

# 中華人民共和國揚子地台西緣地域 資源開發協力基礎調查報告書

## 第6年次

平成11年3月

JICA LIBRARY



J 1149033 (1)

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

|        |
|--------|
| 鉱調資    |
| CR(2)  |
| 99-083 |



中華人民共和國揚子地台西緣地域  
資源開發協力基礎調查報告書

第6年次

平成11年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団



1149033 [1]

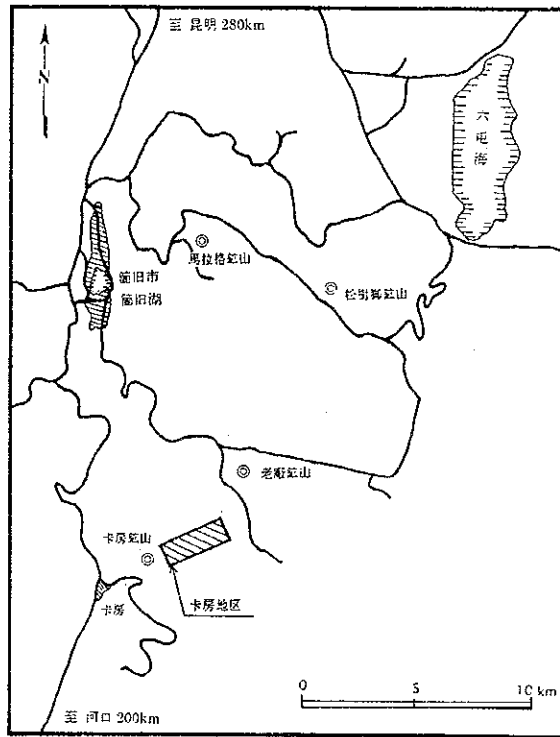
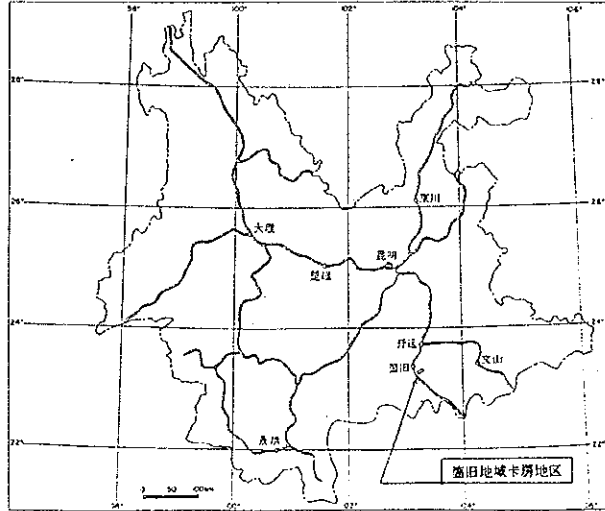
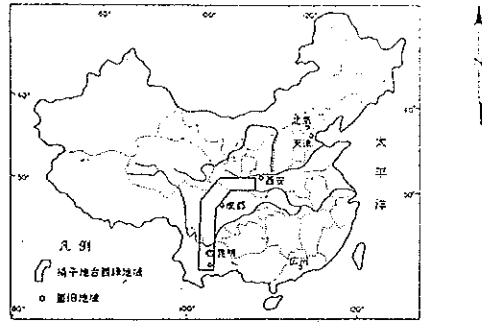


图 1-1 调查地域位置图



## 要 約

本調査は、中華人民共和国揚子地台西縁地域資源開発協力基礎調査第6年次として実施されている。目的は、同地域卡房地区で卡房鉱床の地質及び鉱床の賦存状況を解明し、同国の資源開発の支援を行うこと、調査を通じて相手国機関に対し、技術移転を図ることである。本年度は、地質調査、坑道調査(455 m)、坑内ボーリング調査(13本、1,387 m)が行われた。

本地区は、雲南省東南部に位置し、西南地質勘查局が1978年から1997年まで断続的に地表ボーリングを行い、地表下約500 mの1600~1800 mLに銅錫鉱床の伏在を認めている地区である。

鉱床は、中部三疊系の変玄武岩を挟在する大理岩層に燕山晩期の花崗岩が貫入して形成された潜頭性スカルン型銅錫鉱床で、銅を主とする。花崗岩は、断裂・褶曲と三疊系の層理面・節理などに規制されて、舌状の貫入岩体を派生して堆積岩類の三方を取り囲むように貫入し、花崗岩中に見掛け上の凹陷構造を形成し、鉱床はこの内部に胚胎する。

凹陷構造は、241 測線では見掛け垂直幅100 m、奥行き120 m程度と見込まれ、この凹陷構造は、数少ないが地表ボーリングの結果から、241 測線から北東方向へ600 m隔てた247 測線まで伸長すると想定させる。この凹陷構造の上盤・下盤を規制する花崗岩は、大理岩の層理面に規制されて貫入すると考えられるので、凹陷構造内にはほぼ同一層準の大理岩が胚胎し、241 測線と同様の優勢な鉱化作用が247 測線まで期待できる。鉱量・品位的には、241 測線で鉱量154 万トン、銅品位1.017%が見込まれるので、241~247 測線間には、鉱量約1,000 万トンが考えられる。

このポテンシャル範囲のうち、241 測線から243 測線までは、241 測線の鉱床胚胎状況、坑道でみられる大理岩の性状と鉱化・変質作用の発達状況、243 測線の地表ボーリング1本の着鉱状況から、鉱床胚胎が十分考えられる。しかしながら、243 測線付近では大理岩の走向変化がみられ、それとともに凹陷構造を規制する花崗岩の貫入形態も変化していると考えられるので、243 測線以奥のポテンシャル確認には、この状況を確認するよう244 測線から奥へ坑内ボーリング調査を広げたい。

さらに、本鉱床の開発には、鉱床内の品位分布の解明、採鉱・選鉱技術の問題点、経済性の改善など、この鉱床を技術的・経済的に有利に開発するための諸問題が横たわっている。このため、今後の調査として次のこと考える。

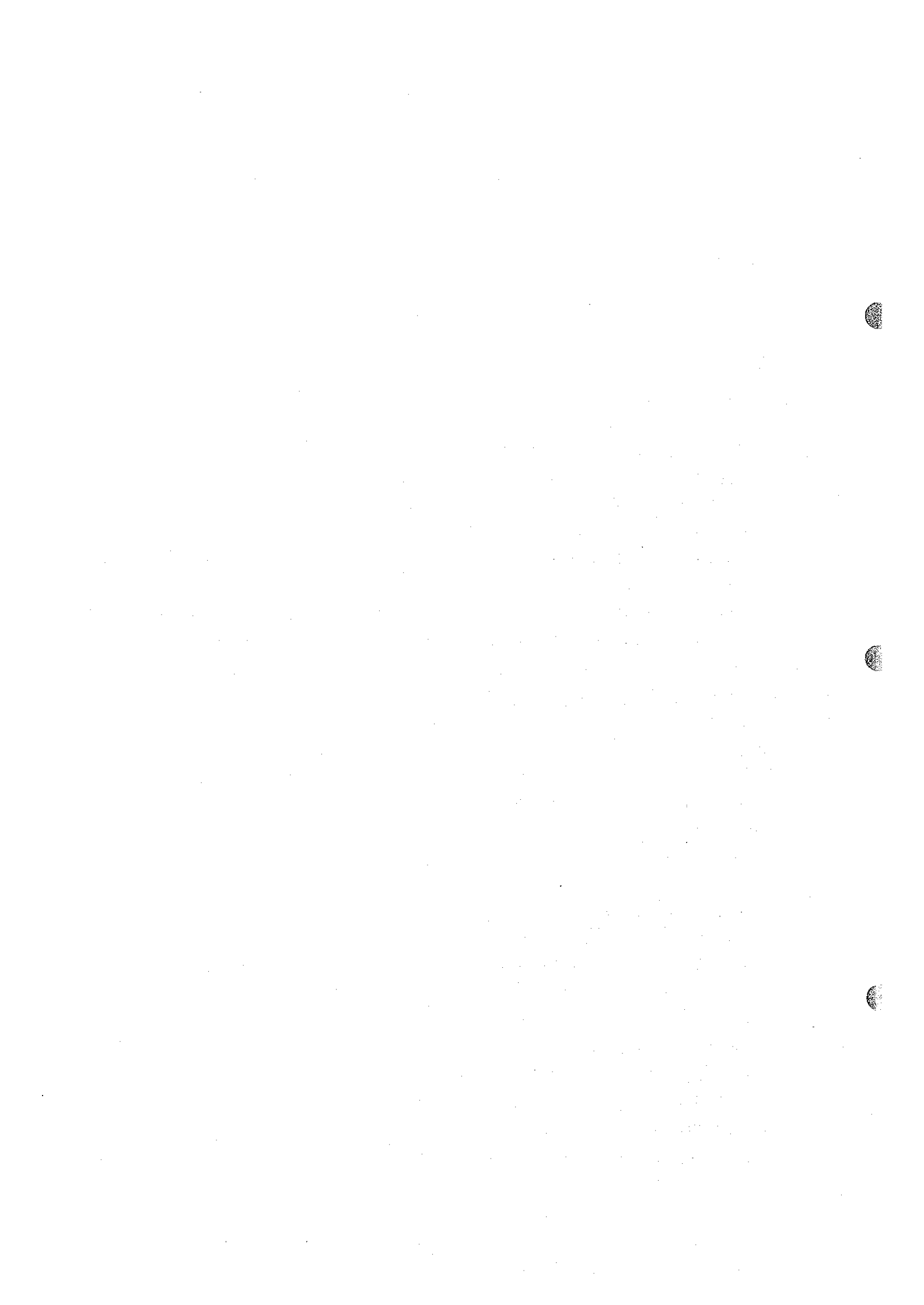
坑内ボーリング調査を継続し、鉱床ポテンシャルを高めるとともに品位分布を解明する。ボーリングは、現状の100 m間隔の測線上で、242 測線から順次奥へ実施していくことが望ましく、鉱況・凹陷構造の形態の変化に対応できるような柔軟性のあるものとしたい。

鉱床評価には、採鉱・選鉱方法と連動したカットオフ品位を変動させた出鉱品位と鉱量の計算、操業度のスケールメリットなどを検討するためにコンピュータ使用の鉱量計算がふさわしい。

開発に向けて、採鉱・選鉱・そのほか、各部門の問題点の発掘と検討・解析等を行い、技術的改善・経済的な最適開発方案を探る。

坑内ボーリング調査では、中国側の技術習熟度の向上はめざましいものがあるが、岩盤の悪条件下での機械操作、ビット・泥水管理などが課題と考えられる。

なお、坑道掘進技術について、中国側が過去3年間に習熟した脆弱岩盤の掘削技術が、本地区のみならず箇旧地域で今後も活用されることを期待したい。さらに、これまでの調査で箇旧地域には、本1740 mLのほか、各所に凹陷構造が認められおり、その探査は将来の課題と考えたい。





## 目 次

はしがき

調査地域位置図

要 約

目 次

図表一覧

### 第I部 総 論

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第1章 序 論 .....           | 1  |
| 1.1 調査の経緯と目的 .....      | 1  |
| 1.2 第5年次調査の結論と提言 .....  | 1  |
| 1.3 第6年次調査の概要 .....     | 1  |
| 1.3.1 調査地域 .....        | 1  |
| 1.3.2 調査目的と内容 .....     | 1  |
| 1.3.3 調査数量 .....        | 2  |
| 1.3.4 調査団の編成と調査期間 ..... | 2  |
| 第2章 調査地域の地理 .....       | 3  |
| 2.1 位置・交通 .....         | 3  |
| 2.2 地形 .....            | 3  |
| 2.3 気候・植生 .....         | 3  |
| 第3章 調査地域の一般地質と鉱業の概要     |    |
| 第4章 調査結果の総合検討 .....     | 8  |
| 4.1 地質調査 .....          | 8  |
| 4.2 坑道調査 .....          | 9  |
| 4.3 ボーリング調査 .....       | 9  |
| 第5章 結論及び提言 .....        | 10 |

### 第II部 各 論

|                  |    |
|------------------|----|
| 第1章 地質調査 .....   | 13 |
| 1.1 調査の概要 .....  | 13 |
| 1.2 一般地質 .....   | 13 |
| 1.2.1 地質概要 ..... | 13 |
| 1.2.2 地質層序 ..... | 13 |
| 1.2.3 地質構造 ..... | 17 |
| 1.2.4 火成岩 .....  | 17 |

|            |                        |    |
|------------|------------------------|----|
| 1.3        | 鉍化作用                   | 17 |
| 1.3.1      | 鉍床概要                   | 17 |
| 1.3.2      | 鉍床の形態・分類               | 18 |
| 1.3.3      | 鉍床形成の場                 | 19 |
| 1.4        | 坑内地質調査                 | 20 |
| 1.5        | ボーリングコア調査              | 23 |
| 1.6        | カ房地区 1740 m L の鉍床と鉍化作用 | 34 |
| 1.6.1      | 240 測線の地質・鉍床           | 34 |
| 1.6.2      | 241 測線の地質・鉍床           | 34 |
| 1.6.3      | 鉍床胚胎の場                 | 35 |
| 1.6.4      | 鉍化作用                   | 35 |
| 1.7        | カ房鉍床のポテンシャルと経済性        | 38 |
| 1.7.1      | 241 測線での鉍画設定と鉍量概算      | 38 |
| 1.7.2      | カ房鉍床のポテンシャル            | 38 |
| 1.7.3      | カ房鉍床の経済性               | 41 |
| 1.8        | まとめ及び今後の調査             | 41 |
| 第2章        | 坑道調査                   | 45 |
| 2.1        | 調査の概要                  | 45 |
| 2.2        | 坑道掘削                   | 45 |
| 2.3        | 日本国内調達資機材ならびにその効果      | 46 |
| 2.4        | 破碎帯・軟弱岩盤帯の掘削について       | 47 |
| 2.5        | 湧水対策                   | 47 |
| 2.6        | 技術移転について               | 48 |
| 2.7        | まとめ及び今後について            | 48 |
| 第3章        | ボーリング調査                | 62 |
| 3.1        | 調査の概要                  | 62 |
| 3.2        | ボーリング掘進                | 62 |
| 3.3        | 技術移転について               | 63 |
| 3.4        | まとめ及び今後について            | 63 |
| 第Ⅲ部 結論及び提言 |                        |    |
| 第1章        | 結 論                    | 69 |
| 第2章        | 提 言                    | 71 |
| 参考文献       |                        | 73 |

図 表 一 覧

第 I 部 総 論

|       |                         |    |
|-------|-------------------------|----|
| 図 1-1 | 調査地域位置図                 |    |
| 図 1-2 | 簡旧地域主要鉱山・鉱徴分布図          | 7  |
| 図 1-3 | 卡房地区 1740 m L 総合解析図     | 12 |
| 表 1-1 | 簡旧地域老廠地区気象資料統計表         | 4  |
| 表 1-2 | 簡旧市気象資料統計表              | 4  |
| 表 1-3 | 卡房地区降雨量 (1998 年 6~10 月) | 5  |
| 表 1-4 | 簡旧地域主要鉱山・鉱徴一覧表          | 6  |

第 II 部 各 論

第 1 章 地質調査

|          |                                   |       |
|----------|-----------------------------------|-------|
| 図 2-1-1  | 簡旧地域地質概略図                         | 14    |
| 図 2-1-2  | 卡房地区地質模式層序図                       | 15    |
| 図 2-1-3  | 卡房地区地質図及び断面図                      | 16    |
| 図 2-1-4  | 簡旧地域鉱床模式図                         | 19    |
| 図 2-1-5  | 卡房地区 1740 m L 協力坑道地質図             | 21    |
| 図 2-1-6  | 1740 m L 協力坑道裂隙系の等集中度曲線図 (下半球へ投影) | 22    |
| 図 2-1-7  | 卡房地区坑内ボーリング柱状図 (1)、(2)            | 27、33 |
| 図 2-1-8  | 240 測線地質断面図                       | 36    |
| 図 2-1-9  | 241 測線地質断面図                       | 36    |
| 図 2-1-10 | 241 測線鉱画図                         | 40    |
| 図 2-1-11 | 卡房地区ボーリング測線断面図                    | 43    |
| 図 2-1-12 | 卡房地区凹陷構造概略図                       | 44    |
| 表 2-1-1  | 卡房地区ボーリング主要着鉱区間一覧表                | 37    |
| 表 2-1-2  | 241 測線鉱画鉱量概算表                     | 39    |
| 表 2-1-3  | 241 測線鉱画鉱量概算の品位別鉱量概算              | 40    |

第 2 章 坑道調査

|             |                  |    |
|-------------|------------------|----|
| 図 2-2-1     | 調査対象地区位置図        | 49 |
| 図 2-2-2 (1) | 坑道調査対象区域         | 50 |
| 図 2-2-2 (2) | 坑道調査対象区域         | 51 |
| 図 2-2-3     | 当初調査画図 (坑道)      | 52 |
| 図 2-2-4     | 最終調査計画図 (坑道)     | 52 |
| 図 2-2-5 (1) | 坑道掘削断面図 (ボーリング室) | 54 |
| 図 2-2-5 (2) | 坑道掘削断面図 (支保規格図)  | 55 |
| 図 2-2-5 (3) | 坑道掘削断面図          | 56 |
| 図 2-2-6     | 一般的穿孔パターン        | 57 |

|         |                   |    |
|---------|-------------------|----|
| 図 2-2-7 | 差切工法模式図 (1) ~ (3) | 59 |
| 表 2-2-1 | 当初調査内容及び数量 (坑道)   | 53 |
| 表 2-2-2 | 最終調査内容及び数量 (坑道)   | 53 |
| 表 2-2-3 | 坑道掘削工程総括表         | 53 |
| 表 2-2-4 | 坑道掘削使用機器一覧表       | 58 |
| 表 2-2-5 | 坑道掘削実績及び消耗品使用数量   | 58 |

### 第3章 ボーリング調査

|         |                    |    |
|---------|--------------------|----|
| 図 2-3-1 | 当初調査面図 (ボーリング)     | 65 |
| 図 2-3-2 | 最終調査計画図 (ボーリング)    | 65 |
| 表 2-3-1 | 当初調査内容及び数量 (ボーリング) | 64 |
| 表 2-3-2 | 最終調査内容及び数量 (ボーリング) | 64 |
| 表 2-3-3 | ボーリング孔別調査総括表       | 64 |
| 表 2-3-4 | ボーリング孔別工程総括表       | 66 |
| 表 2-3-5 | ボーリング調査主要機材一覧表     | 67 |
| 表 2-3-6 | ボーリング調査消耗資材一覧表     | 67 |

### 第Ⅲ部 結論及び提言

|       |                         |    |
|-------|-------------------------|----|
| 図 3-1 | 簡旧地域卡房地区 1740 m L 総合解析図 | 72 |
|-------|-------------------------|----|

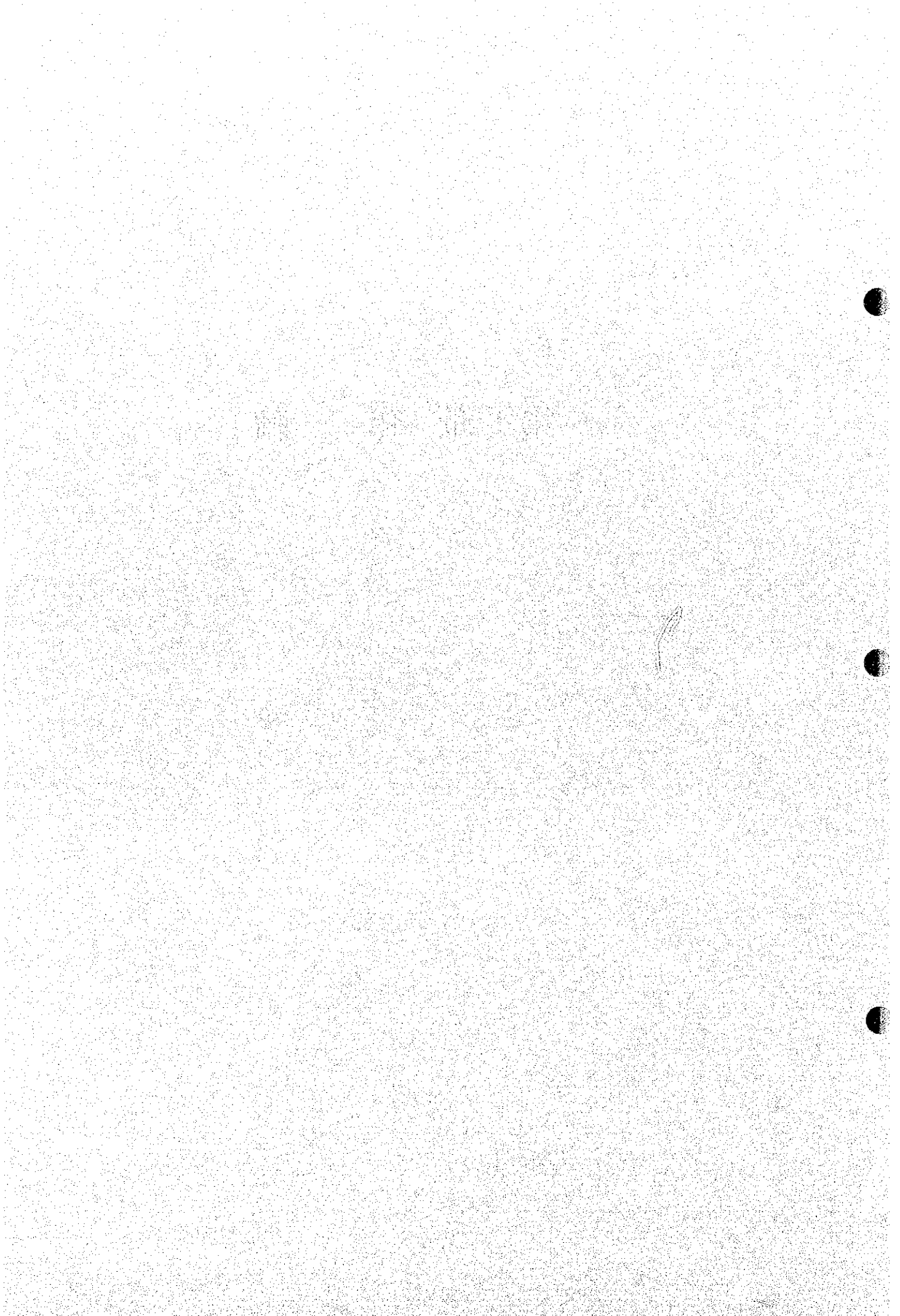
### 巻末資料

|            |  |      |
|------------|--|------|
| 巻末資料 1 (1) | ボーリング座標・実績一覧表  | 資-1  |
| 巻末資料 1 (2) | ボーリング孔曲り測定一覧表  | 資-2  |
| 巻末資料 2     | ボーリング地質柱状図<br>(KZK24001~06、KZK24101~07、ZK5、ZK6、縮尺 1:200) | 資-6  |
| 巻末資料 3     | 分析試料調整と分析方法  | 資-47 |
| 巻末資料 4     | 鉱石比重測定一覧表  | 資-48 |
| 巻末資料 5     | 308 隊鉱量計算手順  | 資-49 |
| 巻末資料 6     | 経済性検討基礎資料  | 資-57 |
| 巻末資料 7     | 経済性検討計算式   | 資-58 |
| 巻末資料 8     | 経済性の検討   | 資-59 |
| 巻末資料 9     | 簡旧市所在の鉱山・鉱山関連企業一覧表                                       | 資-60 |
| 巻末資料 10    | 薄片・研磨片検鏡結果一覧表  | 資-64 |
| 巻末資料 11    | 帯磁率測定結果一覧表   | 資-65 |
| 巻末資料 12    | 卡房地区 1740 m L 協力坑道坑内地質図 (1:200)                          | 資-80 |

### 付 図

|      |                                  |          |
|------|----------------------------------|----------|
| 付図 1 | 簡旧地域卡房地区 1740 m L 坑道地質図 (日中協力坑道) | 縮尺 1:200 |
|------|----------------------------------|----------|

# 第 I 部 総 論



# 第 I 部 総 論

## 第 I 章 序 論

### 1.1 調査の経緯と目的

日本国政府は中華人民共和国政府の要請に基づき、同国揚子地台西縁地域の鉱物資源総合開発調査の実施を決定し、1993年7月21日、本調査の実施に関する口上書を中華人民共和国政府と交換した。これに基づき、同日、国際協力事業団及び金属鉱業事業団と中国有色金属工業総公司（現中国有色金属工業局）は、本調査の実施細則を定め、調印し、1993年度から調査が開始された。

本調査は日本側と中国側が協力して、対象地区内で新鉱床を発見するために、地質状況及び鉱床の賦存状況の調査と評価、また、調査に参画する中国側専門家に現地調査業務を通じて各種技術移転を行うことを目的としている。

### 1.2 第5年次までの調査の結論と提言

卡房地区は、地表ボーリングによって地表下約500mの1600～1800mLにスカルン式銅錫鉱床の伏在が認められる地区で、鉱床賦存条件（地表下約500m）から、坑道掘削と坑内ボーリングの組合せが今後の適切な探鉱方法と考えられた。

しかしながら、第5年次の坑道掘削は、大規模破碎帯と脆い変玄武岩の予想外の広がり、目的の坑内ボーリング調査位置まで達せず、後年度調査計画の見直しを行うに止まった。

今後の調査は、坑内ボーリング調査のための坑道掘削を継続するとともに、坑内ボーリングを実施して、本地域のポテンシャルを評価し、本地区における今後の探査指針を考察することが提言された。

### 1.3 第6年次調査の概要

#### 1.3.1 調査地域

調査対象地域は、箇旧地域卡房地区（1740mL）である（図1-1）。

#### 1.3.2 調査目的と内容

箇旧地域卡房地区1740mLを対象に、坑道掘削及び坑内ボーリング調査を行うと同時に、坑内地質調査、坑内ボーリングコア調査及び既存資料解析を行い、得られた結果を総合的に検討し、卡房鉱床の地質及び地質構造と鉱化作用との関係を把握し、鉱床規模の概要及び採算性を明らかにし、次年度調査計画の見直しを行うことを目的としている。

### 1.3.3 調査数量

| 項目                     | 数量             | 摘要         |
|------------------------|----------------|------------|
| 地質調査 坑内地質調査            | 総延長 455 m      |            |
| ボーリングコア調査              | 総延長 1,611.43 m |            |
|                        | 坑内ボーリング 13本    | 1,387.00 m |
|                        | 240 測線 6本      | 627.00 m   |
|                        | 241 測線 7本      | 760.00 m   |
|                        | 中国側先進ボーリング 2本  | 224.43 m   |
| 坑道調査                   | 455 m          |            |
| ボーリング調査                | 13本 1,387 m    |            |
| 室内試験 ボーリングコア分析 (Sn・Cu) | 503件           |            |
| ボーリングコア分析 (Sn)         | 17件            |            |
| 坑道チャンネル試料分析 (Sn・Cu)    | 57件            |            |
| 薄片                     | 8件             |            |
| 研磨片                    | 4件             |            |

### 1.3.4 調査団の編成

日本側

中国側

#### ・現地作業管理

高田武千代 (金属鉱業事業団)  
 山口 聡 ( " )  
 平井浩次 ( " )  
 中村研治 ( "、北京事務所)

黄 震 (中国有色金属工業局)  
 楊 兵 ( " )  
 段文崗 ( " )  
 李連拳 ( "、西南地質勘査局)

#### ・現地調査

富沢尚明 (海外鉱物資源開発株式会社)  
 田中孝次 (三菱マテリアル資源開発株式会社)  
 斎藤正行 ( " )  
 遊佐義春 ( " )  
 豊田淳一 ( " )  
 松岡孝志 ( " )  
 西村喜代美 ( " )

張学書 (西南地質勘査局、308隊)  
 楊錦明 ( "、308隊)  
 段永生 ( "、308隊)  
 榮惠峰 ( "、308隊)  
 李国清 ( "、308隊)  
 莫国培 (雲南錫業公司)  
 楊金福 ( "、卡房鉱山)

### 1.3.5 調査期間

現地調査期間は次のとおり：

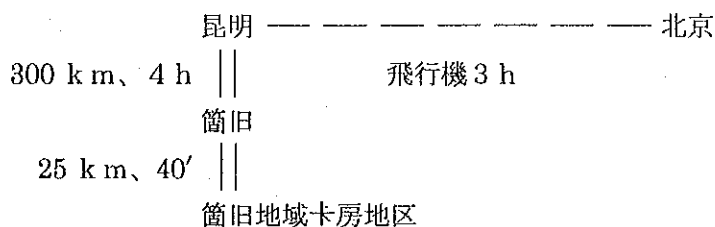
| 調査名     | 開始         | 終了         |
|---------|------------|------------|
| 地質調査    | 1998年6月8日  | 1999年1月30日 |
| 坑道調査    | 1998年6月8日  | 1999年1月30日 |
| ボーリング調査 | 1998年8月13日 | 1999年1月27日 |



## 第2章 調査地域の地理

### 2.1 位置・交通

調査対象地域は雲南省南東部、箇旧市（海拔高度約 1,720m）の南南東約 20km に位置する。調査の基地となる箇旧市へは、省都、昆明市より車で道程約 300km（高速道路、一部舗装一般道）、約 4 時間、箇旧市から調査対象の卡房地区までは、簡易舗装道約 25km、40 分で到達する。



### 2.2 地形

卡房地区は標高 2,150~2,400 m、比高 250 m に達する山岳地帯にあり、地表は炭酸塩岩特有のカルスト地形を呈する。本地区の中央部をほぼ東北東-西南西方向に切る老熊洞断裂に沿って、西流する深い谷が形成されている。これに流入する小沢がみられるが、水量は少なく、乾季には枯れることが多い。

### 2.3 気候・植生

箇旧地域は北回帰線のわずか南に位置し、亜熱帯気候区に属するが、標高が 1,700 m 前後で、夏に涼しく冬に温かい。年間降雨量は 1,200mm 前後で、一般に 6 月から 10 月までの雨季にその約 80% が集中する。一方、乾季は 11 月から翌年の 4 月までだが、11 月から 1 月は霧の発生することが多い。年間平均気温は 17°C 程度である（表 1-1、表 1-2）。

卡房地区では、1998 年の雨季は、降雨量の日変化幅が大きく、空梅雨型で、例年より早く 9 月上旬には雨季明けとなった（表 1-3）。

本地区の植生は一般に灌木疎林、やぶなどだが、環境保護のため、一部で松の植林が行われている。人家近くの山間低地ではトウモロコシ・野菜などが栽培されている。



表 1 - 3 卡房地区降雨量 (1998年6月~10月)

| 1998年 | 6月    | 7月    | 8月    | 9月   | 10月  |
|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 1日    | —     | 3.5   | 3.5   | 0.0  | 0.0  |
| 2日    | —     | 0.0   | 5.6   | 0.0  | 0.0  |
| 3日    | —     | 18.9  | 10.3  | 5.6  | 0.0  |
| 4日    | —     | 13.0  | 29.3  | 0.0  | 0.0  |
| 5日    | —     | 6.1   | 8.4   | 27.2 | 0.0  |
| 6日    | —     | 19.2  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| 7日    | —     | 9.9   | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| 8日    | —     | 0.0   | 61.0  | 0.0  | 0.0  |
| 9日    | —     | 18.1  | 5.5   | 8.4  | 4.5  |
| 10日   | —     | 22.9  | 9.7   | 2.1  | 0.0  |
| 11日   | —     | 41.2  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| 12日   | —     | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| 13日   | 0.0   | 0.0   | 24.0  | 0.0  | 0.0  |
| 14日   | 0.0   | 0.0   | 1.2   | 0.0  | 8.0  |
| 15日   | 0.0   | 15.6  | 2.4   | 0.0  | 0.0  |
| 16日   | 0.0   | 33.1  | 0.0   | 5.0  | 0.0  |
| 17日   | 0.0   | 10.4  | 3.4   | 5.0  | 6.5  |
| 18日   | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 3.8  |
| 19日   | 0.0   | 0.0   | 2.9   | 0.0  | 7.5  |
| 20日   | 95.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 8.5  |
| 21日   | 2.9   | 0.0   | 5.2   | 0.0  | 0.0  |
| 22日   | 5.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| 23日   | 2.7   | 10.8  | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| 24日   | 4.7   | 32.6  | 0.2   | 0.0  | 0.0  |
| 25日   | 45.0  | 4.0   | 0.1   | 0.0  | 0.0  |
| 26日   | 5.5   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  |
| 27日   | 34.2  | 112.4 | 42.4  | 0.0  | 0.0  |
| 28日   | 35.3  | 1.0   | 1.9   | 0.0  | 0.0  |
| 29日   | 25.0  | 0.0   | 28.3  | 0.0  | 0.0  |
| 30日   | 10.2  | 5.8   | 1.6   | 0.0  | 0.0  |
| 31日   |       | 0.0   | 0.6   |      | 0.0  |
| 月間合計  | 265.5 | 378.5 | 247.5 | 53.3 | 38.8 |

観測地点：か房鉦山事務所

(単位：mm)

### 第3章 調査地域の一般地質と鉱業の概要

箇旧地域は揚子地台西縁地域の南東端に位置し、大理岩を主とし苦灰岩、変玄武岩を挟在する三疊系が発達する。鉱床は燕山晩期の花崗岩の貫入に伴って形成された大規模な錫石-多金属鉱床である。鉱化関連花崗岩は地表には小規模に露出するのみで、地下に広く伏在している。花崗岩は、断裂・褶曲及び堆積岩類の層理面・節理などに規制された複雑な貫入形態で、鉱床も花崗岩の形態に規制された複雑な形態となっている。

本地域は、古くは「漢書・地理志」にも銀・鉛・錫の産地としての記載があり、2000年を越える開発史を有する。当初は銀の採掘が盛んであったが、その後、銀の採掘は衰え日増しに錫の採掘が盛んになり、清の乾隆年間には錫の需要が増大した。

しかし、総合的な錫・多金属の探査開発は1950年代からで、箇旧は近代化工業都市として建設されていった。現在、中国有色金属工業総公司(CNNC)傘下の雲南錫業公司(雲錫公司)は、6鉱山、5万人以上の従業員を擁し、鉱山から製錬まで一貫した生産活動を行っている。従業員の33,000人は全民所有制の職員(内、退職者が18,000人)、17,000人は集集体制(請負制)となっている。坑内の従業員は、約5,000人といい、1995年の金属生産量は、錫18,000トン、銅4,600トンで、錫の生産量は全中国の45%を占める。そのほか、箇旧市所属の鉱山、多数の民間採掘が行われており、その錫金属生産量は、年間5,000トンという。

箇旧地域の主要鉱山を図1-2、表1-5に示す。また、箇旧市及び周辺に所在する大小鉱山・鉱山関連企業を巻末資料9に示す。

表1-4 箇旧地域主要鉱山・鉱徴一覧表

| 番号 | 鉱山名  | 所属   | 採掘形態   | 採掘量(t/日) | 鉱床・(鉱種)   | 選鉱場    |
|----|------|------|--------|----------|-----------|--------|
| 1  | 馬拉格  | 雲錫公司 | 露天(砂鉱) | 400      |           | 箇旧     |
|    |      |      | 坑内     | 150      | (酸化鉱)     | 箇旧     |
| 2  | 松樹脚  | 雲錫公司 | 坑内     | 2,000    | (酸化鉱)     | 大屯     |
|    |      |      | 露天(砂鉱) | 4,800    |           | 老廠、羊堤底 |
| 3  | 老廠   | 雲錫公司 | 坑内     | 4,000    | (酸化鉱、硫化鉱) | 大屯、紅鉱子 |
|    |      |      | 露天(砂鉱) | 1,300    | 新山、大坪子    | 卡房     |
| 4  | 卡房   | 雲錫公司 | 坑内     | 500      | 紅旗鉱(硫化鉱)  | 大屯     |
|    |      |      | 露天(砂鉱) | 2,000    |           | 期北山    |
| 5  | 期北山  | 雲錫公司 | 露天(砂鉱) | 400      |           | 占山     |
| 6  | 占山   | 雲錫公司 | 露天(砂鉱) | 300      |           |        |
|    |      |      | 坑内     | 100      | (酸化鉱)     |        |
| 7  | 黄茅山  | 雲錫公司 | 露天(砂鉱) | N.A.     |           |        |
|    |      |      | 坑内     | N.A.     | (酸化鉱、硫化鉱) |        |
| 8  | 革新鉱  | 箇旧市  | 露天(砂鉱) | N.A.     |           |        |
|    |      |      | 坑内     | N.A.     | (酸化鉱、硫化鉱) |        |
| 9  | 促進鉱  | 箇旧市  | 露天(砂鉱) | N.A.     |           |        |
|    |      |      | 坑内     | N.A.     | (酸化鉱)     |        |
| 10 | 前進鉱  | 箇旧市  | 露天(砂鉱) | N.A.     |           |        |
|    |      |      | 坑内     | N.A.     | (酸化鉱、硫化鉱) |        |
| 11 | 新建錫鉱 | 箇旧市  | 露天(砂鉱) | N.A.     |           |        |
|    |      |      | 坑内     | N.A.     | (酸化鉱、硫化鉱) |        |

(番号は図1-2中の①~⑪に対応)

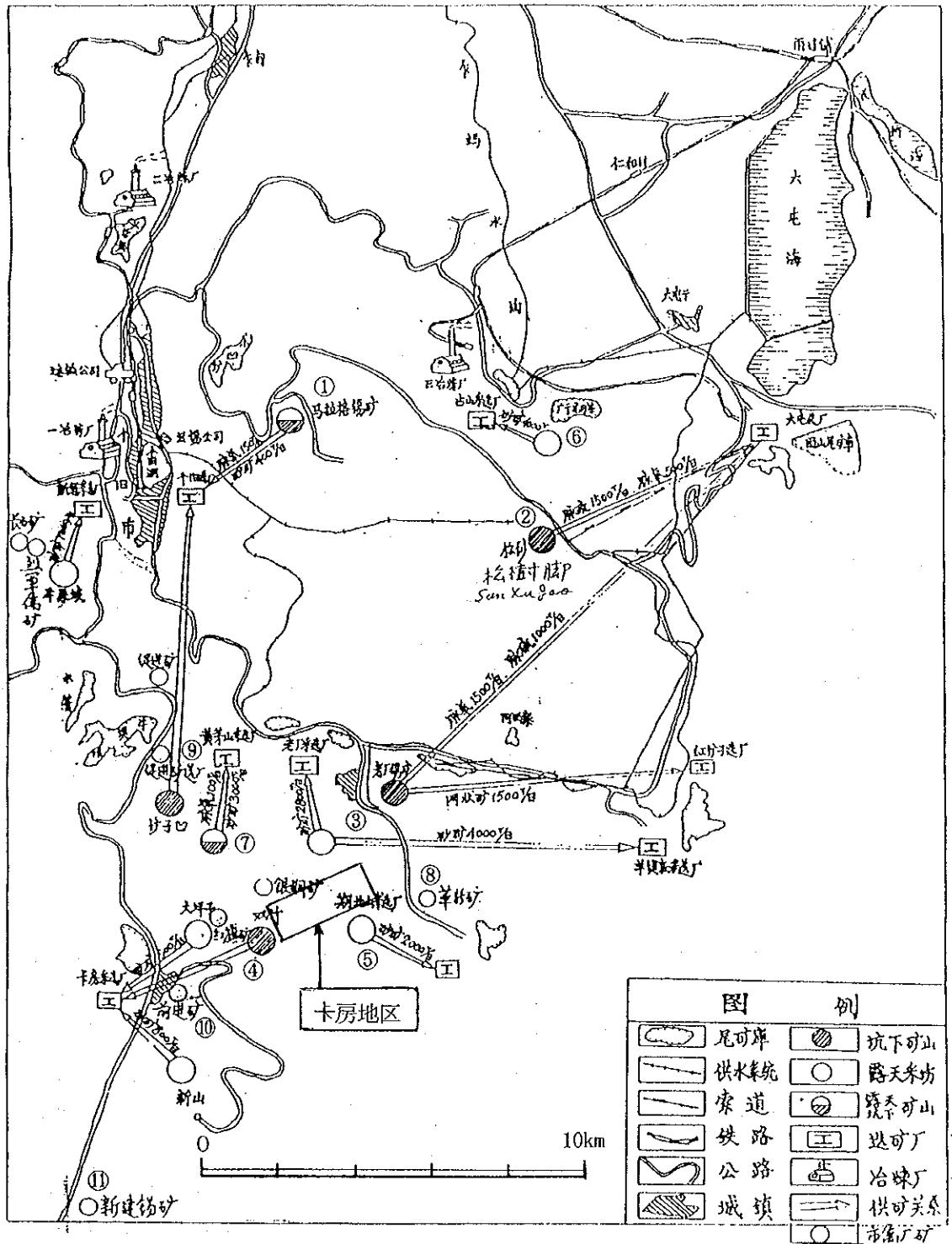


图 1 - 2 简旧地域主要钽山·钽微分布图

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4.1 地質調査

調査対象の簡旧地域卡房地区は、中国有色金属工業総公司西南地質調査局 308 隊が、1978 年から 1997 年に、断続的ではあるが地表ボーリングを行い、地表下約 500 m の 1600~1800 m L にスカルン型銅錫鉱床の伏在を認め、新規鉱床胚胎が有望視されている地区である。

1998 年度は、日中が協力して実施する坑道調査及びボーリング調査と連動して、坑内ボーリングコア調査 (1:200)、坑内地質調査 (1:200) を行い、卡房鉱床の地質及び地質構造と鉱化作用との関係を把握し、鉱床規模の概要及び採算性を明らかにし、次年度調査計画の見直しを行った。

本地区の地質は中部三疊系の大理岩主体、変玄武岩を挟在する簡旧層卡房部層とこれに貫入したの燕山晩期の潜頭性花崗岩よりなる。卡房部層は層厚 770 m 以上で、岩相により 5 層に区分されている。老熊洞断裂が本地区を東西に走る。この断裂の活動は、燕山晩期以前とされているが、現地形に反映していることなどから、主活動は燕山晩期以前としても、その後にも活動してのではないかと考えられる。

潜頭性花崗岩は、全体として北東方向に延び、褶曲・断裂、堆積岩類の層理面・節理に規制されて、堆積岩の三方を取り囲むように馬の背状・舌状の貫入形態を取り、花崗岩の中に見掛け上の凹陷構造をつくっている。本地区に期待される潜頭性スカルン型銅錫鉱床は、この凹陷構造中に胚胎する。花崗岩は主に灰白色・中粒等粒状黒雲母花崗岩で、貫入頂部や周辺部では、細粒状で粘土化変質作用を受けていることが多く、さらに電気石化、螢石化、グライゼン化、珪化、緑泥石化などの変質作用がみられる。

スカルンは、花崗岩と接触する大理岩及びスカルン化され易い大理岩層準中に、接触面・層理面・節理などに規制され、ざくろ石、陽起石、などのスカルン鉱物、石英・炭酸塩細脈などで構成される。鉱化作用は、スカルン及びスカルン化大理岩中の鉱染状・細脈状・膜状の鉱化と塊状硫化鉱体がみられる。鉱石鉱物は主として磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、黄銅鉱、錫石で、方鉛鉱、鉄閃亜鉛鉱などを伴う。このうち採掘対象と考えられる鉱種は、銅と錫である。鉱化時期はスカルン形成後で、銅と錫の鉱化時期は、錫鉱化作用が銅鉱化作用よりやや早いと考えられている。鉱化部位は、ボーリングコア調査では、銅の鉱化作用は硫化鉱体、スカルン・スカルン化大理岩中に多く、花崗岩との接触部と大理岩の層準規制を受けているように考えられる。錫の鉱化作用は、舌状花崗岩の上・下盤の接触部付近及び赤鉄鉱スカルンと関係するようにみえる。

凹陷構造は、241 測線の坑内ボーリング調査結果から、見掛け垂直幅 100 m、奥行き 120 m 程度と見込まれる。さらに凹陷構造は 241 測線から北東方向へ伸長し、247 測線まで達すると想定させる。この凹陷構造の上盤・下盤を規制する花崗岩の貫入部位は、大理岩の層理面と調和し、凹陷構造内にはほぼ同一層準の大理岩が胚胎すると考えられるので、241 測線と同様の優勢な鉱化作用が 247 測線まで期待できる。

241 測線では、鉱量 154 万トン、銅品位 1.017% のポテンシャルが見込まれ、241~247 測線までの 600 m 以上の区間には鉱量約 1,000 万トンが考えられる。

しかし、経済性を左右する要素として、金属価格の回復、精鉱買鉱条件の改訂などの市況要素のほかに、出鉱品位の向上、山元直接費の低減、採鉱・選鉱技術の改善・合理化などの技術要素

が重要な役割を占めている。241 測線のボーリング着鉱区間の荷重平均銅品位は 1.017%と計算されるが、鉱画内着鉱ボーリング区間の品位構成は、Cu 1%以上が約 1/3 で、多くは Cu 1%以下である。したがって、小規模高品位鉱採掘のための出鉱品位の向上を考えるとともに、鉱量増加によるスケールメリットの検討も考える必要がある。このため、今後、次の調査が考えられる。

242 測線から 247 測線まで坑内ボーリングを行い、鉱体総延長 600 m以上、鉱量約 1,000 万トン、銅品位 1%前後のポテンシャルを確認する。鉱化帯の広がり・連続性の確認のほかに、高品位部胚胎部位の追求も考え、ボーリング調査は現 100 m間隔の測線上で実施するのが望ましい。

鉱床評価には、採鉱・選鉱方法と連動したカットオフ品位を変動させた出鉱品位と鉱量の計算、操業度のスケールメリットなどを検討するためにコンピュータ使用の鉱量計算（実施は日本国内・中方へ技術移転）がふさわしい。

将来の開発に向けて、採鉱・選鉱・そのほか、各部門の問題点の発掘と検討・解析等を行い、技術的改善・経済的な最適開発方案を提言する。

卡房地区は、これまでの調査でも、1600~1950 m Lの各所に凹陷構造が確認されているので、本 1740 m Lのほかに、このような凹陷構造の発達する可能性も今後の探査課題と考えたい。

#### 4.2 坑道調査

坑道調査は、簡旧地域卡房地区における地質及び鉱床の賦存状況を解明し、中華人民共和国の資源開発の支援を行うために、1997 年度に引き続き、1740 m Lで坑内ボーリング調査を実施するための坑道を掘削すること、また、本調査に参画する中国側専門家に対して坑道掘削に係わる技術移転を行うことを目的として行われた。

1998 年の坑道調査は、脆弱な変玄武岩も 6 mで終り、それ以後は雨季の湧水にてこずったもの大理岩を順調に掘り進み、当初計画を 60 m上回る 455 mを掘進、1999 年までに予定されていた工事量を完工した。これは地質条件が良好であったことが 1つの要因であるが、昨年度までに中国側へ移転された脆弱岩盤掘削技術の成果が、技術的背景として果たした役割は少なくない。今後は、中国側技術陣が、本調査を通じて取得した軟弱岩盤掘削技術、ならびに日本から支援されたピックハンマー、H型鋼材、鋼矢板などの資機材を、卡房地区のみならず、簡旧地域の鉱山開発に応用し、採鉱技術の改善、さらには地域の発展に貢献することを期待したい。

#### 4.3 ボーリング調査

ボーリング調査は、卡房地区の鉱床賦存状況を確認する目的で、240 及び 241 の 2 測線でワイヤーライン工法により実施された。当初計画に対し、240 測線は 1 孔増孔 163 m減掘の 6 孔 627 m、241 測線は 1 孔増孔 50 m減掘の 7 孔 760 m、合計 13 孔、1,387 mを掘進した。中国側の新工法に対する習熟度は着実に進展しており、比較的安定な大理岩などでは所期の能率を達成しているが、240 測線で遭遇した脆弱変玄武岩などの悪条件下での能率低下もあり、掘進率は平均 4.3 m/方と、計画 5.0 m/方を下回った。

今後は、掘進能率の悪条件下での向上と安定岩盤でのさらなる向上が期待されるとともに、岩盤状況に対応したボーリング機械の回転数の調整・ビットタイプの選定・泥水管理などの検討・改善が来年度の技術的に考慮すべきことと考えられる。

## 第5章 結論及び提言

### 5.1 結論

箇旧地域卡房地区は、1978年から1997年に断続的に行われた地表ボーリング調査で地表下約500 mの1600~1800 mLにスカルン型銅錫鉱床の伏在を認め、新規鉱床胚胎が有望視れる地区である。第6年次は、卡房地区1740 mLで、地質調査、坑道調査、ボーリング調査が行われた。

地質調査は、坑内ボーリングコア調査、坑内地質調査を行い、卡房鉱床の地質・鉱床を把握し、鉱床規模の概要及び採算性を明らかにし、次年度調査計画の見直しを行った。

本地区の地質は中部三疊系の大理岩主体、変玄武岩を挟在する箇旧層卡房部層とこれに貫入した燕山晩期の潜頭性花崗岩よりなり、本地区南部を老熊洞断裂が東西に走る。

潜頭性花崗岩は、北東方向に延びる岩体で、褶曲・断裂や堆積岩類の層理面・節理に規制されて、舌状の貫入岩体を派生して大理岩などを取り込んで、見掛け上の凹陷構造を形成し、この凹陷構造中に潜頭性スカルン型銅錫鉱床が胚胎する。

スカルンは主にざくろ石、陽起石スカルンで、花崗岩と接触する大理岩及びスカルン化され易い大理岩層準中に、両者の接触面、大理岩の層理面・節理などに規制されて胚胎する。

錫鉱化作用は、錫石を主とし、花崗岩との接触部付近及び赤鉄鉱スカルンと関係するようみえる。銅鉱化作用は、花崗岩との接触部及び大理岩の層準規制を受けているように考えられ、スカルン中に鉱染・細脈状に胚胎するほか、大規模な塊状硫化鉄鉱体を形成している。鉄石鉱物は主として磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、黄銅鉱である。

鉱床を胚胎する凹陷構造は、241 測線のボーリング結果から、見掛け垂直幅100 m、奥行き120 m程度と見込まれ、この凹陷構造は、数少ないが地表ボーリングの結果から、241 測線から北東方向へ伸長し、600 m離れた247 測線まで達すると想定される。この凹陷構造の上盤・下盤を規制する花崗岩は、大理岩の層理面に規制されて貫入していると考えられるので、この凹陷構造内にはほぼ同一層準の大理岩層準が胚胎し、241 測線と同様の優勢な鉱化作用が247 測線まで期待できる。鉱量・品位的には、241 測線では鉱量154 万トン、銅品位1.017%のポテンシャルが見込まれるので、241~247 測線の約600 m間には、鉱量約1,000 万トンが考えられる。

しかしながら、243 測線付近では大理岩の走向変化がみられ、それとともに凹陷構造を規制する花崗岩の貫入形態も変化していると考えられるので、243 測線以奥のポテンシャル確認には、この状況を確認するよう244 測線から奥へ坑内ボーリング調査を広げること考えたい。

本鉱床開発の経済性を左右する要素としては、金属価格の回復、精鉱買鉱条件の改訂などの市況要素のほかに、出鉱品位の向上、山元直接費の低減、採鉱・選鉱技術の改善・合理化などの技術要素が重要な役割を占めている。241 測線のボーリング着鉱区間の荷重平均銅品位は1.017%と計算されるが、鉱画内着鉱ボーリング区間の品位構成は、Cu 1%以上が約1/3で、多くはCu 1%以下である。したがって、小規模高品位鉄採掘のための出鉱品位の向上を考えるとともに鉱量増加によるスケールメリットの検討も必要と考えられる。

坑道調査は、坑内ボーリング調査のための坑道掘削を行うこと及び坑道掘削に係わる技術移転を行うことを目的に行われ、当初計画を60 m上回る455 mを掘進、1999年までに予定されていた工事量を完工した。これは地質条件が良好であったことが1つの要因であるが、昨年度までに



中国側へ移転された脆弱岩盤掘削技術の成果が、技術的背景として果たした役割は少なくない。今後は、中国側技術陣が、本調査を通じて取得した脆弱岩盤掘削技術ならびに日本からの支援資機材を、卡房地区のみならず、箇旧地域の鉱山開発に応用し、採鉱技術の改善さらには地域の発展に貢献することを期待したい。

ボーリング調査は、卡房地区の鉱床賦存状況の確認及びワイヤーライン工法の技術移転を目的に、240及び241の2測線で計13孔、1,387mを掘進した。新工法に対する中国側の習熟度は調査の進展とともに着実に向上しており、比較的安定な大理岩などでは所期の能率を達成している。しかし、240測線で遭遇した脆弱変玄武岩などの悪条件下での能率低下がみられた。今後は、岩盤状況の悪い条件下での掘進能率向上と安定岩盤でのさらなる向上が期待されるとともに、岩盤に対応したボーリング機械の回転数の調整・ビットタイプの選定・泥水管理などの検討・改善が技術的に考慮すべきことと考えられる。

## 5.2 提 言

1998年の坑内ボーリングでは、241測線で鉱量154万t、銅品位1.017%のポテンシャルが見込まれ、さらに247測線までの600m間には鉱量1,000万tが期待される結果が得られている。

ポテンシャル範囲のうち、241測線から243測線までは、241測線の鉱床胚胎状況、坑道でみられる大理岩の性状と鉱化・変質作用の発達状況、243測線の地表ボーリング1本の着鉱状況から、鉱床胚胎が十分考えられる。しかしながら、243測線付近では大理岩の走向変化がみられ、それとともに凹陷構造を規制する花崗岩の貫入形態も変化していると考えられるので、243測線以奥のポテンシャル確認には、この状況を確認するよう244測線から奥へ坑内ボーリング調査を広げること考えたい。

さらに、本鉱床の開発には、鉱床内の品位分布の解明、採鉱・選鉱技術の問題点、経済性の改善など、この鉱床を技術的・経済的に有利に開発するための諸問題が横たわっている。このため、今後の調査として次のこと考える。

1. 坑内ボーリング調査を継続し、鉱床ポテンシャルを高めるとともに品位分布を解明する。ボーリングは、現状の100m間隔の測線上で、242測線から順次奥へ実施していくことが望ましく、鉱況・凹陷構造の形態の変化に対応できるような柔軟性のあるものとしたい。
2. 鉱床評価には、採鉱・選鉱方法と連動したカットオフ品位を変動させた出鉱品位と鉱量の計算、操業度のスケールメリットなどを検討するためにコンピュータ使用の鉱量計算（実施は日本国内・中方へ技術移転）がふさわしい。
3. 開発に向けて、採鉱・選鉱・そのほか、各部門の問題点の発掘と検討・解析等を行い、技術的改善・経済的な最適開発方案を探る。
4. 坑内ボーリング調査では、中国側の技術習熟度の向上はめざましいものがあるが、岩盤の悪条件下での機械操作、ビット・泥水管理などが課題と考えられる。

なお、坑道掘進技術について、中国側が過去3年間に習熟した脆弱岩盤の掘削技術が、本地区のみならず箇旧地域で今後も活用されることを期待したい。さらに、これまでの調査で箇旧地域には、本1740mLのほか、各所に凹陷構造が認められおり、その探査は将来の課題と考えたい。

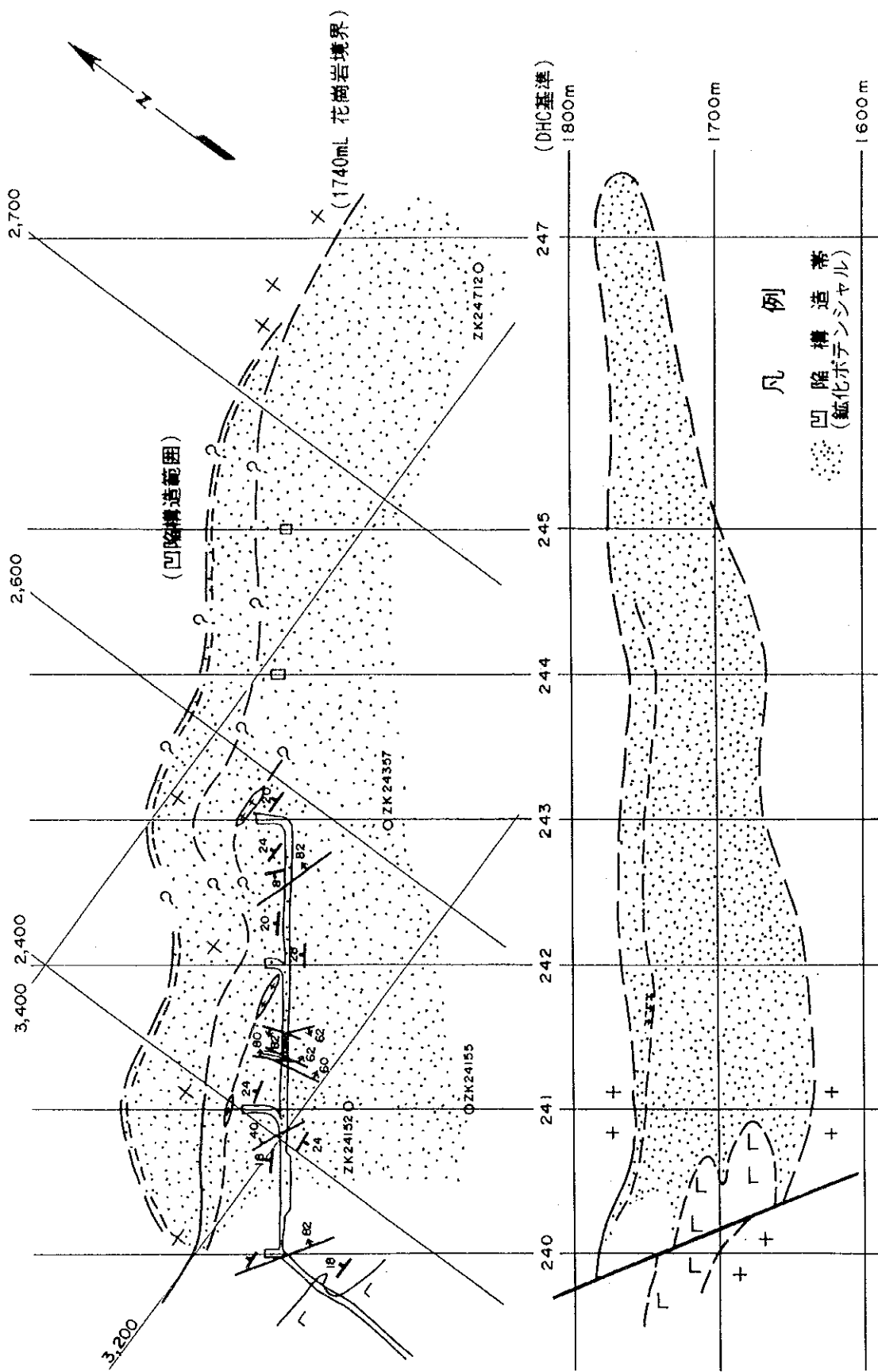


图 1-3 箇旧地域卡房地区 1740 m L 總合解析图

## 第Ⅱ部 各 論



## 第Ⅱ部 各論

### 第1章 地質調査

#### 1.1 調査の概要

地質調査は、日中が協力して実施する坑道調査及びボーリング調査と連動して、坑内ボーリングコア調査及び坑内地質調査を行い、卡房地区の地質及び地質構造と鉍化作用との関係を把握し、鉍床規模の概要及び採算性を明らかにし、次年度調査計画の見直しを行った。

ボーリングコア調査は、240・241 両測線上で扇形に実施されたボーリングを対象に、岩石区分、鉍化作用、変質作用などを肉眼鑑定し、縮尺 1:200 の地質柱状図にまとめた（巻末資料 2）。

坑内地質調査は、日中協力坑道を対象に、岩石区分、鉍化作用、変質作用などを肉眼鑑定し、調査結果を縮尺 1:200 の坑道図にまとめた（付図 1、巻末資料 12）。

コア及び坑道試料は中国側が採取し、錫と銅の 2 成分を箇旧の西南地質勘查局 308 隊分析センターで分析した。分析法は巻末資料 3 に示す、分析件数は第Ⅰ部に記述している。そのほか、岩石薄片と研磨片の観察（巻末資料 10）、鉍石比重測定（巻末資料 4）を 308 隊で実施した。

#### 1.2 一般地質

##### 1.2.1 地質概要

箇旧地域は揚子地台西縁地域の南縁に位置し、中生代晩期の燕山運動により強烈に褶曲・断裂した三疊系の地層が分布し、これに大規模なマグマ貫入を伴い、錫多金属鉍床が形成されている。

本地域の中部を南北方向の箇旧断裂が走り、本地域を東西に 2 分している。西側では、斑状黒雲母花崗岩が大きく露出し、大型鉍床は、未発見である。東側では、堆積岩類に複背斜、褶曲及び種々方向の断裂構造が発達し、これらが深部の花崗岩の貫入形態を規制し、馬拉格、松樹脚、高松、老廠、卡房などの鉍区を形成している（図 2-1-1）。

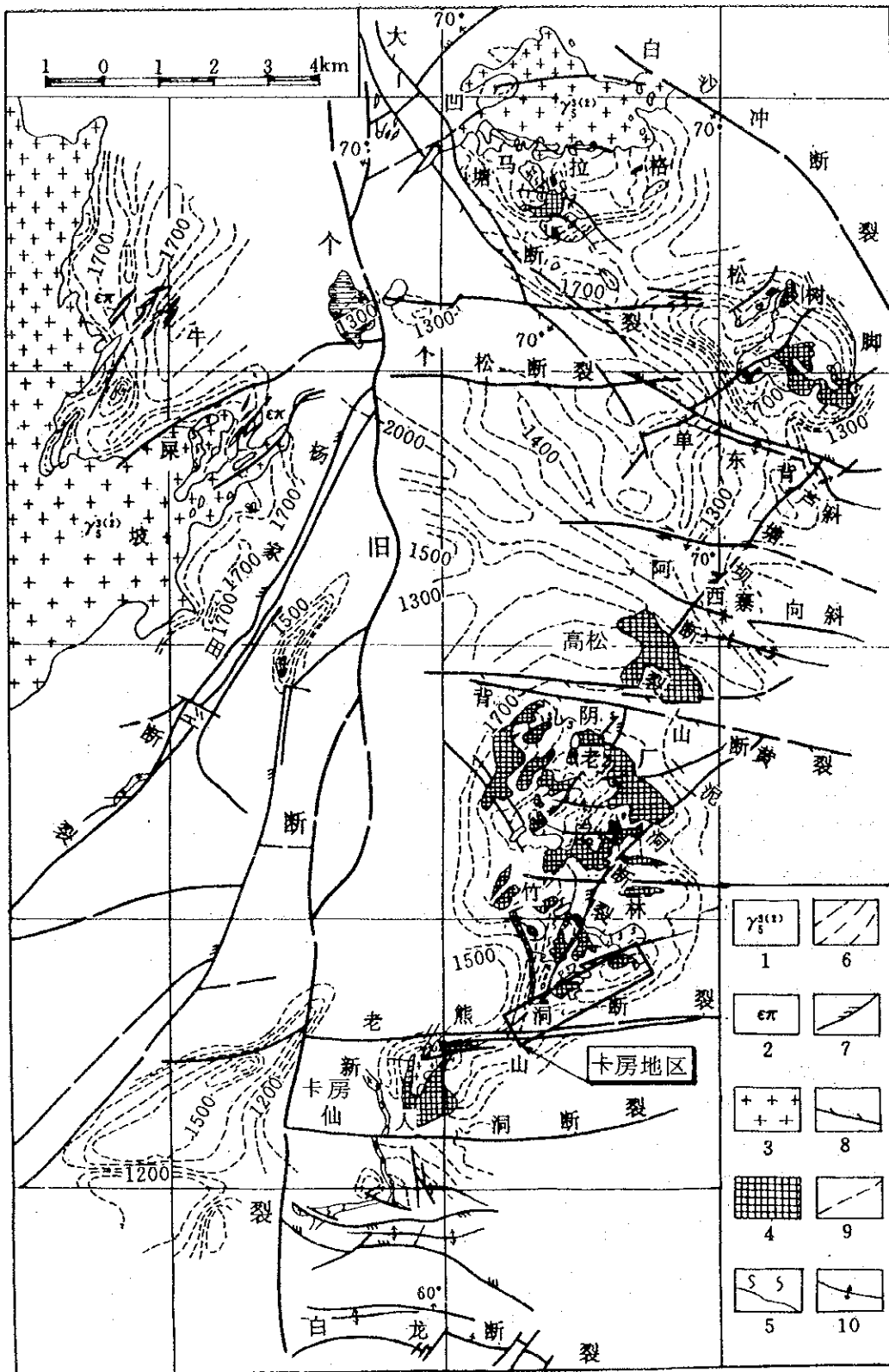
##### 2.1.2 地層層序

箇旧地域卡房地区に分布する主要な地層は、中部三疊系の箇旧層下部卡房部層で、山間盆地及び山腹を第四系が覆っている。下位より各地層を記述する（図 2-1-2）：

###### (1) 中部三疊系箇旧層卡房部層 ( $T_{2g2}$ )

本層は、整合する 5 層 ( $T_{2g1}^i \sim T_{2g5}^i$ ) に区分される。地表では、主に最上位層が分布し、単純な単斜構造を示す。しかし、ボーリング地質の対比は、岩相変化が比較的大きく、単純な対比は困難なことが多い。

・ $T_{2g1}^i$ ：本層は卡房部層最下位層で、本地区の地表には見られず、ボーリングで確認されている。灰色、暗灰色の厚層状大理岩で、中厚層状の泥質大理岩を挟む。下から上へ泥質含有量が減少する。本層の頂部から下位へ 60~100m 間に、整合的に層厚 40~60 m の変玄武岩を挟在する。本層の底部は未確認だが、厚度は 100 m 以上と考えられる。1740 m L 協力坑道で見られる地層は岩相



个旧矿区东部接触带矿床分布图 (中国矿床·中册、P.138)

(据西南冶金地质勘探公司 308 队, 1981 修编)

1—中、细粒黑云母花岗岩; 2—正长斑岩; 3—变辉绿岩; 4—锡铜型硫化矿体; 5—无矿砂卡岩; 6—花岗岩等深线; 7—压扭性断层; 8—张扭性断层; 9—性质不明断层; 10—背斜轴线

图 2-1-1 箇旧地域地質概略图

から本層に対比されている。

・T<sub>2</sub>g<sup>5</sup>: 本層は本地区の地表には見られず、ボーリングで確認されている。灰色、浅灰色の大理岩と黄褐色の苦灰質大理岩、石灰質苦灰岩の互層で、泥質を含む。層厚は40~80 mである。

・T<sub>2</sub>g<sup>4</sup>: 本層は本地区の地表には見られず、ボーリングで確認されている。灰色、暗灰色の大理岩を主に、黄色の泥質大理岩を挟む。一部に海百合化石がみられる。層厚は70~150 mである。

・T<sub>2</sub>g<sup>3</sup>: 一部が本地区中部に露出する。ピンク色、紫紅色、褐灰色及び灰白色の層状苦灰岩、石灰質苦灰岩、含苦灰質大理岩と大理岩の互層である。層厚は110~200 mである。

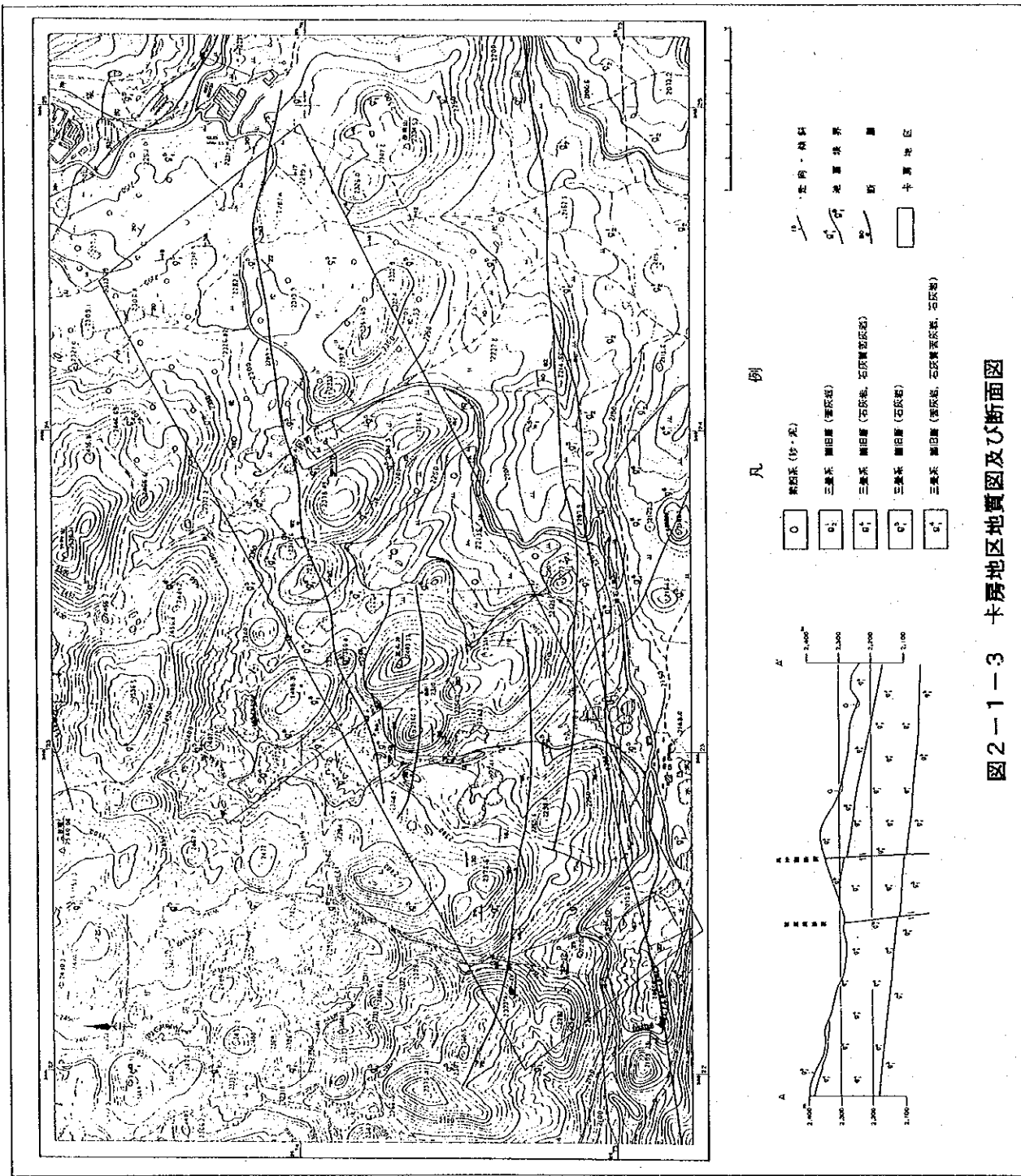
・T<sub>2</sub>g<sup>1</sup>: 最上位層で、本地区の地表の大部分に露出する。主に白色ないし灰色の大理岩よりなり、薄い石灰質苦灰岩を挟む。一部に海百合の化石を産する。層厚は110~240 mである。

(2) 第四系更新統 (Q)

黄色、紅褐色の粘土及び砂質粘土で、箇旧層卡房部層を不整合に覆い、層厚は一般に0~40 mである。本層は初生鉱床の周辺では、砂錫鉱床を形成している。

| 地質時代      | 地層名         |                               | 層厚 (m)  | 模式柱状図 | 岩 相                     | 貫入岩類         | 鉱床・鉱徴             |
|-----------|-------------|-------------------------------|---------|-------|-------------------------|--------------|-------------------|
| 第四紀       | 第四系         | (Q)                           | 0~40    |       | 砂・泥                     |              | 錫砂鉱床              |
| 白亜紀       |             |                               |         |       |                         | 燕山晚期<br>花崗岩類 | 錫銅スカルン、<br>硫化鉱    |
| 中部<br>三疊紀 | 箇旧層<br>卡房部層 | T <sub>2</sub> g <sup>5</sup> | 110~240 |       | 白色・灰色大理石、石灰質苦灰岩 (海百合化石) |              |                   |
|           |             | T <sub>2</sub> g <sup>4</sup> | 110~200 |       | 赤桃色苦灰岩、苦灰質大理岩 / 白色大理岩互層 |              |                   |
|           |             | T <sub>2</sub> g <sup>3</sup> | 70~150  |       | 灰色・暗灰色大理岩、黄色泥質大理岩       |              |                   |
|           |             | T <sub>2</sub> g <sup>2</sup> | 40~80   |       | 白色大理岩、黄色苦灰岩             |              |                   |
|           |             | T <sub>2</sub> g <sup>1</sup> | 100+    |       | 灰色大理岩、変玄武岩              |              | (1740ml.<br>協力坑道) |

図 2-1-2 卡房地区地質模式層序図





### 1.2.3 地質構造

本地区北西部を東北—南西方向の背斜構造が走り、地表に分布する地層は、一般に走向が北東—南西で、南東方向へ $10\sim 20^\circ$ 程度の緩い単傾斜を示す。

主な断裂は、東西方向で、なかでも顕著なものは、本地区南部を切る老熊洞断裂である。本断裂は、ほぼ東西に走り、長さ約8 km、北傾斜 $65\sim 87^\circ$ の逆断層と考えられる。断裂面は平直あるいは穏やかな波状の圧縮性断裂で、普遍的に水平擦痕がみられる。活動時期は燕山晩期以前とされているが、現地形に反映していることなどから、その後にも多時期のわたる活動があったと考えられる(図2-1-3)。

### 1.2.4 火成岩

本地区の地表に火成岩の露出はみられないが、ボーリング及び坑道で潜頭性の黒雲母花崗岩の貫入及び変玄武岩の産出がみられる(図2-1-5~9)。

#### (1) 変玄武岩

箇旧層卡房部層のT<sub>2</sub>gI層中に大理岩と整合状に、層厚40~60 mの変玄武岩が産出する。胚胎レベルは1700~1800 m L前後である。原岩は塩基性火山岩で、燕山晩期の花崗岩の貫入作用と構造作用により、いろいろな程度の変成を受けている。変成鉱物は陽起石、金雲母などが主で、暗緑色を呈し、緻密塊状で、繊維状変晶組織がみられる。節理・層理面に沿ってスカルン化を受け、磁鉄鉱、黄鉄鉱などの鉱染がみられる。

#### (2) 花崗岩

本地区に産出する花崗岩は、潜頭性で、基本的には北東—南西方向に延びる馬の背状に貫入し、北東に向かって老廠の潜頭性花崗岩につながり、南西に延びて卡房新山の地表に露出するという。花崗岩は、褶曲と断裂、堆積岩類の層理面と節理の規制を受け、馬の背状、舌状に貫入し、堆積岩類の三方を囲むように貫入し、断面で見ると見掛け上の花崗岩に凹陷構造を形成している。

花崗岩は灰白色で、主に中粒等粒状黒雲母花崗岩である。貫入頂部と辺部の多くでは、細粒状で、往々にして粘土化変質作用でマフィック鉱物は非常に少なく、雲母の多くは白雲母となっている。局部的には含斑状あるいは斑状花崗岩がみられる。

## 1.3 鉱化作用

### 1.3.1 鉱床概要

箇旧地域は、箇旧市の中心を南北方向に延びる箇旧断裂により東西に区分され、本地域に見られる銅・錫鉱床の大部分はその東側に分布する。箇旧断層東側の鉱床群として、北から馬拉格、松樹脚、高松、老廠及び卡房鉱床が知られ、これらが東西10 km、南北20 kmの範囲に分布し、全体として一大鉱床地帯を形成している(図2-1-1)。

断裂東側の地表部では、苦灰岩質大理岩を主とする三疊系が広く分布し、北北東—南南西方向の複式背斜が発達する。花崗岩は、主に潜頭性で、地表の露出は小規模である。花崗岩の貫入形態・産状は、この構造に規制されている。より後期の東西方向の2次断裂、褶曲などの構造により花崗岩は、さらに規制された分布を示す。鉱床は、花崗岩の貫入に関係し、大理岩を交代して

生成された、塊状及び脈状～ネットワーク状鉱床で、地表部には二次的に形成された漂砂鉱床（砂鉱）が分布する。

### 1.3.2 鉱床の形態・分類

鉱床は、主として上記の三疊系大理岩及び燕山期（後期白亜紀）の花崗岩との接触部及び周辺の炭酸塩岩中に胚胎するスカルン型銅・錫鉱床で塊状鉱、脈状鉱、網状鉱として産する。主な鉱石鉱物は、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、黄銅鉱、錫石、閃亜鉛鉱、方鉛鉱からなり、スカルン鉱物は、透輝石、アクチノ閃石、ザクロ石、透閃石、スフェーン、螢石、ベスブ石などで、そのほかの脈石鉱物として、石英、斜長石、カリ長石、方解石、ドロマイト、絹雲母、タルク、電気石などが認められる。鉱石には、次のような産状が見られる。

(1) グライゼン化花崗岩：花崗岩体の周辺部にしばしばグライゼン化が見られ、レンズ状、不規則巢状を呈する。少量の錫石を含有することがあるが、鉱床としての規模は小さい卡房地区のボーリングコアに見られるグライゼン化の規模は、1 m以下の場合が多い。

(2) スカルン鉱：主に花崗岩と大理岩との接触部に産するが、卡房鉱山の坑内では、変玄武岩と大理岩との境界部にもスカルン鉱が見られる。そのほか、大理岩中に脈状に産することもある。スカルン鉱物は、主にザクロ石、透輝石、アクチノ閃石からなり、しばしば、鉱化作用を伴い、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱を鉱染する。

(3) 硫化鉱：本地区の鉱床で最も重要な鉱石で、花崗岩と大理岩の接触部及びスカルン・大理岩中に塊状、脈状、不規則状及びレンズ状をなして産する。鉱石は塊状硫化鉱及び鉱染状をなし、鉱石鉱物は磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、錫石、灰重石、自然ビスマスのほか、局部的に閃亜鉛鉱、方鉛鉱、硫砒鉄鉱及び輝銅鉱を伴う。脈石鉱物は石英、方解石、透輝石、アクチノ閃石、透角閃石、ザクロ石、ベスブ石、螢石などからなる。

鏡下において、黄銅鉱及び磁硫鉄鉱はしばしば密接な共生関係を示し、スカルン鉱物の結晶粒間を充填したり、細脈状に産する。晶出時期は磁硫鉄鉱→黄銅鉱の順である。錫石は炭酸塩鉱物中に細粒（100  $\mu$  m 以下）、自形を呈し点在する。黄鉄鉱や磁硫鉄鉱と共存して見られるも、スカルン鉱物との共生関係は認められない。鏡下での産状より、錫石の晶出時期は、銅の鉱化作用に対しやや早いステージの可能性が考えられる。

硫化鉱の一部は、特に地表部では酸化のため褐鉄鉱化が顕著で、構成鉱物の大部分が鉄酸化物、硫酸鉛、酸化銅鉱物に変わっている。褐鉄鉱化は坑内のかなりの深度まで観察され（例えば、老廠鉱山）、恐らく断層や割れ目沿いに地下深くまで風化が進んだもの（層間酸化鉱床と呼ばれる）と考えられる。

(4) 電気石脈：錫石を含む電気石脈群として鉱床の比較的上部に発達する。老廠鉱山の露天掘り鉱床では北東－南西方向の走向を示し、大理岩中を褐鉄鉱化した脈状硫化物とともに産する。構成鉱物は主に電気石、石英、螢石、リシア雲母、錫石で、そのほかに鉄マンガン重石、灰重石、緑柱石を伴う。

(5) 砂鉱：地表のカルスト地形を埋める赤褐色の粘土質土壌及び大理岩中の中の割れ目、節理沿いを充填する粘土には少量の錫石が含有され、一種の風化残留鉱床を形成する。

### 1.3.3 鉱床形成の場

箇旧の錫多金属鉱床は三疊系堆積岩の層位、地質構造、花崗岩の貫入の三者の有機的な組合せで規制され、次のようにまとめられる(図2-1-4)。

(1) 背突式：上部は背斜構造で下部に花崗岩の小岩株突起がある。岩株に沿う接触帯には常にスカルン型硫化物鉱床が形成され、その外側の成鉱に有利な層位には層間鉱床が形成されている。

(2) 向断層凹陷式：上部は向斜構造で、その軸部に成鉱期あるいは成鉱期前後に縦・横向きの断裂が発達している。下部の花崗岩が凹槽状あるいは盆状を呈し、即ち「向斜・断裂・凹槽」式である。断裂帯及び成鉱に有利な層位に沿って層間鉱床を形成し、花崗岩接触帯にはスカルン硫化物鉱床が賦存する。

(3) 断裂加互層式：成鉱期・成鉱前の断裂が箇旧層のドロマイトと石灰岩互層帯を切り、鉱液が層間の滑動構造あるいは破碎帯を充填交代し、層間整合式鉱床を形成する。すなわち、これは互層帯と断裂の交切式である。

(4) 断裂式：鉱液が断裂構造に沿って充填交代し、脈状鉱を形成する。

(5) 断皺式：断裂と急傾斜の岩層を作る撓曲帯(別名：急立帯)中に賦存する層間鉱床である。

(6) 塔松式(凹陷構造)：層間構造あるいは岩性の異なる岩石の境界面(玄武岩・輝緑岩と炭酸塩岩との境界)に沿う花崗岩舌・岩枝状貫入の花崗岩岩株の接触帯に、断面方向で多層にわたる凹陷構造を形成し、この凹陷構造が岩株の四方に発達して似塔松状を呈する。卡房地区の協力調査の対象鉱床は、本形式と考えられている。

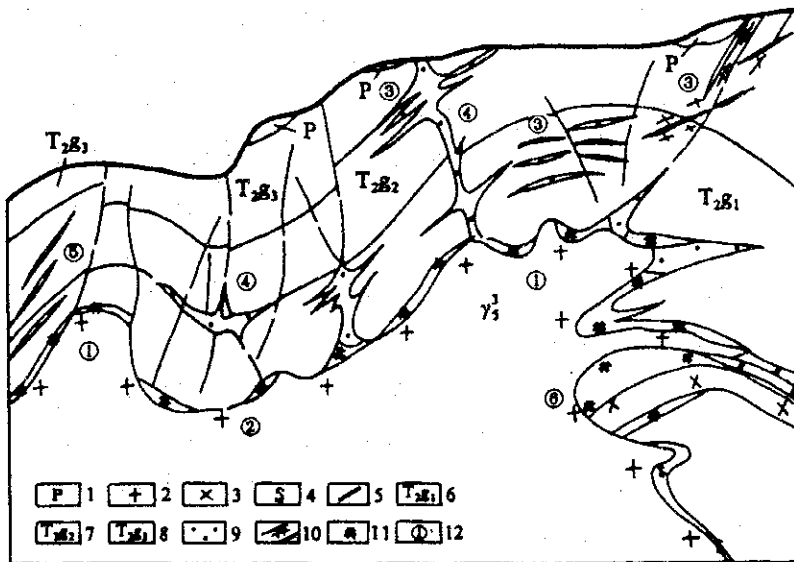


图 1-2 个旧矿区构造控矿模式  
 1. 砂矿; 2. 燕山期花岗岩; 3. 玄武-辉绿岩; 4. 砂卡岩白钨矿床; 5. 断裂; 6. 中三叠统个旧组卡房段地层; 7. 中三叠个旧组马拉格段地层; 8. 中三叠个旧组白泥洞段地层; 9. 层间氧化矿床; 10. 层面细脉带矿床; 11. 接触带硫化矿床; 12. 控矿形式编号  
 ①背突式; ②向断凹式; ③断裂加互层式; ④断裂式; ⑤断皱式; ⑥塔松式

(雲南箇旧錫銅多金属鉱床：1996)

図 2-1-4 箇旧地域鉱床模式図

## 1.4 坑内地質調査

### 1.4.1 坑内地質状況

本年度の協力坑道は、起点より 160.10 m の地点から 243 ボーリング室まで、455 m を掘進している。全体的な地質状況は、開始点から 6.00 m までが帯緑黒色変玄武岩、それ以奥は大理岩を主体とする。詳細な坑内地質状況は次のとおりである（図 2-1-5、巻末資料 12、付図 1）。なお、区分は坑道天盤中央を目安としている。

1998 年度開始点から 6.00 m まで、帯緑黒色変玄武岩。比較的固いが、 $N30^{\circ} W$ 、傾斜  $60^{\circ} NE$  及び  $N52^{\circ} E$ 、傾斜  $60^{\circ} NW$  の断層が走り、軟弱部分で角礫ブロック化している。断層の前後関係は、前者を後者が切っている。6 m 地点で整合に上盤大理岩と境する。境界部の変玄武岩は幅 70 cm ( $Sn < 0.03\%$ 、 $Cu 0.282\%$ ) が、大理岩は幅 1 m ( $Sn < 0.03\%$ 、 $Cu 0.132\%$ ) が暗緑色スカールン化されている。

開始点から 6 m で大理岩に入る。ここから 241 ボーリング室分岐までの大理岩は、白色・灰白色、塊状、一部縞状を呈する。走向は主坑道掘進方向 ( $56^{\circ}$ ) よりやや東西方向寄り、傾斜は一部で緩い背斜を示すが、一般には北西傾斜である。したがって、坑道の大理岩は、主坑道の掘進に連れて次第に上盤となって行く。断層は、240 ボーリング室分岐手前に、走向  $N30W^{\circ}$ 、傾斜  $80^{\circ} NE$  の断層が観察され、この断層は 240 測線坑内ボーリングでは変位 10 m 程度の正断層と考えられる。そのほかには、NNW 系の急傾斜の小断層が多数発達するが、変位は一般に小さく数十 cm 程度と観察される。

241 測線ボーリング室分岐から奥の大理岩は、白色・灰白色を呈し、一般に再結晶化し、黄鉄鉱染が部分的に観察される。そのうち、241 測線ボーリング室分岐付近には、241 測線で捕捉された鉱化帯の延長と考えられる層間鉱化帯が観察される。チャンネル試料分析では最高品位  $Sn 7.260\%$ 、 $Cu 1.760\%$  が得られている。さらに、241 測線から 33 m では、大理岩の層理面と調和した塊状硫化鉄鉱体が達している。この付近の主坑道の掘進方向と大理岩との走向がほぼ一致しているので、鉱体は約 16 m 間続く（チャンネル平均品位、 $Cu 1.087\%$ 、 $Sn$  は  $< 0.03 \sim 2.110\%$ ）。

1998 年の坑道調査は、243 測線ボーリング室までほとんど大理岩の中を掘進している。花崗岩は、242 ボーリング室分岐手前で、薄層状の強粘土化花崗岩が左側壁に大理岩の層理面と調和的に貫入しているのが観察されたのみで、この花崗岩は天盤及び右側壁までは延びていない。しかしながら、241 測線分岐以深の大理岩には層状スカールン化、硫化鉄鉱体がみられるとともに、大理岩も再結晶化し黄鉄鉱染もみられる。さらに、240・241 両測線の水平ボーリングから、凹陷構造上盤を規制する花崗岩は、大理岩の層理面と調和的な貫入形態と考えられるので、ZK24357 の花崗岩確認深度と坑道引立て付近の大理岩の走向・傾斜から、現協力坑道の引立て先に花崗岩の可能性を否定できない（図 2-1-11、12）。

### 1.4.2 裂罅系

坑内地質調査では、坑道掘削上の安全性を考察するため、坑内の裂罅系の測定に努め、測定値をステレオ投影（下半球に投影）して解析した（図 2-1-6）。

裂罅系は、①走向  $N24^{\circ} W$ 、傾斜  $70^{\circ} NE \sim 80^{\circ} SW$ 、

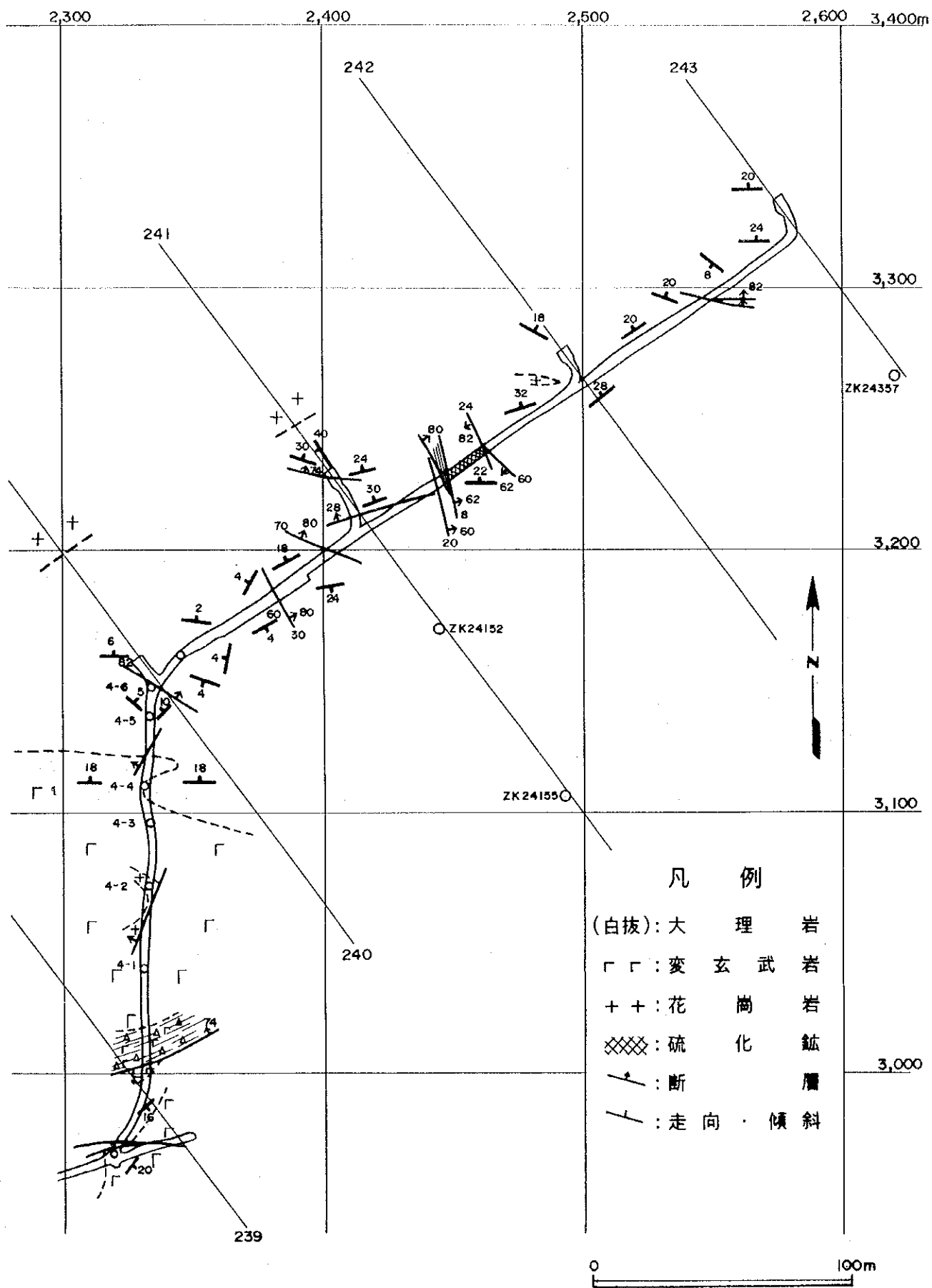


图 2-1-5 卡房地区 1740mL 协力坑道地质图

②走向  $N60^{\circ} W$ 、傾斜  $60^{\circ} NE \sim 80^{\circ} SW$ 、

③走向 E-W 前後、傾斜  $30^{\circ} N$  前後、の3箇所ピークがみられる。

①及び②の NW-SE 系の断裂は坑道全体に発達し、傾斜は急で垂直前後、変位量は一般に 1 m 以下である。しかし、240 測線ボーリング室分岐には、240 測線坑内ボーリングから変位 10 m 程度と推定される断層が走る。また、242・243 測線間には、大理岩の走向・傾斜を変化させるような断層が考えられる。③の断層は、241 測線分岐奥に発達する層间断層を反映している。

協力坑道入口近くを走る老熊洞断裂 ( $N70^{\circ} E$ 、傾斜  $74^{\circ} N$ ) の影響は、1998 年度の協力坑道が本断層から遠ざかったため少ない (④)。また、老熊洞断裂以北の変玄武岩中に、老熊洞断層から派生したと推定される  $N25^{\circ} E$  系の断層もはっきりしなくなっている (⑤)。

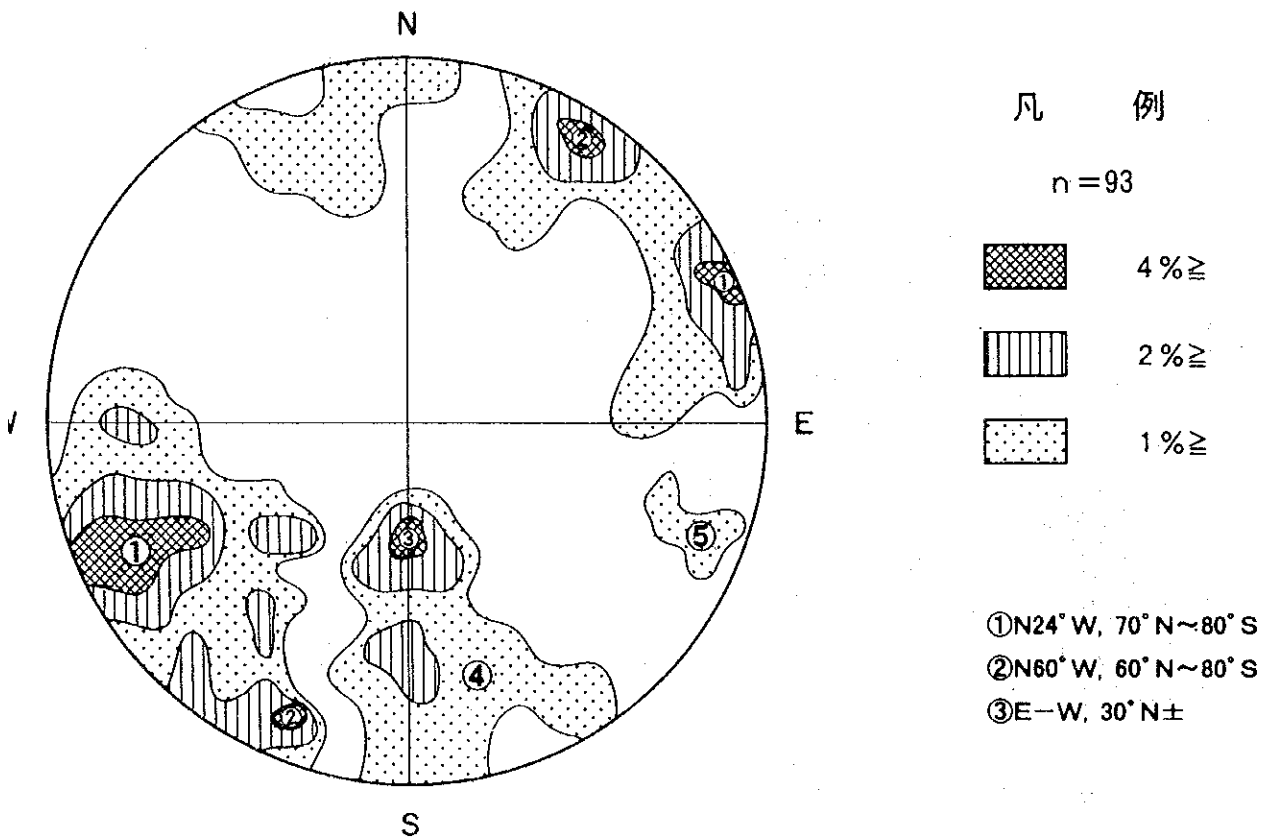


図 2-1-6 1740 mL 協力坑道裂隙系の等集中度曲線図 (下半球へ投影)

## 1.5 ボーリング地質

本年度の坑内ボーリング調査は、凹陷構造の形態、スカルン帯・鉍化帯の規模・鉍化作用の発達などの鉍況を確認することを目的としている。

このため、ボーリング孔は、凹陷構造にほぼ直交する測線（方向 323°）断面上に乗るようにボーリング室を要とする扇形に配置された。調査対象の測線は、100m 間隔の 240 測線（ボーリング 6 本）と 241 測線（同 7 本）である。以下に、各孔の地質・着鉍区間の概要を記載する：

K Z K 2 4 0 0 1（方位 323° 傾斜 +30° 深度 60.00 m）

### ・地質状況

- 0.00～ 6.60 m：灰白色大理岩
- 6.60～ 9.10 m：赤茶色赤鉄鉍・磁鉄鉍スカルン
- 9.10～13.32 m：灰白色大理岩
- 13.32～14.03 m：赤鉄鉍スカルン
- 14.03～21.47 m：含赤鉄鉍灰白色大理岩
- 21.47～48.73 m：灰白色大理岩、部分的に縞状あり（40° 前後）
- 48.73～49.80 m：中粒黒雲母花崗岩、強粘土化・グライゼン化
- 49.80～52.80 m：中粒黒雲母花崗岩、強粘土化
- 52.80～56.40 m：中～細粒黒雲母花崗岩、強粘土化・電気石脈
- 56.40～60.00 m：中粒黒雲母花崗岩、中粘土化・黄鉄鉍鉍染

### ・鉍化区間

赤鉄鉍スカルン、赤鉄鉍スカルン化大理岩中に錫主体の鉍化作用が認められる。

8.27～ 9.10 m（区間長 0.83m）：品位 Sn0.792%、Cu<0.08%

19.58～19.81 m（区間長 0.23m）：Sn0.269%、Cu<0.08%

K Z K 2 4 0 0 2（方位 323° 傾斜 ±0° 深度 80.10 m）

### ・地質状況

- 0.00～15.30 m：灰白色大理岩、部分的に縞状（0～20°）
- 15.30～19.63 m：灰白色大理岩、部分的に赤鉄鉍スカルン化
- 19.63～24.30 m：灰白色大理岩、塊状
- 24.30～27.60 m：灰白色大理岩、部分的に赤鉄鉍化
- 27.60～29.00 m：赤鉄鉍スカルン
- 29.00～36.50 m：灰白色大理岩、塊状
- 36.50～37.60 m：赤鉄鉍スカルン
- 37.60～44.45 m：灰白色大理岩、塊状
- 44.45～47.93 m：暗緑色スカルン化大理岩、黄鉄鉍鉍染
- 47.93～52.40 m：硫化鉍、大理岩リッパ・黄鉄鉍 > 黄銅鉍・部分的に磁硫鉄鉍主体
- 52.40～54.95 m：暗緑色スカルン化大理岩、磁硫鉄鉍・黄鉄鉍 > 黄銅鉍鉍染
- 54.95～66.70 m：中粒黒雲母花崗岩、弱粘土化・緑泥石化

66.70~69.30 m : 中粒黒雲母花崗岩、中粘土化・弱緑泥石化

69.30~78.30 m : 中粒黒雲母花崗岩、塊状、弱粘土化・珪化

78.30~80.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、微弱粘土化・緑泥石化

・ 鉱化区間

赤鉄鉱スカルン、赤鉄鉱化大理岩中に錫主体の鉱化作用が認められる。

17.89~18.21 m (区間長 0.32 m) : Sn2.900%、Cu<0.08%

27.60~29.00 m (区間長 1.40 m) : Sn0.429%、Cu0.135%

硫化鉄及び暗緑色スカルン中に銅主体の鉱化作用が認められる。

44.45~55.16 m (区間長 10.71 m) : Sn — 、Cu0.751%

K Z K 2 4 0 0 3 (方位 323° 傾斜 -20° 深度 136.00 m)

・ 地質状況

0.00~ 20.80 m : 大理岩、部分的に赤鉄鉱化

20.80~ 22.00 m : 赤鉄鉱スカルン

22.00~ 23.80 m : 大理岩、赤鉄鉱化

23.80~ 31.50 m : 赤鉄鉱 (磁鉄鉱) スカルン

31.50~ 42.51 m : 灰白色大理岩

42.51~ 44.76 m : ざくろ石スカルン、斑状自然銅

44.76~ 47.53 m : 暗緑色スカルン、黄銅鉱鉱染・細脈

47.60~ 49.80 m : 中粒黒雲母花崗岩、中粘土化・弱緑泥石化

49.80~ 63.36 m : 中粒黒雲母花崗岩、中粘土化

63.36~ 65.20 m : 中~粗粒黒雲母花崗岩、中~強粘土化、黄銅鉱網状、硫砒鉄鉱

65.20~ 87.10 m : 中粒黒雲母花崗岩、部分的に中粘土化

87.10~ 96.20 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱緑泥石化、91.20 mに電気石脈(w=2cm)、

96.20~121.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱緑泥石化・粘土化

121.00~122.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、グライゼン化

122.00~126.80 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱緑泥石化・粘土化

126.80~133.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、グライゼン化、黄鉄鉱>鉱染、

133.00~136.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、微弱緑泥石化

・ 着鉱区間

赤鉄鉱・磁鉄鉱スカルン中に錫主体の鉱化作用が認められる。

26.7227.72 m (1.00 m) : Sn0.214%、Cu は未分析

花崗岩接触部の硫化鉄及びざくろ石・暗緑色スカルン中に銅 (錫) 鉱化作用が認められる。

42.51~45.76 m (区間長 3.35 m) : Sn — 、 Cu1.760%

45.76~47.53 m (区間長 1.77 m) : Sn1.446%、Cu3.028%

変質花崗岩中に網状、鉱染・脈状の黄銅鉱・黄鉄鉱鉱化作用が認められる。

127.08130.50 m (区間長 3.42 m) : Sn<0.03%、Cu0.843%



K Z K 2 4 0 0 4 (方位 323° 傾斜-40° 深度 133.00 m)

・地質状況

- 0.00～ 30.30 m : 灰白色大理岩、部分的に縞状 (30° )  
30.30～ 32.00 m : 赤鉄鉱・暗緑色スカルン  
32.00～ 35.40 m : 灰白色大理岩、部分的に縞状 (20° )  
35.40～ 37.00 m : 赤鉄鉱スカルン  
37.00～ 43.51 m : 灰白色大理岩、部分的に縞状 (20° )、41.60～ : 角礫状  
43.51～ 44.60 m : 硫化鉱、泥状、黄鉄鉱  
44.60～ 46.60 m : 含ざくろ石暗緑色スカルン  
46.60～ 48.97 m : 暗緑色スカルン、黄鉄鉱鉱染  
48.97～ 51.30 m : ざくろ石スカルン、黄鉄鉱鉱染  
51.30～ 54.14 m : 含ざくろ石スカルン脈大理岩、黄鉄鉱鉱染  
54.14～ 86.60 m : 中粒黒雲母花崗岩、中～強粘土化、黄鉄鉱鉱染  
86.60～ 93.80 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱緑泥石化・粘土化  
93.80～103.20 m : 中粒黒雲母花崗岩、黄鉄鉱脈状・斑点状、弱緑泥石化・粘土化  
103.20～131.60 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱緑泥石化・粘土化  
131.60～133.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、微弱緑泥石化

・着鉱区間

変質花崗岩中に網状、鉱染・脈状の黄銅鉱・黄鉄鉱鉱化作用が認められる。

43.51～ 44.60 m (区間長 1.09 m) : Sn0.288%、Cu0.570%

47.90～ 48.97 m (区間長 1.07 m) : Sn<0.03%、Cu0.416%

変質花崗岩中に網状、鉱染・脈状の黄銅鉱・黄鉄鉱鉱化作用が認められる。

96.10～ 97.40 m (区間長 1.30 m) : Sn<0.03%、Cu0.310%

107.91～108.34 m (区間長 0.43 m) : Sn<0.03%、Cu2.350%

K Z K 2 4 0 0 5 (方位 323° 傾斜-60° 深度 118.00 m)

・地質状況

- 0.00～ 9.50 m : 灰白大理岩  
9.50～ 10.93 m : 泥状黒硫化鉱  
10.93～ 15.28 m : 灰白色大理岩、角礫部あり (マトリックスは赤鉄鉱)  
15.28～ 17.28 m : 黒色硫化鉱、泥状、黄鉄鉱多い  
17.28～ 19.70 m : 暗緑色スカルン、黄鉄鉱鉱染・細脈  
19.70～ 20.80 m : 暗緑色硫化鉱、泥状、黄鉄鉱多い  
20.80～ 26.80 m : 含ざくろ石暗緑色スカルン、黄鉄鉱鉱染  
26.80～ 27.60 m : 含角礫状石英・粘土帯  
27.60～ 49.10 m : 帯緑黒色変玄武岩、33.10～36.50 m : 帯茶色  
49.10～ 50.00 m : 帯緑黒色変玄武岩、硫砒鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱網脈状  
50.00～ 53.25 m : 帯緑黒色変玄武岩

53.25～ 54.40 m : 石英脈、硫砒鉄鉱・黄鉄鉱脈  
54.40～ 55.60 m : 帯緑黑色変玄武岩  
55.60～ 58.50 m : 石英脈、黄鉄鉱網脈  
58.50～ 62.00 m : 帯緑黑色変玄武岩、塊状  
62.00～ 62.40 m : 白色石英脈  
62.40～ 72.35 m : 帯緑黑色変玄武岩、塊状  
72.35～ 78.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱緑泥石化、変玄武岩薄層を挟む  
78.00～ 90.84 m : 帯緑黑色変玄武岩、部分的に帯茶色  
90.84～114.50 m : 中粒黒雲母花崗岩、中～弱粘土化  
114.50～118.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱緑泥石化

・着鉱区間

変質花崗岩中に網状、鉱染・脈状の黄銅鉱・黄鉄鉱鉱化作用が認められる。

9.50～10.93 m (区間長 1.43 m) : Sn0.095%、Cu0.580%

15.28～20.80 m (区間長 5.52 m) : Sn<0.03%、Cu0.535%

変玄武岩中に網状、鉱染・脈状の黄銅鉱・黄鉄鉱鉱化作用が認められる。

48.10～50.00 m (区間長 1.90 m) : Sn<0.03%、Cu3.195%

53.25～54.05 m (区間長 0.80%) : Sn<0.03%、Cu0.645%

K Z K 2 4 0 0 6 (方位 - 、 傾斜-90° 深度 100.00 m)

・地質状況

0.00～ 1.67 m : 大理岩

1.67～ 2.48 m : 暗緑スカルン

2.48～ 31.42 m : 変玄武岩

31.42～ 36.50 m : 中粘土化・緑泥石化中粒黒雲母花崗岩

36.50～ 52.20 m : 中粘土化

40.60～ 44.50 m : 弱粘土化・緑泥石化

44.50～ 46.50 m : やや細粒

46.50～ 66.40 m : 弱粘土化

66.40～ 69.80 m : 中粘土化

69.80～ 78.50 m : 中緑泥石化、黄鉄鉱鉱染

78.50～ 92.00 m : 弱緑泥石化

92.00～ 95.20 m : 新鮮に近くなる

95.20～100.00 m : 微弱緑泥石化中粒黒雲母花崗岩

・着鉱区間

変玄武岩直上のざくろ石・暗緑色スカルン中に銅鉱化作用が認められる。

1.67～2.48 m (区間長 0.81 m) : Sn<0.03%、Cu0.335%

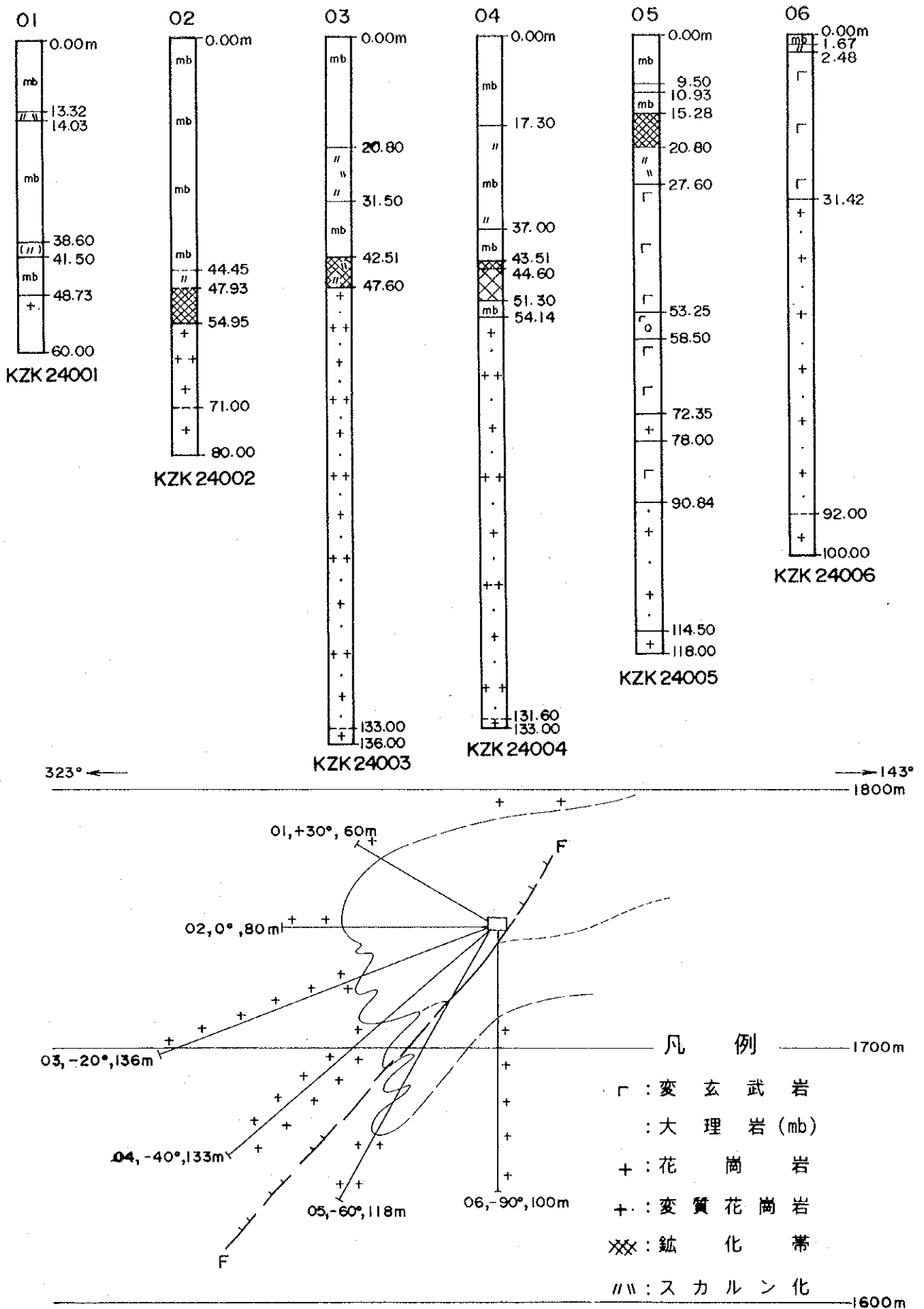


図2-1-7 卡房地区坑内ボーリング柱状図(1)

K Z K 2 4 1 0 1 (方位 323° 傾斜±0° 深度 40.00 m)

・地質状況

- 0.00～ 6.14 m : 白色大理岩、塊状、部分的に黄鉄鉱鉱染・弱スカルン化  
6.14～ 6.63 m : 中粒黒雲母花崗岩、強粘土化・粘土状  
6.63～ 7.50 m : 灰白色大理岩、塊状  
7.50～25.30 m : 中粒黒雲母花崗岩、中～強粘土化  
25.30～40.00 m : 中～粗粒黒雲母花崗岩、中粘土化

・着鉱区間

銅は Cu0.157%が最高値、錫は検出限界以下 (<0.03%) であった。

K Z K 2 4 1 0 2 (方位 323° 傾斜-20° 深度 90.00 m)

・地質状況

- 0.00～ 5.47 m : 白色大理岩  
5.47～ 7.10 m : 黒色硫化鉄、泥状、黄鉄鉱多し  
7.10～ 9.76 m : 白色大理岩  
9.76～10.29 m : 黒色硫化鉄、黄鉄鉱>黄銅鉱・磁硫鉄鉱  
10.29～16.18 m : 灰白色大理岩、所々角礫状  
16.18～16.97 m : 黒色硫化鉄、黄鉄鉱・黄銅鉱  
16.97～24.20 m : 灰白色大理岩、黄鉄鉱鉱染・脈  
24.20～25.60 m : (ざくろ石) 暗緑色スカルン、斑状黄鉄鉱・黄銅鉱  
25.60～30.30 m : 灰白色大理岩、黄鉄鉱鉱染・脈  
28.60～30.30 m : 灰白色大理岩、角礫化・マトリックスに黄鉄鉱  
30.30～35.80 m : 中粒黒雲母花崗岩、強粘土化  
35.80～40.56 m : 中粒黒雲母花崗岩、強粘土化、グライゼン化  
40.56～59.50 m : 中粒黒雲母花崗岩、中～弱粘土化・弱緑泥石化  
59.50～61.50 m : 暗緑色(磁鉄鉱)スカルン、黄鉄鉱>鉱染  
61.50～72.32 m : 含縞状磁鉄鉱暗緑色スカルン(45°)、黄鉄鉱>鉱染  
72.32～86.00 m : 細～中粒黒雲母花崗岩、弱～中粘土化  
86.00～90.00 m : 中～粗粒黒雲母花崗岩、微弱緑泥石化

・着鉱区間

硫化鉄、赤鉄鉱・暗緑色スカルン中に銅(錫)鉄化作用が認められる。

- 5.47～10.72 m (区間長 5.25 m) : Sn<0.03%、Cu0.625%  
16.18～16.94 m (区間長 0.76 m) : Sn<0.03%、Cu10.10%、Cu Max.Grade  
24.68～25.60 m (区間長 0.92 m) : Sn0.380%、Cu0.327%  
29.40～30.30 m (区間長 0.90 m) : Sn<0.03%、Cu0.307%  
33.44～34.30 m (区間長 0.86 m) : Sn0.060%、Cu5.690%  
40.56～41.10 m (区間長 0.54 m) : Sn<0.03%、Cu2.110%  
59.50～60.50 m (区間長 1.00 m) : Sn0.238%、Cu0.283%

63.30~69.30 m (区間長 6.00 m) : Sn0.663%、Cu0.430%  
変質花崗岩中の黄鉄鉱・黄銅鉱脈が発達する。

83.76~84.70 m (区間長 0.94 m) : Sn<0.03%、Cu0.805%

K Z K 2 4 1 0 3 (方位 323° 傾斜-40° 深度 170.00 m)

・地質状況

0.00~ 3.60 m : 大理岩、スカルン化

3.60~ 11.16 m : 暗緑色スカルン、黄鉄鉱鉱染

11.16~ 11.82 m : 細粒花崗岩、強粘土化

11.82~ 14.80 m : 大理岩、角礫化

14.80~ 16.19 m : 暗緑色スカルン、黄鉄鉱鉱染多い

16.19~ 17.55 m : 細粒花崗岩、弱粘土化

17.55~ 19.48 m : 灰白色大理岩

19.48~ 20.40 m : 細粒花崗岩、弱粘土化、黄鉄鉱鉱染

20.40~ 49.28 m : 硫化鉱、黄鉄鉱>黄銅鉱(磁硫鉄鉱)、

25.97~26.69 m・29.19~30.11 m : 細粒花崗岩、

21.60~21.80 m・30.11~30.60 m・31.50~32.50 m・35.74~36.98 m・44.12

~45.62 m : 大理岩

49.28~ 56.48 m : 灰白色大理岩、スカルン脈

56.48~ 57.79 m : 硫化鉱、黄鉄鉱・硫砒鉄鉱

57.79~ 70.03 m : 灰白色大理岩、スカルン脈

70.03~ 70.46 m : 硫化鉱、黄鉄鉱

70.46~ 83.05 m : 大理岩、塊状、部分的にスカルン脈

80.05~ 84.11 m : 暗緑色スカルン

84.11~ 85.61 m : 大理岩

85.61~ 90.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、中~強粘土化、黄鉄鉱鉱染

90.00~121.20 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱緑泥石化・珪化

121.20~123.20 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱粘土化

123.20~133.90 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱粘土化・緑泥石化

133.90~155.90 m : 細~中粒黒雲母花崗岩、弱粘土化・緑泥石化

155.90~170.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱粘土化・緑泥石化

・着鉱区間

暗緑色スカルン、硫化鉱中に銅(錫)鉱化作用が認められる。とくに、20.98~49.28 m区間は、未鉱化大理岩の薄層を挟むが、銅鉱化作用が 28.30 m間続く。

0.00~ 6.00 m (着鉱長 6.00 m) : Sn0.162%、Cu0.452%

20.98~49.28 m (着鉱長 28.30 m) : Sn<0.03%、Cu0.859%

56.48~57.79 m (着鉱長 1.31 m) : Sn1.620%、Cu0.810%

K Z K 2 4 1 0 4 (方位 323° 傾斜-60° 深度 120.00 m)

・地質状況

- 0.00～ 6.43 m : 大理岩、花崗岩の薄層  
6.43～ 14.57 m : 硫化鉱、黄鉄鉱主、下部に磁硫鉄鉱、9.16～9.93 m : 大理岩  
14.57～ 16.90 m : 暗緑色スカルン、黄鉄鉱・黄銅鉱  
16.90～ 24.20 m : 塊状硫化鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱  
24.20～ 27.00 m : 暗緑色スカルン、黄鉄鉱多い  
27.00～ 34.60 m : 塊状硫化鉱、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱  
34.60～ 38.20 m : ざくろ石スカルン、黄鉄鉱・黄銅鉱  
38.20～ 47.36 m : 塊状硫化鉱とざくろ石スカルン、黄鉄鉱、黄銅鉱  
47.36～ 49.60 m : 大理岩  
49.60～ 51.64 m : ざくろ石スカルン、硫化鉱はさみ、黄鉄鉱主  
51.64～ 58.10 m : 大理岩  
58.10～ 58.90 m : 磁鉄鉱スカルン、黄鉄鉱  
58.90～ 61.70 m : 硫化鉱、磁硫鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱  
61.70～ 73.56 m : 大理岩、塊状  
73.56～ 75.99 m : 縞状ざくろ石暗緑色スカルン、黄鉄鉱  
75.99～ 78.70 m : 細粒黒雲母花崗岩、強珪化  
78.70～ 89.90 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱粘土化、81.20～82.57 m : 乳白色石英帯  
89.90～100.80 m : 中粒黒雲母花崗岩、中粘土化  
100.80～111.50 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱粘土化・緑泥石化  
111.50～120.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱緑泥石化

・着鉱区間

暗緑色スカルン、硫化鉱中に銅鉱化作用が認められる。とくに、7.66～51.64 m区間は、優勢な銅鉱化作用が43.98 m間続く。

7.66～ 51.64 m (着鉱長 43.98 m) : Sn<0.03%、Cu0.815%

58.10～ 61.70 m (着鉱長 3.60 m) : Sn<0.03%、Cu0.787%

花崗岩中に含黄鉄鉱・黄銅鉱石英脈が発達する。

104.11～104.55 m (区間長 0.44 m) : Sn0.054%、Cu1.640%

K Z K 2 4 1 0 5 (傾斜-90° 深度 120.00 m)

・地質状況

- 0.00～ 5.25 m : 大理岩  
5.25～ 15.61 m : 硫化鉱、磁硫鉄鉱・黄鉄鉱主  
15.61～ 36.70 m : 大理岩、19.68～20.10 m : 暗緑色スカルン  
36.70～ 39.20 m : 赤鉄鉱スカルン  
39.20～ 42.20 m : 大理岩、赤鉄鉱あり  
42.00～ 46.20 m : 硫化鉱、黄鉄鉱主、大理岩はさみ

46.20～ 48.60 m : 大理岩、硫化鉱はさみ  
 48.60～ 49.90 m : 硫化鉱、黄鉄鉱・黄銅鉱  
 49.90～ 50.80 m : ざくろ石スカルン、黄鉄鉱・黄銅鉱  
 50.80～ 52.57 m : 大理岩、黄鉄鉱脈  
 52.57～ 71.10 m : 硫化鉱、黄鉄鉱多い、大理岩はさみ  
 71.10～ 73.90 m : 暗緑色スカルン、黄鉄鉱、磁硫鉄鉱・黄銅鉱  
 73.90～ 75.30 m : 硫化鉱、磁硫鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱  
 75.30～ 77.50 m : 大理岩、陽起石スカルン  
 77.50～ 84.50 m : 硫化鉱、磁硫鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱  
 84.50～ 88.90 m : 陽起石・暗緑色スカルン、  
 88.90～ 91.50 m : 硫化鉱、塊状、磁硫鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱  
 91.50～102.65 m : ざくろ石・暗緑色スカルン、黄鉄鉱、100.00～100.50 m : 石英帯  
 102.65～103.70 m : 硫化鉱、黄鉄鉱多い  
 103.70～109.00 m : 石英（螢石）脈スカルン  
 109.00～117.20 m : 中粒黒雲母花崗岩、中～強粘土化、黄鉄鉱  
 117.20～120.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱緑泥石化

・着鉱区間

硫化鉱、暗緑色スカルン中に銅鉱化作用が認められる。とくに、42.00～104.70 m区間は、本年度の坑内ボーリングで最も着鉱長が長く（62.15 m）、かつ優勢な鉱化作用（Sn0.229%、Cu1.787%）を認めた区間である。

0.00～ 15.61 m（着鉱長 15.61 m）：Sn<0.03%、Cu0.662%

42.00～104.70 m（着鉱長 62.15 m）：Sn0.229%、Cu1.787%

赤鉄鉱スカルン中に銅・錫鉱化作用が認められる。

32.80～ 34.30 m（着鉱長 1.50 m）：Sn0.440%、Cu1.110%

36.70～ 38.20 m（着鉱長 1.50 m）：Sn0.166%、Cu0.660%

K Z K 2 4 1 0 6（方位 143° 傾斜-65° 深度 100.00 m）

・地質状況

0.00～ 4.00 m : 大理岩、暗緑色スカルン化、黄鉄鉱鉱染

4.00～ 9.84 m : 硫化鉱、黄鉄鉱主、暗緑色スカルンはさむ

9.84～ 11.32 m : 暗緑色スカルン、黄鉄鉱・黄銅鉱鉱染

11.32～ 13.90 m : 硫化鉱、黄鉄鉱・黄銅鉱

13.90～ 36.60 m : 大理岩、

22.40～22.90 m : 硫化鉱、黄鉄鉱主、

30.30～32.80 m : 硫化鉱、黄鉄鉱・黄銅鉱、

32.84～33.40 m : 硫化鉱、黄鉄鉱主

36.60～ 52.39 m : 硫化鉱、黄鉄鉱・磁硫鉄鉱・黄銅鉱、ざくろ石スカルンはさむ

52.60～ 57.68 m : 暗緑色スカルン、塊状、黄鉄鉱・黄銅鉱

52.39～ 59.28 m : ざくろ石スカルン、黄鉄鉱主  
59.30～ 84.20 m : 変玄武岩  
84.20～ 84.70 m : 石英帯、強珪化花崗岩か  
84.70～ 96.50 m : 中～粗粒黒雲母花崗岩、中～強粘土化  
96.50～100.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱粘土化・緑泥石化

・着鉱区間

硫化鉱、暗緑色スカルンに銅（錫）鉱化作用が認められる。特に、36.605～7.68 m区間は、変玄武岩の直上盤で、銅鉱化作用が21.08 m間続く。

4.00～13.90 m (着鉱長 9.90 m) : Sn<0.03%、Cu0.852%  
22.30～23.00 m (着鉱長 0.70 m) : Sn<0.03%、Cu1.260%  
29.29～30.76 m (着鉱長 1.47 m) : Sn0.609%、Cu0.179%  
32.84～33.40 m (着鉱長 0.56 m) : Sn0.623%、Cu0.347%  
36.60～57.68 m (着鉱長 21.08 m) : Sn<0.03%、Cu0.876%

K Z K 2 4 1 0 7 (方位 143° 傾斜-40° 深度 120.00 m)

・地質状況

0.00～ 0.32 m : 大理岩  
0.32～ 4.15 m : 硫化鉱、黄鉄鉱主、褐鉄鉱  
4.15～ 7.24 m : 大理岩、  
6.13～6.74 m : 硫化鉱、黄鉄鉱主、  
7.24～ 10.24 m : ざくろ石暗緑色スカルン、黄鉄鉱鉱染  
10.24～ 12.22 m : 硫化鉱、黄鉄鉱主、上部にスカルン多い  
12.22～ 33.89 m : 大理岩、14.39～14.86 m : 硫化鉱、  
30.26～31.26 m : 硫化鉱  
33.89～ 39.11 m : 硫化鉱、磁硫鉄鉱・黄鉄鉱主  
39.11～ 46.20 m : 暗緑色スカルン、黄鉄鉱鉱染  
46.20～ 51.73 m : 硫化鉱、塊状、黄鉄鉱・磁硫鉄鉱  
51.73～ 52.73 m : 暗緑色スカルン、黄銅鉱・黄鉄鉱・硫砒鉄鉱  
53.00～95.73 m : 変玄武岩、67.50～67.60 m : 黄鉄鉱・硫砒鉄鉱石英脈  
68.66～69.29 m : 乳白色石英脈  
95.73～ 96.50 m : 中粒黒雲母花崗岩、グライゼン化  
96.50～ 99.92 m : 変玄武岩  
99.92～100.48 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱粘土化  
100.48～102.40 m : 変玄武岩  
102.40～116.40 m : 中粒黒雲母花崗岩、弱粘土化・緑泥石化  
116.40～120.00 m : 中粒黒雲母花崗岩、緑泥石化

・着鉱区間

硫化鉱、暗緑色スカルン中に銅（錫）鉱化作用が認められる。



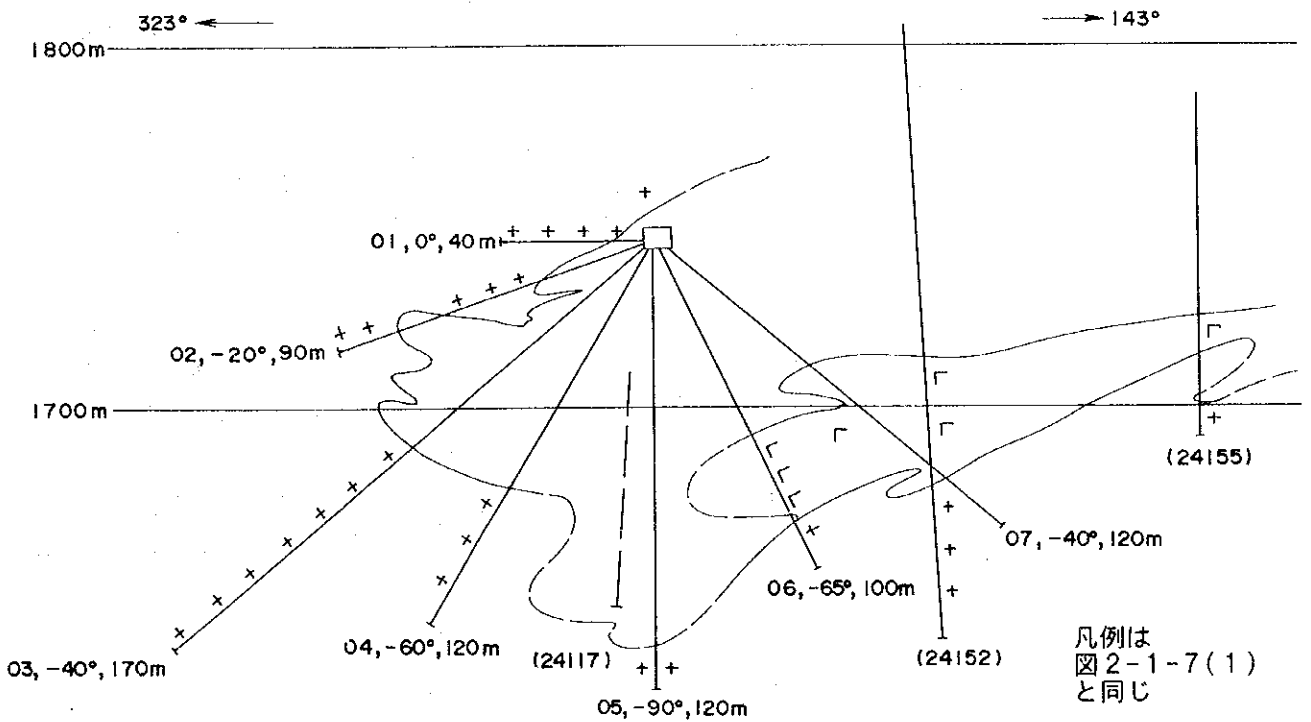
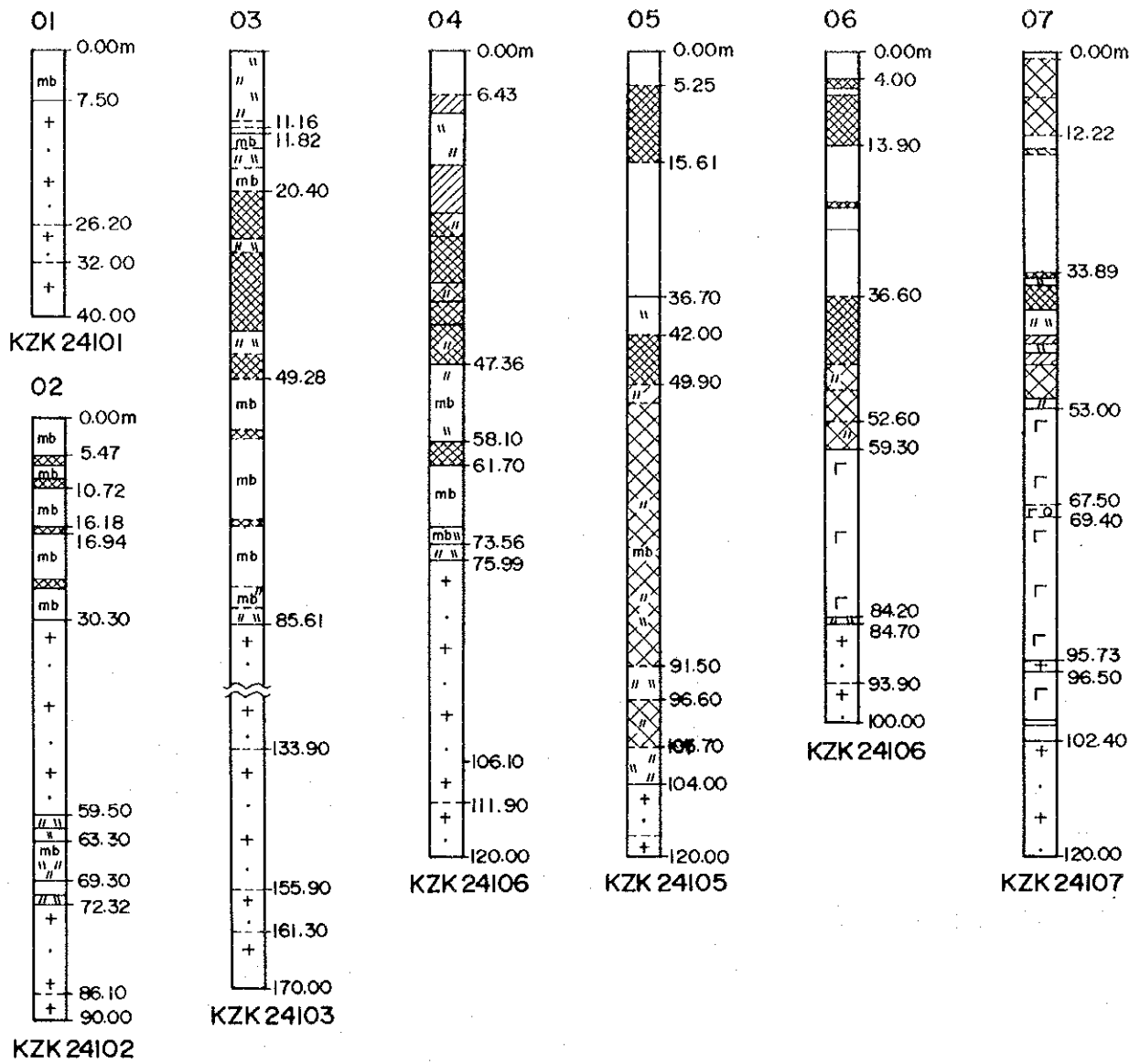


図 2-1-7 卡房地区坑内ボーリング柱状図 (2)

0.00～ 3.32 m (着鉱長 3.32 m) : Sn<0.03%、Cu0.514%

7.24～12.22 m (着鉱長 4.98 m) : Sn<0.03%、Cu0.659%

14.39～14.86 m (着鉱長 0.47 m) : Sn0.445%、Cu2.660%

30.26～43.61 m (着鉱長 13.35 m) : Sn0.385%、Cu0.519%

48.11～52.73 m (着鉱長 4.62 m) : Sn<0.03%、Cu0.596%

変玄武岩中の薄層状変質花崗岩、石英脈帯に銅鉱化作用が認められる。

84.70～85.12 m (着鉱長 0.42 m) : Sn0.045%、Cu1.230%

95.73～96.50 m (着鉱長 0.77 m) : Sn0.258%、Cu0.146%

## 1.6 カ房地区 1740mL の鉱床胚胎の場と鉱化作用

### 1.6.1 240 測線断面の地質・鉱床

240 測線で行われた 6 本、627 m のボーリング調査で、大理岩、変玄武岩、花崗岩を確認し、スカルン化、銅・錫鉱化を認めた。

1740 mL の坑道地質とボーリングコアで観察される大理岩の層理面・スカルンの縞状構造から、240 測線の大理岩は北西緩傾斜の単斜構造と考えられる。変玄武岩は大理岩と調和的である。凹陷構造は、花崗岩の着岩深度が当初の想定より浅く、その規模は小さくなった。鉱化作用は花崗岩と大理岩との接触部に数 m 規模で、そして接触部から薄層状に特定層準にみられ、部分的には銅・錫の高品位部も確認されたが、連続性に乏し、まとまった規模の大きい鉱体と考えるには至らなかった (図 2-1-8)。

### 1.6.2 241 測線断面の地質・鉱床

241 測線では 7 本、810 m のボーリング調査によって、大理岩、変玄武岩、花崗岩を確認し、銅を主とする優勢なスカルン型鉱床を把握した。

1740 mL の坑道地質とボーリングコアで観察される大理岩の層理面・スカルンの縞状構造から、241 測線断面の地質構造は、垂直孔 KZK24105 付近を底とする緩い向斜構造 (変玄武岩は大理岩と調和) のように考えられる。

凹陷構造は、240 測線と同様に花崗岩が当初の想定より浅く着岩している。そして、花崗岩の貫入も細かく分岐し、かつ大理岩の構造 (層理面) に規制されるようで、凹陷構造は大きな単一のものではなく、いくつかの小凹陷構造が集まり、全体として一つの凹陷構造と呼べるものを形成しているのではないかと考えられる。

鉱化作用は、凹陷構造を規制する花崗岩と大理岩との接触部というだけではなく、大理岩の中のスカルン化・鉱化され易い層準を選択しているようである。KZK24103 のように、ほぼ無鉱化の大理岩が 25 m 続いたり、花崗岩との接触部でも 1.5 m 程度のスカルン化と微弱な鉱化がみられるだけで、このような大理岩部分はスカルン化・鉱化しにくい層準と考えられる。

このような地質・鉱化状況から、最も良好な鉱化部位は、1) スカルン化・鉱化され易い大理岩層準、2) 花崗岩との接触部、これら両者の相乗部分のように考えられる (図 2-1-9)。

### 1.6.3 鉱床胚胎の場合

これまでの中国側の探鉱結果では、卡房地区のスカルン型銅錫鉱床は、花崗岩の貫入過程で特徴的に形成された凹陥構造中に富鉱部が胚胎すると解釈され、凹陥構造形成の好条件として、以下のことが考えられてきた。

(1) 変玄武岩による規制：変玄武岩は大理岩と整合するが、物理的・地化学的性質が大理岩と異なり、花崗岩の貫入時に容易に交代されず、花崗岩は変玄武岩を避けるように、断面上で内側に窪んだ（凹部）構造を形成する。

(2) 大理岩／苦灰岩互層による規制：両者の物理的・化学的特性に差があり、花崗岩貫入過程では層理面沿いに構造充填し易く、花崗岩が舌状・岩枝状に貫入する。

(3) 泥質大理岩による規制：泥質大理岩は可塑性が高いが、孔隙率に乏しく、節理や割れ目の発達是不十分であり、花崗岩や熱水溶液が上昇侵入する過程ではキャップロックとして存在するので、下盤境界部またはより下位の地層中に花崗岩が貫入し易い。

(4) 褶曲構造による規制：背斜構造の軸部付近に花崗岩頂部が位置する場合、凹陥構造は背斜翼部に発達する。

1998年度の坑内ボーリング調査開始前は、上述の中国側の探鉱結果から、鉱床胚胎の場合としての凹陥構造は、奥行きのある大規模単一構造と期待されていた。

しかしながら、1998年度のボーリング調査（100 m間隔の240・241の両測線）では、凹陥構造を規制する花崗岩に想定深度よりも浅く着岩し、凹陥構造は当初の想定より浅いことが判明した。さらに、凹陥構造を規制する花崗岩の貫入形態も、大理岩層の細かい岩相境界・層理面に規制されるようで、凹陥構造そのものが単一ではなく、いくつかの小凹陥構造が集まったような形態と考えられるに至った。現時点での大理岩層を規制する凹陥構造の総体的な規模は、241測線断面上で、見掛け垂直幅100 m、奥行き120 m程度と見込まれる（図2-1-11）。

### 1.6.4 鉱化作用

本地区の鉱化作用は、スカルン型銅錫鉱化作用で、銅鉱化が主である。鉱化時期は、鉱石鉱物がざくろ石などのスカルン鉱物の間隙を埋めるような産状を呈することから、スカルン生成後と考えられている。

銅鉱化作用と錫鉱化作用の時期は、長年の箇旧探鉱史でも判然としないが、一般には錫鉱化作用が先と考えられている。

卡房地区の銅鉱化作用は、ざくろ石・暗緑色（鏡下では陽起石を主とする）スカルン中の鉱染・細脈状として認められるほか、スカルン中あるいは大理岩中に硫化鉱体形成している。鉱石鉱物は、磁硫鉄鉱・黄鉄鉱・黄銅鉱・硫砒鉄鉱などが認められる。鉱石鉱物の晶出順序は、研磨片の観察では、磁硫鉄鉱→黄銅鉱→黄鉄鉱が認められる（巻末資料10）。

錫鉱化作用は、細粒の錫石を主とし、銅鉱化鉱体中あるいは単独で局部的に高品位部が突出することが多く、中国側の想定採掘対象品位（ $\text{Sn} > 0.2\%$ ）以上の連続性に乏しい。錫鉱化作用は、1740 m L協力坑道とボーリングコアでは、硫化鉱体中にも見られるが、赤鉄鉱スカルンに発達する傾向もみられ、花崗岩接触部近傍と鉱化帯末端部の両端に濃集するような傾向がある。また、錫高品位部が脈状の形態をとるようなことは観察されなかった。

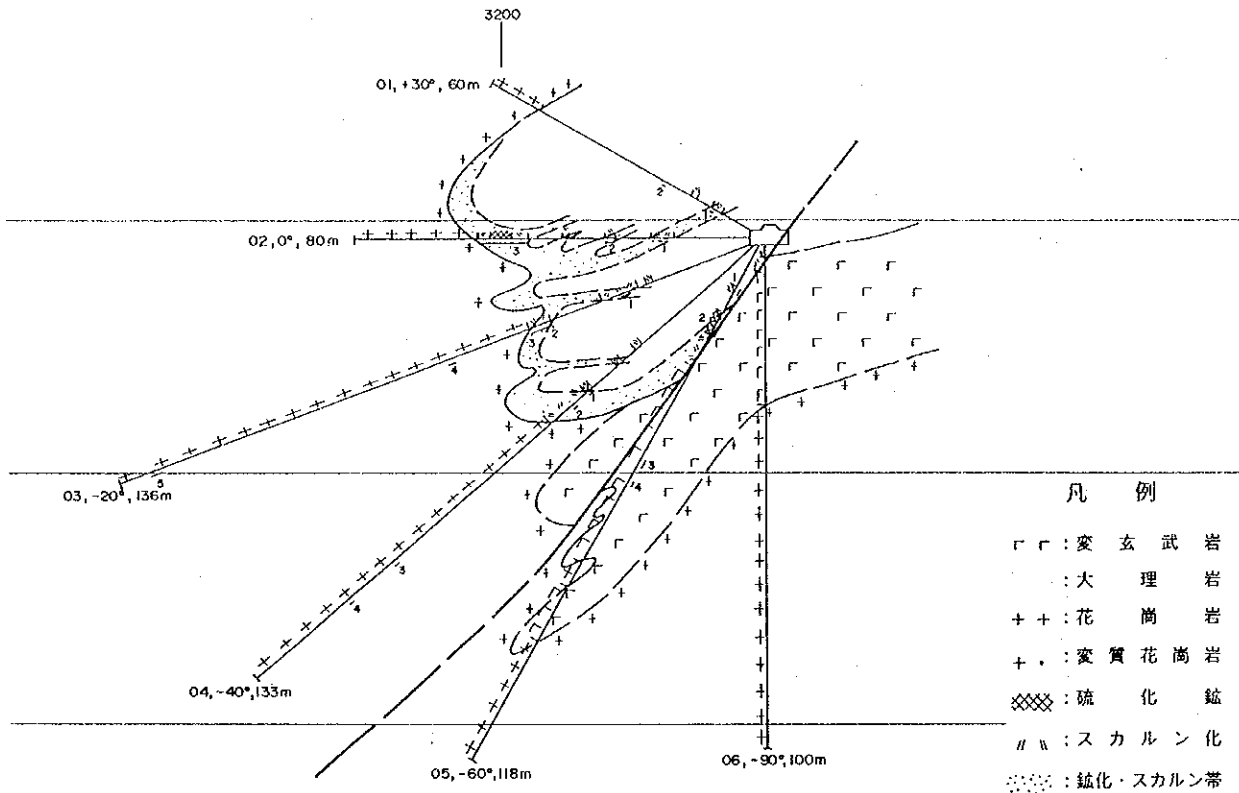


図2-1-8 240 測線地質断面図

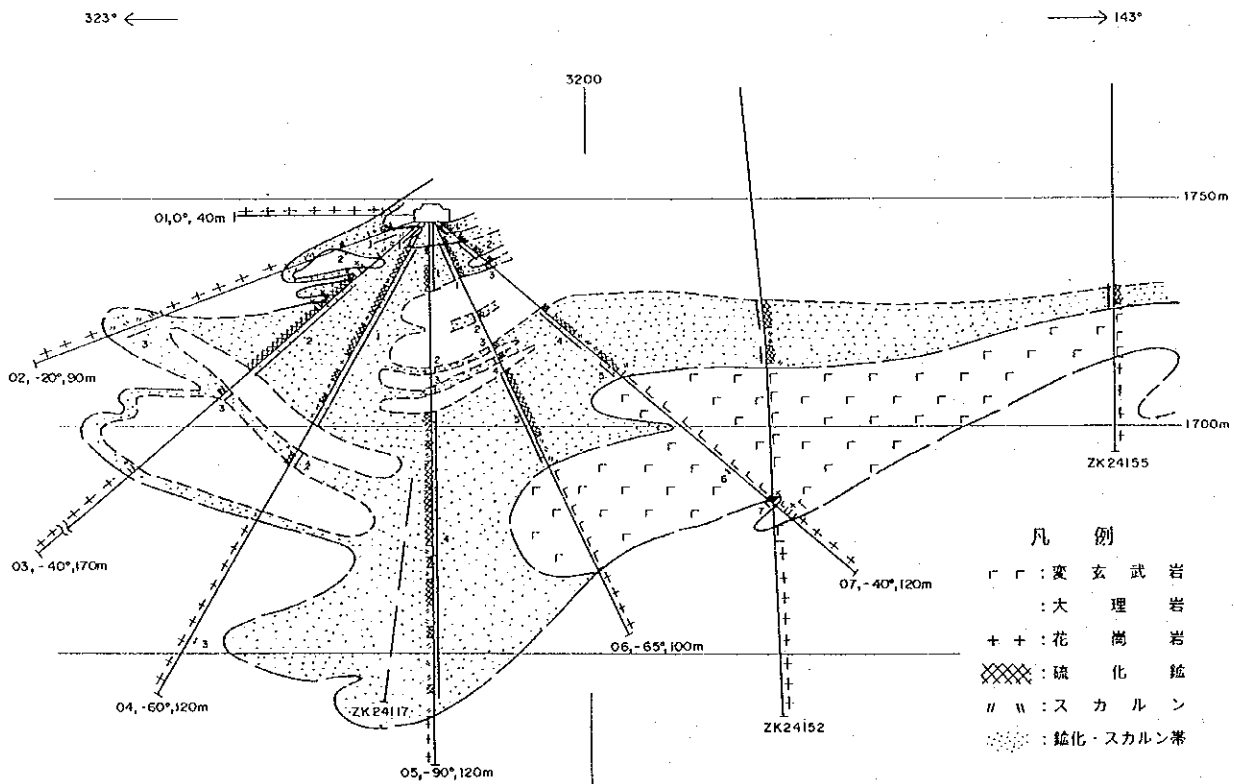


図2-1-9 241 測線地質断面図

表 2-1-1 卡房地区ボーリング主要着鉱区間一覧表

| 測線       | ボーリング<br>番号 | 着鉱区間 (m) |        |        | 鉱石タイプ |    |       | 図中<br>番号 | 品位 (%) |                      | 産 状                        |
|----------|-------------|----------|--------|--------|-------|----|-------|----------|--------|----------------------|----------------------------|
|          |             | 自        | 至      | 長      | Sn    | Cu | Sn・Cu |          | Sn     | Cu                   |                            |
| 240      | KZK24001    | 8.27     | 9.10   | 0.83   | ○     |    |       | 1        | 0.792  | <0.08                | 赤鉄鉱スカルン                    |
|          |             | 19.58    | 19.81  | 0.23   | ○     |    |       | 2        | 0.269  | <0.08                | 含赤鉄鉱大理岩                    |
|          | KZK24002    | 17.89    | 18.21  | 0.32   | ○     |    |       | 1        | 2.900  | <0.08                | 含赤鉄鉱大理岩                    |
|          |             | 27.60    | 29.00  | 1.40   | ○     |    |       | 2        | 0.429  | 0.135                | 赤鉄鉱スカルン                    |
|          |             | 44.45    | 56.16  | 10.71  |       | ○  |       | 3        | -      | 0.751                | 暗緑色スカルン・硫化鉄/変質花崗岩、上部にSn    |
|          | KZK24003    | 26.72    | 27.72  | 1.00   | ○     |    |       | 1        | 0.214  | N.A.                 | 赤鉄鉱・磁鉄鉱スカルン                |
|          |             | 42.51    | 45.76  | 3.35   |       | ○  |       | 2        | -      | 1.760                | ざくろ石・暗緑色スカルン               |
|          |             | 45.76    | 47.53  | 1.77   |       |    | ○     | 3        | 1.446  | 3.028                | ざくろ石・暗緑色スカルン、直下に変質花崗岩      |
|          |             | 63.36    | 65.20  | 1.84   |       | ○  |       | 4        | <0.03  | 2.608                | 変質花崗岩中の網状                  |
|          |             | 127.08   | 130.50 | 3.42   |       | ○  |       | 5        | <0.03  | 0.874                | 変質花崗岩中の鉱染・脈状               |
| KZK24004 | 43.51       | 44.60    | 1.09   |        |       | ○  | 1     | 0.288    | 0.570  | 硫化鉄                  |                            |
|          | 47.90       | 48.97    | 1.07   |        | ○     |    | 2     | <0.03    | 0.416  | 暗緑色スカルン              |                            |
|          | 96.10       | 97.40    | 1.30   |        | ○     |    | 3     | <0.03    | 0.310  | 変質花崗岩中の鉱染            |                            |
|          | 107.91      | 108.34   | 0.43   |        | ○     |    | 4     | <0.03    | 2.350  | 変質花崗岩中の鉱染            |                            |
| KZK24005 | 9.50        | 10.93    | 1.43   |        |       | ○  | 1     | 0.095    | 0.580  | 硫化鉄                  |                            |
|          | 15.28       | 20.80    | 5.52   |        | ○     |    | 2     | -        | 0.535  | 含暗緑色スカルン硫化鉄、一部にSn    |                            |
|          | 48.10       | 50.00    | 1.90   |        | ○     |    | 3     | <0.03    | 3.195  | 変質花崗岩中の網状            |                            |
|          | 53.25       | 54.05    | 0.80   |        | ○     |    | 4     | <0.03    | 0.635  | 変質花崗岩中の石英脈           |                            |
| KZK24006 | 1.67        | 2.48     | 0.81   |        | ○     |    | 1     | <0.03    | 0.335  | 変質花崗岩直上のざくろ石・暗緑色スカルン |                            |
| 241      | KZK24101    | -        | -      | -      |       |    |       | -        | -      | -                    | -                          |
|          | KZK24102    | 5.47     | 10.72  | 5.25   |       | ○  |       | 1        | -      | 0.625                | 硫化鉄、含大理岩、最下部にSn *          |
|          |             | 16.18    | 16.94  | 0.76   |       | ○  |       | 2        | <0.03  | 10.100               | 硫化鉄、角礫大理岩のマトリクス *          |
|          |             | 63.30    | 69.30  | 6.00   |       |    | ○     | 3        | 0.660  | 0.430                | 磁鉄鉱・赤鉄鉱暗緑色スカルン *           |
|          | KZK24103    | 0.00     | 6.00   | 6.00   |       |    | ○     | 1        | 0.162  | 0.452                | 暗緑色スカルン、大理岩 *              |
|          |             | 20.98    | 49.28  | 28.30  |       | ○  |       | 2        | -      | 0.859                | 硫化鉄、大理岩の挟み、最上部(花崗岩直下)にSn * |
|          |             | 56.48    | 57.79  | 1.31   |       |    | ○     | 3        | 1.620  | 0.810                | 大理岩中の硫化鉄 *                 |
|          | KZK24104    | 7.66     | 51.64  | 43.98  |       | ○  |       | 1        | <0.03  | 0.815                | 硫化鉄・スカルン帯 *                |
|          |             | 58.10    | 61.70  | 3.60   |       | ○  |       | 2        | <0.03  | 0.787                | 硫化鉄・スカルン帯 *                |
|          |             | 104.11   | 104.55 | 0.44   |       | ○  |       | 3        | <0.03  | 1.640                | 変質花崗岩中のcp石英脈 *             |
|          | KZK24105    | 0.00     | 15.61  | 15.61  |       | ○  |       | 1        | <0.03  | 0.662                | 硫化鉄・スカルン化大理岩 *             |
|          |             | 32.80    | 34.30  | 1.50   |       |    | ○     | 2        | 0.440  | 1.110                | 含赤鉄鉱大理岩中の細脈 *              |
|          |             | 36.70    | 38.20  | 1.50   |       |    | ○     | 3        | 0.166  | 0.660                | 赤鉄鉱スカルン *                  |
|          |             | 42.00    | 104.15 | 62.15  |       |    | ○     | 4        | 0.229  | 1.787                | 硫化鉄・スカルン帯 *                |
|          | KZK24106    | 4.00     | 13.90  | 9.90   |       | ○  |       | 1        | <0.03  | 0.852                | 硫化鉄、暗緑色スカルン *              |
|          |             | 22.30    | 23.00  | 0.70   |       | ○  |       | 2        | <0.03  | 1.260                | 硫化鉄 *                      |
|          |             | 29.29    | 30.76  | 1.47   |       |    | ○     | 3        | 0.609  | 0.179                | 硫化鉄 *                      |
|          |             | 32.84    | 33.40  | 0.56   |       |    | ○     | 4        | 0.623  | 0.347                | 硫化鉄 *                      |
|          |             | 36.60    | 57.68  | 21.08  |       | ○  |       | 5        | -      | 0.876                | 硫化鉄、暗緑色スカルン、最上部にSn *       |
|          | KZK24107    | 0.00     | 3.32   | 3.32   |       | ○  |       | 1        | <0.03  | 0.514                | 硫化鉄 *                      |
|          |             | 7.24     | 12.22  | 4.98   |       | ○  |       | 2        | -      | 0.659                | 硫化鉄・スカルン帯、中間部にSn *         |
|          |             | 14.39    | 14.86  | 0.47   |       |    | ○     | 3        | 0.455  | 2.660                | 硫化鉄 *                      |
|          |             | 30.26    | 43.61  | 13.35  |       |    | ○     | 4        | 0.385  | 0.519                | 硫化鉄・スカルン帯 *                |
|          |             | 48.11    | 52.73  | 4.62   |       | ○  |       | 5        | -      | 0.596                | 硫化鉄・スカルン帯、最下部にSn *         |
|          |             | 84.70    | 85.12  | 0.42   |       | ○  |       | 6        | 0.045  | 1.230                | 変質花崗岩中の石英脈 *               |
|          |             | 95.73    | 96.50  | 0.77   |       |    | ○     | 7        | 0.258  | 0.146                | 変質花崗岩中の薄層状変質花崗岩 *          |
|          | 地表          | ZK24117  | 464.82 | 473.09 | 8.27  |    |       | ○        |        | 0.145                | 0.780                      |
| 485.30   |             |          | 490.82 | 5.52   |       |    | ○     |          | 2.960  | 1.564                | 硫化鉄                        |
| 493.16   |             |          | 496.08 | 2.90   |       |    | ○     |          | 0.165  | 1.044                | 硫化鉄                        |
| 498.57   |             |          | 546.00 | 47.43  |       |    | ○     |          | 0.116  | 1.000                | 硫化鉄、暗緑色スカルン(含Sn部あり)        |
| ZK24152  |             | 443.14   | 449.30 | 6.16   |       |    | ○     | 1        | <0.03  | 0.893                | 硫化鉄 *                      |
|          |             | 453.01   | 456.83 | 3.82   |       |    | ○     | 2        | -      | 0.847                | 硫化鉄、一部にSn *                |
| ZK24155  |             | 415.72   | 419.72 | 4.00   |       |    | ○     | 1        | -      | 1.101                | 硫化鉄、一部にSn *                |
| ZK24357  |             | 502.44   | 512.27 | 9.83   |       |    | ○     |          | 0.017  | 0.580                | 暗緑色スカルン                    |
|          |             | 516.50   | 518.64 | 2.14   |       |    | ○     |          | 0.021  | 0.620                | 暗緑色スカルン、大理岩                |
|          |             | 522.95   | 526.07 | 3.12   |       | ○  |       |          | 0.035  | 0.583                | 苦灰岩、石英脈                    |
|          |             | 528.20   | 530.04 | 1.84   |       |    | ○     |          | 0.105  | 1.456                | 苦灰岩、スカルン                   |
|          |             | 533.58   | 538.23 | 4.65   |       |    | ○     |          | 0.123  | 0.626                | 硫化鉄、大理岩                    |
|          |             | 541.29   | 542.22 | 0.93   |       |    | ○     |          | 0.037  | 0.414                | スカルン化大理岩                   |
| ZK24712  |             | 460.18   | 469.09 | 8.91   |       |    | ○     |          | 0.963  | 2.090                | 硫化鉄・スカルン                   |
|          |             | 472.76   | 477.35 | 4.59   |       |    | ○     |          | 0.178  | 0.483                | スカルン・大理岩                   |

>Cu0.3%、>Sn0.2%、着鉱長>1mをメドにまとまる区間  
 区間中の検出限界(<Sn0.03%、<Cu0.08%)以下の部分は品位0%として荷重平均  
 \*印:241測線範囲のCu品位荷重平均対象区間

## 1.7 カ房地区 1740 m<sup>L</sup>の鉱床ポテンシャルと経済性

### 1.7.1 241 測線断面での鉱画設定と鉱量概算

カ房鉱床のポテンシャルを考察するために、308 隊の鉱量計算基準に準拠して、着鉱状況の良好な 241 測線の地質状況を考慮して鉱画を設定し、鉱量を概算した。その基準は次のとおり。

1. 主要鉱化作用は銅で、ボーリングコア分析品位、 $>Cu0.3\%$ 以上でまとまる部分を鉱体とし、その中の検出限界 $<Cu0.08\%$ 以下の挟みは銅品位ゼロとして着鉱長荷重平均して、ボーリング平均品位を計算した（表 2-1-1）。
2. 鉱体の連続は、坑道およびコアで観察される層理面の産状を考慮して、鉱体を対比した。
3. 鉱体の断面積は、鉱体を三角形に区分して、縮尺 1/500 の図面上で 0.1mm 単位で実測して計算し、集計した。隣接ボーリングの対応する層準に鉱化のみられない場合、外側にボーリングがない場合は 20 m で尖滅させた。ボーリング間鉱画は C クラス、尖滅部分は D 鉱画に区分した（図 2-1-10）。
4. 241 測線断面の鉱体面積に 61 試料の平均比重、3.496（巻末資料 4）を乗じて鉱量とした（表 2-1-2）。

|           |            |                   |
|-----------|------------|-------------------|
| 概算結果：Cクラス | 12,415 t/m | 1,241,538 t/100 m |
| Dクラス      | 2,988 t/m  | 298,835 t/100 m   |
| 合計        | 15,403 t/m | 1,540,373 t/100 m |
| 平均品位      | Cu1.017%   |                   |

現在の測線が 100 m で設定されているので、241 測線を中間として幅 100 m の立体を想定すると、241 測線では鉱量 154 万 t、銅品位 1.017% のポテンシャルが考えられる。

また、平均品位計算対象の着鉱区間（表 2-1-1 中の\*印、合計長 248.93 m）の品位別着鉱長・比率の区分を表 2-1-3 に示す。

この表からは、銅品位 1% 以上（平均品位 Cu1.867%）のボーリング着鉱部分が 35% を占めており、鉱量的には全体の約 1/3、53 万 t 程度が見込め、一方、Cu 1% 以下が約 2/3 を占めていることが読み取れる。このように Cu 1% 以下の比率が高いので、今後の調査で銅高品位部の存在確認とともに Cu 1% 以下を含めたスケールメリットの可能性も考慮する必要性が考えられる。

### 1.7.2 カ房鉱床のポテンシャル

カ房鉱床は、240 測線では変玄武岩の厚い胚胎と花崗岩の予想以上の張り出しで鉱化層準の大理岩胚胎が規制され、着鉱状況は予想とは異なった。241 測線では、上述のように、隣接測線の中間までとして鉱量 154 万トン、銅品位 1.017% の連続性のよい鉱化帯を把握している。

1998 年度までの坑内地質・ボーリング調査、これまでの地表ボーリング調査（ZK24357 と ZK24712）から、鉱床を胚胎する凹陷構造は、測線断面で見掛け上、垂直 100 m、奥行き 120 m 程度の規模が見込まれ、上盤・下盤を規制する花崗岩は大理岩の層理面と調和し、凹陷構造内には、ほぼ同一層準の大理岩が胚胎すると考えられる。

凹陷構造は 241 測線から北東方向へ伸長し 247 測線まで達すると想定されが、凹陷構造を規制

する花崗岩そのものが 247 測線に向って、現在の主坑道方向 (56°) に近づくと考えられる (図 2-1-11)。

鉍化帯は、地表ボーリング (ZK24357 と ZK24712) の着鉍状況から 247 測線まで十分連続すると考えられる。特に、243 測線の ZK24357 の着鉍部位は、鉍化帯南東端に相当し、凹陷構造を規制する花崗岩との間には優勢な鉍化帯胚胎の可能性が高い。241 測線の検討結果から、測線当り百万トン以上、品位 Cu 1%前後が見込まれるので、100 m 間隔の 241~247 測線間、600 m 以上の区間に鉍量約 1,000 万トンが考えられる (図 2-1-12)。

### 1.7.3 カ房鉍床の経済性

本鉍床の経済性の基礎検討のため、雲錫公司より基礎データを入手した (巻末資料 6)。この基礎データに基づいて、山元直接費の収支を検討した (巻末資料 7、8)。

その結果、本鉍床の経済性を左右する要素として、金属価格の回復、精鉍買鉍条件の改訂、出鉍品位の向上、山元直接費の低減、すなわち採鉍・選鉍方法の改善・合理化、そして管理部門の合理化などが挙げられる。鉍量概算の項で述べたように、鉍量増加によるスケールメリットの検討も必要と考える。

### 1.8 まとめ及び今後の調査

調査対象の箇旧地域カ房地区は、中国有色金属工業総公司西南地質勘査局 308 隊が、1978 年から 1997 年に、断続的ではあるが地表ボーリングを行い、地表下約 500 m の 1600~1800 m L にスカルン型銅錫鉍床の伏在を認め、新規鉍床胚胎が有望視されている地区である。

1998 年度の地質調査は、日中が協力して実施する坑道調査及びボーリング調査と連動して、坑内ボーリングコア調査 (1:200)、坑内地質調査 (1:200) を行い、カ房鉍床の地質及び地質構造と鉍化作用との関係を把握し、鉍床規模の概要及び採算性を明らかにし、次年度調査計画の見直しを行った。

本地区の地質は中部三疊系の大理岩主体、変玄武岩を挟在する箇旧層カ房部層とこれに貫入したの燕山晩期の潜頭性花崗岩よりなる。カ房部層は層厚 770 m 以上で、岩相により 5 層に区分されている。老熊洞断裂が本地区を東西に走る。この断裂の活動は、燕山晩期以前とされているが、現地形に反映していることなどから、主活動は燕山晩期以前としても、その後にも活動してのではないかと考えられる。

潜頭性花崗岩は、全体として北東方向に延び、褶曲・断裂、堆積岩類の層理面・節理に規制されて、堆積岩の三方を取り囲むように馬の背状・舌状の貫入形態を取り、花崗岩の中に見掛け上の凹陷構造をつくっている。本地区に期待される潜頭性スカルン型銅錫鉍床は、この凹陷構造中に胚胎する。花崗岩は主に灰白色・中粒等粒状黒雲母花崗岩で、貫入頂部や周辺部では、細粒状で粘土化変質作用を受けていることが多く、さらに電気石化、螢石化、グライゼン化、珪化、緑泥石化などの変質作用がみられる。

スカルンは、花崗岩と接触する大理岩及びスカルン化され易い大理岩層準中に、接触面・層理面・節理などに規制され、ざくろ石、陽起石、などのスカルン鉍物、石英・炭酸塩細脈などで構成される。鉍化作用は、スカルン及びスカルン化大理岩中の鉍染状・細脈状・膜状の鉍化と塊状

表 2-1-2 241 測線鉬画鉬量概算表

| 図中<br>番号 | 鉬量<br>区分 | 底辺<br>(m) | 高さ<br>(m) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) |
|----------|----------|-----------|-----------|-------------------------|
| 2        | C        | 5.25      | 3.00      | 7.88                    |
| 3        | C        | 6.00      | 2.80      | 8.40                    |
| 8        | C        | 28.30     | 17.50     | 247.63                  |
| 9        | C        | 43.98     | 8.00      | 175.92                  |
| 10       | C        | 54.04     | 8.00      | 216.16                  |
| 11       | C        | 15.61     | 4.30      | 33.56                   |
| 12       | C        | 15.61     | 2.50      | 19.51                   |
| 13       | C        | 9.90      | 7.00      | 34.65                   |
| 14       | C        | 9.90      | 4.40      | 21.78                   |
| 15       | C        | 7.62      | 6.80      | 25.91                   |
| 19       | C        | 6.00      | 20.50     | 61.50                   |
| 20       | C        | 1.31      | 22.50     | 14.74                   |
| 21       | C        | 1.31      | 21.00     | 13.76                   |
| 22       | C        | 3.60      | 19.00     | 34.20                   |
| 23       | C        | 17.19     | 31.50     | 270.74                  |
| 24       | C        | 9.20      | 31.50     | 144.90                  |
| 25       | C        | 32.50     | 31.50     | 511.88                  |
| 28       | C        | 32.50     | 25.80     | 419.25                  |
| 29       | C        | 28.39     | 18.50     | 262.61                  |
| 30       | C        | 9.20      | 13.30     | 61.18                   |
| 31       | C        | 32.50     | 11.70     | 190.13                  |
| 32       | C        | 32.50     | 17.00     | 276.25                  |
| 33       | C        | 13.35     | 30.00     | 200.25                  |
| 34       | C        | 6.16      | 48.50     | 149.38                  |
| 36       | C        | 4.62      | 27.00     | 62.37                   |
| 37       | C        | 3.82      | 33.00     | 63.03                   |
| 38       | C        | 3.82      | 76.00     | 145.16                  |
| 39       | C        | 4.00      | 76.50     | 153.00                  |
|          | 小計       |           |           | 3,825.70                |
| 1        | D        | 5.25      | 2.50      | 6.56                    |
| 4        | D        | 6.00      | 2.00      | 6.00                    |
| 5        | D        | 3.32      | 1.20      | 1.99                    |
| 6        | D        | 3.32      | 2.50      | 4.15                    |
| 7        | D        | 16.00     | 10.00     | 80.00                   |
| 16       | D        | 4.98      | 5.00      | 12.45                   |
| 17       | D        | 0.47      | 5.00      | 1.18                    |
| 18       | D        | 6.00      | 3.60      | 10.80                   |
| 26       | D        | 29.65     | 23.00     | 340.98                  |
| 27       | D        | 29.65     | 19.50     | 289.09                  |
| 35       | D        | 6.16      | 20.00     | 61.60                   |
| 40       | D        | 4.00      | 20.00     | 40.00                   |
|          | 小計       |           |           | 854.79                  |

| C鉬画内<br>マウス部分 | 底辺<br>(m) | 高さ<br>(m) | 面積<br>(m <sup>2</sup> ) |
|---------------|-----------|-----------|-------------------------|
| -1            | 2.40      | 9.00      | 10.80                   |
| -2            | 3.80      | 10.00     | 19.00                   |
| -3            | 3.20      | 18.50     | 29.60                   |
| -4            | 2.40      | 20.00     | 24.00                   |
| -5            | 2.08      | 16.50     | 17.16                   |
| -6            | 3.20      | 8.00      | 12.80                   |
| -7            | 2.08      | 7.50      | 7.80                    |
| -8            | 2.17      | 3.00      | 3.26                    |
| -9            | 4.50      | 10.00     | 22.50                   |
| -10           | 6.46      | 14.50     | 46.84                   |
| -11           | 3.80      | 15.30     | 29.07                   |
| -12           | 17.19     | 6.00      | 51.57                   |
|               |           |           | 274.39                  |

|             |          |
|-------------|----------|
| C鉬画面積       | 3,825.70 |
| 内マウス部分      | -274.39  |
| 鉬量試算対象C鉬画面積 | 3,551.31 |
| 鉬量試算対象D鉬画面積 | 854.79   |
| 合計面積        | 4,406.10 |

鉬石比重 (61試料算術平均値) 3.496

| 鉬画面積 * 1mの鉬量 (ト) |        |
|------------------|--------|
| C鉬画              | 12,415 |
| D鉬画              | 2,988  |
| 合計               | 15,403 |

| 鉬画面積 * 100mの鉬量 (ト) |           |
|--------------------|-----------|
| C鉬画                | 1,241,538 |
| D鉬画                | 298,835   |
| 合計                 | 1,540,373 |

平均Cu品位 (%) Cu1.017%

鉬画範囲内着鉬ボーリング長荷重平均値  
(対象区間はボーリング着鉬区間一覧表  
内に\*印で示す)



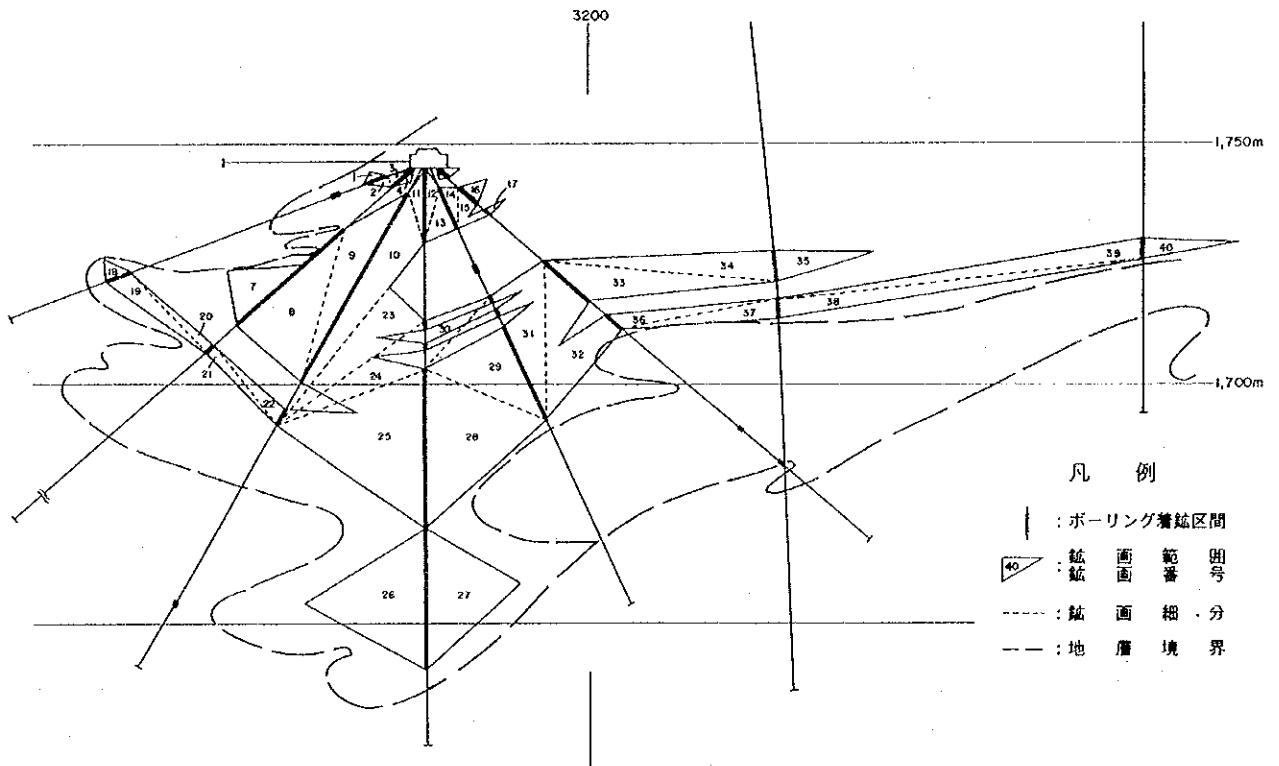


図 2-1-10 241 測線鉱画面図

表 2-1-3 241 測線鉱画面鉱量概算の品位別鉱量概算

| 計算対象<br>試料Cu% | 累計<br>m | 区間<br>m | 累積<br>% | 区間<br>% | 平均品位  |       | 1)  |     |      |
|---------------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-----|-----|------|
|               |         |         |         |         | Sn%   | Cu%   | 万 t | 個   | m/試料 |
| >=0.0         | 248.93  | 11.63   | 100.00  | 4.67    | 0.138 | 1.017 | 154 | 206 | 1.21 |
| >=0.1         | 237.30  | 4.39    | 95.33   | 1.76    | 0.144 | 1.066 | 147 | 193 | 1.23 |
| >=0.2         | 232.91  | 15.58   | 93.56   | 6.26    | 0.142 | 1.083 | 144 | 189 | 1.23 |
| >=0.3         | 217.33  | 12.89   | 87.31   | 5.18    | 0.143 | 1.143 | 134 | 174 | 1.25 |
| >=0.4         | 204.44  | 21.49   | 82.13   | 8.63    | 0.144 | 1.193 | 126 | 162 | 1.26 |
| >=0.5         | 182.95  | 16.61   | 73.49   | 6.67    | 0.137 | 1.281 | 113 | 145 | 1.26 |
| >=0.6         | 166.34  | 15.50   | 66.82   | 6.23    | 0.143 | 1.354 | 103 | 130 | 1.28 |
| >=0.7         | 150.84  | 22.30   | 60.60   | 8.96    | 0.149 | 1.426 | 93  | 118 | 1.28 |
| >=0.8         | 128.54  | 22.86   | 51.64   | 9.18    | 0.166 | 1.544 | 80  | 101 | 1.27 |
| >=0.9         | 105.68  | 19.89   | 42.45   | 7.99    | 0.139 | 1.694 | 65  | 82  | 1.29 |
| >=1.0         | 85.79   | 60.56   | 34.46   | 24.33   | 0.150 | 1.867 | 53  | 67  | 1.28 |
| >=2.0         | 25.23   | 15.23   | 10.14   | 6.12    | 0.354 | 3.182 | 16  | 20  | 1.26 |
| >=3.0         | 10.00   | 10.00   | 4.02    | 4.02    | 0.316 | 4.228 | 6   | 8   | 1.25 |

1) 241測線概算鉱量154万tにかつ品位以上の着鉱長比率を乗じた数量

硫化鉱物がみられる。鉱石鉱物は主として磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、黄銅鉱、錫石で、方鉛鉱、鉄閃亜鉛鉱などを伴う。このうち採掘対象と考えられる鉱種は、銅と錫である。鉱化時期はスカルン形成後で、銅と錫石の鉱化時期は、錫鉱化作用が銅鉱化作用よりやや早いと考えられている。鉱化部位は、ボーリングコア調査では、銅の鉱化作用は硫化鉱物、スカルン・スカルン化大理岩中に多く、花崗岩との接触部と大理岩の層準規制を受けているように考えられる。錫の鉱化作用は、舌状花崗岩の上・下盤の接触部付近及び赤鉄鉱スカルンと関係するようみえる。

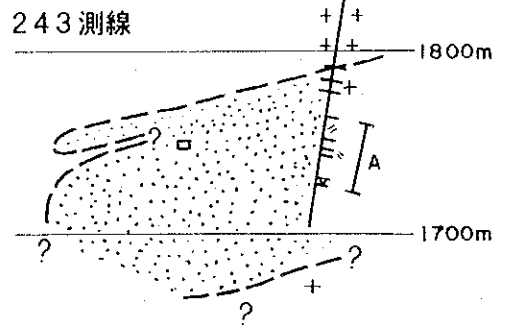
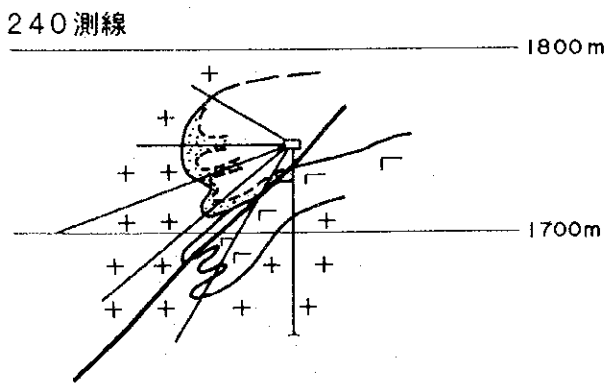
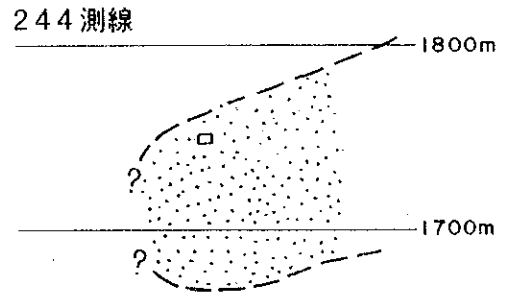
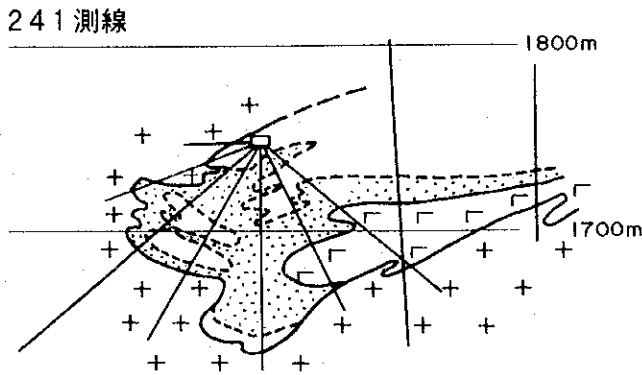
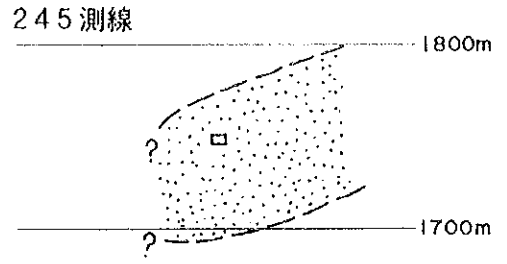
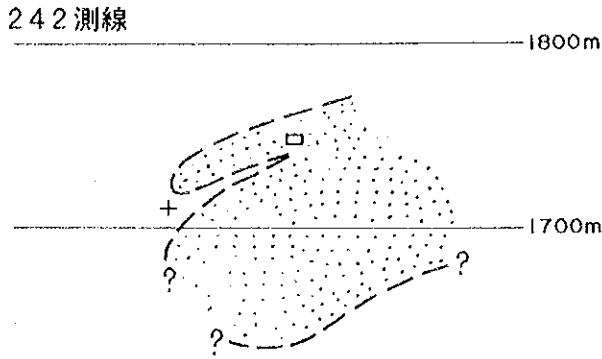
凹陷構造は、241 測線の坑内ボーリング調査結果から、見掛け垂直幅 100 m、奥行き 120 m 程度と見込まれる。さらに凹陷構造は 241 測線から北東方向へ伸長し、247 測線まで達すると想定させる。この凹陷構造の上盤・下盤を規制する花崗岩の貫入部位は、大理岩の層理面と調和し、凹陷構造内にはほぼ同一層準の大理岩が胚胎すると考えられるので、241 測線と同様の優勢な鉱化作用が 247 測線まで期待できる。

241 測線では、鉱量 154 万トン、銅品位 1.017% のポテンシャルが見込まれ、241～247 測線までの 600 m 以上の区間には鉱量約 1,000 万トンが考えられる。

しかしながら、経済性を左右する要素として、金属価格の回復、精鉱買鉱条件の改訂などの市況要素のほかに、出鉱品位の向上、山元直接費の低減、採鉱・選鉱技術の改善・合理化などの技術要素が重要な役割を占めている。241 測線のボーリング着鉱区間の荷重平均銅品位は 1.017% と計算されるが、鉱画内着鉱ボーリング区間の品位構成は、Cu 1% 以上が約 1/3 で、多くは Cu 1% 以下である。したがって、小規模高品位鉱採掘のための出鉱品位の向上を考えるとともに、鉱量増加によるスケールメリットの検討も考える必要がある。

このための調査として、今後、次のことが考えられる。

1. 242 測線から 247 測線まで坑内ボーリングを行い、鉱体総延長 600 m 以上、鉱量約 1,000 万トン、銅品位 1% 前後のポテンシャルを確認する。鉱化帯の広がり・連続性の確認のほかに、高品位部胚胎部位の追求も考え、ボーリング調査は現状の 100 m 間隔の測線上で実施するのが望ましい。
2. 鉱床評価には、採鉱・選鉱方法と連動したカットオフ品位を変動させた出鉱品位と鉱量の計算、操業度のスケールメリットなどを検討するためにコンピュータ使用の鉱量計算（実施は日本国内・中方へ技術移転）がふさわしい。
3. 将来の開発に向けて、採鉱・選鉱・そのほか、各部門の問題点の発掘と検討・解析等を行い、技術的改善・経済的な最適開発案を提言する。
4. 卡房地区は、これまでの調査でも、1600～1950 m L の各所に凹陷構造が確認されているので、本 1740 m L のほかに、このような凹陷構造の発達する可能性も今後の探査課題と考えたい。



凡 例

- |           |           |
|-----------|-----------|
| (白抜): 大理岩 | ●●●: 鈹化帯  |
| 「」: 変玄武岩  | □: ボーリング室 |
| ++: 花崗岩   |           |

A: DH深度504.86~538.23m間、33.37m、  
 層厚1.84~7.41m(平均3.85m)、品位  
 Cu 0.583~1.456%(平均0.714%)  
 が5層準。

図2-1-11 卡房地区ボーリング測線断面図

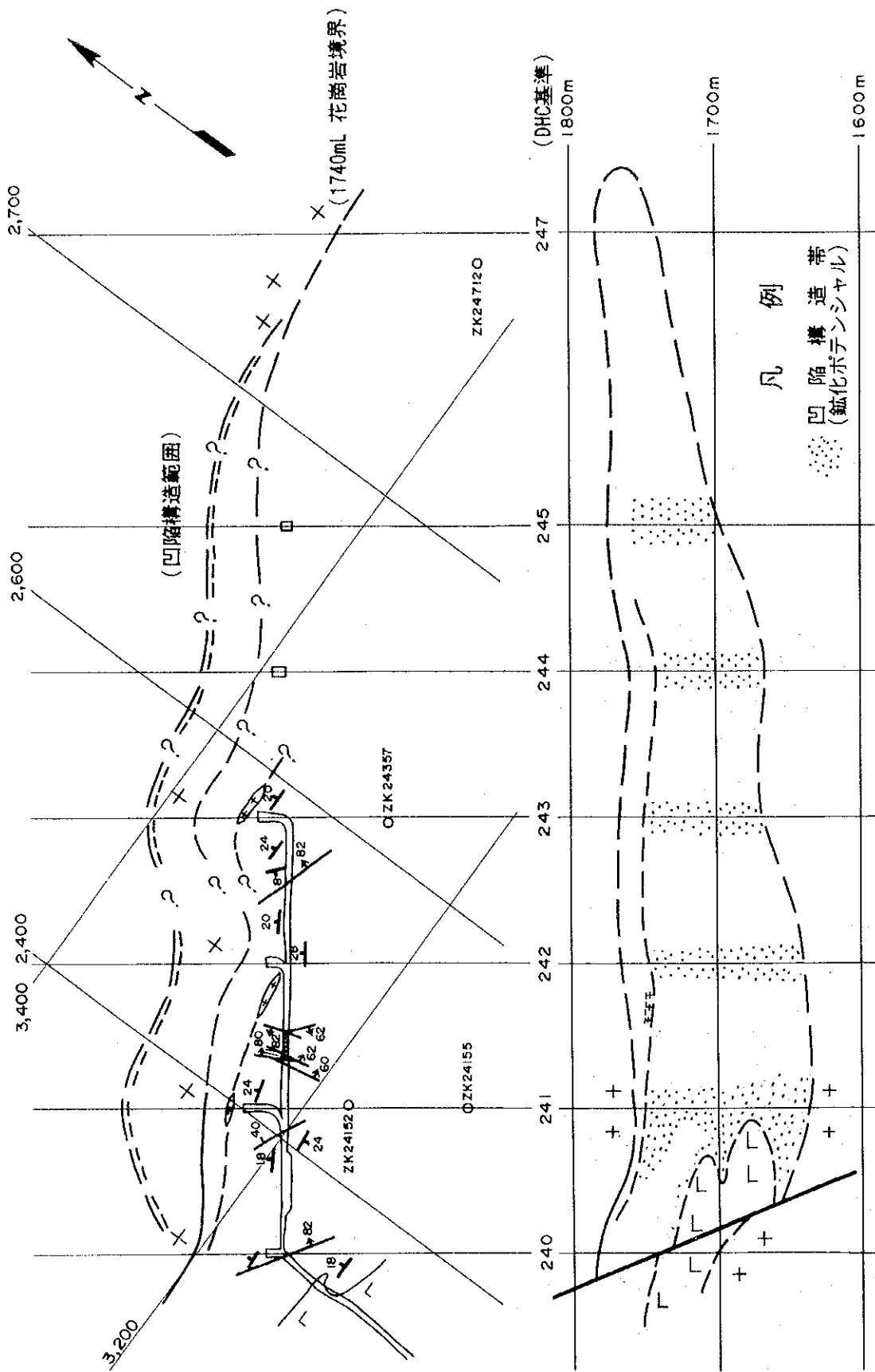


图2-1-12 卡房地区凹陥構造概略图