

粗鉱量計算基準概要
(詳細は巻末資料A「銅鉱床粗鉱量計算基礎」参照)

* 単位鉱面のsize: 垂直 25m / 水平 50m 1,250 平方m
 * 単位鉱面の平均水平厚度: 水平厚度曲線の鉱面中心値を利用
 ◎ 探鉱時の最低水平厚度を 1.0m と仮定
 if $w_a \geq 1.0m$ → $W = w_a$
 $w_a < 1.0m$ → $W = 1.0m$
 w_a : 水平厚度曲線により当該単位鉱面に割当てられた平均水平厚度(m)
 W : 粗鉱量算出に使用する平均水平厚度(m)
 * 密度: 鉱脈 3.1 t / 立方 m
 母岩 2.7 t / 立方 m
 * 単位鉱面の粗鉱量
 $w_a \geq 1.0m$ $1.250 \times w_a \times 3.1$
 $w_a < 1.0m$ $1.250 \times (1.0) \times 2.7 + w_a \times 3.1$
 * 単位鉱面の粗鉱品位
 q = 水平厚度(m) × 品位(%) : 当該単位鉱面に割当てられた平均値
 Q = 当該単位鉱面の粗鉱品位
 $w_a \geq 1.0m$ の時 $Q = q/w_a$
 $w_a < 1.0m$ $Q = q \times 3.1 / \{ (1.0) \times 2.7 + w_a \times 3.1 \}$

LEGEND

- | | | |
|-------------|-----|-------------------|
| Cu grade(%) | OOR | Cu Reserve (t) |
| > 10 | * | Dummy |
| 08-10 | ▨ | With lid |
| 06-08 | □ | Funnel |
| 04-06 | Δ | Trench |
| < 04 | | Metal Content (t) |

- *注1: 水平厚度×品位曲線(E-8図)と水平厚度曲線(E-6図)を基礎に作成した鉱面別粗鉱量図。
- *注2: 探鉱時の最低水平厚度を 1m と仮定し、粗鉱量および粗鉱品位は「粗鉱量計算基準概要」に記した方法で算出した。
- *注2: 1993年11~12月現地調査時現在、試掘孔位置の新座標系への変換がやっと終了した段階で、試掘孔位置や坑道試料採取点の座標の変換は間に合わなかった。また前回調査(1992年11~12月)以後の新dataは入手出来なかった。そのため、前回の資料(J-REC 1993)を旧座標のまま使用した。
- *注3: 未だ着眼点が少なく、鉱脈対比解釈に次のような相違がある: CNMCが I-9号としたZK-1005, ZK-1009-1, CK-1207, ZK-1407等の着眼部をI-4/V-4号と解釈、したがって、その分の粗鉱量が 1/4/V-4号として増加している。
- *注4: 前回の粗鉱計算の際使用されていた CK-1202孔のdataをついかに再計算し、削除されたとなっていた新座標の層分を削除した。
- *注5: 断面図の検討により、鉱脈予見位置を回避するが不着眼の点は、整理・品位ともに 0とし、計算上は粗鉱 0.01%, 品位 0.01%として扱った。
- *注5: 今後、新座標へ変換するとともに、探査の進展により改訂を要す。

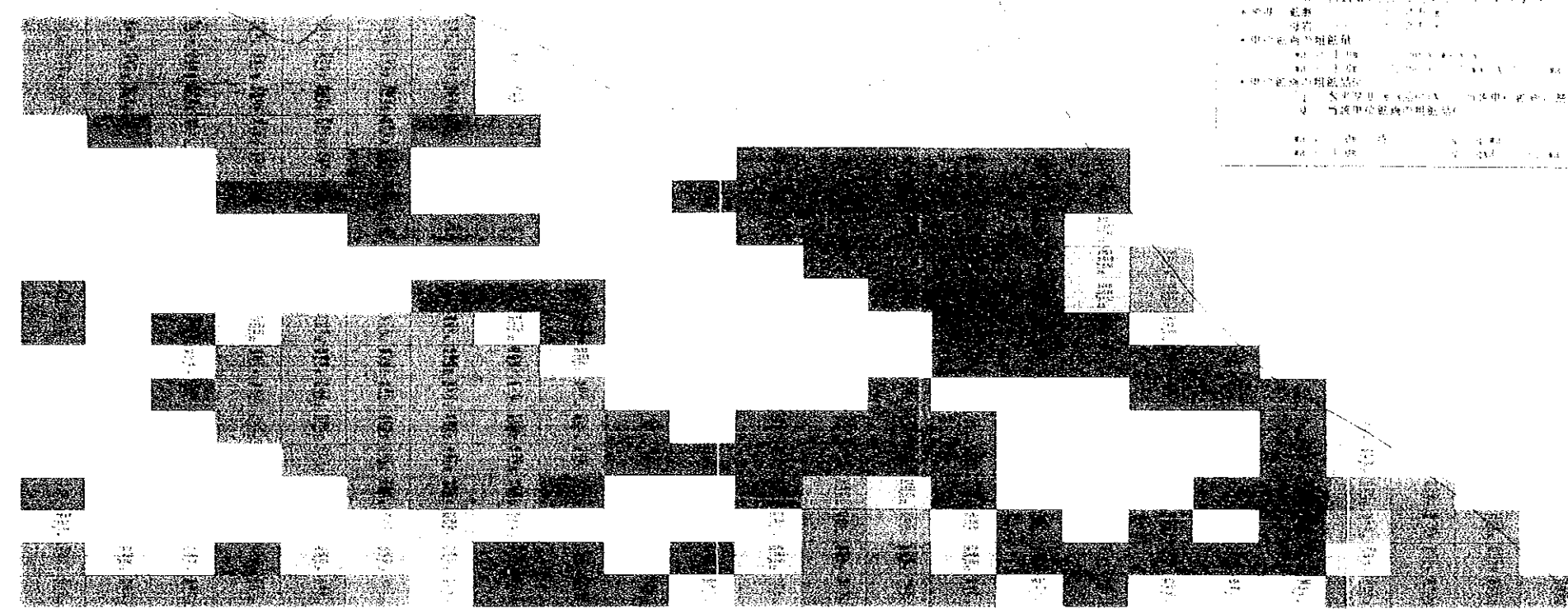
図 1 - 1 - 19 銅廠銅鉱床 I - 4 号鉱体 粗鉱量図

0 100 200(m)
SCALE (1/2000)

粗鉅量計算基礎概要

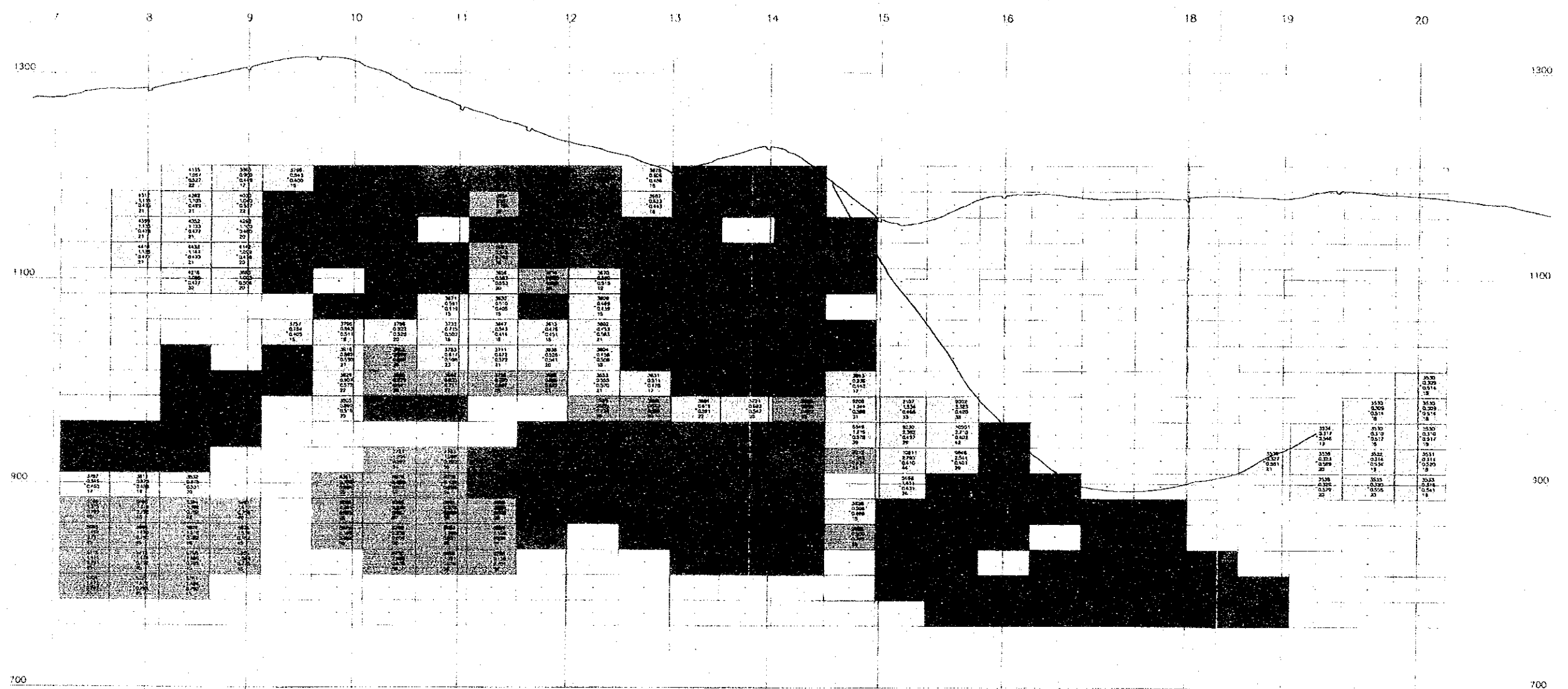
粗鉅量計算基礎概要

- 粗鉅量計算基礎概要
- 粗鉅量計算基礎概要
- 粗鉅量計算基礎概要
- 粗鉅量計算基礎概要
- 粗鉅量計算基礎概要
- 粗鉅量計算基礎概要



1. 粗鉅量計算基礎概要
2. 粗鉅量計算基礎概要
3. 粗鉅量計算基礎概要
4. 粗鉅量計算基礎概要
5. 粗鉅量計算基礎概要
6. 粗鉅量計算基礎概要
7. 粗鉅量計算基礎概要
8. 粗鉅量計算基礎概要
9. 粗鉅量計算基礎概要
10. 粗鉅量計算基礎概要

图 1-1-19 銅廠鋼鉅床 1-4 号鉅体 粗鉅量圖



LEGEND	
Cu grade(%)	
■ > 10	○DDH Ore Reserve (t)
■ 0.8-10	* Dummy Width (m)
■ 0.6-0.8	□ Tunnel Cu grade (%)
■ 0.4-0.6	△ Trench Metal Content (t)
■ < 0.4	

粗鉱量計算基準概要
 (詳細は基本資料A「銅鉱床鉱量計算基礎」参照)

* 単位鉱筒のsize: 垂直 25m / 水平 50m 1,250 平方m
 * 単位鉱筒の平均水平厚度: 水平厚度曲線の鉱筒中心値を利用。
 ◎ 探測時の最低水平幅を 1.0m と仮定

if $wa \geq 1.0m \rightarrow W = wa$
 $wa < 1.0m \rightarrow W = 1.0m$
 W : 水平厚度曲線により当該単位鉱筒に割当てられた平均水平厚度(m)
 W : 粗鉱量算出に使用する平均水平厚度(m)

* 厚度: 鉱層 3.1 t / 立方m
 母岩 2.7 t / 立方m

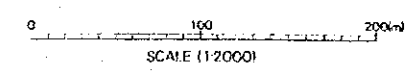
* 単位鉱筒の粗鉱量
 $wa \geq 1.0m$ $1,250 \times wa \times 3.1$
 $wa < 1.0m$ $1,250 \times ((1-wa) \times 2.7 + wa \times 3.1)$

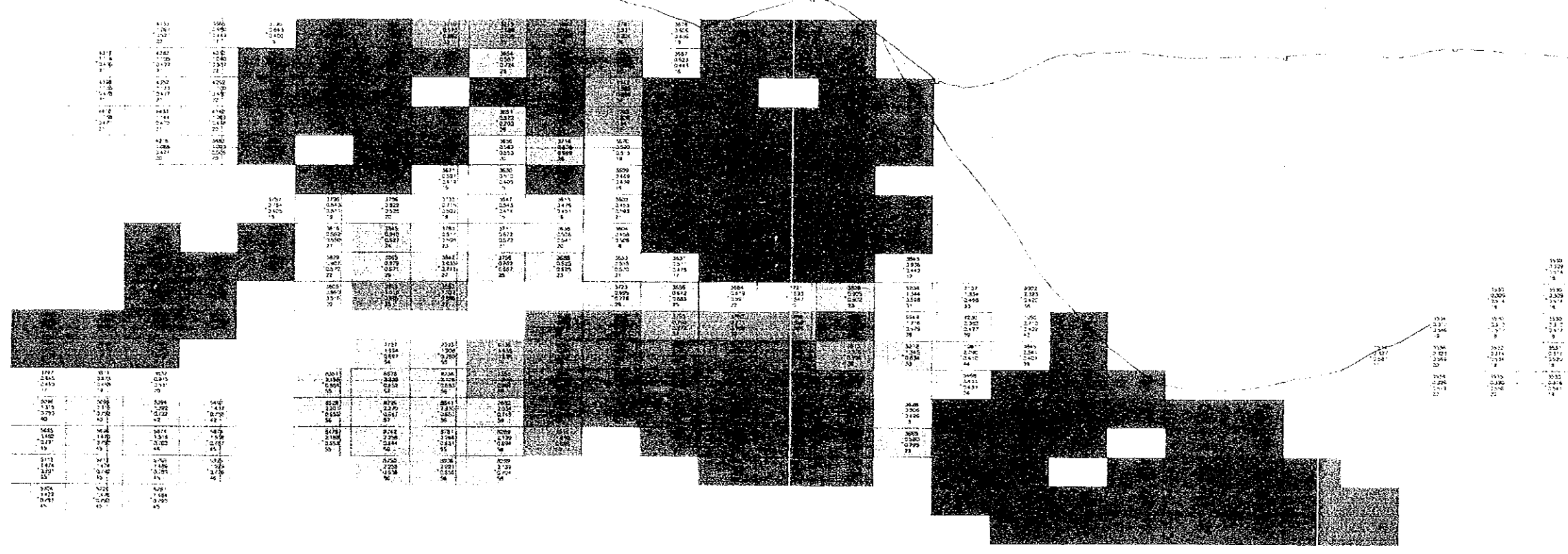
* 単位鉱筒の粗鉱品位
 q = 水平厚度(m) x 品位(%) : 当該単位鉱筒に割当てられた平均値
 Q = 当該単位鉱筒の粗鉱品位

$wa \geq 1.0m$ の時 $Q = q/wa$
 $wa < 1.0m$ $Q = q \times 3.1 / ((1-wa) \times 2.7 + wa \times 3.1)$

- * 注1: 水平厚度 x 品位曲線(E-12 図) と水平厚度曲線(E-10 図) を基礎に作成した鉱筒別粗鉱量図。
- * 注2: 探測時の最低水平厚度を 1m と仮定し、粗鉱量および粗鉱品位は「粗鉱量計算基準概要」に記した方法で算出した。
- * 注3: 今回の調査の結果、III-1 号鉱体は断層中に進行状に配列する小単位鉱体の集合であることが判明した。本来単位鉱体別の扱うべきであるが、現状の探査精度では不可能である。今回は一枚の鉱とした取扱い。
- * 注4: 新座標系への変換が間に合わなかったため、旧座標による1/2000縦投影図(CNCC 1993年 3月 8日) を基礎とした。
- * 注5: CNCCがIII-5 号鉱体としているものは、単位鉱体の一つである可能性がある。
- * 注6: 今後、新座標へ変換するとともに、探査の進展により改訂を要す。

図 1-1-20 銅鉱銅鉱床 III-1 号鉱体 粗鉱量図





LEGEND

○	W	W	W
●	M	M	M
□	T	T	T
△	A	A	A

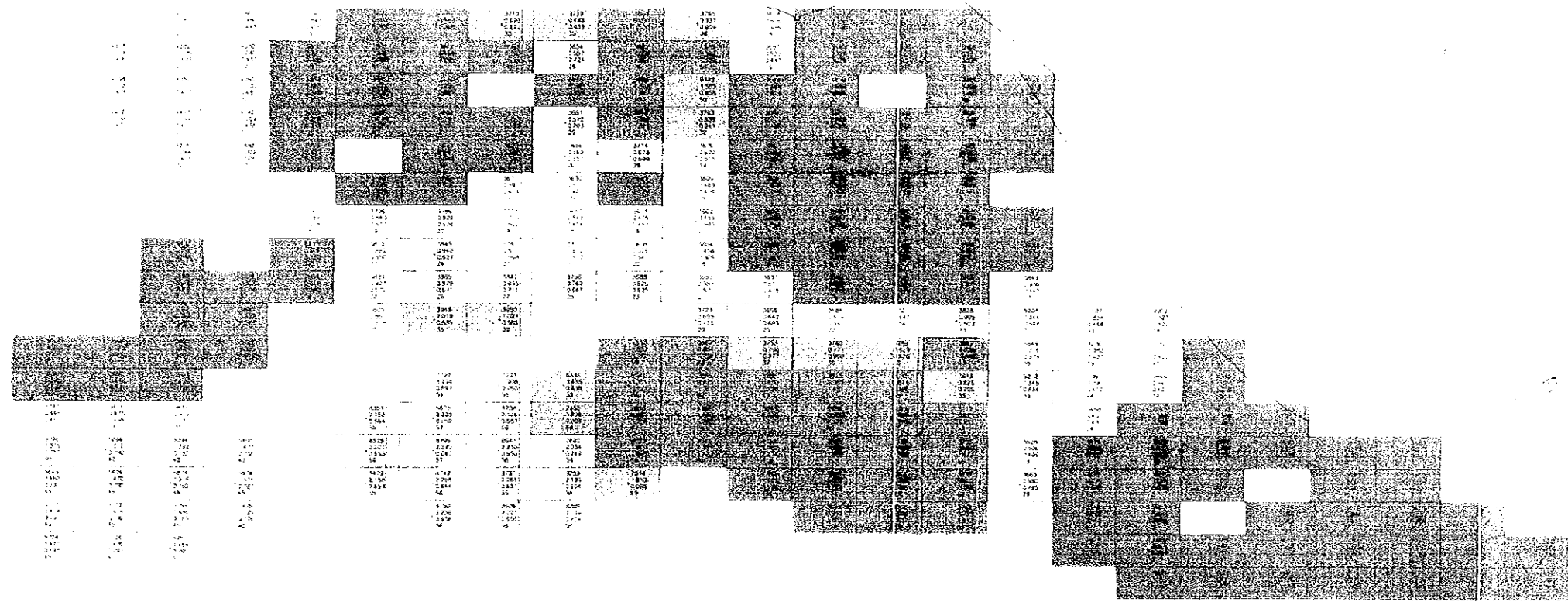
粗鉦量計算基準概要

詳細は資料「銅鋳機体鉦量計算基準」参照

- 単位鉦量のsize 番表 25mm 水平 50mm 高さ 1.250mm 平方
- 単位鉦量の粗鉦量 水平 50mm 高さ 1.250mm 平方の鉦量中心部を利用
 ① 鉦量中心部を水平 50mm 高さ 1.250mm 平方
 ② W: 鉦量中心部 W: 鉦量中心部
 ③ M: 鉦量中心部 M: 鉦量中心部
 ④ T: 鉦量中心部 T: 鉦量中心部
 ⑤ A: 鉦量中心部 A: 鉦量中心部
- 粗鉦量計算基準 水平 50mm 高さ 1.250mm 平方
 ① 鉦量中心部 W: 鉦量中心部
 ② 鉦量中心部 M: 鉦量中心部
 ③ 鉦量中心部 T: 鉦量中心部
 ④ 鉦量中心部 A: 鉦量中心部
- 単位鉦量の粗鉦量 水平 50mm 高さ 1.250mm 平方
 ① 鉦量中心部 W: 鉦量中心部
 ② 鉦量中心部 M: 鉦量中心部
 ③ 鉦量中心部 T: 鉦量中心部
 ④ 鉦量中心部 A: 鉦量中心部

- ① 粗鉦量・品質検査 粗鉦量・品質検査 粗鉦量・品質検査
- ② 粗鉦量の粗鉦量・品質検査 粗鉦量・品質検査
- ③ 粗鉦量の粗鉦量・品質検査 粗鉦量・品質検査
- ④ 粗鉦量の粗鉦量・品質検査 粗鉦量・品質検査
- ⑤ 粗鉦量の粗鉦量・品質検査 粗鉦量・品質検査
- ⑥ 粗鉦量の粗鉦量・品質検査 粗鉦量・品質検査
- ⑦ 粗鉦量の粗鉦量・品質検査 粗鉦量・品質検査
- ⑧ 粗鉦量の粗鉦量・品質検査 粗鉦量・品質検査

図 1-1-20 銅鋳機体 III-1 号鉦体 粗鉦量図



用材量計算標準總表

用材量計算標準總表

用材量計算標準總表

材料名稱	單位	數量	備註
1. 鋼板	kg	1200	
2. 鋼管	kg	800	
3. 螺絲	kg	500	
4. 螺絲帽	kg	500	
5. 螺絲釘	kg	1000	
6. 墊圈	kg	500	
7. 彈簧	kg	1000	
8. 鋼絲繩	kg	500	
9. 鋼絲繩扣	kg	500	
10. 鋼絲繩夾	kg	500	
11. 鋼絲繩卡	kg	500	
12. 鋼絲繩環	kg	500	
13. 鋼絲繩索	kg	500	
14. 鋼絲繩繩	kg	500	
15. 鋼絲繩繩	kg	500	
16. 鋼絲繩繩	kg	500	
17. 鋼絲繩繩	kg	500	
18. 鋼絲繩繩	kg	500	
19. 鋼絲繩繩	kg	500	
20. 鋼絲繩繩	kg	500	

圖 20 鋼廠鋼板床(1)號鋼絲繩用材量

1.1.5 考 察

A. ポテンシャルについて

現在いまだ F/S用鉱量計算には不十分であるが、銅廠銅鉱床の鉱量の大枠は、今までの探鉱によりほぼ確認されていると考える。

1.1.4で記した通り、既知Ⅰ-9・Ⅰ-4・Ⅲ-1の3鉱体の760mL以上を対象とした鉱量試算では、0.4% cutoffで粗鉱量約270万t Cu 2.30%銅量6.3万t（混入ズリを15%加算すると約310万t Cu 2%）。1060mL以上を楊家坝鉄鉱山が採掘するとして除外すると粗鉱量約185万t Cu 1.96%銅量3万6,200t（混入ズリ15%を加算すると約210万t Cu 1.7%）となった。

この数値は中国側が考えてきた銅量20~30万tに比べれば1/3にしかならず、世界的な標準からみれば小規模鉱床である。しかし、日本の国内鉱山に対比すれば中規模鉱床といえ、また揚子地台西縁地域内の未開発銅鉱床としてはとび抜けて高品位である（J-MEC 1992b p.ii-iii）。従って、適正な操業規模を採用すれば、十分企業化可能な鉱床と考える。

銅廠銅鉱床には、試錐で捕捉されてはいるが連続が確認されていないため、今回の計算対象としなかった多くの平行脈がある（Ⅲ-2他）。またⅢ-1の上盤（南側）には黄泥梁、槽子湾などの露頭群もあり、その下部は必ずしも十分探鉱されていない。したがって一旦生産を開始すれば新鉱体が発見され、当初の予想より鉱山の寿命は延びよう。これは鉱脈鉱床の一般的特性でもある。また操業を開始すれば、中央選鉱場として周辺の郷鎮企業の採掘を促進することになるろう。

B. 銅廠銅鉱床探査・開発の前提条件について

現在のように6者が、それぞれ勝手に同一鉱床の探鉱・採掘を実施しているような状態は銅資源の合理的開発に矛盾する。もし“民採大院子 920mL”でⅠ-9号鉱体の高品位部が選択採鉱されることになれば、既知高品位部はほとんどどなくなり、残された低品位部は採掘不能となるろう。

従って銅廠銅鉱床の合理的開発には、まずいかなる形であれ、6者の統合と採掘の一旦中止が必要不可欠である。これらが実現することを前提として、実質的探査に入る前に、以下に記す実状把握の準備作業が必要となるろう：

- ① 6者が実施した各坑口の連絡測量と全坑道・採掘跡の実測を実施し、統一座標系による1/500坑内図及び坑道・採掘跡を記入した1/2000及び1/10000地形図の作成。
- ② 6者が実施した坑道の地質調査及び鉱脈の系統的試料採取の実施。
- ③ 楊家坝鉄鉱山が実施したボーリング関係資料の入手と総合。できればコアの再調査。

C. 探査方針について

銅廠銅鉞床の合理的開発には、①鉞量の大枠の増加を図るための探鉞と、②既知鉞体の産状及び鉞量を確認するための探鉞が必要である。前者には既知鉞体の深部及び両翼、並びに平行脈探査が入る。

本鉞床の産状・深度・地形及び既実施探査範囲などを考慮すると、錘押しと坑内ボーリングが今後の探査の主体となる。従って、前回調査では“平行脈探査を兼ね、既知鉞体深部へのアクセスとなる新規坑道の掘進が必要”と考えた。しかし、今回の調査で、既にこの目的に合致するいくつもの坑道が民採や楊家垣鉄鉞山により掘進されていることが判明した。従って新たな坑道を掘進することは重複投資になる可能性が強い。合理的開発には、先ずB項に記した前提条件を満たした上、これら既存坑道の活用を考慮すべきであろう。以下に前回からの方針変更の経緯を記す。

前回調査では、坑内へのアクセスと平行脈探査のため次のような提言をした：『大院子 910mL付近からの水平坑道が、Ⅲ-1号脈西部や、黄泥梁・槽子湾などの上盤の平行脈の下部を切るのので目的に合致。ただしこの候補地から 100m以内、標高差10mから掘進中の坑道（注：本報告書の“大院子民採 920mL”）をI-9号鉞体向けに分岐させることを考慮しても良いのではないか（J-MEC 1993 p.53）』。なおこの時のCNNC側の現地での説明では『Ⅲ-1号鉞体向けの坑道である』といい、北京でこの坑道の図面の入手と地形図への記入を依頼したところ、『坑口付近の露頭を狙った民採坑道なので入手できない』とのことであった。

今回の調査現地調査の結果、依然としてこの“民採坑道”の開鑿が継続されていることが判明。しかもこの坑道はⅢ-1号鉞体や坑口付近の露頭ではなくI-9号を目的とし、現在坑口から 1,000mを掘進して既に5号線付近（富鉞部）でI-9号に到達したという。これが本当なら、当然黄泥梁や槽子湾露頭の下部、Ⅲ-1号鉞体の西部延長を通過しており、前回提言した大院子付近からの水平坑道は既に掘進されてしまったことになる。さらに黄泥梁の標高 1,050m付近からは、甘肅省軍区の立入れ坑道がI-9号鉞体の西部に向けて掘進されており、既に 800m(?) に達したという。また尾根の北側からの楊家垣鉄鉞山も銅鉞体の採掘を継続しており、高家河からの 995mL、935mL もI-9、I-4号鉞体の近くまで延長されている可能性が高いことが判明した。

D. 探査方法について

上記の状況からまず既存坑道を活用した探査を考慮すべきと考えるが、現在これらの正確な位置や地質状況が不明である。従って具体的・定量的な探査計画は作成できないが、ここでは定性的に探査方法を提言する：

- ① “大院子民採 920mL”立入れの利用：I-9号・I-4号鉞体西部の錘押し。Ⅲ

— 1号鉱体西部錘押しのため坑道を掘進するとともに、この坑道を利用してI-9、I-4号鉱体の下部坑内ボーリング。また立入れの途中から東西方向の坑道を掘進して黄泥梁、槽子湾など上盤平行脈に対するボーリング探鉱を実施し、鉱徴を捕捉したら坑道を延長して錘押しを行う。

- ② 楊家渠鉄鉱山の立入れ坑道の利用：(995m ?)、935m、875m、815m などのいくつかの坑道を利用しI-4・I-9・Ⅲ-1号鉱体の東部の錘押しを行うとともにこれらの下部に対する坑内ボーリングを実施する。
- ③ 鉱量確認の探鉱は、原則として水平錘押し坑道による追跡を主体とする。今回のⅢ-1号鉱体の産状調査から判断して坑道間隔は25~30mが適当と思われる。さらにこれらの坑道を錘押し切りで連絡し、産状・鉱況の垂直変化を把握する必要がある（間隔 水平50m前後?）。
- ④ 単位鉱体の産状から、錘押し坑道が鉱石を見失う可能性が大である。この場合、上・下盤に水平短尺ボーリングを併用し錘先を効率良く捕捉する必要がある。
- ⑤ 最下底の錘押し坑道から上盤向け立入（複数）を入れるか、場合によっては上盤に鉱体に平行な坑道を掘進し、鉱体の下部延長の坑内ボーリング探査を実施する。

E. 坑内地質調査・試料採取方法について

今回、現在Ⅲ-1号鉱体で実施しているCNCの調査・試料採取方法、本案件に対して実施してきたCNC側の鉱量計算方法には改善すべき点が多いと考える。以下簡単に記す：

- ① 現在の坑内調査の基礎となっている“1/100素描”図を改善すること及び1/100~1/200の坑道図（方位を入れた）の“天盤投影図”を“素描図”とすること。
- ② 地質技師または技能者は、最低3日に1回（約5m延進を仮定）入坑し（できれば毎日）錘立（face）のスケッチ（1/25~1/30）を行う。時期：発破鉱石・ズリ除去終了後、次回鑿岩開始前が理想的。鑿岩中でも錘立スケッチなら、それ程作業の邪魔にならない。スケッチ用紙は予め準備（印刷）しておく必要がある。
- ③ 規則的なサンプリングの実施：5m間隔の原則順守が必要（現在は不規則、かつ細脈化部で実施していない）。できれば錘立スケッチの際採取（多少間隔不同となっても可）。
- ④ 塊状鉱と鉱染鉱は分けて試料採取する：比重差大。高品位塊状鉱によるNugget Effect防止のため。塊状鉱と鉱染鉱の比重測定の実施が必要と思われる。
- ⑤ “天盤スケッチ：②③が実行されれば毎日する必要なし。数m~10数m進んだ時点で実施し（既存測点から延長部簡易測量）、本測量の追補が図化された後に“素描図原図”に記入する。

- ⑥ 技能者の養成：②～⑤のための技能者を養成する。

F. 鉱量計算・経済評価関連事項について

ソ連式鉱量計算基準は市場経済体制にそぐはない点が多いように思われる。以下気付いた点を記すが、第2年度以降、日中共同で組織的に検討する必要がある。

- ① “級別”の見直し：我が国の確定・推定・予想鉱量のようにB～E級鉱量が定められ、その基準が鉱床タイプ別に規定されている。ところが銅脈銅鉱床の鉱床タイプ分類が誤適用されているためか(?)、“試錐による点での確認”が“錘押しによる線の確認”よりも有利に扱われているらしい(?)。実際には銅脈銅鉱床は変化の激しい鉱脈型鉱床なので、級の定義を“錘押しによる確認”を重視するように改訂する必要がある。
- ② 粗鉱量と粗鉱品位による表示：従来中国では、埋蔵量は含有金属量と鉱石の品位により表示されている。しかし採算性の検討や選鉱能力の見積りなどは、すべて粗鉱／粗鉱品位を基礎とするので、今後表示を変更する必要がある。
- ③ レベル別・品位別鉱量の算出：極く初期の概算なら現在の大鉱画方式で間に合うが、本案件程度に探査段階が進んだ時は、レベル別・品位別鉱量の見積りが今後の探査・開発方針の基礎となる。その方法は、個々の鉱床の特性とその鉱床に対して実施された探査密度・方法により異なり、一般的な規則はない。個々の場合について柔軟に最も適切と思われる方法を研究する必要がある。
- ④ 経済評価試算：鉱量計算時のCutoffを決定する一つの試みとして、今回直接生産費を試算してみた(巻末資料1B)。ただし、今回基礎とした白銀廠製錬所の買鉱条件などには単位・単価・計算式などに不明な点が多い。今後さらに数値を詰めて行く必要がある。
- ⑤ 企業化評価基準の検討：周知の通り市場経済国の鉱山会社では、F/S 評価の基準に、DCFの利益率 ROR (Rate of Return on Discounted Cash Flow) や資本の回収年数(Pay-back year)などの指標を使用する。CNNC側は“国として及び／または企業としての”評価基準を明確にする必要がある。

1.2 勉略寧地区

1.2.1 一般地質

本地域は東西方向の秦嶺褶曲帯加里東亜帯南部に位置し、楊子地台の西北部に接する。略褒深大断裂が南北2つの構造单元に分ける。北部は南秦嶺小区で秦嶺冒地槽褶曲帯の南部に位置する。南部は略勉陽小区で、干松潘—甘孜褶曲系であり、東に向けて収斂し、西向きに広がり、三角形を呈する。三角形の南辺は漢江深大断裂である。

南秦嶺小区はシルル系の砂岩粘板岩、石灰岩を挟む炭質石灰岩とデボン系砂岩頁岩からなる。生物性石灰岩が本地区の浜海相の堆積構造をなす。

略勉陽小区は始生代～下部原生代の多サイクル海底火山噴出堆積のスピライト・ケラトファイアが基底構造を構成し、その上部層は主に震旦系の珪質苦灰岩と泥灰質粘板岩、デボン系荷葉垣部層の礫状石灰岩などである。

1) 始生界

a) 魚洞子層

本調査地区に露出する最古の地層で、三角地帯北端の魚洞子、何家岩一帯に分布する。陸源碎屑物の堆積で始まり、中基性火山噴出を経て、海底火山噴出のスピライト・ケラトファイアに至るサイクルがみられる。本層は下位より花崗岩状混合岩、長石石英変粒岩、ざくろ石斜長石角閃石片岩及び黒雲母斜長石片岩（磁鉄鉱石英岩）、緑泥石斜長石片岩（含磁鉄鉱層）よりなる。年代は 2657m. y. (U-Pb) が得られている。地層の層厚は 2,000m+とされている。

1) 下部原生界前震旦系

a) 接官亭層

主に、三角地帯の東部～東南部の武侯鎮～青羊駅、中北部の麻柳鋪から西北西方向に、そして西部に広く分布する。一回の海底火山による噴出堆積のスピライト・ケラトファイア、及び正常堆積の炭酸塩岩組成千枚岩粘板岩である。4つの部層に分けられる。底部の碎屑岩（石英岩、砂岩、角礫岩）、下部の塩基性溶岩層（スピライト・ケラトファイア、緑泥石斜長石片岩）、中部の中酸性溶岩及び凝灰岩層（ケラトファイア、石英ケラトファイア質凝灰岩、絹雲母緑泥石片岩）、上部の炭酸塩岩を挟む泥岩層である。これらは中低度変成相に属し、主として、火山岩は緑色片岩、泥灰質岩石は千枚岩となっている。年代は 785～835m. y. (U-Pb) が得られている。下位の魚洞子層とは不整合、一部断層で接する。層厚は 1,600m程度と推定されている。

b) 郭家溝層

三角地帯の中央部にENE-WSW方向に、東の茶店子から峡口駅、銅廠、東皇溝を経て、徐家垣にかけて細長く分布する。岩相はスピライト・ケラトファイアと千枚岩、粘板岩及び炭酸塩岩組成が主である。底部は火山角礫岩集塊岩、下部は中基性火山溶岩

層、（スピライト溶岩、碎屑凝灰岩）、中部は炭質粘板岩、絹雲母千枚岩、粘板岩で、苦灰岩、鉄苦灰岩を挟む。上部は上部はおだやかな所に堆積した石灰質苦灰岩である。郭家溝層は一つの火山噴出サイクルをなす。岩石は中低変成程度の緑色片岩相、及び千枚岩相である。

下位の接官亭層とは整合的、一部断層で接する。層厚は 1,900m～ 2,700m程度、あるいは 3,000m程度と推定されている。

2) 上部原生界震旦系

a) 震旦系下部断頭崖層

三角地帯東半部に先震旦系の間を埋めるように、ENE-WSW方向、あるいはWNW-ESE方向に伸長しながら広く分布する。底部は礫岩、砂礫岩、下部は泥岩を挟む泥灰岩、中部は泥岩、泥質苦灰岩、炭質千枚岩で、上部は珪質苦灰岩、苦灰岩質石灰岩よりなり、上位に向けて泥質千枚岩と炭酸塩岩堆積物となる。下位の郭家溝層とは不整合、一部断層で接する。

b) 震旦系上部九道拐層

三角地帯東端部に先震旦系及び断頭崖層に挟まれるように分布する。下部は砂岩礫岩で絹雲母石英片岩礫を含む。中部は泥岩、炭質千枚岩で、珪質苦灰岩を挟む。上部は珪質苦灰岩、苦灰岩質石灰岩からなる。下位の断頭崖層とは整合、一部断層で接する。

3) 下部古生界

a) オルドビス系

本地区の南部、三角地帯の外側に分布する。主に砂岩頁岩互層である。下位層とは断層で接する。

b) シルル系

本地区の東南部、三角地帯の外側に分布し、石英砂岩、砂質粘板岩、炭質粘板岩、千枚岩、大理石からなる。下位層とは整合、一部断層で接する。

4) 上部古生界

a) デボン系

三角地帯北西端に分布する。主な岩相は砂岩、礫岩、泥灰岩、頁岩、千枚岩及び石灰岩を挟む大理石である。下位層とは断層で接する。

b) 石炭系

三角地帯北西端に分布する。主な岩相は石英砂岩、泥質千枚岩、苦灰岩質石灰岩、石灰岩などである。下位層とは不整合、一部断層で接する。

5) 第四系

三角地帯全域の河川流域に分布する。主に河川堆積物、崩落性堆積物よりなる。三角地帯南縁を東流する漢江及び同西縁を南流する嘉陵江では、砂金採掘のためのドレッシング

が行われている。

6) 貫入岩

a) 超塩基性岩

三角地帯の中央部にNE系、NW系に連続して出現する。北から三叉岩体(NW系)、煎茶嶺岩体(NW系)、柳樹坪岩体(NW系)、峡口駅岩体(NW、NE系)、黒木林岩体(NE系)など、さらに東皇溝の南にはNE系岩体がある。これらは明らかにNW系及びNE系断裂の規制を受けている。岩相は蛇紋岩、滑石マグネサイト(滑石菱鎂岩)、マグネサイト(菱鎂岩)、透閃岩などである。

b) 閃緑岩

三角地帯の中南部の銅廠付近、西南部の二里埧付近、東皇溝の西北、そして煎茶嶺超塩基性岩体南部などにみられる。岩相は閃緑岩、石英閃緑岩などである。地表露出範囲の直径は、いずれも1~3kmと小規模である。閃緑岩は東に収斂するNE-SW~E-W系褶曲・断裂構造と、より新しいNW系断裂の交差部付近に貫入している。この貫入岩付近を境に東西両側の地層の走向が変化している。年代は、煎茶嶺超塩基性岩体南部では218m. y. (K-Ar)、銅廠付近では340m. y. (Rb-Sr)が得られている。

c) 花崗岩

三角地帯の中央部、東端、西部、それに外側南部にみられる。岩相は斜長石花崗岩、花崗岩、花崗斑岩などで、貫入規模は閃緑岩岩体よりはるかに大きい。中央部の岩体では195-213m. y.の年代が得られている。

d) 輝緑岩

三角地域の中央部をNE-SW~E-Wに伸びる郭家溝層、断頭崖層、接官亭層中に集中して見られる。岩体の走向は地層の走向とほぼ一致している。岩株あるいは岩脈状を呈する。峡口駅付近及び三角地帯東端付近に規模の大きい岩体(1.5km×2.5km)がある。

7) 地質構造

a) 断層(断裂)

三角地帯は北部をNW-SW系略褒(略勉)深大断裂に、南部をNE-SW系漢江(勉陽)深大断裂に挟まれ、本地帯にはこれらと同系統の断裂が多く発達している。全体的にみると北部ではNW-SE系断裂が、南部ではNE-SW系断裂が優勢であるが、いずれの断裂も東に向けて収斂し、西向きに広がる形態を示す。これらの断層の方向は、地層の走向にほぼ一致するが、NW-SE系で、地層を切るより新期の大規模断裂がいくつかみられる。例えば、接官亭の南を通りNW-SE方向に延びる断裂(白菓樹-陰山溝あるいは白菓樹-新舗断裂と呼ばれる)、東皇溝の南をNW-SE方向に延びる断裂(馬家溝断裂と呼ばれる)などである。

b) 褶曲

褶曲は、下部原生代の褶曲と上部原生代の褶曲がある。前者は魚洞子層、接官亭層及び郭家溝層に作用し、NW系とNE系のものに分けられる。いずれも転倒した向斜・背斜、タイトな褶曲で、地層はおしなべて北傾斜となっている。後者は断頭崖層と九道拐層にみられるNE系の褶曲で、ゆったりした船底状を呈する。

これらの褶曲構造も、その軸方向を見ると、前述の断裂構造と同様に、平面的には東に向けて収斂し、西に向け広がる傾向を示す。

1.2.2 鉱床・鉱徴とその探査状況

1) 鉱床及び鉱徴

地区内の鉱床・鉱徴を図1-2-1及び表1-2-1に示す。表中の鉱床番号に付されている記号は、中国側がコンピュータ整理するためのものである。しかし、このコンピュータ整理はいまだ終了しておらず、実際に整理されたものは数少ない。鉱床・鉱徴は1950年代以来の調査過程で数多く発見されたが、その後の調査結果により抹消されたものも多い。ここにあげた鉱徴名は、現在も残っているものである。これらの鉱床・鉱徴を、主要鉱物によって分類すると、以下ようになる。

a. 磁鉄鉱を主とする鉱床

閣老嶺、魚洞子、銅廠（鉄）、趙家山などがあり、いずれも磁鉄鉱を主要鉱物とする。閣老嶺及び魚洞子鉱床は魚洞子層中に、銅廠及び趙家山は郭家溝層中に胚胎する。成因は閣老嶺及び魚洞子鉱床は堆積変成型、銅廠（鉄）は火山堆積変質型、趙家山は熱液型に分類されている。前三者は生産中である。

b. 黄銅鉱を主とする鉱床

黄銅鉱を主とする鉱床はこの地域では最も多く、20鉱床ある。鉱床成因別に分類すると、

*熱水型(8)：火地溝、張家坪、銅洞梁、銅鑼溝、鉄扇溝、白菓樹、若林里、周家坡、熱水型鉱床の母岩は、花崗岩、接官亭層、断頭崖層及び九道拐層と、白菓樹の接官亭層を除けば震旦系以降の若い地層中に胚胎する。

*火山堆積型(3)：紅椿溝、大石岩、徐家坝、

先震旦系の郭家溝層及び接官亭層に胚胎する。

*火山堆積改造型(4)：陰山溝、紅木溝、五間橋、叶家溝、

先震旦系の郭家溝層及び接官亭層に胚胎する。

*岩漿後期熱液型(2)：黄泥梁、槽子湾、

閃緑岩体中の裂罅に胚胎する。

*火山堆積-マグマ熱液再造型(1)：銅廠（銅）、

閃緑岩体中の裂罅に胚胎する。

*火山熱液型(1) : 賈家湾

郭家溝層中に胚胎する。

*その他に、成因の明確でない鉍床として、張家溝がある。

以上の分類法は日本で実施されている分類法とは必ずしも一致していない。さらに、単純に日本の分類法で分類することもできないので、今回は中国側の分類法をそのまま表記している。

以上のように黄銅鉍を主体とする鉍床は、先震旦紀の海底火山作用に関連して形成された鉍床と、火山作用とは関連するかどうか不明な、より若い熱水型鉍床に分けられる。

c. 方鉛鉍・閃亜鉛鉍を含む多金属鉍床

方鉛鉍・閃亜鉛鉍を含む多金属鉍床は、本地区で3番目に多い鉍床で、10鉍床がある。成因別にそれらを分類すると、

*火山堆積型(7) : 鋪溝、銀銅湾、東溝坝、紅土石、秦家砭、陳家坝、東皇溝、鉍床の胚胎層は、東皇溝鉍床の郭家溝層以外は、全て接官亭層である。

*火山熱液型(1) : 羅家山、

鉍床の胚胎層は郭家溝層である。

*熱水型(1) : 金子山、

鉍床の胚胎層は接官亭層である。

その他に、成因及び胚胎層の不明なものに九道拐鉍床がある。

d. ニッケル鉍床

煎茶嶺鉍床(ニッケル)が一つ知られており、超塩基性岩体中の熱液改造型と分類されている。

e. 金を主とする鉍床

金を主産物とする鉍床は本地区で2番目に多く、11鉍床がある。成因別に分類すると

*熱水型(7) : 山金寺、二郎廟、李家溝、紅岩溝、屋基坪、仙洞溝、娑娑溝、鉍床胚胎層はいずれも断頭崖層である。

*複合改造型(1) : 煎茶嶺鉍床(金)のみで、九道拐層と超塩基性岩との接触部に胚胎。

*含金石英脈(1) : 金洞子鉍床のみで、魚洞子層中に胚胎する。

そのほか、成因及び胚胎層の不明なものに、趙家山、納家河坝両鉍床がある。

f. そのほかの鉍床

以上の範疇に入らない鉍床として、黄鉄鉍、マンガンなどを主として産する鉍床がある。

黄鉄鉱を産する鉱床は、火山堆積型に分類される二里坝鉱床及び熱水型に分類される九道拐鉱床で、いずれも接官亭層に胚胎する。

マンガンを産する鉱床は堆積変質型に分類され、郭家溝層中に胚胎する黎家营鉱床、及び成因、胚胎層ともに不明な両河口鉱床がある。

2) 鉱床と地質との関係

以上に述べた鉱床タイプのうち、黄銅鉱を主とする鉱床、方鉛鉱・閃亜鉛鉱を主とする多金属鉱床及び黄鉄鉱を主として産する鉱床には共通した成因がみられる。いずれも海底火山作用に関係しており、胚胎層は、海底火山噴出サイクルのみられる先震旦系の接官亭層及び郭家溝層である。

鉄鉱床は、変成作用を受けたものと、海底火山作用に関連するものがある。変成作用を受けた鉱床は、本地区で最古の魚洞子層に胚胎する。海底火山作用に関連するものは、銅、鉛、亜鉛を産する鉱床の成因に共通し、胚胎層も岩相を反映し、郭家溝層である。

ニッケル鉱床は熱液改造型とされ、超塩基性岩中に胚胎する。

本地区で最大の金鉱床は、複合改造型の煎茶嶺鉱床（金）である。最も多くみられる金鉱床は、銅鉱床と同様の成因を示す熱液型である。ただし、熱水型金鉱床の胚胎層は、銅鉱床とは異なり、より新しい断頭崖層である。

以上のように、鉱床の種類、鉱床タイプ、胚胎層には共通した要因があり、今後の探査の指針を企てるには当然重要な要因となる。

3) 探鉱経緯

a. 対象鉱種及び探査指針

本地区は秦時代の旧坑や銅製錬遺跡も多く、銅、鉄の長い鉱業活動史を有する地区であるが、本格的な鉱物資源調査は1950年代に始まる。

その始めは、1951年の地質鉱産局秦嶺鉄鉱隊による秦嶺開展普查工作で、その後、1950年代後期～1979年まで、国家執行「以鋼為綱」の方針の下、鉄を中心とした探査が行われた。1979年以降は、それが「調整、改革、整頓、提高」の方針に変わり、様々な鉱物の探査に移り、地質鉱産局、冶金工業局、中国有色金属工業総公司などの機関が鉱物探査を実施してきた。

第一段階（1957～1969）：1957年から系統的地質工作が始められ、冶金鉱業局質勘探公司在1/100,000の地質図作成を開始した。1958年には地球物理探鉱隊が物化探工作を開始、後に711総隊に引き継がれた。以上の活動は、対象鉱種を先ずNi、Crとし、後にFe、Cuに転じ、三角地帯北端部で魚洞子、閣老嶺、銅廠（鉄）、柳樹坪などの鉄鉱及び劉家坪の銅鉱を発見した。

第二段階（1970～1976）：この段階はFe、Cu、Niを主な対象とし、超塩基性岩体の調査に重点を置き、煎茶嶺（ニッケル）を発見している。

1972年、銅厩溝～楊家垣測区では、超塩基性岩体中の硫化Co, Ni鉱床探査のため、磁気探査及び岩石地化探が実施された（物探隊）。

1973年、峡口駅超塩基性岩体を対象に、1/5千岩石地化探及び磁気探査が実施された（711総隊）。

1974年、銅厩鉱区及びその周囲で1/10,000の磁気探査、岩石地化探、譜査を実施した（物探隊）。

1975年、略陽県大院子（16.6km²）で銅鉄鉱床探査のため、1/10,000 譜査、岩石地化探、SP、磁探を実施した（物探隊）。

1976年、紅木溝地区において総合研究を実施した（物探隊）。

さらに、1972～1974に物探隊が三角地帯で1/50,000分散流工作（1,200km²）を実施、300以上の単元素異常を発見。このうち130箇所が主要異常。

第三段階（1977～現在）：Mn, Auを主対象とし、総合調査を行い、黎家菅、干溝峡のMn鉱、李家溝のAu鉱を調査した。70年代末に柳樹坪Pb-Zn鉱床を発見した。

1977年、黒木林地区で1/5千磁気探査、化探、譜査を実施した（711総隊）。

1978年、麻柳舗、乱石峯測区で、1/10,000磁気、地化探譜査を実施。

1979年には、東皇溝地区で1/10,000磁気探査、岩石地化探（物探隊）、王家山で空磁探の調査（物探隊）、金山寺、李家溝で金鉱徴に対する物化探をそれぞれ実施した（711隊）。1980年代中期：Auの探査を開始、多くのCu, Pb, Zn, Au鉱徴の糸口を発見。同時に三角地帯-勉北部分の1/10,000地質編図。

1982、1984年には勉略陽地区（760km²）で1/10,000分散流工作（物化探分隊）、1986年には同地区（2,500km²）で分散流工作（物探隊）を実施した。

1980年末：「三角地帯1/50,000成鉱予測説明書」を完成。

b. 特定地域ごとに集中した探査

以上は地域全体における探査の大雑把な概要であるが、次に主な鉱床を産する地域及び鉱床が集中する地域（鉱床田）ごとに実施された探査について概観する。これは中国側から提供された資料に基づく。図1-2-2、及び表1-2-2にこれまでに調査が実施され、報告書が出された地域についてまとめた。これは主として中国有色金属工業総会社が実施したもののみである。ほかの機関が実施したものは含まれていない。

1) 三角地帯

三角地帯全体を対象とした探査は、1965、1967及び1979年に実施された航空磁気探査が最初である。1982、1984及び1986年には、全体をカバーする分散流地化学探査（1/10,000）が実施された。1972～1974年にも分散流調査（1/50,000）が実施されているが、物探隊によるものであり、その範囲などは不明である。

2) 魚洞子地区

魚洞子鉄床

1958年、略陽県で鉄鉄床調査、10月、H61鉄体発見(711総隊)。

1959~1965年、鉄床探査。

1973~1974年、浅所で再調査。推定鉄量約2億トン(B+C₁級=11,434万t、B+C₁+C₂級=15,819万t、平均品位 Fe=31,64%)。

1/2,000 地形、地質、磁探(13km²)。ボーリング138本(43,181.67m)。坑道(3,526m)。トレンチ(146,081m²)。

閣老嶺鉄床

1959~1964年、調査及び鉄山開発。

ボーリング47孔(10,130.90m)、坑道(4,050m)、1/2,000 地質図(3km²)。

3) 煎茶嶺地区

ニッケル鉄床

1950年代末期：物化探によりFe、Cu探査(1/1,000~1/25,000磁探、SP、土壤)。

1950~1956年、地区の鉄産調査。1958年まで、Ni対象の調査。1958~1960年Niを対象に物化探、ボーリング。3条の鉄化発見。これまではカナダのサドベリー型を想定して探査。1967年、蛇紋岩中の鉄鉄床を目標とし、地表調査(含トレンチ)、磁探を実施。

1970年代始め：Fe、Ni鉄及び多金属鉄に重点を移す。1970年、磁探異常検証ボーリング中に煎茶嶺Ni鉄床発見。これに伴い、Ni、Co、As、Cu岩石地化探を実施、今後の探査方針を明らかにする。これ以後、Ni探鉄は新局面を迎える。

1971年：磁探(1/2,000)、岩石地化探、磁探、IP(1/5,000)実施。4箇所物化探の異常一致、深部探査を勧告。

1972年：岩石地化探、磁探(1/5,000, 12.9km²)、IP、SP探査。鉄量・品位概要把握。

1982, 1984年：分散流地化学調査(1/10,000)。

1986年：分散流総合調査(1/50,000, 1,200km²)。

金鉄床

1971~1985年：煎茶嶺超塩基性岩中で金探査。岩体の南北両側の接触帯で金鉄微発見。

1986年：1/50,000地化探(分散流)。

1987年：北部接触帯でトレンチ(3,000m, 100~200m間隔)、金鉄体(1.02

～33.29g/t) を発見。

1988年 : 北部接触帯でトレンチ(3,400m, 25～50m間隔)、ボーリング23本
(1.20～33.29g/t)、1/10,000土壤地化探(25km²)。

1989～1990年 : 鉱床調査(20km²)。坑道(4レベル、4,000m)。

1991年 : 詳細調査、金量 20.078 t。

1987～1991年調査量合計 : ボーリング24孔(8,445m)、坑道6本(1,800m)、ト
レンチ16,285m³、1/2,000地質図(3.45km²)、1/2,000地質図修測
(3.01km²)、1/10,000地質図(60km²)、1/10,000水文地質(9km²)、
1/2,000地形図(2km²)。

4) 銅廠地区

銅廠鉄鉱床

1960年 : 空中磁気探査異常検証中に発見。地表磁探、トレンチ、深部探査実
施。

1961～1983年 : 評価探査。ボーリング(16,763.10m)、坑道(4,762m)、トレンチ
(7,060.27m³)、1/2,000地質図(5km²)、1/1,000地質図(1.90
km²)。

銅廠銅鉱床

1961～1983年の鉄鉄鉱床を探査中にボーリングで銅の鉱徴を発見。

1988～1990年 : 銅鉱床調査、ボーリング資料再調査、旧坑調査。

1/2,000地質、地形(2.4km²)、ボーリング44本(22,218.65m)、
坑道(543.62m)、トレンチ(6,500m³)、物探(電気探査)、岩石
地化探。

陳家坝鉄床

1966年 : 1/10,000地質図。

1974年 : 1/10,000地質、物化探により、8、9号鉄床及び銅、亜鉛地化探異
常発見。

1979年 : 金探査(2.25g/t)。

1979～1980年 : 1/2,000地質地形(2.24km²)、トレンチ(500m³)、ボーリング13本
(5,273.75m)。

1988～1989年 : ボーリング5本追加(合計18本7,022.57m)、坑道1本(97m)、
トレンチ(2,398.16m)。

5) 東皇溝—羅家山地区

東皇溝地区

1959年 : 1/200,000区域地質。

1960年 : 1/200,000 地質、1/50,000 地質。
 1967年 : 1/25,000磁探。
 1972年 : 1/50,000分散流、亜鉛・銅異常 (5 km²)、1/2,000地質。
 1973年 : 1/10,000磁探、土壤地化探。
 1975年 : 研究報告。
 1979年 : 1/10,000地質、岩石地化探 (27km²)、1/10,000磁探 (35km²)。
 1980~1988年 : 評価、ボーリング9孔 (3,020.90m)、坑道 (2,165.52m)、トレンチ (2,051.02m²)、1/2,000 地質 (72km²)。

羅家山地区

1967年 : 1/25,000磁探 (54.2km²)。
 1978年 : 1/10,000磁探、岩石地化探 (21km²)。
 1979年 : 1/10,000磁探、岩石地化探 (27km²)。

6) 李家溝—大安地区

李家溝鉍床

1977年12月 : 含銅石英脈中のAu分析。
 1978年 5月 : 珪化炭酸塩中の黄鉄鉍。
 1979~1982年 : 9、11、7号鉍体発見。
 1983年 : 詳細調査。1979~1983年の調査総量はボーリング52本(17,586.79m)、坑道 (5,148.27m)、トレンチ (5,539.9m²)、1/2,000 地質図 (3.35km²)、1/10,000地質 (35km²)、1/1,000 地質 (1.05km²)。
 1984年 : 李家溝報告書。

山金寺鉍床

1979~1988年 : 譜査。坑道 (2,969.82m)、1/2,000 地質 (0.29km²)、1/1,000 地質 (1.05km²)。

二郎廟鉍床

1988年 : 譜査、1/10,000地質 (40km²)。

7) 劉家坪地区

1965年 : 劉家坪Fe, Mn鉍徴上で、SP、IP異常、剖面正交点と土壤地化探異常合致。
 1966~1967年 : 1/10,000岩石地化探 (Cu, Pb, Zn, 12.5km²) 及びSP、IP (2.5km²)、劉家坪、夏家咀、趙家溝、瓜里湾で異常。
 1966~1968年 : 1/10,000地質測量 (30km²) (西冶5隊)。
 1967年 : 1/5,000 地質測量。趙家溝、燕溝、瓜里湾鉍化発見、ボーリング3孔

- 1968年 : ボーリング、地質測量(大縮尺)、劉家坪3号、3-1、3-2、4号鉍体確認。
- 1972~1979年 : 劉家坪地区で 1/5,000地質測量(11.2km²)、1/2,000地質測量(1.64km²)、ボーリング21孔(8,864m)、趙家溝、沈家院などの評価(陝4隊)。別に劉家坪鉍床に対しボーリング10孔(4,051m)、銅960.2t、亜鉛5,047.98tを追加。
- 1979~1981年 : 孟家梁地区、1/2,000地質測量(0.88km²)、孟家梁銅鉍床の地表調査評価、ほかに、周囲の地質譜査測量(45km²)、火山岩地質層序(陝2隊)。
- 1985~1988年 : 下江咀~瓜里湾、1/10,000地質測量(17km²)、上楊湾、孟家梁、沈家院の1/2,000地質測量(5.5km²)、黄家溝、上楊湾の銅亜鉛鉍微、沈家院物化探資料解析。ほかに、劉家坪4号鉍体でボーリング18孔(5,425m)。総ボーリング長13,642m、総金属量Cu+Zn=14.18万t。

c. 地化学探査

本地区の地化学探査は、概査段階の分散流調査、譜査以降のグリッド(100m×20m)地化学探査が行われている。後者は、一般に物理探査と併用することが多い。試料は、本地区は急傾斜地が多く、土壤の発達が悪いので、一般に岩石を採取している。

調査結果は各元素の単一変量解析を行っている。ただし、本地区南西外の劉家坪区域で例外的に相関分析、因子分析を行った例があった。

d. 物理探査

物理探査手法は、1950~1970年代までは鉄鉍物を目的としており、主として磁気探査が実施されていたが、その後、各種の鉍物を目的とするようになり、電気探査IP法が多く用いられるようになってきた。その手法は矩形法(AB rectangular array)と呼ばれる水平探査法電極配置であり、地化学探査と同様に測点密度の濃い(50m×10m, 100m×20m)マッピングを目的とするものである。以下に主要な探査手法について述べる。

1) 磁気探査

1965, 1967, 1978年に航空磁気探査が実施されている。全磁力を測定しており、磁気異常は概略5大別できる。図1-2-4に調査地域における磁気異常図を示す。

また、地表磁気探査は、垂直懸糸式磁力儀を用いて垂直磁場のみを測定する。地表磁気探査は西北勘査局の過去の物理探査の主役と考えられ、現在でも電気探査と並び、物理探査の多くを占める。そのほか、岩石サンプル測定が1970年代から行われている。表1-2-3に代表的な磁化強度を示す。

2) 電気探査自然電位法

「自電」と称される自然電位法は、平面的分布測定のために行われることは少なく、測線上で行われる方が多い。使用頻度はあまり高くない。

3) 電気探査比抵抗法

「激電」または「激発電位」と称するIP法電気探査は、西北勘査局では各種の電極配置を用いて行われている。このうち主なものは、シュランベルジャー法、2極法、3極法である。特に、シュランベルジャー法では、「中間梯度」（「激電中梯」とも記載される）と呼ばれる矩形法電極配置と「対象四局」と呼ばれる通常のシュランベルジャー法電極配置の2種類に分かれているが、「中間梯度」がもっとも多く用いられている。

矩形法は、電位傾度法と同様に平行電界を用いることにより測定するもので、地形が平坦で比較的成層構造をなす地域で行われる水平探査法である。日本では比抵抗構造が変化に富むこともあって、ほとんど用いられていない。また、断面図には電流電極の距離を2種類程度変化させて測定した観測値が折れ線グラフで表現されている場合が多い。

測定器は、10秒程度の休止波形を流し、電流切断後、0.5秒後の分極電位と流電時の電位の変化率を「激電」（ ηs :分極率）として表している。

なお、IP法電気探査で最も多く使用されている双極子配置（Dipole-Dipole Array）は、「偶極測探」と呼ばれるが、西北地質勘査局内ではあまり用いられていない。

また、岩石サンプルの室内測定は行っておらず、岩石比抵抗は全て露頭における測定である。表1-2-4に代表的な地域の岩石比抵抗及び分極率を示す。

4) 鉍体流電電位法

「充電」と称される鉍体流電電位法は、坑道内部の鉍体（またはボーリング孔内の鉍体付近）に電流を流し、地表において電位差を測定する。電位電極は $MN=\infty$ のほか、場合によっては $MN=20m$ とした場合の電位差、分極率も測定している。地表の測点は、グリッド上に測線間隔50m、測点間隔5m~20mに設定している。一般的に電位差をそのまま平面図化しているが、均質層による計算電位分布との差を表現している場合もみられる。

5) 電気検層

自然電位、激電（3極法）のほか、「地-井方式井中激電」と称するAを坑井の地表面及び東西南北方向に100m離れた位置にそれぞれ配置した場合の測定（Bは ∞ ）も行われている。

6) 電磁探査

「低頻振幅相位法」（「低頻交流電法」とも記載されている）と称するチューラム

(TURAM) 法電磁探査が、1970年頃用いられた。測定機はスウェーデン製で、使用周波数は660Hz及び 220Hzであり、位相差 (ϕ) 及び振幅比 (Rd) を求める。延長1,000mの送信電流線と 200mループの双方を行っている。

あまり効果的な結果は得られておらず、現在は用いられていない。

表 1-2-3 岩石の磁気強度 (煎茶嶺地区: 1972)

(単位: $\times 10^{-6}$ CGSM)

岩石名	誘導磁化強度 J _i	古磁化強度 J _r	点数
磁鉄鉱	60,000	20,000	18
含Coニッケル鉱	6,500	1,500	40
滑石マゼライト (滑鎂岩)	200	170	119
マグネサイト (菱鎂岩)	56	45	26
蛇紋岩	1,500	1,670	51

表 1-2-4 岩石の比抵抗及び分極率 (銅廠地区: 1988)

算術平均 (最大値~最小値)

岩石名	比抵抗 ($\rho_s: \Omega \cdot m$)	分極率 ($\eta_s: \%$)	点数
粘板岩	322 (554~226)	1.2 (1.6~1.2)	10
千枚岩	485 (950~205)	1.9 (3.9~0.3)	47
炭質粘板岩	94 (455~ 7)	33.2 (100~6.0)	63
苦灰岩	5,836 (10990~1649)	1.8 (4.6~0.7)	41
閃緑岩	1,684 (6280~837)	1.5 (3.2~0.6)	37
輝緑岩	1,208 (2512~377)	1.2 (1.9~0.6)	35
スピライト	1,519 (2931~545)	2.4 (4.1~1.2)	36
曹長斑岩	1,697 (5903~568)	1.6 (2.4~0.8)	38
含鉄変質帯	136 (186~95)	4.5 (5.6~3.2)	20
鉄 鉱	538 (3014~116)	4.3 (6.8~1.5)	10
銅 鉱	1,439 (4881~29)	24.7 (70~6.0)	16

今後の調査方法としては、以下のような項目が挙げられる。

(1) 広域的探査：空中電磁探査

ヘリコプターによる空中電磁探査は、広範囲の地域の比抵抗情報を短時間に収集することが可能であり、地上電気（電磁）探査でカバーすることのできない地形・環境の地域に対しても、可探深度は地下 100m 以浅と地下浅所に限定されるものの、水平・垂直的な比抵抗構造を得ることができる。従って、現在まで局所的に実施されてきた電気探査の相互の関連性を把握し、さらに今後のポテンシャルの高い地域の抽出に対しても有効な手法である。主測線間隔は 200m 程度が望ましい。

(2) 10～50km²程度の中域的探査：CSAMT法

CSAMT 法は、比較的広範囲の比抵抗変化を抽出する方法としては、極めて有効である。また探査深度が約 1,000m と深部探査が可能なので、既存鉱体周辺の比抵抗変化から深部地下構造を比抵抗分布により解釈し、有望地域の絞り込みを行うのに適した手法と考えられる。本手法は特に測線を設ける必要がなく各測点ごとの測定となるため、比較的急峻な地形でも実施可能である。測点間隔は、銅廠地区のように比較的密に調査の行われている地域では 200m 程度、調査の不十分な地域では、400m 程度を目安とする。

特に断層・不連続面に対する深部探査を行う場合は測線を設定し、測線上で連続して測定することにより精度良く探査することができる（アレイ式 CSMT 法）。

(3) 1～2 km²の精密調査：SIP法

潜頭鉱床の探査を目的とする場合に、既知鉱脈周辺に対する IP 法電気探査が一つの有効な手法として挙げられる。さらに本地区は、鉱床・鉱徴周辺に炭質粘板岩や炭質苦灰岩が分布することが多く、強い IP 異常をもたらす炭質物と硫化鉱物の識別を可能にする SIP 法を行うことが必要である。

電極間隔を 100m、電極隔離係数を ($n = 5$) とした場合、深度 300m までの測定が可能である。

測線の設定に当たっては、苦灰岩分布域が地表傾斜 45° 以上の急峻な尾根を形成していることを考慮し、十分な注意を払う必要があると考えられる。

(4) 鉱床に対する調査：鉱体流電電位法 (MALM)

鉱体の規模・深度・広がりを解明するための手法であり、ボーリング孔を利用した立体的電位分布の測定は、鉱体の深部探査・3 次元的解明に有効である。中国側でも坑道を利用して電極を直接鉱体に差し込み、本手法を行っているが、ボーリング孔を利用することにより、さらに効率の良い探査が可能である。また日本側でモデル解析を行うことにより、定量的な解析が可能である。



- | | | | |
|--|-------|--|---------|
| | 輝長輝綠岩 | | 第四系 |
| | 輝綠岩 | | ジュラ系 |
| | 花崗岩 | | 二疊系 |
| | 閃綠岩 | | デボン系 |
| | 超塩基性岩 | | シルル系 |
| | | | オールドビス系 |
| | | | カンブリア系 |

- | | | | |
|-----|---|--|------|
| 原生界 | } | | 九道拐層 |
| | | | 斷頭崖層 |
| | | | 郭家溝層 |
| | | | 接官亭層 |
| | | | 魚洞子層 |
| 始生界 | | | |

図1-2-1 勉略寧地区地質図、鉍床・鉍微位置図

时	代	代号	厚度 (m)	模式柱状断面图	岩性简易描述		
元古界	中下震旦系	九道拐组	>1000		砾质白云岩、白云质灰岩、泥板岩、砾岩、板岩、含磁铁矿、透辉体、含铜多金属层、砂岩、砾岩、含磁铁矿、石英片岩、千枚岩与炭质板岩互层、夹磷酸盐扁豆体、含黄铁矿。		
		断头崖组			Zbd ¹	36.7	深灰色厚层状薄层灰岩，含黑色石条带，岩石微层理发育。
		郭家沟组			Zbd ²	>107	硅质白云岩，含硅质条带及团块。千枚岩，含炭千枚岩夹薄层灰岩。厚层状灰质白云岩。
	第三火山旋迴	郭家沟组	Pig ¹	510		块状白云岩夹凝灰质千枚岩，含黄铁矿扁豆体，局部有黄铜矿化。(铜厂)	
			Pig ²	142		含炭千枚岩，灰质板岩夹含炭白云岩透辉体。	
			Pig ³	216		凝灰质砂岩、凝灰质千枚岩，含磁千枚岩，砾质板岩夹白云岩透辉体，含黄铁矿、磁铁矿、黄铁矿及黄铜矿扁豆体。(红米角砾山沟)	
			Pig ⁴	70-200		细碧质、角斑质凝灰岩夹角斑状白云岩透辉体。	
			Pig ⁵	25-150		上部绿色块状细碧岩，下部块状细碧岩具杏仁构造。	
			Pig ⁶	190-300		上部粗粒火山角砾岩，下部中~粗粒火山角砾岩。	
			Pig ⁷	0-200		下部角砾岩夹石英角砾岩，上部中酸性凝灰岩含 Pb, Zn, Au, Ag 矿体。(东沟渠)	
第二火山旋迴	接官亭组	Ptj ¹	800		效质板岩夹白云岩。		
		Ptj ²	200				
第一火山旋迴	鱼洞子组	Ptj ³	400		下部细碧角砾岩，上部角斑质凝灰岩，沉凝灰岩，千枚岩含黄铁矿、铜铁矿、红土石、黄铁矿、陈豕坝。		
		Ziy ⁵	>2000		绿泥斜状片岩、角闪磁铁矿层。		
		Ziy ⁴			石榴角闪斜状片岩、石英、斜长石、含磁铁矿、石英、磁铁矿。		
		Ziy ³			长石石英变粒岩。		
		Ziy ¹			花岗状混合岩。		

图 1-2-2 勉略寧地区先カンブリア系地質層序 (銅厂区域をモデルとする)

表1-2-1 勉略寧地区鉍床・鉍徵地一覽(磷・石棉を除く)(I)

鉍床番号	鉍床・鉍徵地名	位置	鉍床タイプ及び鉍種	地質及び鉍床	脈石鉱物	母岩の変質作用	鉍床規模及び品位	探査状況
1/H59	關老峯 (Fe)	勉略寧城隍廟	堆積変成型/磁鉄鉱	魚洞子層第三岩性段(Z ₁), 鉍床は緑泥角閃斜長片岩中, 鉍床の走向NW-SE, 傾斜は60-80° NE	石英, 綠泥石, 絹雲母, 綠泥石	綠泥石化, 絹雲母化, 陽起石化, 頁岩化	中形鉄鉱床, 埋蔵鉍量: ? 品位: Total Fe: 20-33.7%	1959-1964 勘探, 生産中 陕西省略陽縣勉略寧産鉍山
2/H61	魚洞子 (Fe)	勉略寧魚洞子鎮魚洞子村	堆積変成型/磁鉄鉱	魚洞子層第四岩性段(Z ₁), 斜長角閃片岩	綠泥石, 絹雲母, 石英, 陽起石	綠泥石化, 絹雲母化, 鉄炭酸塩化, 陽起石化	大型鉄鉱, 埋蔵鉍量: 15819万t 品位: Total Fe 33%	1958-1974 勘探, 生産中 陕西省略陽縣勉略寧産鉍山
3/Y25	金洞子 (Au, Cu)	勉略寧何家岩鄉金洞子村	含金石英脉型/黄鉄鉱, 磁鉄鉱	魚洞子層第四岩性段(Z ₁), 頁岩	絹雲母, 長石, 石英	硅化, 絹雲母化, 絹鉄鉱化	鉍量: Au: 8.07g/t 金量: 237.01kg	1982-1990 調査 坑道5(765.36m), 1/10,000地質図(1:2km)
4/Y27	煎茶亭 (Au)	勉略寧何家岩鄉煎茶嶺	複合改造型/自然金, 含金磁鉄鉱	九道拐層(G ₁), 白雲岩と遷移性岩の接觸帯中に鉍床を産する。鉍床の走向はNW-SSW ~ NE-SW, 傾斜は80° NE	白雲岩, 方解石, 斜長石, 石英, 綠泥石, 絹雲母	硅化, 絹鉄鉱化, 堆積鉄鉱化, 頁岩化, 絹雲母化, 鉄炭酸塩化, 陽起石化	北・中・南の3つの鉄化帯。最大は北帯で総延長5.2km, 走向130°-310°, 傾斜NE, 12鉄体。最大のものは巾1~20m, 厚さ1.80m, 傾斜方向666m。品位 Au 1-41.67g/t; 平均 7.58g/t, Au 量 20t, Ptを含む。Pt+Pd: 5.53g/t	1987-現在調査 現在, 坑道探査中 現在まで4-1/10 45本(15,000m) 坑道 4,000m, 9-1/10 7本
5/Y26	煎茶亭 (Ni)	勉略寧何家岩鄉煎茶嶺	熱液改造型/黄鉄鉱, 針鉄鉱, 磁鉄鉱, 輝銅鉄鉱	煎茶嶺遷移性岩体中にNi鉍床を含む。母岩は絹雲母, 菱鉄鉱, 蛇紋岩, 透閃岩, 走向はNE-SW, 傾斜70-80° SE	蛇紋石, 滑石, 菱鉄鉱, 透閃石	硅化, 蛇紋石化, 滑石化, 閃石化	ニが確定鉍量: 21033g, 65t Total: 0.3-1.3% 70t確定鉍量: 10249.31t Total: Co 0.02-0.037%	1957-1980 調査現在 煎茶嶺層 4-1/10 227孔(112,336.40m) 坑道1(1,088.3m), 1/2000地質図(12.7 km)
6/	張家沟 (Ag, Cu)	勉略寧何家岩鄉張家沟河口村						
7/Y120	火樹沟 (Cu, Ag, Au)	勉略寧茶店郷	熱水型/黄鉄鉱, 黄銅鉱, 褐鉄鉱	九道拐層上部(Z ₁), 白雲岩, 粘板岩接触帯	石英, 方解石	硅化, 鉄炭酸塩化	Cu: 0.23-1.55%, Au: 0.2-4.8g/t, Ag: 10-58g/t	1989 調査 1/2000地質図 (1.6km) 1/10 3条
8/Y69	張家坪 (Cu)	勉略寧茶店郷張家坪村	熱水型/黄鉄鉱, 菱鉄鉱	七里沟斜長花崗岩中	方解石, 石英, 斜長石	硅化, 絹雲母化, 絹泥石化	Cu: 0.132-0.321% Au: 0.11-0.88g/t	1964-1989 調査 坑道1(100m), 1/10 10条 1/2000地質図 (0.7km)
9/Y122	新酒梁 (Cu, Co)	勉略寧茶店郷陳家垣村	熱水型/黄鉄鉱, 黄銅鉱, 褐鉄鉱	新酒梁層上部(Z ₁), 白雲質石灰岩, 粘板岩など	白雲石, 方解石	硅化, 鉄炭酸塩化	Cu: 0.6-5.42% Co: 0.021-0.074%	1973-1983 調査
10/Y123	銅梁沟 (Cu)	勉略寧茶店郷陳家垣村	熱水型/黄鉄鉱, 孔雀石, 胆矾 (chalcantile, CuSO ₄ ·5H ₂ O)	九道拐層第二岩性段(Z ₁), 絹雲母片岩, 白雲岩など	粘土鉱物	硅化, 鉄炭酸塩化	Cu: 1.90-7.14%	1953-1959 調査
11/Y124	鉄梁沟 (Cu)	勉略寧茶店郷鉄梁沟村	熱水型/黄鉄鉱, 黄銅鉱	九道拐層第一岩性段(Z ₁), 絹雲母片岩, 白雲岩など	白雲石, 絹雲母など	硅化	Cu: 0.2-2.34%	1988 調査 1/2000地質図 (0.75km) 1/10,000地質図 (35km)
12/Y125	紅樹沟 (Cu)	勉略寧茶店郷紅樹沟村	火山堆積型/黄鉄鉱, 黄銅鉱, 方鉛鉱, 閃鋳鉄鉱	接官亭層中部(Z ₁), 絹雲母, 石英片岩, 絹雲母綠泥片岩	石英, 絹雲母など	硅化, 絹雲母化, 絹泥石化	Cu: 1.284-7.24% Au: 0.35-0.97g/t	1988 調査

表 1 - 2 - 1 勉路寧地区鉛床・鉛徴地一覽 (燐・石綿を除く) (2)

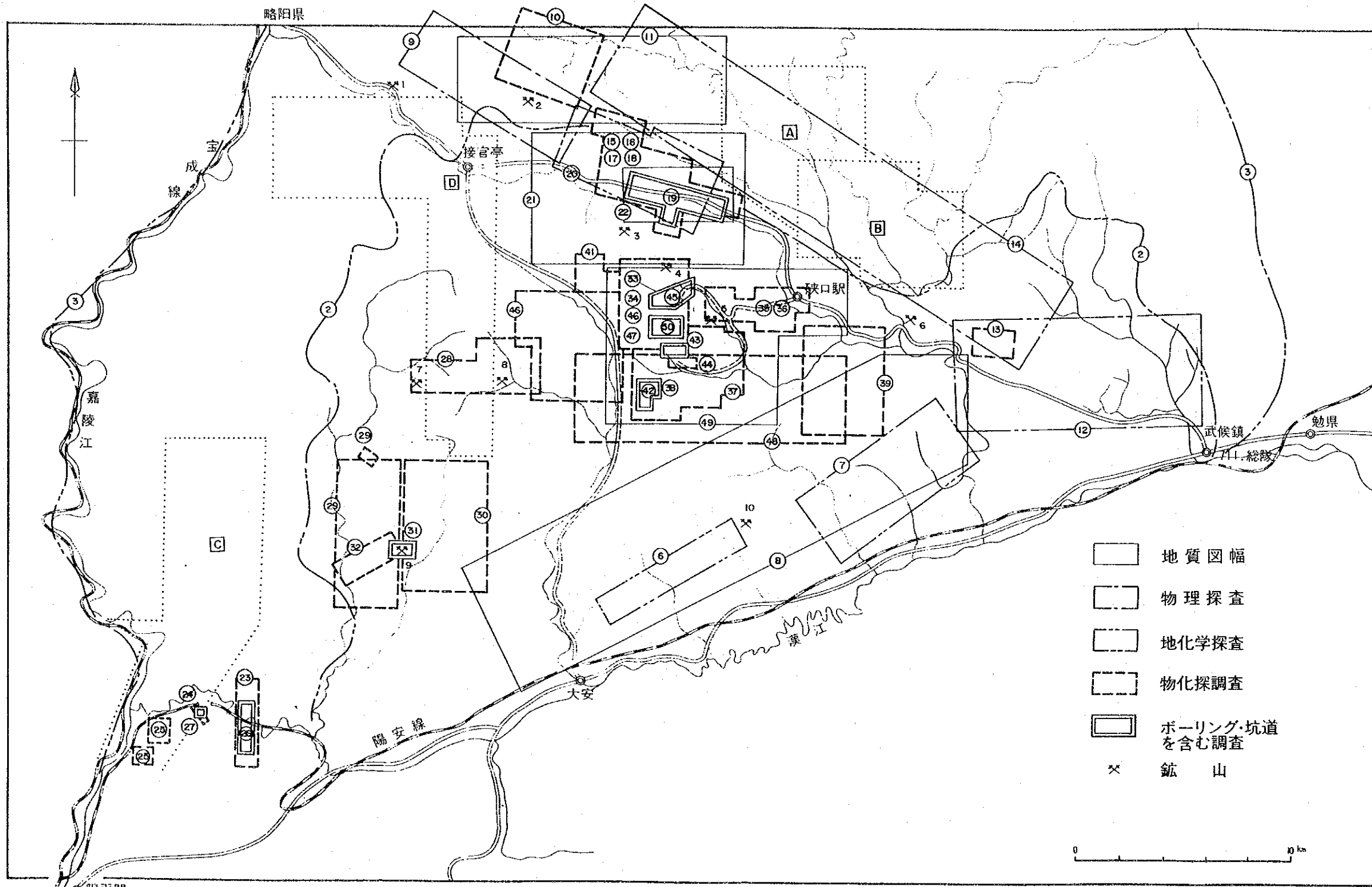
徴番号	鉛床・鉛徴地名	位 置	鉱床タイプ及び鉛種	地質及び鉛床	派 石 鉱 物	母岩の変質作用	鉛床規模及び品位	探 査 状 況
13/Y126	新沟 (Pb, Zn)	勉県文叶口郷分水新村	火山堆積型/黄鉄鉱、閃重鉛鉱、方鉛鉱	接官亭層第二岩性段(211), 酸性火山砕積岩	石英、重晶石	絹雲母化、珪化	Cu: 0.01-2.70%, Pb: 0.47-1.46%, Zn: 0.025-2.92%	1984-1985 評価調査 4-11/4 孔 (1.271.85m) 1/2000地質図 (0.72m)
14/Y14	磁洞溝 (Pb, Zn)	勉県文叶口郷	火山堆積型/方鉛鉱、閃重鉛鉱、黄鉄鉱	接官亭層第二岩性段(211), 中性酸性凝灰岩 (酸塩基岩英在)	鉄燐状磷珪化、白雲石、絹雲母、石英	絹雲母化、珪化	Pb+Zn: 0.52-4.025%	1989-1994 調査 坑道1(48.90m), 11/4 8条 1/2000地質図 (0.72m)
15/	九道拐 (Pb, Zn)	略陽県東沟郷柳林沟村						
16/Y48	東沟峴 (Au, Ag, Pb, Zn)	略陽県東沟郷邵家巷村	火山堆積型 (塊状矽化物鉛床)/黄鉄鉱、閃重鉛鉱、方鉛鉱、銀金鉱、閃重鉛鉱 (tetrahedrite), 黄鉄鉱	接官亭層第二岩性段(211)の酸性凝灰岩中に多量。鉛床の走向はNE-SW, 傾斜は50-70°NW	石英、絹雲母、重晶石	黄鉄鉱化、珪化、絹雲母化	長さ: 500-1000m, 幅: 3-20m 深度: 150-300m, Au: 1.48t, Ag: 270.5T 品位: Au 3.21g/T, Ag 115.99g/T Zn 4.06%, Pb 1.47%	1984-1990 勘探 (陕西省第二地質隊) 生産中 陕西省略陽県東沟峴Au鉛床開采鉱山
17/Y43	紅土石 (Cu, Zn, Py)	略陽県唐坝郷紅土石	火山堆積型/黄銅鉱、黄鉄鉱、主銅鉱、閃重鉛鉱	接官亭層第一岩性段(211)の中酸性凝灰岩	重晶石、石英、緑泥石	珪化、緑泥石化	黄鉄鉱磁石: 43.17T 重晶石: 76T 算か準う Cu品位: 0.33-0.66% Zn品位: 1.36-3.33%	1960 調査 (陕西省地質局二隊)
18/Y45	桑家岔 (Cu, Zn, Py)	略陽県東沟郷桑家岔	火山堆積型/黄銅鉱、黄鉄鉱、閃重鉛鉱、方鉛鉱	接官亭層第一岩性段(211), 中性酸性火山砕積岩	白雲岩、滑石、石英	珪化、絹雲母、緑泥石化	S: 5.04×10 ⁻¹ T Cu確定鉱量: 273T 品位: Cu 0.5-1.67% Zn 1.25-1.34% Pb 0.02-0.52%	1983 調査 (陕西省第二地質隊)
19/Y49	柳家峴 (Cu, Pb, Zn)	略陽県東沟郷柳家峴村	火山堆積型/閃重鉛鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、銀金鉱、方鉛鉱	接官亭層第二岩性段(211), 角閃岩、中性酸性凝灰岩、白雲岩、鉛床上盤が白雲岩、中性酸性凝灰岩、下盤が白雲岩、中性酸性凝灰岩及び白雲岩粘板岩、NE-SW走向, 60-70°NW傾斜	石英、白雲石、重晶石、絹雲母	珪化、絹雲母化、緑泥石化、鉄炭酸塩化	鉱量: Pb 10702.6T, Zn 7734T Cu 10422.2T 品位: Cu 0.049-0.489% Pb: 0.029-0.38% Zn: 0.48-2.34% Ag: 3.62-41.34g/T	1979-1989 調査 4-11/4 18孔 (7.022.57m) 坑道1(87m), 11/4 25条 1/2000地質図 (2.24m) 略陽県東沟郷柳家峴
20/H87	銅廠 (Fe)	略陽県東沟郷同沟村	火山堆積型/黄銅型/磁鉄鉱	主要な鉛床は銅家沟層第二岩性段(211), 白雲岩、透閃石片岩	絹泥石、透閃石、蛇紋石、方解石、緑泥石	絹泥石化、蛇紋石化、透閃石化、緑泥石化	鉛床長さ: 400-1100m 鉱石量: 7790.27T 品位: 30.31-39.67%	1961-1983 勘探、生産中 陕西省漢江銅鉄銅家沟銅鉄鉱山
21/Y50	銅廠 (Cu)	略陽県東沟郷同沟村	火山堆積-マagma熱液再造型/黄銅鉱、輝銅鉱など	主要な鉛床は銅家沟層第二岩性段(211)の緑泥石片岩中	石英、方解石、絹泥石、絹長石など	珪化、絹雲母化、緑泥石化、鉄炭酸塩化	主要な鉛床長さ: 1160m 厚さ 2.13m 銅平均品位 3.45% 同時にNi, Co, Auが伴う 推定鉱量: 銅30-40万T	1988-1990 調査、探鉱一部生産中 北部、標高1,000m以上は陕西省漢江銅鉄銅家沟銅鉄
22/Y51	黄泥梁 (Au, Cu)	略陽県大鉄郷大院子村	岩漿期后熱液型/黄銅鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱	元古代火山岩帯: 絹雲母中斷帯中	石英、方解石	鉄炭酸塩化、曹紋石化、珪化、絹雲母	鉱量: Cu 0.09-0.642% Au 0.82-1.65g/T	1977-1986 評価調査 4-11/4 5孔 (2.156.98m) 坑道1(13.40m), 11/4 43条 1/2000地質図 (1.18m)
23/Y53	槽子湾 (Cu, Co)	略陽県大鉄郷后沟村	岩漿期后熱液型/武銅鉱、黄鉄鉱、孔雀石	透閃石長岩の断層砕積帯中にCu・Coを産出	絹泥石、方解石など	絹泥石化、方解石化	5個鉛床長さ: 25-471m 厚さ: 0.51-1.94m 品位: Cu 0.051-0.656% Co 0.011-0.046%	1973-1982 評価調査 4-11/4 8孔 (2.488.98m), 11/4 1/2000地質図 (0.55m)

表 1-2-1 勉略寧地区鉄床・鉄微地一覽(燐・石綿を除く)(3)

鉄微番号	鉄床・鉄微地名	位 置	鉄床タイプ及び鉄種	地 質 及 び 鉄 床	脈 石 鉱 物	母 岩 の 変 質 作 用	鉄床規模及び品位	採 査 状 況
24/Y137	趙家山 (Fe)	寧強県大鉄渠郷大院子村	熱液型/磁鉄鉱	郭家沟層第二岩性段(Zig ₂)、中基性凝灰岩と閃灰岩の外接触帯中に磁化	石英、白雲石、透閃石、蛇紋石、滑石、輝石、金雲母	金雲母化、珪化、滑石化、閃石化、黃鉄鉱	小型、鉄鉱石量 34.27T 品位: Total 23.78-32.7%	1986-1979 評価調査 #-1/F 19孔 (4,906.73m), 1/F 9条、1/2000地質図 (5.6ha)
25/Y108	趙家山 (Au)	寧強県大鉄渠郷大院子村						
26/Y109	胡山沟 (Cu)	寧強県大鉄渠郷魚洞垣村	火山堆積改造型/黄銅鉱、孔雀石	郭家沟層第二岩性段(Zig ₂)、鉄体上層は白雲岩、凝灰質千枚岩、下層は白雲岩、凝灰質千枚岩及び鉄質粘板岩。走向NNE-SSW~NE-SW、傾斜70-80° NW~NNE	鉄白雲石、綠泥石、石英	錳鉄鉱化、赤鉄鉱化、鉄炭酸塩化	品位: Cu 0.1-0.94%	1971-1991 評価調査 坑道1(100m), 1/F 17条 1/2000地質図 (2.64ha)
27/Y103	紅木沟 (Fe, Cu)	寧強県大鉄渠郷大院子村	火山堆積改造型/黄銅鉱、磁鉄鉱	郭家沟層第二岩性段(Zig ₂)、鉄体は上層の白雲岩(千枚岩)と下層の凝灰岩の間。走向NE-SW、70-75° NW傾斜	白雲石、石英	珪化、鉄炭酸塩化、綠泥石化	厚さ: 2.15-4.03m 品位: Cu 0.401-1.65%	1966-1991 評価調査 #-1/F 12孔 (4,936.04m), 1/F 6条 1/2000地質図 (2ha)
28/Y92	五間橋 (Cu)	寧強県鉄口駅郷五間橋	火山堆積改造型/黄銅鉱など	接官亭層 (Z1J)、石英凝結片岩	石英、方解石など	珪化、磁黄鉄鉱化、綠泥石化、鉄炭酸塩化	長さ: 不詳、厚さ: 1.0-4.85m 品位: Cu 0.3-1.76% Co, Niが伴う	1958-1975 評価調査 #-1/F 10孔, 1/F 4条 1/2000地質図 (1.2ha)
29/Y64	叶家沟 (Cu)	寧強県鉄口駅郷叶家沟	火山堆積改造型/黄銅鉱、銅選など	郭家沟層上層(Zig ₂)のスピライト中にレンズ状白雲岩を含み、鉄体は白雲岩上にある。	石英、綠泥石、白雲石	珪化、綠泥石化	長さ: 約50m、厚さ: 0.5-1.00m 品位: Cu 0.68-8.05% 平均品位: 2.15%	1970-1988 調査 坑道1(60m), 1/F 9条 1/2000地質図 (1.0ha)
30/Y42	金子山 (Fe, Cu, Co, Zn)	寧強県南垣郷金子山	熱水型/黄鉄鉱、方鉛鉱、閃石	接官亭層 (Z1J)、石英角閃岩及び磁黄鉄岩	石英	黄鉄鉱化、銅炭酸塩化、綠泥石化、滑石化	長さ: 50m、厚さ: 0.2-3.1m 銅品位: 0.84-2.24% Pb, Zn, Coが伴う	1967-1985 評価調査 坑道17(6,351.48m), 1/F 15条 1/2000地質図 (2.41ha)
31/Y39	白雲峯 (Cu)	寧強県南垣郷	熱水型/黄銅鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱	接官亭層 (Z1J)、綠泥斜長片岩	石英、方解石など	綠泥石化、珪化、鉄炭酸塩化	小型 銅品位: 1.42%	1959-1982 評価調査(断続的) #-1/F 21孔 (4,998.96m), 坑道2(15m) 1/F 22条, 1/2000地質図 (2ha)
32/Y88	二里垣 (Cu, Py)	寧強県河家河郷二里垣	火山堆積型/黄鉄鉱、黄銅鉱	接官亭層 (Z1J)、鉄床は中基性火山凝灰岩と中基性粘板岩。斜長閃石岩の間。鉄体の走向NW~NE、傾斜は45-75° N	石英、綠泥石など	綠泥石化、銅炭酸塩化	中型 Cu: 0.2-4.48% S: 12-39%	1958-1964 勘探(陕西省第二地質隊) 寧強県銅鎮企業、黄鉄鉱生産中
33/Y89	九道拐 (Cu, Py)	寧強県河家河郷	熱水型/黄鉄鉱、黄銅鉱	接官亭層 (Z1J)、凝灰岩、綠泥片岩	石英、綠泥石など	綠泥石化、珪化	Cu: 0.24-0.80% S: 13.48-19.12%	1974 評価調査(陕西省第四地質隊)
34/Y93	買家湾 (Cu, Co)	寧強県東垣郷	火山熱液型/黄銅鉱、含方鉛鉄鉱	郭家沟層 (Zig ₂)、角閃岩凝結岩 (spilite)、斜長岩 (amorphite)、凝灰岩 (白雲岩夾在)	透閃石、銅雲母	石英炭化、蛇紋石化、透閃石化	Cu: 0.2-6.4% Co: 0.02-0.072%	1967-1987 調査 1/2000地質図 (1.2ha)
35/Y148	罗家山 (Cu, Pb)	寧強県東垣郷	火山熱液型/黄鉄鉱、方鉛鉱	郭家沟層 (Zig ₂)、銅雲岩 (spilite) 角閃岩	綠泥石、石英	綠泥石化、銅雲母化	Cu: 0.07%, Pb: 1.16% Zn: 0.26%	1979-1987 評価調査 坑道2(220.20m), 1/F 1 1/2000地質図 (8.41ha)
36/Y147	東垣沟 (Pb, Zn, Ag)	寧強県東垣郷	火山堆積型/Zn, Pb, 銅鉱、黄鉄鉱	郭家沟層 (Zig ₂)、鉄体は輝石閃灰岩及び輝石岩と石英角閃岩の間。鉄体の走向NW、傾斜45-85° S	綠泥石、銅雲母、重晶石	綠泥石化、銅雲母化	小型、Cu: 0.21% Pb: 0.81%, Zn: 5.66% Ag: 52.06g/T, Au: 0.98/T	1980-1988 評価調査 #-1/F 9孔 (3,020.90m), 坑道15 (2,186.2m), 1/F 25条 1/2000地質図 (0.72ha)

表 1-2-1 勉路寧地区鉱床・鉱徴地一覽(燐・石棉を除く)(4)

鉱床番号	鉱床・鉱徴地名	位 置	鉱床タイプ及び鉱種	地質及び鉱床	賦石鉱物	母岩の要質作用	鉱床規模及び品位	探査状況
37/Y174	若林里 (Cu)	寧強県東皇沟郷	熱水型/孔雀石、銅土、燐鉄鉱	断頭崖第三岩段(Zid), 柱状白雲岩、炭質粘板岩	石英、白雲石	珪化、炭酸塩化、Mn硫化	Cu: 0.152-1.00%	1/2000地質圖 (1.2km) 1987 普查 トナリ 2条、1/2000地質圖 (0.80km)
38/Y173	周家坡 (Cu)	寧強県東皇沟郷	熱水型/黄銅鉱、黄鉄鉱	断頭崖第四段(Zid), 石灰岩、石灰質板岩	方解石、石英、綠泥石	珪化、絹雲母化、綠泥石化	Cu: 0.94-3.18%	1967-1988 詳細調査 坑道 1, トナリ 1/2000地質圖 (1.2km)
39/H167	朱家峯 (Mn)	寧強県東皇沟郷	堆積岩質鉄床/燐鉄鉱 (braunite), 菱鉄鉱 (rhodochrosite)	郭家沟層上部 (Zig) 含鉛石灰岩、含鉛粘板岩	石英、方解石、絹雲母	珪化、絹雲母化、炭酸塩化	中型鉄床 Mn: 22.15%	1969-1982 調査、生産中 陕西省地質院寧強縣山
40/H165	西河口 (Mn)	寧強県外家河郷西河口村						
41/Y189	大石岩 (Cu)	寧強県徐家垣郷大石岩	火山堆積型/黄銅鉱、黄鉄鉱、孔雀石	接官亭層中上部(Zid), 綠泥絹雲石 (片岩)	石英、方解石、綠泥石、絹雲母、綠泥石(epidote)	珪化、絹雲母化、綠泥石化、黒雲母化、赤鉄鉱化	長さ: 20-145m 厚さ: 4.09-8.70m 品位: Cu 0.483-0.70%	1976-1977 詳細調査 トナリ 7孔 (2.181.29m), トナリ 19条 1/2000地質圖 (1.5km)
42/Y190	徐家垣 (Cu)	寧強県徐家垣郷徐家垣村	火山堆積型/黄鉄鉱、黄銅鉱	郭家沟層 (Zig) の綠泥片岩、綠泥絹雲石片岩中に鉱床は賦存する。	綠泥石 (chlorite), 綠泥石 (epidote), 燐起石、方解石	綠泥石化、燐起石化、炭酸塩化、絹雲母化	鉱床数 13個、長さ: 50-130m 厚さ: 0.72-4.20m 銅品位: 0.32-1.46%	1974-1977 詳細調査 トナリ 20孔 (6.076.77m), トナリ 36条 1/2000地質圖 (2.9km) 1/10,000地質圖、1/5000地質圖、1/5000地質圖、1/5000地質圖
43/Y165	山坪 (Au)	勉路新舖郷	熱水型/黄銅鉱、黄鉄鉱	断頭崖層 (Zid), 白雲岩底部、炭質粘板岩上部	石英、白雲石、方解石など	珪化、鉄炭酸塩化、ナトリウム化	Au: 0.78-1.19g/T Cu: 0.72-1.37%	1979-1988 普查 坑道 2 (968.82m) 1/2000地質圖 (0.29km)
44/Y163	二郎庙 (Au, Cu)	勉路新舖郷	熱水型/黄銅鉱、黄鉄鉱	断頭崖層 (Zid), 白雲岩底部、炭質粘板岩上部	石英、白雲石、方解石など	珪化、鉄炭酸塩化、ナトリウム化	Au: 2.61g/T Cu: 1.15%	1988 普查 1/10,000地質圖 (40km)
45/Y158	李家沟 (Au)	勉路青羊峯郷	熱水型/黄銅鉱、黄鉄鉱	断頭崖層 (Zid), 白雲岩底部、炭質粘板岩上部、41鉱体、V状、鉱体の走向NE-SW、傾斜45° 測	石英、白雲石、方解石など	珪化、鉄炭酸塩化、ナトリウム化	9号鉱体長さ150m、深延長100-150m 平均 1-14m, Au: 1.5-115g/T, 平均 8.7g/T, Cu: 0.39%, 鉱量: Au 3t-5t	1979-1983 調査、生産中 勉路黄金公司開發鉱山
46/Y154	納家河坝 (Au, Cu)	勉路青羊峯郷	熱水型/黄銅鉱、黄鉄鉱	断頭崖層 (Zid), 白雲岩底部、炭質粘板岩上部	石英、白雲石、方解石など	珪化、鉄炭酸塩化、ナトリウム化	An: 0.1-19.48g/T Cu: 0.29-5.09%	1991 普查
47/Y157	紅岩沟 (Cu, Au)	勉路青羊峯郷紅岩沟村						
48/Y179	屈基坪 (Au, Cu)	寧強県桑樹溝郷	熱水型/黄銅鉱、黄鉄鉱	断頭崖層第三岩段(Zid), 白雲岩、粘板岩を順縁岩が貫入した	燐起石、石英、白雲石など	ナトリウム化、鉄炭酸塩化、角岩化	An: 0.33%, Ag: 21.6g/T Cu: 0.32-4.80%	1970-1988 普查 トナリ 2条 1/2000地質圖 (3.46km)
49/Y178	仙洞沟 (Au, Cu)	寧強県桑樹溝郷	熱水型/黄銅鉱、黄鉄鉱	断頭崖層第三岩段(Zid), 白雲岩、粘板岩に順縁岩が貫入した	綠泥石、石英、白雲石など	珪化、鉄炭酸塩化	Cu: 0.32-4.80% Ag: 20.3g/T, Au: 0.06-5.44g/T	1970-1988 普查
50/Y176	安家沟 (Cu, Au)	寧強県大安鎮	熱水型/黄銅鉱、黄鉄鉱	断頭崖層第二岩段(Zid), 白雲岩、カルシウム質粘板岩、石英、菱鉄岩	石英、燐起石、菱鉄岩	珪化、ナトリウム化、鉄炭酸塩化	An: 0.35-1.37g/T Cu: 0.87-1.00%	1987-1990 普查 坑道 1 (30.2m), トナリ 29条 1/2000地質圖 (2 km)



- 1. 閣老嶺鉄鉱
- 2. 魚洞子鉄鉱
- 3. 何家岩磷鉱
- 4. 東溝壩金銀鉛亜鉛鉱
- 5. 楊家壩鉄鉱

- 6. 茶店磷鉱
- 7. 二里壩硫鉄鉱
- 8. 陝南石綿鉱
- 9. 東皇溝鉛亜鉛鉱
- 10. 李家溝金鉱

- 既存鉱区 (勘査区)
 - 陝西省地質産局 A (~1993)
 - 漢中地質隊登記 B (1993~1995)
 - C (1992~1995)
 - 陝西省地質産局
 - 地質二隊登記 D (1991~1994)

図1-2-3 勉略寧地区探査実績図

表1-2-2 勉略寧地区探査実績

番号	地区名・鉱点名	作業年度	報告書版	調査対象・鉱床タイプ	作 業 内 容	備 考
1	三角地帯 (勉略寧地区)	1965, '67 1979			航空磁気探査(1965:測線間隔1000m), (1967, 1979:測線間隔250m)	調査全域をカバー 図のみ
2		1984	II538		1/1万 分散流:37,142点(48.9点/kd)	三角地帯内部(西側除く)
3		1986	III1379		1/5万 分散流:10,021点(4.01点/kd)	三角地帯を含めた北側一帯
4		1992			1/5万 地質図(約2,400kd)	図のみ
5					地質鉱産図 1/5万	図のみ
6	李家大沟	1988	II577	金銅・鉄脈型	地質:1/1万普査(10.5kd), 岩石化探:5,138個	
7	李家大沟	1992		金	bank soil:沢沿いに約100m間隔,(29,75kd) Ag, Cu, Au, As	「次生暴」と記載。図のみ
8	李家大沟	1991		金	1/1万 地質図(約208kd)	図のみ
9	魚洞子	1980	III984	鉄	磁気探査:14,135点(100m×20m), 磁参数, 密度:731点	
10	魚洞子	1989		鉄	IP法:7,100点(100m×20m), 土壌化探:7,100点	図のみ
11	魚洞子	?			1/1万 地質図(63kd)	図のみ
12	その他	1992			bank soil:沢沿いに約100m間隔(58kd) Ag, Cu, Pb, Zn	図のみ
13	その他	1992			IP法:1,610点(100m×20m), 土壌化探:1,610点 8成分	図のみ
14	その他	1992			bank soil:沢沿いに約100m間隔(115kd) Ag, Cu, Pb, Zn	図のみ
15	煎茶岭	1971	III567	ニッケル	磁探:0.535kd(25m×10m), 鉱体流電位法:0.04kd, TURAM法:0.3kd(25m×10m)	2ヶ所の鉄鉱体付近で測定
16		1971	II543	ニッケル	岩石化探:6,831点(7含む), 磁探:0.64kd(25m×10m), TURAM法:0.4kd, IP法:0.3kd	
17		1972	III602	ニッケル 熱液改造型	岩石化探:4,061点(7,坑道含む), 磁探:4,967点(1.5kd), IP法(4断面)	
18		1974	I111	ニッケル	岩石化探:38,579点, 磁探:39,200点, SP法:2,875点, IP法:2,277点	
19		1984	I173	ニッケル	地質:1/1万 20kd, 1/2千 10.7kd, トンネル:19,191m ² , 坑道:1,088m, トンネル:212孔 計110,226m, 坑道 1,070m ² /40 line, 1,088,3m	
20	李家大沟	1989	II574	金	土壌化探:12,881点(25kd)	
21	煎茶岭	1992			1/1万 地質図(60kd)	図のみ
22	煎茶岭	?			1/2000 地質図(11,52kd)	図のみ
23	東皇沟	1976	II316	鉄銅	土壌化探:4,05kd(50×10m), 岩石化探:2,35kd(100×10m), 磁探:4,05kd(50×10m), SP法:4,05kd(50×10m), IP法:8断面	
24		1976	II316	鉄銅	磁探, SP, 岩石化探:5測線 計200点	
25		1976	II316	鉄銅	磁探:1kd(100×20m), SP法:70点, 岩石化探:528点	図のみ
26		1977	II315	銅鉛亜鉛 火山堆積型	地質:1/2000 2.9kd, トンネル:36ヶ所, トンネル:20孔 計6,504m, 分析:549件	
27		1978	III971	火山堆積型	地質:1/2000 1.2kd, トンネル:792,29m ² , トンネル:7孔 計2,181m, 分析:337件	
28	李家山	1978	II318	鉄 接触交代型	岩石化探:7,739点, 磁探:16,225点(50×10m)	
29	李家山	1978	III914	鉄鉛	岩石・土壌化探:10,114点, 磁探:10,881点, 磁参数:649点	
30	李家山	1979	III949	銅鉛亜鉛	岩石化探:27kd(100×20m), 磁探:13,000点	
31	李家山	1986	II567	銅鉛亜鉛	トンネル計3,021m, 坑道2,165m, トンネル1,087m ²	
32	李家山	1988	II577	銅鉛亜鉛	地質:1/1万 3kd, 岩石化探:1,564点, SP法:1,562点, IP法:1,506点	
33	煎茶岭	1972	III564	銅・コバルト 鉄脈型	地質:1/2000 0.16kd, 岩石化探:328点, 磁探:327点, IP法:211点	
34		1974	II301	鉄銅ニッケル 脈状	地質・普査 14kd 1/1万, 岩石化探:5,733点, 磁探:7,017点	
35		1973	III646	ニッケル	岩石化探:16,511点, 磁探:16,433点, 磁参数:979点	
36		1975	III689	ニッケル	トンネル:5孔 計2,140m, 岩石化探:700点(7含む), 磁参数:650点	
37		1975	II717	鉄銅	岩石化探:8,925点, 磁探:7,850点, SP法:10,326点	
38		1975	II717	銅	岩石化探:3,395点, SP法:2,576点, 磁探:2,576点	
39		1978	III915	鉄 脈状	岩石化探:10,066点, 土壌化探:483点, 磁探:20,46kd, トンネル:725,72m	
40		1978	III924	陶家沟, 紅土石, 金子山, 宝石山	岩石化探:14,200点, 磁探:14,200点, トンネル:3孔	
41		1978	III924	鉄	岩石化探:1,045点, 磁探:1,045点	
42		1980	III982	銅 スカルン型?	地質:2kd 1/2000, トンネル11孔 計4,144,95m	
43		1981	II393	銅コバルト 脈状	地質:0.55kd 1/2000, トンネル:1,687,58m ² , トンネル:8孔 計2,488,98m	
44		1984	II393	銅コバルト	トンネル 9ヶ所, 分析:109件, 岩石化探:250点	
45		1987	II549	銅鉛亜鉛	地質:2.24kd 1/2000, トンネル500m ² , トンネル13孔 計5,273,75m	
46		1988	II577	脈状銅鉄	地質:8.42kd, 1/1万, 岩石化探:3,889点, IP法:4,273点	
47		1991	D2502	銅	IP法:4,300点, IP検層 5孔	
48	1992	D2723	銅	分散流:40kd, 3,223点(100~200m間隔で採取)		
49	1992	D2718	銅 鉄脈型	1/1万 地質図:65kd		
50	1993	D2718	銅 鉄脈型	地質:1/2000 1.8kd, トンネル:4,992,37m ² , トンネル:8孔 計3,086,75m, 坑道1,584,62m		

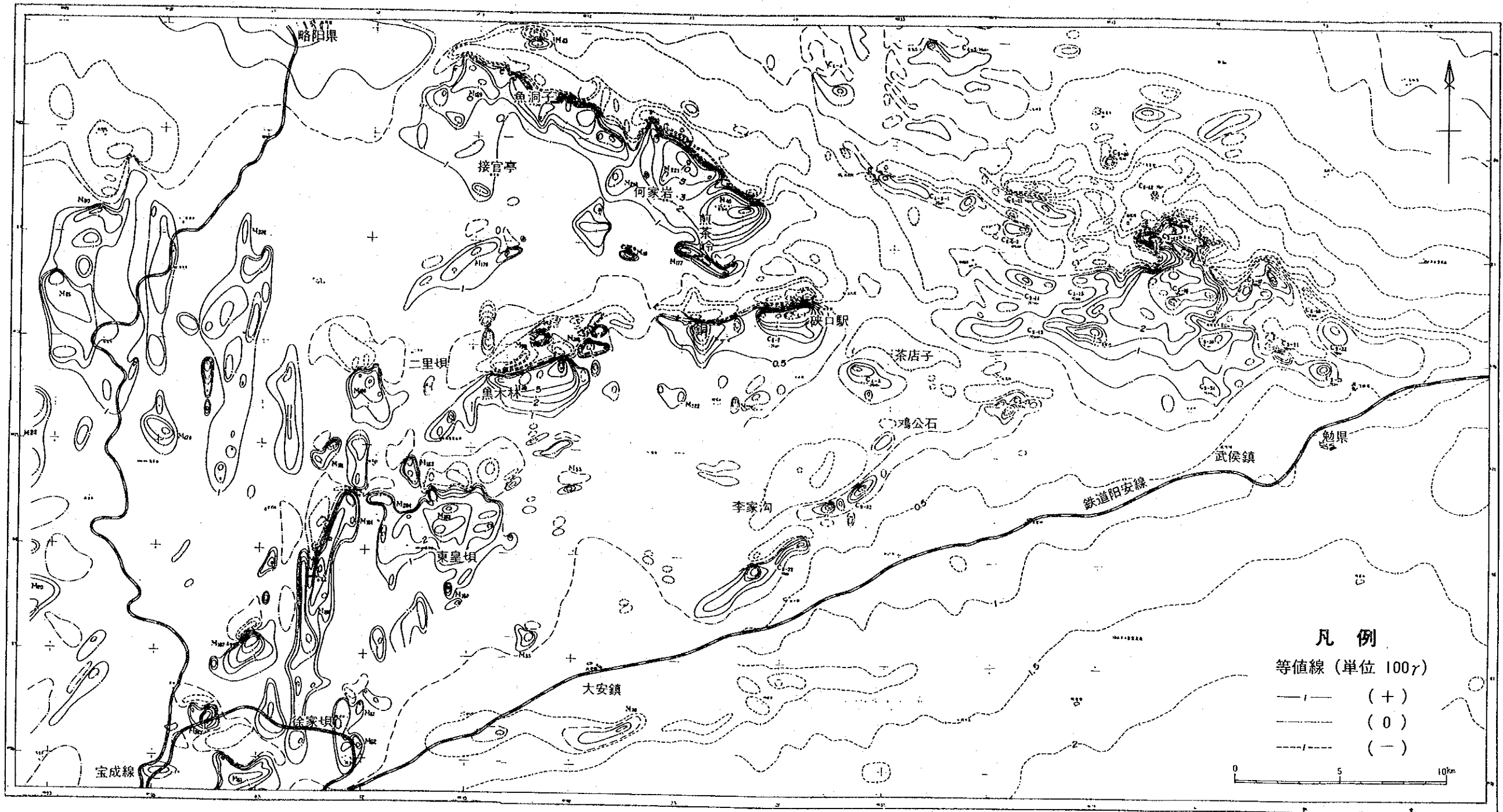


图 1-2-4 陕西省勉阳地区地质航磁综合平面图

これら調査の結果、鉄、ニッケル・コバルト、銅、鉛、亜鉛、金、銀、マンガン、燐などの鉱床・鉱徴が多数確認された。そのうち、魚洞子、閣老嶺、銅廠鉄（楊家垣）、柳樹坪の鉄鉱山、劉家坪、東溝垣、東皇溝、陳家垣の多金属鉱山、二里垣、紅土石、秦家砭の含銅塊状硫化鉄鉱山、李家溝金鉱山、黎永菅マンガン鉱山、何家岩燐鉱山が相次いで開山された。

現在生産されているこれらの鉱山は、冶金工業部、郷鎮企業に属するものが多く、この鉱区内では他の機関は実質的には探査ができない状態である。冶金工業局、郷鎮企業に属する鉱山及びその鉱区を図1-2-3に示す。また三角地帯の西部では、今も地質産局、冶金工業局が主として調査を実施している場所があり、ここでも実質的には他の機関が調査を実施することはできない。しかしながら、現在、中国有色金属工業総公司西北地質勘査局の711総隊が、大部分の勉略寧地区で活動している。711総隊は本地区東端にある勉県にその本拠地を置き、探鉱科には176人、物探分隊（漢中）及び試験室には99人が配置されている。探鉱科は3分隊に分かれ、二分隊は煎茶嶺のニッケル鉱を、四分隊は銅廠銅を、そして六分隊は煎茶嶺の金鉱床を対象としてそれぞれ探査を行っている。

1.2.3 勉略寧地区のポテンシャル

1) 銅

銅を主鉱物とする鉱床は、銅廠区域に銅廠（銅）、黄泥梁、槽子湾などの鉱床がある。他の鉱物と共生する鉱床は、陳家垣、秦家砭などがある。このうち、ある程度の規模が見込めるのは、銅廠鉱床と陳家垣鉱床である（銅廠銅鉱床については第Ⅱ部、第1章1.1項で詳述）。陳家垣鉱床の探査の精度は高く、これまでの探査でその詳細を把握しており、新たな鉱床発見の可能性は低いと考えられる。しかし、本鉱床は層準規制型と考えられており、これと同様タイプの秦家砭鉱床との間は、十分に探査されていないので、ポテンシャルがあるかもしれない。

2) 鉛・亜鉛を含む多金属鉱床

鉛・亜鉛を含む鉱床は、銅廠区域付近には前記の陳家垣、秦家砭両鉱床の他、東溝垣鉱床などがある。その他には、東皇溝—羅家山地区、そして調査対象地区外の劉家坪地区に知られている。

東皇溝—羅家山地区では、いずれの鉱床も小規模で、鉱量が小さく、品位も高くない。ただし、周囲の探査密度が低いため、探査密度を高くすることにより、同程度の規模の鉱床の発見の可能性はあると考えられる。

3) 金 鉱 床

煎茶嶺の金鉱床は3鉱体からなる。そのうち探査の主力は北鉱体で、中・南鉱体は、ほとんど手がつけられていない状態である。また、北鉱体でも、既知鉱体の水平垂直方向の延長部に空白地がある。また、鉱量を計上するための最低品位が1g/tであることを考え

ると、リーチング法の改善、あるいは新たな方法の導入により、さらに低品位まで鉍量として計上することができるようになり、鉍量を増大させることが可能になる。本煎茶嶺地区には以上に述べた他にも金の鉍徴地、地化学探査異常地が多く、地区全体としても鉍量が増大する可能性がある。

李家溝—大安地区では、ENE—WSW方向に延びる李家溝断層に沿って金鉍床がならんでいる。李家溝鉍床はその中間部分に位置し、これを挟んで山金寺、二朗廟、紅岩溝、屋基坪、仙岩溝と鉍徴地が並び、いずれも詳しい調査はなされていない。従って、本地区における金のポテンシャルは高いと考えられる。

4) ニッケル鉍床

Ni鉍床は煎茶嶺の超塩基性岩中に認められて、相当程度探査されているが、いまだ十分ではない。特に下部に向けて鉍体を確認するための探査を実施する必要がある。

1.2.4 考 察

1) 今後の調査について

a) 勉略寧地区三角地帯全域

三角地帯を全体として見た場合、5万分の一の地質図が作成され、全体をカバーする地化学探査（分散流）及び空中磁気探査が既に実施されている。これらの地化学探査及び磁気探査の結果が地表で追跡され、その結果として現在の鉍床分布図が作成されている。したがって、基礎的な調査は終了しているとみなすことができる。

しかし、本地区の銅を主とする鉍物資源は、原生代の堆積岩類、海底火山岩類に胚胎するが、複雑な褶曲を繰り返しており、必ずしも構造解析が十分とはいえない。また、上部を震旦系の苦灰岩を主とする厚い堆積岩類が不整合に覆っている。

このような地区での銅を主とする鉍床ポテンシャルは潜頭性及び震旦系被覆下に求められよう。これらの探査には、次のことに留意した調査が望ましい。

- ① 海相火山—堆積岩類に関する鉍床の層序的構造的位の解明・整理（新たな有望地、深部のポテンシャル）、
- ② 分散流調査の再解析（の単一変量解析では有望地域の見落としの可能性もある）。
- ③ ヘリコプターによる空中電磁探査（広範囲の地域の比抵抗情報を短時間に収集でき、今後のポテンシャル地域の抽出に資する）。

b) 銅廠鉍床区域

銅廠鉍床は鉍脈型鉍床であると考えられるが、火山堆積—マグマ熱液再造型という鉍床タイプ名にも表れているように、これまでの探査は必ずしも鉍脈鉍床に対する探査であったとは考えられない。このことは、本地区の他の鉍床、例えば陳家垣鉍床などにも当てはまる。従って、鉍床タイプを再考し、それに合った探査方法をとるべきであると考えられる。また、層準規制鉍床とした場合でも、鉍床胚胎層準が必ずしも明瞭では

ないことがあり、これを層序的、地化学的に明らかにし、再び探鉱計画を企てる必要がある。

調査方法として、まず、層序・構造調査、既知鉱床の鉱床学的・化学的調査など、次いで物理探査、ボーリング探査が考えられる。

c) 東皇溝-羅家山区域

本区域には、黄鉄鉱を主鉱物とする鉱床、鉛・亜鉛を主鉱物とする鉱床などが知られているが、いずれも小規模である。そのうち東皇溝、二里坝鉱床は既に開発されている。これらは地表近くの鉱床で、従来の探査も地表近くに限られていたので、区域全体としての探査精度、特に深部は低くいと考えられる。さらに、これまでの採掘に関連して地質情報も集められると考えられるので、潜頭鉱床を考えて総合的な精密調査を再開することも意味があると考えられる。

調査方法として、先ず、層序・構造調査、既知鉱床の鉱床学的・化学的調査など、次いで物理探査、ボーリング探査が考えられる。

d) 李家溝-大安地区

本地区には断層に規制された金鉱床がある。探査は現在開発中の李家溝鉱床を重点的に行っていたので、その他に探査余地が残されていると考えられる。特に炭質粘板岩が分布する地域のため、電気探査はまったく行われていない。今後実施すべき調査としては裂隙系、特に小規模断層の解析、裂隙系と鉱床との関連、鉱床胚胎の場の追跡のための調査することが考えられる。

調査手法は、まず、断裂系解析（空中写真解析、地表の構造調査）、次いで詳細構造調査（断裂沿いの地化探、物理探査、ボーリング調査）が考えられる。

e) 煎茶嶺地区

本地区には金及びニッケル鉱床があり、いずれも探査は進んでいるものの、十分とはいえない。今後査は、ニッケル鉱床については既知鉱体の確認調査、特に深部の調査を、金については成因究明（断裂系と成因との関係、生成温度調査など）、断層面の追跡などの構造調査に重点を置くことが考えられる。

f) 劉家坪区域

本区域は三角地帯外であるが、本地区の南西延長部に当たる。そこで、次のことに留意して本区域を調査し、勉略寧地区の調査に資することが考えられる。黒鉄鉱床類似というが、鉱床胚胎層準、構造上の位置もはっきりしない所がある。従って、今後の調査として、鉱床を胚胎する地質構造の再チェックと火山層序の詳細な組み立てを行った後、これに類似する地域の追跡調査を行うことが考えられる。

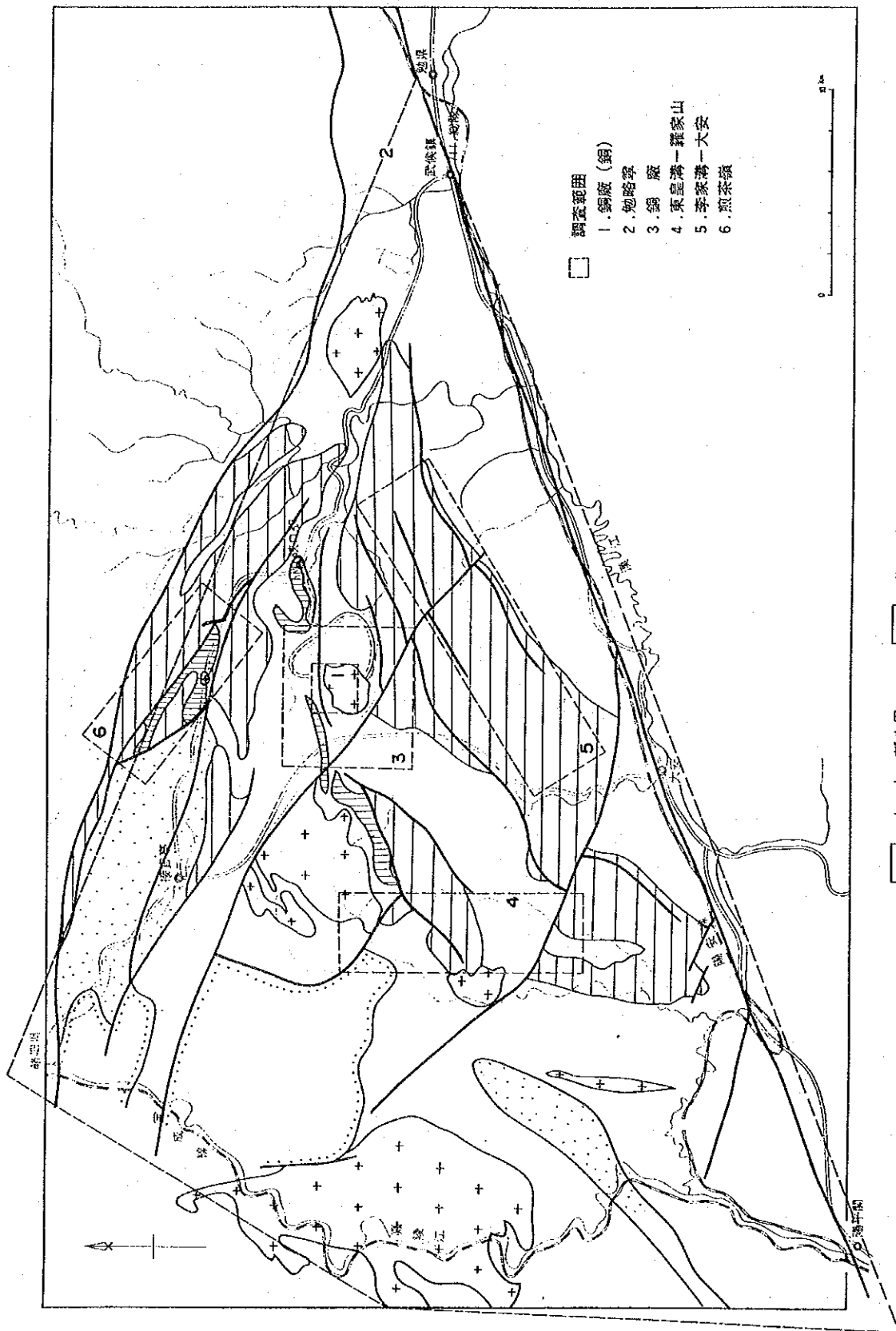


图 3-1 综合解析图 (勉略宁地区)

1.3 雲南省緑武地区

1.3.1 一般地質

1. 雲南省の地質概要

雲南省の地質は地質構造上東部の太古代のクラトン、西部の新生代以後の造山帯に大別することができる。太古代のクラトンは揚子地台と呼ばれ、この西縁部は新生代に活動した造山帯である。この造山帯は新生代後期の晋寧造構運動により揚子地台に付加され、新生代末以後の地質環境はこの付加帯を境として東側は安定地塊を特長付ける陸成ないし浅海・湖沼堆積物により特徴付けられるが、西側は加里東、華力西、印支、燕山、喜馬拉雅山（喜山）運動をうけた変動帯であり、中生代初期の印支造構運動により陸化するまでは、海成堆積物、陸化後は陸成～湖沼堆積物により特徴付けられる。雲南省西部の造山帯は大別すると3系列が認められ各系列に産する変成岩の生成時期は東側に古く西側に向い順次若くなり、造山帯が東側から順次安定地塊に組み込まれた様子がうかがえる（図1-3-1）。

火成活動は各造構運動に付随してあらわれる。新生代後期の晋寧期には基性火成活動が特徴的で、新生代末の激江期は花崗岩の貫入で特徴付けられる。二疊紀の華力西期には基性火山活動、三疊紀後期の印支期は花崗岩の大規模な貫入が認められる。中生代後期の燕山期には、中～酸性火成活動が特徴的である。古第三紀末の喜山造構運動は雲南省を高原化し基性火山活動を伴う。

雲南省は非鉄金属王国と称されるほど鉍産資源に富み、またその産状も多岐にわたる（図1-3-4）。銅は新生代下部の火山堆積性鉍床、新生代中部の苦灰岩質岩中の層状鉍床、二疊紀の玄武岩質凝灰岩、砂岩に伴なわれる層状鉍床、上部ジュラ～下部白亜系の砂・頁岩中の層状鉍床、三疊紀の閃緑斑岩中の斑岩銅型及び石灰岩との接触部に生じた交代型鉍床、裂隙充填型鉍床などが知られている。鉛亜鉛は中国の1/5の埋蔵量を保有するとされる。上部新生代から古生代の炭酸塩岩（苦灰岩・石灰岩）中の熱水鉍床、白亜系の砂岩・石灰岩・角礫岩中の変堆積鉍床及び鉍脈鉍床が知られている。錫及びタングステンは鉍脈型、接触交代型、グライゼン型及び砂鉍床が存在する。ニッケル及びクロムは超塩基性岩中の岩漿分化型及びラテライト型、アンチモン・水銀は熱水型、モリブデンは斑岩型の鉍床が知られている。チタンは砂鉍床が主体である。ポーキサイトは二疊系底部の堆積鉍床が知られている。マンガンは三疊紀の砂頁岩中の堆積鉍床が主体となる。

2. 緑武地区の地質概要

調査対象地区は前述の新生代造山帯に位置する。本地区は陳（1986）の中国大地構造区分に従えば川滇地洼区南段に位置する。川滇地洼区は西部を程海断裂、東部を小江断裂、南部を紅河断裂により各々西は巴顔喀拉地槽区、東は四川地台区及び雲貴地洼区、南は滇西地凹区に接する。北部は伊陝地台区へ漸移する。調査地区は川滇地洼区南段のほぼ中央

を南北に走る元謀断裂（元謀・緑汁江断裂）と小江断裂には含まれた区域にあり、原生界、古生界、中生界が分布する。原生界は中部の昆陽層群及び上部の震旦系が分布する。古生界はカンブリア系及びオルドビス系を主体に一部二疊系が分布する。中生界は三疊系～白亜系が断続しながら出現する。

川滇地洼区における銅の鉱化作用（図1-3-1）について黎（1991）は“四層楼”という概念を提案した。すなわち、原生代下部の火山堆積性銅鉱床（大紅山式）、原生代中部の炭酸塩岩に伴う層状銅鉱床（東川式）、原生代上部の砂礫岩に伴う層状銅鉱床（瀾泥坪式）及び中生代白亜系砂・頁岩に伴う層状銅鉱床（滇中式）の4鉱化層準である（図1-3-2）。一方西南有色地質調査局（1993）は禄武地区の銅及び銅鉄鉱化時期を“四楼一梯”の概念で説明している。すなわち原生代中部の昆陽層群に伴う東川式を昆陽層群因民層中の泥質岩あるいは泥質苦灰岩に伴う稀鉱山式銅鉄鉱床（火山堆積性鉱床と解釈している）、昆陽層群落雪層中の珪質苦灰岩中の東川式銅鉱床、これらの風化剝削堆積による昆陽層群鵝頭厰層下底部の泥質粘板岩に伴う桃園式銅鉱床に細分し、これに原生代上部の震旦系上部層の基底部の砂礫岩に伴う瀾泥坪式銅鉱床を加えた4種の層状鉱床及び普宇期の造構運動に由来する角礫岩脈（刺穿角礫岩）に伴う鳳山式銅鉱床である。調査地区には下位の2鉱化型式及び鳳山式鉱化作用が認められる。

精査区域の一般地質は本技術協力調査のために編纂された縮尺1/5万地質図（西南地質調査局312隊、1991・1993）に比較的良くまとめられている（図1-3-3）が、ベースとなる地形図の精度が不十分であること、編纂の基礎となる各種調査の座標系が統一されてなく、座標系の相互関係が十分調整されていないことなどの理由により現地巡検の際、地質と地形が合致しない箇所が随所に認められた。従って地形との関係を無視し本図をもとに調査地区の地質を概観する。

本区域に露出する基盤岩は原生代中部の昆陽層群である。昆陽層群は下位より大龍口層（炭酸塩岩）、美党層（砂質・泥質岩）、因民層（角礫岩・砂泥質岩）、落雪層（苦灰岩）、鵝頭厰層（泥質岩）及び緑汁江層（炭酸塩岩）であり、全層厚は約2,700m程度となる。原生代上部の震旦系は不整合で昆陽層群を覆い下統・上統の2層群に分割され、上統は更に2層に細分される。これらは下位より各々澂江層（砂質岩）、陡山沱層（泥質岩）及び灯影層（苦灰岩）と呼称される。震旦系は主として東部域の断裂構造帯に分布しており、かつ鉱化層準でもないため各層の層準対比が十分でない様であるが、区域柱状図を総合すると約1,400m程度の層厚を有するものと思われる。古生界はカンブリア系とオルドビス系が、調査区域東縁部及び北東端に出現する。カンブリア系は不整合で震旦系を覆い層厚約1,400mで砂質岩を主体とし泥質岩・炭酸塩岩を挟在する。オルドビス系は不整合でカンブリア系と接し層厚約400mで砂質岩よりなる。これらを不整合に覆って中生界の三疊系、ジュラ系及び白亜系が調査区域の中央部以南と西部域に広く分布する。三疊

云南省构造体系简图

- | | |
|--------------|-----------|
| 1-新生断裂带 | 断裂带 |
| 2-中生界 | ①怒江断裂 |
| 3-花岗岩 | ②北澜沧江断裂 |
| 4-超基性岩 | ③南澜沧江断裂 |
| 5-元古界 | ④程海断裂 |
| 6-变质岩带 | ⑤红河断裂 |
| 7-经向构造体系 | ⑥哀牢山断裂 |
| 8-纬向构造体系 | ⑦元谋断裂 |
| 9-歹字型构造体系 | ⑧小江断裂 |
| 10-山字型构造 | ⑨腾条江断裂 |
| 11-新华夏系 | ⑩阿墨江断裂 |
| 12-旋扭构造 | 11普渡河断裂 |
| 13-不明旧属体系 | 12弥勒-师宗断裂 |
| 14-伴生张扭性断裂 | 13南盘江断裂界 |
| 15-变质岩带番号及名称 | |
| 16-古生界 | |

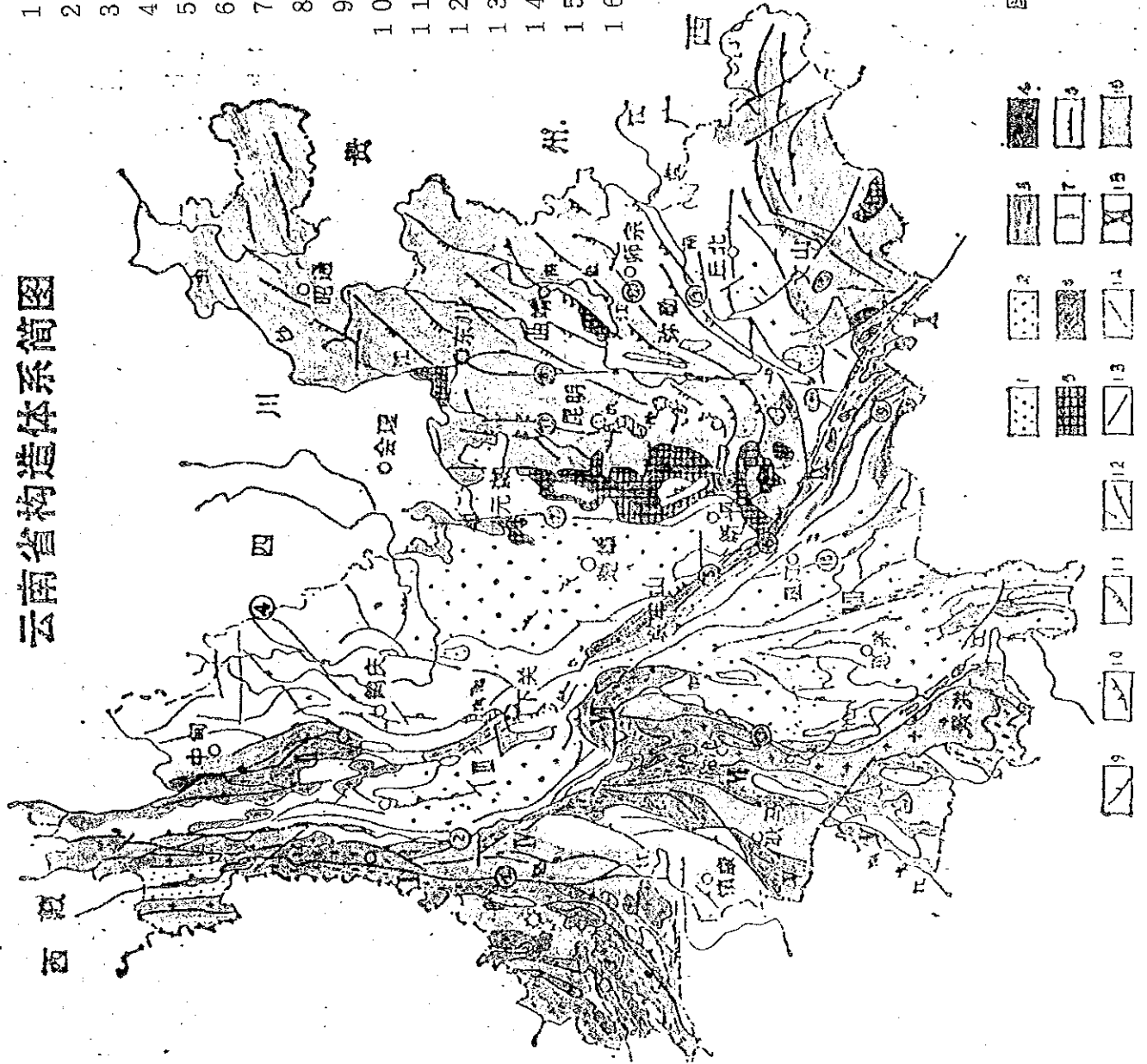


图 1-3-1 云南省地质构造图

川 滇 地 洼 系

“四層樓”銅鉛床序列与地壳演化的時空關係圖

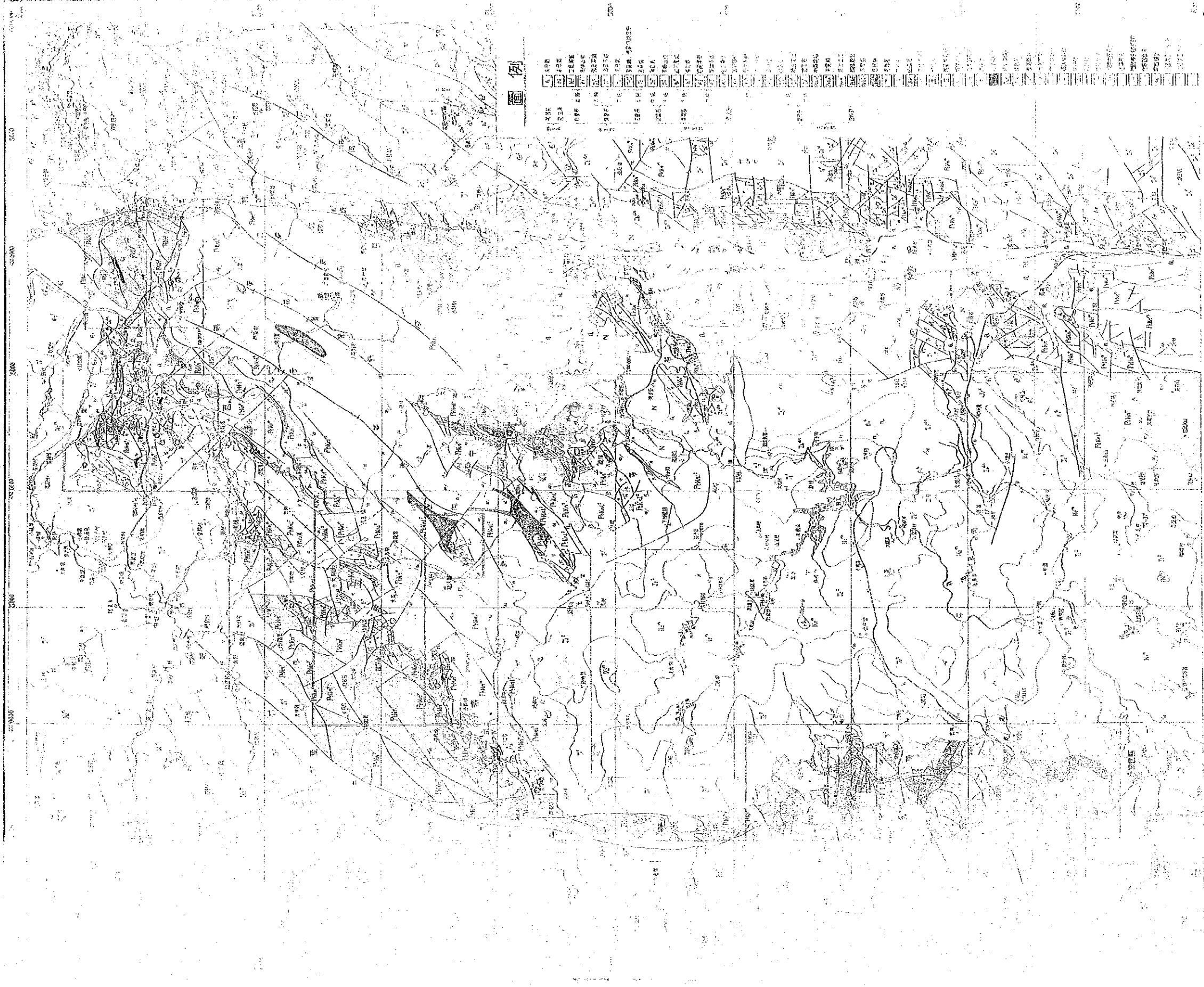
地壳演 化階段	地 層 時 空 柱					鉍 床 類 型	鉍化強度		
	界	系	(統 群)	組	柱 狀 圖				
地 注	中生界	白垩系	K ₂	江底河組		滇中式 (砂頁岩銅鉍床)	++		
			K ₁	馬頭山組					
				普昌河組					
				高豐寺組					
地 台	古生界	二疊系		峨眉山玄武岩組		煤層			
			奧陶系						
				寒武系					
	上石炭界	石炭系	上統	灯影組				瀾泥坪式 (砂礫岩, 白雲岩銅鉍床)	+
				走山陀組					
				下統	微江組				
地 槽	中元古界	玉溪系	昆陽群	美党組		鐵鉍	++++		
				大龍口組		鐵鉍			
				黑山頭組					
				黃草嶺組					
		東川系	綠汁江組		鳳山式 (角礫岩銅鉍床)				
			鵝頭廠組		桃園式				
			落雪組		東川式 (白雲岩銅鉍床)				
			因民組		稀鉍山式 (含銅鐵鉍床)				
	下石炭界	大紅山群	肥味河組		大紅山式 (火山岩銅鉍床)	+++			
			紅山組						
曼崗河組									
老廠河組									
前地槽	太古界	康定群	康定雜岩						

黎 (1991) に補足

圖 1 - 3 - 2 川滇地洼地域模式柱狀圖

雲南省武定—禄丰地区地質圖及 銅矿資源綜合開發調查規劃

比例尺 1:50000



圖例

1	第四系	2	白垩系	3	侏罗系	4	三叠系	5	二叠系	6	石炭系	7	泥盆系	8	志留系	9	奥陶系	10	寒武系	11	震旦系	12	变质岩	13	花岗岩	14	闪长岩	15	辉长岩	16	正长岩	17	斜长岩	18	角闪岩	19	辉绿岩	20	玄武岩	21	流纹岩	22	安山岩	23	玢岩	24	玢斑岩	25	玢岩	26	玢岩	27	玢岩	28	玢岩	29	玢岩	30	玢岩	31	玢岩	32	玢岩	33	玢岩	34	玢岩	35	玢岩	36	玢岩	37	玢岩	38	玢岩	39	玢岩	40	玢岩	41	玢岩	42	玢岩	43	玢岩	44	玢岩	45	玢岩	46	玢岩	47	玢岩	48	玢岩	49	玢岩	50	玢岩
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	----	----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

A-A 地質剖面圖

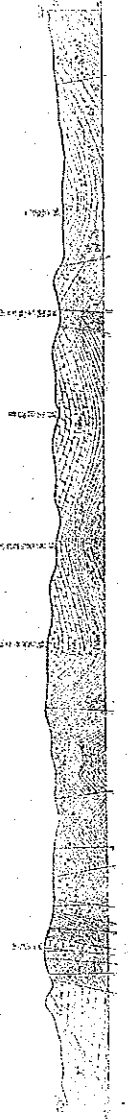


图 1-3-3 禄武地区地質圖

系は主として南部域に分布し、恐竜化石産出層として有名である。中生界の全層厚は約 2,700m に達するものと推測されるが、いずれも砂質岩と泥質岩の互層を主体とし礫岩、石灰質岩、石膏層、硼酸鉍層などを挟在する。新生界の新第三系は東部域の低地を覆い、部分的に褐炭層を挟む。更に第四系が現河川沿いに小規模に分布する。

精査区域は川滇地洼系南段東部域（調査対象地区）の西側中央部に相当し、（図 1-3-5）西側は元謀-緑汁江断裂に派生する新村-薰戸村断裂により境され、東側は元謀-緑汁江断裂あるいは小江断裂と並走するほぼ南北に走る湯郎-易門大断裂により境される。新村-薰戸村断裂は精査区域北縁で湯郎-易門断裂に収斂する。従って精査区域の地質構造は東西の両大断裂系に由来する副次的構造とみることが出来る。すなわち褶曲構造は大きくみれば東西両側に昆陽層群の古い地質单元が、中央部に若い地質单元が分布することより複合同斜帯であるとみることが出来る。複合同斜帯は先述の新村-薰戸村断裂の北部域での北東への方向転換に伴い全ての褶曲軸は北東-東北東-東西に方向転換し断裂交会部に収斂するかの如き構造を示す。断層構造は大別すれば 2 種に分類することが出来る。一つは背斜軸部に発生する軸面での逆断層系でこれには層理面でのすべりを伴うことが多い。今一つはこれに直交あるいは斜交する張力破断帯あるいは剪断帯である。鉍化富鉍帯はいずれも背斜軸部の逆断層及び層理面の滑動帯あるいは剪断帯と鉍化層準の交会部に生成される。

本区域の鉍化帯は前述“四楼一梯”の 5 鉍化型式のうち下底部の二楼と一梯が認められる。最下底の稀鉍山式鉍床は本区域では迺納廠鉍床のみであり、鉄を主体とし一部に銅を随伴する鉍床である。迺納廠鉍床の調査時には昆陽層群因民層の下位に位置する最下層の迺納廠層中の鉍化作用として層序区分がなされていたが現在は鉍化層準を中心に層序の見直しが行なわれ因民層中の鉍化であるとする考えがだされており、前述の 1/5 万地質図はこの考えによりまとめられている。本鉍床は大きくみればほぼ東西の軸方向を有するゆるい背斜部に胚胎し東側より東部鉍、辣椒鉍、大宝山鉍、撒卡拉鉍及び東方紅鉍とならび、更に東方紅鉍より南へ八層鉍、下獅子口鉍へと連続する合計 7 鉍体よりなる鉍床である。下獅子口鉍の南部延長には因民層中の鉍徴地が南西方向へ連続する背斜軸部に沿って点在しており本区域の稀鉍山式鉍化帯賦存域とみることが出来る。二楼を構成する東川式鉍床は落雪層底部から下部にかけて賦存する。既知鉍床及び鉍徴としては北部より南西部に向けて、大宝山（稀鉍山式と並走）、唐房、邵家坡を経て前述の稀鉍山式鉍徴帯を通り、梁花菁、花菁、核桃菁、大菁、觀天、海孜、朱家垵を経て中村に連なる、いわゆる西部鉍帯、小新廠から大美廠に連なる中部鉍帯及び東部鉍帯の銅廠菁が分布する。一梯を構成する鳳山式鉍床は刺穿角礫岩に伴う鉍床で、本区域では東部鉍帯に賦存する鵝頭廠鉄鉍床及び中部鉍帯の大美廠銅鉍床がこれに相当する。いずれも背斜軸部あるいは断裂帯に貫入または伴う角礫岩及びその周囲の岩石中に鉍染する鉍化帯である。このほかに、調査対象区

域の北東部すなわち褶曲構造の収斂する刺竹蓄地点には緑汁江層中に裂罅充填型の鉛・亜鉛鉱床が認められ時代を異にする熱水鉱化作用の存在を如実に示している。

1.3.2 鉱床・鉱徴とその探査状況

本節は中国側より開示のあった調査報告書を抄録すると共に現地巡検で見聞した現況を記す。開示のあった、地質図幅及び入手した調査資料に示される調査範囲の総括、各鉱徴・鉱床への日程を図1-3-6及び図1-3-7、表1-3-1に示す。

1. 広域調査

1) 地化学探査

本地区の地化学探査は、西南地質調査局により、遼寧鉄銅鉱床南部地区及びその西南の老鳥哨地区の2箇所で行われている(図1-3-33)。

(1) 遼寧鉄銅鉱床南部地区

1990～1992年に面積約136km²(18.5×17.5km)を対象に、200×20mグリッドで、B層の土壤試料を採取(51,102個)、Cu、Pb、Zn、Mn、Co、Ni、Ti、Cr、Be、V及びAgの11成分を分析している。そして、単一変量解析により、主としてCu異常と地質、構造、鉱化、物探異常(航空、地表)などを詳細に対比している。

この結果、23箇所のCu異常が認められ、これら異常を次のように分類している：

- I類；既知鉱床に一致する異常(5箇所)、
- II類；探鉱有望と考える異常(12箇所)、
- III類；小規模または統一性のない異常(6箇所)。

これら分類の詳細(表1-3-2)、本地区の岩石化学成分・元素含有量を(表1-3-3～5)に示す。

西南地質調査局は、このうち航空・地上磁気異常と一致するH-8、11、12の3つのCu異常を潜頭性または半潜頭性銅鉱床の探鉱有望地と考えている。

従来の解析は単一変量解析のみなので、本地区の地化学異常の全体像の把握、特徴の検討には多変量解析を行うことが考えられる。また、本調査範囲の最南端のCu異常、旧村・小水井(H-1)は、異常がさらに南へ伸長しているので、この伸長部への地化学探査の適用が考えられる。

(2) 老鳥哨地区

面積約1.5km²の範囲で、地化学探査を行い、Cu異常を認めているが、解析資料が地化学探査異常平断面図のみなので、詳細不明。

しかし、この異常について、西南地質調査局は航空・地上磁気異常と一致するCu異常なので、潜頭性または半潜頭性銅鉱床の探鉱有望地と考えている。

表 1 - 3 - 2 I, II 類の調査結果概要

番号	区域名	高元素	Cu (ppm)		規模 (km)		地質状況	分類
			最大値	平均	延長	幅		
H-1	旧村小水井	Cu, Ag, Mn	2,000	121	4.3	0.6	落雪層苦灰岩分布, NE方向断裂沿に輝緑岩, 角礫岩産出, 輝緑岩と苦灰岩の接触部に熱水銅鉄床賦存。	II
H-2	新村	Cu, Ag, Mn Cr, Ti	734	121	1.7	0.4	緑汁江層中のNE方向に分布。	II
H-3	羅保山	Cu, Ag, Mn Cr, Ti	1,905	165	2.2	0.1	異常帯の小背斜軸部に落雪, 因民層分布。	II
H-4	大菁~核桃菁	Cu, Ag, Pb Zn, Co, Mn	2,260	161	3.3	1.1	NS, EW, WNW断裂帯の交差部, 落雪, 因民層中に分布。	I
H-5	大菁東~ 等高架	Cu, Pb, Cr V, Ti, Mn, Be	2,000	211	2.2	0.4	背斜軸部の落雪層, 閃長岩, 輝緑岩上に分布。	II
H-8	白石岩村	Cu, Mn, Pb, Zn, V, Co, Ni	1,248	82	3.5	0.7	大部分が緑汁江層中に分布, 各元素の異常形完備, 規模大, 統一性良, 鉍化作用あり。	II
H-10	朱家垠 周家菁	Cu, Zn, Co Cr	3,312	220	弧長	3.6	落雪層背斜軸部のNE方向に分布, 周家菁付近の苦灰岩に銅露頭。	I
H-11	小村	Cu, Mn, Zn Cr, V, Co, Ni	8,180	119	2.1	0.4	落雪層背斜軸部のNE方向に分布, 野外調査採取サンプル元素の組合せと一致。	II
H-12	梁花菁大龍潭	Cu, Mn, V, Zn, Co	2,670	155	弧長	6.0	落雪層背斜軸部のNE方向に分布。	I
H-13	大羊圈南西面	Cu, Pb, Zn Ag, Mn, Be Co, Ni	693	165	1.1	0.3	大龍口層と美党層の断層接触部NE方向に分布地化探の統一性が良い。	II
H-14	磨竿山南西面	Cu, Cr, V,	491	250	0.5	0.3	三つの異常がNE方向に因民, 美党層中に分布。	II
H-15	磨竿山	Ti, Be, Co	793	161	1.8	0.2		
H-16	松包冷	Ni	769	139	-	-		
H-17	岔河	Cu, Ni, Mn V, Be	1,540	174	2.2	0.8	NE, NW, EWの断裂交差部の鵝頭廠, 落雪, 因民層に分布。一部で民間企業の赤鉄鉍鉄床胚胎。	II
H-18	下獅子口~ 過水溝	Cu, Ag, Zn Cr, V, Fe, Mn, Be, Co Ni	2,000	141	2.8	1.6	因民, 落雪, 鵝頭廠層分布, 断裂沿に角礫岩, 輝緑岩産出。迦納廠鉍山にである。	I
H-19	海塩山	Cu, V, Zn, Ni	2,417	130	2.1	0.7	落雪, 鵝頭廠層の苦灰岩, 粘板岩分布, 断裂沿に火山角礫岩, 次火山産出。	II
H-23	大宝山	Cu, Ag, Zn V, Ti, Mn, Be, Co, Ni	994	127	1.6	1.0	NE方向の背斜軸に因民層分布。NW方向の断裂に沿って基性岩産出。	I

表 1 - 3 - 3 禄武地区钛体钛化体元素含有量

钛石類型	採取地点	個数	Cu	Ag	Pb	Zn	Cd	Cr	V	Ti	Mn	Be	Co	Ni
含銅磁鉄钛	上獅子口	4	>2000	0.56	64.5	89.4	4.65	10.5	88.0	107.1	717	51.5	405.2	235.7
	大宝山	9	>2000	0.53	62.9	104.6	6.55	22.2	53.0	290.2	9215	7.44	63.1	55.2
	下獅子口	5	>2000	0.22	42.2	84.2	4.3	16.5	26.2	64.4	2231	5.5	78.9	45.3
	過水溝	3	>2000	0.83	52.3	57.8	4.8	23.6	38.7	474	2833	4.9	45.9	58.5
含銅白雲岩	观天厂	9	>2000	0.14	52.2	20.8	2.7	38.9	50.7	1035	2634	1.86	14.1	22.4
	大菁	17	>2000	2.31	38.5	21.2	1.4	54.1	68.9	187.1	4005	0.78	23.1	30.2
	核桃菁	9	>2000	0.81	59.3	56.2	2.24	39.9	86.1	1069	3296	1.86	49.0	36.9
	老虎山菁	6	>2000	1.16	60.5	22.8	1.44	19.2	29.6	43.6	26.10	0.44	8.9	14.3
	晃橋	5	>2000	0.12	55.3	15.7	2.0	55.8	98.4	1474	2148	1.16	14.3	31.5
	白路厂	7	>2000	0.09	64.9	19.1	1.02	13.2	22.2	130	5767	0.30	8.2	10.0
	周家菁	13	>2000	0.75	77.1	27.1	1.13	16.8	22.6	110	3309	0.52	11.5	17.8
	花菁	5	>2000	1.5	111.6	27.6	0.99	20.0	23.2	143	3959	0.37	13.1	18.3
	梁花菁	7	>2000	1.92	36.6	97.0	1.14	106.2	260	5586	337	2.36	107.5	23.4
	白石岩	2	>2000	0.51	42.9	128.3	2.51	26.4	31.0	1340	20000	6.56	189.0	49.3
	旧村	6	>2000	1.75	23.9	22.3	1.73	44.2	85.3	1104	1233	1.38	20.3	44.2
磁鉄钛	核桃菁	3	679.1	0.06	33.6	65.8	3.22	16.6	159.8	3035	4222	5.41	79.1	76.6
	迤納厂	5	10.0	0.036	20.8	4.8	2.8	25.6	48.5	1676	261	3.7	29.0	34.1
赤鉄钛石	大羊圈	5	7.7	0.04	36.4	53.8	3.98	21.1	41.5	37.8	160	7.9	14.7	49.9
	小水井	5	102.8	0.18	203	473.9	3.48	90.3	132	978	1430	7.9	26.2	49.4
	大龍潭	5	131.7	0.03	58.1	189.8	3.84	146	359	389	322	10.2	>1000	29.4
	荒井	14	16.2	0.041	22.2	48.1	2.55	52.4	62.5	2650	277	3.8	15.4	23.7
	罗期山	5	30.3	0.444	41.5	81.7	4.25	20.3	12.4	2.16	146	4.8	40.9	89.0
	海塩山	5	34.8	0.034	25.0	51.1	1.95	22.9	39.9	383.8	168.3	4.2	9.3	151.1
	岔河	3	5.88	0.03	31.5	76.8	3.26	40.9	108	408.3	98.9	4.9	12.5	31.3
マンガン钛	迤納厂	3	65.1	0.11	138.3	123.4	4.8	25.3	38.0	321	>1万	2.05	279.7	43.5