

ヴェトナム社会主義共和国
ヴァンイェン・タインホア西部地域
資源開発協力基礎調査報告書
(第3年次)

平成8年3月



国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉦調資
CR(T)
96-020

ヴェトナム社会主義共和国
ヴァンイェン・タインホア西部地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第3年次)

平成8年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



1130591 (9)

は し が き

日本国政府は、ベトナム社会主義共和国政府の要請に応え、同国北部に位置するヴァンイエン・タインホア西部地域の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の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5年度を第1年次とする調査計画の第3年次に当たり、金属鉱業事業団は2名の調査団を編成して、平成7年9月11日から平成8年1月3日まで現地に派遣した。

現地調査は、ベトナム社会主義共和国政府機関、ベトナム地質総局の協力を得て予定どおり完了した。

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。

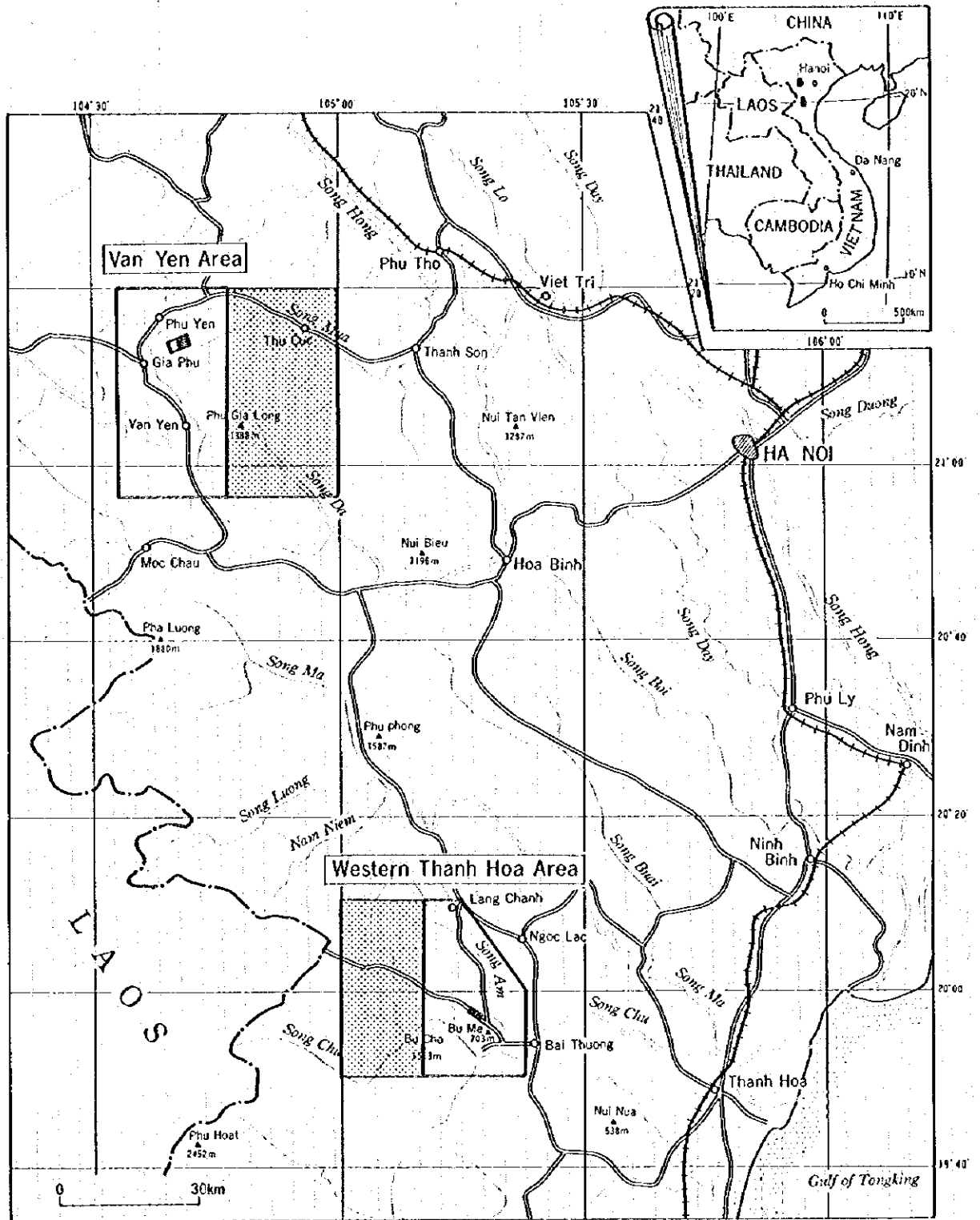
おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいた、ベトナム社会主義共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ベトナム社会主義共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成8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 清瀧昌三郎





LEGEND

- | | | | |
|--|--------------|--|---|
| | Road | | Regional Geological Survey Area (Phase I) |
| | Railroad | | Regional Geological Survey Area (Phase II) |
| | River | | Detailed geological Survey Area (Phase II) |
| | City or Town | | Geophysical Survey Area (Phase II),
Drilling Survey Area (Phase III) |

第 1-1 図 調査地域位置図



要 約

本年度調査は、ヴェトナム社会主義共和国のヴァンイエン・タインホア西部地域における資源開発協力基礎調査の第3年次にあたる。本調査の目的は、本地域の地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより、新たな鉱床を発見することにある。

平成5年度及び平成6年度にはヴァンイエン地域及びタイン・ホア西部地域において地質概査ならびに地化学探査が実施された。さらに地質概査及び地化学探査の結果抽出された地区において、地質精査、地化学探査及び物理探査が実施された。その結果、ヴァンイエン地域スオイボック地区が鉛・亜鉛鉱床が賦存する可能性の高い地区として抽出された。

本年度実施された調査は、ヴァンイエン地域スオイボック地区におけるボーリング調査4孔、総延長742.70m及びトレンチ調査、総延長600mである。本年度の調査結果を以下に要約する。

スオイボック地区の地質は、三疊紀中期の堆積岩類、これを通る白亜紀のデイサイトポーフイリーとアブライト、及び第四紀の未固結堆積物からなる。堆積岩類は泥岩、シルト岩及び砂岩からなる碎屑性堆積岩類と石灰岩とに分けられる。本地区の碎屑性堆積岩類は、西部でシルト岩及び砂岩が、東部で泥岩が卓越する特徴を有する。本地区における中部三疊系の一般走向はN-S～NNE-SSWである。本系の碎屑性堆積岩類は、ボーリング調査を実施した範囲では、 20° ～ 70° Eの傾斜を示す傾向がある。

本地区では堆積岩類の走向、貫入岩の分布、断層、さらに西部の第四系の分布はいずれも概ねN-S～NNE-SSW方向を示し、本地区の地質構造はこの方向で特徴づけられる。

昨年度の調査により得られた地化学探査異常域は、鉱脈鉱床の存在を表現したものであることが判明した。これらの異常域において中部三疊系にスカルン鉱物を認めることはないため、スカルン鉱床が賦存する可能性は低い。

ビットで確認されたスオイボック鉱化帯は、鉛・亜鉛を含む鉱脈型鉱化帯であると考えられる。

昨年度の物理探査の結果得られた高充電率異常は碎屑性堆積岩類に含まれるグラフアイトを捉えたものであり、高充電率異常域周辺には鉛・亜鉛を含む鉱床の賦存は期待できないことがわかった。

本地区に賦存が期待される鉱脈鉱床は、主に石灰岩中に胚胎している。本地区の石灰岩には石灰洞が多数発達している。これら石灰洞を通過した自由地下水により鉱脈中の硫化鉱物は地下深部まで酸化溶脱されている。鉱脈に対する酸化溶脱の下限を把握することはできな

かったが、地表下 200 m 以深まで及んでいる可能性がある。従い、地化学探査異常域の地表下 200 m までを考えた場合、酸化溶脱作用により鉱脈中の鉛・亜鉛品位は低くなっていると考えられる。

トレンチ及びボーリング孔に見られた含褐鉄鉱角礫状鉱脈は 1 m 程度の幅を有する。硫化鉱物が残存しているであろう地表下深部においてこれらの角礫状鉱脈の脈幅が大幅に肥大することは期待できず、深部に大規模鉛・亜鉛鉱脈鉱床が賦存する可能性は低い。

トレンチ及びボーリング孔には褐鉄鉱と粘土を含有する破碎帯が認められた。これらの破碎帯の成因について 2 通りの解釈ができる。1 つは角礫状鉱脈が酸化溶脱されたものであり、他はドリーネ中に崩落した石灰岩角礫と表土から構成されるとするものである。角礫状鉱脈であったとしても、石灰岩角礫の割合が多いため、深部において高品位の鉛・亜鉛角礫状鉱脈となる可能性は低いと考えられる。

昨年度までの調査により抽出された鉱床賦存有望範囲に対して、トレンチ調査及びボーリング調査を実施したが、大規模鉛・亜鉛鉱床の賦存を示す徴候はなく、今後本地区についてはこれ以上調査を実施する必要はないと考える。

目 次

は し が き	
調査地域位置図	
要 約	
目 次	1
付図付表一覧	III
第 I 部 総 論	
第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 第 2 年次調査の結論及び提言	1
1-2-1 ヴァンイエン地域	
1-2-2 タインホア西部地域	
1-3 第 3 年次調査の概要	6
1-3-1 調査内容	
1-3-2 対象地域	
1-3-3 調査目的	
1-3-4 調査方法	
1-4 調査団の編成	8
第 2 章 調査地域の地理	8
2-1 位置及び交通	8
2-2 地形及び水系	9
2-3 気候及び植生	9
第 3 章 調査地域付近の地質鉱床概要	10
3-1 地質概要	10
3-2 地質構造概要	12
3-3 鉱床概要	12
第 4 章 調査結果の総合検討	20
4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制	20
4-2 地化学探査結果と鉱化作用との関係	21
4-3 物理探査結果と鉱化作用との関係	22
4-4 鉱床賦存のポテンシャル	22
第 5 章 結論及び将来への提言	24
5-1 結 論	24

5-2 今後の探鉱への提言	25
---------------	----

第II部 各 論

第1章 スオイボック地区概要	29
1-1 地区概要	29
1-2 地質及び鉱床概要	29
第2章 トレンチ調査	33
2-1 調査方法	33
2-2 地 質	35
2.3 鉱化・変質作用	36
2.4 トレンチ調査結果の考察	37
第3章 ボーリング調査	39
3-1 調査方法	39
3-2 地質及び鉱化作用	39
3-2-1 地質概況	
3-2-2 鉱化作用	
3-3 ボーリング工法, 使用機材及び掘進状況	41
3-3-1 工法及び使用機材	
3-3-2 掘進状況	
3-4 ボーリング孔の地質及び鉱化作用	45
3-4-1 地 質	
3-4-2 各孔の地質及び鉱化作用	
3-4-3 鉱化作用	
3-4-4 ボーリングコアの物性	
3-5 ボーリング調査結果の考察	53

第III部 結論及び将来への提言

第1章 結 論	57
第2章 将来への提言	58

付 図 一 覧

- 第1-1図 調査地域位置図
- 第1-2図 構造区分図
- 第1-3図 ヴィエトナム北部地域地質図
- 第1-4図 ヴィエトナム北部地域総合地質柱状図
- 第1-5図 ヴィエトナム北部地域鉱床・鉱微地分布図
- 第1-6図 スオイボック地区総合解析図
- 第2-1図 トレンチ・ボーリング位置図
- 第2-2図 スオイボック地区地質図
- 第2-3図 トレンチ調査結果図
- 第2-4図 スオイボック地区模式地質柱状図
- 第2-5図 地質断面図

付 表 一 覧

- 第1-1表 調査数量及び内容
- 第1-2表 室内試験・分析数量
- 第1-3表 ハノイ地方の平均気温と降水量
- 第2-1表 ボーリング孔別位置及び掘進長

巻末資料一覧

- 巻末資料 1 トレンチ調査鉱石試料化学分析結果一覧表
- 巻末資料 2 トレンチ調査岩石試料化学分析結果一覧表
- 巻末資料 3 ボーリング調査鉱石試料化学分析結果一覧表
- 巻末資料 4 ボーリング調査岩石試料化学分析結果一覧表
- 巻末資料 5 ボーリング・コアの物性測定結果
- 巻末資料 6 ダイヤモンドビット使用実績
- 巻末資料 7 ボーリング調査使用機材一覧表
- 巻末資料 8 消耗品使用明細
- 巻末資料 9 作業時間総括表
- 巻末資料10 掘進作業実績表 (MJVS-1)
- 巻末資料11 掘進作業実績表 (MJVS-2)

- 卷末資料12 掘進作業実績表 (MJVS-3)
- 卷末資料13 掘進作業実績表 (MJVS-4)
- 卷末資料14 掘進成績総括表 (MJVS-1)
- 卷末資料15 掘進成績総括表 (MJVS-2)
- 卷末資料16 掘進成績総括表 (MJVS-3)
- 卷末資料17 掘進成績総括表 (MJVS-4)
- 卷末資料18 岩石薄片検鏡結果
- 卷末資料19 鉱石研磨片検鏡結果
- 卷末資料20 X線回折試験結果
- 卷末資料21 トレンチ・スケッチ
- 卷末資料22 掘進工程図 (MJVS-1)
- 卷末資料23 掘進工程図 (MJVS-2)
- 卷末資料24 掘進工程図 (MJVS-3)
- 卷末資料25 掘進工程図 (MJVS-4)
- 卷末資料26 ボーリング柱状図 (MJVS-1)
- 卷末資料27 ボーリング柱状図 (MJVS-2)
- 卷末資料28 ボーリング柱状図 (MJVS-3)
- 卷末資料29 ボーリング柱状図 (MJVS-4)

第 I 部 總 論



第 I 部 総 論

第 1 章 序 論

1-1 調査の経緯及び目的

日本国政府は、ヴェトナム社会主義共和国政府からの資源開発協力基礎調査に対する要請に応え、1993年6月、事前調査団を派遣し、同国地質総局(Geological Survey of Vietnam ; GSV)とヴァンイエン・タインホア西部地域の資源開発調査に関する協定書(Scope of Work)を締結した。その概要は、同地域の鉱物資源に対する賦存可能性の探査及び評価を目的として、3年間にわたり地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査を実施するものである。

本年度の調査は、ヴァンイエン・タインホア西部地域資源開発協力基礎調査の第3年次に当たる。

本資源開発調査の第1年次調査として、平成5年度に既存資料コンパイルが実施され、ヴァンイエン地域西部とタインホア西部地域東部において地質概査及び地化学探査が実施された。

第2年次調査として、ヴァンイエン地域東部とタインホア西部地域西部において地質概査と地化学探査が実施された。さらに、第1年次調査の結果抽出された、ヴァンイエン地域スオイボック・スオイクー地区において地質精査が、スオイボック地区において地化学探査及び物理探査が、タインホア西部地域ルオンソン鉱化帯において地質精査及び地化学探査が実施された。

第3年次調査として本年度にはヴァンイエン地域スオイボック地区においてトレンチ調査及びボーリング調査が実施された。

1-2 第2年次調査の結論及び提言

第2年次の調査は、ヴァンイエン地域及びタインホア地域の両地域で実施された。それぞれの地域の調査で得られた結論及び提言は以下のとおりである。

1-2-1 ヴァンイエン地域

第2年次の調査内容は、1) 地質概査、2) 地質精査、3) 物理探査(IP法)から構成される。それらの対象地域は以下のとおりである。

- 1) 地質概査：第1年次の調査地区に東接する地区
- 2) 地質精査：スオイボック・スオイクー地区
- 3) 物理探査：スオイボック地区

【第2年次の結論】

1) 地質概査

(a) 概査地区は地質構造区分上、「West Bacbo」に属している。地質は、片麻岩類を主体とする原生代の変成岩類を基盤とし、それらを不整合で覆う古生代（カンブリア紀～二畳紀）の変成岩類と堆積岩類、三畳紀（前期及び後期）の火砕岩類と堆積岩類及び第四紀の未固結堆積物からなる。原生界の分布域には花崗岩質岩類とはんれい岩質岩類が貫入している。また、地区の中央部には多数の小規模な超マフィック岩類が認められる。

(b) 「West Bacbo」の主要構造はNW-SE系である。本地区では北東部と南東部に分布する原生界～オールドビス系がこの構造に強く支配されており、同方向の断層を伴っている。中央部ではWNW-ESE～E-Wの構造方向で特徴づけられ、デボン系～二畳系は同方向の断層を伴って、西側へフランジする2列の複背斜を形成している。また、南西部では石炭系～上部三畳系がN-S～NNW-SSE方向に伸長している。すなわち、地区全体では構造的に3つの大きなブロックに分けられる。

(c) 本地区の鉍化作用としては、金、鉛・亜鉛及び白金・銅・ニッケルが挙げられる。ただし、いずれの場合も鉍化作用としては微弱であり、広範囲に及んでいる地域は認められなかった。

c-1) 金の鉍化作用は熱水性の含金石英脈であると予想されるが、初生鉍床が発見されなかったためその本質は不明である。

c-2) 鉛・亜鉛の鉍化作用は、中部デボン系の石灰岩を母岩とする脈状のスオイカン鉍徴地で代表される。露出箇所の鉍体の幅は30cmで、付近に平行脈は認められない。鉛の品位は8.86%であるが、地表部の鉍体の規模は極めて小さい。

c-3) 白金・銅・ニッケルの鉍化作用は二畳紀に貫入した超マフィック岩体中又はその近傍に認められる。超マフィック岩体は、幅が数10m～100m程度で、小規模である。白金の分析品位は最高値で40ppbである。また、銅とニッケルを合わせた品位も0.1%程度であり、鉍化作用としては極めて微弱である。

(d) 河床堆積物による地化学探査の結果、一部の超マフィック岩類にCrが濃集している可能性が認められた。しかしながら、これ以外の元素に関しては、注目すべき地化学探査異常域は本地区には見い出されなかった。

(e) 本地区における地質、鉍化作用及び地化学探査の結果に関する情報を総合的に判断すると、本地区内では、さらに詳細な調査をする必要はないと考えられる。

2) 地質精査

(a) スオイボック・スオイクー地区の地質は、主として三疊紀中期の石灰岩、泥岩、シルト岩、砂岩及び礫岩からなり、それらは石灰岩と碎屑性堆積岩類からなる2つの岩相に分けられる。それら2つの岩相はN-S方向に伸長しており、同方向の断層を伴って複雑な褶曲を形成している。

(b) 地質精査によって確認できた鉍化帯は、スオイボック及びスオイクーの2鉍化帯のみである。スオイボック鉍化帯については、第1年次の調査によって、石灰岩を母岩とする塊状の接触交代性鉛・亜鉛鉍床の可能性が指摘されたが、第2年次の精査結果から判断すると、砂岩を母岩としN30°Wの走向を有する脈状鉍床の可能性の方が高い。

(c) スオイボック鉍化帯を中心とした範囲における土壌による地化学探査の結果、鉛と亜鉛について、異常域が4箇所検出された。1箇所の異常域にはスオイボック鉍化帯が位置している。ほかの3箇所の異常域でも鉛と亜鉛の含有量は高く、それらは鉛・亜鉛の鉍化作用を示していると解釈される。したがって、スオイボック鉍化帯の周辺には同鉍化帯以外にも類似の鉛・亜鉛鉍化帯が賦存する可能性がある。

3) 物理探査

(a) 50 ohm-m以下の低比抵抗域は、調査地域の北東端及び中央部に認められた。100 ohm-m以下の低比抵抗域は、トレンドとして50 ohm-m以下の低比抵抗域を結ぶ領域に散在している。これらの低比抵抗域は、室内試験において最も小さい比抵抗を示した、泥岩の分布を反映したものと考えられる。

(b) スオイボック鉍化帯のビット付近では、充電率は平均値より数ms大きい程度であり、IP異常は検出されなかった。このことは、鉍石の充電率が母岩である砂岩の充電率に対してほとんど差異を示さないこと（室内試験結果から判明）及び、鉍化帯の規模が小さいことが相乗したためと考えられる。

(c) 60 ms以上の強いIP異常域は、調査地域の北東端及び中央部において3箇所検出された。これらのうち北東端の異常域は、100 ms以上の充電率を示す測点を含む強いIP異常域である。この強いIP異常は、黄鉄鉍を含む鉍化帯、又はグラファイトや粘土などが地下に賦存することに起因すると推測される。また、中央部のIP異常域は、鉛・亜鉛の地化学異常域(土壌)と隣接しており、注目に値する。

【第3年次への提言】

第2年次調査の結論と第1年次調査での結論を総合して、ヴァンイェン地区における第3

年次調査として次のことを提言する。

- (1) スオイボック鉍化帯の周辺地域に対するボーリング調査
- (2) 第1年次調査地区の北西部に位置する 5km×8km の範囲に対する地質精査；この地域では鉛と亜鉛の地化学異常(河床堆積物)が集中して検出されている。

1-2-2 タインホア西部地区

第2年次の調査内容は、1) 地質概査及び 2) 地質精査から構成される。それらの対象地域は以下のとおりである。

- 1) 地質概査：第1年次の調査地区に西接する地区
- 2) 地質精査：ルオンソン地区

【第2年次の結論】

1) 地質概査

(a) 概査地区は地質構造区分上、「Truongson」の北端部に位置する。地質は、カンブリア紀の変成岩類を基盤とし、それらを不整合で覆うオルドビス紀～三畳紀の変成岩類と海成又は陸成の堆積岩類、ジュラ紀(?)に生成した大量の火砕岩類(一部堆積岩類を挟む)及び第四紀の未固結堆積物からなる。貫入岩類としては三畳紀後期に活動したはんれい岩類と、白亜紀後期～古第三紀の花崗岩質岩類が地区の北部から南東部にかけて広く分布している。

(b) 本地区を構成する変成岩類、堆積岩類及び火砕岩類は巨視的には NW-SE～WNW-ESE の構造方向を有しており、「Truongson」の主要構造にほぼ規制されている。これらの構成岩類はこの方向の軸で褶曲を繰り返していると考えられる。本地区の北半部では WNW-ESE 方向の断層が発達しており、花崗岩体の分布もこの方向を示す。南半部では E-W, NW-SE, NE-SW 及び N-S の4系統の断層が複雑に交錯している。

(c) 本地区の鉍化作用は極めて微弱であり、銅の鉍微地が1箇所認められたのみである。そのムオンリー西部鉍微地は、中部三畳系の礫岩と砂岩を母岩とする含銅石英脈を約20mの間に4条が認められる。石英脈の幅は最大でも7cmである。銅の品位は0.69%であり、小規模であることも含めて、注目に値する銅の鉍微とはいえない。

(d) 河床堆積物による地化学探査の結果、対象とした11元素全てについて、鉍化作用を示すような注目すべき異常域は検出されなかった。

(e) 地質、鉍床及び地化学探査の結果から総合的に判断すると、本概査地区においては、さらに詳細な調査を必要としないと考えられる。

2) 地質精査

(a) ルオンソン地区の地質は、主として三疊紀中期の砂岩、ジュラ紀(?)のデイサイト質結晶凝灰岩及び三疊紀後期に貫入したはんれい岩からなる。地域の主要部を構成する砂岩は大局的には NNW-SSE 方向に伸長し、波長約 2km の褶曲を形成していると推定される。砂岩を貫くはんれい岩体は概ね N-S 方向に伸長している。

(b) 本地区には三疊紀中期の砂岩・泥岩及び三疊紀後期のはんれい岩を母岩とする熱水性含金石英脈が密集している。第 1 年次の調査では 3 箇所の石英脈について検討し、分析の結果、最高値で 0.24 g/t の金の含有量を認めた。第 2 年次の精査によって、新たに 8 箇所の石英脈露頭と 15 箇所の石英脈転石が発見された。これらの試料から、最高値で 0.05 g/t の金の含有量が認められた。調査地域中央部のはんれい岩体の東側には、幅広いカオリン化熱水変質帯が認められており、第 2 年次の調査によって、その幅は約 600 m あり、ほぼ N-S 方向に伸長していることが明らかになった。

(c) 土壌による地化学探査の結果、対象地域の北西部で、Au について 4 箇所の異常域(Au で 50 ppb 以上)が検出された。それらは分散して分布しているため、顕著な異常域トレンドは認められないが、それらの異常域は金の鉍化作用を示していると考えられる。したがって、既知の石英脈以外に、異常域付近に含金石英脈が賦存する可能性がある。

【第 3 年次への提言】

第 2 年次調査の結論と第 1 年次調査での結論を総合して、本地区における第 3 年次調査として次のことを提言する。

(1) ルオンソン地区における Au の地化学探査異常域(土壌)に対して、鉍化状況を把握するためにトレンチなどの詳細調査

(2) 第 1 年次地区の南東部に位置するコックトゥオン鉍化帯一帯の地質精査；この地域では石英脈が密集している。また、Au と Cu の地化学異常(河床堆積物)が同鉍化帯一帯に集中的に検出されているため、金鉍床賦存の可能性もある。

1-3 第3年次調査の概要

1-3-1 調査内容

本年度には、ヴァンイェン地域スオイホック地区においてトレンチ調査及びボーリング調査が実施された。その内容・数量を第1-1表に示す。第1-2表に室内試験項目及び数量を示す。

第1-1表 調査数量及び内容

調査内容	調査数量
ボーリング調査	4孔, 掘進延長計 742.7 m
トレンチ調査	3本, 延長計 600 m

第1-2表 室内試験・分析数量

ボーリング調査

分析項目及び成分	数 量
(1) 岩石薄片作成	19件
(2) 鉱石研磨片作成	7件
(3) X線回折試験	12件
(4) 化学分析	
a) 岩石 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn)	41件
b) 鉱石 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn)	6件
(5) 比抵抗及び分極率測定	17件

トレンチ調査

分析項目及び成分	数 量
(1) 化学分析	
a) 岩石 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn)	100件
b) 鉱石 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn)	30件

1-3-2 対象地域

本年度の対象地区はヴァンイェン地域の北西部に位置するスオイホック地区である。第1-1図にスオイホック地区の位置を示す。調査範囲は次の経緯点で囲まれた範囲である。

1	北緯 21°13'46"	東経 104°38'46"	3	北緯 21°13'05"	東経 104°40'21"
2	北緯 21°12'41"	東経 104°39'14"	4	北緯 21°14'01"	東経 104°39'51"

1-3-3 調査目的

本調査は、ヴァンイエン・タインホア西部地域において、地質状況及び鉱床賦存状況を把握することにより新鉱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。

第3年次の調査対象地区であるヴァンイエン地域スオイボック地区には、三疊紀中期堆積岩類分布域に鉛・亜鉛の鉱化帯が存在する。ここでは GSV によるビット調査により、0.1～1.0mの幅の鉛・亜鉛鉱化帯が把握されている。

これまでの地質調査により、ビット周辺では鉱化帯露頭を認めることはできなかったが、ビット堆積すり中に鉛・亜鉛を含む鉱石塊が存在することを確認した。さらに、土壌による地化学探査により本鉱化帯を含む4箇所において亜鉛の地化学探査異常を捕捉した。また、IP調査により3箇所の高充電率異常域を把握した。

本年度のボーリング調査においては、スオイボック地区にて確認された亜鉛の地化学探査異常域及び高充電率異常域に対して、トレンチ調査及びボーリング調査を実施し、地下深部の鉱化作用及び鉱況を確認することを重点課題とした。

1-3-4 調査方法

(1) ボーリング調査

1) 第2年次調査により捕捉された地化学探査異常及び物理探査異常に対してボーリング調査を行った。

2) ボーリング作業は GSV のボーリング技術センターにより実施された。

3) 最終孔径は BQ 以上とした。

4) 採取されたコアは、採取深度を明示したコア箱に収納され、掘進終了後 GSV の指定する倉庫に保管された。

5) コアの調査

i) 1/200 の縮尺でボーリングコア柱状図が作成された。

ii) 必要に応じ、岩石薄片及び鉱石研磨片を作成し、顕微鏡観察を行った。

(2) トレンチ調査

- 1) トレンチの幅は1mとし、岩盤が露出するまで掘られた。
- 2) 縮尺 1/200 でトレンチ全体がスケッチされた。鉱化帯については縮尺 1/100 のスケッチが実施された。
- 3) 地質及び鉱化状況を明らかにする目的で試料が採取された。

1-4 調査団の編成

(1) 現地調査団

第3年次調査は平成7年9月8日から平成8年2月28日に実施された。現地調査は平成7年9月11日から平成8年1月3日の期間に行われた。調査団の編成は次のとおりである。

【日本側】

侯野米治 (日鉱探開株式会社 ; 団長・ボーリング調査)

石井佐市 (日鉱探開株式会社 ; ボーリング調査)

【ヴェトナム側】

Hoang Minh Hue (Geological Division No.3, GSV ; ボーリング調査)

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

スオイボック地区は、ハノイ(Hanoi)の西方直距離約125kmに位置し、行政区分上ソンラ(Son La)省に属している。

本地区の北北西約4kmには、人口が約3,000人の村であるフーイエン(Phu Yen)がある。また、周囲の山間盆地には多数の集落が存在する。

ハノイからフーイエンに至るには、ソントイ(Son Tay)経由でフーイエンに至るルートが最も近い。ハノイからフーイエンまでの走行距離は約170km、所要時間はジープで約7時間である。ただし、ダー川(Song Da)をフェリーで渡る必要がある。ハノイからダー川までは平坦な舗装道路であるが、同川よりフーイエンまでは大部分が砂利道で、片側1車線道路である。

フーイエンから調査地域の西部まで砂利道が通じている。

2-2 地形及び水系

スオイボック地区は、海拔 200m から 500m の比較的急峻な山岳地帯からなる。山系は、地質構造を反映して N-S 方向に伸びていることが多い。また、本地区の東部には石灰岩が広く分布しており、カルスト凹地、円錐カルストなどのカルスト地形が見られる。

本地区内には大きな河川は分布していない。ボック川が最も大きな川であり、その川幅は 1 m 程度である。

2-3 気候及び植生

ヴェトナムは、気候区分上、アジアモンスーン帯に属している。ヴァンイエン及びタインホア西部の両地区は共に湿潤・亜高温・熱帯気候区に含まれ、両地区間で大きな気候上の違いはない。いずれも、5月から10月までが雨期で、11月から4月までが乾期である。乾期になると雨量が少なくなり、本調査時(11月～12月)には1週間から10日の周期で雨天日が1日ある程度であった。平均的には10月半ばまで雨天日の頻度が高く、11月に入ると晴天日が多くなる。

気温は11月末まで30℃近い高温日が続くが、12月に入ると日中の気温も20℃前後に下がり、夜間は10℃以下になる。

当該地域の気候データは入手できなかったが、ハノイ地方の年間データを第1-3表に示す。当該地域の山間部は、このデータより気温がやや低めで、雨量はやや多めである。

第1-3表 ハノイ地方の平均気温と降水量

月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高温度(℃)	20.4	20.4	23.1	27.3	31.7	32.8	32.7	32.0	30.9	28.8	25.6	22.0
最低温度(℃)	13.8	14.7	17.5	20.8	23.9	25.5	25.7	25.4	24.3	21.6	18.2	15.0
平均温度(℃)	16.6	17.1	19.9	23.5	27.1	28.7	28.8	28.3	27.2	24.6	21.2	17.9
平均湿度(%)	80	84	88	87	83	83	83	85	85	85	81	81
雨量(mm)	18	26	48	81	194	236	302	323	262	123	47	20

出典：日本貿易振興会(1990);ジェトロ貿易市場シリーズ『ベトナム』

ヴァンイエン地域スオイボック地区の山岳部緩斜面には山芋が栽培されている。急斜面は雑草及び灌木により占められている。本地区西端の山間盆地には水田が広がっている。

第3章 調査地域付近の地質鉱床概要

ヴェトナムの包括的地質・鉱物資源についての報告書には, Dang Trung Ngan et al., (1981), GSV(1990), UNESCAP(1990), GSV(1991)などがある。UNESCAP(1990)は, 1988年12月, General Department of Mines and Geology(GDMG)により公表された "Geology and Mineral Resources of Viet Nam" に基づいている。GSV(1991)では, 各地質区の層序を代表的な地層名で組み立てているが, それらの模式地の特定が必ずしも容易でないため, 本報告書では UNESCAP(1990)が採用している地質単元区分に原則として従っている。

3-1 地質概要

ヴェトナム北部地域は, 第1-2図に示すように, 「Littoral Bacbo」, 「Vietbac」, 「West Bacbo」及び「Truongson」(GSV,1991)の4つの構造区に区分されている。調査対象のヴァンイエン地域は「West Bacbo」の南端部に, タインホア西部地域は「Truongson」の北端部に位置する。

「West Bacbo」と「Truongson」は, マー川(Song Ma)に沿うNW-SE方向のマー川断層によって境されている。両構造区の地質は, 若干の相違はあるものの, 原生界を基盤とし古生界, 中生界, 新生界がほぼ連続して累重している(第1-3図及び第1-4図)。

調査地域付近では, 原生界～カンブリア系, カンブリア系～下部オルドビス系, 下部デボン系～中部デボン系や上部二畳系～上部三畳系が広く分布している。また, オルドビス系～シルル系, 上部シルル系～下部デボン系, 上部ジュラ系～上部白亜系などが一部に分布する。第四系を除く新生界の分布は狭く, 散点的である。

原生界～カンブリア系及びカンブリア系～下部オルドビス系は, 主にダー川やマー川のそれぞれの右岸に分布し, 片岩類, 珪岩, 大理石などの変成岩類及び石灰岩などからなる。

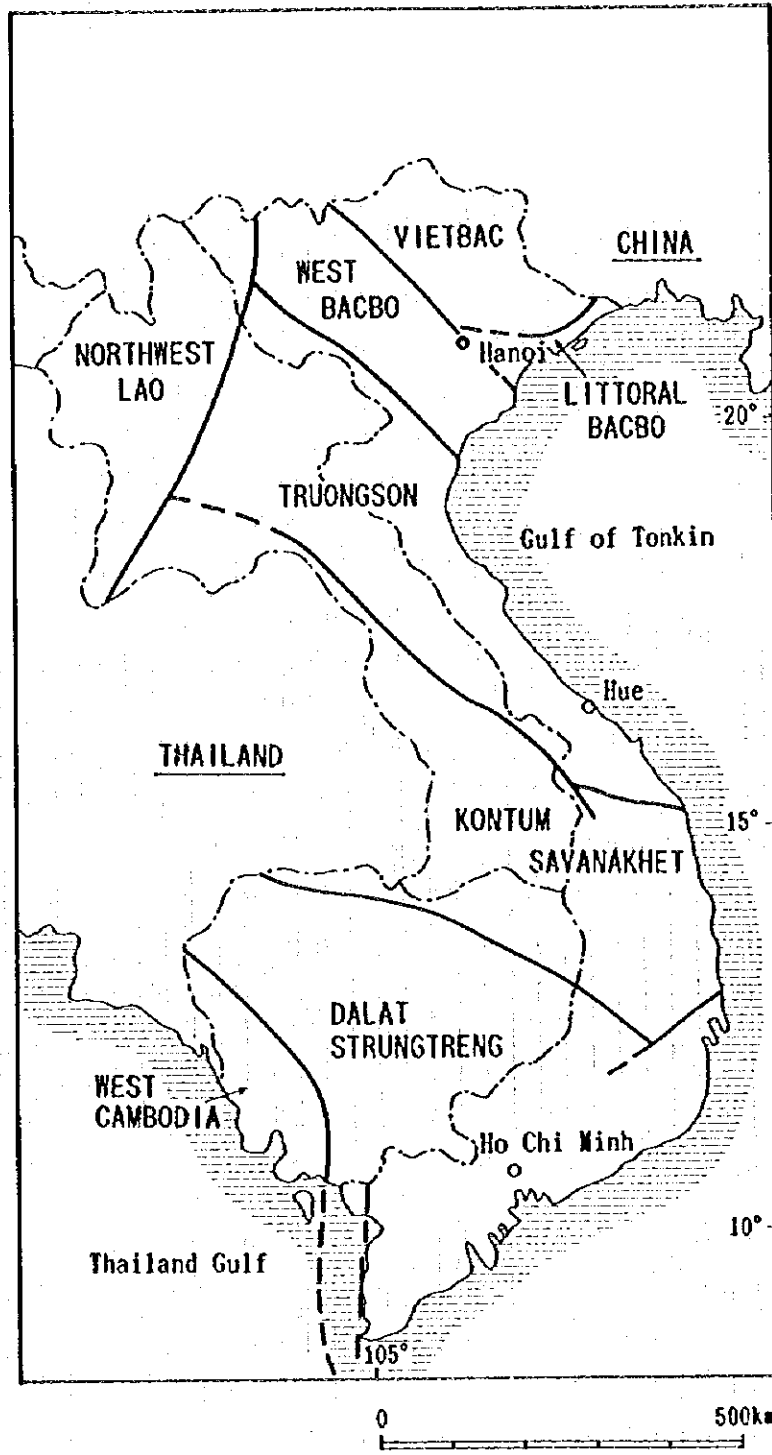
下部デボン系～中部デボン系は, 陸成の赤色碎屑岩類や海成の頁岩や砂岩を主体とする堆積岩類などからなり, 原生界～カンブリア系やカンブリア系～下部オルドビス系の周縁に分布している。

上部二畳系～上部三畳系は, 調査地域付近で最も広く分布する。これらの地層は, 主に炭酸塩岩, 砂岩, 頁岩などの堆積岩類からなり, 一部で安山岩, 玄武岩, 流紋岩などの火山岩類や同質の火砕岩類を伴う。調査地域南部の「Truongson」では中部三畳系とされるフェルシックな火山岩類も広く分布する。

ヴェトナム北部地域では, 原生代, 古生代前期～中期, 古生代後期～中生代前期及び中生代後期～新生代前期の4つのステージの貫入火成活動が知られている

調査地域付近では原生代の貫入岩類が, ホン川(Song Hong)の右岸域にある原生界の変成岩類中に構造的に調和した関係で貫入している。

古生代前期～中期の閃緑岩・かこう閃緑岩・かこう岩からなるフェルシック岩類や古生代



第1-2图 构造区分图

後期～中生代前期の同様なフェルシック岩類がマー川の右岸部に比較的まとまった岩体として分布している。

超マフィック岩類及びマフィック岩類は、古生代前期～中期のもの及び古生代後期～中生代前期のものが分布している。これらは、ダナイトやはんれい岩からなり、一般に小規模でレンズ状岩体として産する。

中生代後期～新生代前期の貫入岩類は、「West Bacbo」中央のトゥーレ (Tu Le) 地域に広く分布するが、調査地域付近では、南部に狭い分布が認められるのみである。

3-2 地質構造概要

ヴェトナム北部は、長い地質時代にわたる構造運動を受けて複雑な地質構造を示している。しかし、「West Bacbo」や「Truongson」などの各構造区は、基本的に NW-SE 方向に配列している。各構造区は、ホン川やマー川に沿う NW-SE 方向の主要な構造線を境界としている。各構造区内では、主要構造線とほぼ平行な NW-SE 方向の断層が数多く存在し、地層の分布を規制している。また、貫入岩類の分布も NW-SE 方向の構造に調和的である。

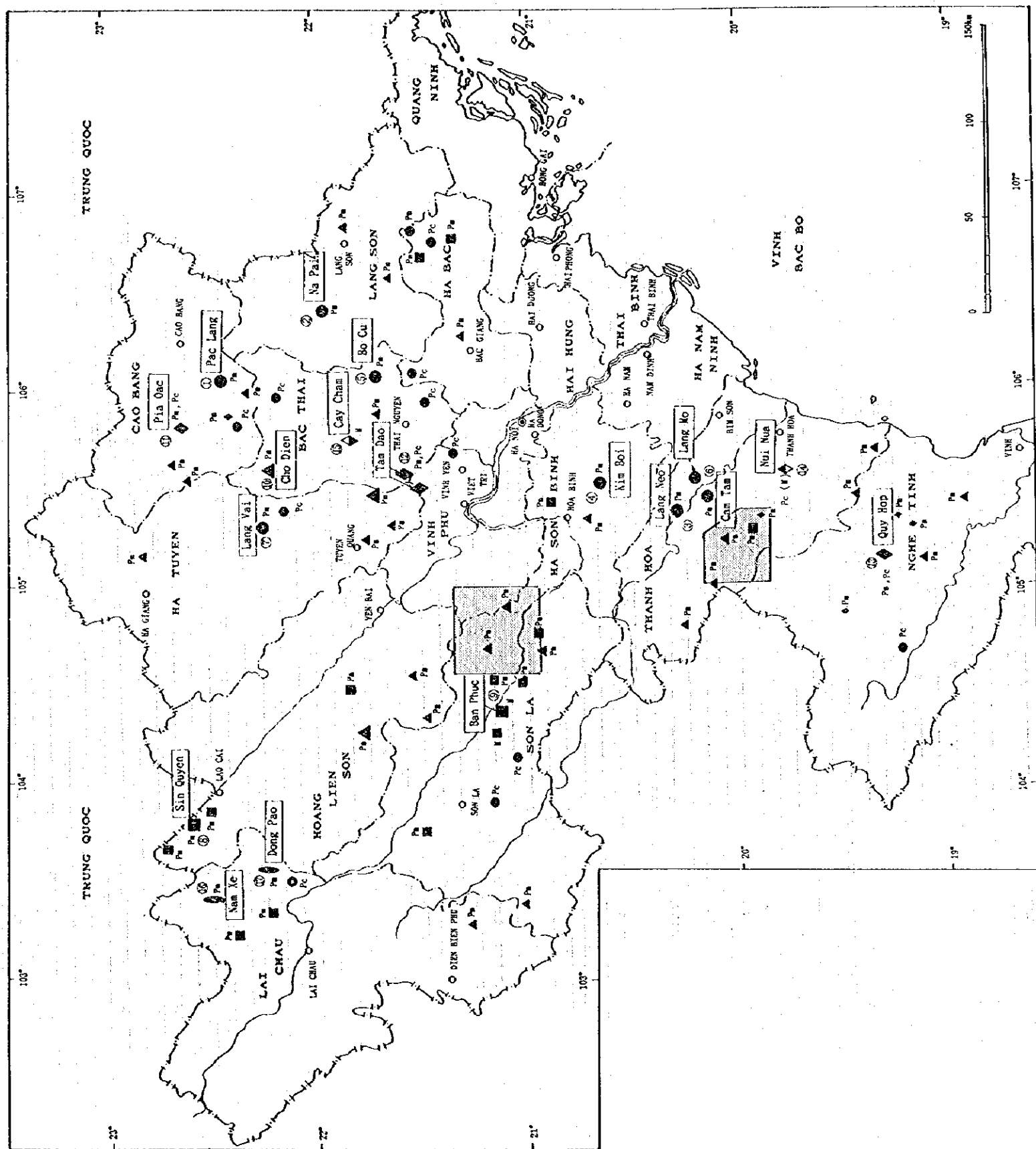
「West Bacbo」や「Truongson」付近は、いわゆる南中国プレートとインドシナプレートが互いに接する地域にあたる。これら2つのプレートは古生代～新生代にかけて分離と結合を繰り返したと一般に考えられているが、テクトニクスに関する詳細は十分に検証されていない。これらのプレートの活動に伴いリフト帯、オブダクション帯やサブダクション帯が形成され、地層の堆積、現在の NW-SE 方向の地層配列及び構造線が形成されたと考えられる。

NW-SE 方向の構造規制は、調査地域付近でも顕著に認められる。調査地域付近に広く分布する上部二疊系～上部三疊系は、幅 20～40km で NW-SE 方向に細長く伸長して分布する。また、原生界～カンブリア系や古生代前期の地層なども NW-SE 方向に伸長し、馬蹄型を呈して分布する。これらの地層は、NW-SE 方向の断層で互いに接する場合が多い。マー川右岸の貫入岩類も NW-SE 方向の構造に調和的に分布する。また、小規模でレンズ状の超マフィック～マフィックな貫入岩類も NW-SE 方向の構造線上に点々と分布している。

3-3 鉱床概要

ヴェトナムでは長期間にわたる多様な構造運動により変化に富む鉱化作用が生じている。先カンブリア紀、古生代前期～中期、インドシナ期 (石炭紀後期～三疊紀後期)、中生代後期～新生代前期 (主として白亜紀～古第三紀)、新第三紀～第四紀の5つの鉱床生成期を識別することができる。

ヴェトナムの北部地域には、第1-5図に示すように有用金属の鉱床及び鉱微地が多数存在する。UNESCAP(1990)の報告書によると、調査地域の近傍では、いくつかの金の鉱床・鉱微地やニッケル・銅の鉱床・鉱微地、錫・タングステン鉱床・鉱微地及び漂砂クロム鉱床が



(Simplified from ESCAP, 1990)

Metallic Mineral *		Genetic Type		Others	
●	AU (-Ag)	M	Magmatic	⊙	Pac Lang
■	Cu, Ni-Cu	Pa	Post-magmatic	①	Name of deposit or mine with its number
▲	Pb-Zn	Pc	Placer	—	Boundary of Province
◆	Sn-W			□	Survey Area
◇	Cr				
◊	Ti				
⊖	Rare-Earth				

* Smaller size symbols may show occurrences of the minerals concerned. They have not been described in the text of ESCAP REPORT, 1990.

第1-5図 ヱイエトナム北部地域錫床・鋳徴地分布図

知られている。また、鉛・亜鉛の鉱床・鉱徴地は数多く分布するが、その規模は小さいと考えられている。

ヴァンイェン・タインホア西部地域近辺の既存の鉱床及び鉱徴地の概要を述べると以下のとおりである。

調査地域付近の金鉱床としては、ハーソンビン(Ha Son Binh)省中央部のキムボイ(Kim Boi) 鉱床、タインホア(Thanh Hoa) 省北部のランネオ(Lang Nco) 鉱床、ランモ(Lang Mo) 鉱床、カムタム(Cam Tam) 鉱床などが知られている。これらは、カンブリア紀の石灰岩、二疊紀後期と三疊紀前期のマフィックな火山岩、三疊紀の堆積岩などを母岩とする鉱脈型の鉱床である。また、調査地域の1つであるヴァンイェン地域の北西部にあるスオイチャット(Suoi Tiat) 鉱山は、含金銅鉱床として現在稼行中である。漂砂金鉱床は、ほとんどすべての山間地域の河川流域に見い出されているが、一般に規模は小さくそれらの詳細は不明である。

代表的なニッケル・銅鉱床としては、ソンラ(Son La) 省中央部のターコア(Ta Khoa) 地区に位置するバンフック(Ban Phuc) 鉱床が知られている。これは、ヴィエトナムで最大規模のニッケル・銅鉱床で、二疊紀～三疊紀に活動した超マフィック岩に伴う鉱脈型及び鉱染型鉱床である。本鉱床はター川の右岸に位置し、構造地質区分ではター川変動帯に属する。

ゲーアン(Nghe An) 省のクイホップ(Quy Hop) 鉱床は、漂砂鉱床を主体とする錫・タングステン鉱床として知られる。この付近では、先カンブリア代～古生代の片岩中に錫石・硫化物鉱脈が発見されている。また、調査地域の1つであるタインホア西部地区南東部のブーメ(Bu Me) 地区では錫・タングステンの気成～熱水性鉱化帯が発達しており、現在GSVで探鉱中である。

漂砂クロム鉱床としては、タインホア省東部のヌイヌア(Nui Nua) 地区が知られている。この地区の鉱床は、古生代前期～中期の超マフィック岩体の周辺に位置しており、大規模で長期間にわたり探掘されている。

ヴィエトナム北部の鉛・亜鉛鉱床としてはバックタイ(Bac Thai) 省のチョーディエン(Cho Dien) 鉱床が有名である。調査地域付近では、鉛・亜鉛鉱床の分布が点々と認められるが、それらの規模や位置に関する詳細は不明である。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制

ヴァンイェン地域スオイボック地区の地質は、三疊紀中期の堆積岩類、これを貫く白亜紀のデイサイトポーフイリーとアブライト、及び第四紀の未固結堆積物からなる。

中部三疊系は、調査地域の大部分を占めており、2つの岩相に分けられる。1つは、黒色泥岩を主体とし、灰色シルト岩及び灰色～赤灰色細粒～粗粒砂岩を伴う碎屑性堆積岩類からなる。それらの碎屑性堆積岩類としては、スオイボック鉍化帯周辺では砂岩及びシルト岩が優勢であり、本地区東部では黒色泥岩が卓越する。もう1つの岩相は淡灰色～黒色を呈する石灰岩である。

調査地域内に分布する泥岩、シルト岩及び砂岩には層理が認められることがある。それらの一般走向はN-S～NNE-SSWで、傾斜は20°～70°Eを示すことが多い。

第四系は西部の低地帯にN-S方向で帯状に分布する。

デイサイトポーフイリー及びアブライトは、スオイボック鉍化帯付近で、碎屑性堆積岩類と石灰岩との境界部付近の碎屑性堆積岩類中に分布し、NNE-SSW方向に並んでいる。

本地区に分布する断層はいずれもNNE-SSW方向を示す。

以上から、本地区では堆積岩類の走向、貫入岩の分布、断層、さらに西部の第四系の分布はいずれも概ねN-S～NNE-SSW方向を示し、本地区の地質構造はこの方向で特徴づけられると言える。

本地区西部に位置するトレンチで捕捉した、碎屑性堆積岩類中の石英脈及び珪化帯はN-S方向の走向を有している。同じく石灰岩中に見られる角礫状鉍脈はNNW-SSE～N-S～NNE-SSWの走向を示す。

本地区で確認されている鉍化としては、スオイボック鉍化帯のビットから掘り出された含鉛・亜鉛鉍石塊がある。この鉍石塊は、主として白鉛鉍及び閃亜鉛鉍からなり、少量の黄鉄鉍、方鉛鉍及び硫酸鉛鉍を随伴している。GSVによると、ビット内に見られた鉍化帯の幅は0.1～1.0 m程度である。ビット周辺に散乱している岩片の種類としては、碎屑性堆積岩類が卓越していることから、碎屑性堆積岩類中にこの鉍化帯が胚胎している可能性が高い。

トレンチで捕捉した石英脈を伴う珪化帯の走向延長方向約15 mに前述ビットが位置する。この珪化帯の幅は1.2 mであり、ビットで捕捉された鉍化帯の幅とほぼ同程度である。また、この珪化帯は碎屑性堆積岩類中に胚胎する。

これらからトレンチの珪化帯とビットで捕捉された鉍化帯とは一連のものと推定される。従って、ビットで捕捉された鉛・亜鉛を含む鉍化帯は碎屑性堆積岩類中に胚胎する鉍脈型鉍床と考えられる。

4-2 地化学探査結果と鉍化作用との関係

第2年次に本調査地域で実施された土壌による地化学探査の結果、亜鉛について、地化学探査異常域が4箇所を検出された。

本地区西部には3箇所の地化学異常域が分布する。それらはほぼNNE-SSW方向に並んでいる。それらのうち1箇所の異常域はスオイボック鉍化帯を内包する。

本地区中央部に得られた地化学探査異常域は、高充電率異常域と隣接している。

スオイボック鉍化帯周辺の4地点の土壌試料は0.1%以上の亜鉛を含んでいる。これら4点のうち2点は1.1%及び7.4%の亜鉛を含有している。スオイボック鉍化帯北方に捕捉された地化学探査異常域で採取された、土壌試料の亜鉛含有量が0.1%台であることと比べると、これら2点の亜鉛含有量は異常に高い。

Zn 7.4%の高含有量を示した試料の採取地点は前述ピット周辺に位置する。Zn 7.4%の高い含有量を示していることから、ピットまたは坑道から掘り出された鉍石片を含んだ土壌を採取した可能性が高いと考えられる。すなわち、これらの高い亜鉛含有量は風化作用により形成された土壌中に含まれる亜鉛の量を表現したものではなく、人為的に付加された亜鉛の含有量を表現していると考えられる。

スオイボック鉍化帯周辺の地化学探査異常域に掘削されたトレンチには、2種類の鉍化が認められた。1つは、砕屑性堆積岩類に胚胎する含褐鉄鉍珪化帯であり、他は石灰岩中の褐鉄鉍網状脈～細脈である。含褐鉄鉍珪化帯は、前述のとおりピット内に把握された含鉛・亜鉛鉍化帯と一連のものと考えられる。また、後述するスオイボック鉍化帯北方で得られている地化学探査異常と同様に、石灰岩中の網状脈～細脈は地化学探査異常を形成した可能性がある。

以上から、スオイボック鉍化帯周辺で捕捉された地化学探査異常は、砕屑性堆積岩類及び石灰岩中に賦存する鉍脈タイプの鉍化帯を捕らえたものと考えられる。

スオイボック鉍化帯北方に捕捉された地化学探査異常域では、土壌中に亜鉛を0.12～0.20%含有している。この異常域においてMJT-2、MJT-3の2本のトレンチが掘削された。トレンチに分布する岩石は石灰岩のみである。石灰岩中にスカルン鉍物は見られない。石灰岩中には褐鉄鉍を含有する角礫状鉍脈または網状脈～細脈が認められた。これらの角礫状鉍脈または網状脈～細脈が数多く認められた範囲は、地化学探査異常域と概ね一致する。このことから亜鉛の地化学探査異常域は、石灰岩中の角礫状鉍脈または網状脈～細脈からなる鉍化帯を捕らえたものであると考えられる。

4-3 物理探査結果と鈹化作用との関係

昨年度の物理探査（IP法）により、60 ms以上の高充電率異常域が、スオイボック地区の北東部に2箇所及び中央部に1箇所検出された。それらはほぼNNE-SSW方向に並び、石灰岩と碎屑性堆積岩類との境界部付近の碎屑性堆積岩類中に位置している。

3箇所の高充電率異常域のうち2箇所において、MJVS-1及びMJVS-4のボーリングが実施された。

ボーリング孔の地質は、いずれのボーリングでも黒色泥岩及び破砕帯からなる。破砕帯は、細粒砂岩、黒色泥岩、石灰岩、石灰質泥岩などの角礫と泥質物の基質から構成される。

破砕帯の角礫中に黄鉄鈹の鈹染または石英と黄鉄鈹からなる細脈が稀に見られた。また、基質を構成する泥質物のごく一部に黄鉄鈹の鈹染が認められた。MJVS-1及びMJVS-4に認められる硫化鈹物の容積割合は全体として極めて少なく、黄鉄鈹などの硫化鈹物の存在がIP効果を生じさせたとは考えられない。

ボーリングコアの物性測定結果を見ると、黄鉄鈹の鈹染が見られる石灰岩角礫は極めて高い充電率を示している。また、MJVS-1から採取された細粒砂岩の1試料は、前述の黄鉄鈹が鈹染している石灰岩角礫と同程度の充電率を示す。一方、MJVS-1及びMJVS-4から採取された硫化鈹物を含む細粒砂岩、石灰質泥岩、石灰岩などの角礫は、MJVS-2及びMJVS-3で採取された石灰岩の充電率に比べ、高い充電率を有する。

MJVS-1及びMJVS-4から採取された碎屑性堆積岩類の研磨片を作成し鏡下で観察した結果、すべての研磨片にグラファイトの存在を認めた。グラファイトは強いIP効果（高い充電率）を示すと言われている。

以上より、昨年度IP調査により捕捉した高充電率異常は、グラファイトの存在により引き起こされたものであり、硫化鈹物の存在を示すものではないと考えられる。

昨年度のIP調査により、ボーリング調査が実施された2箇所の高充電率異常域以外に1箇所高充電率異常域が捕捉されている。これら3箇所の異常域はほぼNNE-SSW方向に配列している。調査地域の碎屑性堆積岩類はほぼN-S～NNE-SSW方向の走向を持ち分布する。これら3箇所の高充電率異常域はMJVS-1及びMJVS-4で達着した断層破砕帯上に位置する。これら3箇所の高充電率異常は、グラファイトに富む岩石が断層破砕帯中に偏在していることにより生じた可能性が高い。

4-4 鈹床賦存のポテンシャル

昨年度までの調査により、スオイボック地区において鉛・亜鉛を含む鈹床が賦存する可能性の高い範囲として、地化学探査異常域及び高充電率異常域が挙げられた。

4箇所に分布する地化学探査異常域のうち2箇所について、トレンチ調査及びボーリング調査が実施された。この結果、以下のことが明らかとなった。

地化学探査異常域は鉛脈鉛床の存在を表現したものである。本異常域地表下の砕屑性堆積岩及び石灰岩中には、スカルン鉛物を認めることはなかったため、スカルン鉛床が賦存する可能性は低い。

鉛脈鉛床は、主に石灰岩中に胚胎している。本地区の石灰岩には石灰洞が多数発達している。これら石灰洞を通過した自由地下水により鉛脈中の硫化鉛物は地下深部まで酸化溶脱されている。鉛脈に対する酸化溶脱の下限を把握することはできなかったが、地表下200 m以深まで及んでいる可能性がある。従って、地化学探査異常域の地表下200 mまでを考えた場合、酸化溶脱作用により鉛脈中の鉛・亜鉛品位は低くなっていると考えられる。

トレンチの石灰岩中に賦存する含褐鉄鉛角礫状鉛脈は最大で0.2 mの幅を有する。ボーリング孔に見られた含褐鉄鉛角礫状鉛脈は最大で1.5 mの幅を有する。硫化鉛物が残存しているであろう地表下深部において、これらの角礫状鉛脈の脈幅が肥大することは期待できず、地表下深部に大規模鉛・亜鉛鉛脈鉛床が賦存する可能性は低い。

トレンチ中には褐鉄鉛と粘土を含有する破碎帯が認められ、その幅は7.5 mである。また、ボーリング孔には褐鉄鉛及び粘土を含有する破碎帯が多数見られた。これらの破碎帯について2通りの解釈ができる。1つは角礫状鉛脈が酸化溶脱されたものであり、他はドリネ中に崩落した石灰岩角礫と表土から構成されるとするものである。角礫状鉛脈であったとしても、石灰岩角礫の割合が極端に多いため、深部において高品位の鉛・亜鉛鉛脈鉛床が存在する可能性は低いと考えられる。

スオイボック鉛化帯南南西方及び本地区中央部に地化学探査異常が捕捉されている。これらの異常は1土壌試料点のみからなる。スオイボック鉛化帯周辺及びその北方に分布する地化学探査異常が多数の試料点から構成されているのに比べ、この地化学探査異常の広がり狭く、この異常域には大規模な鉛・亜鉛鉛床の賦存は期待できない。

3箇所に分布する高充電率異常域のうち2箇所について、ボーリング調査が実施された。この結果、以下のことが明らかとなった。

高充電率異常は、砕屑性堆積岩類に含まれるグラファイトを捉えたものであり、高充電率異常域周辺には鉛・亜鉛を含む鉛床の賦存は期待できない。

昨年度までの調査により抽出された鉛床賦存有望範囲に対してトレンチ調査及びボーリング調査を実施したが、大規模鉛・亜鉛鉛床の賦存を示す徴候はなく、今後本地区についてはこれ以上調査を実施する必要はないと考える。

第5章 結論及び将来への提言

5-1 結論

本年度ヴァンイェン地域スオイボック地区においてトレンチ調査及びボーリング調査が実施された。その結果、以下の結論が得られた。

(1) スオイボック地区の地質は、三畳紀中期の堆積岩類、これを貫く白亜紀のデイサイトポーフイリーとアブライト、及び第四紀の未固結堆積物からなる。本地区における中部三畳系の一般走向は N-S~NNE-SSW である。本系の碎屑性堆積岩類は、ボーリング調査を実施した範囲では、 $20^{\circ}\sim 70^{\circ}$ E の傾斜を示すことが多い。

(2) 本地区では堆積岩類の走向、貫入岩の分布、断層、さらに西部の第四系の分布はいずれも概ね N-S~NNE-SSW 方向を示し、本地区の地質構造はこの方向で特徴づけられる。

(3) 昨年度の調査により得られた地化学探査異常域は鉍脈鉍床の存在を表現したものである。これらの異常域において中部三畳系にスカルン鉍物を認めることはないため、スカルン鉍床が賦存する可能性は低い。

(4) ピットで確認されたスオイボック鉍化帯は、鉛・亜鉛を含む鉍脈型鉍化帯であると考えられる。

(5) 昨年度の物理探査の結果得られた高充電率異常は碎屑性堆積岩類に含まれるグラファイトを捉えたものであり、高充電率異常域周辺には鉛・亜鉛を含む鉍床の賦存は期待できない。

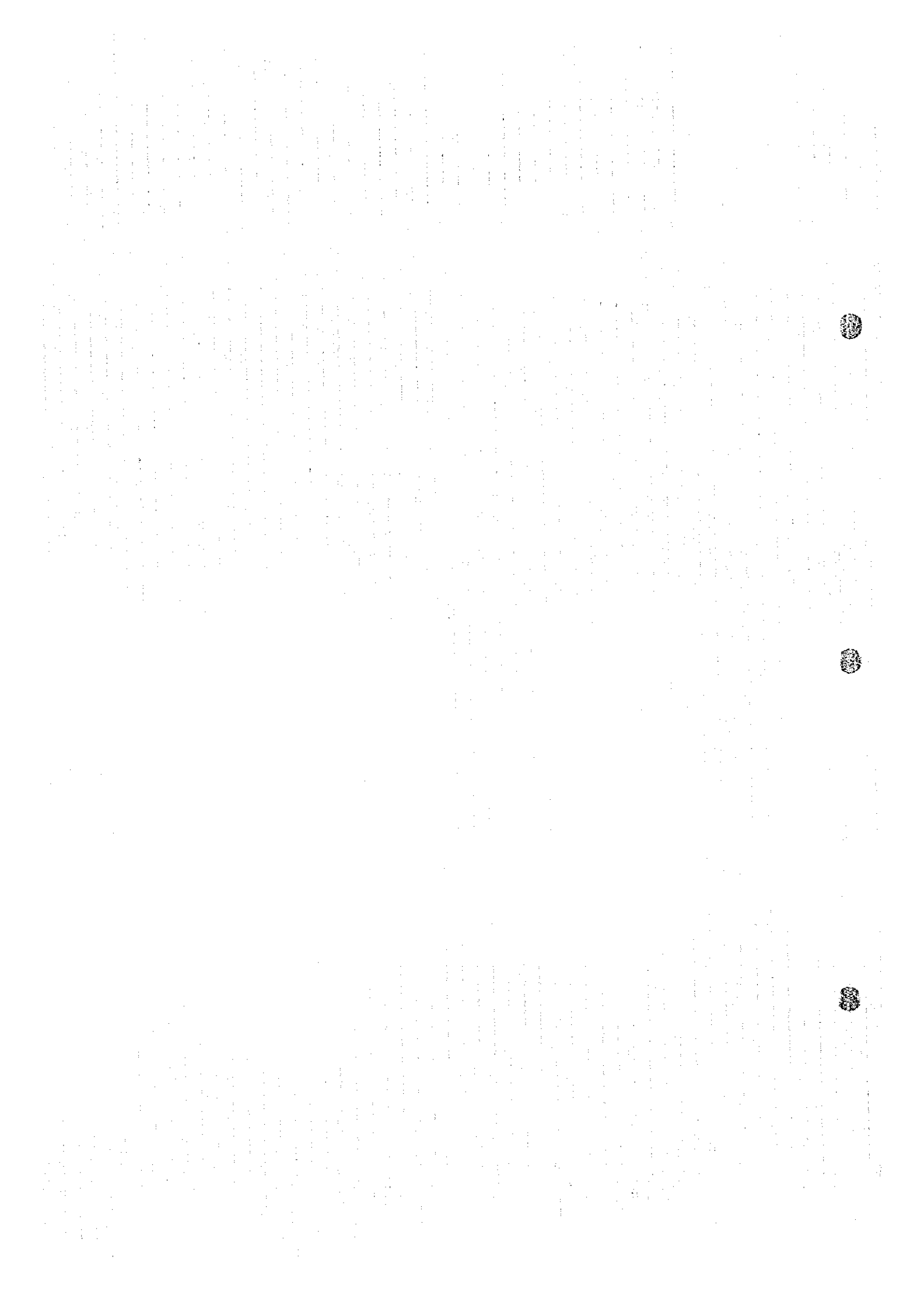
(6) 本地区に賦存が期待される鉍脈鉍床は、主に石灰岩中に胚胎している。本地区の石灰岩には石灰洞が多数発達している。これら石灰洞を通過した自由地下水により、鉍脈中の硫化鉍物は地下深部まで酸化溶脱されている。鉍脈に対する酸化溶脱の下限を把握することはできなかったが、地表下 200 m 以深まで及んでいる可能性がある。従って、地化学探査異常域の地表下 200 m までを考えた場合、酸化溶脱作用により鉍脈中の鉛・亜鉛品位は低くなっていると考えられる。

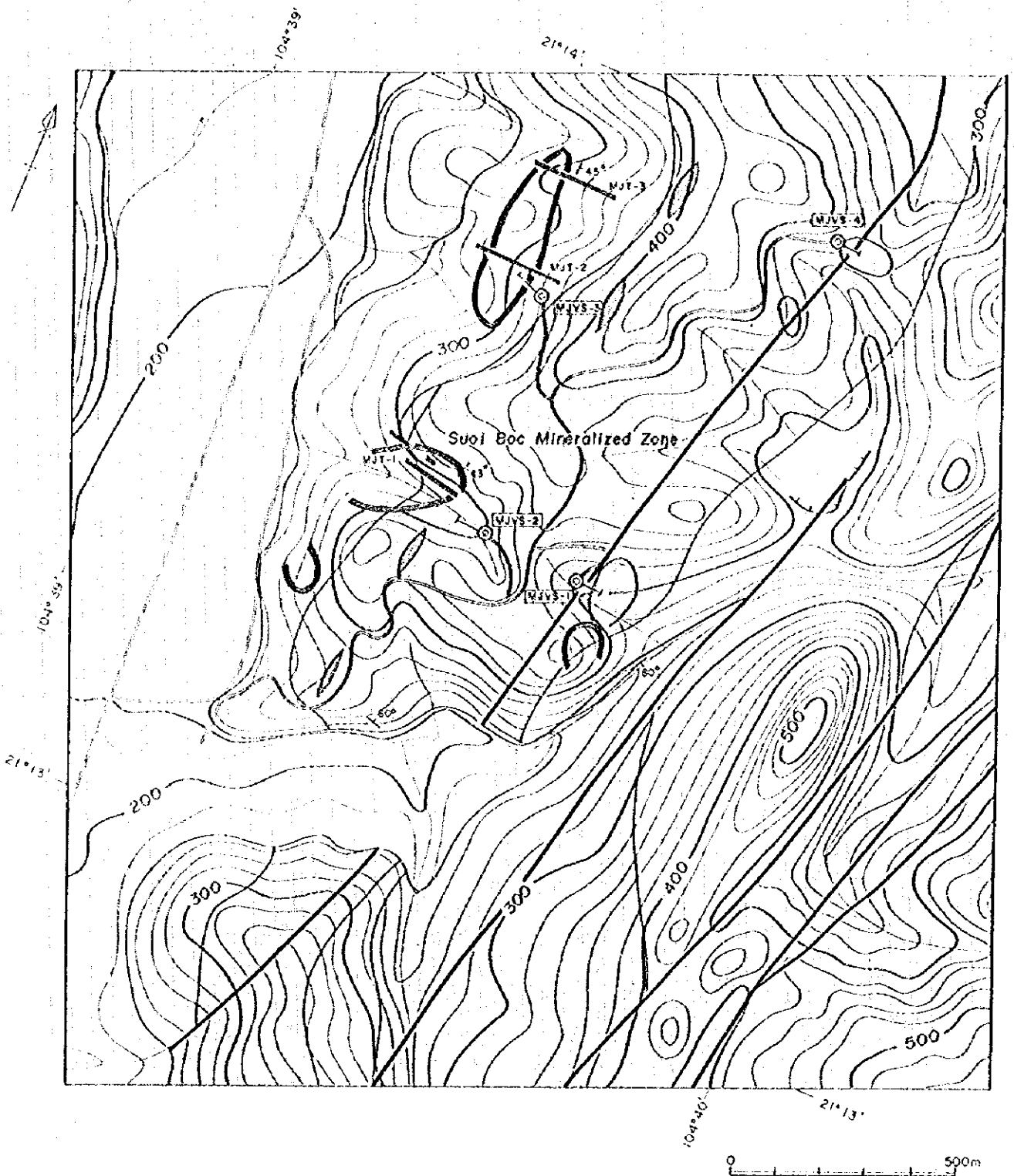
(7) トレンチ及びボーリング孔に見られた含褐鉄鉍角礫状鉍脈は 1 m 程度の幅を有する。硫化鉍物が残存しているであろう地表下深部において、これらの角礫状鉍脈の脈幅が大幅に肥大することは期待できず、深部に大規模鉛・亜鉛鉍脈鉍床が賦存する可能性は低い。

(8) トレンチ及びボーリング孔には褐鉄鉱と粘土を含有する破碎帯が認められた。これらの破碎帯の成因について2通りの解釈ができる。1つは角礫状鉄脈が酸化溶脱されたものであり、他はドリーネ中に崩落した石灰岩角礫と表土から構成されるとするものである。角礫状鉄脈であったとしても、石灰岩角礫の割合が多いため、深部において高品位の鉛・亜鉛角礫状鉄脈となる可能性は低いと考えられる。

5-2 今後の探鉱への提言

昨年度までの調査により抽出された鉄床賦存有望範囲に対してトレンチ調査及びボーリング調査を実施したが、大規模鉛・亜鉛鉄床の賦存を示す徴候はなく、今後本地区についてはこれ以上調査を実施する必要はないと考える。





L E G E N D

- | | | | | |
|-----------------|--|-----------------------------------|--|----------------------------|
| Quaternary | | Gravel, Sand, Clay | | Geochemical Anomalous Zone |
| Middle Triassic | | Limestone | | High Chargeability Zone |
| | | Sandstone, Siltstone and Mudstone | | Drilling Hole |
| Intrusive Rock | | Dacite Porphyry, Aplite | | Trench |
| | | Fault | | |
| | | Dip and Strike | | |

第1-6図 スオイボック地区総合解析図



第II部 各 論



第II部 各 論

第1章 スオイ・ボック地区概要

1-1 地区概要

スオイボック地区は、ヴァンイエン地域の北西部に位置する面積 4.5 km²の範囲からなる。本地区は、ホン川 (Song Hong) の支流であるムア川 (Song Mua) とダー川 (Song Da) の支流であるトック川 (Song Toc) とに挟まれた春梁地帯に位置する。

本地区へ至るには、ハノイ西方約 125 km に位置するフーイエン (Phu Yen) から南下し約 4 km の砂利道を経て本地区西部に達する。

本地区の大部分は海拔 200m から 500m の比較的急峻な山地からなる。山系は、本地区の地質構造を反映して N-S 方向に伸びていることが多い。本地区内の石灰岩分布域にはカルスト地形や急崖が見られる。カルスト湧泉が本地区西部にある。

本地区西部に広がる山間盆地の道路沿いには多くの人家がある。盆地内は水田または畑地として利用されている。本地区西部を除く山地の緩斜面は畑地とされ、山芋が栽培されている。

本地区については、初年度に地質概査がなされ、スオイボック鉱化帯の存在が明らかとなった。第2年度には本地区において地質精査、土地化学探査及び物理探査 (IP 法) が実施された。これらの結果、本地区が探鉱有望地域として抽出された。

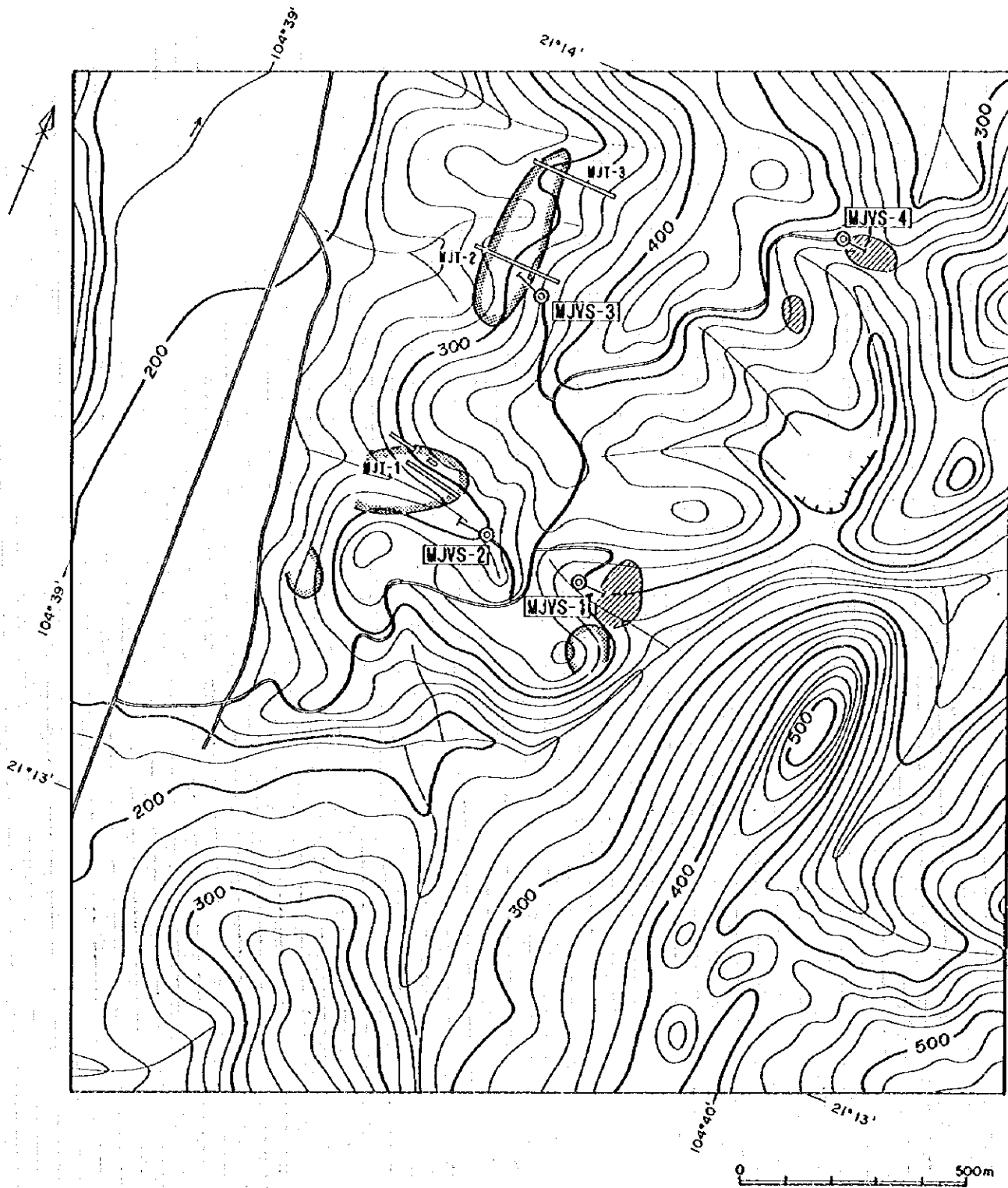
今年度は、土地化学探査により得られた亜鉛の地化学探査異常域及び、物理探査により得られた高充電率異常域に対して、4 孔、総延長 742.70m のボーリング調査が実施された。また、土地化学探査により得られた亜鉛の地化学探査異常域に対して総延長 600 m のトレンチ調査が実施された (第 2-1 図)。

1-2 地質及び鉱床概要





スオイボック地区の地質は、三疊紀中期の堆積岩類、これを買く白亜紀のデイサイトポーフイリとアブライト、及び第四紀の未固結堆積物からなる (第 2-2 図)。

中部三疊系は、調査地域の大部分を占めており、2つの岩相に分けられる。1つは、黒色泥岩を主体とし、灰色シルト岩及び灰色～赤灰色細粒～粗粒砂岩を伴う碎屑性堆積岩からなる。碎屑性堆積岩としては、スオイボック鉱化帯周辺では砂岩及びシルト岩が優勢であり、本地区東部では黒色泥岩が卓越する。もう1つの岩相は淡灰色～黒色を呈する石灰岩である。石灰岩はいたるところで高さ 50～100m の垂直な崖を形成している。

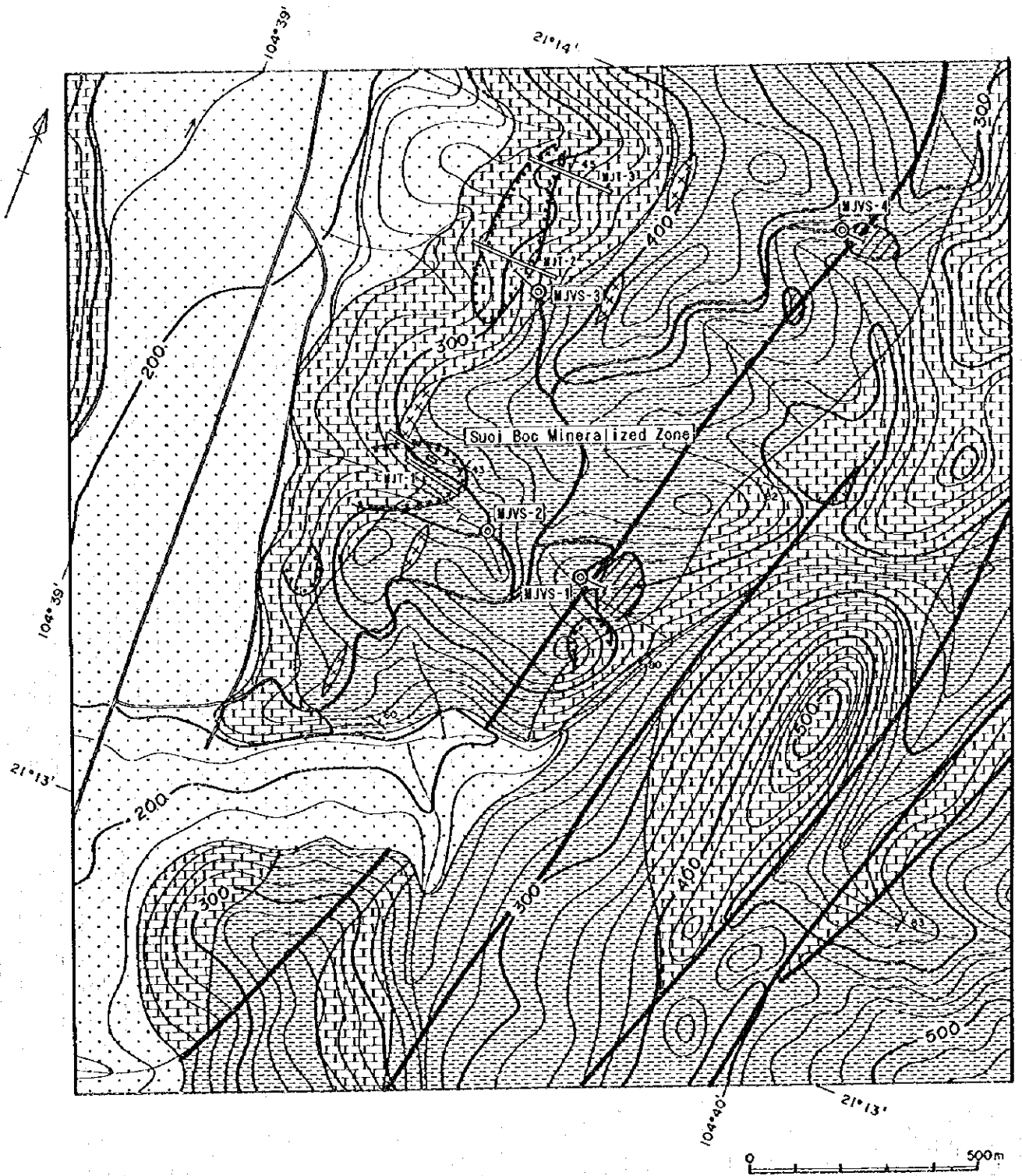
調査地域内に分布する泥岩・シルト岩・砂岩には層理が認められることがある。それらの



LEGEND

-  Geochemical Anomalous Zone
-  High Chargeability Zone
-  Drilling Hole
-  Trench

第2-1図 トレンチ・ボーリング位置図



L E G E N D

- | | | | | |
|-----------------|--|-----------------------------------|--|----------------------------|
| Quaternary | | Gravel, Sand, Clay | | Geochemical Anomalous Zone |
| Middle Tertiary | | Limestone | | High Chargeability Zone |
| | | Sandstone, Siltstone and Mudstone | | Drilling Hole |
| Intrusive Rock | | Diabase Porphyry, Aplite | | Trench |
| | | Fault | | |
| | | Dip and Strike | | |

第2-2図 スオイボック地区地質図

一般走向は N-S~NNE-SSW で、傾斜は 20°~70°E を示すことが多い。

第四系は西部の低地帯に N-S 方向で帯状に分布する。

デイサイトポーフリー及びアブライトは、スオイボック鉍化帯付近で、碎屑性堆積岩類と石灰岩との境界部付近の碎屑性堆積岩類中に、NNE-SSW 方向に伸長する小規模岩脈として貫入している。

スオイボック鉍化帯では鉍床の露頭は認められず、ピットから掘り出された鉍石の転石しか観察できない。

本鉍化帯は 1982~83 年にかけて、中国人により坑道探鉍(横坑)が行われたとされるが、現在、坑道を確認することはできない。

GSV によって 5 箇所のピットがその坑道周辺で開削されたが、いずれも地表部が崩落して内部を観察できない。それらのピットの深度は 8~10 m で、それらのうちの 1 つからは幅が 0.1~1.0 m の方鉛鉍・閃亜鉛鉍を含む鉍化帯を把握したといわれている。

ピット周辺のピットすり山から採取した鉍石塊は、主として白鉛鉍及び閃亜鉛鉍からなり、少量の黄鉄鉍、方鉛鉍及び硫酸鉛鉍を随伴している。

第 2 年次に本調査地域で実施された土壌による地化学探査の結果、亜鉛について、地化学探査異常域が 4 箇所検出された。それらのうちの 1 箇所の異常域はスオイボック鉍化帯を内包する。

昨年度の物理探査 (IP 法) により、60 ms 以上の高充電率異常域が、本調査地域の北東部に 2 箇所及び中央部に 1 箇所検出された。このうち中央部の高充電率異常域は、亜鉛の地化学探査異常域と隣接している。

亜鉛の地化学探査異常域と高充電率異常域の分布を合わせてみると、ほぼ NNE-SSW を示す 2 列に配列している。

西側の列は、本地区西部の石灰岩中または石灰岩と碎屑性堆積岩類との境界部付近に位置する 3 箇所の地化学探査異常域群からなる。

東側の列は、3 箇所の高充電率異常域と 1 箇所の地化学探査異常域から構成される。これらは石灰岩と碎屑性堆積岩類との境界部付近の碎屑性堆積岩類中に位置している。

本地区では、地層の主要走向、貫入岩類の分布方向、断層がいずれも N-S~NNE-SSW 方向を示している。前述の地化学探査異常域と高充電率異常域の配列方向は、本地区の地質構造に支配されたものと見ることができる。

地化学探査異常域及び高充電率異常域が地層の走向方向に配列し、石灰岩と碎屑性堆積岩類との境界部付近に位置していること、小規模ながら地表にて貫入岩が認められたことから、本地区には鉛・亜鉛を含むスカルン鉍床の賦存が期待された。

一方、西側の地化学探査異常域では見掛比抵抗は低くなく、充電率が低いことから、地化

学探査異常域は、IP 効果を生じるような大規模鉱床を表現したものではなく、強い IP 効果を生じない小規模鉱床を示す可能性も考えられた。また、東側の高充電率異常域は、黒色泥岩が卓越する範囲に位置することから、グラファイトを含む岩石により生じた充電率異常である可能性もあった。

昨年度までの調査の結果、解明すべき問題点として、本地区に賦存するであろう鉛・亜鉛鉱床はどのような鉱床であるのか、地化学探査異常は地表下の何を表現したものか、高充電率異常は地下の何を捕らえたものか、の3点であった。

第2章 トレンチ調査

2-1 調査方法

昨年度実施された土壌地化学探査により、スオイボック鉱化帯周辺、その南方及び北方、さらに本地区中央部の計4箇所に鉛-亜鉛の地化学異常域が把握された。

スオイボック鉱化帯周辺には異常値を示す試料がまとまって分布しており、かつ、Zn 1%以上の高含有量を示す試料が2点で得られている。

スオイボック鉱化帯の北方に位置する地化学探査異常域は4点の異常点より構成される。本地化学異常域は、本地区の堆積岩類の主要走向方向であるN-S~NNE-SSW方向に伸びた分布を示す。

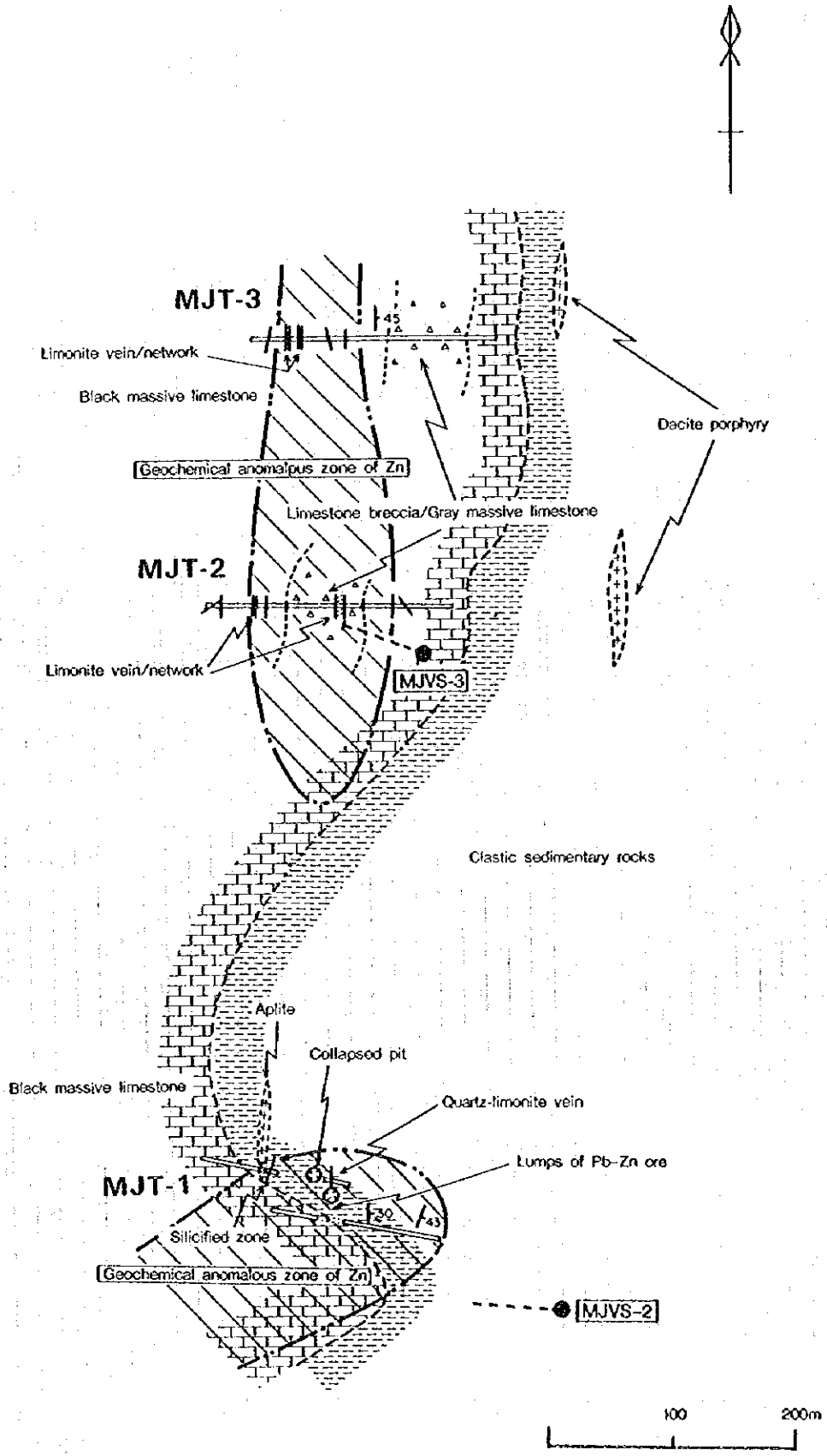
これら土壌地化学探査異常域における地質状況及び鉱化作用の性質を明らかにする目的で、スオイボック鉱化帯周辺及びその北方に位置する地化学探査異常域において、トレンチ調査を実施した。

掘られたトレンチは3本である。それぞれの延長は200mであり、N80°EまたはN90°Eの方向で掘られた。トレンチの幅は1mとし、岩盤が露出するまで掘ることを原則とした。南側から北側にむかい、各トレンチはMIT-1、MIT-2及びMIT-3とした。

スオイボック鉱化帯ではトレンチの一部が旧GSVピットすり捨て場に当たり、作業途中で崩壊事故が発生したため、その該当延長部分を30m北方に移動させた。また、このトレンチの西側に石灰岩よりなる急崖があったため、これを避けるように位置を変更した。

トレンチ調査が実施された位置を第2-1図に示す。トレンチ・スケッチを巻末資料21に、トレンチ調査結果図を第2-3図に示す。

トレンチ調査にあたっては、トレンチ調査図を縮尺1:200で作成した。岩石試料100件、鉱石試料30件の化学分析を実施した。分析成分はいずれもAu、Ag、Cu、Pb、Znの5成分である。



第2-3図 トレンチ調査結果図

2-2 地 質

3箇所のトレンチに認められた地質は、中部三疊系の石灰岩、細粒～粗粒砂岩及びシルト岩、さらにこれらの碎屑性堆積岩を貫くアブライトである。

石灰岩は、肉眼的に、黒色塊状石灰岩、灰色塊状石灰岩、石灰岩角礫岩、縞状石灰岩の4種に区分される。

黒色塊状石灰岩は非顕晶質の炭酸塩鉱物と少量の石英及び炭質物からなる。本岩中には網状の方解石細脈が発達している。

縞状石灰岩には白色から灰色を呈する幅 10 cm 程度の縞が繰り返して出現し、その縞の走向はほぼ N-S で、傾斜は $40^{\circ}\sim 70^{\circ}$ E を示す。本石灰岩は細粒の方解石からなり、多数の方解石細脈が見られる。

灰色塊状石灰岩は、細粒の方解石から構成される。

石灰岩角礫岩は最大 10 cm 程度の大きさの黒色石灰岩角礫を多量に含む。さらに石英片も含む。本角礫岩の基質は方解石、苦灰石、石英及び白雲母からなる。基質の方解石は、角礫を構成する方解石に比べ粗粒であり、灰色塊状石灰岩を構成する方解石と同じサイズである。

トレンチに見られる碎屑性堆積岩は、粗粒砂岩、細粒砂岩及びシルト岩である。これらの碎屑性堆積岩類はトレンチ MJT-1 にのみ分布する。いずれも風化されており、非常に軟弱である。

火成岩はトレンチ MJT-1 に見られるアブライトである。細粒砂岩及びシルト岩を貫いている。幅は約 3 m で、ほぼ N-S 方向に伸長する。

トレンチがほぼ N-S 方向に 3 本並べられた、スオイボック鉱化帯からその北方における地質構造は、以下のとおりまとめられる。

石灰岩は塊状を呈するものが多く、その地質構造は明らかではない。一部の石灰岩は縞状を呈し、その縞の走向・傾斜は N-S、 $45\sim 60^{\circ}$ E を示す。

碎屑性堆積岩類の一部には層理が認められ、その走向は N-S \sim NNE-SSW を、傾斜は $27\sim 50^{\circ}$ E を示すことが多い。

MJT-1 のアブライト周辺の碎屑性堆積岩は NNE-SSW の走向と $5\sim 25^{\circ}$ W の傾斜を示す。また、アブライト付近には小規模断層が認められる。

以上から、トレンチ調査を実施した範囲の堆積岩類は、全体として N-S から NNE-SSW の走向を持ち、E 傾斜の単斜構造を示すと言える。ただし、MJT-1 ではアブライト貫入部付近から石灰岩との境界部付近にかけ緩い W 傾斜となり、この範囲では小規模な背斜構造またはドームの存在が推定される。

各トレンチの地質は以下のとおりまとめられる。

MJT-1: 東方から西方にむかい、砂岩、シルト岩からなる碎屑性堆積岩、黒色塊状石灰岩の順で出現する。

MIT-2：東方から西方にむかい、黒色塊状石灰岩、石灰岩角礫岩及び黒色塊状石灰岩の順で出現する。

MIT-3：東方から西方にむかい、黒色塊状石灰岩、灰色塊状石灰岩、石灰岩角礫岩、縞状石灰岩及び黒色塊状石灰岩の順で出現する。

2-3 鈹化・変質作用

トレンチに認められた鈹化・変質作用は母岩により異なっている。

石灰岩中においては、角礫状鈹脈、網状脈または細脈が認められる。

角礫状鈹脈は最大 20 cm の幅を持つが、一般に膨縮が激しい。脈中には多量の石灰岩角礫を含み、角礫間を針鉄鈹が充填することが多い。針鉄鈹は、赤鉄鈹、石英、白雲母などと共生する。MIT-2 の石灰岩角礫岩中には幅 7.5 m の破碎帯があり、石灰岩角礫岩の破碎角礫を針鉄鈹、赤鉄鈹、石英及び白雲母などが充填している。

網状脈及び細脈は赤鉄鈹よりなる。細脈はほぼ石灰岩全体に認められる。MIT-3 では一部で平行細脈が見られる。

碎屑性堆積岩類中では石英脈、脈状珪化帯、網状脈及び鈹染が認められる。

脈状珪化帯は MIT-1 の 3 箇所に見られる。いずれも細粒砂岩が珪化したもので、非珪化部との境界は明瞭であり、その境界面はほぼ垂直に近い傾斜を示す。

MIT-1 の 1 箇所の脈状珪化帯は幅 10 cm 程度の石英脈を伴う。また、この脈状珪化帯は褐鉄鈹及び赤鉄鈹を伴っている。この珪化帯の走向延長方向である南方約 15 m の所にピット掘り跡がある。このピットの堆積ずり中に閃亜鉛鈹、方鉛鈹及び褐鉄鈹を含む珪化岩が見られる。

網状脈は、細粒砂岩中に見られ、幅 2~3 mm 程度の赤鉄鈹細脈からなる。網状脈全体の幅は 1 m 以下である。

鈹染は細粒砂岩及びアプライトに 1 箇所ずつ認められた。いずれも赤鉄鈹が鈹染し、不連続な赤鉄鈹細脈を伴うものである。全体として不規則塊状を呈する。

このほか、トレンチ中の土壤に塊状褐鉄鈹を認めた。この塊状褐鉄鈹中には幅 1 mm の黄鉄鈹を含む石英細脈が見られた。

トレンチに見られた鈹化・変質帯の化学分析結果を巻末資料 1 に示す。トレンチに見られる鈹化帯は酸化溶脱作用を強く受けており、分析結果には注目に値する品位は得られていない。

トレンチ調査を実施した範囲で得られている地化学探査異常と岩石または鈹化帯との関係を明らかにする目的で、各トレンチにおいて溝切りサンプリングを実施した。岩石試料の化学分析結果を巻末資料 2 に示す。

Zn を例に取り、岩石ごとの分析値基本統計量を次表に示す。

Rock type	Number of samples	Geometric mean	Range
Clastic sedimentary rocks	24	69 ppm	33 - 460 ppm
Limestone	74	230 ppm	40 - 1,282 ppm
Aplite	2	33 ppm	30 - 36 ppm

砕屑性堆積岩類と石灰岩を比較すると、石灰岩で高い亜鉛含有量が得られている。石灰岩中には赤鉄鉱細脈が一般に見られ、一部では網状脈が分布する。一方、砕屑性堆積岩類中には、一部に石英脈、赤鉄鉱網状脈が認められたのみである。この違いが亜鉛含有量平均値の差として現れたものと解釈できる。

2-4 トレンチ調査結果の考察

スオイボック鉱化帯に賦存が期待される鉱床のタイプについて考察する。

鉛-亜鉛を含む鉱化作用の存在を直接的に示すものは、ビットから掘り出された鉛・亜鉛を含む鉱石塊である。この鉱石塊は白鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱、硫酸鉛鉱、褐鉄鉱、石英などからなる。

トレンチ MIT-1 に認められた石英脈を随伴する珪化帯は、幅 1.2 m で、走向 N-S、傾斜 80° E を示す。この珪化帯の南方約 15 m 地点に、鉛・亜鉛を含む鉱石塊が掘り出されたビットがある。ビット中の珪化帯の幅はトレンチで捕捉された珪化帯の幅と同程度である。これらからトレンチ MIT-1 の珪化帯は、ビット中に位置する珪化帯と一連のものと考えられる。

ビット周辺に細粒砂岩またはシルト岩片が散乱していることから、ビット中に捕捉された鉱床は、砕屑性堆積岩類中に胚胎する鉱脈型鉱床である可能性が高い。この鉱脈は変質作用として珪化作用を伴っていると考えられる。

スオイボック鉱化帯周辺に得られた亜鉛の地化学探査異常について考察する。

スオイボック鉱化帯周辺の 4 地点の土壌試料は 0.1% 以上の亜鉛を含んでいる。これら 4 点のうち 2 点は 1.1% または 7.4% の亜鉛を含有している。スオイボック鉱化帯北方に捕捉された地化学探査異常域で採取された、土壌試料の亜鉛含有量が 0.1% 台であることと比べると、これら 2 点の亜鉛含有量は異常に高い。

亜鉛 7.4% の高含有量を示した試料の採取地点は前述ビット周辺に位置する。亜鉛 7.4% もの高い含有量を示していることから、ビットまたは坑道から掘り出された鉱石片を含んだ土壌を試料として採取した可能性が高い。すなわち、これらの高い亜鉛含有量は風化作用により形成された土壌中に含まれる亜鉛の量を表現したものではなく、人為的に付加された亜鉛の含有量を表現していると考えられる。

スオイボック鋳化帯北方で捕捉された地化学探査異常域では、土壌中に亜鉛を 0.12~0.20% 含有している。この異常域において MJT-2, MJT-3 の 2 本のトレンチが掘削された。トレンチに分布する岩石は石灰岩のみである。石灰岩中にスカルン鋳物は見られない。石灰岩中には褐鉄鋳を含有する角礫状鋳脈または網状脈~細脈が認められた。これらの角礫状鋳脈または網状脈~細脈が数多く認められた範囲は、地化学探査異常域と概ね一致する。このことから亜鉛の地化学探査異常域は、石灰岩中の角礫状鋳脈または網状脈~細脈からなる鋳化帯を捕らえたものであると考えられる。

第3章 ボーリング調査

3-1 調査方法

初年度の地質概査，第2年度の地質精査，地化学探査及び物理探査の結果，スオイボック地区における鉍床賦存有望範囲として本地区中央部から北部にかけて分布する地化学探査異常域及び高充電率異常域が抽出された。

本年度には，これまで抽出された亜鉛の地化学探査異常域及び充電率異常域において，地下深部の鉍化作用及び鉍況を確認する目的で，4孔，総延長742.70mのボーリング調査が実施された。

各孔毎の位置及び掘進長を第2-1表に示す。また，各孔の位置を第2-1図に，模式地質柱状図及び地質断面図を第2-4及び2-5図に示す。掘進作業には試錐機4台を使用し，MJVS-1，2，3，4の4孔が実施された。

ボーリング・コアの調査にあたっては，柱状図を縮尺1:200で作成するとともに，全コアのカラー写真撮影を実施した。岩石薄片19試料，鉍石研磨片7試料，X線粉末回折法試験12試料，鉍石化学分析6試料及び岩石化学分析41試料を採取し，解析に活用した。

第2-1表 ボーリング孔別位置及び掘進長

孔番号	座 標		標高	方向	傾斜	掘進長
MJVS-1	21°13'26"N	104°39'37"E	310 m	S85°E	-70°	166.40 m
MJVS-2	21°13'28"N	104°39'27"E	330 m	N85°W	-70°	210.00 m
MJVS-3	21°13'44"N	104°39'25"E	365 m	N70°W	-70°	206.30 m
MJVS-4	21°13'55"N	104°39'45"E	370 m	S85°E	-70°	160.00 m

3-2 地質及び鉍化作用

3-2-1 地質概況

スオイボック地区の地質は，三疊紀中期の堆積岩類，これを買く白亜紀のデイサイトポーフイリーとアブライト，及び第四紀の未固結堆積物からなる。

中部三疊系は，調査地域の大部分を占めており，2つの岩相に分けられる。1つは，黒色泥岩を主体とし，灰色シルト岩及び灰色～赤灰色細粒～粗粒砂岩を伴う碎屑性堆積岩からなる。碎屑性堆積岩類としては，スオイボック鉍化帯周辺では一般に砂岩及びシルト岩が優勢であり，本地区東部では黒色泥岩が卓越する。もう1つの岩相は淡灰色～黒色を呈する石灰岩である。石灰岩はいたるところで高さ50～100mの垂直な崖を形成している。

調査地域内に分布する泥岩、シルト岩及び砂岩には層理が認められることがある。それらの一般走向は N-S~NNE-SSW で、傾斜は 20°~70°E を示すことが多い。

第四系は西部の低地帯に N-S 方向で帯状に分布する。

デイサイトポーフイリー及びアプライトは、
 碎屑性堆積岩類中に NNE-SSW 方向に伸長する小規模岩脈として貫入している。

Geologic Age	Thickness (m)	Columnar Section	Lithology
Cenozoic (Holocene)	10~50		Gravel, Sand, Silt, Clay
CENOZOIC MIDDLE TRIASSIC	600+		Mudstone
			Limestone
			Mudstone
			Sandstone, Siltstone
			Limestone
			Sandstone, Siltstone

第2-4図 スオイボック地区模式地質柱状図

3-2-2 鉍化作用

スオイボック鉍化帯では鉍床の露頭は認められず、ビットから掘り出された鉍石の転石しか観察できない。

本鉍化帯は 1982～83 年にかけて、中国人により坑道探鉍(横坑)が行われたとされるが、現在、坑道を確認することはできない。

GSV によって 5 箇所のビットがその坑道周辺で開削されたが、いずれも地表部が崩落して内部を観察できない。それらのビットの深度は 8～10m で、それらのうちの 1 つからは幅が 0.1～1.0m の方鉛鉍・閃亜鉛鉍の鉍化帯を把握したといわれている。

ビット周辺で採取した鉍石は、主として白鉛鉍及び閃亜鉛鉍からなり、少量の黄鉄鉍、方鉛鉍及び硫酸鉛鉍を随伴している。

第 2 年次に本調査地域で実施された土壌による地化学探査の結果、亜鉛について、地化学異常域が 4 箇所で検出された。それらのうちの 1 箇所の異常域はスオイボック鉍化帯を内包する。

昨年度の物理探査 (IP 法) により、60ms 以上の強い充電率異常域が、本調査地域の北東端及び中央部に 3 箇所検出された。このうち中央部の充電率異常域は、亜鉛の地化学異常域と隣接している。

本年度はスオイボック鉍化帯下部 (地化学探査異常下部)、同鉍化帯北方地化学探査異常下部及び 2 箇所の充電率異常域を対象に、ボーリング調査を実施した。

本地区に賦存が期待された鉍床は、鉛・亜鉛を含むスカルン鉍床または鉍脈鉍床である。トレンチ調査の結果は、鉍脈鉍床が賦存する可能性が高いことを示している。

3-3 ポーリング工法、使用機材及び掘進状況

3-3-1 工法及び使用機材

(1) 工法

地表下浅部については、外径 112 mm のメタルビットと外径 91 mm のメタルビットをそれぞれ取り付けたダブルコアチューブを用いた普通工法により掘進したのち、外径 108 mm のケーシングパイプを挿入した。MJS-3 では、前記ビットで掘進後外径 132 mm のメタルビットで拡孔し、外径 127 mm のケーシングを挿入した。

その後、外径 91 mm のメタルビットと外径 76 mm のメタルビットをそれぞれ取り付けたダブルコアチューブを用いた普通工法により掘進した。さらに外径 89 mm のケーシングパイプを挿入した。

引き続き、外径 76 mm のメタルビットと外径 59 mm のメタルビットをそれぞれ取り付け

ダブルコアチューブを用いた普通工法により掘進した。

各孔とも破砕帯が多く認められ、掘進に際しては孔内崩壊を防ぐために濃度の高いベントナイト泥水を使用した。

NQ サイズのダイヤモンドビットを用いてワイヤーライン工法を実施するように準備していたが、破砕帯が多く出現し、準備したダイヤモンドビットの形状が掘進した地質に適さないため、ワイヤーライン工法を実施することができなかった。

(2) 機材

試錐機は Longyear 社の L-38 を 2 台とロシア製の SBK-4 を 2 台用いて掘進作業が開始された。L-38 1 台は掘進途中で機械故障を起こしたので、SBK-4 を代替機として使用した。ダイヤモンドビット使用状況を巻末資料 6 に、試錐機、ポンプなど使用機材の形式、仕様は巻末資料 7 に示した。また、消耗品の使用明細を巻末資料 8 に示した。

(3) 作業形態

運搬道路造成、設営、移転及び撤去作業は 1 日 1 方、掘進作業は原則として 1 方 7～9 時間の 3 交代制で実施した。掘進作業の 1 方構成人員は、技術者 1 名、作業員 2 名の計 3 名で編成された。また、試錐用水の揚水のため各方とも作業員 2 名がこれに当たった。このほか、各孔ごとに 1 名の技術責任者が作業の管理・監督に当たった。現場責任者及び現場責任者代理人 1 名ずつが作業を統括した。

各作業実施にあたっては、スオイボック鉱化帯近くのカルスト湧水地付近に宿舍を設け、ここから現場へ車で通勤した。

(4) 機材運搬

ボーリング作業は、GSV ボーリング技術センター (Center of Drilling and Geomechanics, Geological Survey of Vietnam) が担当した。試錐機、掘削具及び泥剤は、必要に応じ、ハノイのボーリング技術センターからスオイ・ボックヘトラック輸送された。

(5) 用水

試錐用水はカルスト湧水地にて取水し、2 台のポンプと外径 40 mm のパイプを用いて試錐現場へ揚水した。MIVS-1 及び MJVS-2 へは総延長 1,600 m のパイプを配管した。MJVS-3 及び MJVS-4 へは総延長 2,000 m のパイプを敷設した。送水は、作業形態に合わせ、3 方体制で実施した。送水ポンプの能力は 1 台当たり 120 liter/min である。

(6) 撤収

調査終了後、試錐機材はハノイの GSV ボーリング技術センター倉庫まで運搬され、ボーリングコアはスオイボックの東北東方約 60 km に位置するフトー (Phu Tho) の GSV 第 3 支所

(Division No. 3) の倉庫に保管された。

3-3-2 掘進状況

各孔毎の掘進状況は下記のとおりである。なお、作業時間総括表を巻末資料 9 に、掘進作業実績表を巻末資料 10～13 に、掘進成績総括表を巻末資料 14～17 に、また掘進工程図を巻末資料 22～25 に示した。

(1) MJVS-1

試錐機は Longyear L-38 を使用した。

孔口から深度 31.5 m までは、外径 112 mm のメタルビットと外径 91 mm のメタルビットをそれぞれ取り付けた、ダブルコアチューブを用いた普通工法によりベントナイト泥水を使って掘進したのち、外径 108 mm のケーシングパイプを 32 m まで挿入した。

深度 31.5 m から 55 m まで外径 91 mm のメタルビットを取り付けたシングルコアチューブを用いた、普通工法によりベントナイト泥水を使って掘進した。この間に外径 108 mm のケーシングパイプを 39.5 m まで延長した。

コア採取率が向上しないため、深度 55 m から 82.5 m まで外径 91 mm のメタルビットと外径 76 mm のメタルビットをそれぞれ取り付けた、ダブルコアチューブを用いた普通工法にてベントナイト泥水を使って掘進した。この間に外径 108 mm のケーシングパイプを 61.0 m まで延長した。深度 75 m 付近で完全逸水した。

深度 82.5 m まで外径 89 mm のケーシングパイプを挿入後、外径 76 mm のメタルビットをシングルコアチューブに付け、または、外径 76 mm のメタルビットと外径 59 mm のメタルビットをダブルコアチューブに付け、普通工法にてベントナイト泥水を使って深度 165.0 m まで掘進した。この間 NQ ワイヤライン工法を一部で試みたが、ダイヤモンドビットの形態が木孔の岩石に適さず、ワイヤライン工法を用いることができなかつた。

深度 165.0 m まで掘進したが、深度 99 m 以下で孔内崩壊が起き、また、完全逸水が続くため、セメンチングを実施した。セメンチングは不成功に終わり、さらに 1.4 m 掘進したところで滞水層に達し、孔内崩壊が再び生じた。3 日間にわたり孔内洗浄を繰り返したが、孔底まで到達できず掘進を断念した。

(2) MJVS-2

試錐機は Longyear L-38 を使用したが、深度 111.5 m を掘進した時点でミッションギアを破損する事故があり、代替機としてロシア製 SBK-4 を使用した。

孔口から深度 72 m までは、外径 112 mm のメタルビットと外径 91 mm のメタルビットをそれぞれ取り付けた、ダブルコアチューブを用いた普通工法によりベントナイト泥水を使って掘進した。深度 50 m 付近で小規模な孔内崩壊に出会い、外径 108 mm のケーシングパイプを 73.7 m まで挿入した。

深度 72 m から 111 m まで外径 91 mm のメタルビットと外径 76mm のメタルビットをそれぞれ取り付けた、ダブルコアチューブを用いた普通工法にてベントナイト泥水を使って掘進した。深度 89m 付近以深で完全逸水が続いたため、セメンティングを実施した。

セメント硬化待ち後、前述ダブルコアチューブを用いてセメント切りを実施した。さらに深度 111 m から掘進を再開した。111.5 m 掘進時点でジャミング事故を起こした。ジャミング事故回復中にウォーター・スイベル切断によるロッド落下事故を起こした。ロッド回収作業中に L-38 のミッション・ギアが破損した。

L-38 は修理不能であったため、代替機として SBK-4 をハノイから搬入した。

SBK-4 を設置後ロッド回収を行った。

深度 111.5 m 以下を外径 91 mm のメタルビットと外径 76mm のメタルビットをそれぞれ取り付けた、ダブルコアチューブを用いた普通工法にてベントナイト泥水を使って掘進した。

深度 207 m 付近を掘進中に、深度 98 m 及び 137 m 付近の 2 箇所孔内崩壊が生じた。孔内洗浄を行うことで掘進可能となり、深度 210.0 m まで掘進した。この後 137 m 付近で再び孔内崩壊を生じ、孔内洗浄を実施したが、孔曲がりを起こし掘進不能となった。

(3) MJVS-3

試錐機はロシア製 SBK-4 を使用した。

外径 108 mm のシングルコアチューブに外径 112 mm のメタルビットを付け、無水掘りで孔口から深度 4 m まで掘進した。深度 4 m から 16 m まで同じビット、コアチューブを用いてベントナイト泥水を使い掘進した。さらに外径 89 mm のシングルコアチューブ、または、ダブルコアチューブを使い深度 173.4 m まで掘進した。この間に深度 44 m まで拡孔し、外径 127 mm のケーシングパイプを挿入した。さらに外径 89 mm のケーシングパイプを深度 161.0 m まで挿入した。

深度 173.4 m から 183.4 m までは外径 76 mm のメタルビットと外径 74 mm のシングルコアチューブを使い、さらに深度 206.3 m までは外径 76 mm のダイヤモンドビットを使い、普通工法で掘進した。

深度 206.3~210.0 m を掘進中にジャミングを起こした。ドリリングロッド及びコアチューブの回収を試みたが、回収作業中にホイスティングワイヤー切断事故を起こし、コアチューブ及び一部のドリリングロッドを落下させた。フィッシングツールズを使い回収を試みたが、コアチューブをケーシング内に取り込むことができず、回収を断念した。

(4) MJVS-4

試錐機はロシア製の SBK-4 を使用した。

外径 108 mm のシングルチューブに外径 112 mm のメタルビットを付け無水掘りで孔口から深度 4m まで掘進した。深度 4 m から深度 60 m までは、外径 112 mm のメタルビットと外径 91 mm のメタルビットをそれぞれ取り付けた、ダブルコアチューブを用いた普通工法により

ベントナイト泥水を使って掘進した。

深度 60m から 160 m まで外径 91 mm のメタルビットと外径 76mm のメタルビットをそれぞれ取り付けた、ダブルコアチューブを用いた普通工法にてベントナイト泥水を使って掘進した。

3-4 ボーリング孔の地質及び鉱化作用

ボーリングコアの鉱石試料化学分析結果及び岩石試料化学分析結果は巻末資料 3~4 に、岩石薄片検鏡結果、鉱石研磨片検鏡結果及び X 線回折解析結果は巻末資料 18~20 に示す。ボーリング柱状図は巻末資料 26~29 に示す。

3-4-1 地質

本年度実施したボーリング孔にみられる岩石は、三疊紀中期の碎屑性堆積岩類及び石灰岩である。また、各孔において前記岩石中に断層破碎帯が数多く見られた。

碎屑性堆積岩類は、粗粒~細粒の砂岩、シルト岩及び泥岩からなる。砂岩は、石英、長石、雲母などの鉱物片と頁岩、珪岩、石灰岩などの岩石片を含む。基質は絹雲母、緑泥石などの粘土鉱物と石英からなることが多いが、稀に潜晶質の炭酸塩鉱物を含むことがある。シルト岩は、砂岩と同様の鉱物組み合わせからなる。

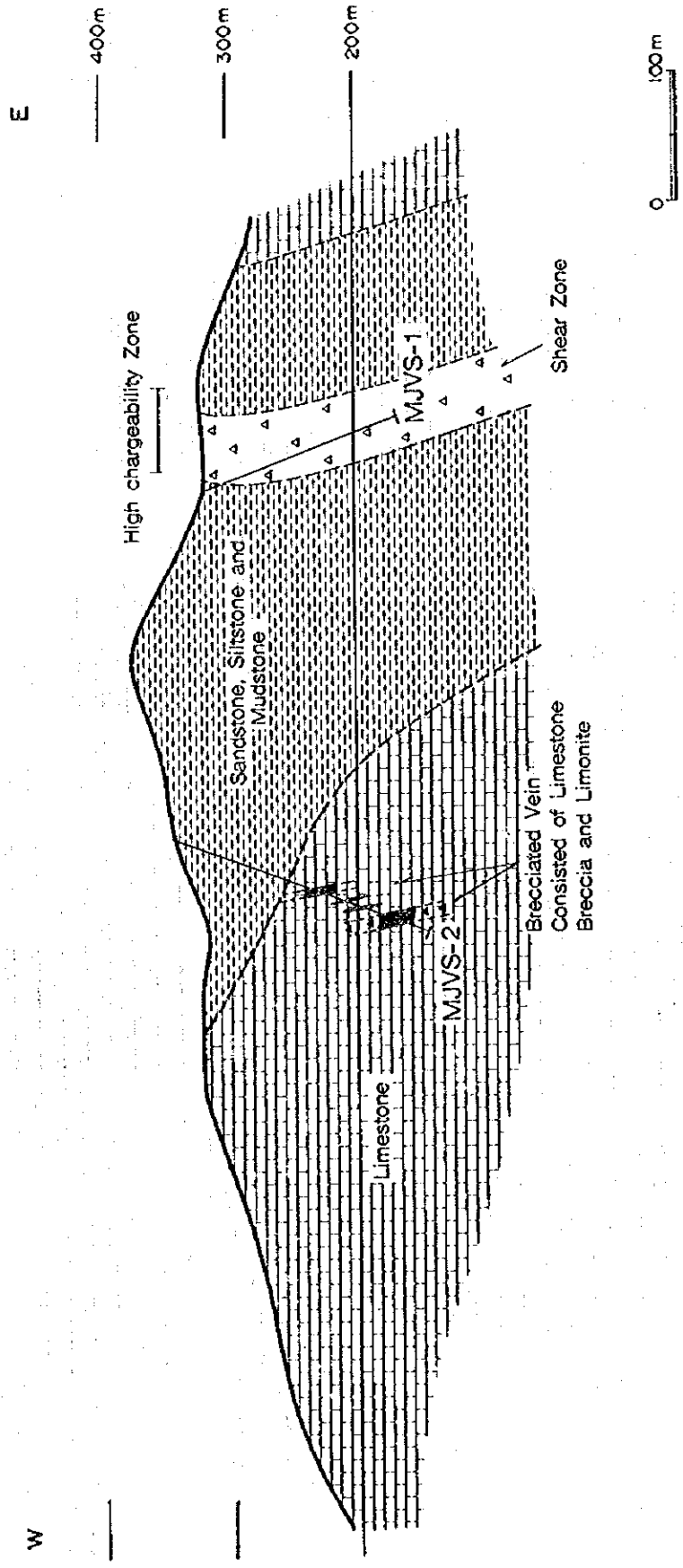
泥岩は、黒色を呈し、少量の炭質物を含む。一部に石灰質の泥岩を認める。

石灰岩は、黒色塊状石灰岩、灰色塊状石灰岩、石灰岩角礫岩からなる。石灰岩中には多数の孔隙が認められた。これらの孔隙は石灰洞と推定される。黒色塊状石灰岩及び灰色塊状石灰岩は多くの方解石細脈を伴う。

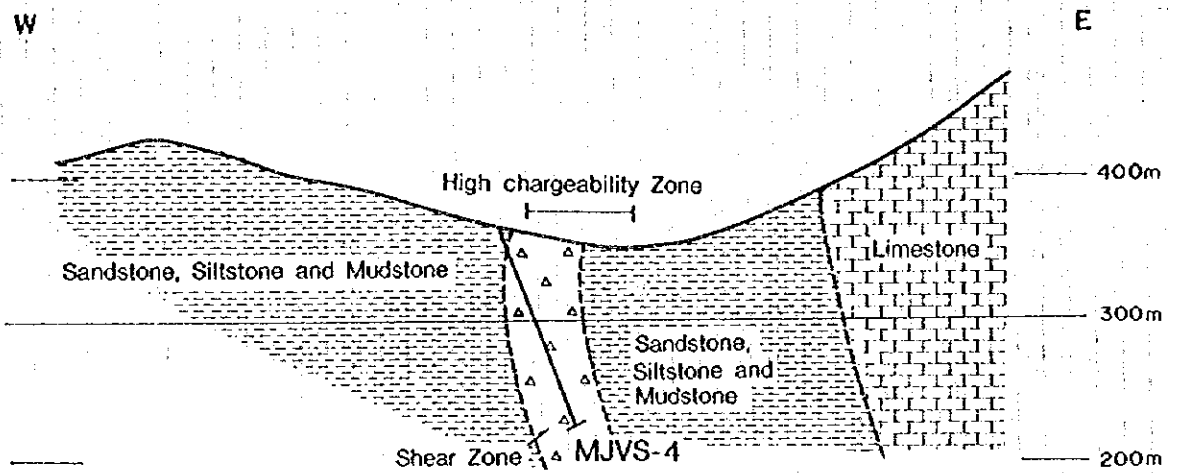
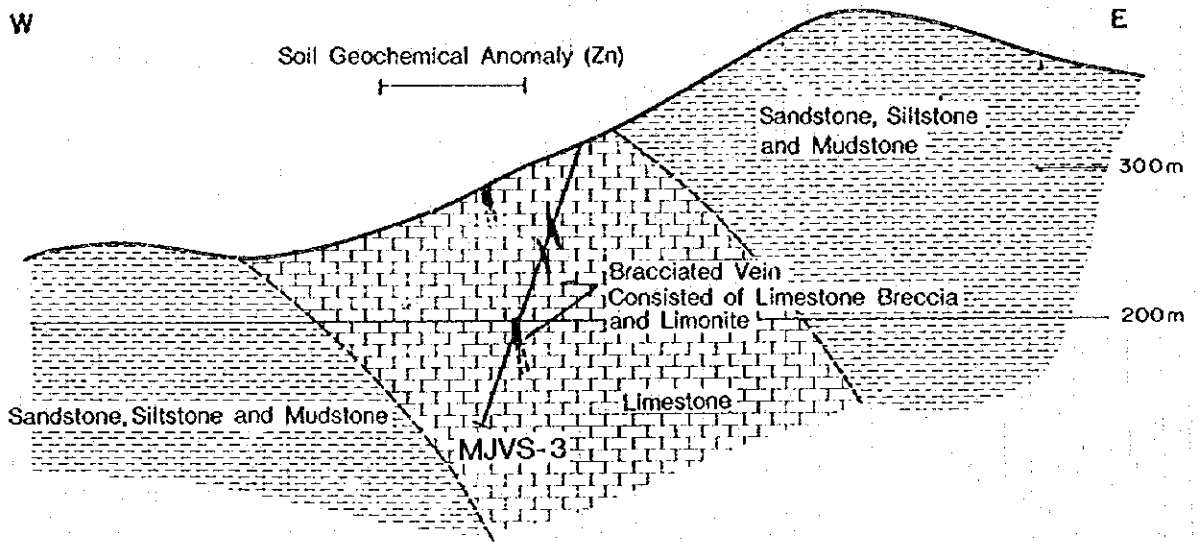
MJVS-1 及び MJVS-4 は主として破碎帯を掘進したが、破碎帯中には、破碎帯の上下盤と考えられる黒色泥岩の角礫のほか、細粒砂岩、シルト岩、石灰質泥岩及び石灰岩の角礫を含む。破碎帯の西側では黒色泥岩の角礫のみを含むが、東、すなわち破碎帯の中心に向かうにつれ次第に他種角礫の含有量が増えていく。本破碎帯中の細粒砂岩にはグラファイトが含まれる。

MJVS-2 及び MVS-3 の石灰岩中には深部まで石灰洞が発達している。本地区東部のボック川では地表流水が認められ、その標高は 220 m 以上である。MJVS-2 の孔底は標高約 140 m であることと比べると、石灰岩分布域での古地下水位はかなり低いと考えられる。第四系の基底に関する情報は無いが、本地区西部に分布する第四系の層厚はかなり厚い可能性がある。

ボーリング孔の地質と地表地質を対比させると、本地区には走向 N-S~NNE-SSW、傾斜 20~70°E の単斜構造が認められ、西側から東側に向かうにつれ急傾斜となる傾向がある。地質は、下位より石灰岩、砂岩及びシルト岩、泥岩の順で累重している。



第2-5图 地质断面图 (1)



0 100m

第2-5図 地質断面図 (2)

3-4-2 各孔の地質及び鋳化作用

以下、各孔ごとの地質及び鋳化作用について記載する。

【MJVS-1】

本孔は本地区中央部に捕捉された亜鉛の地化学探査異常と高充電率異常を解明することを目的として実施された。本孔は、方位 S85°E、傾斜-70°で、延長 166.4 m を掘進した。

- 0 - 8.0 m : 淡褐色泥岩 (風化)
- 8.0 - 13.2 m : 黒色泥岩, 軟弱 (一部風化)
- 13.2 - 16.5 m : 赤褐色泥岩
- 16.5 - 22.0 m : 黒色泥岩, 軟弱
- 22.0 - 36.0 m : 黒色泥岩, 一部破碎
- 36.0 - 57.3 m : 破碎した黒色泥岩, 一部褐色を呈する
- 57.3 - 57.8 m : 破碎した褐色細粒砂岩
- 57.8 - 60.2 m : 破碎した淡灰色シルト岩
- 60.2 - 60.5 m : 破碎した褐色細粒砂岩
- 60.5 - 76.0 m : 破碎粘土化した黒色泥岩
- 76.0 - 89.0 m : 破碎帯, 珪化細粒砂岩 (黄鉄鋳鋳染) と黒色泥岩の角礫を含む
- 89.0 - 93.0 m : 黒色粘土化帯
- 93.0 - 103.4 m : 破碎帯, 淡灰色細粒砂岩, 黒色砂岩と黒色泥岩の角礫を含む (89.0 - 103.4 m の基質粘土中に稀に黄鉄鋳の鋳染を認める)
- 103.4 - 110.0 m : 暗灰色塊状石灰岩, 破碎?
- 110.0 - 112.0 m : 破碎粘土化帯
- 112.0 - 116.5 m : 破碎帯, 珪化細粒砂岩の角礫を含む
- 116.5 - 124.0 m : 破碎帯, 淡灰色細粒砂岩と黒色泥岩の角礫を含む
- 124.0 - 129.0 m : 破碎帯, 黒色泥岩の角礫を含む
- 129.0 - 140.0 m : 破碎粘土化帯, 暗灰色細粒砂岩と黒色泥岩の角礫を含む
- 140.0 - 143.0 m : 圧砕石灰岩
- 143.0 - 146.0 m : 破碎粘土化帯, 暗灰色細粒砂岩の角礫を含む
- 146.0 - 156.0 m : 破碎粘土化帯, 黒色石灰岩, 灰色石灰岩 (黄鉄鋳鋳染) と黒色泥岩の角礫を含む
- 156.0 - 158.0 m : 破碎した黒色石灰岩
- 158.0 - 162.5 m : 破碎帯, 黒色細粒砂岩と黒色泥岩の角礫を含む。角礫中に黄鉄鋳が弱く鋳染
- 162.5 - 166.4 m : 破碎帯, 石灰岩, 細粒砂岩及び石英砂岩の角礫を含む

本孔付近に認められた高充電率異常は、破碎帯中の細粒砂岩などに含まれるグラファイト

に起因することが、後述のコア物性測定結果から確認された。亜鉛の地化学探査異常の原因については明らかにできなかった。

【MJVS-2】

本孔はスオイボック鉱化帯周辺で得られた亜鉛の地化学探査異常の下部、特に石灰岩と碎屑性堆積岩類の境界部の鉱化状況を解明することを目的として実施された。

本孔地点は、鉛-亜鉛を含む鉱石が掘り出された旧ピットの東方に当たる。本孔は方位 N85° W、傾斜 70° で、延長 210.0 m を掘進した。

- 0 - 2.0 m : 表土
- 2.0 - 5.0 m : 淡褐色細粒砂岩, 風化
- 5.0 - 15.0 m : 淡褐色～淡灰色含白雲母細粒砂岩
- 15.0 - 16.2 m : 灰色シルト岩, 軟弱
- 16.2 - 18.8 m : 淡褐色細粒砂岩, 軟弱, 一部に褐鉄鉱細脈
- 18.8 - 19.5 m : 灰色シルト岩, 軟弱
- 19.5 - 20.6 m : 淡灰色細粒砂岩, 風化
- 20.6 - 22.6 m : 褐色粗粒砂岩, 軟弱
- 22.6 - 24.7 m : 淡褐色～淡灰色細粒砂岩, 軟弱
- 24.7 - 26.0 m : 灰色シルト岩, 軟弱, 一部に赤鉄鉱網状脈を認める
- 26.0 - 28.0 m : 灰色細粒砂岩, 軟弱
- 28.0 - 28.9 m : 褐色粗粒砂岩, 軟弱
- 28.9 - 30.5 m : 灰色シルト岩, 軟弱
- 30.5 - 33.0 m : 灰色細粒砂岩, 軟弱
- 33.0 - 35.0 m : 灰色粗粒砂岩, 軟弱
- 35.0 - 36.0 m : 灰色細粒砂岩, 軟弱
- 36.0 - 40.4 m : 灰色細粒砂岩～シルト岩, 軟弱, 一部に褐鉄鉱細脈
- 40.4 - 49.6 m : 灰色細粒砂岩, 軟弱, 一部に褐鉄鉱細脈
- 49.6 - 50.8 m : 淡褐色中粒砂岩, 軟弱, 一部に褐鉄鉱細脈
- 50.8 - 52.8 m : 褐色細粒砂岩, 軟弱
- 52.8 - 54.0 m : 破碎帯, 褐鉄鉱細脈を認める。
- 54.0 - 56.8 m : 破碎帯, 弱珪化泥岩角礫を含む。一部に褐鉄鉱細脈
- 56.8 - 57.8 m : 破碎帯, 細粒砂岩及び泥岩の角礫を含む
- 57.8 - 58.2 m : 淡褐色粗粒砂岩, 軟弱
- 58.2 - 63.6 m : 灰色細粒砂岩, 一部風化
- 63.6 - 65.0 m : 褐色シルト岩, 風化
- 65.0 - 72.0 m : 破碎帯, 細粒砂岩, シルト岩及び粗粒砂岩の角礫を含む

- 72.0 - 83.3 m : 破碎シルト岩, 一部に褐鉄鉱細脈
- 83.3 - 84.5 m : 破碎細粒砂岩, 褐色
- 84.5 - 84.9 m : 珪化シルト岩, 破碎
- 84.9 - 86.1 m : 破碎シルト岩
- 86.1 - 89.0 m : 破碎細粒砂岩, 灰色~褐色
- 89.0 - 91.8 m : 淡褐色~褐色細粒砂岩
- 91.8 - 93.2 m : 破碎シルト岩, 基質は褐鉄鉱
- 93.2 - 95.3 m : 灰色細粒砂岩, 赤鉄鉱網状脈を認める
- 95.3 - 98.5 m : 破碎石灰岩, 基質は粘土と褐鉄鉱
- 98.5 - 102.0 m : 破碎石灰岩, 基質は方解石
- 102.0 - 112.0 m : 黒色塊状石灰岩, 一部に赤鉄鉱細脈を認める
- 112.0 - 116.4 m : 破碎石灰岩, 基質は赤褐色~灰色粘土
- 116.4 - 118.0 m : 黒色塊状石灰岩
- 118.0 - 120.5 m : 破碎石灰岩, 基質は赤褐色粘土
- 120.0 - 126.5 m : 破碎石灰岩, 基質は灰色粘土
- 126.5 - 128.0 m : 黒色塊状石灰岩
- 128.0 - 134.0 m : 破碎された石灰岩, 基質は灰色粘土
- 134.0 - 135.0 m : 黒色塊状石灰岩
- 135.0 - 138.8 m : 破碎された石灰岩, 基質は褐色粘土
- 138.8 - 150.0 m : 黒色塊状石灰岩, 赤鉄鉱細脈を伴う
- 150.0 - 152.0 m : 石灰岩角礫岩, 褐鉄鉱細脈を伴う
- 152.0 - 153.7 m : 破碎された石灰岩, 基質は赤褐色粘土, 褐鉄鉱細脈を伴う
- 153.7 - 172.0 m : 石灰岩角礫岩, 褐鉄鉱細脈を伴う
- 172.0 - 189.0 m : 破碎された石灰岩, 基質は赤褐色粘土
- 189.0 - 210.0 m : 淡灰色塊状石灰岩, 一部は石灰岩角礫岩, 褐鉄鉱細脈を伴う

砕屑性堆積岩類の一部に褐鉄鉱細脈, 網状脈, 鉱染などを, 石灰岩中に赤鉄鉱細脈を認めた。また, 破碎した石灰岩の角礫を充填する含褐鉄鉱粘土が見られた。

【MJVS-3】

本孔はスオイボック鉱化帯の北方に把握された亜鉛の地化学探査異常の下部における鉱化状況を解明することを目的として実施された。本孔は, 方位 N70°W, 傾斜-70°で, 延長 206.3 m を掘進した。

- 0 - 12.5 m : 表土及び崖錐堆積物
- 12.5 - 14.3 m : 黒色塊状石灰岩 (赤鉄鉱細脈)

- 14.3 - 20.7 m : 石灰岩角礫岩 (17.3 - 17.7 m 赤鉄鉱-針鉄鉱脈)
- 20.7 - 63.5 m : 黒色塊状石灰岩 (23.3 m 赤鉄鉱破碎脈, 26.0 - 26.5 m 赤鉄鉱網状脈, 34.5 - 35.0 m 赤鉄鉱-針鉄鉱細脈)
- 63.5 - 65.0 m : 破碎された石灰岩, 基質は褐鉄鉱 (61.0-100.0 m 褐鉄鉱細脈)
- 65.0 - 67.6 m : 黒色塊状石灰岩
- 67.6 - 70.1 m : 破碎された石灰岩, 基質は赤褐色粘土 (70.0 - 70.1 m 石灰岩角礫を含む針鉄鉱-赤鉄鉱脈)
- 70.1 - 83.4 m : 黒色塊状石灰岩
- 83.4 - 85.3 m : 破碎された石灰岩
- 85.3 - 87.5 m : 黒色塊状石灰岩
- 87.5 - 88.2 m : 破碎された石灰岩, 基質は褐鉄鉱
- 88.2 - 91.0 m : 黒色塊状石灰岩
- 91.0 - 92.5 m : 破碎された石灰岩
- 92.5 - 121.6 m : 石灰岩角礫岩
(100.0-150.0 m 褐鉄鉱細脈)
- 121.6 - 126.7 m : 破碎された石灰岩, 灰色粘土または針鉄鉱-赤鉄鉱が充填
- 126.7 - 133.0 m : 黒色塊状石灰岩
- 133.0 - 136.2 m : 破碎された黒色石灰岩, 淡灰色粘土が充填
- 136.2 - 142.5 m : 破碎された黒色石灰岩, 褐色粘土が充填
- 142.5 - 153.7 m : 黒色塊状石灰岩
- 153.7 - 155.2 m : 破碎された黒色石灰岩
- 155.2 - 206.3 m : 黒色塊状石灰岩 (185.8-190.2 m 方解石-褐鉄鉱細脈)

本孔では, 石灰岩中に褐鉄鉱を含有する角礫状鉄脈, 及び褐鉄鉱細脈を認めた。

【MJVS-4】

本孔は, 本地区北東部に把握された高充電率異常帯における鉄化状況を解明することを目的として実施された。方位 S85°E, 傾斜-70°で, 延長 160.0 m を掘進した。

- 0 - 4.5 m : 褐色泥岩, 風化
- 4.5 - 10.0 m : 黒色泥岩
- 10.0 - 11.2 m : 破碎-粘土化帯
- 11.2 - 16.5 m : 黒色泥岩
- 16.5 - 20.1 m : 粘土化帯, 黒色泥岩の角礫を含む
- 20.1 - 64.6 m : 破碎-粘土化帯, 黒色泥岩及び千枚岩質泥岩の角礫を含む
- 64.6 - 68.0 m : 黒色泥岩 (石英-黄鉄鉱細脈)

- 68.0 - 77.0 m : 角礫岩, 黒色泥岩と細粒砂岩からなる。基質は黒色泥岩 (71.0 m に石英-黄鉄鉱細脈 (幅 1 cm) , 73.5-75.5 m の角礫中に黄鉄鉱鉱染)
- 77.0 - 78.0 m : 石灰質泥岩の破碎帯
- 78.0 - 90.7 m : 破碎-粘土化帯, 細粒砂岩の角礫を含む
- 90.7 - 97.2m : 破碎-粘土化帯, 黒色泥岩の角礫を含む
- 97.2 - 100.0 m : 破碎された黒色泥岩 (角礫中に黄鉄鉱の鉱染)
- 100.0 - 102.0 m : 暗灰色粘土
- 102.0 - 106.0 m : 破碎-粘土化帯, 黒色泥岩の角礫を含む (角礫中に黄鉄鉱の鉱染)
- 106.0 - 114.0 m : 破碎-粘土化帯, 細粒砂岩と黒色泥岩の角礫を含む
- 114.0 - 118.8 m : 暗灰色粘土
- 118.8 - 126.5 m : 破碎された黒色泥岩
- 126.5 - 160.0 m : 破碎-粘土化帯, 黒色泥岩と細粒砂岩の角礫を含む

本孔付近に認められた高充電率異常は, 破碎帯中の細粒砂岩などに含まれるグラファイトに起因することが, 後述のコア物性測定結果から確認された。

3-4-3 鉱化作用

今年度のボーリングコアに認められた鉱石鉱物は, 黄鉄鉱, 黄銅鉱, 赤鉄鉱, 針鉄鉱である。脈石鉱物は, 炭酸塩鉱物及び石英である。

鉱化作用は, 角礫状脈, 細脈~網状脈及び鉱染の形で認められる。

碎屑性堆積岩と石灰岩とに分けて鉱化作用を以下に述べる。

碎屑性堆積岩に認められた鉱化は, 細脈~網状脈及び鉱染である。MJVS-2では褐鉄鉱の細脈~網状脈が孔口から深度 95.3 m まで断続的に認められた。MJVS-1 及び MJVS-4 では破碎帯の基質粘土中, 黒色泥岩角礫及び細粒砂岩角礫に黄鉄鉱の鉱染が認められた。これらの鉱染部の一部には黄銅鉱を少量含む。MJVS-4 の黒色泥岩の一部には石英-黄鉄鉱の細脈が認められた。

石灰岩中に見られた鉱化は, 角礫状脈, 細脈~網状脈である。角礫状脈は, MJVS-2 で 4 本 (掘進延長は 1.7 m から 17.0 m) , MJVS-3 で 6 本 (掘進延長は 0.4 m から 6.3 m) を捕捉した。いずれの脈も多量の石灰岩角礫を含有し, これらの角礫間を褐鉄鉱または含褐鉄鉱粘土が充填している。

細脈~網状脈は幅 1~2 mm で方解石と赤鉄鉱からなる。一部の細脈は針鉄鉱を伴う。

多量の褐鉄鉱が認められた角礫状脈を選び化学分析した結果を巻末資料 3 に示す。また, その他の脈または鉱化帯を化学分析した結果を巻末資料 4 に示す。

3-4-4 ボーリングコアの物性

昨年度実施した物理探査（IP法）により得られた高充電率が生じた原因を明らかにする目的で、本年度実施した MJVS-1, MJVS-2, MJVS-3 及び MJVS-4 のボーリング4孔から、合計17個のコアサンプルを採取し、比抵抗と充電率を測定した。測定方法は、第2年次の室内試験と同一の手法を適用した。巻末資料5に測定結果を示す。

比抵抗は、岩種別に平均値を算出すると、次に示す数値となった。これらの数値は第2年次に実施した地表の岩石サンプルの測定結果と同様であり、相対的に、石灰岩が高比抵抗、砂岩が中比抵抗、泥岩が低比抵抗となっている。

Rock	Resistivity (ohm·m)
Limestone	11,285
Sandstone	4,580
Mudstone	272

充電率は、MJVS-1 及び MJVS-4（高充電率異常域に掘削）のコアと MJVS-2 及び MJVS-3 のコアでは、数値の違いが明瞭である。MJVS-2 及び MJVS-3 のコアの充電率は数 ms であり、第2年次に実施した地表の岩石サンプルの測定結果と同様である。これに対して、MJVS-1 のコアの半数は 100 ms 以上の高充電率（最大値 372.6 ms）を示し、MJVS-4 のコアの半数は 50 ms 以上の高充電率（最大値 79.6 ms）を示す。

充電率室内測定値は、第2年次の IP 調査で捕捉した充電率分布を裏付けるものとなっている。コアの研磨片検鏡結果から、MJVS-1 のコアの高充電率は黄鉄鉱の鉱染またはグラファイトの存在によるものであり、MJVS-4 のコアの高充電率はグラファイトによるものであると考えられる。MJVS-1 及び MJVS-4 の砂岩またはシルト岩中には最大 3% 程度（面積比）のグラファイトを含有している。

3-5 ボーリング調査結果の考察

昨年度までの調査結果から、本地域には含鉛・亜鉛鉱脈鉱床またはスカルン鉱床の賦存が期待された。

ボーリング調査の対象範囲である地化学探査異常域と IP 法による高充電率異常域は、調査地域の西部と東部とに分かれて分布する。ここでは地化学探査異常域と高充電率異常域とに分けてボーリング調査結果を考察する。

ボーリング調査が実施された地化学探査異常域は2箇所ある。1箇所はスオイボック鉱化帯周辺の異常域であり、他の1箇所はスオイボック鉱化帯北方にほぼ南北方向に伸長する異

常域である。

スオイボック鉱化帯周辺及びスオイボック鉱化帯北方に位置する地化学探査異常域の下部における鉱化状況を明らかにする目的で、MJVS-2及びMJVS-3の2孔のボーリングが実施された。

ボーリング調査と同時にMJVS-2周辺でトレンチMJT-1が掘削され、MJVS-3近傍ではトレンチMJT-2が掘削されている。

MJVS-2の地質は砕屑性堆積岩類と石灰岩からなり、MJVS-3では石灰岩が孔底まで続いた。これらの結果から、本地域西部では下位より石灰岩、砕屑性堆積岩類の順で累重しており、これらの堆積岩類は走向N-S~NNE-SSW、傾斜Eを示すことが明らかとなった。また、その傾斜は、地表から深度100m程度までは約30°である。

MJVS-2及びMJVS-3に認められた鉱化は、角礫状鉱脈、網状脈及び細脈である。母岩である石灰岩及び砕屑性堆積岩類中にはスカルン鉱物は認められなかった。変質作用としてMJVS-2の砕屑性堆積岩類中に弱い珪化を認めたのみである。以上から本地域西部にスカルン鉱床が賦存する可能性は低いと考えられる。

石灰岩または砕屑性堆積岩類中に賦存する鉱脈、網状脈及び細脈は、褐鉄鉱などの酸化鉄鉱物を随伴するのみである。ボーリングコア中に鉛・亜鉛鉱物は認められない。また、化学分析の結果、これらの鉱脈中には鉛・亜鉛をほとんど含有しない。

MJVS-2では深度100m程度まで砕屑性堆積岩類が分布している。これらの砕屑性堆積岩類には深層風化作用が認められる。また、MJVS-2及びMJVS-3の石灰岩中には多くの石灰洞が発達しており、深部まで地下水が自由に移動したと考えられる。このため深部まで酸化溶脱作用が及んでおり、ボーリング調査を実施した深度では初生硫化鉄物がそのまま残存している可能性は低いと考えられる。

GSVにより掘削されたピットに方鉛鉱、閃亜鉛鉱などを含む鉱化帯が認められているが、この部分に方鉛鉱、閃亜鉛鉱などの硫化鉄物が残存している理由として、強い珪化により砕屑性堆積岩類の透水性が低くなり、鉱化帯が溶脱から防護された可能性が考えられる。

以上から、これらの地化学探査異常域の地表下浅部に大規模鉛・亜鉛鉱脈鉱床を期待することはできない。

高充電率異常域において実施されたボーリング調査の結果について考察する。2箇所の高充電率異常域において、1孔ずつ計2孔のボーリングが実施された。

ボーリング孔中に見られる地質は、MJVS-1、MJVS-4とも黒色泥岩及び破碎帯である。破碎帯は、細粒砂岩、黒色泥岩、石灰岩、石灰質泥岩などの角礫と泥質物の基質からなる。

破碎帯の角礫中に黄鉄鉱の鉱染、または石英と黄鉄鉱からなる細脈が稀に見られた。また、基質を構成する泥質物のごく一部に黄鉄鉱の鉱染が認められた。

ボーリングコアの物性測定結果を見ると、黄鉄鉱の鉱染が見られる石灰岩角礫は極めて高い充電率を示している。また、MJVS-1から採取された細粒砂岩の角礫は前述の黄鉄鉱が鉱染

している石灰岩角礫と同程度の充電率を示す。一方、MJVS-1及びMJVS-4から採取された硫化鉍物を含むしない細粒砂岩、石灰質泥岩、石灰岩などの角礫は、MJVS-2及びMJVS-3で採取された石灰岩の充電率に比べ、高い充電率を有する。

MJVS-1及びMJVS-4から採取された砕屑性堆積岩類の研磨片を作成し鏡下で観察した結果、すべての研磨片にグラファイトの存在を認めた。グラファイトは強いIP効果（高い充電率）を示すと言われている。

以上より、昨年度IP調査により捕捉した高充電率異常はグラファイトの存在により引き起こされたものであり、硫化鉍物の賦存を示すものではないと考えられる。

昨年度のIP調査により、ボーリング調査が実施された2箇所の高充電率異常域以外に、1箇所高充電率異常域が捕捉されている。これら3箇所の異常域はほぼNNE-SSW方向に配列している。調査地域の砕屑性堆積岩類はほぼN-S~NNE-SSW方向の走向を持ち分布する。これら3箇所の高充電率異常域はMJVS-1及びMJVS-4で逢着した破碎帯上に位置する。従って、グラファイトに富む岩石が破碎帯中に偏在していることにより、高充電率異常が生じた可能性が高い。

MJVS-1周辺では高充電率異常と亜鉛の地化学探査異常が近接して存在する。高充電率異常がグラファイトの存在により生じたと考えられるので、地化学探査異常は異なる要因、例えば小規模な鉛・亜鉛を伴う鉍化作用によって引き起こされたと推定される。

亜鉛の地化学探査異常は前述3箇所以外に、スオイボック鉍化帯南南西方に捕捉されている。この異常は1土壌試料点のみからなる。スオイボック鉍化帯周辺及びその北方に分布する地化学探査異常が多数の試料点から構成されているのに比べ、この地化学探査異常の広がり狭く、この異常域には大規模な鉛・亜鉛鉍床の賦存は期待できない。

地表においてデイサイトポーフイリー及びアブライト岩脈が認められている。これらの貫入時期は白亜紀と推定される。本地区に賦存が期待された鉍脈鉍床は、これらの酸性火成岩の貫入に伴われた鉍化作用である可能性が高いと考える。



第Ⅲ部 結論及び将来への提言

1. 關於一九五三年國民經濟發展計劃的說明

第III部 結論及び将来への提言

第1章 結 論

本年度ヴァンイェン地域スオイボック地区においてトレンチ調査及びボーリング調査が実施された。その結果、以下の結論が得られた。

- (1) スオイボック地区の地質は、三疊紀中期の堆積岩類、これを貫く白亜紀のデイサイトポーフイリーとアブライト、及び第四紀の未固結堆積物からなる。本地区における中部三疊系の一般走向は N-S~NNE-SSW である。本系の碎屑性堆積岩類は、ボーリング調査を実施した範囲では、 $20^{\circ}\sim 70^{\circ}E$ の傾斜を示すことが多い。
- (2) 本地区では堆積岩類の走向、貫入岩の分布、断層、さらに西部の第四系の分布はいずれも概ね N-S~NNE-SSW 方向を示し、本地区の地質構造はこの方向で特徴づけられる。
- (3) 昨年度の調査により得られた地化学探査異常域は鉍脈鉍床の存在を表現したものである。しかし、これらの異常域において中部三疊系にスカルン鉍物を認めることはないため、スカルン鉍床が賦存する可能性は低い。
- (4) ピットで確認されたスオイボック鉍化帯は、鉛・亜鉛を含む鉍脈型鉍化帯であると考えられる。
- (5) 昨年度の物理探査の結果得られた高充電率異常は、碎屑性堆積岩類に含まれるグラファイトを捉えたものであり、高充電率異常域周辺には鉛・亜鉛を含む鉍床の賦存は期待できない。
- (6) 本地区に賦存が期待される鉍脈鉍床は、主に石灰岩中に胚胎している。しかし、本地区の石灰岩には石灰洞が多数発達しており、これら石灰洞を通過した自由地下水により鉍脈中の硫化鉍物は地下深部まで酸化溶脱されている。鉍脈に対する酸化溶脱の下限を把握することはできなかったが、地表下 200 m 以深まで及んでいる可能性がある。従って、地化学探査異常域の地表下 200 m までを考えた場合、酸化溶脱作用により鉍脈中の鉛・亜鉛品位は低くなっていると考えられる。
- (7) トレンチ及びボーリング孔に見られた含褐鉄鉍角礫状鉍脈は 1 m 程度の幅を有する。硫化鉍物が残存しているであろう地表下深部において、これらの角礫状鉍脈の脈幅が大幅に肥大することは期待できず、深部に大規模鉛・亜鉛鉍脈鉍床が賦存する可能性は低い。

(8) トレンチ及びボーリング孔には褐鉄鉱と粘土を含有する破碎帯が認められた。これらの破碎帯の成因について2通りの解釈ができる。1つは角礫状鉄脈が酸化溶脱されたものであり、他はドリネ中に崩落した石灰岩角礫と表土から構成されるとするものである。角礫状鉄脈であったとしても、石灰岩角礫の割合が多いため、深部において高品位の鉛・亜鉛角礫状鉄脈となる可能性は低いと考えられる。

第2章 今後の探鉱への提言

昨年度までの調査により抽出された鉄床賦存有望範囲に対して、トレンチ調査及びボーリング調査を実施したが、大規模鉛・亜鉛鉄床の賦存を示す徴候はなく、今後本地区についてはこれ以上調査を実施する必要はないと考える。

参 考 文 献

参 考 文 献

- Dang Trung Ngan et al.(1981) : Geology and Mineral Resources of North Viet Nam, Archives of Geology and Mineral Resources, Hanoi.
- ESCAP(1990) : Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region, Vol.6, 「VIET NAM」 Explanatory Brochure, United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific Bangkok, Thailand(1990).
- General Department of Mines and Geology, Socialist Republic of Vietnam, Hanoi(1990): Geology and Mineral Resources of Vietnam, Mineral Resources Department Series, Vol.1, 2nd edition.
- Institute for Information and Documentation of Mines and Geology(1989) : Geology of Kampuchea, Laos and Vietnam (Explanatory note to the geological map of Kampuchea, Laos and Vietnam at 1: 1,000,000 scale).
- JICA & MMAJ(1993) : Photogeological Interpretation of Satellite Images in the Northern Part of the Socialist Republic of Vietnam.
- 金属鉱業事業団(1991) : 平成3年度地質解析委員会報告書「東南アジア・オセアニア島嶼地域の地質と鉱物資源」, 資源情報センター.
- Kuno, H.(1966) : Lateral Variation of Basalt Magma Type across Continental Margins and Island Arcs, Bull. Volcano l., 29, p.195-222.
- Lepeltier C.(1969) : A Simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by Graphical Representation. Econ. Geol., Vol.64, p.538-550.
- MacDonald & Katsura(1964) : J.Petrol., 5, p.82-133.
- 日本貿易振興会(1990) : ジェトロ貿易市場シリーズ「ベトナム」.
- 日本鉱業協会(1965) : 日本の鉱床総覧(上巻), p.323-341.
- 大津秀夫・窪田 亮・松田陽一(1983) : 地化学データの頻度分布決定法, 鉱山地質, 36(6), p.427-431.
- Takenouchi S., Kanchira K., Komura K., and Mariko T.(1985) : Tin, Tungsten and Molybdenum Ore Deposits - Resources of Rare Metal 1 -, Mining Geology of Japan, Vol.35(5), p.355-373.
- The Geological Survey of Vietnam, Hanoi(1991) : Geology of Cambodia, Laos and Vietnam (Explanatory Note of the Geological Map of Cambodia, Laos and Vietnam at 1: 1,000,000 scale), 2nd Edition.
- Turekian, K.K. and Wedepohl, K.H.(1961) : Distribution of the Elements in Some Major Units of the Earth's Crust. Bull. Geol. Soc. Amer., Vol.72, p.175-192.