

## 第5章 獅子山鉍山地区

### 5.1 調査地域の概要

獅子山鉍山地区は、第4章で述べた禄武地区の南方約20kmに位置する面積約2km<sup>2</sup>の地区である。昆明からは高速道路及び一般道路で105km、所要時間2時間30分で山元へ到達する。付近は標高1,650~2,100mの急峻な山岳地形を呈し、松を主とする疎林地帯である。

### 5.2 調査概要

本地区では、第3年次(1995年度)に既存資料解析及び地質調査(ルート長12km)が行われた。

### 5.3 獅子山鉍山の概要

本鉍山は、1953~1960年の探鉍(地質調査、坑道調査、坑内・外ボーリング調査)で、埋蔵銅量11万トン余を獲得した後、1971年から鉍山建設(坑内掘り)に入り、1978年から一日当り選鉍処理量1,700トンで生産開始している。その後、1983年までに追加探鉍(地質調査、坑道調査、ボーリング調査)を行い、埋蔵銅量14万トン、平均銅品位0.90%を獲得している。

1995年当時、在籍人員1,600名(選鉍関係300名を含む)、易門鉍務局所属の主要生産鉍山の一つで、生産の維持・拡大のため、運搬坑道レベル以下の開発と深部及び周辺部の探鉍を急速に進めていた。

### 5.4 地質鉍床の概要とポテンシャル

本地区の地質は、等斜状複背斜構造をなす原生界昆陽層群の因民層・落雪層・鷲頭廠層よりなる。鉍床は層準規制型銅鉍床で、主要な鉍床・鉍徴は、これら層準のうち落雪層下部に胚胎する。地表の鉍徴地は、獅子山鉍床西方の大凹子と同東方の老杉林の2個所に認められるが、その鉍化強度は落雪層の層厚の厚度と関係するようで、落雪層の厚い大凹子鉍徴の方が優勢である。一方、大凹子鉍徴の下部延長を対象に、地表下約200mの獅子山鉍山六中段(1720mL)から坑道探鉍されているが、良好な結果が得られていない(図II-5-1~2)。

既往の物化探調査では、銅地化探異常と磁気異常が認められるが、前者は含銅量の高い落雪層を反映したもの、後者は急峻な地形・断層などの地形要因と鷲頭廠層下部に胚胎する小レンズ状磁鉄鉍を反映したものと考えられ、探鉍対象の異常とは考え難い(図II-5-3)。

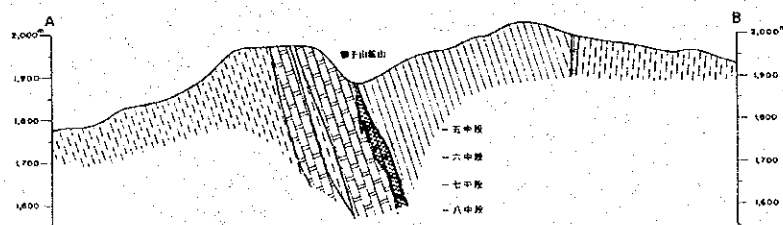
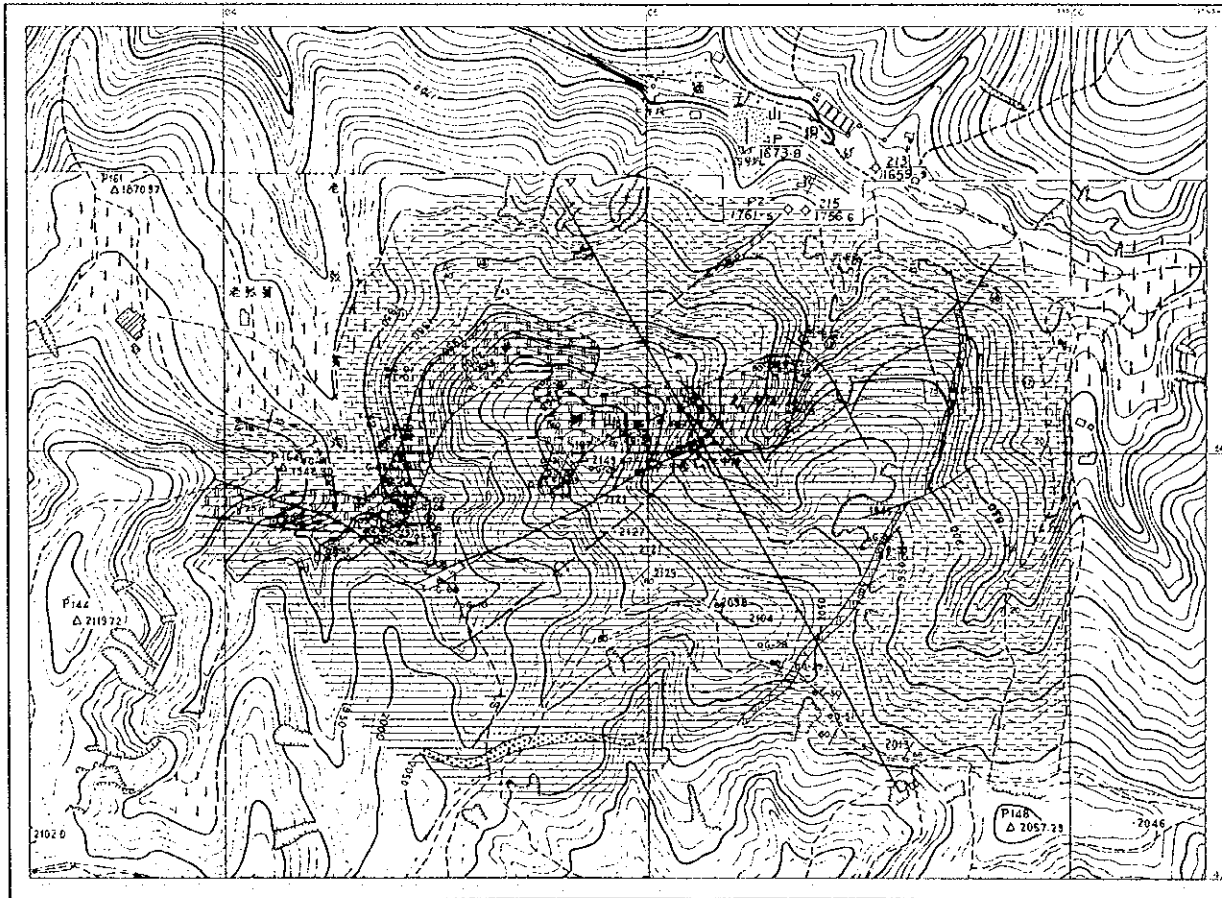
このように、本地区には大凹子・老杉林両鉍徴地が認められるものの、鉍徴・鉍床の胚胎層準・部位の地質的・構造的性質を考慮すると、これら鉍徴地の探鉍有望性に期待は持てないと考える。

獅子山鉍山の主要鉍床は、複背斜軸部・これを切る走向断層・苦灰岩と粘板岩のような異種岩石の境界部などの条件が重複する位置に胚胎する東川式または桃園式と呼ばれる銅鉍床である。そのほかに、リボン鉍と称する東川式の薄層状高品位部、因民層中の稀鉍山式・砂岩型の銅鉍化が知られているが、確認されている範囲では、小規模で採掘対象になり難い。現在、本鉍山は、運搬坑道(八中段1585mL)以上をほとんど終掘し、八中段から十三中段(1335mL)まで立坑を掘削し、主要鉍床下部の採掘準備中である(図II-5-4)。

以上に述べたように、本地区で今後の探鉱対象となり得るのは、獅子山鉱山の主要鉱床の下部延長と考えられる。しかしながら、その鉱況は、六中段(1720mL)から九中段(1535mL)の間では、少なくとも下部に向かって劣化し、鉱体胚胎の場である背斜軸部の落雪層・鷲頭廠層遷移帯も狭まっていく傾向にある。従って、この下部延長の鉱況の解明が、本山の今後を左右する重要な鍵と考えられる。そのためには、九中段から十三中段の間で坑道探鉱を実施することが先決と考えられる。さらに、十三中段以下については、ボーリング探鉱が考えられる。

## 5.5 考察

獅子山鉱山地区では、既存資料解析と坑内・外調査(2k m<sup>2</sup>)を行った。本鉱山の主要銅鉱床は、原生界中部の厚い苦灰岩と粘板岩の複雑な複背斜のほぼ垂直な軸部に胚胎する。現在、本鉱山は運搬坑道の1585mL以上をほとんど終掘し、そこから1335mLまで立坑を掘削し、下部の採掘準備中である。一方、地表には2箇所の鉱徴地や物化探異常も認められるが、鉱化は弱く、今後の調査対象となり難く、本地区の探鉱対象は、獅子山鉱山の主要鉱床の下部延長と考えられる。しかし、その鉱況は下部に向かって劣化し、鉱体胚胎の場も狭まる傾向にある。従って、今後はこの鉱況の解明のために坑道探鉱を主とした調査が望ましいと考える。



- 凡例
- 震蕩層 (粘板岩)
  - 蔴草層 (基灰岩)
  - 因民層 (上粘板岩)
  - 因民層 (砂岩)
  - 厚砂岩
  - 走向褶皺, 老核層
  - 地層境界, 理之
  - 斷層, 理之
  - 資料詳見圖
  - 正 數
  - 獅子山鉾山

图 II - 5 - 1 獅子山鉾山地区地質圖·地質断面圖

界	系	地層	柱狀	層厚(m)	岩相	火成作用	鉍化作用
新生界	第四系			0~20	未固結堆積物	輝綠岩	
原 生 界	昆陽群	驚頭廠層		>300	灰色粘板岩, 下部 は岩質・黑色		東川式 銅鉍床 稀鉍山式 銅鐵鉍床
		落雲層		20~150	灰~青灰色(一部, 淡紅色) 苦灰岩, 藻化石		
		因民層		300	紫灰色粘板岩, 含砂岩薄層		

图 II - 5 - 2 獅子山鉾山地区模式柱狀圖

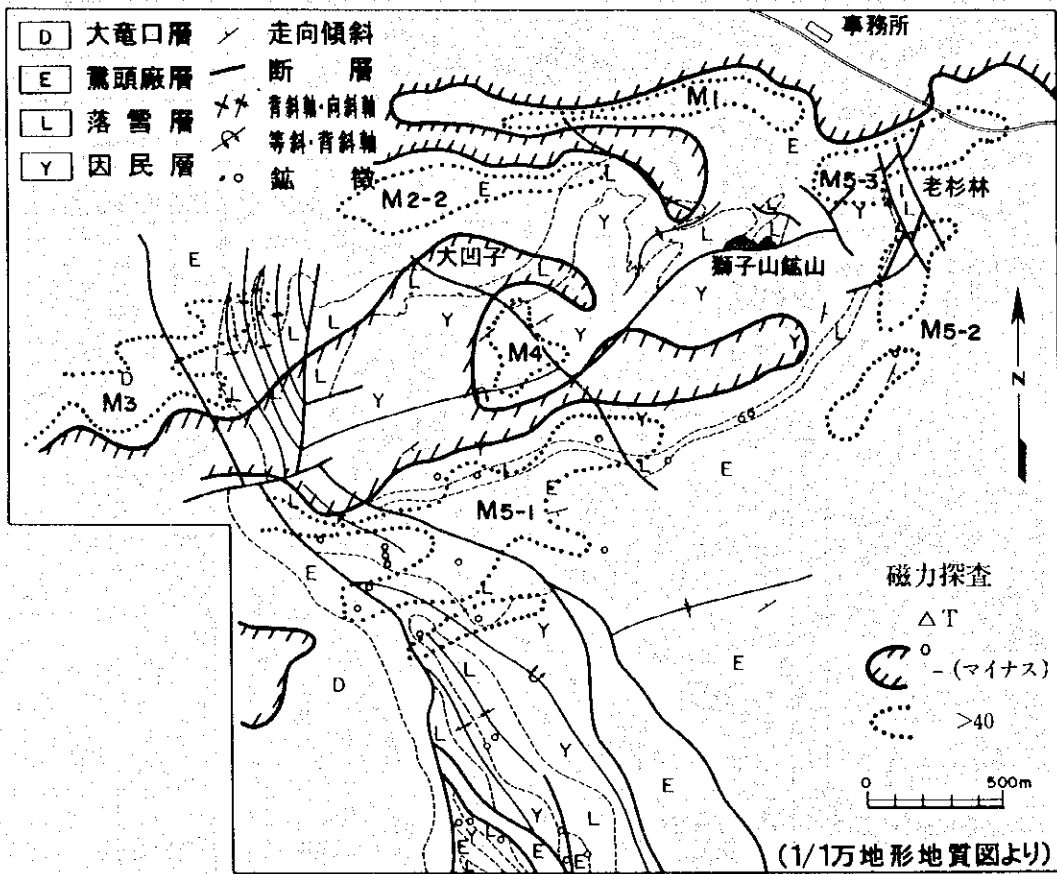
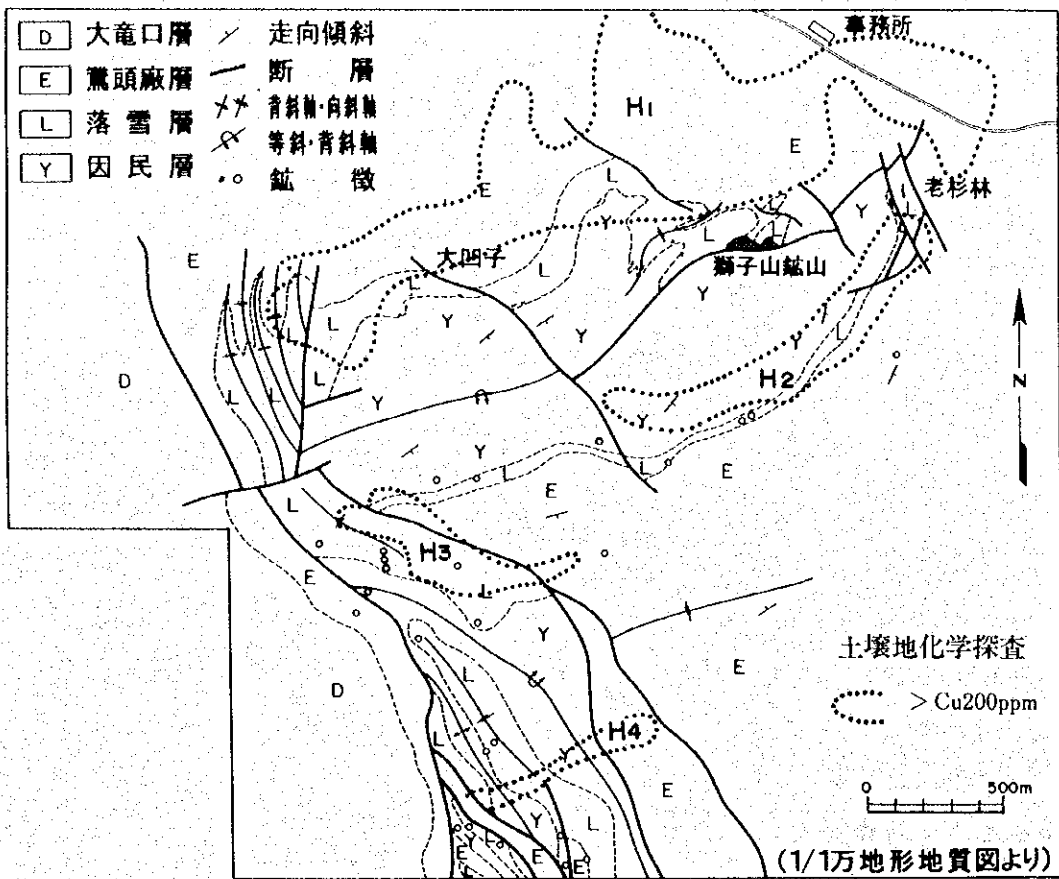


図 II - 5 - 3 獅子山鉍山地区物化探図

# 狮子山矿床 I—I' 垂直纵投影图

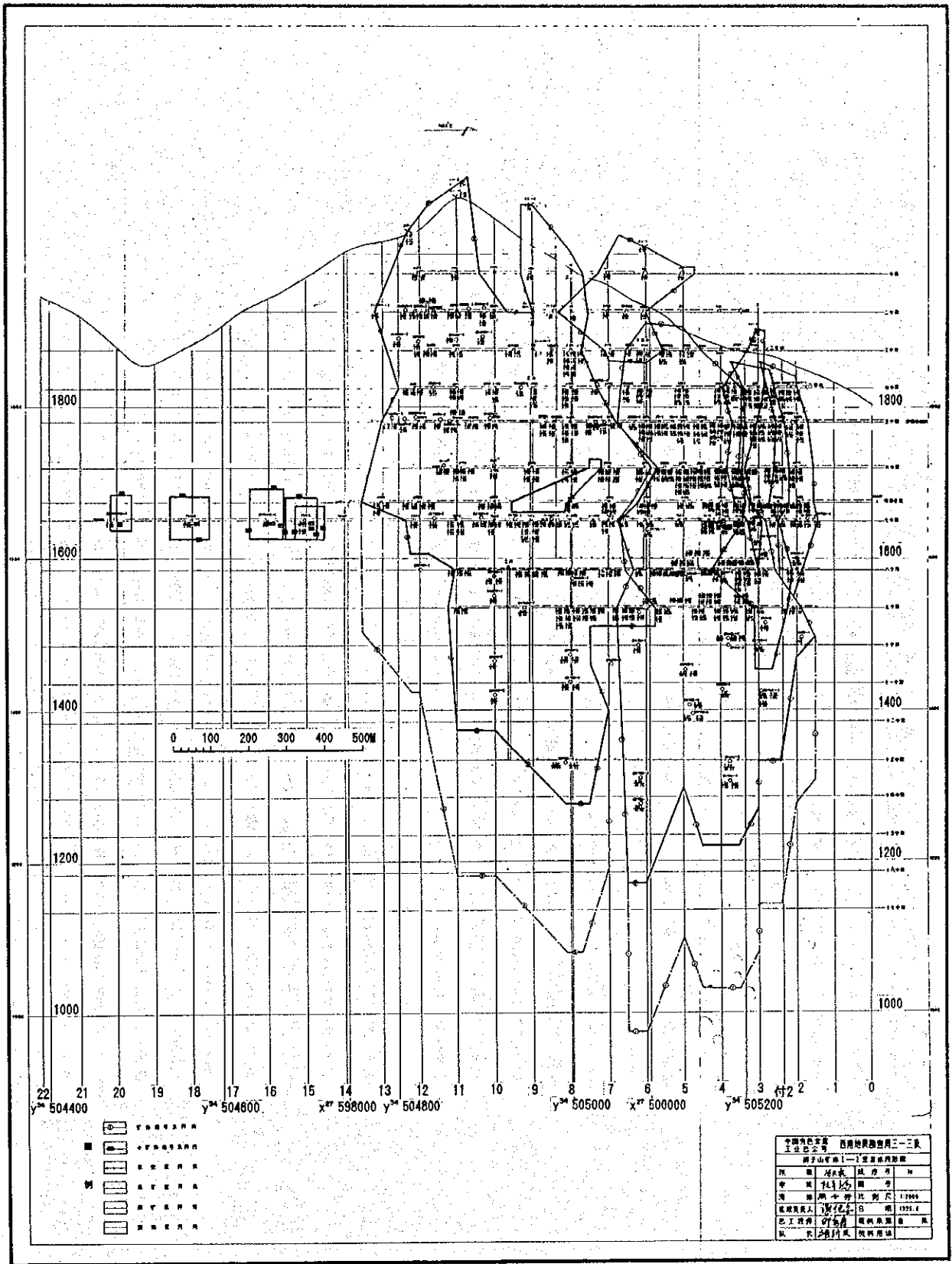


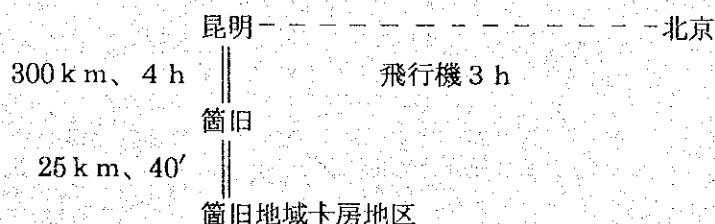
图 11-5-4 狮子山矿床地区矿床投影图

## 第6章 箇旧地域卡房地区

### 6.1 調査地域の概要

本地域は、揚子地台西縁地域南縁部、箇旧市（海拔高度約 1,720m）の南南東約 25km に位置する（図 I-1）。

調査の基地となる箇旧市へは、省都、昆明市より道程約 300km、高速道路、一部舗装一般道を車で約 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、車で 40 分を要する。



卡房地区は、標高 2,150~2,400m、比高 250m 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-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。

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 1,700m 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。

卡房地区の植生は、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。

### 6.2 調査概要

本地域は、雲南省南東部、ベトナムとの国境近くに位置する面積約 2 km<sup>2</sup> の地区で、第 4 年次（1996 年度）から第 7 年次（1999 年度）まで、次の調査が行われた。

これら調査のうち、坑道調査では差切工法の技術移転と日本調達資機材が、さらにボーリング調査ではワイヤーライン工法の技術移転が、それぞれ技術上大の効果が、巻末資料 2 にその概要を述べる。

箇旧地域卡房地区の調査量のまとめ

年次		第4年次 (1996)	第5年次 (1997)	第6年次 (1998)	第7年次 (1999)	合計
対象地域		箇旧地域 卡房地区	卡房地区 1740m	卡房地区 1740mL	卡房地区 1740mL	
面積		2 km <sup>2</sup>	1 km <sup>2</sup>	1 km <sup>2</sup>	1 km <sup>2</sup>	5 km <sup>2</sup>
調査手法と 数量	既存試料解析	24日	—	—	—	24日
	地質調査(ルート長)	8 km	—	—	—	8 km
	坑内地質調査	467.60m	161.10m	455.00m	120.00m	1,202.70m
	ボーリング コア調査	24本 11,556.25m	3本 222.38m	13本 1,387.00m	21本 2,282.00m	61本 15,447.63m
	坑道調査	249m	160.10m	455.00m	—	864.10m
	ボーリング調査	—	—	13本 1,387.00m	21本 2,282.00m	34本 3,669.00m

### 6.3 探鉱開発の歴史と現状

本地域は、古くは「漢書・地理志」にも銀・鉛・錫の鉱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採掘が盛んになり、清の乾隆年間(1736~1795年)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、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。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。箇旧地域卡房地区は、雲錫公司の主要鉱山地区の一つで、1956年から本格生産を開始している。

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Ⅱ-6-1、表Ⅱ-6-1に示す。

### 6.4 一般地質

#### 6.4.1 地質概要

箇旧地域は揚子地台西縁地域の南東縁に位置し、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、錫多金属鉱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、大型鉱床は未発見である。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、卡房などの鉱区を形成している(図Ⅱ-6-2)。

表Ⅱ-6-1 箇旧地域主要鉍山・鉍徴一覧表

番号	鉍山名	所属	採掘形態	採掘量(ト/日)	鉍床・(鉍種)	選鉍場
1	馬拉格	雲錫公司	露天(砂鉍)	400		箇旧
			坑内	150	(酸化鉍)	箇旧
2	松樹脚	雲錫公司	坑内	2,000	(酸化鉍)	大屯
3	老廠	雲錫公司	露天(砂鉍)	4,800		老廠、羊埡底
			坑内	4,000	(酸化鉍、硫化鉍)	大屯、紅鉍子
4	卡房	雲錫公司	露天(砂鉍)	1,300	新山、大坪子	卡房
			坑内	500	紅旗鉍(硫化鉍)	大屯
5	期北山	雲錫公司	露天(砂鉍)	2,000		期北山
6	占山	雲錫公司	露天(砂鉍)	400		占山
7	黄茅山	雲錫公司	露天(砂鉍)	300		
			坑内	100	(酸化鉍)	
8	革新鉍	箇旧市	露天(砂鉍)	N. A.		
			坑内	N. A.	(酸化鉍、硫化鉍)	
9	促進鉍	箇旧市	露天(砂鉍)	N. A.		
			坑内	N. A.	(酸化鉍)	
10	前進鉍	箇旧市	露天(砂鉍)	N. A.		
			坑内	N. A.	(酸化鉍、硫化鉍)	
11	新建錫鉍	箇旧市	露天(砂鉍)	N. A.		
			坑内	N. A.	(酸化鉍、硫化鉍)	

(番号は図Ⅱ-6-1中の①~⑪に対応)

#### 6.4.2 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(図Ⅱ-6-3)。

#### 6.4.3 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10~20°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8km、北傾斜65~87°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層で、普遍的に水平擦痕がみられる。活動時期は燕山晚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Ⅱ-6-4)。

卡房地区1740mでは、地表まで達すると考えられる東西系の断裂が、主坑道の244測線ボーリング室分岐先を走り、鉍床胚胎層準の延長先を変位させていると考えられる(244断層と仮称)。

#### 6.4.4 火成岩

本地区の地表に火成岩は露出しないが、ボーリング及び坑道で潜頭性の黒雲母花崗岩及び変玄武岩がみられる。

##### (1) 変玄武岩

箇旧層卡房部層のT<sub>2</sub>g<sub>1</sub>層中に大理岩と整合状に、層厚40~60mの変玄武岩が産出する。胚胎レベルは1700~1800mL前後である。塩基性火山岩を原岩とし、燕山晚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。変成鉍物は陽起石、金雲母などが主で、



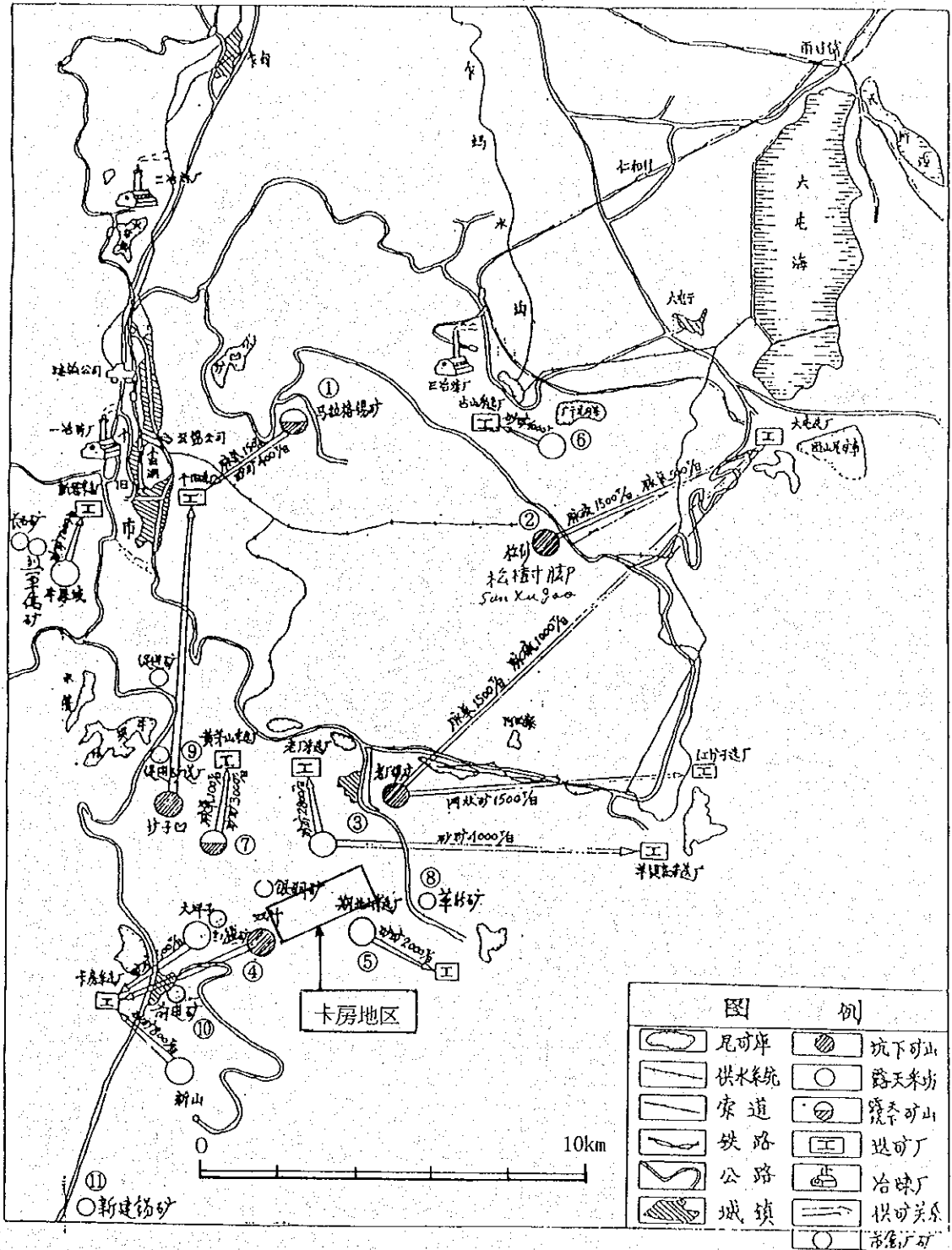
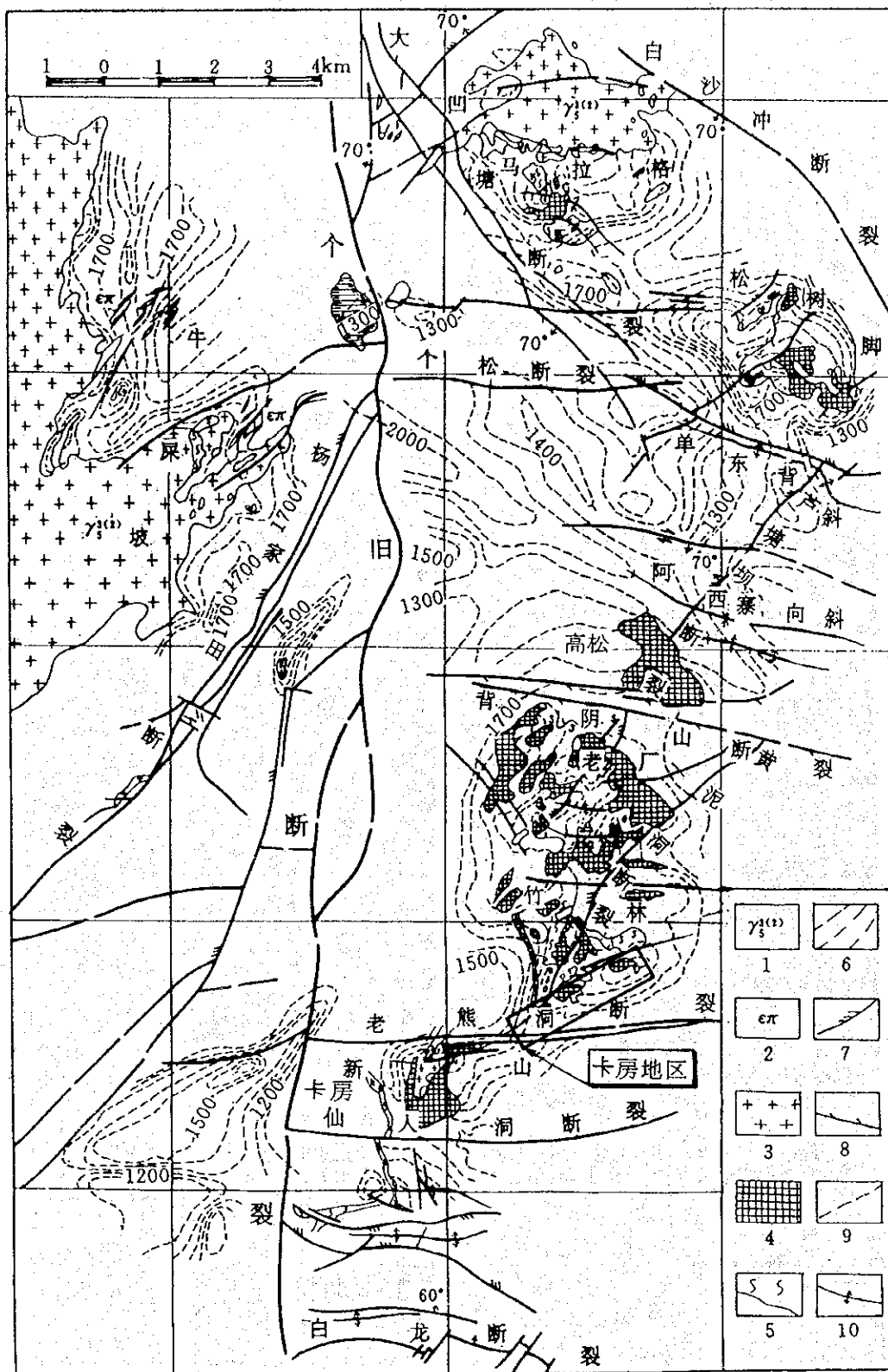


图 11-6-1 箇旧地域主要錫山·錫微分布图



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 II-6-2 个旧地域地质概略图

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、黄鉄鉱などが鉱染する。

## (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花崗岩につながる。南西へは卡房新山の地表に露出する花崗岩に連なるといふ。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陥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。

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						燕山晩期 花崗岩類	錫銅スカルン、 硫化鉱
中部 三疊紀	箇旧層 卡房部層	T <sub>2</sub> g <sup>†</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>†</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>‡</sup>	70~150		灰色・暗灰色大理岩、 黄色泥質大理岩		
		T <sub>2</sub> g <sup>f</sup>	40~80		白色大理岩、黄色苦灰 岩		
		T <sub>2</sub> g <sup>i</sup>	100+		灰色大理岩、変玄武岩		(1740mL 協力坑道)

図 II - 6 - 3 卡房地区地質模式層序図

## 6.5 鉱化作用

### 6.5.1 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・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 II - 6 - 2）。

断層東側の地表部では、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

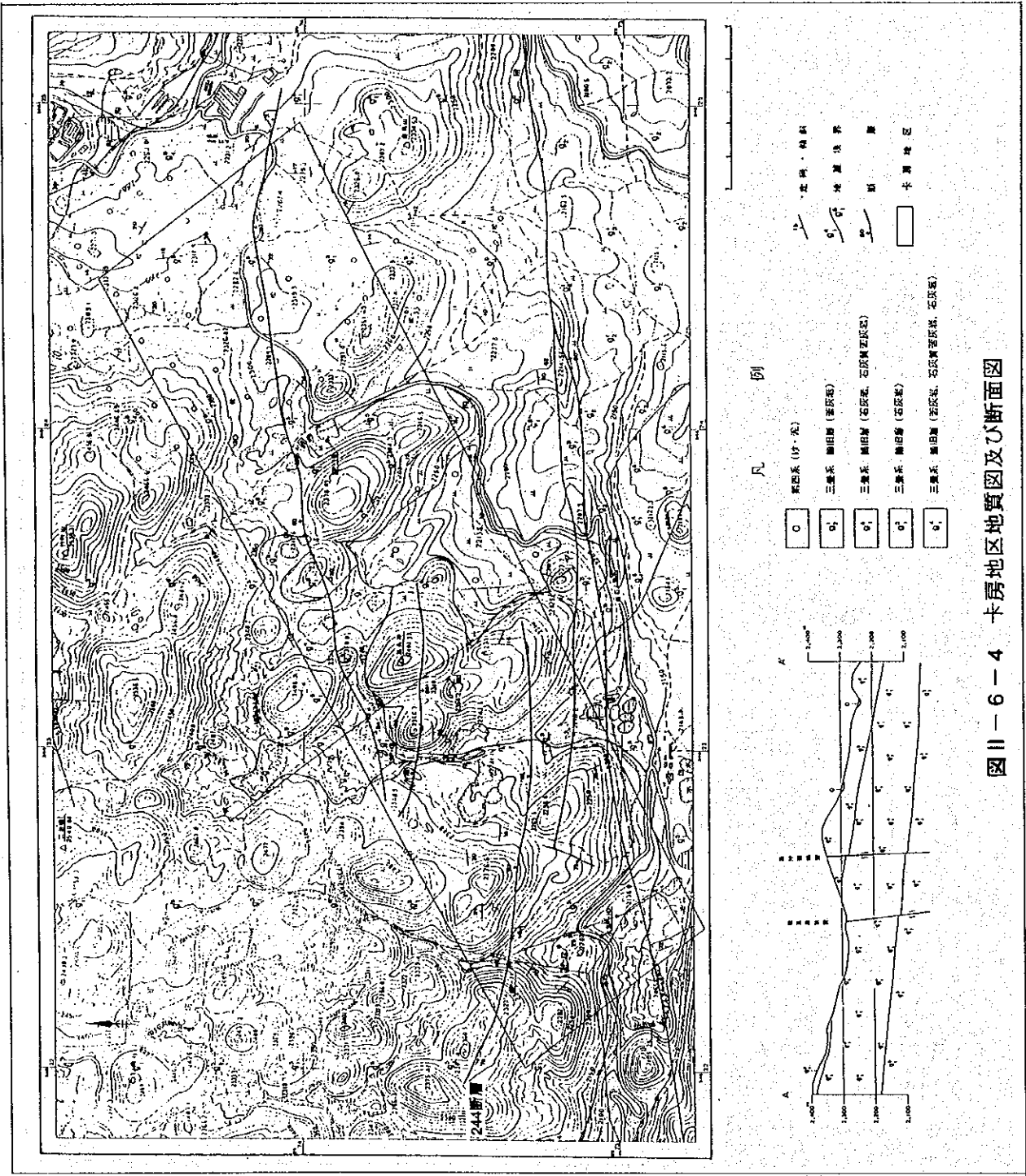


图 11-6-4 卡房地区地质图及心断面图

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。

### 6.5.2 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、不規則巣状を呈する。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。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

浴いを充填する粘土には少量の錫石が含有され、一種の風化残留鉍床を形成する。

### 6.5.3 鉍床形成の場

箇旧の錫多金属鉍床は三疊系堆積岩類の層位、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、次のような様式にまとめられる（図II-6-5）。

(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鉍床が形成され、その外側の成鉍に有利な層位には層間鉍床が形成されている。

(2) 向断層凹陷式：上部は向斜構造で、その軸部に成鉍期あるいは成鉍期前後に縦・横向き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。断裂帯及び成鉍に有利な層位に沿って層間鉍床を形成し、花崗岩接触帯にはスカルン硫化物鉍床が賦存する。

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

(4) 断裂式：鉍液が断裂構造に沿って充填交代し、脈状鉍を形成する。

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

(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鉍床は、本形式と考えられている。

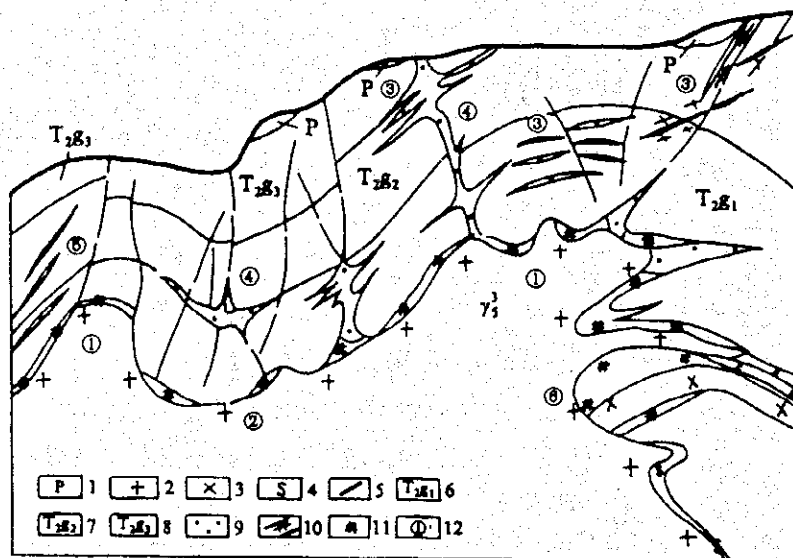


图 1-2 个旧矿区构造控矿模式

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鉍床：1996）

图 II-6-5 箇旧地域鉍床模式图

## 6.6 卡房地区 1740mL の鉱床と鉱化作用

### 6.6.1 測線断面の地質・鉱床

ボーリング調査は、240・241・242・243・244 各測線 1箇所のボーリング室から同一断面 (323° ~143° ) に乗るよう扇型に実施された。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、花崗岩の着岩深度と 1740mL の坑道地質状況 (図Ⅱ-6-6) から、各測線での凹陷構造の形態、大理岩・スカルン・硫化鉱の地質構造を検討した。各測線の地質・鉱床断面は次のとおりである：

**240 測線断面：**凹陷構造は 1712mL (KZK24004) を底とし、断面上で上下 90m、幅 80m 程度の広がりと考えられる。大理岩下盤には変玄武岩の厚い層があり、花崗岩の貫入を規制している可能性がある。凹陷構造内の大理岩などの地質構造は、緩く北西へ傾斜する。スカルン化は花崗岩との接触部、一部に大理岩の層理面に沿ったものが考えられる (図Ⅱ-6-7)。

**241 測線断面：**凹陷構造は、240 測線から急激に下がり、1630mL (KZK24105) を底とする。凹陷構造の規模は、断面上で上下に 120m、幅 140m 以上で、スカルン化・鉱化は花崗岩と変玄武岩とがつくる凹陷部分から変玄武岩上盤沿い、それに凹陷構造奥上部に優勢である。特に、前者は、本鉱床で最も鉱化の強い部分である (図Ⅱ-6-8)。

**242 測線断面：**凹陷構造は、1607mL (KZK24204) から 1613mL (KZK24205) を底とし、断面上で上下 150m、幅 200m 程度の広がりと考えられる。凹陷構造内の大理岩などの地質構造は、緩くうねりながら北西へ緩傾斜すると考えられる。スカルン化は、花崗岩との接触部及び大理岩と調和して層状に発達するが、まとまって塊状を呈するスカルンは、凹陷構造の南東壁を構成する花崗岩上岩盤に KZK24205 から KZK24207 の範囲に発達する。鉱化作用はスカルン化範囲内に層状に発達する銅、銅錫鉱体と花崗岩との接触部に数m規模で発達する銅鉱体がある。前者は大理岩の層理面と調和して、よい連続性を示すと考えられる (図Ⅱ-6-9)。

**243 測線断面：**凹陷構造は、1630mL (KZK24305、KZK24306) を底とし、断面上で上下 130m 程度、幅 150m 程度の広がりと考えられる。凹陷構造内の大理岩などの地質構造は、242 測線と同様に、緩くうねりながら北西へ緩傾斜すると考えられる。鉱化作用及び硫化作用は、242 測線と同様であるが、1720~1740mL の KZK24307 と KZK24308 で優勢な銅錫硫化が観察される (図Ⅱ-6-10)。

**244 測線断面：**凹陷構造は、1630mL (KZK24403) から 1640mL (KZK24404) を底とし、断面上で上下 130m 程度、幅 100m 程度の広がりと考えられる。凹陷構造の北西部の一部を 244 断層が切る。凹陷構造内の大理岩などの地質構造は、242 測線と同様に、緩くうねりながら北西へ緩傾斜すると考えられる。硫化作用及び鉱化作用は、242・243 両測線と異なり、層状のスカルン化作用と硫化作用が急激に劣化する (図Ⅱ-6-11)。

### 6.6.2 鉱床胚胎の場・凹陷構造

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陷構造中に富鉱部が胚胎すると解釈され、凹陷構造形成の好条件として、以下のことが考えられてきた。

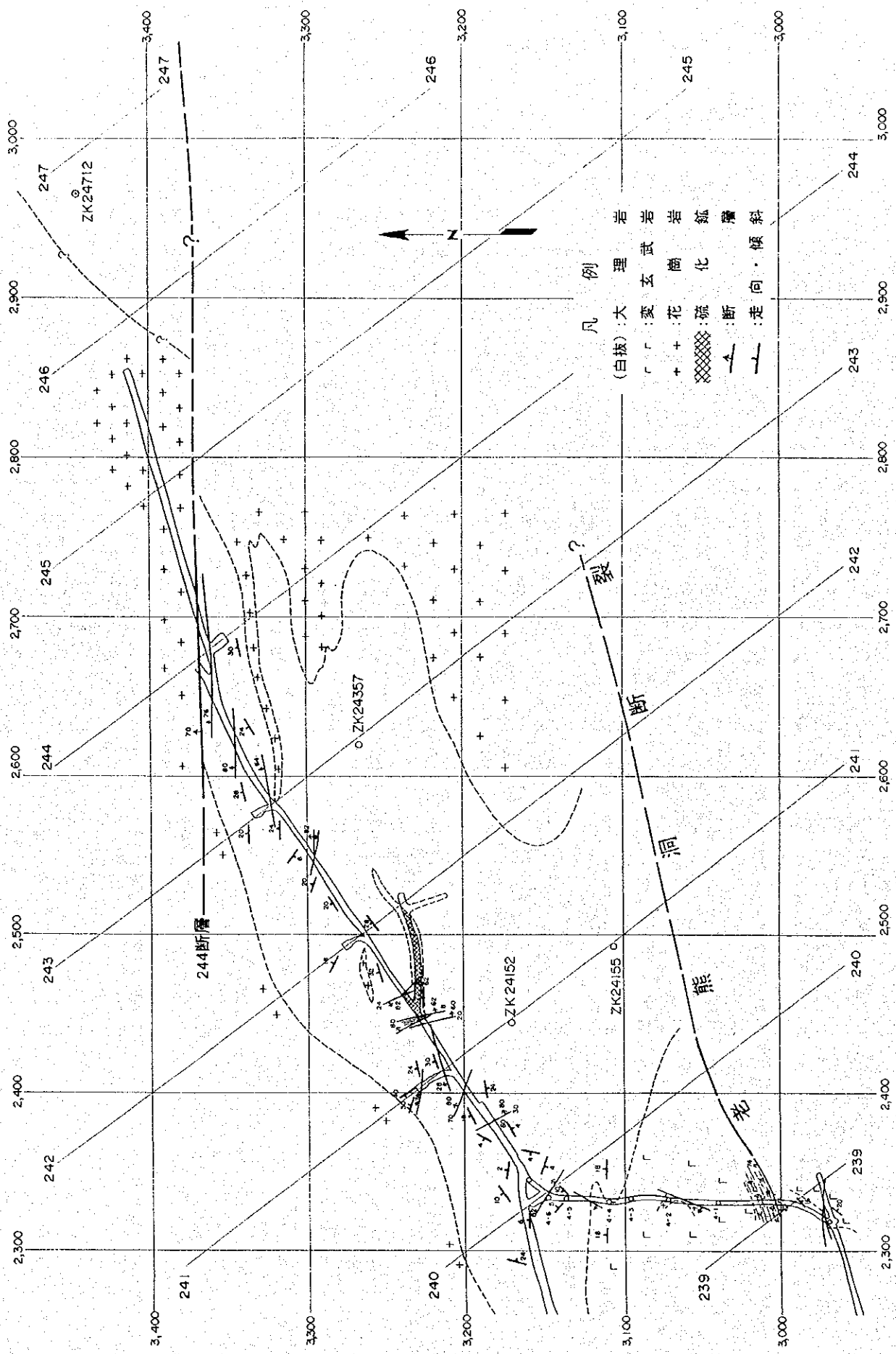
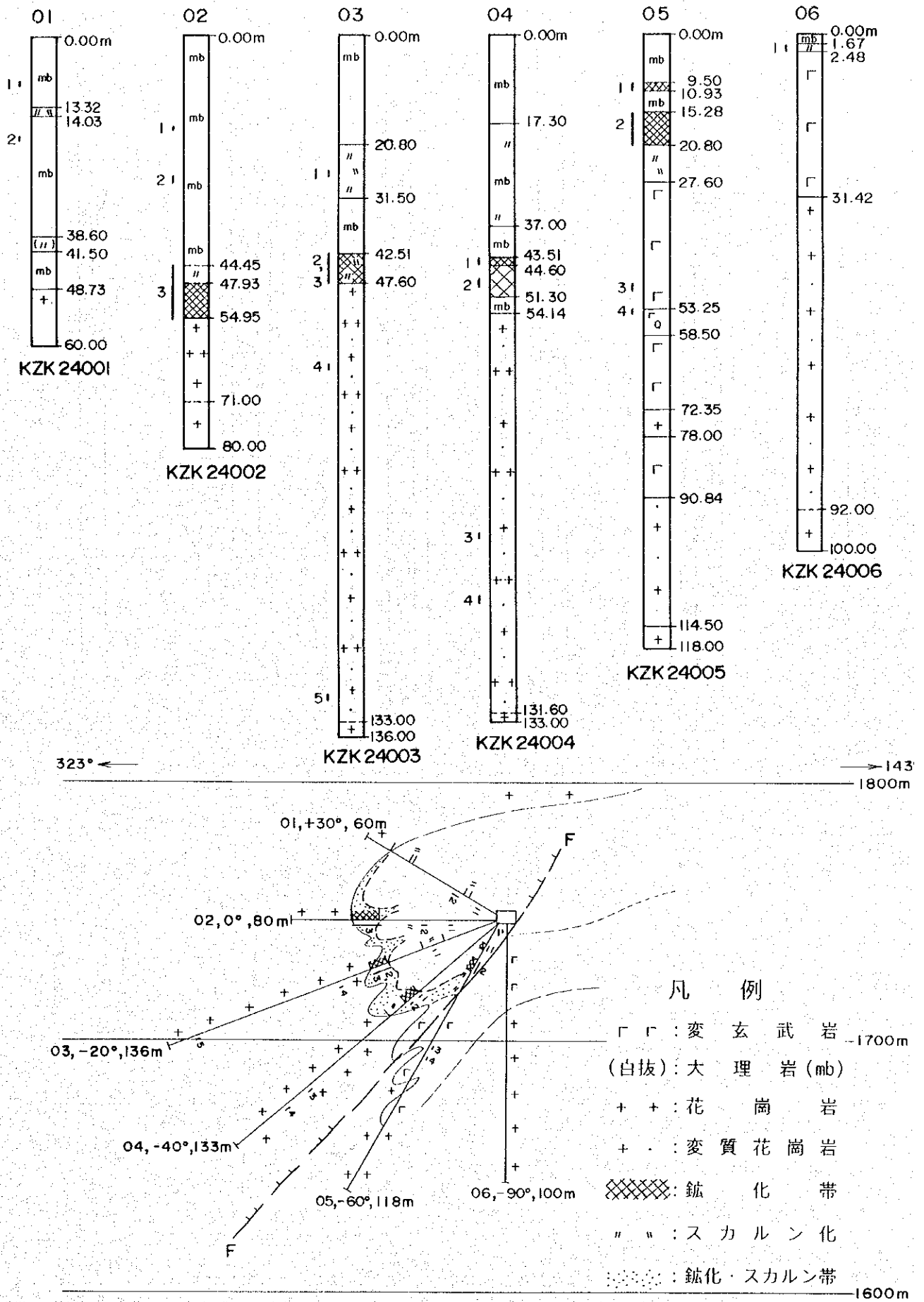
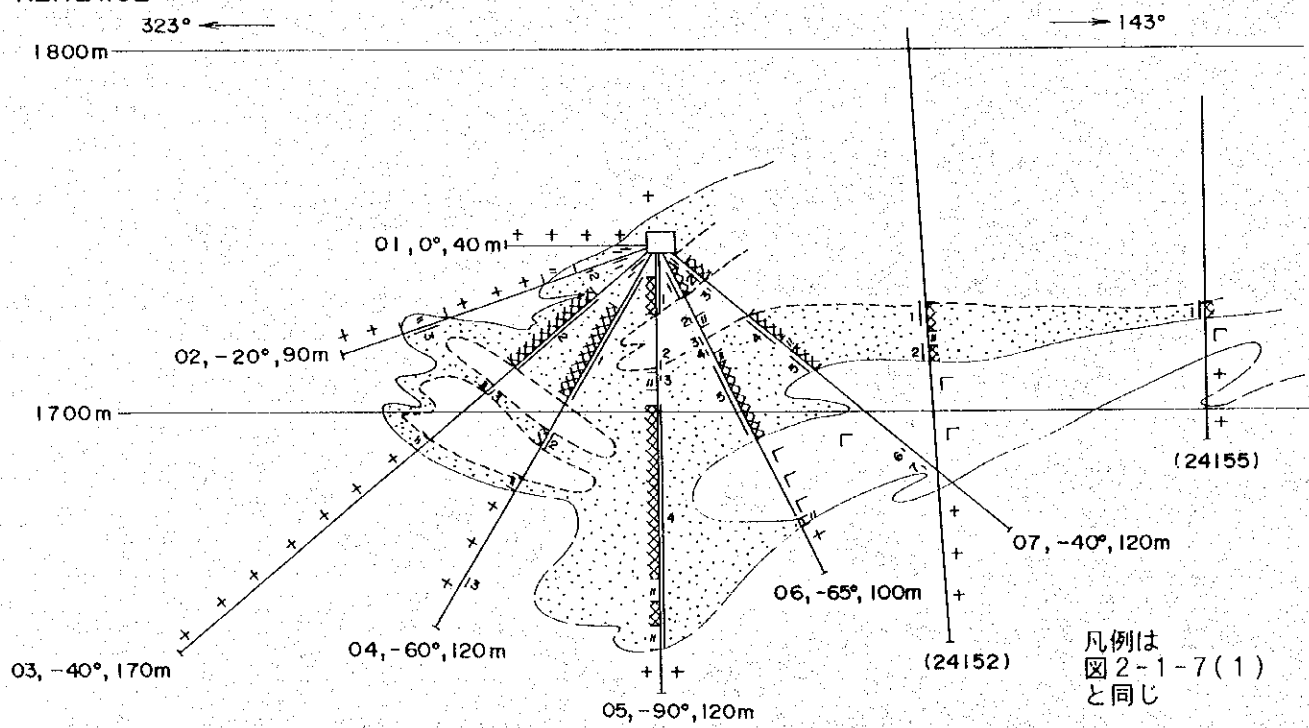
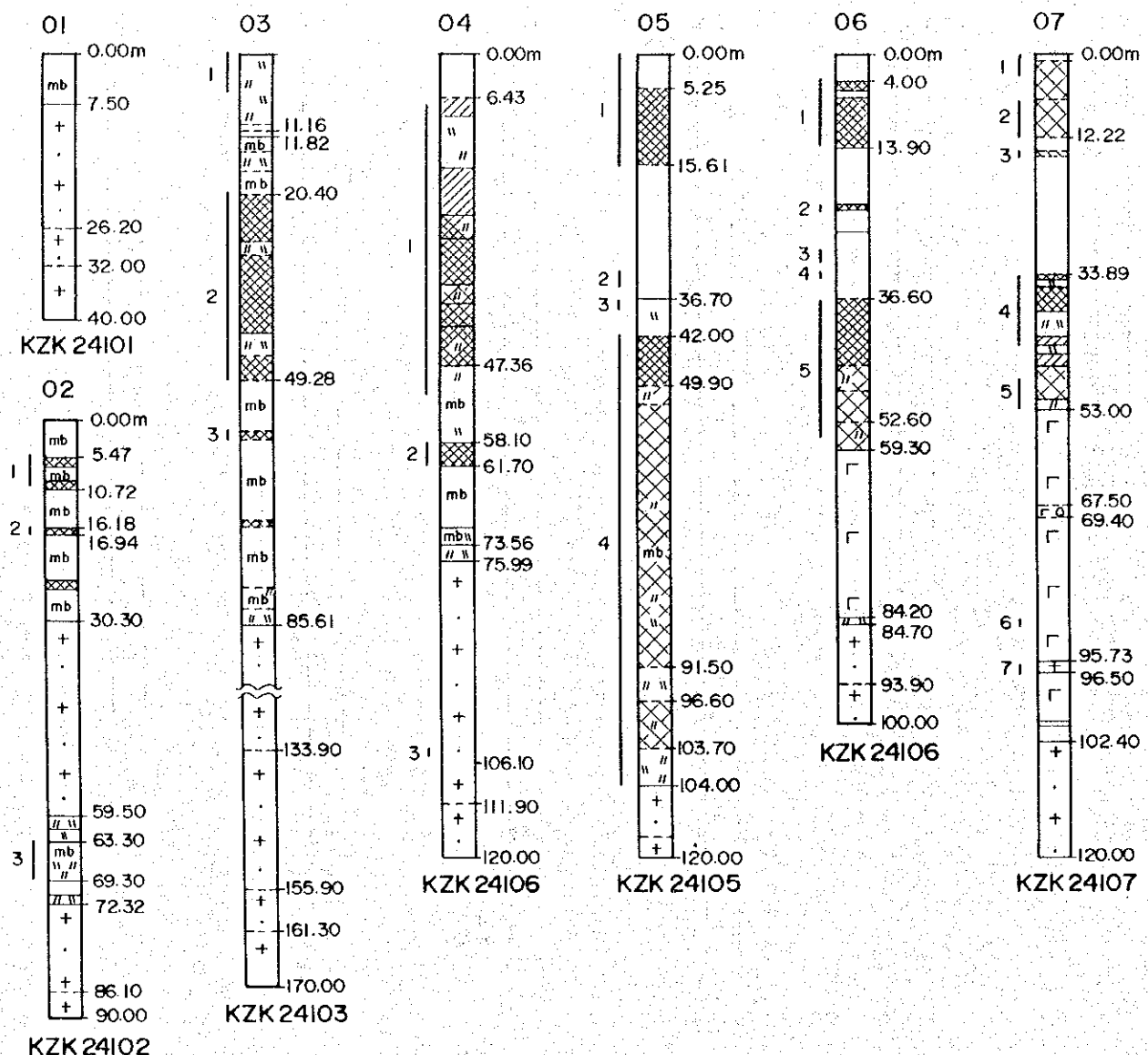


图 11-6-6 卡房地区 1740 m L 坑道地质图

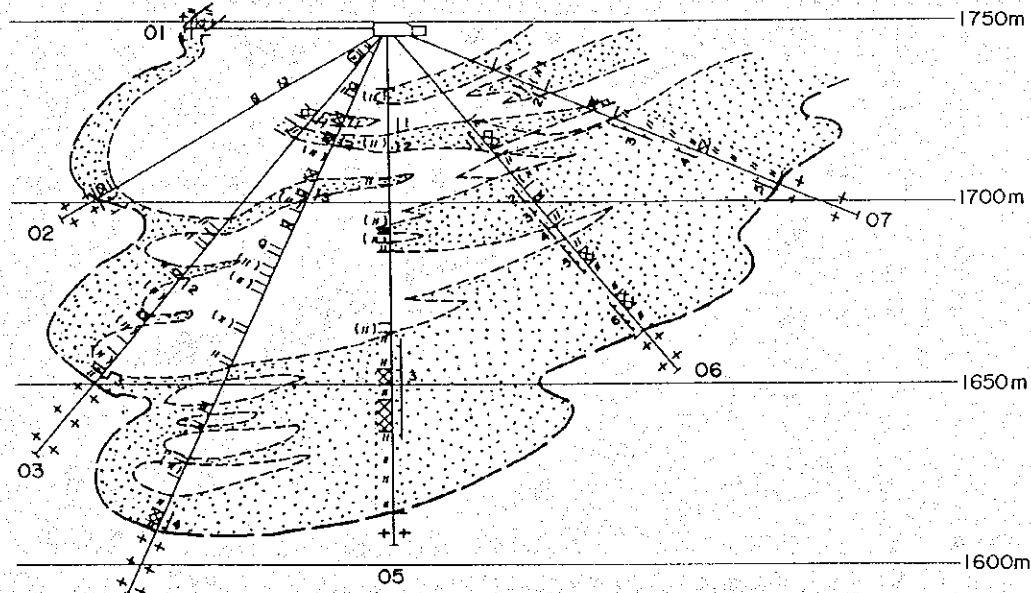
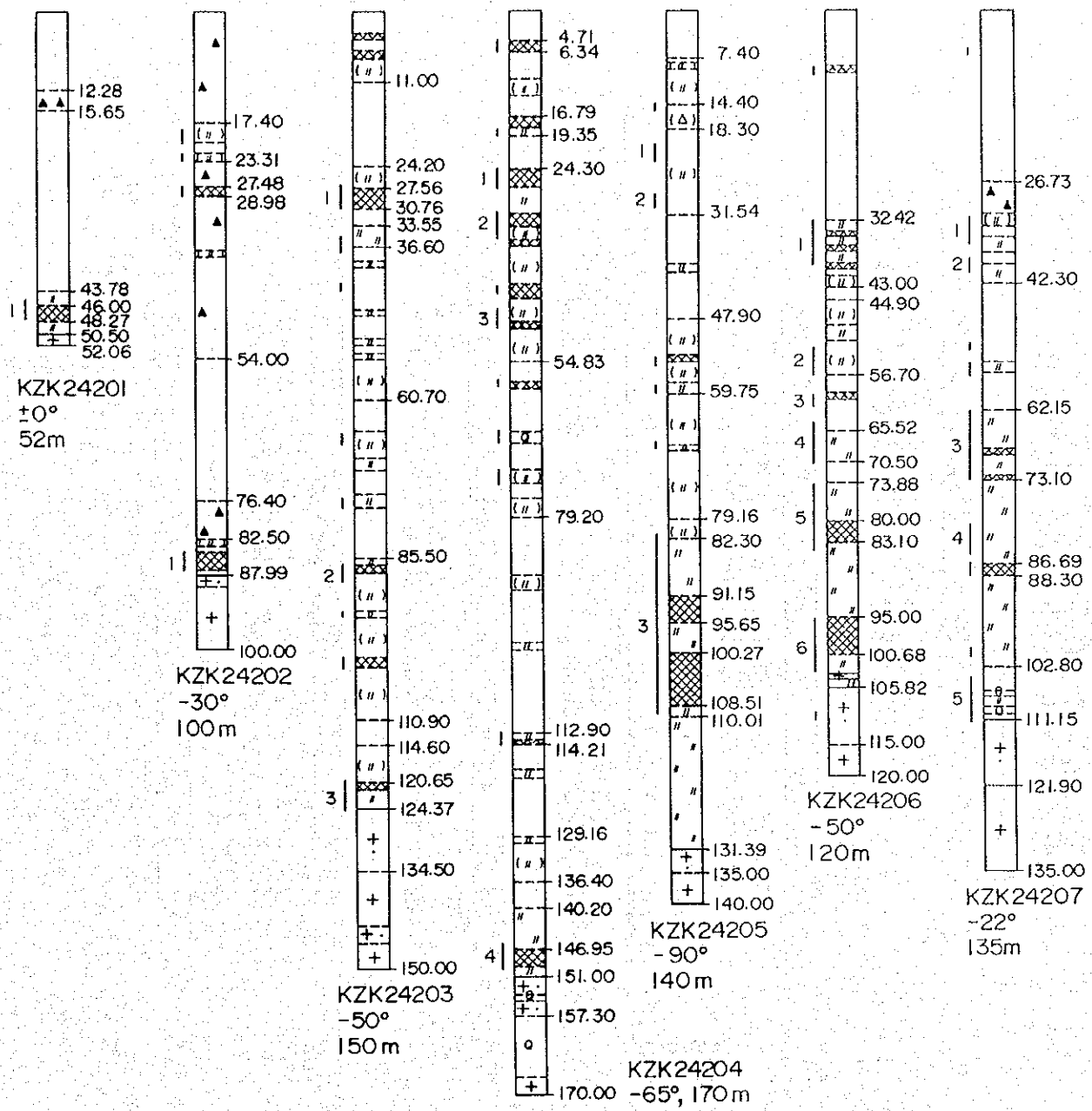




図II-6-7 240測線ボーリング地質柱状図及び断面図

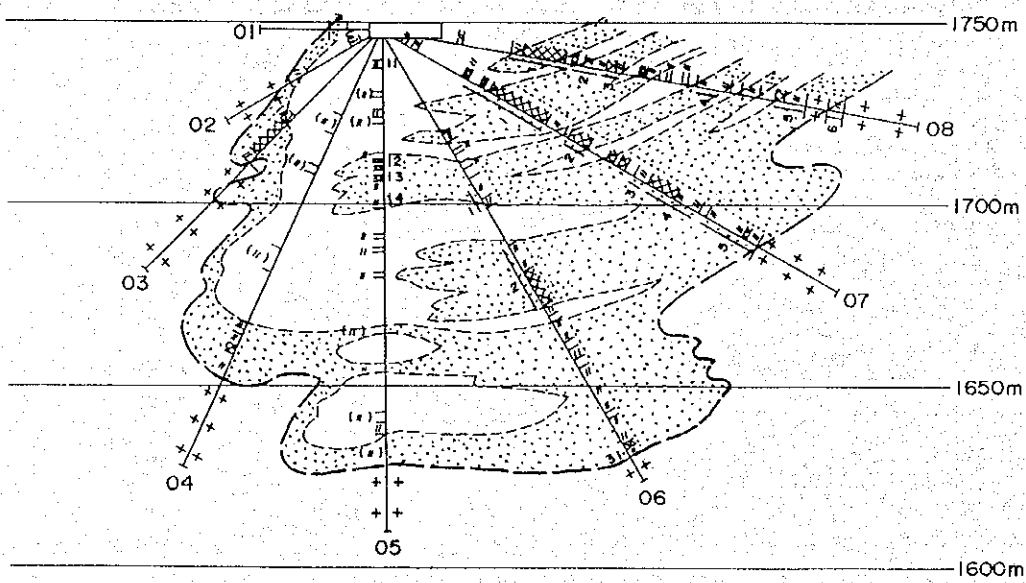
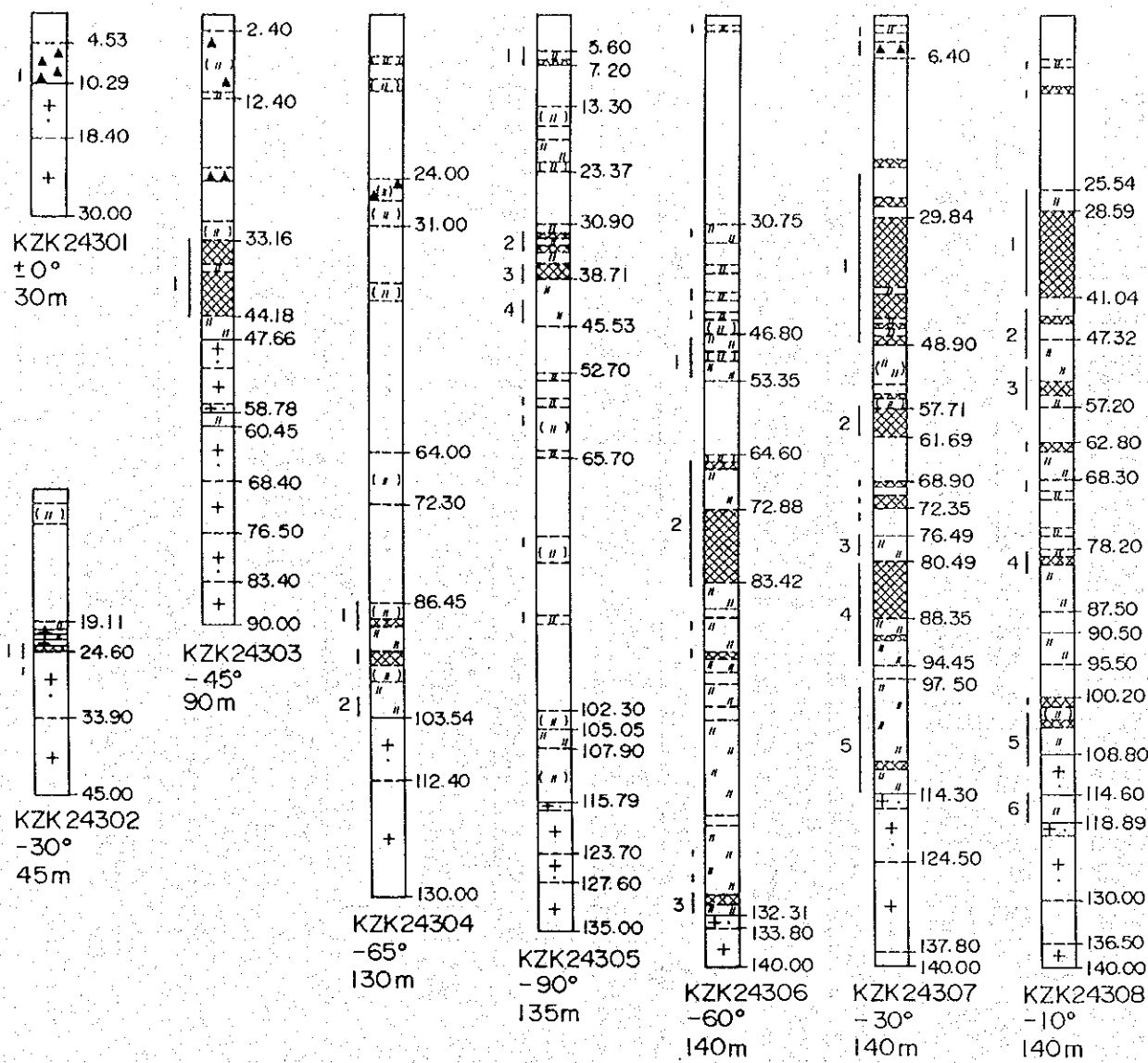


図II-6-8 241測線ボーリング地質柱状図及び断面図



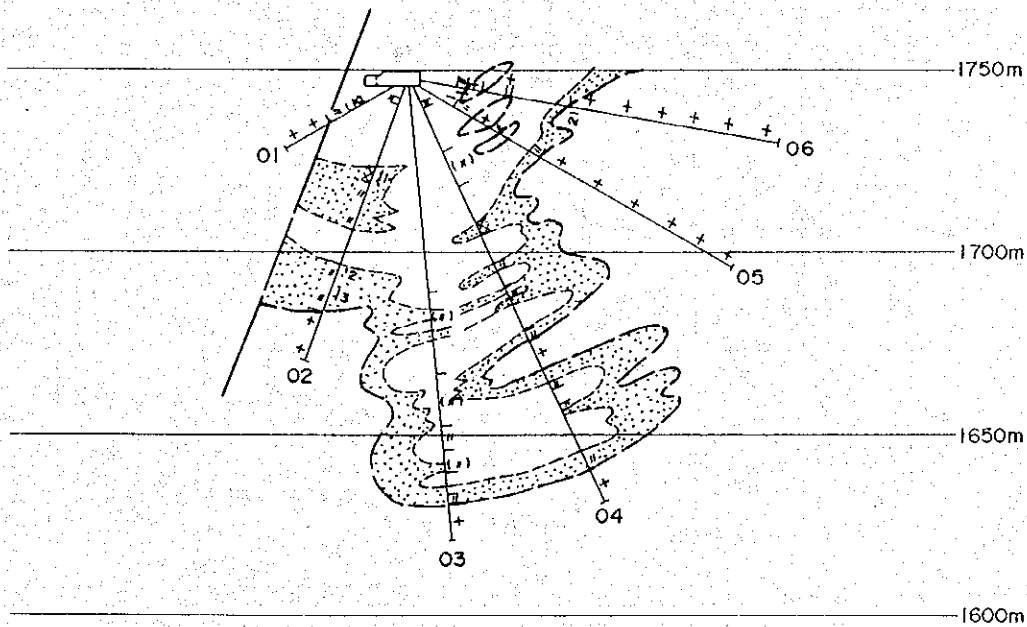
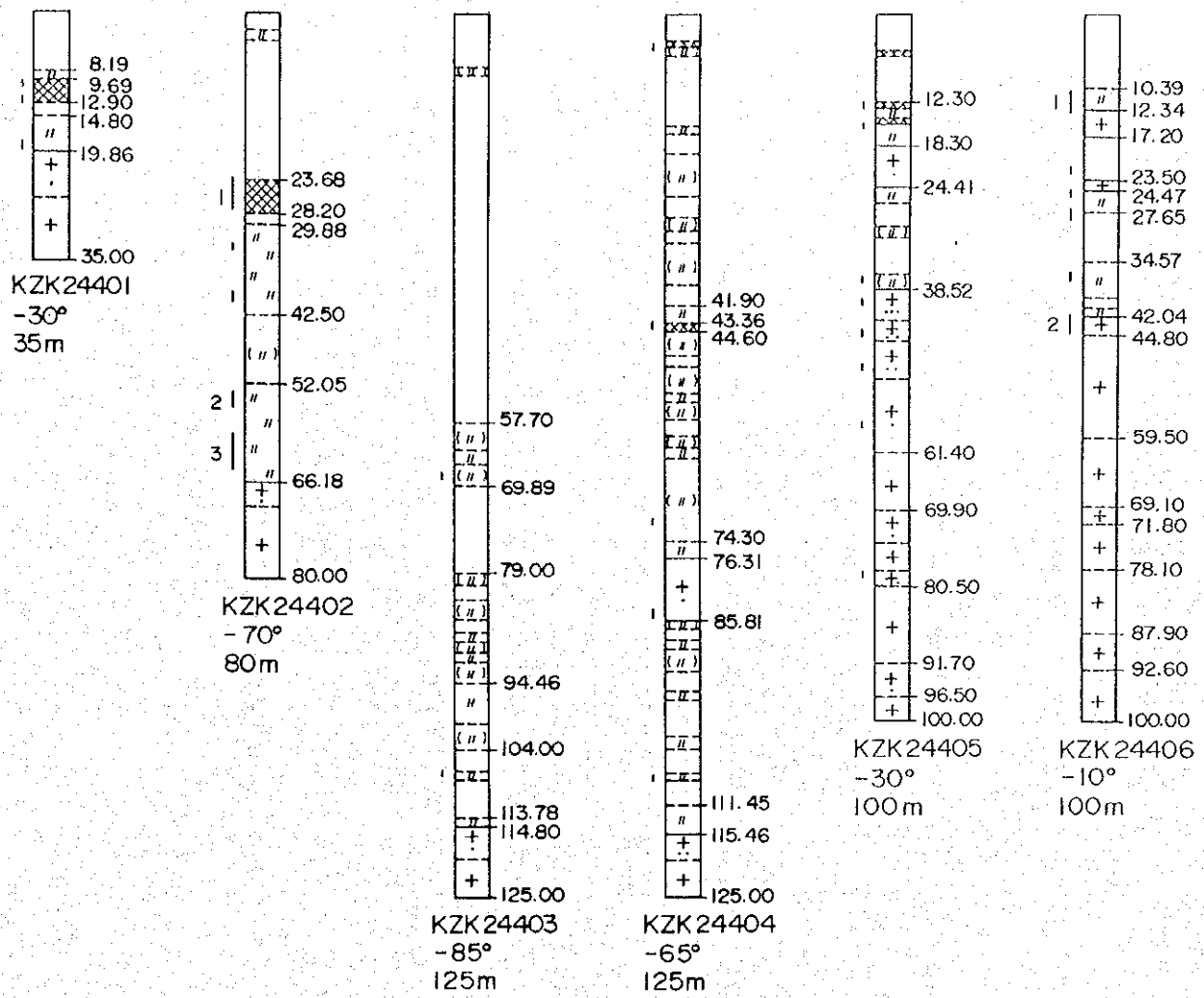
- 凡 例
- (白抜) : 大理岩
  - ++ : 花崗岩
  - XXXX : 硫化鉛
  - 〃〃 : スカルン
  - ..... : 鉛化・スカルン帯

図 II - 6 - 9 242 測線ボーリング地質柱状図及び断面図



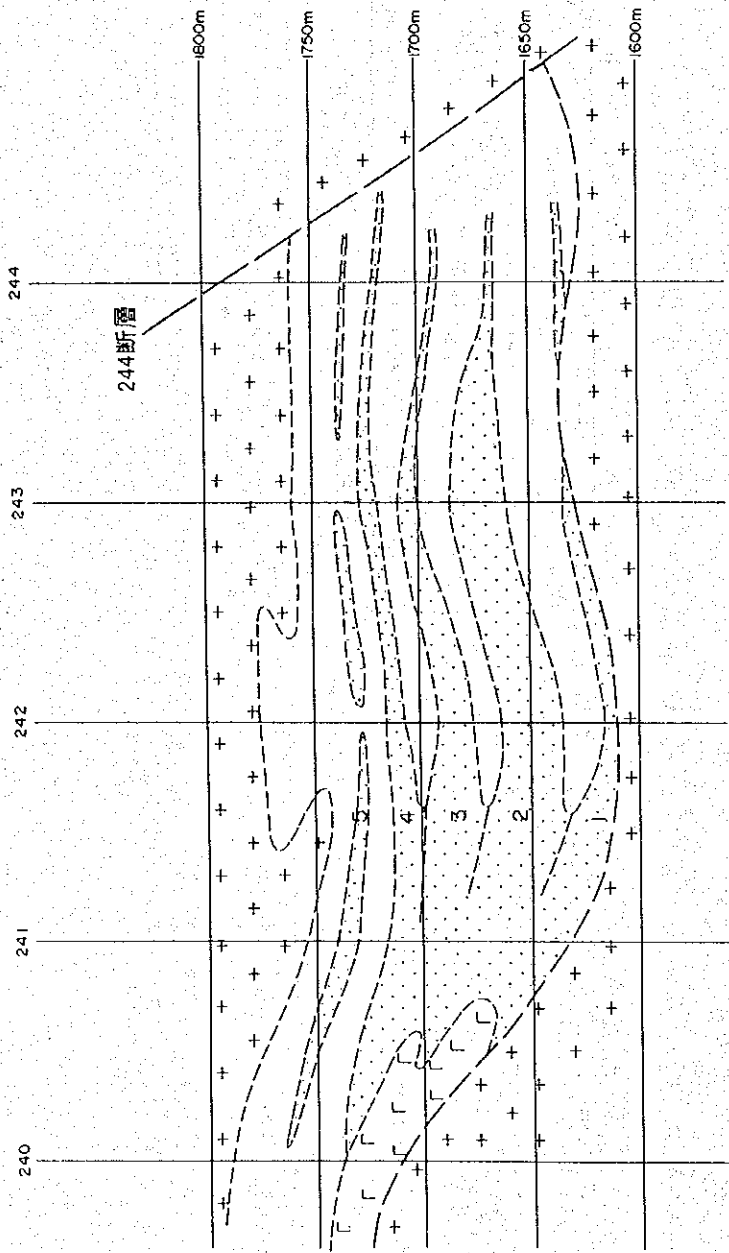
- 凡 例
- (白抜) : 大理岩
  - ++ : 花崗岩
  - XXXX : 硫化鉍
  - 〃〃 : スカルン
  - ..... : 鉍化・スカルン帯

図II-6-10 243測線ボーリング地質柱状図及び断面図



- 凡 例
- (白抜) : 大理岩
  - ++ : 花崗岩
  - XXXX : 硫化鉄
  - 〃 〃 : スカルン
  - 〃 〃 : 鉄化・スカルン

図 II - 6 - 11 244 測線ボーリング地質柱状図及び断面図



凡例

- (白抜) : 大理岩
- + : 花岗岩
- ..... : 鐵(錳)スカル帯
- 1~5 : 鈹体区分

图 II - 6 - 12 240~244 測線地質縱断面图

表 II - 6 - 2 カ房地区ボーリング主要着鉱区間一覧表

測線	ボーリング 番号	着鉱区間 (m)			鉱石タイプ			図中 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・硫化鉱/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	硫化鉱	
		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	硫化鉱	
		15.28	20.80	5.52		○		2	-	0.535	含暗緑色スカルン硫化鉱、一部にSn	
		48.10	50.00	1.90		○		3	<0.03	3.195	変玄武岩中の網状	
		53.25	54.05	0.80		○		4	<0.03	0.635	変玄武岩中の石英脈	
	KZK24006	1.67	2.48	0.81		○		1	<0.03	0.335	変玄武岩直上のざくろ石・暗緑色スカル ン	
	241	KZK24101	-	-	-				-	-	-	-
		KZK24102	5.47	10.72	5.25		○		1	-	0.625	硫化鉱、含大理岩、最下部にSn
			16.18	16.94	0.76		○		2	<0.03	10.100	硫化鉱、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	硫化鉱、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	大理岩中の硫化鉱	
KZK24104		7.66	51.64	43.98		○		1	<0.03	0.815	硫化鉱・スカルン帯	
		58.10	61.70	3.60		○		2	<0.03	0.787	硫化鉱・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	硫化鉱・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	硫化鉱・スカルン帯	
KZK24106		4.00	13.90	9.90		○		1	<0.03	0.852	硫化鉱、暗緑色スカルン	
		22.30	23.00	0.70		○		2	<0.03	1.260	硫化鉱	
		29.29	30.76	1.47			○	3	0.609	0.179	硫化鉱	
		32.84	33.40	0.56			○	4	0.623	0.347	硫化鉱	
		36.60	57.68	21.08		○		5	-	0.876	硫化鉱、暗緑色スカルン、最上部にSn	
KZK24107		0.00	3.32	3.32		○		1	<0.03	0.514	硫化鉱	
		7.24	12.22	4.98		○		2	-	0.659	硫化鉱・スカルン帯、中間部にSn	
		14.39	14.86	0.47			○	3	0.455	2.660	硫化鉱	
		30.26	43.61	13.35			○	4	0.385	0.519	硫化鉱・スカルン帯	
		48.11	52.73	4.62		○		5	-	0.596	硫化鉱・スカルン帯、最下部にSn	
	84.70	85.12	0.42		○		6	0.045	1.230	変玄武岩中の石英脈		
	95.73	96.50	0.77			○	7	0.258	0.146	変玄武岩中の薄層状変質花崗岩		
地表	ZK24117	464.82	473.09	8.27			○		0.145	0.780	暗緑色スカルン、大理岩	
		485.30	490.82	5.52			○		2.960	1.564	硫化鉱	
		493.16	496.08	2.90			○		0.165	1.044	硫化鉱	
		498.57	546.00	47.43			○		0.116	1.000	硫化鉱、暗緑色スカルン（含Sn部あり）	
	ZK24152	443.14	449.30	6.16		○		1	<0.03	0.893	硫化鉱	
		453.01	456.83	3.82		○		2	-	0.847	硫化鉱、一部にSn	
	ZK24155	415.72	419.72	4.00		○		1	-	1.101	硫化鉱、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	硫化鉱、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	硫化鉱・スカルン		
	472.76	477.35	4.59			○		0.178	0.483	スカルン・大理岩		

ボーリング 測線 番号	着録区間 (m)			鉱石タイプ			図中 番号	品位 (%)		産 状	
	自	至	長	Sn	Cu	Sn・Cu		Sn	Cu		
242	KZK24201	45.28	48.27	2.99		○	1	<0.03	1.473	暗緑色スカルン・硫化鉄帯	
	KZK24202	18.80	20.20	1.40		○		<0.03	0.648	暗緑色スカルン化大理岩	
		22.17	23.31	1.14		○		<0.03	0.617	暗緑色スカルン化大理岩	
		27.48	28.98	1.50		○		<0.03	0.440	硫化鉄	
		84.63	87.33	2.70			○	1	0.137	7.067	硫化鉄
	KZK24203	27.56	30.76	3.20		○		1	<0.03	0.628	硫化鉄・硫化鉄鉱化大理岩
		35.05	36.60	1.55		○			0.074	0.436	硫化鉄鉱化大理岩
		42.65	43.60	0.95		○			<0.03	1.010	ざくろ石・緑色スカルン
		65.79	67.02	1.23		○			<0.03	0.393	緑色スカルン化大理岩
		75.99	77.49	1.50			○		0.241	0.489	含緑色スカルン脈大理岩
86.38		89.72	3.34			○	2	5.112	2.682	硫化鉄・暗緑色スカルン化大理岩	
93.88		94.55	0.67			○		0.660	1.640	緑色スカルン	
101.02		102.50	1.48			○		1.630	4.000	硫化鉄	
120.65		124.37	3.72		○		3	0.033	2.024	硫化鉄	
KZK24204		4.71	6.34	1.63		○			<0.03	0.726	硫化鉄
	18.29	19.35	1.06			○		0.719	0.387	暗緑色スカルン	
	24.30	27.30	3.00		○		1	0.046	1.128	硫化鉄	
	32.61	33.61	1.00		○			<0.03	0.441	硫化鉄	
	31.67	36.15	4.48		○		2	<0.03	0.315	硫化鉄	
	42.40	44.62	2.22		○			<0.03	1.206	硫化鉄	
	47.03	49.73	2.70		○		3	<0.03	0.566	硫化鉄・緑色スカルン	
	50.96	52.46	1.50		○			0.120	0.355	緑色スカルン化大理岩	
	57.64	58.23	0.59		○			0.082	5.410	硫化鉄	
	65.53	67.22	1.69		○			<0.03	1.230	石英帯	
	71.51	73.18	1.67		○			0.052	1.927	緑色スカルン	
	112.90	114.21	1.31		○			0.158	0.772	緑色スカルン	
	119.90	121.30	1.40		○			0.088	0.405	暗緑色スカルン化大理岩	
	143.20	149.53	6.33			○	4	0.498	0.324	硫化鉄・緑色スカルン	
	KZK24205	14.60	15.50	0.90	○				0.341	0.271	角礫化大理岩、マトリクス:含黄鉄鉱粘土
20.80		23.01	2.21		○		1	<0.03	0.533	角礫化大理岩、マトリクス:含黄鉄鉱粘土	
28.57		30.67	2.10		○		2	0.051	0.367	角礫化緑色スカルン	
53.84		55.33	1.49		○			0.047	0.865	暗緑色スカルン・硫化鉄帯	
58.38		59.75	1.37			○		2.060	0.662	緑色スカルン	
67.84		68.34	0.50			○		0.907	1.190	赤鉄鉱・緑色スカルン	
82.30		83.80	1.50			○	3	0.360	1.880	赤鉄鉱・緑色スカルン	
83.80		110.01	26.21		○		3	<0.03	2.444	(ざくろ石)暗緑色スカルン・硫化鉄帯	
8.90		9.62	0.72		○			0.064	0.735	硫化鉄	
KZK24206	32.42	39.78	7.36		○		1	<0.03	0.959	硫化鉄・赤鉄鉱スカルン	
	52.31	54.73	2.42			○	2	0.576	0.624	暗緑色スカルン	
	54.73	56.70	1.97		○		2	<0.03	0.702	暗緑色スカルン化大理岩	
	59.74	61.98	2.24			○	3	0.377	0.878	硫化鉄・含硫化鉄大理岩	
	63.02	70.02	7.00			○	4	0.048	0.422	赤鉄鉱スカルン・含硫化鉄大理岩	
	73.88	79.65	5.77		○		5	0.552	1.328	硫化鉄・緑色スカルン	
	79.65	83.41	3.76		○		5	<0.03	0.685	硫化鉄・緑色スカルン	
	95.14	103.77	8.63		○		6	<0.03	0.766	硫化鉄・暗緑色スカルン	
	109.70	111.40	1.70		○			0.030	0.358	変質花崗岩	
	6.30	6.80	0.50	○				1.230	0.163	角礫化大理岩、マトリクス:含黄鉄鉱粘土	
KZK24207	32.16	36.40	4.24		○		1	<0.03	0.459	赤鉄鉱スカルン・含スカルン大理岩	
	38.60	40.90	2.30		○		2	<0.03	1.093	赤鉄鉱スカルン・含スカルン大理岩	
	52.10	53.25	1.15	○				2.650	<0.08	含赤鉄鉱スカルン大理岩	
	54.90	56.26	1.36		○			0.032	1.800	赤鉄鉱スカルン	
	62.15	73.40	11.25		○		3	0.085	0.588	暗緑色スカルン、一部硫化鉄	
	80.53	84.53	4.00			○	4	0.359	0.494	暗緑色スカルン	
	86.69	88.30	1.61		○			<0.03	0.796	硫化鉄	
	99.90	101.40	1.50		○			0.030	0.310	緑色(ざくろ石)スカルン	
	104.40	111.15	6.75		○		5	0.031	0.957	暗緑色スカルン、石英帯	
	243	KZK24301	8.29	9.06	0.77		○		0.052	0.449	含硫化鉄大理岩
KZK24302		23.90	26.22	2.32		○	1	<0.03	0.351	硫化鉄	
		25.65	26.22	0.57		○		<0.03	0.846	変質花崗岩	
KZK24303		33.16	44.18	11.02		○	1	<0.03	1.025	硫化鉄・スカルン	
KZK24304		86.45	90.32	3.87		○	1	<0.03	0.806	緑色スカルン化大理岩・硫化鉄	
		93.92	95.44	1.52		○		<0.03	3.250	硫化鉄	
100.54		103.54	3.00		○		2	0.041	0.766	暗緑色スカルン	
KZK24305		4.20	7.22	3.02	○		1	2.870	0.180	緑色スカルン	
		32.00	35.00	3.00		○	2	0.168	1.140	緑色スカルン・硫化鉄帯	
		36.50	38.71	2.21		○	3	0.137	0.371	硫化鉄	
	41.71	44.31	2.60		○	4	0.106	0.730	暗緑色スカルン・硫化鉄帯		
	56.20	57.50	1.30		○		<0.03	1.910	緑色スカルン		
	59.20	60.70	1.50		○			0.073	0.556	緑色スカルン化大理岩	
	78.06	79.26	1.20		○			0.044	0.353	緑色スカルン化大理岩	
88.30	89.70	1.40			○		0.279	1.330	緑色スカルン		



ボーリング 測線 番号	着鉱区間 (m)			鉱石タイプ			図中 番号	品位 (%)		産 状	
	自	至	長	Sn	Cu	Sn・Cu		Sn	Cu		
243	KZK24306	1.40	2.60	1.20		○			<0.03	0.608	硫化鉱・緑色スカルン
		31.75	32.48	0.73	○				3.800	0.265	暗緑色スカルン
		40.45	41.80	1.35			○		1.140	0.759	暗緑色スカルン
		43.50	44.50	1.00			○		0.117	0.550	暗緑色スカルン
		47.30	53.35	6.05		○		1	0.021	0.743	暗緑色スカルン
		65.55	84.92	19.37		○		2	0.057	1.374	硫化鉱・緑色スカルン
		89.37	90.59	1.22		○			<0.03	0.361	ざくろ石>緑色スカルン
		93.59	95.09	1.50		○			<0.03	5.480	硫化鉱・スカルン
		123.08	123.67	0.59		○			<0.03	2.100	緑色スカルン
	126.67	128.17	1.50		○			0.067	0.341	緑色スカルン	
	129.32	132.31	2.99		○		3	0.036	0.366	硫化鉱	
	KZK24307	1.44	2.50	1.06		○			0.038	0.538	含スカルン大理岩
		4.00	5.50	1.50		○			<0.03	0.472	含スカルン脈大理岩
		23.80	29.84	6.04	○			1	0.828	0.144	硫化鉱・スカルン化大理岩
		29.84	48.90	19.06			○	1	0.444	1.702	硫化鉱、一部暗緑色スカルン
		52.00	54.09	2.09			○	1	0.424	1.401	緑色スカルン
		57.71	61.69	3.98			○	2	0.715	0.662	硫化鉱、一部暗緑色スカルン
		68.80	69.14	0.34			○		1.060	0.685	硫化鉱
		70.90	72.35	1.45		○			<0.03	2.370	硫化鉱
73.85		74.99	1.14	○				2.200	0.361	含スカルン大理岩	
76.49		79.49	3.00		○		3	<0.03	0.430	暗緑色スカルン	
80.49		88.35	7.86		○		4	<0.03	0.605	硫化鉱・暗緑色スカルン	
88.35	94.45	6.10			○	4	0.561	0.923	暗緑色スカルン・硫化鉱		
99.00	115.80	16.80		○		5	0.011	1.814	暗緑色(ざくろ石)スカルン、硫化鉱		
KZK24308	6.52	7.70	1.18		○			<0.03	0.450	赤鉄鉱暗緑色スカルン	
	10.72	11.72	1.00		○			<0.03	0.550	含硫化鉱大理岩	
	25.54	41.04	15.50			○	1	1.068	1.387	硫化鉱、ざくろ石・赤鉄鉱スカルン	
	42.54	50.20	7.66			○	2	0.512	0.638	ざくろ石・赤鉄鉱スカルン、硫化鉱	
	51.39	57.20	5.81		○		3	<0.03	0.757	赤鉄鉱・ざくろ石スカルン、硫化鉱	
	62.80	64.70	1.90		○			<0.03	0.620	ざくろ石スカルン、硫化鉱	
	68.30	69.80	1.50	○				0.291	0.091	ざくろ石スカルン脈大理岩	
	79.60	82.40	2.80		○		4	<0.03	0.719	暗緑色・赤鉄鉱スカルン、硫化鉱	
	100.20	101.69	1.49		○			0.032	0.338	硫化鉱	
	102.76	110.40	7.64		○		5	0.032	1.143	暗緑色スカルン、硫化鉱	
114.60	118.89	4.29		○		6	<0.03	0.539	暗緑色スカルン		
244	KZK24401	9.69	10.90	1.21		○		<0.03	0.613	硫化鉱	
		11.90	12.90	1.00		○		<0.03	0.910	硫化鉱	
		18.36	19.86	1.50		○		0.035	0.778	暗緑色スカルン	
	KZK24402	23.68	27.94	4.26		○		1	<0.03	0.555	硫化鉱、暗緑色スカルン
		32.50	33.51	1.01		○			<0.03	0.323	暗緑色スカルン
		39.51	41.01	1.50		○			<0.03	0.332	暗緑色スカルン
		53.17	56.17	3.00		○		2	0.088	1.120	暗緑色スカルン
	KZK24403	59.17	64.68	5.51		○		3	<0.03	0.661	暗緑色スカルン
		69.31	69.89	0.58		○			<0.03	1.010	暗緑色スカルン
	KZK24404	107.08	108.20	1.12			○		0.633	1.160	暗緑色スカルン
		4.33	4.99	0.66			○		1.050	0.559	硫化鉱
		43.20	44.60	1.40			○		0.761	0.623	硫化鉱・スカルン化大理岩
		71.41	72.04	0.63		○			0.061	0.779	含スカルン細脈・硫化鉱大理岩
	KZK24405	84.31	85.81	1.50		○			<0.03	0.337	舌状変質花崗岩
		12.30	13.69	1.39		○			<0.03	0.336	硫化鉱
		15.91	17.34	1.43		○			0.035	0.431	暗緑色スカルン
		36.50	37.50	1.00	○				0.718	0.109	赤鉄鉱スカルン化大理岩
		39.90	40.95	1.05		○			<0.03	1.180	変質花崗岩
		44.10	45.73	1.63		○			<0.03	0.431	変質花崗岩
		49.10	50.99	1.89		○			<0.03	0.933	変質花崗岩
	KZK24406	57.30	58.57	1.27		○			<0.03	1.300	変質花崗岩
		78.68	79.90	1.22		○			<0.03	0.840	変質花崗岩、含硫化鉱石英脈
		10.39	13.70	3.31			○	1	1.673	0.941	暗緑色スカルン
		21.80	23.50	1.70		○			0.089	0.397	赤鉄鉱スカルン化大理岩
24.47		25.33	0.86		○			<0.03	0.432	赤鉄鉱スカルン	
27.65		29.00	1.35		○			<0.03	0.354	大理岩	
36.07		37.57	1.50	○				0.236	0.181	暗緑色スカルン	
42.04	44.08	2.04		○		2	<0.03	0.412	変質花崗岩		

>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  
 図中番号は着鉱長2m以上

(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は不十分であり、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、凹陷構造は背斜翼部に発達する。

このような中国側の探鉱結果から、鉱床胚胎の場としての凹陷構造は、短軸方向に奥行きがあり、長軸方向に長く伸びる大規模単一構造と考えられていた。

1998・1999 両年度のボーリング調査結果(100m間隔、240～244 測線)から、卡房 1740mL の凹陷構造は、次のような形態と考えられる：

240・241 両測線では、花崗岩は北西から南東へ貫入し、凹陷構造の北西壁を構成するとともに、底部花崗岩部分は変玄武岩の規制で変玄武岩下盤に沿うように貫入している。その結果、凹陷構造内の大理岩類は、花崗岩と変玄武岩が作るポケット状構造を呈し、241 測線では良好な鉱化胚胎の場となっている。

242 測線では、花崗岩が北西から南東方向へ貫入して凹陷構造の北西壁を形成する。凹陷構造底部から南東部分では、花崗岩が大理岩類の層理面と見掛け状調和して、南東方向へ浅くなるように貫入している。

243 測線では、242 測線と同様の花崗岩貫入様式であるが、底部から南東にかけて、花崗岩が見掛け状、急に浅くなるように貫入している。ボーリング着岩点を単純につないだ貫入形態とすると、花崗岩が大理岩類の地質構造と非調和的な貫入と考えなければならない。しかしながら、このような現象は、坑道で観察されるように花崗岩は大理岩類の層理面に調和貫入していること、凹陷構造北西壁を構成する花崗岩が大理岩類の層理面に規制されながら全体としては急傾斜の壁状の形態をとることから、凹陷構造南東部では南東から北西方向に、これと同様の貫入形式であったと考えられる。

244 測線では、凹陷構造の北西壁と南東壁を構成する花崗岩の貫入形態がより明確で、それぞれ凹陷構造内の大理岩類を包み込むように貫入している(図2-6-11)。

以上まとめると、凹陷構造の形態は次のように言えよう。短軸方向(測線方向)へは、花崗岩が北西から南東へ貫入して見掛け上の凹陷構造を形成すると考えられていたが、244 測線ではっきりみられるように、花崗岩は南東から北西へも貫入しており、長軸方向(北東-南西方向)に大理岩類を両側から包みこむように花崗岩が貫入して凹陷構造を形成しのではないかと考えられる。凹陷構造の底部は、240 測線から 241 測線を経て 242 測線へ深くなり、242 測線から 244 測線へは上下しながら浅くなっている(図2-6-12)。

244 測線から坑道奥(北東方向)の凹陷構造の胚胎状況は、地表調査で認められた断層が 1740 mL(244 断層と仮称)まで達し、この 244 断層が 244 ボーリング室の北約 10mをほぼ東西方

向北急傾斜に走り、断層北側の坑道地質は花崗岩となっている。このため、240～244 測線で認められる凹陷構造は、245 測線付近で 244 断層によって切られて、奥へ不連続と考えられる。

断層北側の地質状況は、247 測線の地表ボーリング (ZK24712・05) で 247 測線の 1740mL 以浅にスカルン化・鉱化を伴う大理岩類を確認していること、主坑道先端からの先進ボーリング (105° 方向、水平) で 246 測線付近に大理岩と鉱化帯が確認されているので、このまま坑道掘進を継続すれば、244 断層北側にも凹陷構造と鉱化帯の存在を十分期待できる。さらに、この新たな凹陷構造が 247 測線奥に伸長・発達すれば、現在、確認している鉱体と同程度あるいはそれ以上のポテンシャルも見込めよう。

244 断層は地表・坑内ボーリング地質結果から、逆断層で、その北側がずり上がっていると推定され、垂直変位量は、最大 100m までと考えられる。

### 6.6.3 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、長年の簡旧探鉱・開発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。

錫鉱化作用は、微細～細粒の錫石を主とし、銅鉱化鉱体中あるいは単独で胚胎する。錫鉱化作用は、硫化鉱体中にみられるが、赤鉄鉱スカルンに発達する傾向もある。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。

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。

## 6.7 卡房鉱床のポテンシャルと経済性

### 6.7.1 鉱量概算

卡房鉱床のポテンシャルを考察するために、MINEX による地質モデリングと鉱量を概算した。その概要は次のとおり（詳細は巻末資料 4 参照）。

- 1) ボーリングデータを入力（座標、岩相、分析値）：これまでのボーリング孔（36 本）のデータ、合計 1,609 件を入力する。
- 2) 各測線断面で鉱体の形状を推定し、岩相及び分析値により鉱体の形状をデジタル化する。
- 3) 測線間の鉱体延長の推定：各断面でデジタル化された鉱体を三次元的に表現する。鉱体は、坑道・コアで観察される大理岩・スカルンの層理面と無鉱化帯の産状を考慮して、下から上へ 1 号から 5 号へ区分して、測線断面及び測線間を延長させた。
- 4) ブロックモデルの作成：鉱体を平面的に 3 x 3 m、高さ 2 m のブロックで表現し、各ブロックに品位を割り付ける。
- 5) 品位の割り付け：距離逆数法で各ブロックに品位の割り付け：Sn>0.03%、Cu>0.08% の分析

値を用い、同一番号の鉱体からの分析値を用いて品位割付した。

6) 各ブロックの鉱量品位を集計し、鉱床の鉱量品位とした。

7) 鉱体の比重は、1998年度 61 試料、1999年度 34 試料、合計 95 試料（内訳は、スカルン 33、硫化鉱 60、鉱化花崗岩 2）を測定しており、これを次の手順で考察し、比重 3.4 とした：

7.1) 測定値のばらつき：鉱床がスカルンと硫化鉱に胚胎するので、測定試料 95 件のうち花崗岩試料 2 件を除外し、スカルン 33 試料及び硫化鉱 60 試料の比重値をそれぞれグラフ上に昇順に並べて、比重値の変化を検討した。その結果、平滑な変化をせずに極端に低いまたは高い値がみられたので、これらを低異常と高異常として除外して、スカルンと硫化鉱の平均比重を求めた。

7.2) 鉱体の構成比：さらに、鉱体は、スカルンと硫化鉱とからなるので、それぞれの構成比を求めるため、241・242・243 測線のボーリング着鉱部分のスカルン長と硫化鉱長を地質柱状図から累計し、構成比を求めた。

7.3) スカルンと硫化鉱の比重を、岩相構成比で加重平均して全鉱体比重とした。

1998年 全61試料算術平均比重		3.496
1999年 全34試料算術平均比重		3.579
98・99年 全95試料算術平均比重		3.525
98・99年 スカルン30試料算術平均比重(*1)		3.234
硫化鉱56試料算術平均比重 (*2)		3.652
241・242・243測線	スカルン	328.93 (54.4%)
岩相別主要着鉱 (m)	硫化鉱	275.18 (45.6%)
	合計	604.11
241・242・243測線岩相加重平均比重		3.424 ≈ 3.4

(\*1)：スカルン33試料のうち、高異常 2 試料、低異常 1 試料を除く

(\*2)：硫化鉱60試料のうち、高異常 3 試料、低異常 1 試料を除く

## 8) 概算結果

MINEX による鉱量概算は、鉱体を縦 3 m x 横 3 m x 高 2 m のブロックに細分し、ブロックごとの鉱量品位を累積している。カットオフを中国側の鉱量計算基準の銅 0.3% とすると、鉱量 526 万トン、銅品位 0.925% が見込まれる。錫品位は、銅品位 0.3% 以上の鉱体内の分布を表している。銅錫合計品位では、出鉱鉱石の付加価値が高められると考えられる（表Ⅱ-6-3）。

ボーリングコア分析長は、コア長 1 m 前後、または厚く安定した着鉱部では 1.5 m ごとに分析している。ブロック高が 2 m と、分析区間長より大きく、着鉱部上下盤の低品位または無鉱化部分の影響を受けて低品位化することが考えられる。この傾向は、1 m 前後の着鉱部で著しいと考えられるので、適切な採鉱法を採用することで出鉱品位の向上が考えらる。特に、この傾向は錫着鉱部で著しいと考えられる（図Ⅱ-6-13~18）。

### 6.7.2 卡房鉱床のポテンシャル

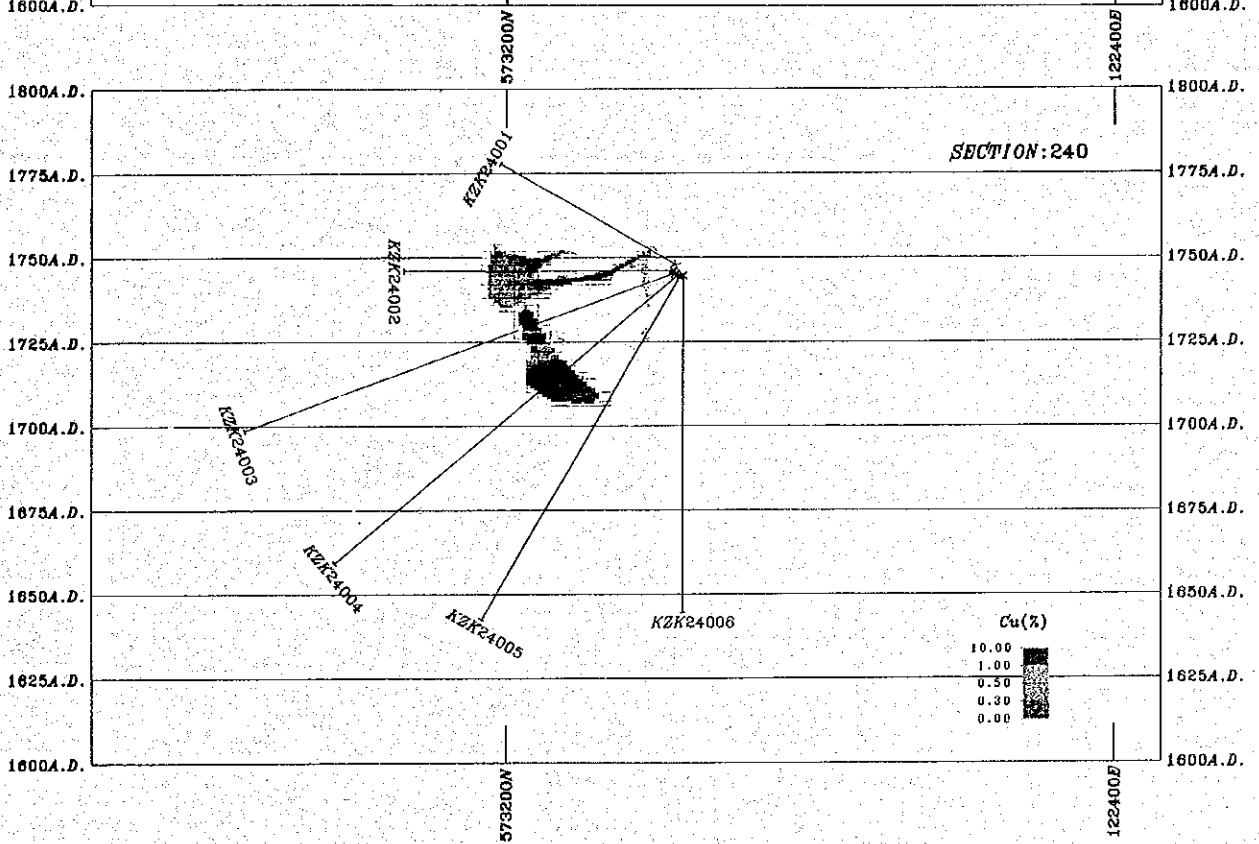
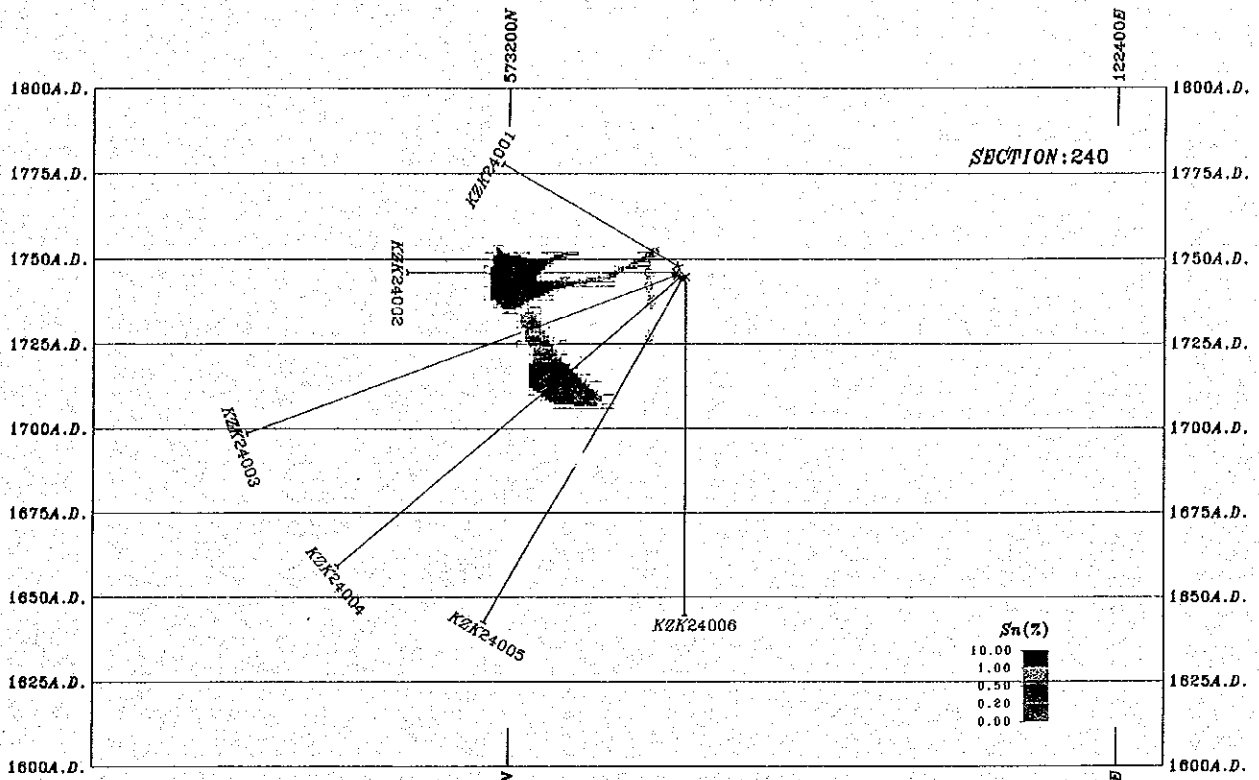
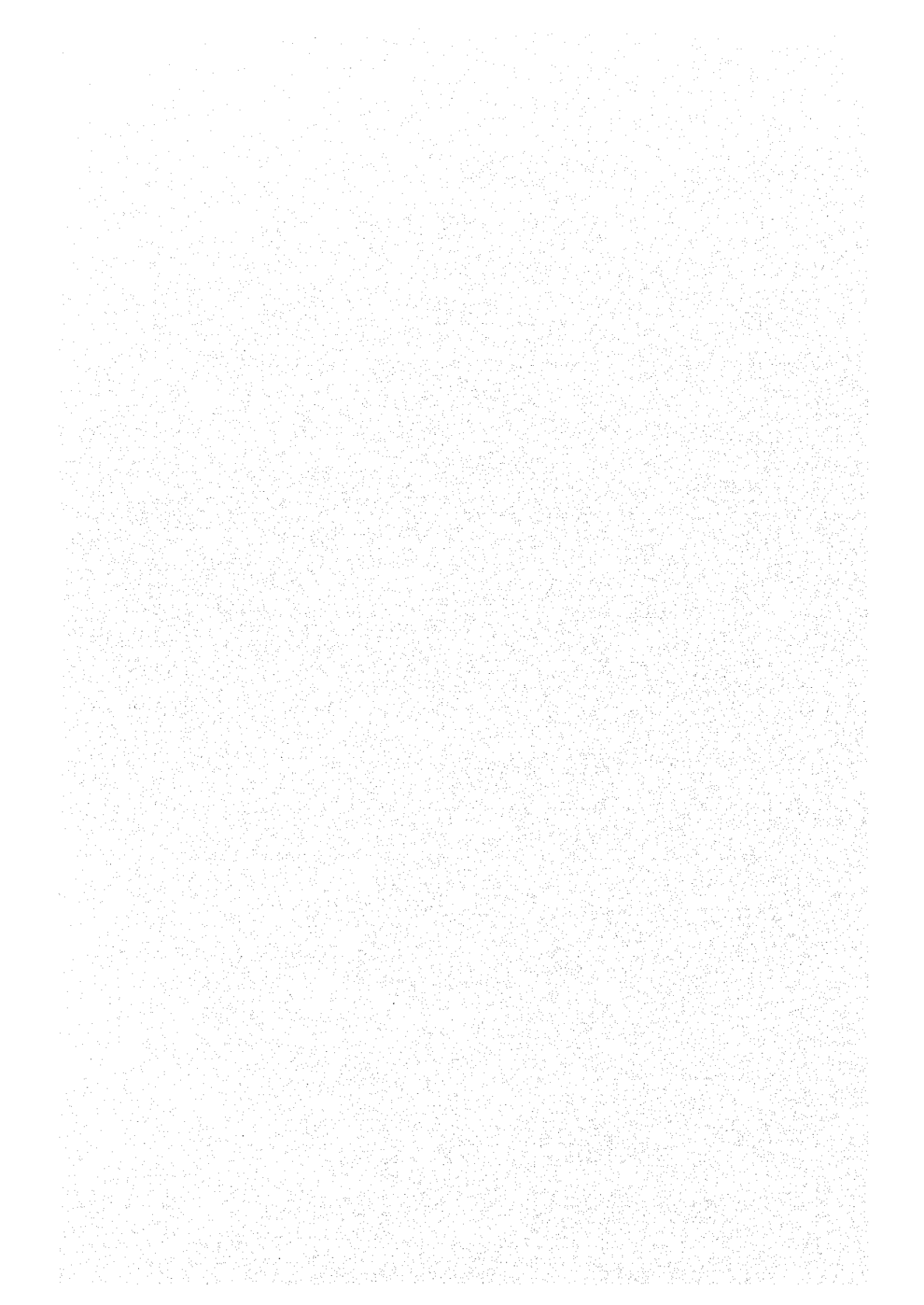


图 II - 6 - 13 240 测线钼画断面图



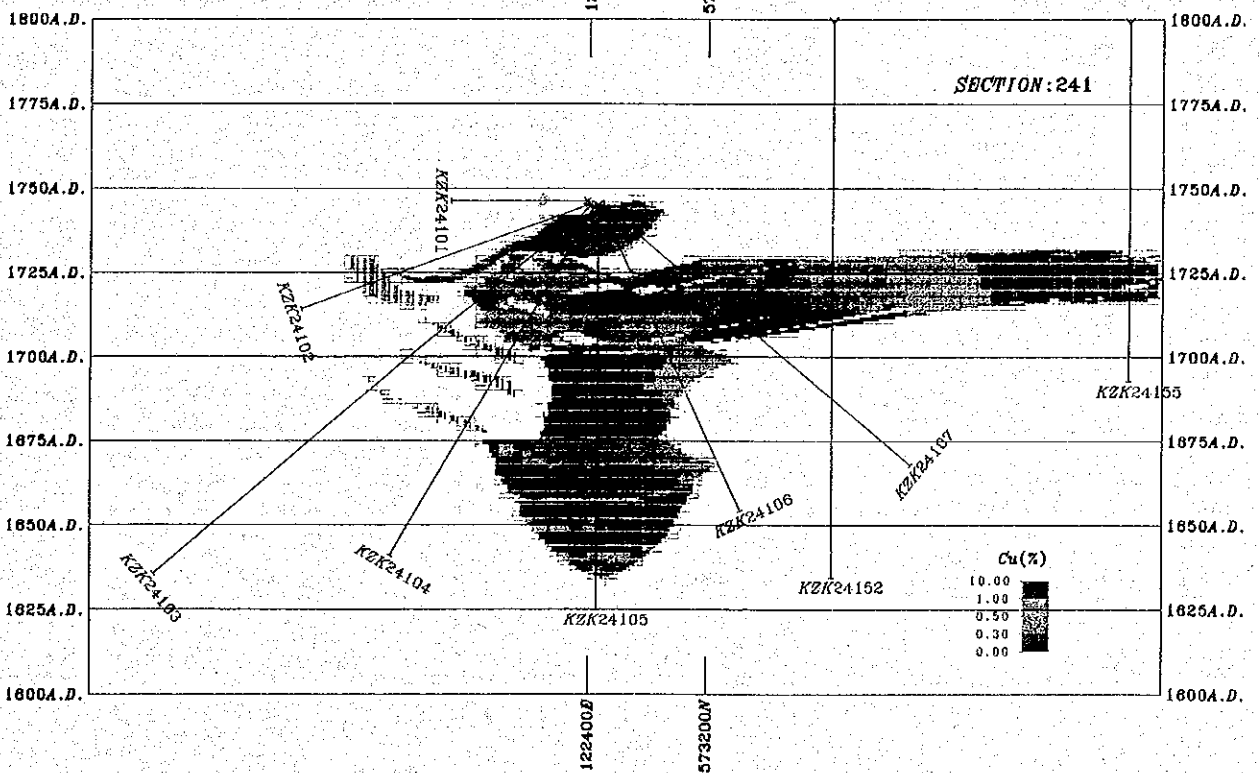
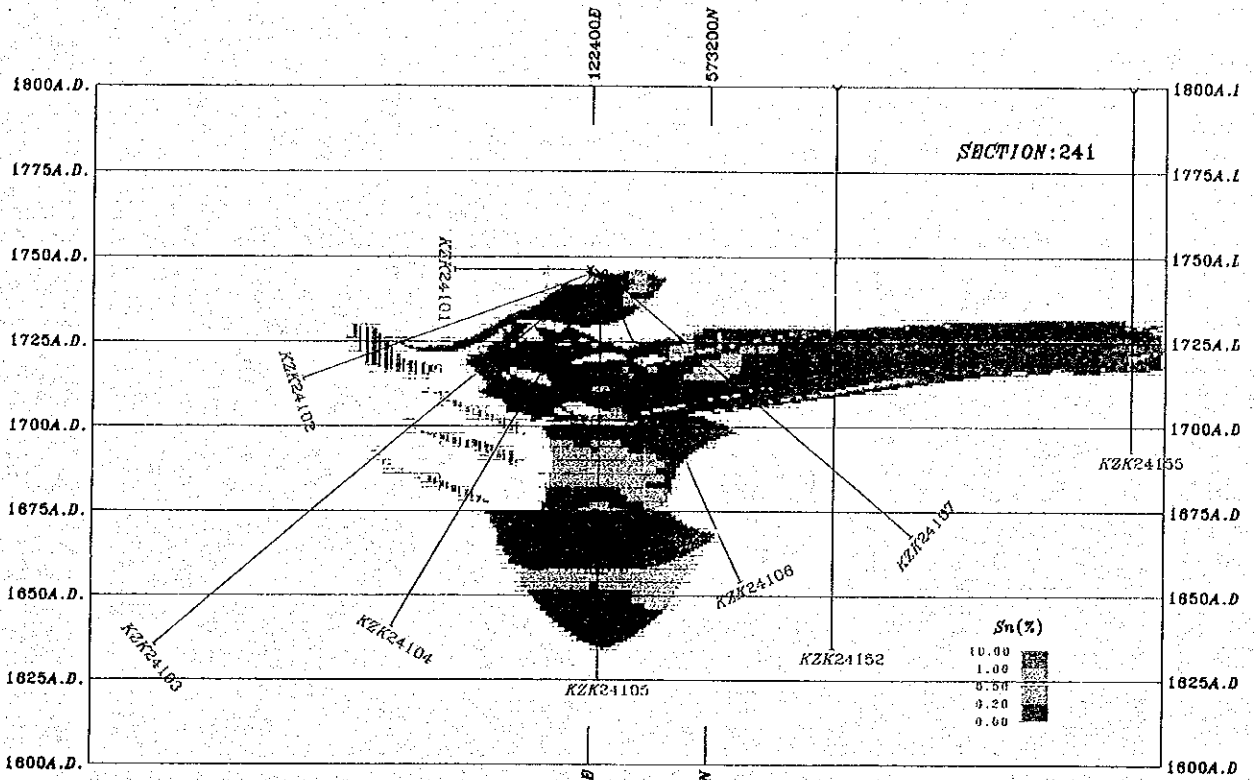
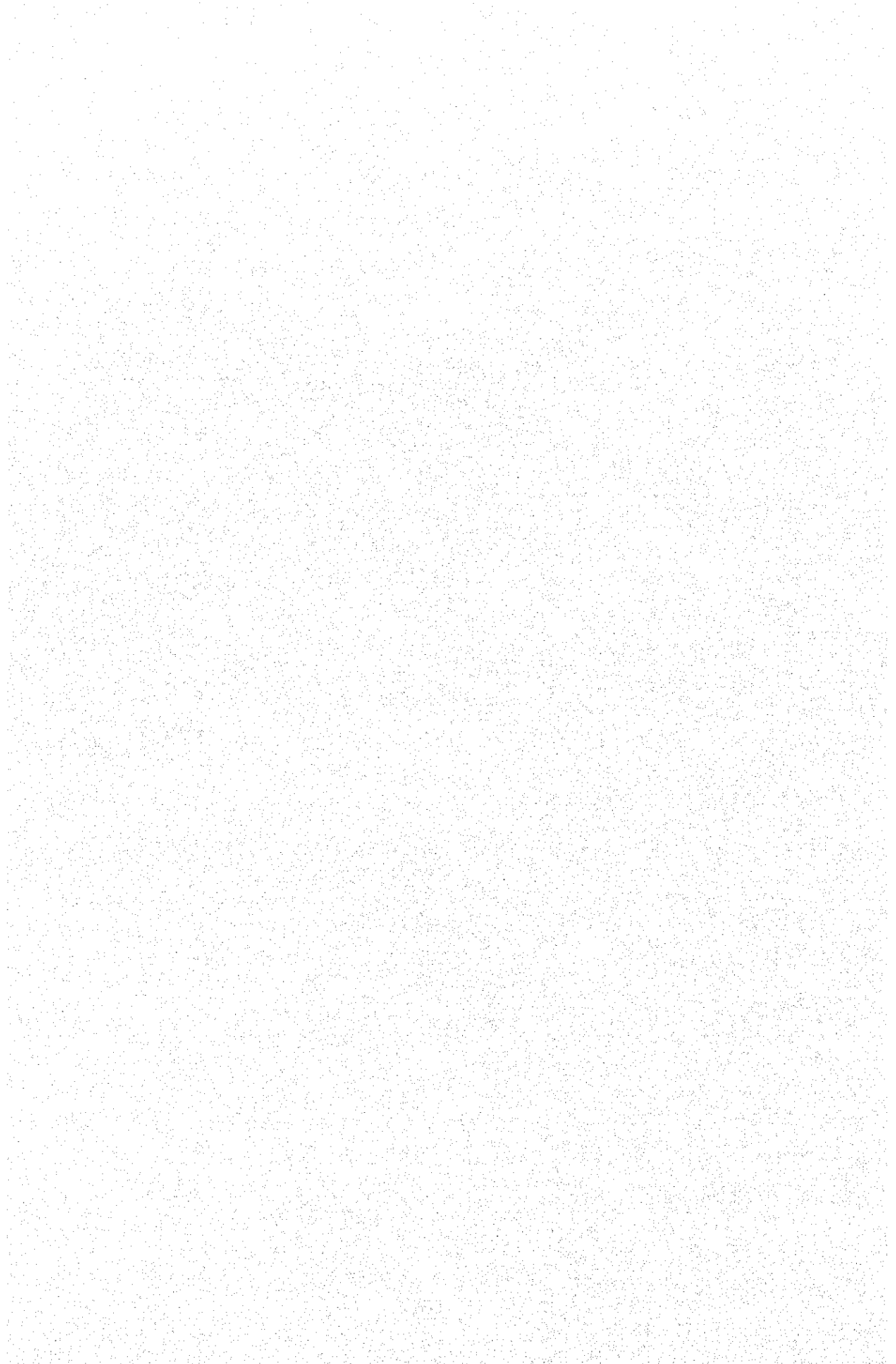


图 II - 6 - 14 241 测线钨断面图





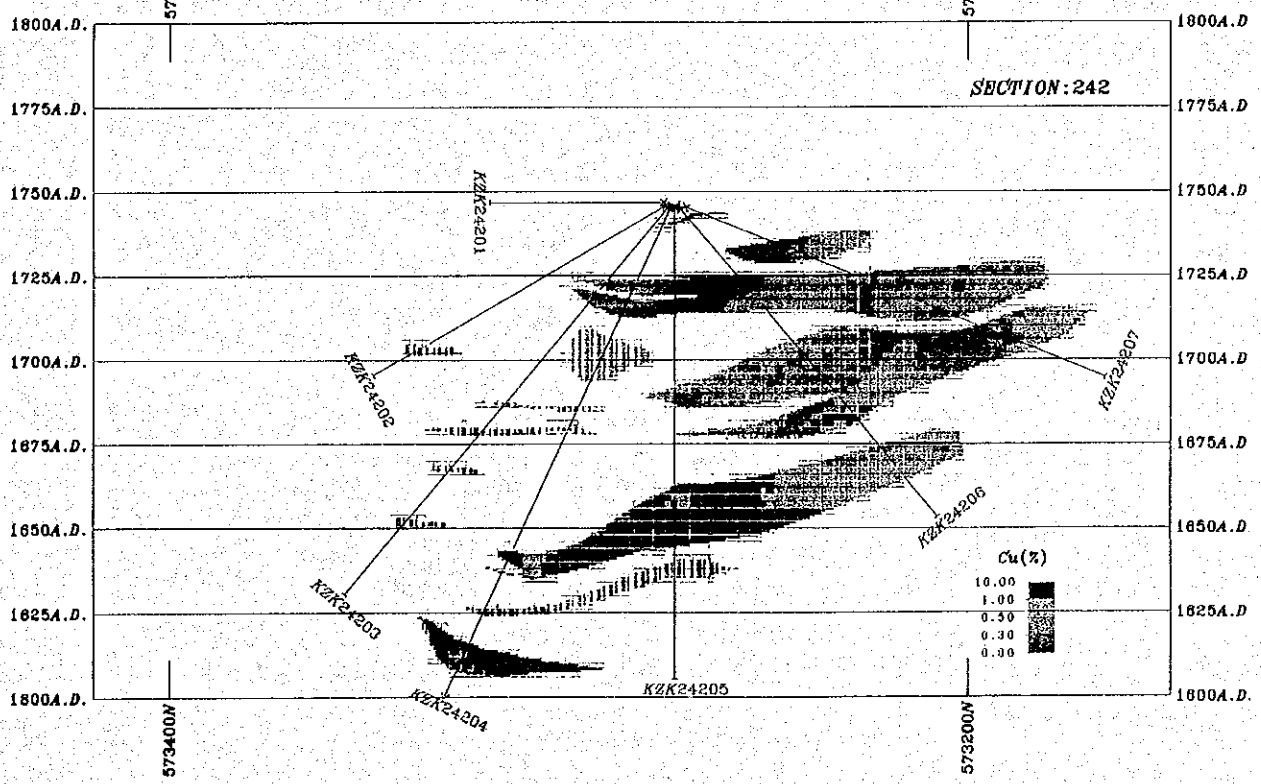
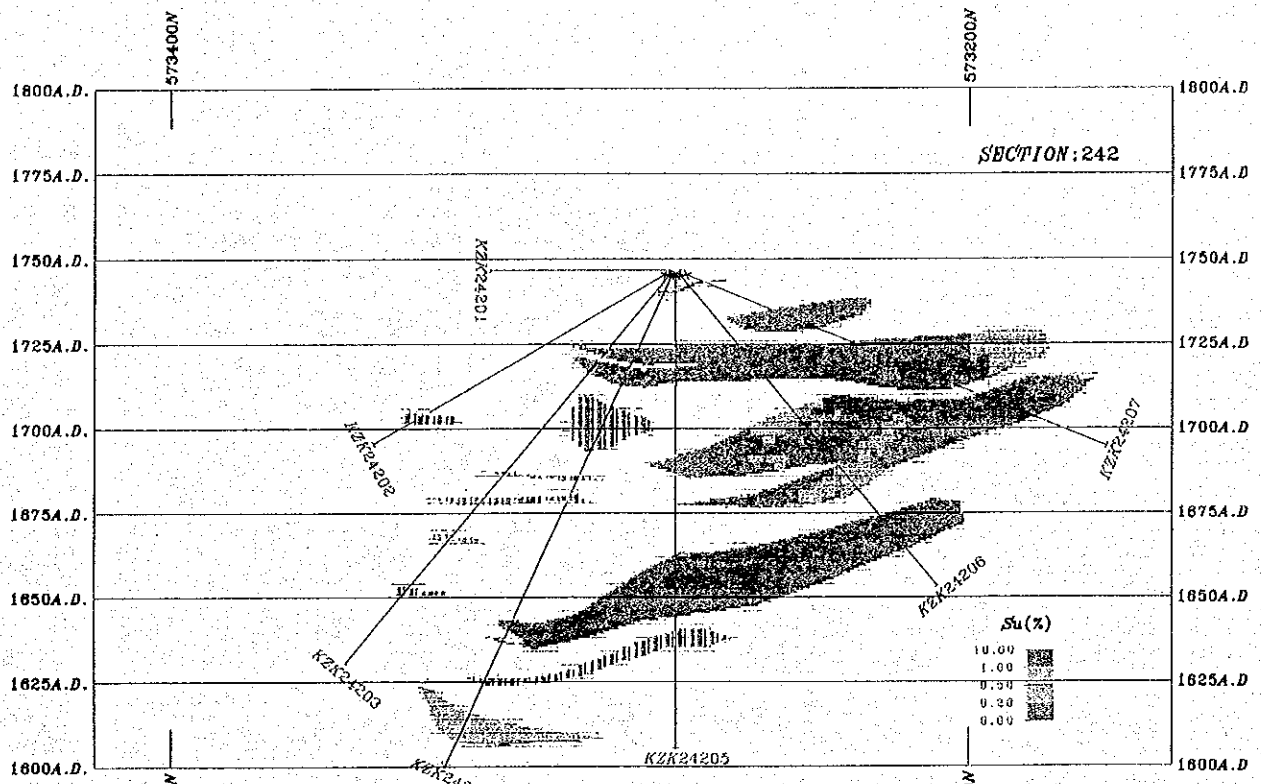
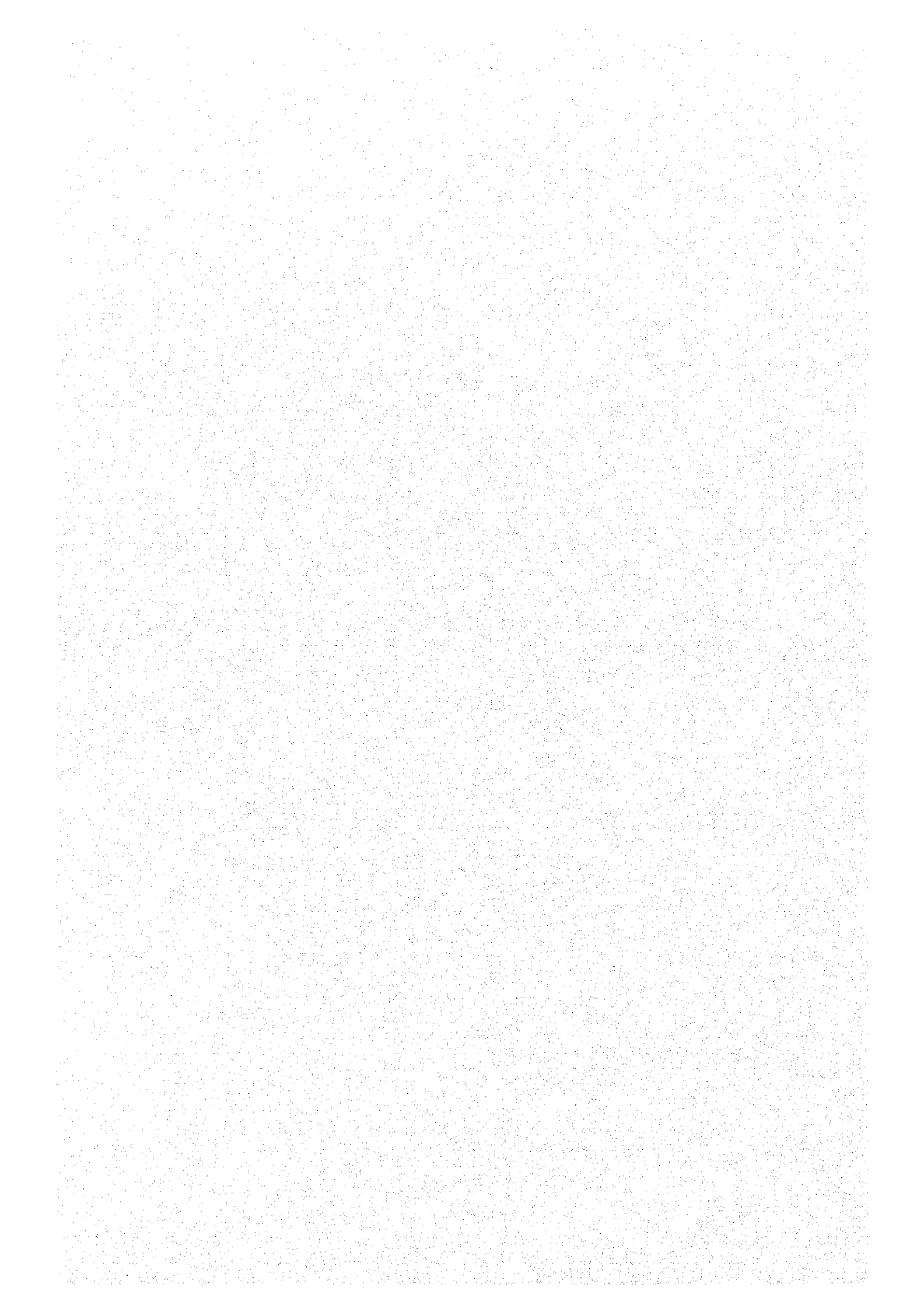


图 II - 6 - 15 242 测线磁面断面图



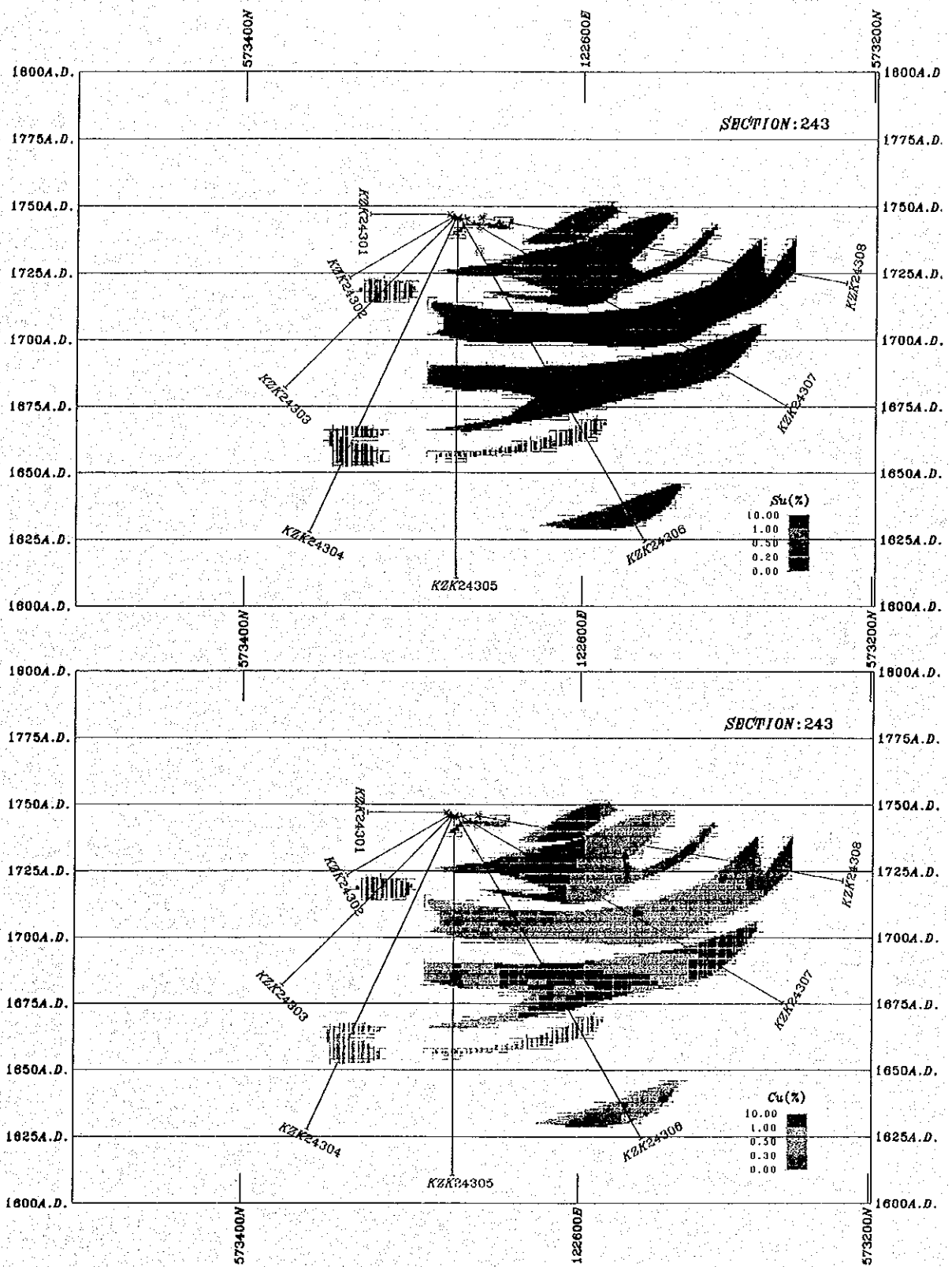
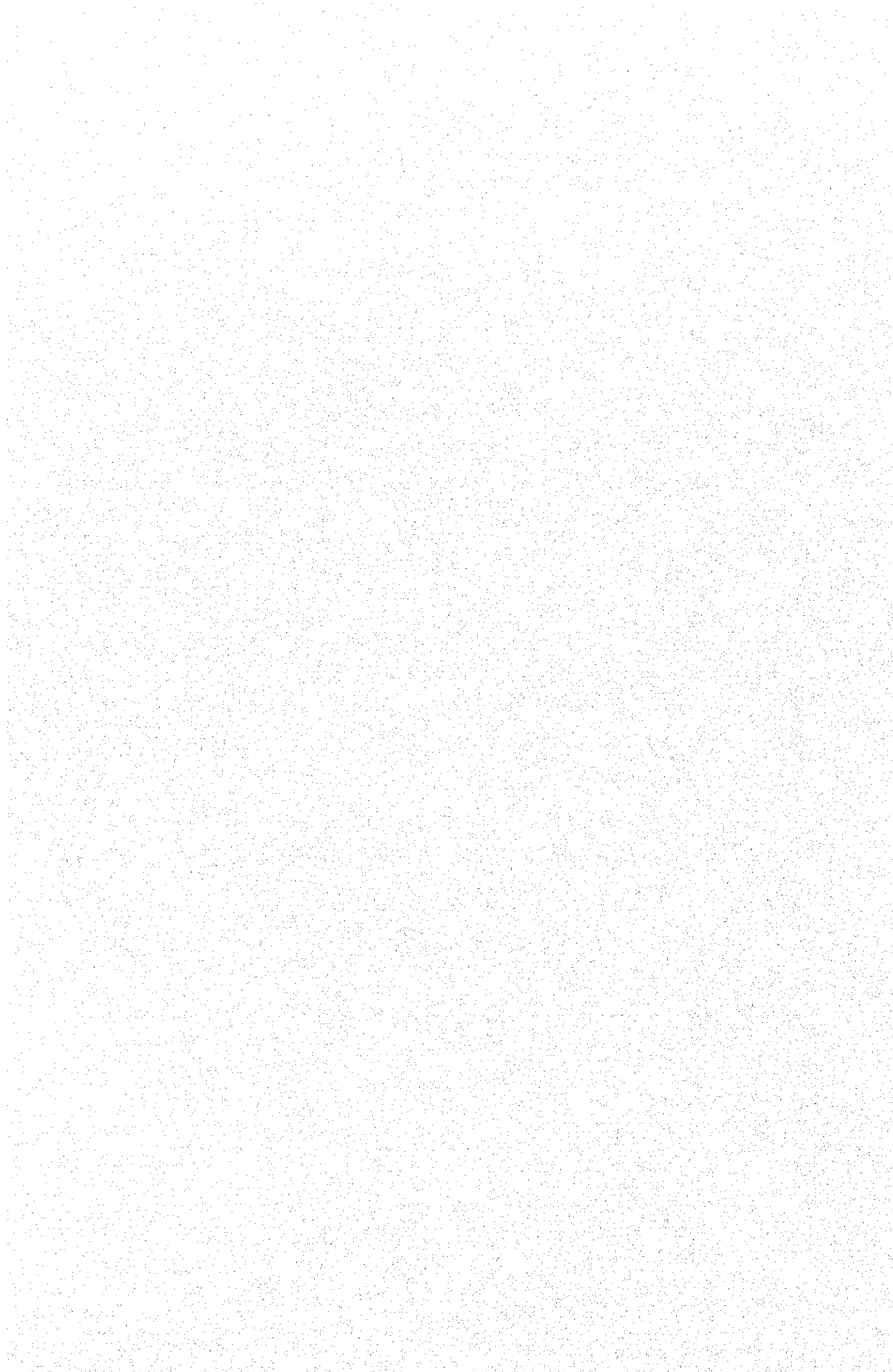


图 II - 6 - 16 243 测线硫铜断面图



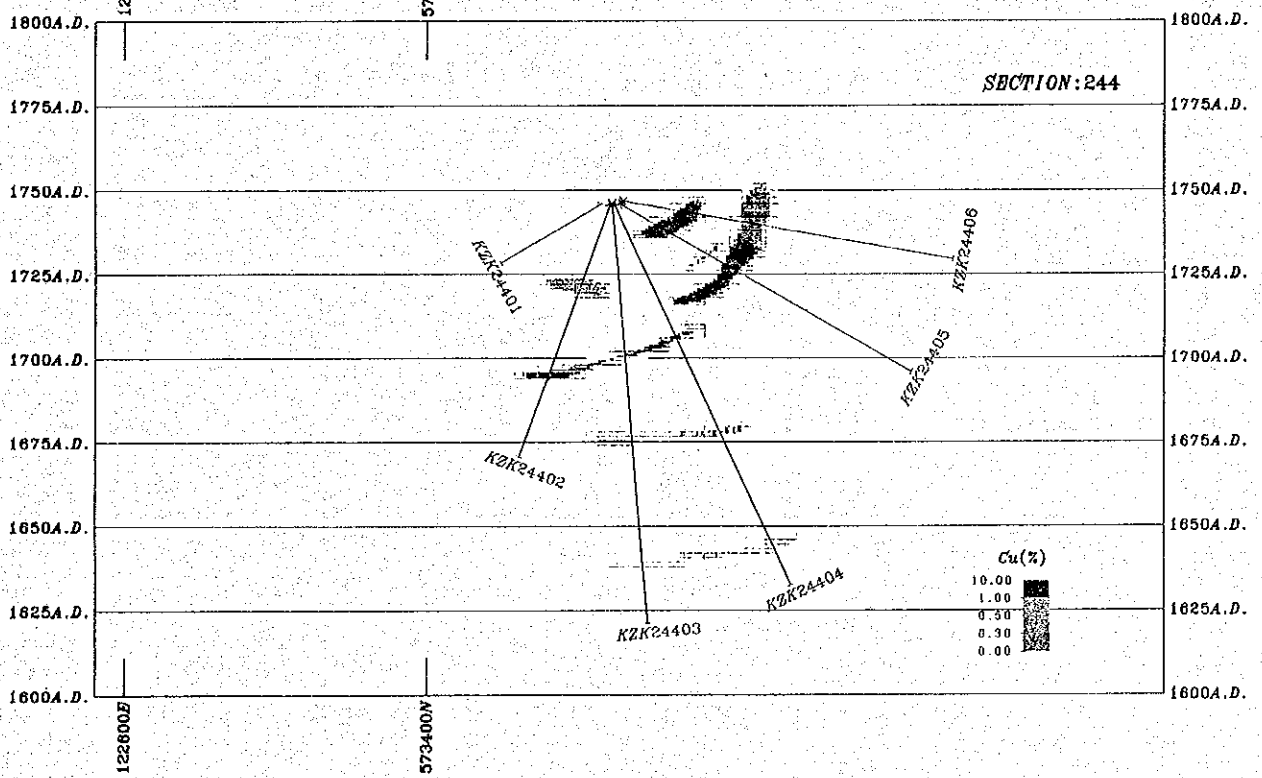
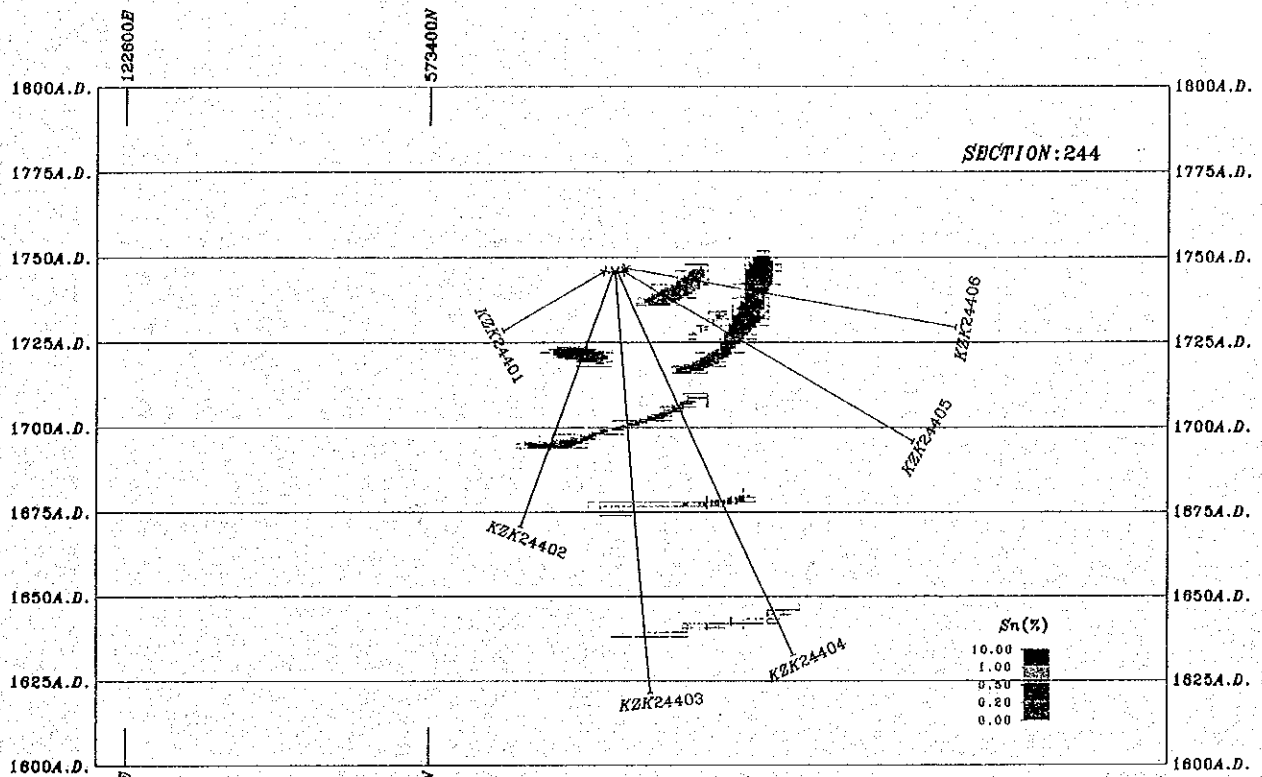
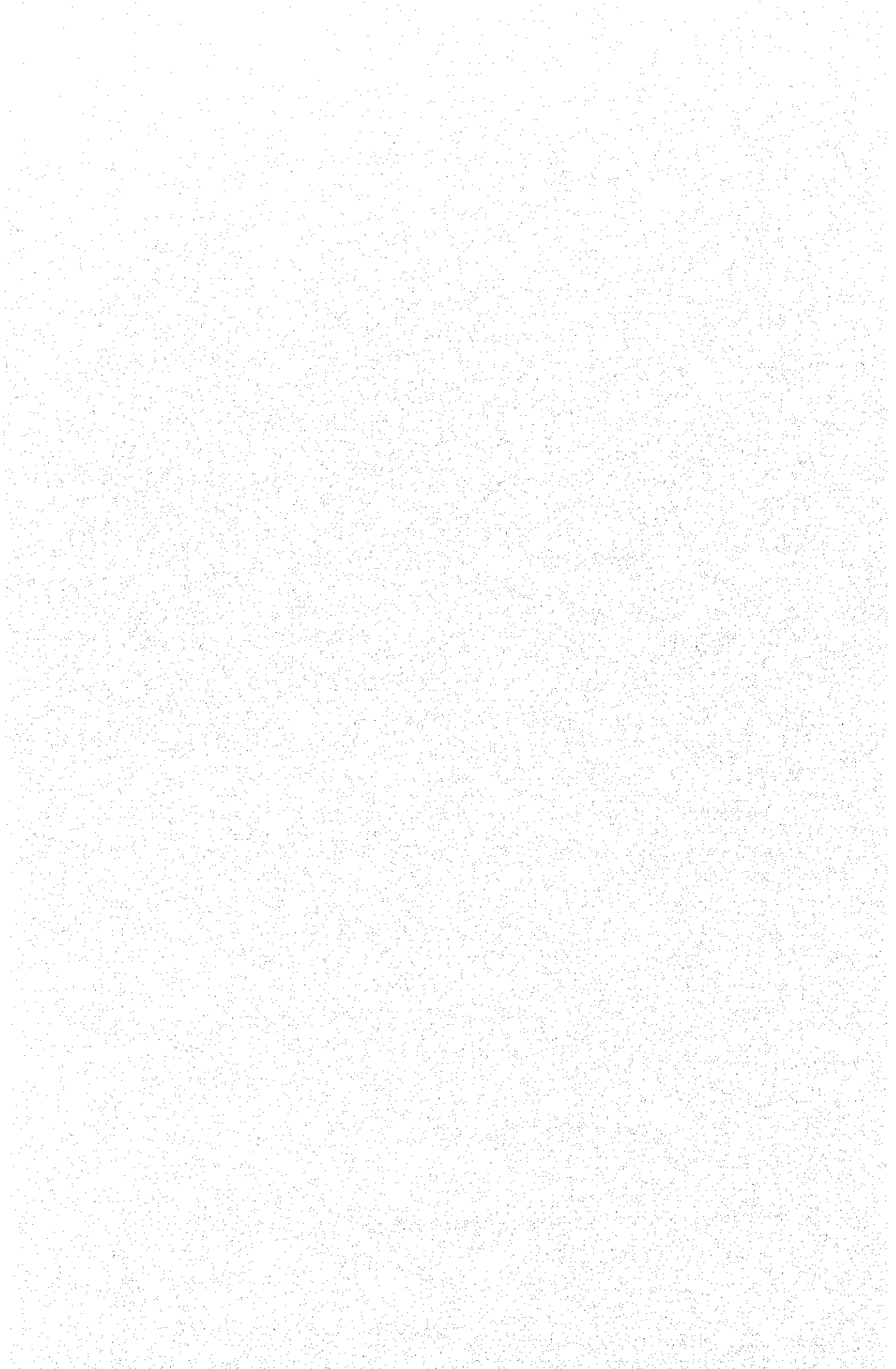


图 II - 6 - 17 244 测线钍画断面图



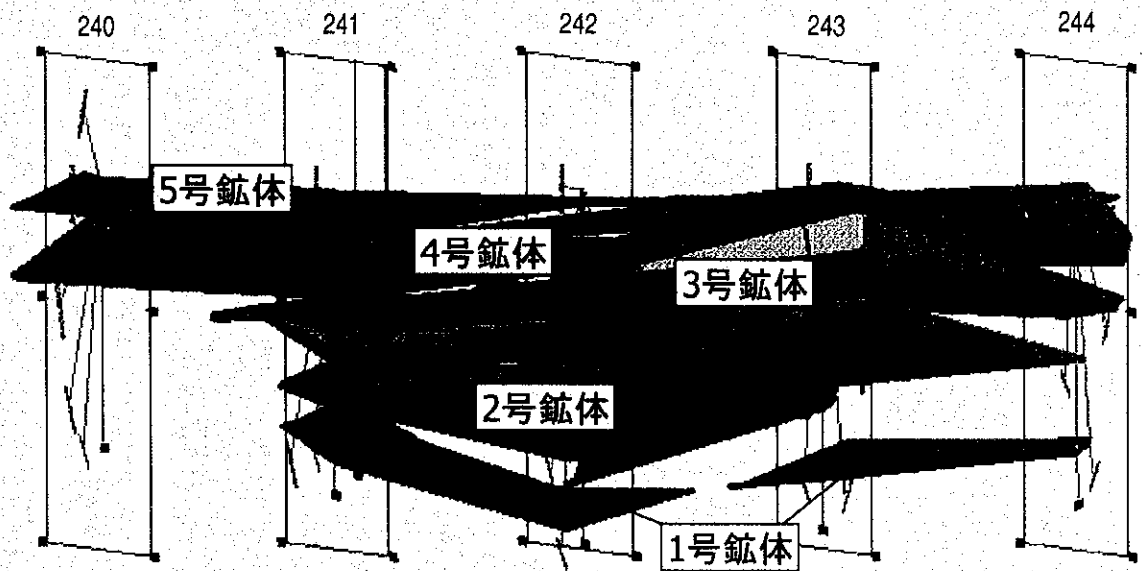
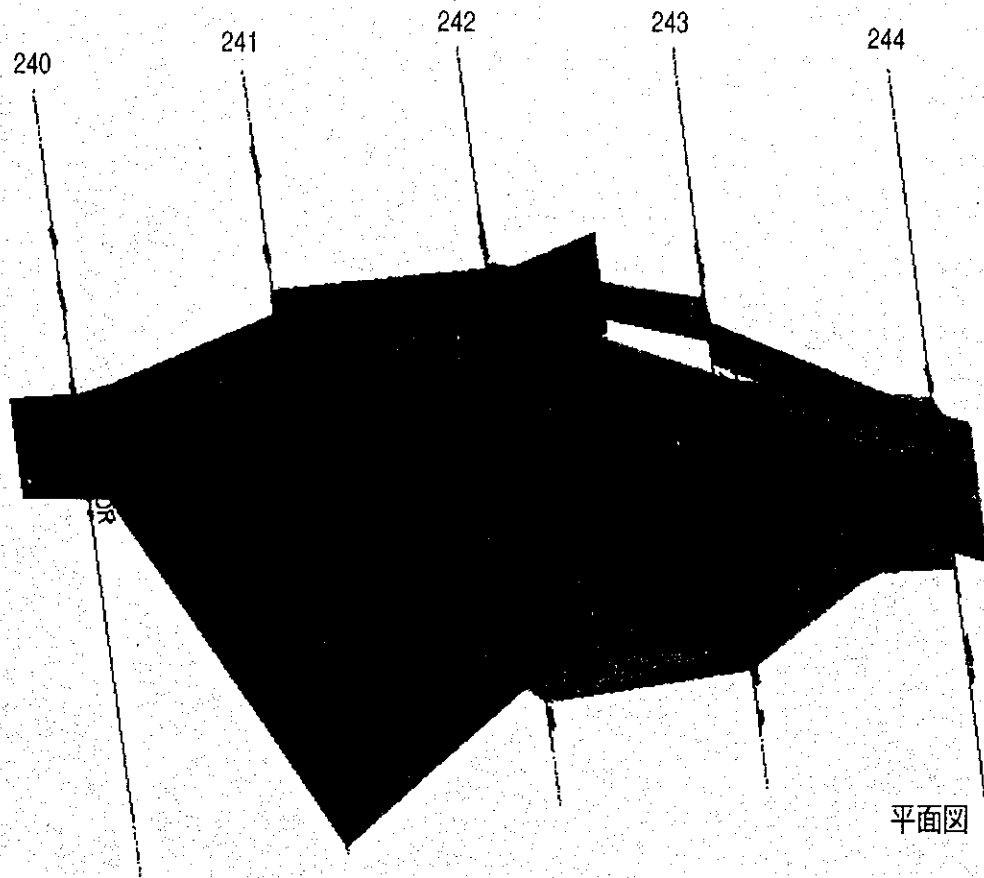


図 II - 6 - 18 卡房鉋床モデル図

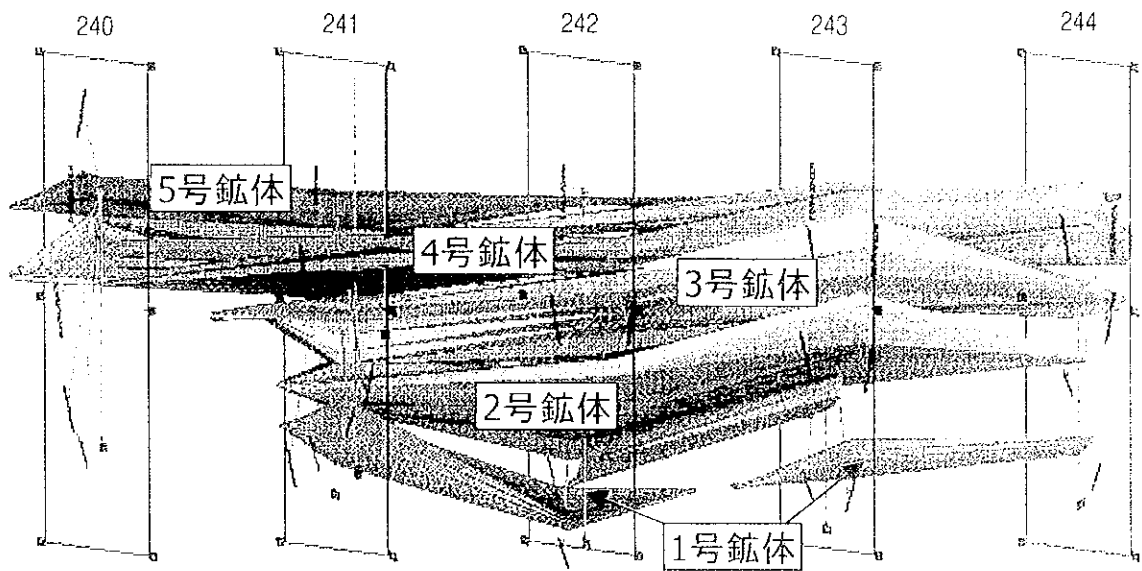
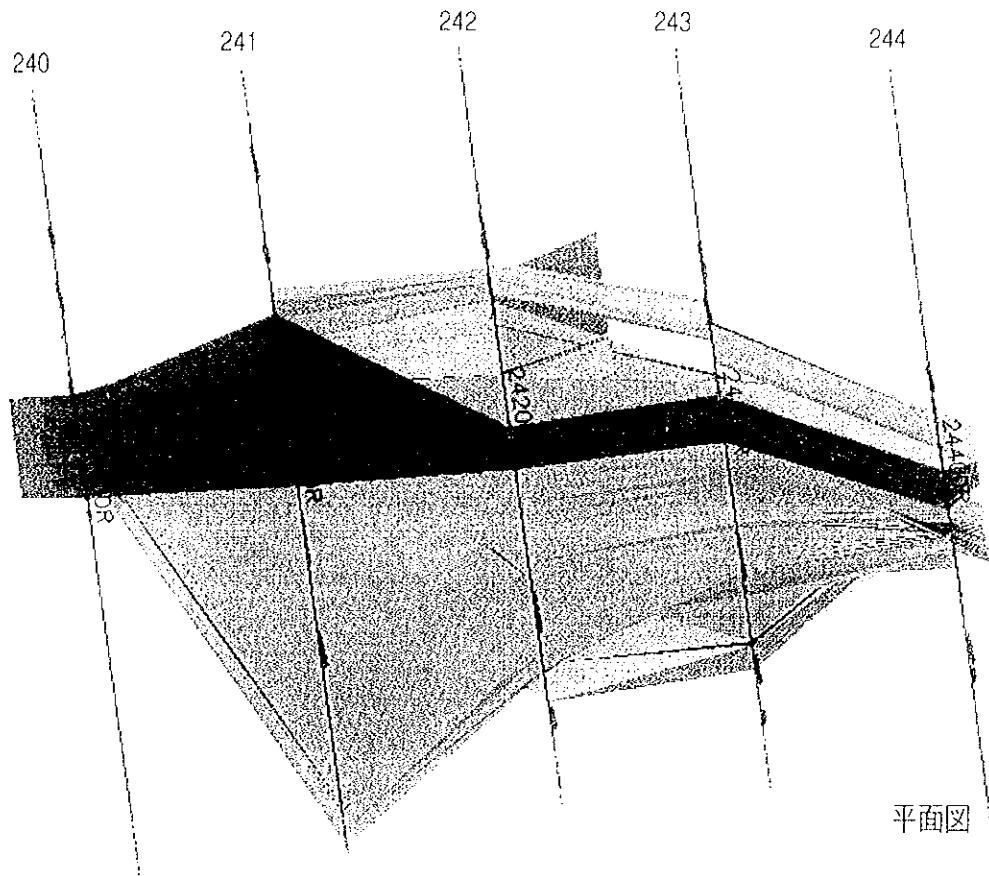


图 II - 6 - 18 卡房磁床モデル图



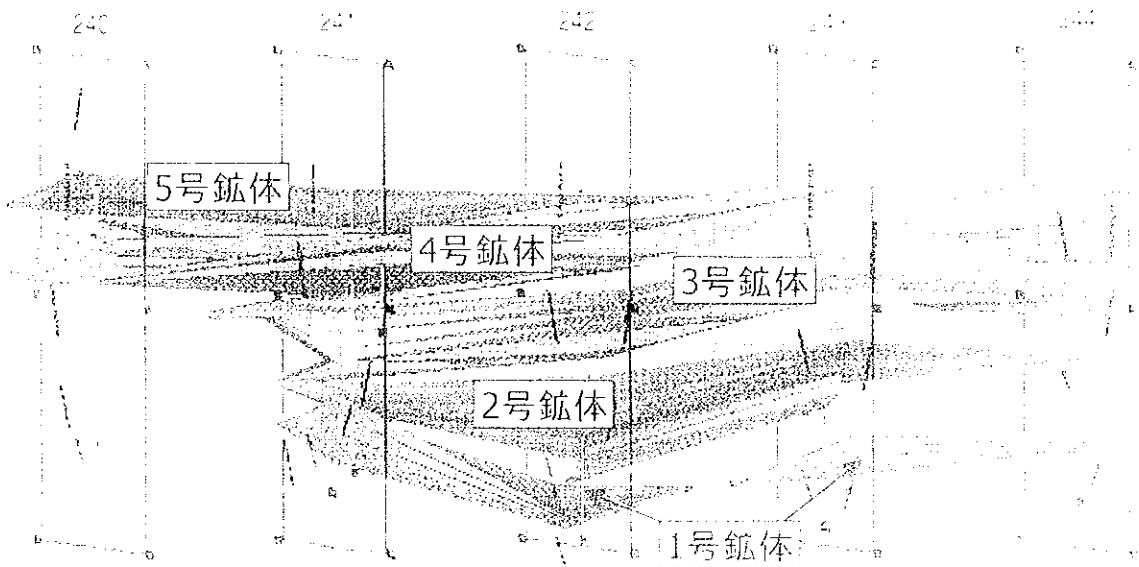
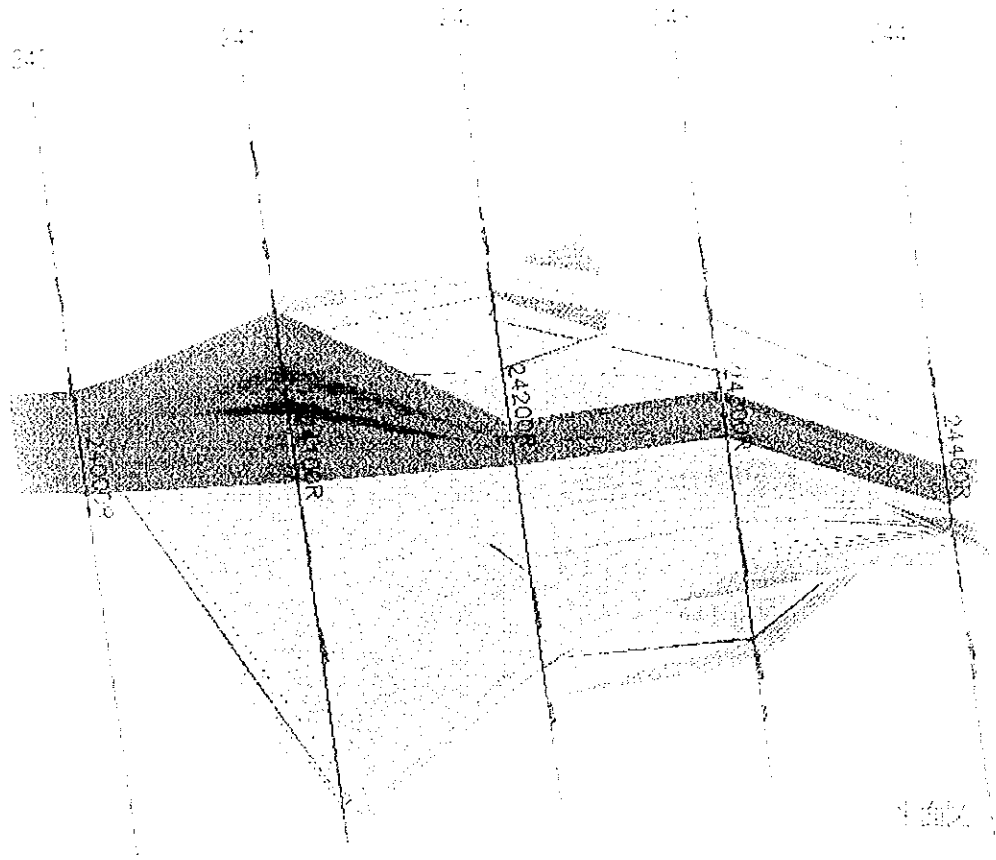


図 6・18 1号鉋体モデル三

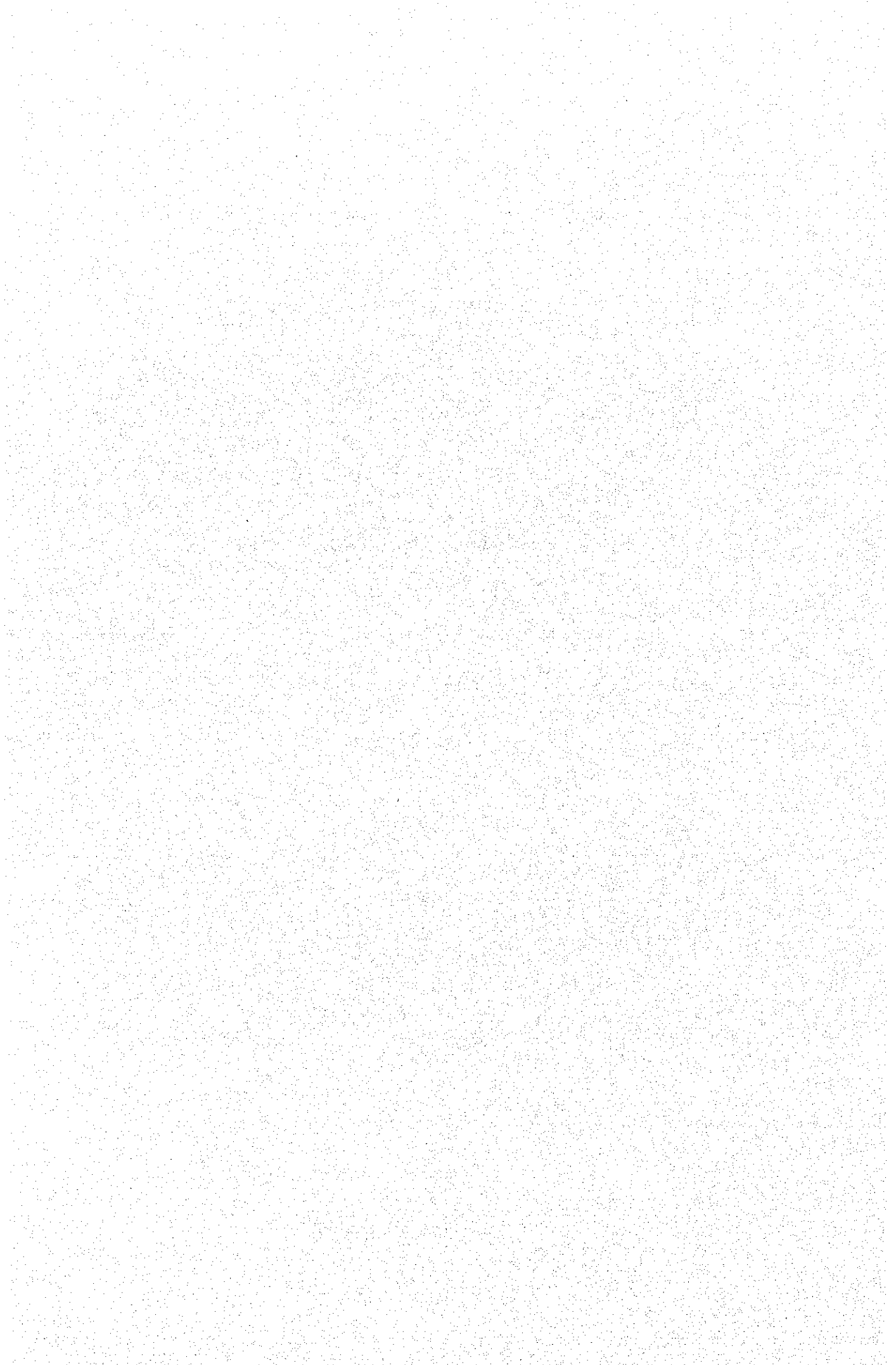


表 II - 6 - 3 卡房鉍床鉍量概算表

計算結果(Cu)

鉍体番号		Cut Off Grade(Cu%)					
		0.08	0.10	0.30	0.50	1.00	2.00
1号鉍体(A)	鉍量(t)	275,900	274,000	181,500	113,100	87,900	22,300
	平均品位(%)	0.74	0.75	1.14	1.47	1.67	2.14
	銅量(t)	2,041	2,055	1,841	1,662	1,467	477
1号鉍体(B)	鉍量(t)	94,800	94,800	72,200	750	40	0
	平均品位(%)	0.36	0.36	0.39	0.63	1.72	
	銅量(t)	341	341	281	4	0	0
2号鉍体	鉍量(t)	1,561,100	1,561,100	1,541,400	1,468,100	753,900	265,400
	平均品位(%)	1.30	1.30	1.31	1.35	1.93	3.04
	銅量(t)	20,294	20,294	20,192	19,819	14,550	8,068
3号鉍体	鉍量(t)	1,690,000	1,673,500	1,471,700	959,600	326,700	121,200
	平均品位(%)	0.75	0.76	0.83	1.06	1.83	2.50
	銅量(t)	12,675	12,718	12,215	10,171	5,978	3,030
4号鉍体	鉍量(t)	2,578,400	2,497,700	1,853,200	1,190,500	328,700	14,700
	平均品位(%)	0.58	0.59	0.72	0.91	1.41	2.71
	銅量(t)	14,954	14,736	13,343	10,833	4,634	398
5号鉍体	鉍量(t)	251,700	240,700	169,600	68,900	140.0	0
	平均品位(%)	0.40	0.42	0.50	0.64	1.03	
	銅量(t)	1,006	1,010	848	440	1	0
合計	鉍量(t)	6,451,900	6,341,800	5,269,600	3,800,950	1,497,380	423,600
	平均品位(%)	0.795	0.807	0.925	1.129	1.778	2.826
	銅量(t)	51,311	51,154	48,720	42,929	26,630	11,973

計算結果(Sn)

(Cu>0.30%)

鉍体番号		Cut Off Grade(Sn%)					
		0.03	0.20	0.50	1.00	1.50	2.00
1号鉍体(A)	鉍量(t)	122,700	38,900	13,090	90	20	2
	平均品位(%)	0.18	0.42	0.60	1.23	1.62	2.09
	錫量(t)	220	163	78	1	0	0
1号鉍体(B)	鉍量(t)	14,900	0	0	0	0	0
	平均品位(%)	0.04					
	錫量(t)	5	0	0	0	0	0
2号鉍体	鉍量(t)	931,500	7,200	0	0	0	0
	平均品位(%)	0.07	0.20				
	錫量(t)	652	14	0	0	0	0
3号鉍体	鉍量(t)	1,313,600	322,100	31,500	90	50	0
	平均品位(%)	0.15	0.33	0.63	1.41	1.63	
	錫量(t)	1,970	1,062	198	1	0	0
4号鉍体	鉍量(t)	1,276,400	496,000	129,400	31,840	1,900	60
	平均品位(%)	0.23	0.44	0.79	1.22	1.62	2.20
	錫量(t)	2,935	2,182	1,022	388	30	1
5号鉍体	鉍量(t)	100,000	23,800	2,300	370	0	0
	平均品位(%)	0.15	0.34	0.72	1.15		
	錫量(t)	150	80	16	4	0	0
合計	鉍量(t)	3,759,100	888,000	176,290	32,390	1,970	62
	平均品位(%)	0.16	0.39	0.75	1.22	1.52	1.61
	錫量(t)	5,932	3,501	1,314	394	30	1

卡房鉱床は、日中協力調査で解明された 240～244 測線間に MINEX 法で 526 万トン、Cu0.925%（カットオフ銅 0.3%）、380 万トン、Cu1.129%（同じく銅 0.5%）と概算される。この計算対象の鉱体は、ボーリング着鉱部分を大理岩の層理面を考慮した鉱体が主で、このほかにも、花崗岩と大理岩との接触面には、小規模だが高品位の鉱体が存在するので、ここに鉱量増加が見込める。また、鉱画ブロック高が 2 m で計算されているので、1 m 前後の薄い着鉱部分が、上下盤の低品位あるいは無鉱化層で低品位化してカットオフ品位以下となっていると考えられるので、きめこまかい採鉱方法を採用すればさらに鉱量増加が見込める。

卡房地区全体を考慮した場合、240～244 測線間で鉱床を胚胎する凹陷構造は、245 測線付近を走る 244 断層で切られ、奥へは不連続と考えられる。しかしながら、244 断層で変位されたと考えられる凹陷構造とその内部の鉱化帯が、247 測線の地表ボーリング及び 1740mL 主坑道からの先進ボーリングで確認されており、その広がり・スカルン化・鉱化を確認すれば、現在の日中協力調査で明らかにされた鉱床に匹敵する、あるいはそれ以上のポテンシャルが考えられよう。さらに北東部の 266 測線では、中国側の地表ボーリングによって、この凹陷構造の延長とその内部鉱化帯の存在が確認されている。このように卡房地区では、1 千万トン、銅品位 1% 程度のポテンシャルが見込めよう（図Ⅱ-6-19）。

### 6.7.3 卡房鉱床の経済性

本鉱床の経済性基礎検討のため、雲錫公司より基礎データを入手し、山元直接費の収支を検討した（巻末資料 5、6、7）。

その結果、本鉱床の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、出鉱品位の向上、山元直接費の低減、すなわち採鉱・選鉱方法の改善・合理化、そして管理部門の合理化などが挙げられる。

さらに、現在の坑道は、坑口が 1800mL にあり、坑内斜坑で 1740mL まで下がっているので、1740mL の排水は、1800mL までポンプアップしているのが現状である。そして、現在、坑内ボーリングで認められた鉱体は、さらに深部の 1610～1750mL に胚胎するので、今後の坑内排水に十分考慮しなければならない。

また、本鉱体の開発を考慮する場合、鉱体の胚胎状況と岩盤強度を考えた最適採掘方法の採用が、安全操業と効率的な鉱石採取率をもたらすものと考えられる。

## 6.8 まとめ

箇旧地域卡房地区は、中国有色金属工業総公司西南地質勘查局 308 隊が、1978 年から 1997 年にかけて、断続的ではあるが地表ボーリングを行い、地表下約 500m の 1600～1800mL 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。

1999 年度の地質調査は、1998 年に引き続き、日中が協力して実施する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、今後の調査・開発に向けての考察を行った。

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

たの燕山晩期の潜頭性花崗岩よりなる。卡房部層は層厚 770m 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鉛床は、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鉛体がみられる。鉛鉱物は主として磁硫鉄鉛、黄鉄鉛、硫砒鉄鉛、黄銅鉛、錫石で、方鉛鉛、鉄閃亜鉛鉛などを伴う。このうち採掘対象と考えられる鉛種は、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、錫鉛化作用が銅鉛化作用よりやや早いと考えられている。鉛化部位は、ボーリングコア調査では、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。

鉛床胚胎の場の凹陷構造は、短軸方向（測線方向）へは、花崗岩が北西から南東へ貫入して見掛け上の凹陷構造を形成すると考えられていたが、244 測線ではっきりみられるように、花崗岩は南東から北西へも貫入しており、長軸方向（北東—南西方向）に大理岩類を両側から包みこむように花崗岩が貫入して凹陷構造を形成しのではないかと考えられる。凹陷構造の底部は、240 測線から 241 測線を経て 242 測線へ次第に深くなるが、242 測線から 244 測線へは上下しながら浅くなっている。

卡房鉛床は、日中協力調査で解明された 240～244 測線間に MINEX 法で 526 万トン、Cu0.925%（カットオフ銅 0.3%）、380 万トン、Cu1.129%（同じく銅 0.5%）と概算される。この計算対象鉛体は、層状鉛体が主で、花崗岩と大理岩との接触面の小規模だが高品位の鉛体は含まれていないこと、さらに、鉛画ブロック高が 2 m で計算されているので、1 m 前後の薄い着鉛部分が上下盤の低品位あるいは無鉛化層を取込んで低品位化し、カットオフ以下となっていると考えられることなど、今後、きめこまかい採鉛方法を採用すればさらに鉛量増加が見込める。

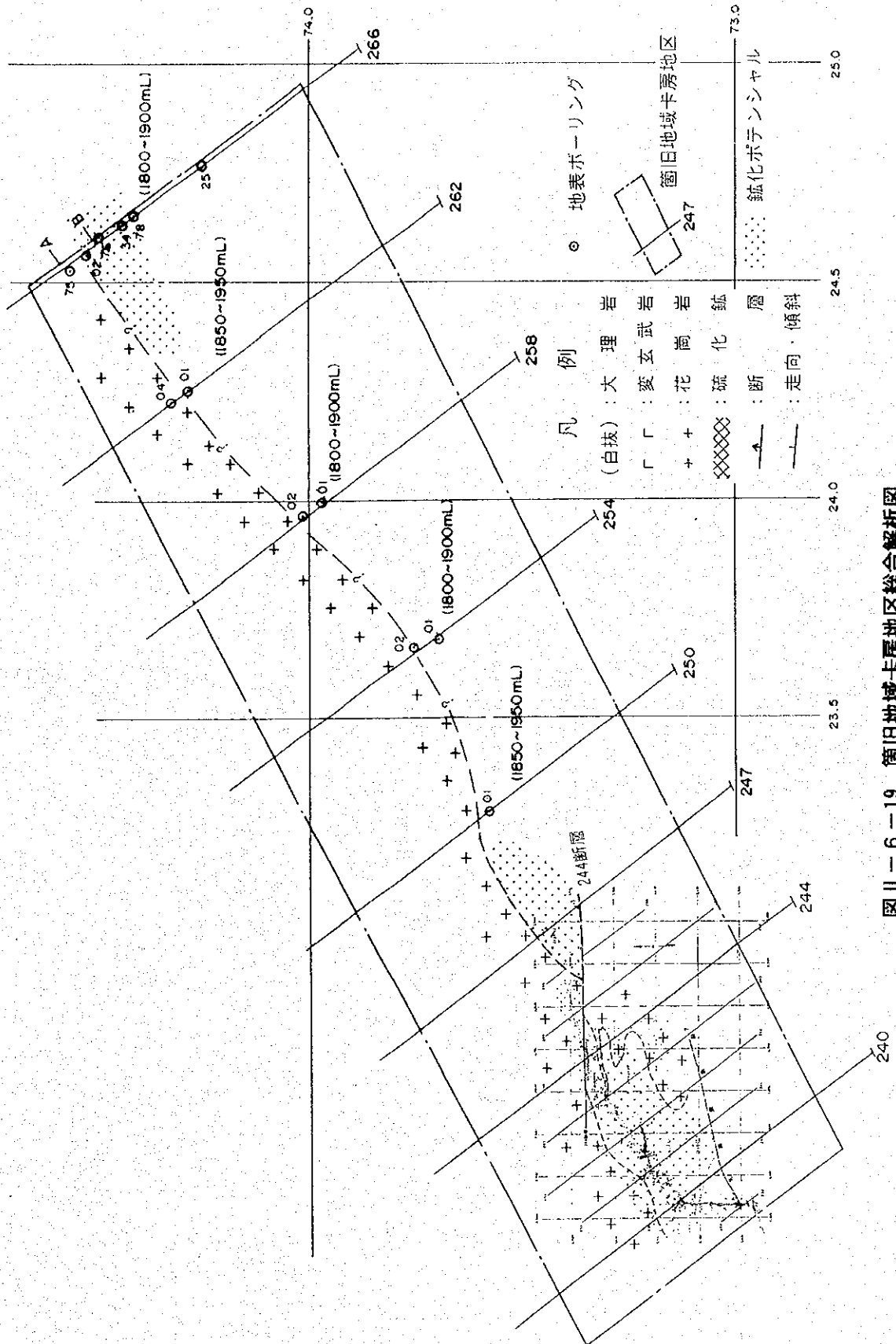
卡房地区を考慮した場合、240～244 測線間で鉛床を胚胎する凹陷構造は、245 測線付近を走る 244 断層で切れ、奥へは不連続と考えられる。しかしながら、244 断層で変位されたと考えられる凹陷構造とその内部の鉛化帯が、247 測線の地表ボーリング及び 1740mL 主坑道からの先進ボーリングで確認されており、その広がり・スカルン化・鉛化を確認すれば、現在の日中協力調査で明らかにされた鉛床に匹敵する、あるいはそれ以上のポテンシャルが考えられよう。さらに北東部の 266 測線では、中国側の地表ボーリングによって、この凹陷構造の延長とその内部鉛化帯の存在が確認されている。このように卡房地区では、1 千万トン、銅品位 1% 程度のポテンシャルが見込めよう。

今後、本鉱床の探鉱開発を考える場合、次の調査、検討などが考えられる。

1. 探鉱ポテンシャルと鉱量増大：246 測線奥の新たな凹陷構造の存在を追及する。このために、現在の主坑道の掘削継続と 100m 間隔の測線上で坑内ボーリングを行うことが望ましい。さらに、卡房地区には、1600～1950m L の各所に凹陷構造が確認されているので、この 1740m 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。

2. 鉱量評価と計算：日中協力調査で確認された鉱床は、100m 間隔の測線上のボーリングで確認されているが、詳細な採掘計画立案には、鉱体賦存状況・品位分布などの確認のため、補完ボーリングと坑道調査を考えたい。カットオフ品位変動による鉱量と出鉱品位の変化、出鉱品位コントロールなどのため、コンピュータを使用したより詳細な鉱量計算がふさわしい。

3. 将来の開発に向けて：適切な選鉱試験の実施、鉱量と操業度との関係、岩盤強度と探鉱方法の検討、坑内排水対策とその方法、人員配置の適正化など、さらに経済性の向上のために売鉱条件、金属価格の見通しなどを検討する。



図二一六—一九 簡旧地域卡房地区綜合解析図

