn=7.86%、Pb=2.82%、この石英脈を含む 20m 区間試料でも Zn=1.60%、Pb=1.43%の高い濃度となっており、亜鉛鉱体の賦存が期待される。しかしながら、石英脈の形成機構は、開口節理やある特定層準の層理沿いを交代するものであることから、賦存位置の推定には岩相や地質構造のより詳細な解明が必要である。

IP 異常域の余地で掘削された MJTM-6 孔の結果、この IP 高異常域はスカルンに重複した銅・鉛鉱化帯である可能性がより鮮明となった。MJTM-6 孔で黄銅鉱の出現する 64m 付近は、IP 探査で把握された異常域 (16mV-sec/V 以上) の上限深度とほぼ一致している。黄鉄鉱鉱染を含めて全体的に鉱徴が強くなる 140m 以深は 20mV-sec/V 以上の IP 異常域に一致する。16mV-sec/V 以上の異常域は、直径 100m、延長 800m の広がりを持つ。MJTM-5 孔、MJTM-6 孔の結果からは下部すなわち花崗岩との接触部に向かって銅濃度が増加する傾向にあり、富銅部はこの接触面に近い部分にある可能性が指摘される。しかし、スカルン中の銅鉱徴は偏在する傾向にあり、富銅体の位置を特定することは難しいものと考えられる。

5-1-2 メーカナイ地区

MJTM-7 孔と過去の DMR のボーリング結果から、メーカナイ地区の IP 高異常域は、北東-南西方向に連続している所裂に沿った珪化帯を伴った鉱化帯に対応し、優勢な黄鉄鉱鉱染と黄銅鉱鉱徴を伴う。黄銅鉱は、深度 129m 付近で最も優勢であるが品位は低い。この鉱化帯は、西側尾根部に分布するゴッサン帯を形成した鉱液通路の可能性が指摘される。

第 2 年次調査の結果では、メーカナイ地区の亜鉛含有量の高いゴッサン帯は鉛直方向に連続すると考えられていた。ボーリング調査の結果、ゴッサン帯は地表部に 10 数 m の厚さでほぼ地表面に沿って分布していて、その下位にはほとんど目立った鉱徴が無いことが確認された。ゴッサン帯は、粘土化した泥岩ないし砂岩に挟在されて分布し、もともとは黄鉄鉱に富み閃亜鉛鉱を付随する塊状硫化鉄であったものが、風化によって黄鉄鉱が酸化し褐鉄鉱に変化し、閃亜鉛鉱は溶解流出してしまったものと想定される。ゴッサン付近の堆積岩は、特に下盤側で滑石-セリサイト-緑泥石-ス멕タイトの粘土化作用を強く受けている。また、ゴッサン帯の上盤には白色粘土化を伴った熱水角礫状の珪化帯及び石英脈の発達を観察される。

現在のゴッサン帯は、メーカナイ地区地表部の尾根沿いから緩い東斜面のみに分布し、この地区の層理面が緩い東傾斜であることとボーリング結果をあわせて考えると、ゴッサン帯は石灰岩と一般堆積岩の境界部から数 m から 15m ほど堆積岩側、時には境界部に形成されていて、現在はその上面がほぼ地表面と一致して分布してい

るものと考えられる。ゴッサンの胚胎位置はほぼ同水準であることから、MJTM-8 孔と MJTM-9 孔及び DMR の MK-3 孔に挟まれた間の地域は、このゴッサン層準が地表面下であり、地表下にゴッサン帯が隠されている可能性が高い。また、物理探査測線 E および D 測線の東端部には地表直下に IP 異常は東傾斜で分布していて、地表下に塊状硫化鉄の賦存が想定される。

5-2 将来への提言

ドンノイ地区

ドンノイ地区北西部の石灰岩中に亜鉛鉄体が賦存する可能性があるが、賦存個所の推定には詳細な地質構造調査とドロマイト化の程度に注目することが肝要である。

ドンノイ地区中央の IP 異常域の $16\text{mV}\cdot\text{sec/V}$ 以上の異常域は、銅鉄化作用を伴っている。現在までの 3 本のボーリング調査では稼行対象となるような品位・鉄量は見つかっていないが、まだ調査余地は残されている。

メーカナイ地区

溝頭性のゴッサン、塊状硫化鉄体の賦存可能性が高い地区東部での調査が望まれる。