

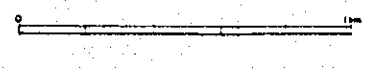
凡例

- 12.3 地化学試料番号・採取位置
- F12 鉱石試料番号・採取位置
- 8.2.2 試験試料番号・採取位置
- 11.3.1 帯磁率測定値・測定位置

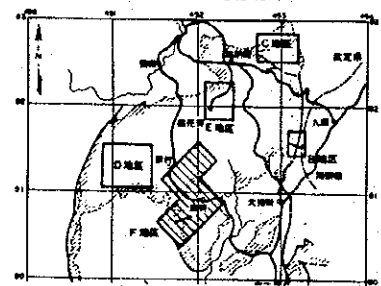
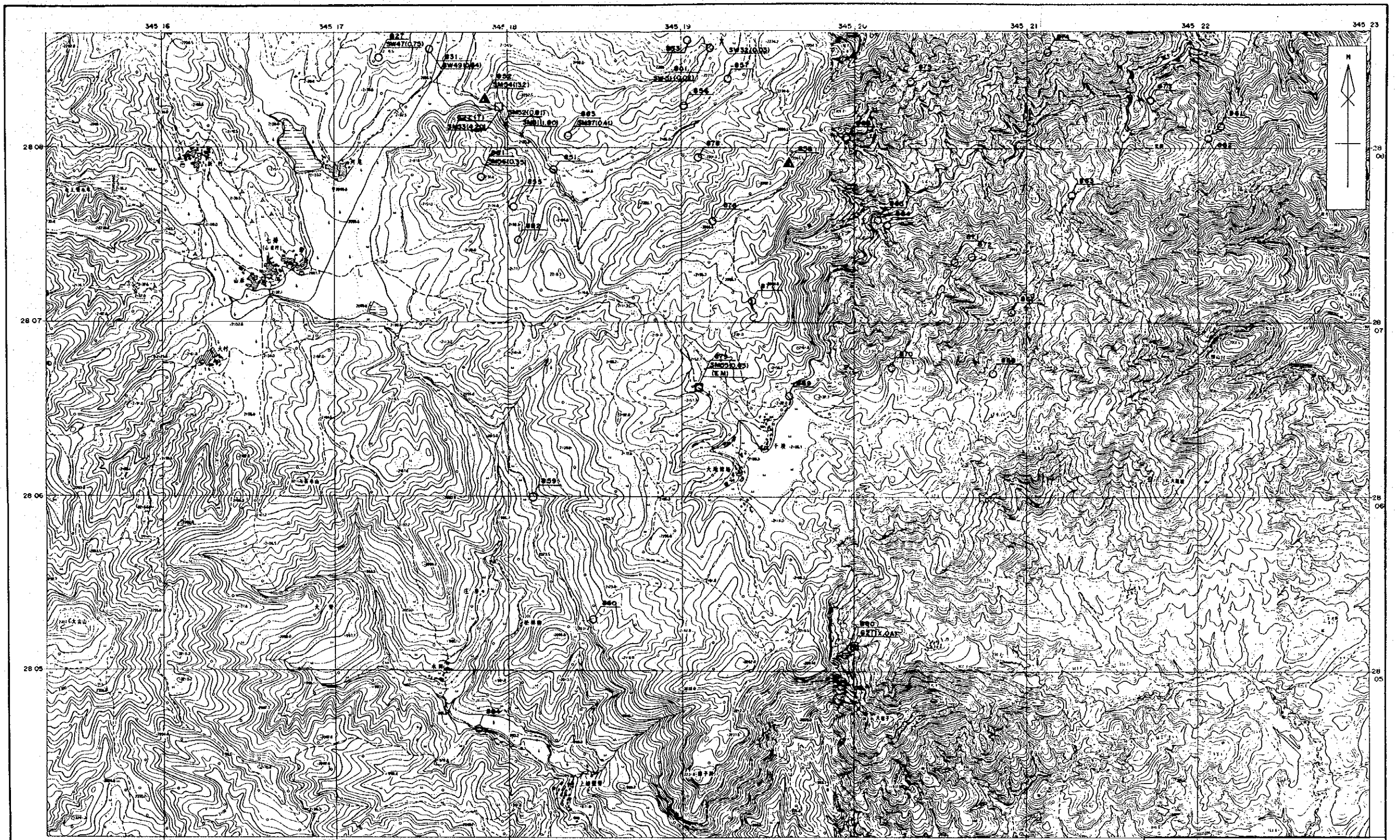
- OA 鉱石分析
- RA 全岩分析
- T 薄片
- P 研磨薄片
- X X線回折
- EM 比抵抗・分極率測定

異常値凡例

- ★ Cu ≥ 1500 ppm
- ◆ Cu ≥ 900 ppm (薄層層)
- ▼ Cu ≥ 400 ppm (薄層層を除く)
- ▲ Mo ≥ 2.7 ppm
- ▲ Co ≥ 50 ppm



平成6年度 資源開発協力基礎調査  
 鉱物資源総合開発調査  
 中華人民共和国 揚子地台西縁地域  
 禄武地域 (第2年次)  
 黑箭—河尾地区 地化学異常値分布図(2)  
 JICA-MMAJ  
 1995-2  
 図2-9-6

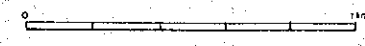


凡例

- 12.3 地化学試料番号・採取位置
- F12 鉱石試料番号・採取位置
- K23 試験試料番号・採取位置
- × (1.34) 帯磁率測定値・測定位置

異常値凡例

- OA 鉱石分析
- RA 全岩分析
- T 薄片
- P 研磨薄片
- X X線回折
- EM 比抵抗・分極率測定
- ★ Cu ≥ 1500 ppm
- ◆ Cu ≥ 900 ppm (深層層)
- ▼ Cu ≥ 400 ppm (深層層を除く)
- ▲ Mo ≥ 2.7 ppm
- ▲ Co ≥ 50 ppm



平成6年度 資源開発協力基礎調査  
 鉱物資源総合開発調査  
 中華人民共和国 揚子地台西麓地域  
 標武地域 (第2年次)  
 黒箐一河尾地区 地化学異常値分布図(3)  
 JICA-MMAJ  
 1995-2  
 図2-9-6



## 2.6 考察

### 1) 岩石特性

緑武地域の模式層序対比図を、図2-6-1に示す。

本地域の基盤岩を構成する昆陽層群は、原生界中部(ほぼ1,600Ma)の形成とされ、主として粘板岩及び苦灰岩からなり、下部に火山岩類を伴う。本層群の形成時期は古く、しかも幾度かの造構運動を経ていると考えられるにもかかわらず、本層群は、それ程強い変成作用は蒙っておらず、堆積構造をよく保存している。

しかしながら、昆陽層群の岩相と構造は、一見単純そうにみえても、激しい破断、引摺り、変形、転移を、各オーダーで(数cm~10数cm~数mから数kmに及ぶ様々な間隔で)蒙っており、マクロ的な構造は極めて複雑化し、構造解析を極めて難しくする。

図2-6-2に、粘板岩の破断・褶曲構造の実例を、図2-6-3に苦灰岩・泥灰岩のスランピング構造の実例を示す。図2-6-4は、中村地区和尚洞付近の河床で観察された落雪層苦灰岩中の藻礁構造である。一見単純な構造の苦灰岩層であるが、実は逆転層であることを示している。

### 2) 地質構造の特徴

緑武地域の地質構造模式断面図を図2-6-5に示す。本地域の地質構造は、下記のような特異な現象で特徴付けられる。

- ① 衝上断層による覆瓦構造(白石岩地区梅子箆・冬瓜箆, 中村地区)
- ② 急傾斜の衝上系断層に伴う突上げ構造(白石岩地区梁花箆, 銅廠箆地区)
- ③ 激しく織畳まれた折畳み褶曲(平地場地区大箆, 中村地区老邦姑区域)
- ④ 折畳み背斜軸部における圧砕・角礫化作用、さらに刺穿角礫岩の形成(大美廠, 中村地区和尚洞)
- ⑤ 断層群による地層のブロック化(中村地区, 平地場地区核桃箆, 銅廠箆地区)

このような地質構造は、N-S系断裂群の活動に起因する強大な横圧力によって引起されたと考えられるが、これには昆陽層群を構成する各累層の岩質と物性の差異が一特に特定の物理化学的条件下における各岩質のコンピーテンシーの差異が大きく関係していると推定される。

主要な岩種の特定の物理条件下におけるコンピーテンシーは次のようになると推定される。

- (a) 中圧低温条件：苦灰岩(落雪層) > 粘板岩(因民層) > 粘板岩(鵝頭廠層)
- (b) 高圧中温条件：粘板岩(因民層) > 粘板岩(鵝頭廠層) > 苦灰岩(落雪層)

本地域でよくみられる落雪層苦灰岩の鵝頭廠層粘板岩中への突上げ構造は(a)のケースであり、因民角礫岩や刺穿角礫岩は(b)の条件下で生じたと思われる。



### 3) 角礫岩

いわゆる火山角礫岩については、富化改造型銅鉱床の形成に関与したとして、最近重要視されているが、その実態は必ずしも明らかではない。本地域には次のような多様な角礫岩が認められる。火山角礫岩の研究・説明は今後の課題と思われる(図2-6-6)。

- ① 因民層中の火山角礫岩が断層・褶曲運動により上方へ移動したもの(東川鉱山落雪鉱床)
- ② 圧縮力、剪断力、または貫入岩などの影響で、因民層粘板岩、落雪層苦灰岩などが圧碎、角礫化したもの(平地場地区核桃箐、老烏哨)
- ③ コンプレッションの差異の影響で、因民層粘板岩の角礫などが落雪層苦灰岩と混成し、移動、再溶結したもの(平地場地区大箐)
- ④ 異常高圧下の破断作用で、急激に上方へ移動したもの。その際エマルジョン効果、爆裂現象を伴ったと推定されるもの(：刺穿角礫岩、大美廠など)
- ⑤ その他、通常の堆積性、火山性、構造的角礫岩

### 4) 鉱床タイプと鉱床成因

禄武地域に認められる主要な鉱床タイプは次の通りである。

- ① 稀鉱山式銅鉄鉱床：因民層の火山岩類上位の粘板岩緑色岩相中に層状に胚胎する海底噴気～火山性堆積鉱床である。遼納廠，鵝頭廠，核桃箐の鉱床はこのタイプに属する。
- ② 東川式銅鉱床：落雪層苦灰岩中の層状～鉱染状銅鉱床である。東川湯丹鉱床で代表される。大箐，觀天廠，中村老洞箐，小新廠などがこれに相当する。
- ③ 鳳山式銅鉱床：易門鳳山鉱山で代表される。刺穿角礫岩に関係する熱水改造型鉱床であろうと考えられる。大美廠，中村和尚洞がこれに相当する。

禄武地域の鉱床成因については、鉱床タイプと鉱化時期は異っても、構造発達史での一連の変遷過程に起因すると考えられる。すなわち、海底噴気～火山活動により稀鉱山式銅鉄鉱床が形成され、引続き東川式銅鉱床が形成されたが、開発対象に値する高品位鉱床の形成には、海底噴気活動の継続による銅金属の継続的な供給を必要としたと考えられる。

その後、強大な圧縮力を伴う構造運動が生じ、特異な小地塊の突上げ構造、折畳み背斜構造、圧碎角礫化作用、さらには刺穿角礫岩が形成され、刺穿角礫岩の上昇に伴って下位の銅金属が上方へ移動濃集し、鳳山式銅鉱床が形成されたと考えられる。

## 5) 鉱床タイプと地質構造の関係

本地域の今後の探査活動の主要課題は潜頭鉱床の探査となろう。しかしながら、鉱石と母岩の物性差は、稀鉱床式銅鉄鉱床を除けば僅少であり、物理探査の適用には限界がある。そのため、まず銅鉱化作用の中心的位置を占める稀鉱山式銅鉄鉱床の捕捉を目標に探査活動を実施し、その後で、東川式及び鳳山式銅鉄鉱床の探査を展開するのが合理的と思われる。

図2-6-7は、鉱床タイプと地質構造との関係及び地表の剝脱状況を示す模式断面図である。このようなモデル化は、本地域の有望地区の抽出、優先順位の検討、採用探査手法の選定に有益である。各地区の鉱徴・鉱床と剝脱段階との関係は、上記モデルに対比すると次のようにまとめられる。

- |                |                         |
|----------------|-------------------------|
| A 段階：鳳山式鉱床     | — 大美廠                   |
| B 段階：東川式鉱床     | — 白石岩梅子箐・梁花箐，平地場觀天廠，銅廠箐 |
| C 段階：鳳山式・東川式鉱床 | — 中村和尚洞・老洞箐，大箐，小新廠      |
| D 段階：稀鉱山式鉱床    | — 逸納廠，鵝頭廠，核桃箐           |

## 6) 有望地区の抽出

各地区の鉱床賦存の可能性に関する検討結果を要約する。白石岩地区と中村地区が今後探鉱を強化すべき有望優先地区と判断される。

### (1) 中村(A)地区：

老洞箐，和尚洞区域はNNW系の衝上断層，断層破碎帯，角礫岩帯が発達し、因民層角礫岩中及び落雪層苦灰岩中に東川式及び鳳山式銅鉄鉱床の賦存が期待される。本地区は地質構造が極めて複雑で未解決である。潜頭鉱床が伏在する可能性を追求するとともに、既存鉱体の下部延長の探鉱調査を実施することが望ましい。

### (2) 銅廠箐(B)地区：

鵝頭廠銅鉄鉱床の北側に隣接し、本鉱床を胚胎するNNE系背斜構造が本地区を縦断する。東川式銅鉄鉱床の賦存が期待されるが、本地区の探鉱開発は、鵝頭廠鉱床のデータを保有する羅茨鉄鉱山の直接関与が望ましい。

### (3) 刺竹箐(C)地区：

バイポール磁気異常が認められるが、本地区は侵食が因民層上～中部に及び、鉱床層準は既に剝脱されていると思われる。磁気異常は貫入岩などの地質構造を反映している可能性も考えられる。半環状構造と火山活動との関係、鉱石鉱物の累帯分布の解明などは今後の研究課題である。

### (4) 平地場(D)地区：

落雪層苦灰岩層が比較的緩傾斜で繰返し出現し各所に銅鉄徴が分布する。核桃

管、大管は民採で操業中である。朱家垣、観天廠はボーリングによる探鉱を終わっている。老鳥哨、海孜はトレンチ調査までで放棄されている。いずれも規模が小さく発展性に疑問がある。

(5) 白石岩(B)地区：

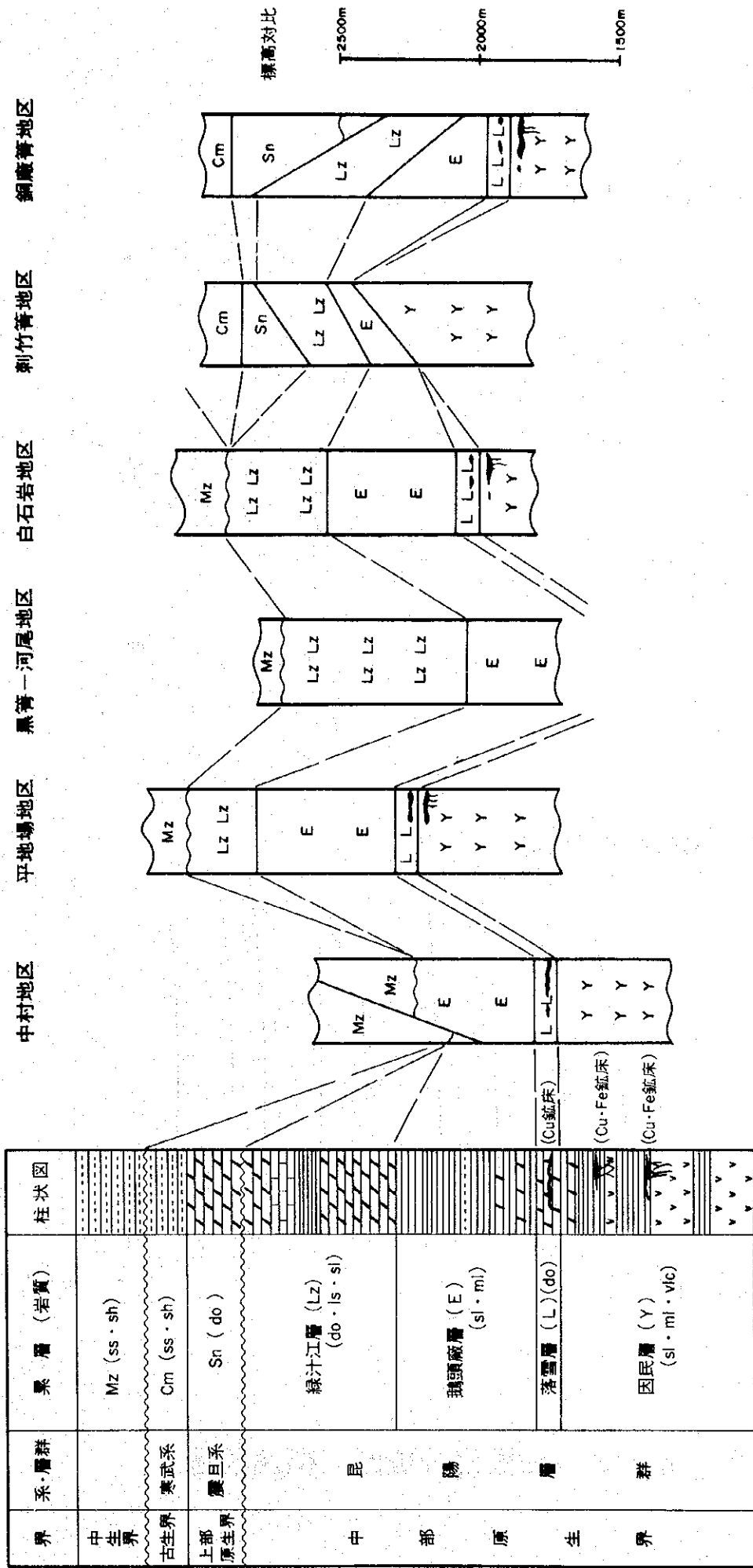
本地区南東端の梅子箐には顕著なバイポール磁気異常が確認されている。梅子箐にはNW系衝上断層が走り、落雪層、因民層が地表部へ上昇分布し、地化学異常帯を伴っている。因民層は、主として火山岩類起源と思われる緑色岩相からなる。このような事実は、本地区が鉱床形成に関連する火山活動～海底噴気活動を強く受けた銅鉄鉱化圏内に在ることを類推させる。地表下に伏在する因民層や落雪層中には、稀鉱山式及び東川式潜頭銅鉄鉱床の賦存が期待される。しかしながら、本磁気異常は規模が大きく、地表部の緑汁江層苦灰岩中の鉄鉱床、地形及び地質構造をかなりの程度反映している可能性も考えられるので、本格的なボーリング調査の前に、磁気異常帯の性質、規模、深度などを検証するための調査・研究が必要であろう。

なお、この空中磁気探査は、1978年に、冶金鉱業部が鉄鉱床を対象に実施している。本探査は、ヘリコプターを使用し、対地高度平均150m、測線間隔250mで、地形に沿って飛行したとされる。主として短波長の異常を検出しており、比較的浅部の情報を捕らえていると推定される(図2-6-8)。

梁花箐は、NE系断層に沿って上昇した落雪層苦灰岩中の東川式銅鉄鉱床であるが小規模である。

(6) 黒箐～河尾(F)地区：

緑汁江層苦灰岩に銅鉄徴が認められるが、いずれも微弱で展望に欠ける。本地区の南東方で銅鉄徴が強くなる傾向がある。



中村地区 平地場地区 黑箐一河尾地区 白石岩地区 刺竹箐地区 銅廠箐地区

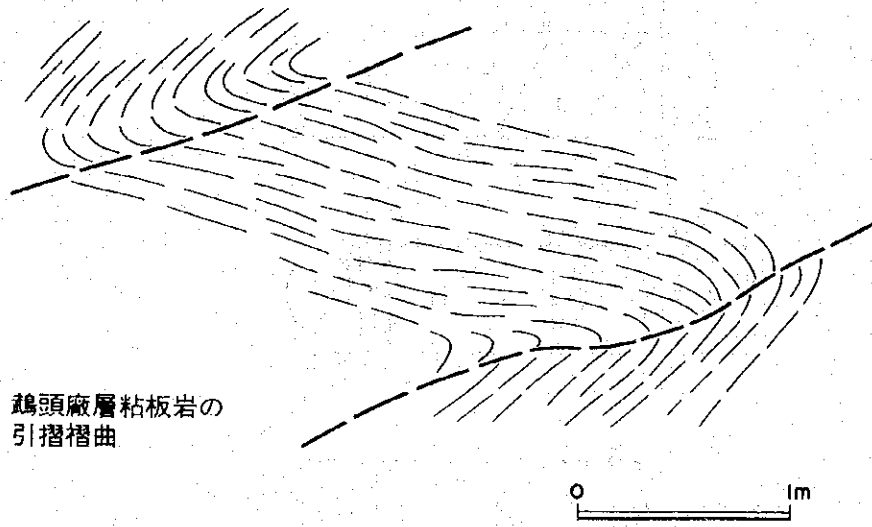
標高對比  
2500m  
2000m  
1500m

界	系·層群	累層 (岩質)	柱狀圖
中生界		Mz (ss · sh)	
	寒武系	Cm (ss · sh)	
古生界	震旦系	Sn (do)	
	昆陽層	綠汁江層 (Lz) (do · ls · sl)	
中部	陽	鴉頭廠層 (E) (sl · mi)	
	層	落雪層 (L) (do)	
原生界	群	因民層 (Y) (sl · ml · vfc)	

圖 2-6-1 祿武地域 模式層序對比圖

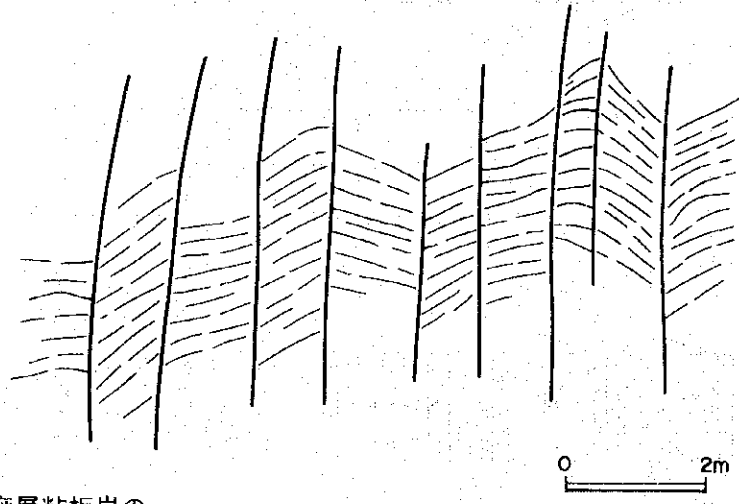


(1) 平地場地区 (断面)



鵝頭廠層粘板岩の  
引摺褶曲

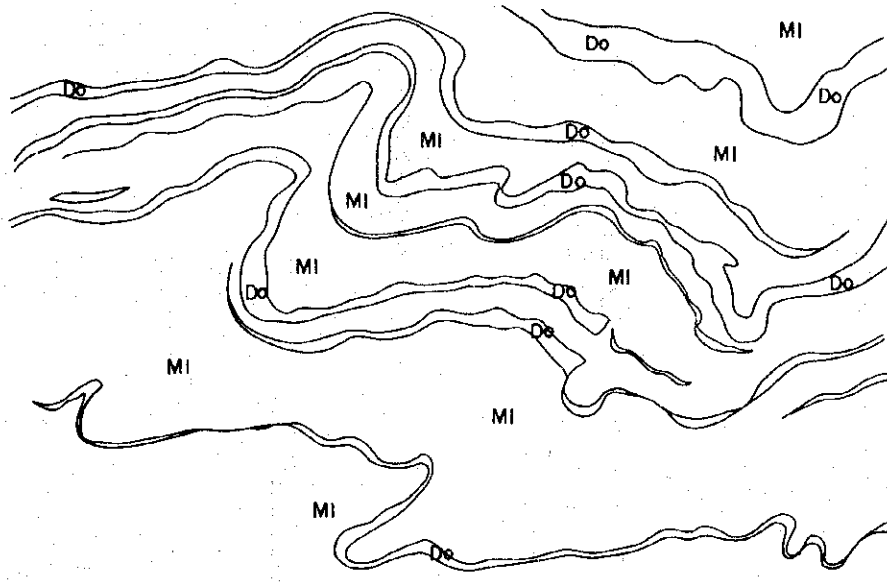
(2) 白石岩地区 (断面)



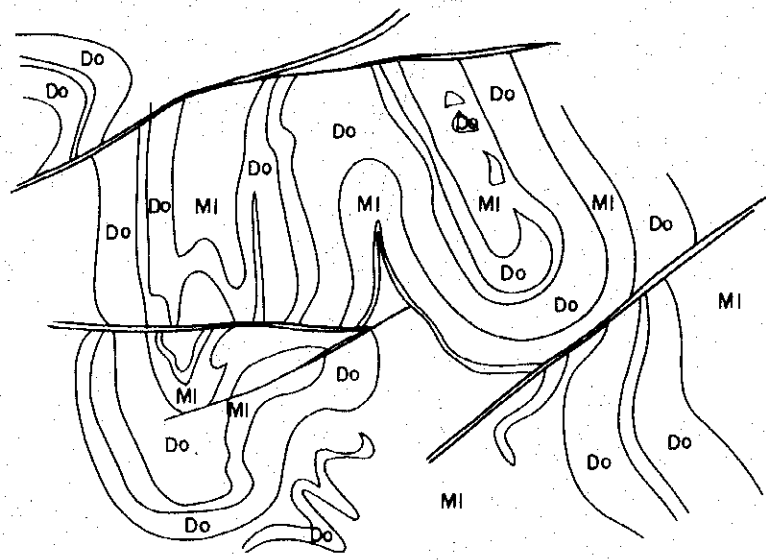
鵝頭廠層粘板岩の  
破断構造

図 2 - 6 - 2 粘板岩の破断・褶曲構造

(1) 中村地区 (断面)



(2) 中村地区 (断面)



Do = 苦灰岩

MI = 泥灰岩

鵜頭廠層の泥灰岩層中

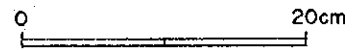


図 2 - 6 - 3 苦灰岩のスランピング構造

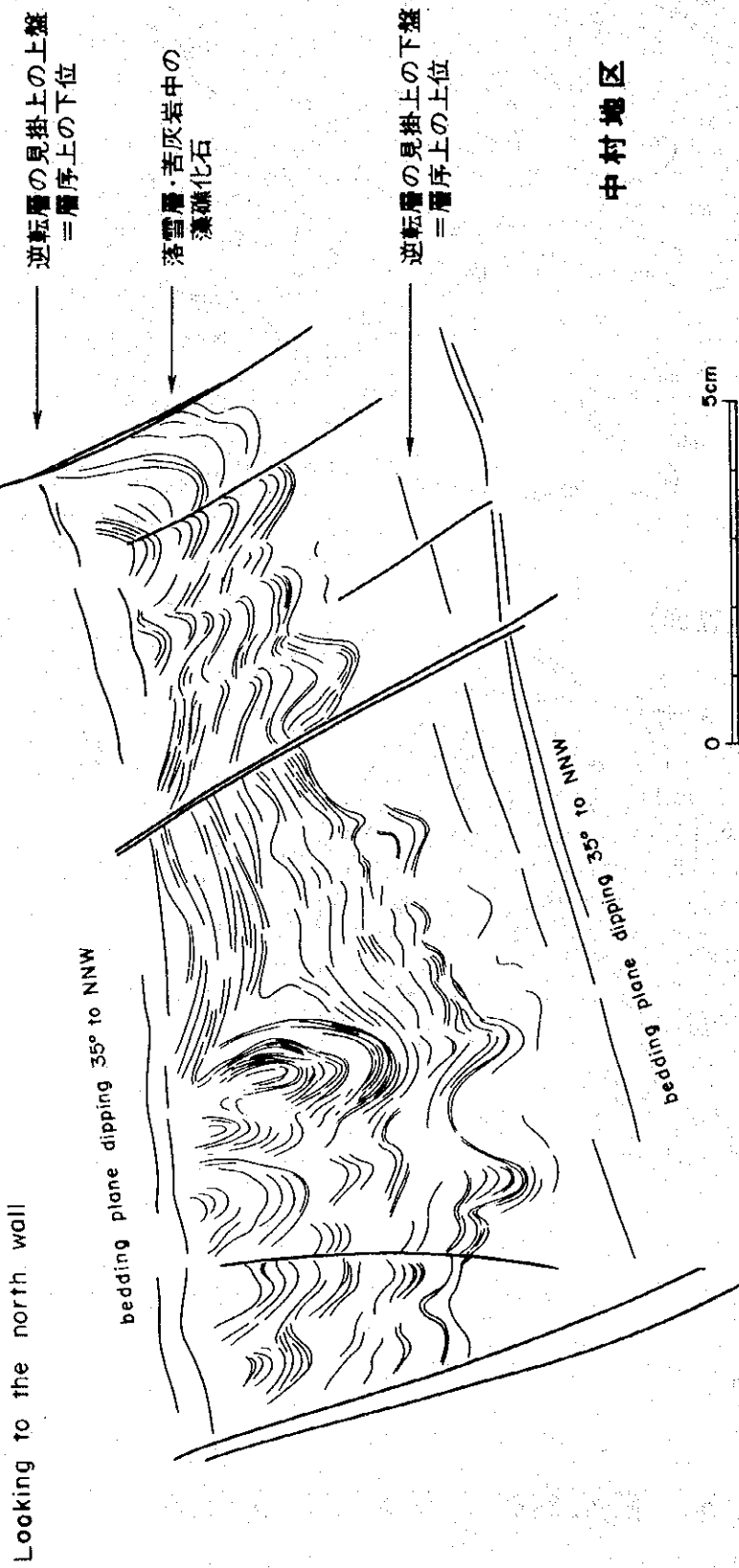
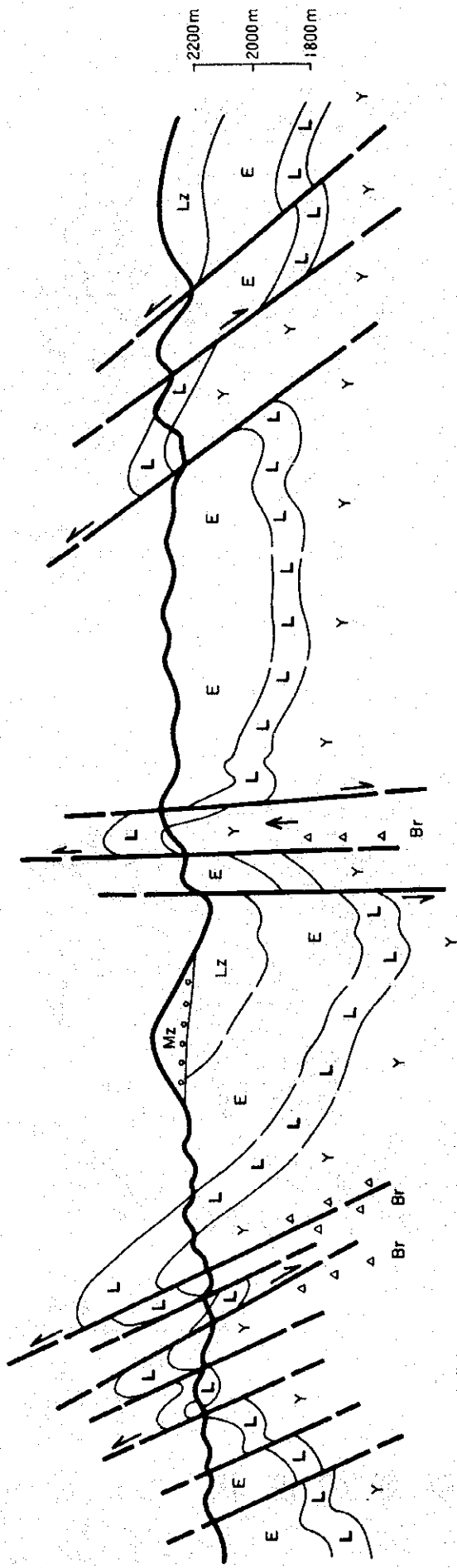


図 2-6-4 苦灰岩中の藻礁構造



断層タイプ： 衝上断層・逆転構造  
 構造タイプ： 背斜構造・覆瓦構造  
 角礫岩： 刺穿角礫岩

向斜構造

急傾斜衝上系断層  
 突上げ構造・背斜構造  
 刺穿角礫岩

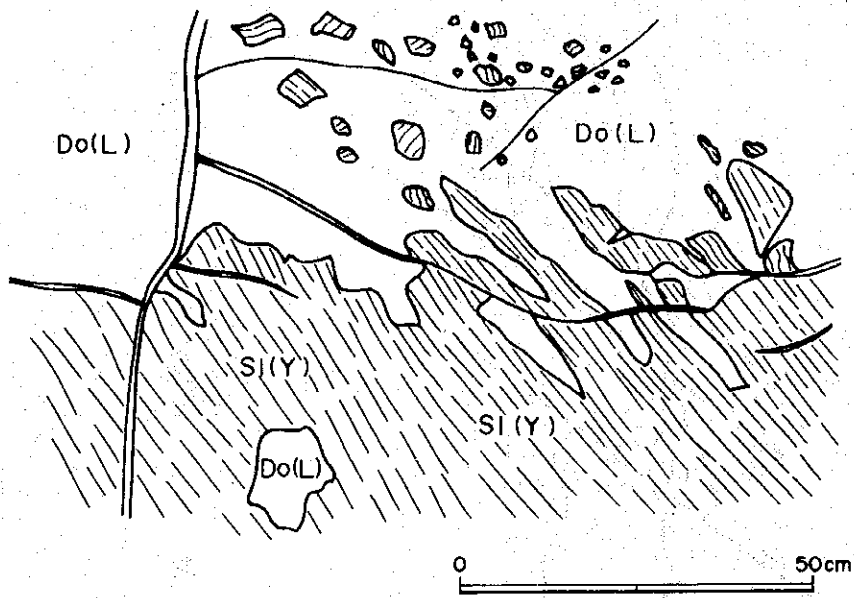
单斜構造

衝上断層  
 覆瓦構造

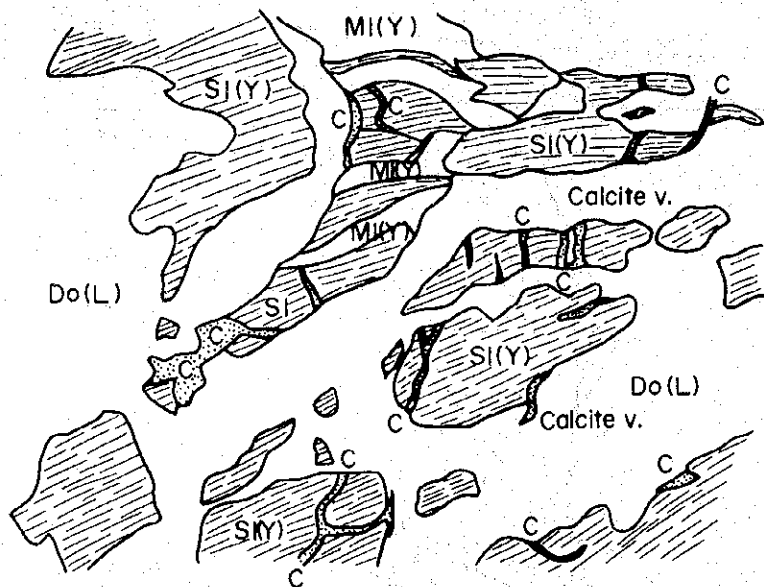
向斜構造

图 2-6-5 禄武地域 地質構造模式断面図

(1) 中村地区 和尚洞

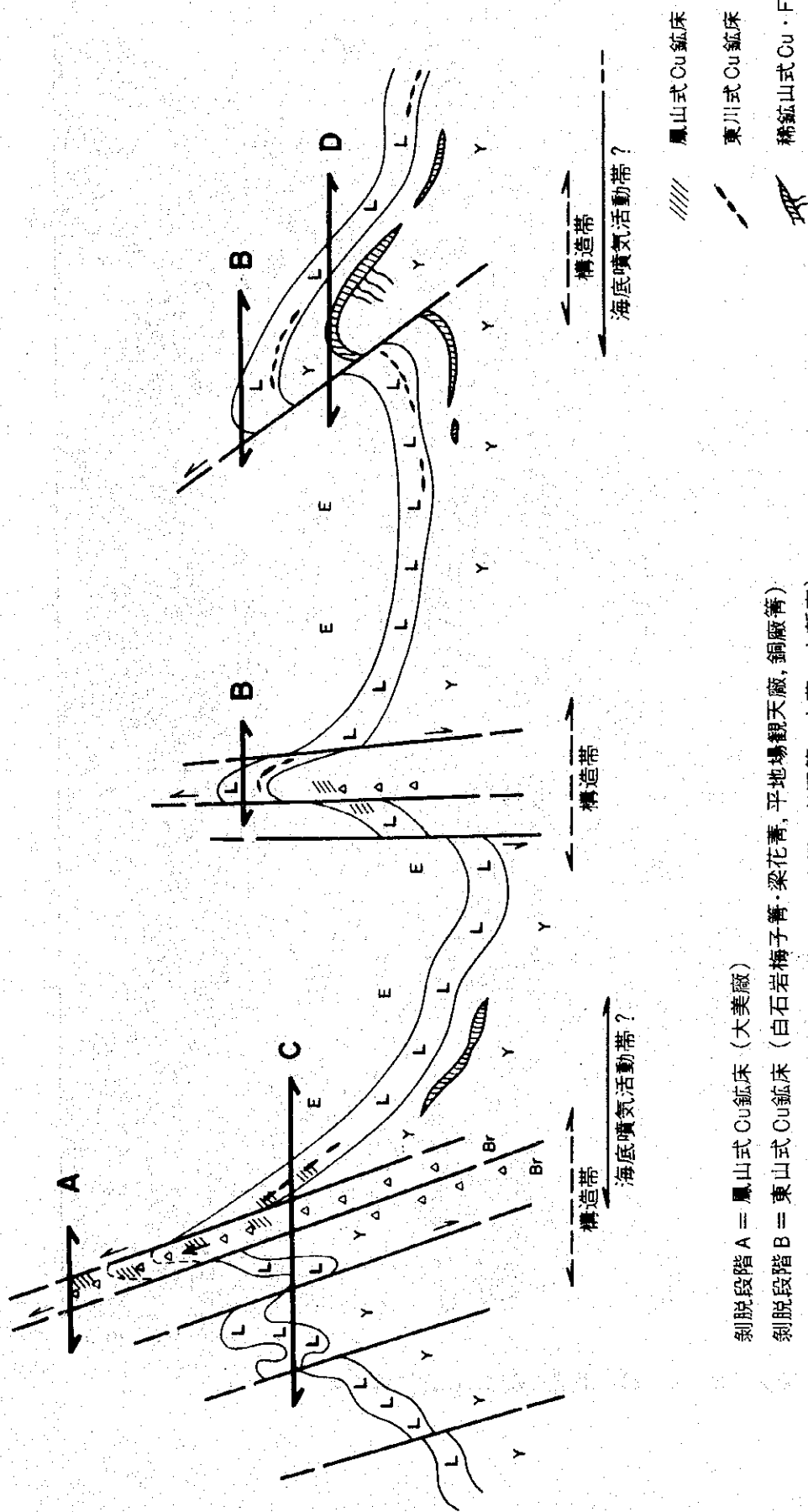


(2) 平地場地区 大筈



- Do(L) = 苦灰岩 (落雪層)
- MI(Y) = 泥灰岩 (因民層)
- SI(Y) = 粘板岩 (因民層)
- C = 方解石脈・パッチ

図2-6-6 角礫岩の産状



剝脱段階 A = 鳳山式 Cu 鉱床 (大美廠)

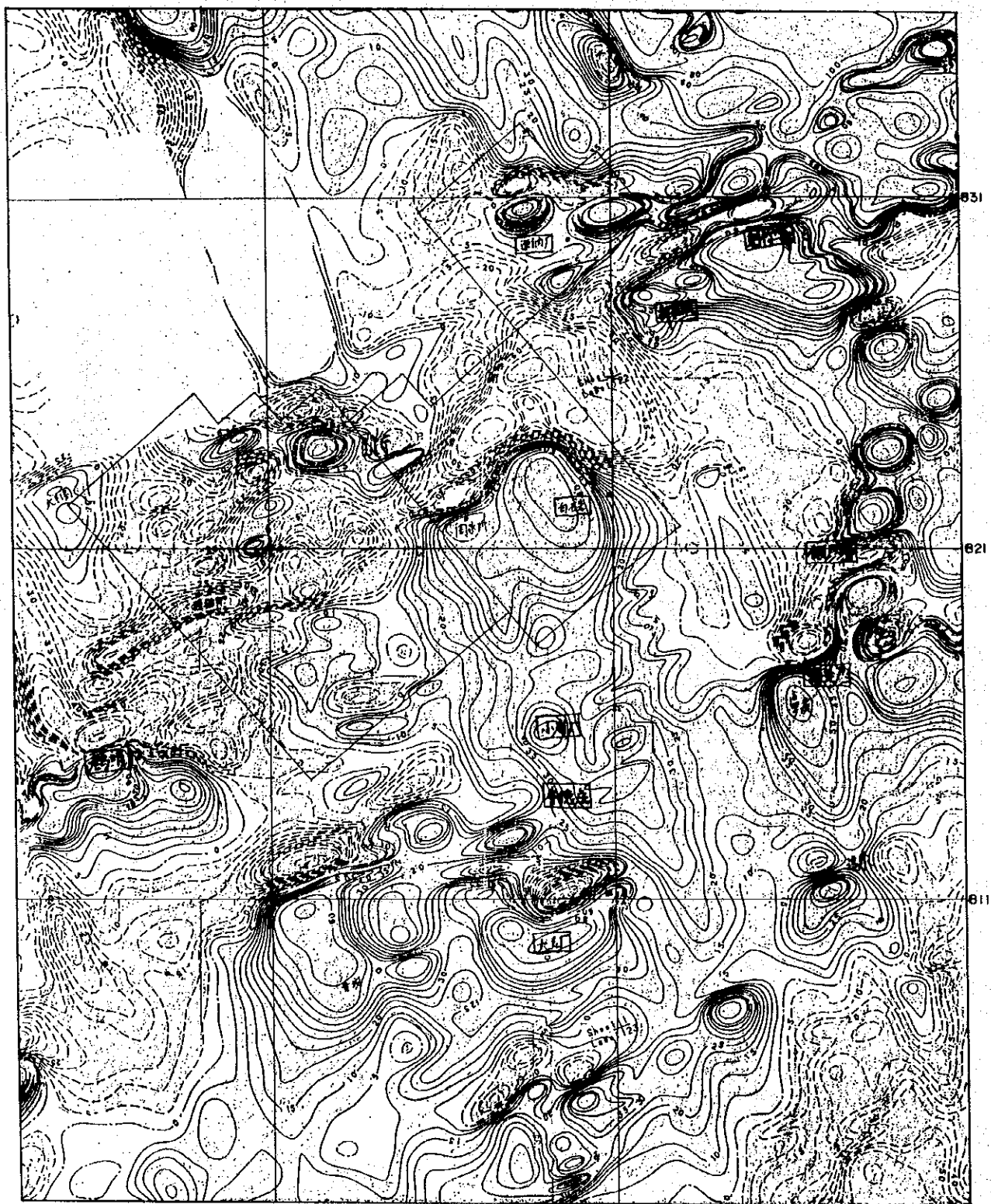
剝脱段階 B = 東山式 Cu 鉱床 (白石岩梅子菁・梁花菁, 平地場觀天廠, 銅廠菁)

剝脱段階 C = 鳳山式・東山式 Cu 鉱床 (中村和尚洞・老洞菁, 大菁, 小新廠)

剝脱段階 D = 稀鉱山式 Cu・Fe 鉱床 (逆納廠, 鵝頭廠, 核桃菁)

図 2-6-7 鉱床タイプと地質構造との模式関係図





CNNC, 西南地質調查局(1994)資料

0 5 km

圖 2-6-8 祿武地域北東部 航磁異常圖

## 2.7 まとめ及び今後の調査

### 2.7.1 まとめ

#### 1) 地質層序

禄武地域の基盤岩類を構成するのは、原生界中部の昆陽層群(ほぼ1600Maの形成)である。昆陽層群の層序は、下位より次の通りである。

- ① 因民層(Y) : 下部は火山性角礫岩, 上部は凝灰質岩を挟む粘板岩, 苦灰岩, 泥灰岩である。層厚は400m以上。本層の粘板岩は紫色～黒灰色, 珪質で、苦灰岩との細互層が特徴である。本層は、稀鉍山式銅鉄鉍床を胚胎する。
- ② 落雪層(L) : 特徴的な藻礁苦灰岩である。本地域での層序は、40～80mで、連続性がよく、キー・ベットとして有効である。本層は、東川式銅鉍床の胚胎層準である。
- ③ 鵝頭厩層(B) : 粘板岩主体で、全層厚は800mに達する。下部は炭質であり、上部は絹雲母に富み、石英砂岩を挟む。全体的に泥質で灰色～褐灰色を呈するのが特徴である。
- ④ 緑汁江層(L<sub>2</sub>) : 珪質苦灰岩、珪質石灰岩を主とする。層厚は1000mを越える。

昆陽層群を不整合に覆って、原生界最上部の震旦系及び古生界カンブリア系が本地域東方に分布する。本地域の西方、南方は中生界に広く覆われる。

本地域の火成活動としては、輝緑岩、石英曹長斑岩、流紋岩などがあるが、いずれも岩脈～岩床状、岩株状を示し、貫入の規模は大きくない。

#### 2) 地質構造

本地域は、東側を湯郎－易門断裂、西側を新村－董戸村断裂のN-S系断裂に挟まれている。本地域の地質構造は、下記のような特異な現象で特徴付けられる。

- ① 衝上断層による覆瓦構造(白石岩地区梅子箆・冬瓜箆, 中村地区)
- ② 急傾斜の衝上系断層に伴う突上げ構造(白石岩地区梁花箆, 銅厩箆地区)
- ③ 激しく折畳まれた褶曲(平地場地区大箆, 中村地区老邦姑区域)
- ④ 折畳み背斜軸部における圧砕・角礫化作用、さらに刺穿角礫岩の形成(大美厩, 中村地区和尚洞)
- ⑤ 断層群による地層のブロック化(中村地区, 平地場地区核桃箆, 銅厩箆地区)

このような地質構造は、N-S系断層群の活動に起因する強大な横圧力によって引起されたと考えられるが、これには昆陽層群を構成する各累層の岩質と物性の差異が一特に特定の物理化学的条件下における各岩質のコンピーテンシーの差異が大きく関係

していると推定される。

### 3) 角礫岩

いわゆる火山角礫岩については、富化改造型銅鉱床の形成に関与したとして、最近重要視されているが、その実態は必ずしも明らかではない。本地域には次のような多様な角礫岩が認められる。火山角礫岩の研究・解明は今後の課題と思われる。

- ① 因民層中の火山角礫岩が断層・褶曲運動により上方へ移動したもの(東川鉱山落雪鉱床)
- ② 圧縮力、剪断力、または貫入岩などの影響で、因民層粘板岩、落雪層苦灰岩などが圧碎、角礫化したもの(平地場地区核桃箐、老鳥哨)
- ③ コンプレッションの差異の影響で、因民層粘板岩の角礫などが落雪層苦灰岩と混成し、移動、再溶結したもの(平地場地区大箐)
- ④ 異常高圧下の破断作用で、急激に上方へ移動したもの。その際エマルジョン効果、爆裂現象を伴ったと推定されるもの(： 刺穿角礫岩、大美廠など)
- ⑤ その他、通常の堆積性、火山性、構造的な角礫岩

### 4) 鉱床

禄武地域に分布する、または賦存が期待される銅鉱床のタイプは次の通りである。

#### (1) 稀鉱山式銅鉄鉱床

因民層火山岩類の上部に胚胎する層状の含銅磁鉄鉱床である。本地域の逸納廠、鵝頭廠の鉱床がこのタイプである。鉱体の層厚は、通常数m程度、Fe品位は42～53%、産状は塊状～層状である。鉱石鉱物は磁鉄鉱を主とし、黄銅鉱、黄鉄鉱を随伴する。銅鉱は、鉄鉱体の一部に不規則細脈状～鉱染状を呈し、高品位部はCu 1%を超える。鉄、銅のほか、金と稀土類を含む。

#### (2) 東川式銅鉱床

落雪層苦灰岩中の鉱染状(層紋状)～帯状の同生銅鉱床である。中国最大級の銅鉱床である東川湯丹鉱床で代表される。落雪層苦灰岩は、広範囲に銅鉱物を含有するが、通常のCu品位は0.5%未満で低品位である。経済性を有する鉱床は、Cu品位0.8%以上に達する部分で、火山活動、熱水溶液などによる何らかの銅富化現象があったものと推定される。鉱石鉱物組成は単純で、輝銅鉱、斑銅鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱からなる。地表部では緑色酸化銅鉱が卓越する。本地域では、大箐、小新廠などがこのタイプに相当する。

#### (3) 鳳山式銅鉱床

いわゆる刺穿角礫岩に関連して形成された鉱床で、易門鉱山鳳山鉱床がこれに当

たる。鉱石は網状～鉱染状、鉱体は不規則塊状～脈状である。Cu品位は高く、1%以上である。鉱石鉱物は、輝銅鉱、斑銅鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱を主とする。

#### 5) 鉱床タイプと鉱床成因

禄武地域に認められる主要な鉱床タイプは次の通りである。

- ① 稀鉱山式銅鉄鉱床：因民層の火山岩類上位の粘板岩緑色岩相中に層状に胚胎する海底噴気～火山性堆積鉱床である。逸納廠，鵝頭廠，核桃箆の鉱床はこのタイプに属する。
- ② 東川式銅鉱床：落雪層苦灰岩中の層状～鉱染状銅鉱床である。東川湯丹鉱床で代表される。大箆，觀天廠，中村老洞箆，小新廠などがこれに相当する。
- ③ 鳳山式銅鉱床：易門鳳山鉱山で代表される。刺穿角礫岩に関係する熱水改造型鉱床であろうと考えられる。大美廠，中村和尚洞がこれに相当する。

禄武地域の鉱床成因については、鉱床タイプと鉱化時期は異っても、構造発達史で一連の変遷過程に起因すると考えられる。すなわち、海底噴気～火山活動により稀鉱山式銅鉄鉱床が形成され、引続き東川式銅鉱床が形成されたが、開発対象に値する高品位鉱床の形成には、海底噴気活動の継続による銅金属の継続的な供給を必要としたと考えられる。

その後、強大な圧縮力を伴う構造運動が生じ、特異な小地塊の突上げ構造、折畳み背斜構造、圧砕角礫化作用、さらには刺穿角礫岩が形成され、刺穿角礫岩の上昇に伴って下位の銅金属が上方へ移動濃集し、鳳山式銅鉱床が形成されたと考えられる。

#### 6) 鉱床タイプと地質構造の関係

本地域の今後の探査活動の主要課題は潜頭鉱床の探査となろう。しかしながら、鉱石と母岩の物性差は、稀鉱床式銅鉄鉱床を除けば僅少であり、物理探査の適用には限界がある。そのため、まず銅鉱化作用の中心的位置を占める稀鉱山式銅鉄鉱床の捕捉を目標に探査活動を実施し、その後で、東川式及び鳳山式銅鉱床の探査を展開するのが合理的と思われる。

鉱床タイプと地質構造及び地表の剝脱状況との関係から、本地域の当面の調査対象となる地区及び鉱床タイプは次のようにモデル化できる。

- |               |                         |
|---------------|-------------------------|
| A段階：鳳山式鉱床     | — 大美廠                   |
| B段階：東川式鉱床     | — 白石岩梅子箆・梁花箆，平地場觀天廠，銅廠箆 |
| C段階：鳳山式・東川式鉱床 | — 中村和尚洞・老洞箆，大箆，小新廠      |
| D段階：稀鉱山式鉱床    | — 逸納廠，鵝頭廠，核桃箆           |

## 7) 有望地区の抽出

各地区の鉱床賦存の可能性に関する検討結果を要約する。白石岩地区と中村地区が今後探鉱を強化すべき有望優先地区と判断される。

### (1) 中村(A)地区：

老洞箒，和尚洞区域はNNW系の衝上断層，断層破碎帯，角礫岩帯が発達し、因民層角礫岩中及び落雪層苦灰岩中に東川式及び鳳山式銅鉱床の賦存が期待される。本地区は地質構造が極めて複雑で未解決である。潜頭鉱床が伏在する可能性を追求するとともに、既存鉱体の下部延長の探鉱調査を実施することが望ましい。

### (2) 銅廠箒(B)地区：

鵝頭廠銅鉄鉱床の北側に隣接し、本鉱床を胚胎するNNE系背斜構造が本地区を縦断する。東川式銅鉱床の賦存が期待されるが、本地区の探鉱開発は、鵝頭廠鉱床のデータを保有する羅茨鉄鉱山の直接関与が望ましい。

### (3) 刺竹箒(C)地区：

バイポール磁気異常が認められるが、本地区は侵食が因民層上～中部に及び、鉱床層準は既に剝脱されていると思われる。磁気異常は貫入岩などの地質構造を反映している可能性も考えられる。半環状構造と火山活動との関係、鉱石鉱物の累帯分布の解明などは今後の研究課題である。

### (4) 平地場(D)地区：

落雪層苦灰岩層が比較的緩傾斜で繰返し出現し各所に銅鉱徴が分布する。核桃箒，大箒は民採で操業中である。朱家垣，観天廠はボーリングによる探鉱を終わっている。老鳥哨，海孜はトレンチ調査までで放棄されている。いずれも規模が小さく発展性に疑問がある。

### (5) 白石岩(E)地区：

本地区南東端の梅子箒には顕著なバイポール磁気異常が確認されている。梅子箒にはNW系衝上断層が走り、落雪層，因民層が地表部へ上昇分布し、地化学異常帯を伴っている。因民層は、主として火山岩類起源と思われる緑色岩相からなる。このような事実は、本地区が鉱床形成に関連する火山活動～海底噴気活動を強く受けた銅鉄鉱化圏内に在ることを類推させる。地表下に伏在する因民層や落雪層中には、稀鉱山式及び東川式潜頭銅鉄鉱床の賦存が期待される。しかしながら、本磁気異常は規模が大きく、地表部の緑汁江層苦灰岩中の鉄鉱床，地形及び地質構造をかなりの程度反映している可能性も考えられるので、本格的なボーリング調査の前に、磁気異常帯の性質，規模，深度などを検証するための調査・研究が必要であろう。

なお、この空中磁気探査は、1978年に、冶金鉱業部が鉄鉱床を対象に実施して

いる。本探査は、ヘリコプターを使用し、対地高度平均150m、測線間隔250mで、地形に沿って飛行したとされる。主として短波長の異常を検出しており、比較的浅部の情報を捕らえていると推定される。

梁花箐は、NE系断層に沿って上昇した落雪層苦灰岩中の東川式銅鉱床であるが小規模である。

(6) 黒箐～河尾(F)地区：

緑汁江層苦灰岩に銅鉱徴が認められるが、いずれも微弱で展望に欠ける。本地区の南東方で銅鉱徴が強くなる傾向がある。

### 2.7.2 今後の調査

第2年次地質調査の結果から、今後、探鉱調査を強化すべき優先ターゲットとして、白石岩地区と中村地区が抽出された。

#### 1) 白石岩地区(梅子箐区域)

本地区はNE系衝上断層が走り、衝上断層に沿って、梅子箐付近では、下位の落雪層及び因民層が上位の鵝頭厩層上に衝上し、覆瓦構造を造っている。落雪層苦灰岩は銅鉱徴を伴い、因民層は主に火山岩類起源と思われる緑色岩相からなる。本帯は西南方の周家箐へ断続しており、両層の分布域は、明瞭な地化学異常を示している。

梅子箐から周家箐にかけて、顕著なバイポール空中磁気異常帯が確認されている。本磁気異常は、地表部の地質状況からみても、下部に稀鉱山式及び東川式、大規模潜頭鉱床の賦存を予想させるものである。しかしながら、本磁気異常は規模が大きく、地表部の鉄鉱床、地形及び地質構造をかなり反映している可能性も考えられるので、磁気異常帯の性質、規模、深度を推定・検証するための調査・研究が必要であろう。

次段階の調査としては、複合的な手法が望ましく、次のような手法を考慮したい。

空中磁気再解析

電気探査(CSAMT法, TEM法, IP法など)

重力探査

地質精査・地化学精査

ボーリング調査

#### 2) 中村地区(和尚洞・老洞箐区域)

本地区は、NNW系の衝上断層及びNE系の断層が繰返し発達し、本地区に分布する因民層、落雪層、鵝頭厩層などの地層は、著しく変形、転移、ブロック化され、地質構造は極めて複雑である。一部に逆転層も発達する。衝上断層破碎帯又は背斜構造の中



心部では角礫岩帯が発達し、著しい銅鉱化を伴っている(和尚洞)。本帯東翼部の落雪層苦灰岩中には東川式銅鉱床が分布し、一部で富化改造作用を受けている(鳳山式銅鉱床)。

本地域での鉱化の最強部は、衝上断層破碎帯であると考えられるが、既に剝脱が進み因民層などの下位層準が露出する。当面の課題として、東翼の落雪層苦灰岩中の既知鉱体の下部延長の確認のためのボーリング調査を検討すべきであろう。

本地区の次段階の調査としては、地質構造の解明、潜頭鉱化帯の捕捉、既知鉱体の延長部の探査を目的とし、次のような複合的手法の採用を考慮したい。なお、本地区は地形上の制約が大きいので、測線、測点の配置については柔軟に対処したい。

電気探査(CSAMT法, TEM法, IP法など)

空中磁気調査

地質精査・地化学精査

ボーリング調査

### 3) その他の地区・地域

禄武地域内の第2年次調査対象6地区以外の地区または禄武地域以外の地域についても、有望な探鉱調査、探鉱開発の対象があれば、積極的にピックアップして行きたい。

### 第3章 禄武周辺地域（衛星画像解析）

#### 3.1 結言及び調査目的

リモートセンシングは、資源探査において広域的探査地域から有望地域を限定するための迅速かつ安価な手法として、広く用いられている。

揚子地台西縁地域については、第1年次に、既知鉍床・鉍徴地と地質単元、地質構造との関係を把握する目的で衛星画像解析を実施した。

しかしながら、使用したLANDSAT画像の一部は、雲量、解像度などの点で必ずしも地質判読に適したものとは言えず、十分な精度の解析ができなかった。このため、本年度は、より分解能の高い日本のJERS-1データを使用し、探鉍有望地域の抽出を目的とする衛星画像解析を実施した。解析範囲はJERS-1データの取得が確認されている禄武及びその周辺地域とした。

#### 3.2 第1年次調査結果の概要

第1年次は、概査地区として、“揚子地台西縁地域”のうちの陝西省、甘肅省、四川省及び雲南省にかけての28万Km<sup>2</sup>について、ランドサットMSS及びTMのフォーンスカラー画像20シーンを作成し、広域的な地質単元区分、地質構造解析を実施した。これと並行して、既知鉍床が分布する陝西省勉略寧地区及び雲南省禄武地区について、既知鉍床・鉍徴と地質単元、地質構造との関係を把握し新たな探鉍余地を抽出するため、精査的な画像解析を行った。

これらにより、次の結果が得られた。

##### (1) 勉略寧地区

本地区には鉍脈型銅鉍床である銅廠鉍床が胚胎する。画像解析により銅廠鉍床の胚胎母岩と同じ岩相の塊状岩体（酸性貫入岩帯）がENE-WSW方向に配列するのが確認され、鉍化作用と密接に関連すると予想された。このほか、従来報告されていない褶曲構造、構造線などが抽出でき、マクロレベルでの衛星画像解析の有効性が確認された。

##### (2) 禄武地区及び禄武周辺地域

本地域には層状(含銅)磁鉄鉍床の鵝頭廠及び遼納廠鉍床、層準規制型銅鉍床の東川鉍床群、易門鉍床群などの既知鉍床がある。

画像解析により本地域に胚胎する鉍床は構造運動に伴うブロック化や褶曲化の激しい部分に選択的に胚胎していることが明らかとなった。特に鵝頭廠及び遼納廠鉍床は褶曲構造の背斜軸のほぼ頂部付近に胚胎していることが検証された。

なお、一部の範囲についてスペクトル解析による変質帯の抽出を試みたが、植被率が高いこと、及び当地域の鉍床は鉍床周辺に大規模な熱水変質帯を伴うタイプでないため、顕

著な変質帯の抽出はできなかった。

### (3) 概査地域

既存鉱床地域と類似した岩相及び地質構造を有する範囲を何箇所か抽出できた。すなわち、北部では勉略寧地区と類似した地質条件を持つ都江堰北部地区及び伊定西部地区、南部では易門-禄武地区の延長部にあたる西昌-会理地区である。

(4) 揚子地台西縁地域においては、植生による妨害などのためスペクトル解析による変質帯の抽出は困難であり、今後も写真地質的手法による地質構造解析が主体となる。

## 3.3 本年度解析作業の概要

### 3.3.1 解析範囲

画像解析範囲は図3-1に示す通り、雲南省禄武地域及びその周辺地域（一部四川省を含む）の面積約32,000km<sup>2</sup>である。

### 3.3.2 作業内容

昨年度の調査結果を踏まえて、禄武周辺地域について、下記の作業を実施した。

#### ① 画像処理、画像作成

JERS-1のCCTデータからフォールスカラー画像9シーン、立体視画像4シーン及びSAR画像2シーンを作成した。画像処理においては、種々の手法により原データのノイズを消去し、地質判読に最適な画像を作成した。

#### ② 画像判読

作成した画像から写真地質解析手法により地質単元と地質構造を判読した。

#### ③ 解析

判読結果を既知データと対比し、鉱化作用と地質単元・地質構造との関係を把握し、既知鉱床の胚胎場と同じ地質条件を有する範囲を抽出した。

#### ④ 現地検証

抽出された有望地域について、現地検証を実施し鉱床胚胎の可能性を検討した。

#### ⑤ 総合解析

OPS、立体視、SARの各画像から抽出した地質情報に、現地検証結果、既存資料解析結果を加味し、鉱化作用と地質単元・地質構造との関係を総合的に解析した。

## 3.4 一般地質

### 3.4.1 地質構造

#### (1) 構造帯区分（図3-2参照）

判読範囲の南西部には深断裂とされるNW-SE系の哀牢山断裂が発達し、その南西部が唐古拉-昌都-蘭坪-思茅褶曲帯に区分される。その北東側が揚子準地台に属している。楊

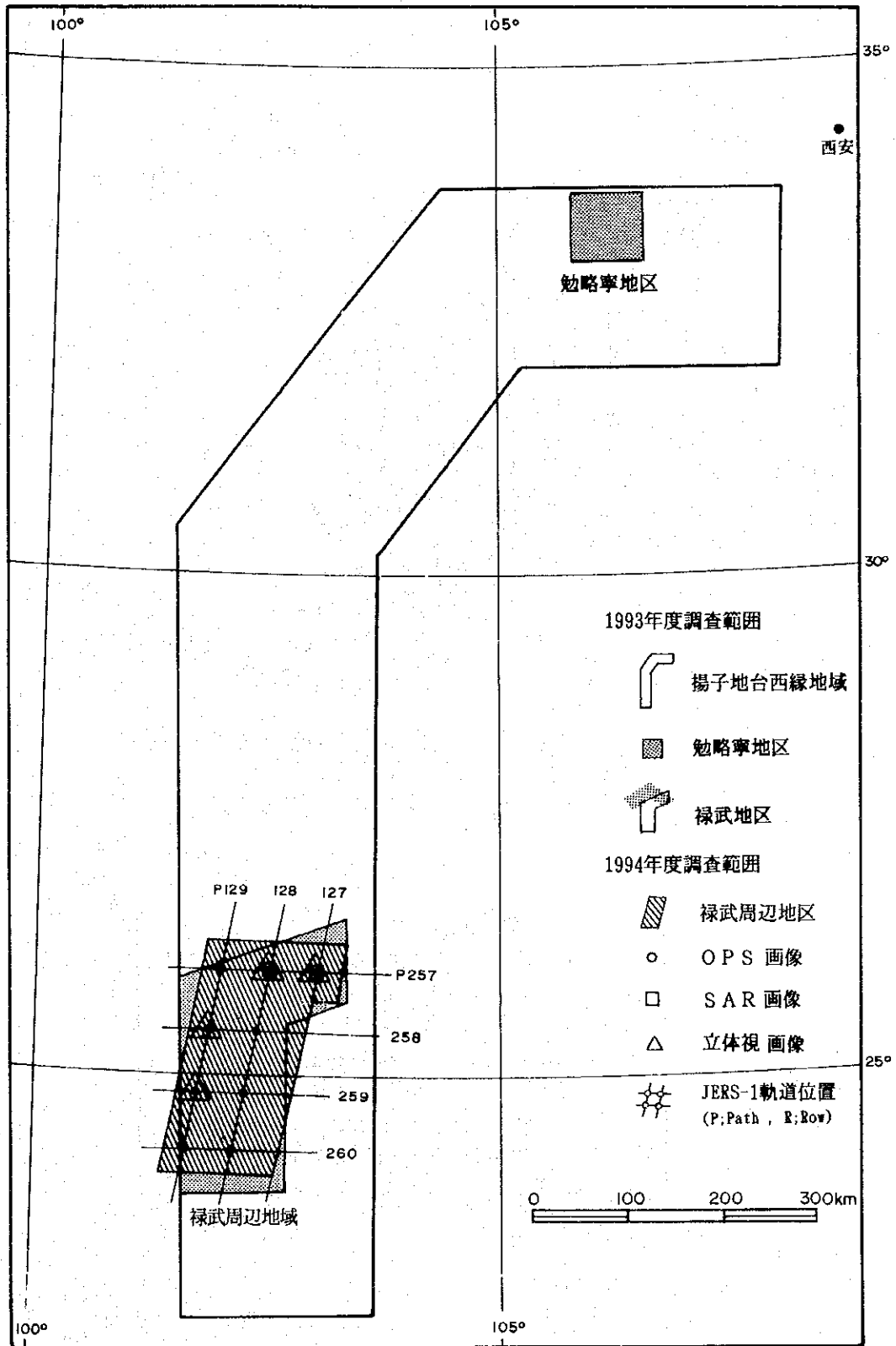
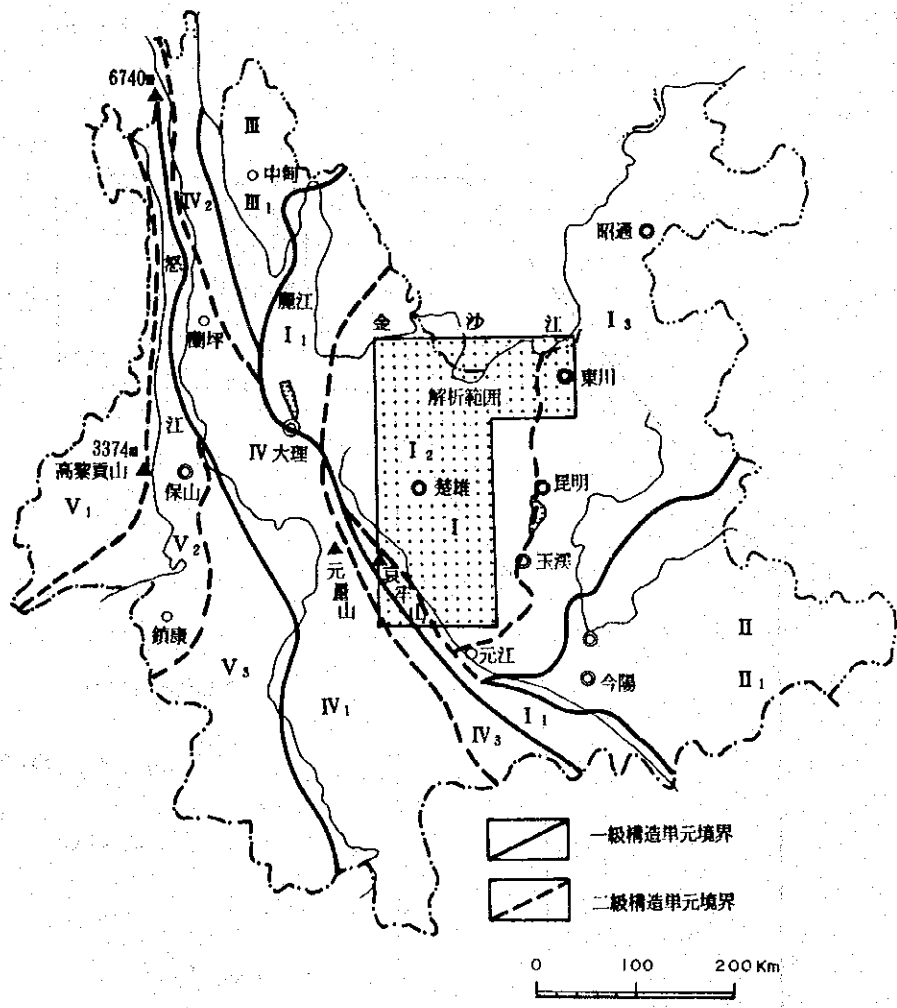


图3-1 卫星画像解析範圍图 (JERS-1)



構造单元区分	
I 楊子准地台	IV 唐古拉-昌都-蘭坪-思茅褶皺系
I <sub>1</sub> 麗江台綠褶皺帶	IV <sub>1</sub> 蘭坪-思茅極降盆地
I <sub>2</sub> 川滇台背斜	IV <sub>2</sub> 雲嶺褶皺帶
I <sub>3</sub> 滇東台褶帶	IV <sub>3</sub> 墨江-綠春褶皺帶
II 貨南褶皺系	V 岡底斯-念青唐古拉褶皺系
II <sub>1</sub> 滇東南褶皺帶	V <sub>1</sub> 伯舒拉嶺-高黎貢山褶皺帶
III 松潘-甘孜褶皺系	V <sub>2</sub> 福貢-鎮康褶皺帶
III <sub>1</sub> 中甸褶皺帶	V <sub>3</sub> 昌寧-孟連褶皺帶

図3-2 構造区分概略図

(雲南省地質鉱産局, 1990に加筆)

子準地台はNW-SE系の紅河断裂及びN-S系の小江断裂によって以下の3つの構造帯に区分される。

- ① 麗江台縁褶曲帯    ② 川滇台背斜    ③ 滇東台褶曲帯

麗江台縁褶曲帯及び滇東台褶曲帯の分布範囲は小規模であり調査範囲の大部分は川滇台背斜に属している。

(2) 断裂系 (図3-13参照)

調査範囲に発達する主要な断裂系は前述したNW-SE系の哀牢山断裂、N-S系の小江断裂及び元謀-緑汁江断裂の深断裂のほか下記の大断裂がある。

① NW-SE系	② E-W系	③ N-S系	④ NE-SW系
藤条河断裂	筆架山-宝台廠断裂	中村断裂	青竜-楊武断裂
楚雄-峨山断裂		湯朗-易門断裂	
塔甸-石屏断裂		普渡河-滇池断裂	
米茂断裂			
紅河断裂			

このほか多くの一般性断裂が発達するが、その走向は近傍の深断裂あるいは大断裂と調和的である。なお、小江断裂は東川市の北方で東小江断裂と西小江断裂とに分かれる。

3.4.2 地質層序

調査範囲内には図3-3に示すように始生界上部から新生界までが分布する。

(1) 始生界

始生界の地層は四川省のみに分布し、康定層群の変成岩類(緑色片岩・角閃岩及びグラニュライト)よりなる。

(2) 下部原生界

下部原生界は元謀西側に南-北方向で帯状に分布する苴林組(片岩・片麻岩・角閃岩及び大理石)と南西部の哀牢山脈沿いに分布する哀牢山層群の変成岩類(ミグマタイト・片麻岩・グラニュライト・角閃岩及び大理石)である。そのほか後述する大紅山環状構造の内側には大紅山層群の紅山層(変火山岩・珪岩・片岩及び大理石)が小規模に分布する。

(3) 中部原生界

中部原生界は昆陽層群よりなり、下位より黄草嶺層(千枚岩及び粘板岩)、黒山頭層(珪岩・砂岩及び粘板岩)、大龍口層(ストロマトライト質石灰岩)、美党層(粘板岩及びシルト岩)、因民層(粘板岩・シルト質苦灰岩及び砂岩)、落雪層(含銅苦灰岩・ストロマトライト質苦灰岩)、鵝頭廠層(粘板岩・炭珪質粘板岩)、緑汁江層(苦灰岩及び石灰岩)及び大營盤層(鉄質角礫岩・粘板岩及び炭珪質粘板岩)に区分される。









图3-3 既存地质图

(中国地质出版社, 1982年部分抜粋)

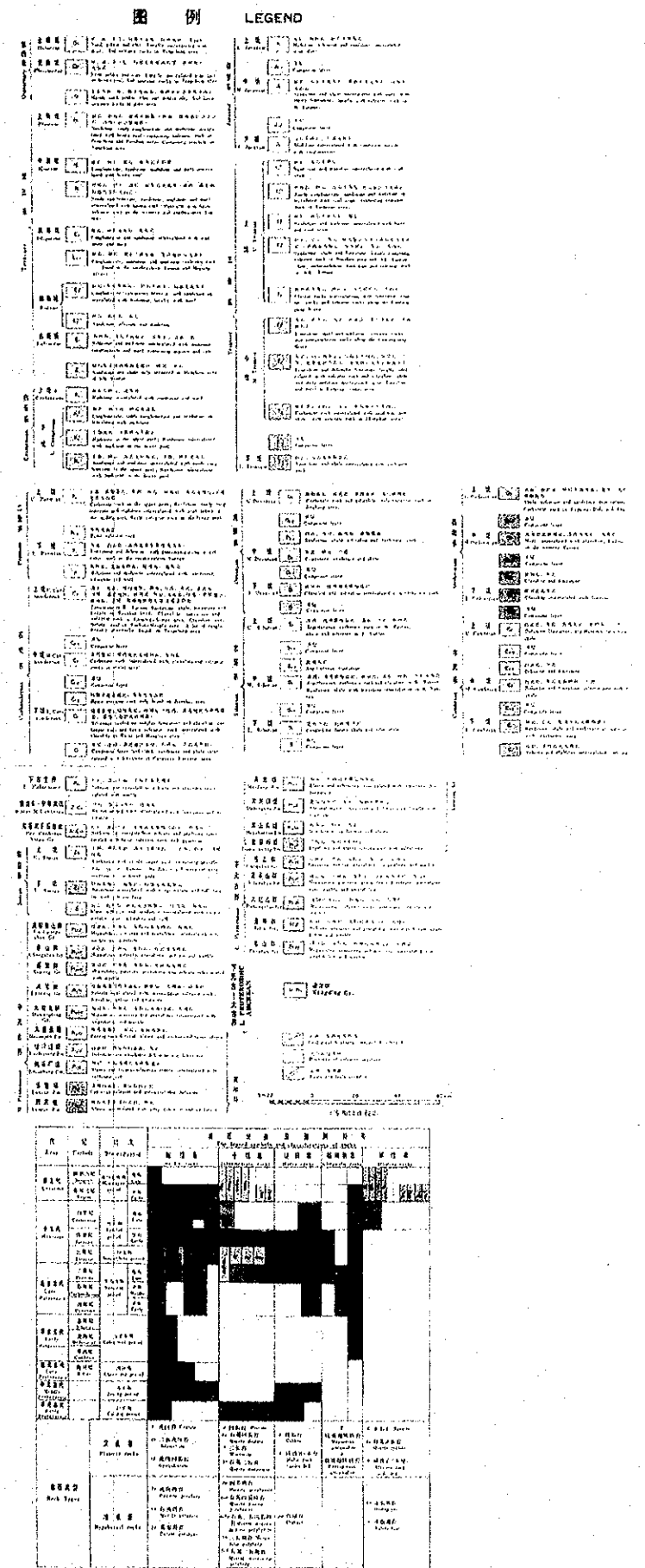




图 3-3 既存地質図

(中国地質鉱産部, 1982を部分抜粋)

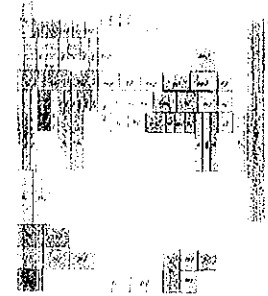
图 例 LEGEND





图3-3 既存地质图

(中国地质部, 1982年部分抜粋)







昆陽層群を覆って震旦系～中生界三疊系までの海成層、ジュラ系の海成～陸成層、白亜系～第四系の陸成層が分布する。海成層中には造構輪廻に伴う火山岩類が挟在する。このうち、ヴァリスカン造構運動に伴う火成活動が、最も活発でありデボン紀、石炭紀及び二疊紀の地層中に中性～塩基性の火山岩類が認められる。

#### 3.4.3 貫入岩類

本地域は構造運動が激しく、第一級の構造線が多数発達するにもかかわらず、火成岩の貫入活動は勉略寧地区に比べ、相対的に微弱である。各ステージの構造運動に伴って、酸性～超塩基性の貫入岩体が認められるが、いずれも小規模である。比較的大きな岩体は、中部原生代晋寧期の火成活動によるもので、南部の峨山付近にアダメロ岩、また、北部の元謀付近に花崗閃緑岩～アダメロ岩の貫入が認められる。なお、哀牢山断裂近傍には、断裂方向と同じ伸長方向を持つNW-SE系の超塩基性貫入岩体群（時代未詳）が特徴的に発達する。このほか、主として原生代から古生代にかけての塩基性貫入岩類（斑れい岩・輝緑岩）が武定北方付近や哀牢山脈沿いに発達する。

#### 3.4.4 鉍化作用

本地域に認められる主要な鉄・銅鉍化作用の時期は、大きく下部原生代、中部原生代及び中生代の3ステージに区分される。

##### (1) 原生代下部の鉍化作用

原生代下部には本地域南部における大紅山鉍山の銅・鉄鉍床が知られている。本鉍床は主として火山堆積性起源であり、一部が交代性とされている。

##### (2) 原生代中部の鉍化作用

原生代中部の層状鉄・銅鉍床は元謀-緑汁江断裂、湯朗-易門断裂、小江断裂などの深～大断裂近傍のブロック運動の激しい部分に集中する傾向が認められる。

主なものは東川鉍床群、皎平渡地区の筆架山-洪門廠、禄武地区鉍床群及び易門鉍床群である。

##### (3) 中生代の鉍化作用

中生代白亜系中には、いわゆる含銅砂岩型鉍床が胚胎し、元謀-緑汁江断裂と楚雄-峨山断裂に挟まれた地域（滇中盆地）に分布する。鉍床胚胎層は断層陥没盆地や山間盆地に分布する湖成層である。

本タイプの鉍床は銅を含む碎屑物がプロト鉍層として堆積したものが、続成作用を受けたものとされている。当地域には牟定県周辺にこのタイプの鉍床である郝家河、清水河、格衣乍及び老青山鉍山が知られている。

### 3.5 画像処理及び画像作成

#### 3.5.1 JERS-1データの仕様

JERS-1(Japanese Earth Resources Satellite-1)は日本初の地球資源観測衛星であり、1992年に打ち上げられた。本衛星には、光学センサ(OPS;Optical Sensor)及び合成開口レーダ(SAR;Synthetic Aperture Rader)が搭載され、順次データが取得されている。

JERS-1のOPSは、①従来のセンサーに比べ地表分解能が高いこと(ランドサットTM;30m、ランドサットMSS;78m、スポット;20mに対し、JERS-1は18m)、②可視近赤外域(VNIR)バンドを使用した同一軌道内立体視機能、③短波長赤外域(SWIR)に複数のバンドを有するなどを特長とする。このうち、SWIR光学系は種々の問題により、当初期待されていた性能のデータは得られていないが、VNIRバンド及びSARのLバンドデータにより既存衛星データより高精度の解析が可能であり、資源探査のための有力な基礎情報として利用できる。

SARは雲や霧を透過して観測できる全天候型センサーであり、地形起伏の強調効果により鮮明な地形情報が得られるという特性から、良質のOPS画像が得られない熱帯雨林地域のみならず、OPS画像が入手できる地域においても、地質構造解析に応用されている。

JERS-1のSARは欧州宇宙機関のERS-1のSARと比較し、オフナディア角が大きく地形歪みが少ないこと及び波長の比較的長いLバンドの採用により透過効果が大きいことから、地形・地質判読に適している。

JERS-1の搭載センサーの主要性能は下記の通りである。

#### (1) OPS

項目		性能		
		バンド	中心波長(μm)	バンド幅(μm)
波長	可視・近赤外域	1	0.56	0.08
		2	0.66	0.06
		3	0.81	0.10
		4(立体視)	0.81	0.10
	短波長赤外域	5	1.665	0.11
		6	2.065	0.11
		7	2.19	0.12
		8	2.335	0.13
分解能	18m(直交方向)×24m(進行方向)			
走査幅	75km			
立体視角	15.33°			
B/H比	0.3			

## (2) SAR

項目	性能
観測中間波長数	Lバンド(1275MHz)
オフナディア角	35°
帯域幅	15MHz
分解能	レンジ方向 18m (ルック数:3) アジマス方向 18m
走査幅	75km

### 3.5.2 使用データ

OPS、立体視及びSARの各データを用いて、地質判読に最適な画像を作成した。なお、使用データは1994年7月の(財)資源・環境観測解析センターと金属鉱業事業団との「JERS-1」データによる共同研究取り決め書に基づき、(財)資源・環境観測解析センターからCCTの形で提供されたものである。

#### (1) フォールスカラー画像

使用データは雲南省禄武地域及びその周辺地域を含む下記の9シーンである。なお、易門鉱床群を含むPath128/Row259は雲量が多いため、取得時期の異なる2シーンを合成して1シーンとした。また、Path128/Row258及びPath128/Row260も雲量が多いため、昨年使用したTM画像(Path130/Row42及びPath130/Row43)の一部をポジフィルムから同縮尺にプリントし判読の補完に使用した。

センサー名	Path	Row	観測日	雲量%	レベル
OPS	127	257	1993.02.07	0	2
OPS	128	257	1992.12.26	11	2
OPS	128	258	1992.12.26	6	2
OPS	128	259	1992.11.12	1	2
OPS	"	"	1992.12.26	7	2
OPS	128	260	1992.12.26	15	2
OPS	129	257	1992.12.27	0	2
OPS	129	258	1992.12.27	0	2
OPS	129	259	1992.12.27	0	2
OPS	129	260	1992.12.27	3	2

## (2) 立体視画像

使用データは東川鉱床群、易門鉱床群などの既知鉱床を含む下記の4シーンである。

センサー名	Path	Row	観測日	雲量%	レベル
OPS	127	257	1993.02.07	0	5
OPS	128	257	1992.12.26	11	5
OPS	129	258	1992.12.27	0	5
OPS	129	259	1992.12.27	0	5

## (3) SAR画像

使用データは東川鉱床群を含む下記の2シーンである。

センサー名	Path	Row	観測日	レベル
SAR	127	257	1993.09.07	2.1
SAR	128	257	1993.09.08	2.1

### 3.5.3 画像処理システム

画像処理に使用したハードウェアはワークステーションSun Super Sparc 10、ソフトウェアはCCS（セントラル・コンピュータ・サービス）社のCRESCENT及びNED（日鉱探開）社の画像処理ソフトである。

### 3.5.4 フォールスカラー画像の作成

#### (1) 最適バンド組み合わせ

各種バンド組み合わせを検討した結果、1-2-3=B-R-Gによる画像が最も鮮明で地質判読に適すると判断されたため、同組み合わせで1/20万のフォールスカラー画像を作成した。ただし、Path127/Row257及びPath129/Row260の2シーンについては、1-3-8=B-G-Rの方が色調の差による岩相の識別に適するため、このバンド組み合わせで画像を作成した。

#### (2) 濃度変換

レベル2のデータはレベル0の輝度値を256階調に線形変換したものである。これらデータは、反射率の飛び抜けて高い雲・雪などの対象物を階調内に収めるため、相対的に植生・土壌などのデジタル値が低くなっており、そのままでは画像作成に使用できない。このため、最小モード法により閾値を求め、雲・雪などのピクセルをマスク処理した後、各バンド毎の統計量から、平均値を128とし、左右128階調が適当な標準偏差となるように線形ストレッチを行った。

### (3) ノイズの除去

JERS-1データでは、センサーの性能に起因する各種ノイズが発生している。今回使用したのはレベル2のデータであるため、ノイズを完全に取りきることはできなかったが、フィルター処理、マスク処理などによりノイズの最小化を図った。これら処理により、画像判読に適する画像を作成することができた。

処理後のフォールスカラー画像を図3-4～図3-6に示した。

#### 3.5.5 立体視画像の作成

レベル5に補正されたCCTのバンド4及びバンド5を用いてステレオペアー画像を作成した。

Path127/Row257及びPath128/Row257の2シーンはノイズが少ないので、ヒストグラム変換によりストレッチしたものに、エッジ強調を施した。なお、ヒストグラム変換に際しては、Path127/Row257の雪の部分及びPath128/Row257の雲の部分、それぞれ除外した。

Path129/Row258及びPath129/Row259の2シーンは横方向に周期的な縞模様が発生するため、コラム方向に平滑化フィルターをかけた後、ストレッチ及びエッジ強調を施した。

#### 3.5.6 SAR画像の作成

レベル2.1の16ビットデータにメジアン・局所平滑化・5×5エッジ保存平滑化フィルター及び7×7エッジ強調平滑化の各フィルターを用いて、スペックルノイズの抑制を行った。これらの画像に対し統計処理を行い、各画像毎に適当な圧縮率を用いて16ビット→8ビットの変換を行った。これらの画像を目視により比較し、地質判読には7×7エッジ強調平滑化フィルターで処理した画像が最も適していると判断した。

処理後のSAR画像を図3-7に示した。

### 3.6 画像判読基準

#### 3.6.1 フォールスカラー画像の判読基準

フォールスカラー画像からは、写真地質学的手法により、大きく分けて地質単元と地質構造が判読される。ここではそれぞれを「地質判読」及び「構造判読」と称する。

「地質判読」を行うための判読基準は以下の通りである。

##### ① 写真的特徴(Photo-characteristics)

- ・色調(Tone) : 白、淡灰、淡桃、淡黄褐、灰緑、青、緑、褐、暗褐、暗緑など
- ・肌合(Texture) : 細粒、中粒、粗粒、滑らかななど

##### ② 地形的特徴(Morphological expression)

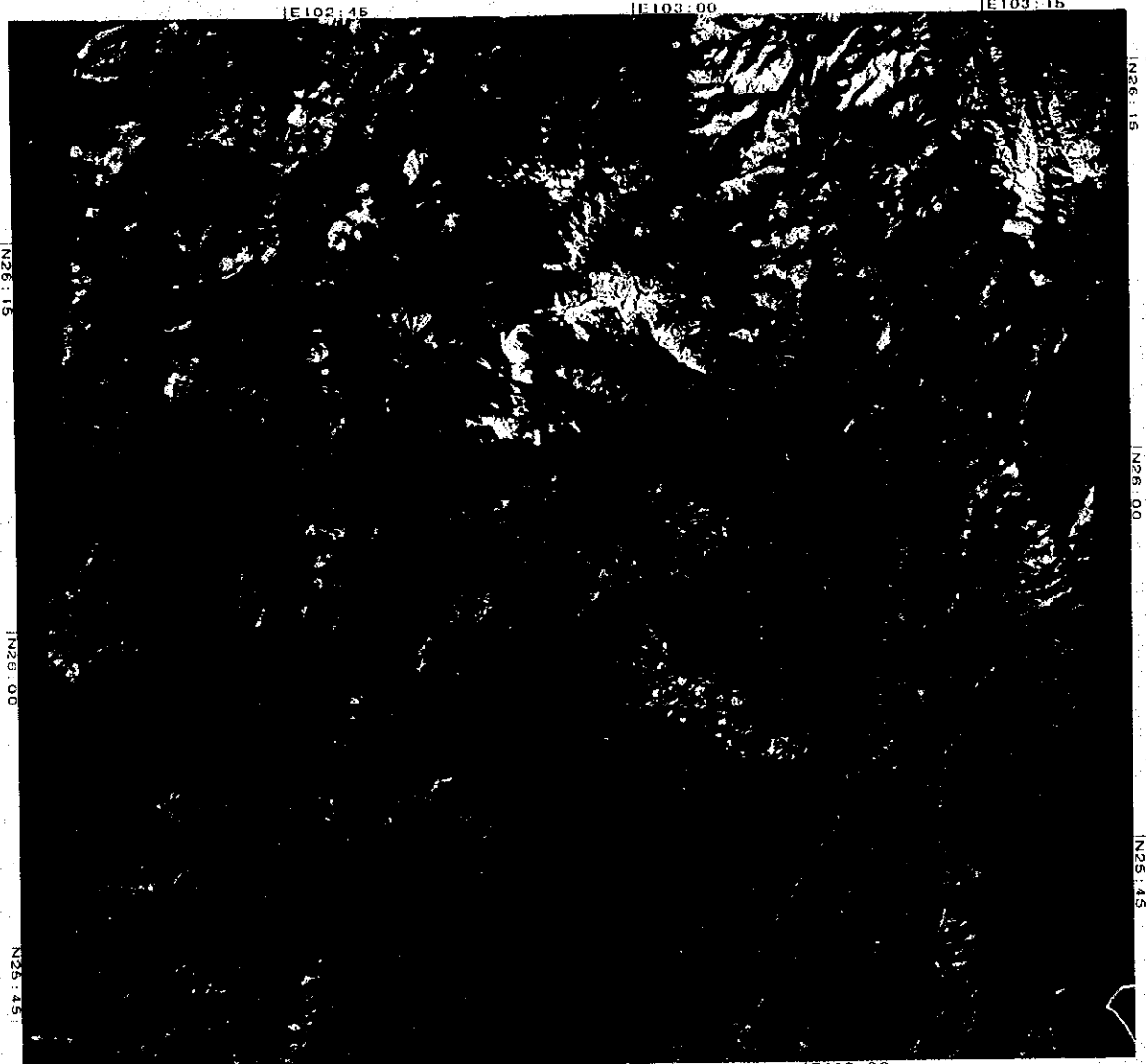
- ・水系パターン(Drainage pattern) : 樹枝状、平行状、格子状、放射状、環状、羽毛状など



JERS1 OPS 132

GRS D127-257

LEVEL 2



DATA ACQUISITION DATE: 07-FEB-93 C: N26:00/E102:53 SUN EL44 AZ161 E-10362-03696  
 MITI/NASDA RETAIN OWNERSHIP OF DATA

MMMM  
 NED

図3-4 JERS-1 フォールスカラー画像(P127/R257)





JERS1 OPS 132

GRS D129-258

LEVEL 2

E101:30

E101:45

E102:00

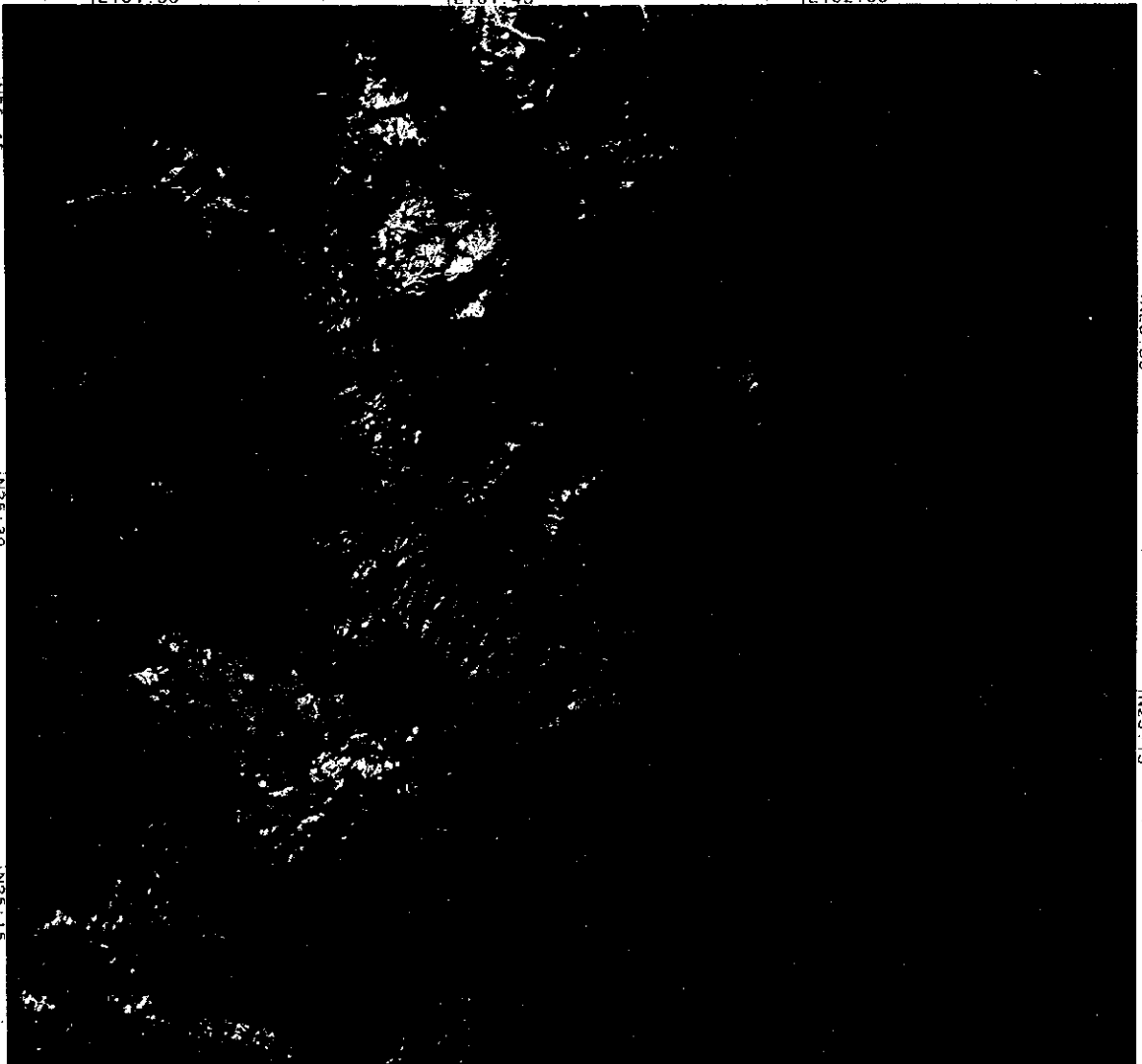
N25:45

N25:30

N25:15

N25:30

N25:15



E101:30 E101:45 E102:00  
DATA ACQUISITION C N25-24/E101-46 SUN EL38 AZ159 E-10320-04035  
DATE: 27-DEC-92  
MITI/NASDA RETAIN OWNERSHIP OF DATA

0 5 10 20m

AMIAJ  
NED

図3-5 JERS-1 フォールスカラー画像(P129/R258)



E101:15

E101:30

E101:45

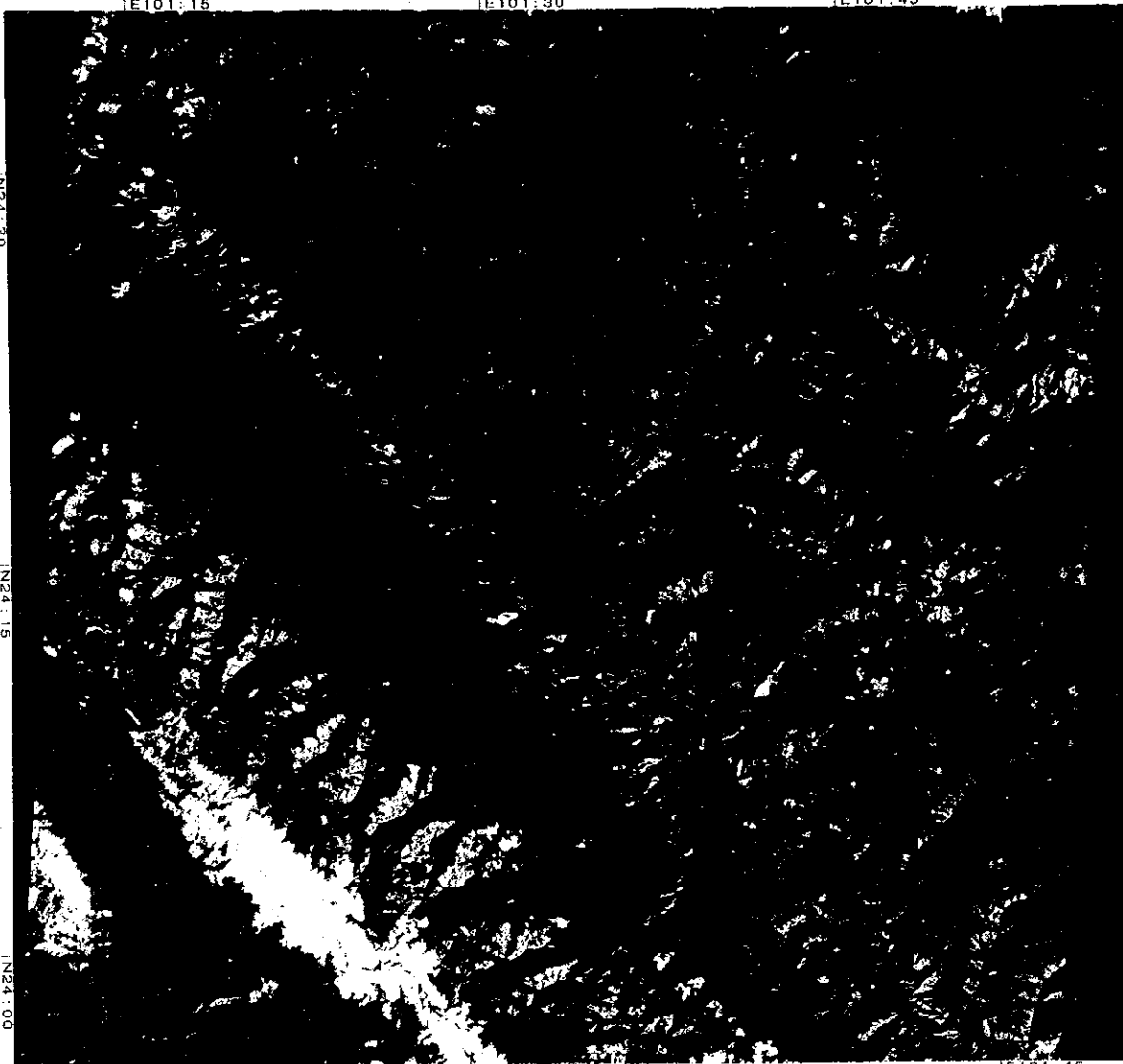
N24:30

N24:15

N24:00

N24:15

N24:00



E101:15

E101:30

E101:45

DATA ACQUISITION

DATE: 27-DEC-92

MITI/NASDA RETAIN OWNERSHIP OF DATA

C N24-12/E101-30

SUN EL39 AZ158

E-10320-04041

0 5 10 20m

MIMI  
NED

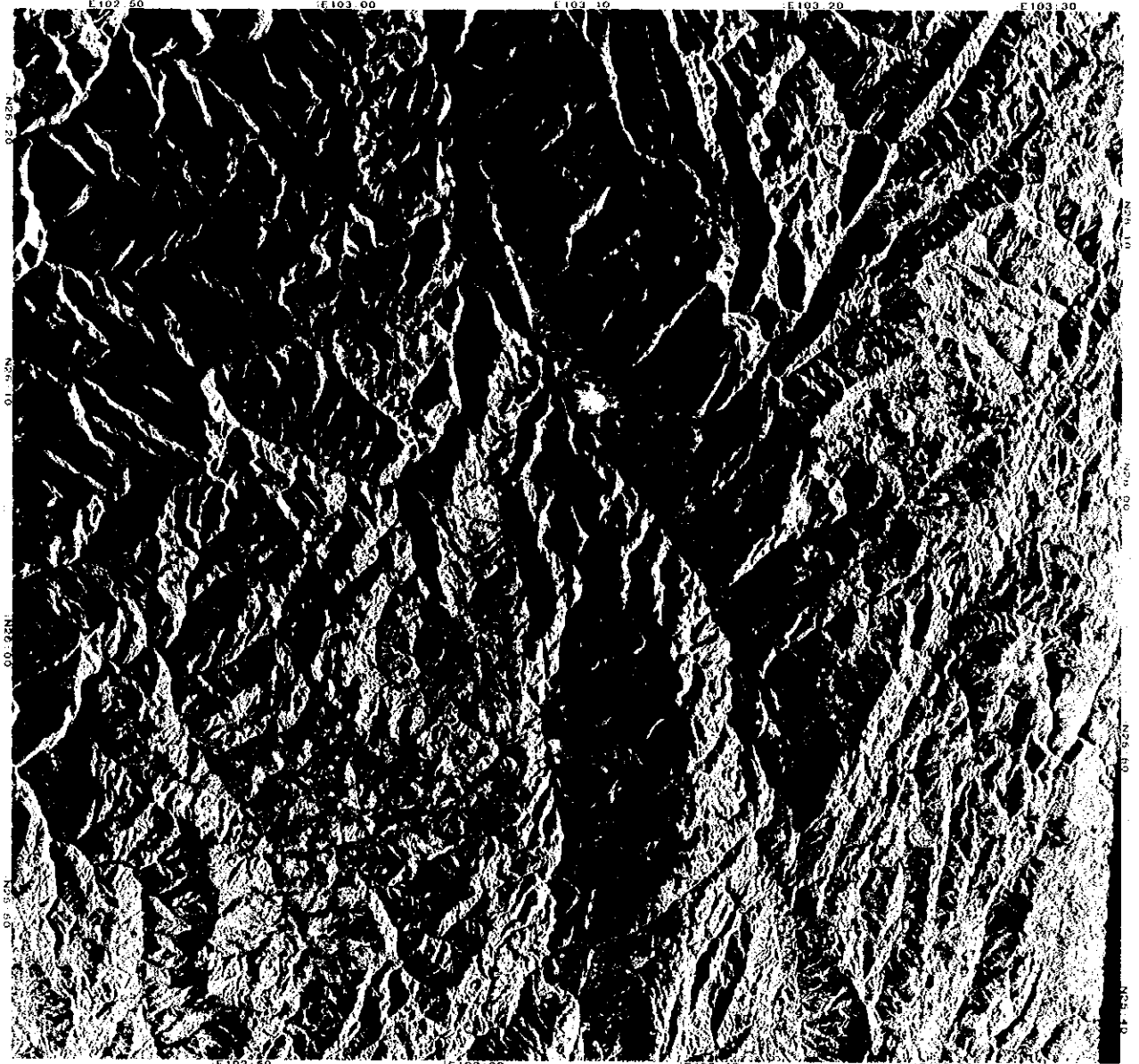
図3-6 JERS-1 フォールスカラー画像(P129/R260)



JERS-1 SAR

GRS D127-257

LEVEL 2 1



DATA ACQUISITION C N26-00, E103-08  
 DATE: 07-SEP-93  
 MITI/NASDA RETAIN OWNERSHIP OF DATA

0 5 10 20

MIAMI  
 NED



図3-7 JERS-1 SAR 画像(P128/R257)



- ・水系密度(Drainage density) : 極低、低、中、高、極高
- ・抵抗度(岩石の風化・侵食に対する程度; Rock resistance) : 極低、低、中、高、極高
- ・地形断面(Cross section) : 斜面の形態、起伏量
- ・山稜形態 : 水平、なだらか、急峻、カルスト地形
- ・層理の発達度(Development of bedding) : 発達、一部発達、塊状、無し

③ 地表被覆(Superficial cover)

- ・植生(Vegetation) : 密、中、疎
- ・耕作地化(Cultivation) : 密、中、疎

調査地域は主として原生界～古生界の堆積岩類及び火成岩類が分布する。樹木、耕作地の占有面積が広く、全体的に植生が密であるため、写真的特徴が隠蔽される。

このため、「地質判読」においては、地形的特徴である岩石の抵抗度を重視した地質単元区分を行い、他の判読基準は補助的基準とした。まず、構成岩類を層理の発達度により塊状岩類と成層岩類に大きく分類し、さらに、それぞれを抵抗度の差により地質単元を細分した。

「構造判読」は、主に、褶曲構造の把握と断裂系の抽出作業からなる。このうち、褶曲構造は層理の追跡、傾斜面及び山稜パターンの認識などの技法を用いて判読した。

環状構造は、火山岩体、貫入岩体、カルデラ、背斜軸部などにみられる構造であり、水系異常と山稜形態から判読・抽出される。

リニアメントの抽出に当たっては、下記の地形現象の認識に基づいた。

- ① 断層崖(Fault-scarp)の存在
- ② 直線的な広い谷(断層谷 : Fault valley)の存在
- ③ 河川の流路が著しい直線状を示す場合
- ④ ケルンコル(断層鞍部 : Kerncol)、ケルンバット(断層突起 : Kernbut)の存在
- ⑤ 山腹斜面の傾斜変換点が直線的に連続する場合
- ⑥ 緩傾斜を示す堆積岩類が急激に急傾斜層に変化し、それが直線的に連続する場合
- ⑦ 稜線や川の流路にズレがある場合
- ⑧ 水系アノマリー(格子状の1次水流が直線状に配列する場合、または角状水系など)
- ⑨ 湖沼、温泉、火口、湧水地点、崩壊、あるいは地すべりなどが一直線上に配列している場合
- ⑩ 扇状地ズレがある場合
- ⑪ 河成段丘面(一般には平坦面)が直線的な境界をもって落差もしくは水平ズレを生じている場合