

2.2.5 小龍河地区及び周辺有望域

本地区は騰冲梁河北東部地区北部に位置し、本地区北部はミャンマーと国境を接している。本地区にはグライゼン型・スカルン型・熱水型の鉱床・鉱徴地が10箇所知られている(表16)。主要鉱床として、古凹山鉱床、分水嶺鉱床及び火焼林鉱床があり、これらについては雲南省地質産局第四地質大隊によって報告書が作成されている。以下、分水嶺錫鉛点検査報告(1991)及び火焼林錫鉛点検査報告(1992)に基いて概要を述べる。

表16 小龍河地区及び周辺有望域鉱床・鉱徴地一覧表

	鉱床番号	鉱床名	緯 距		地 質	鉱床型	鉱種
			緯 距	経 距			
1	4012	凍水河	2822.5	17433.3	石灰系：石灰岩，生物石灰岩 中・下部：砂質粘板岩，底部：石灰岩 頂部：玄武岩	スカルン型	錫鉄
2	4013	達洞山	2825.7	17437.6	石灰系：石灰岩，生物石灰岩 中・下部：砂質粘板岩，底部：石灰岩 頂部：玄武岩	熱水型	錫
3	4162	辣菜河	2824.3	17435.7	石灰系：石灰岩、生物石灰岩 中・下部：砂質粘板岩，底部：石灰岩 頂部：玄武岩	スカルン型	錫
4	4163	岩峰河	2821.8	17436.8	燕山期細粒黒雲母両長石花崗岩	熱水型	錫
5	4023	礪山	2817.5	17439.6	燕山期細粒黒雲母両長石花崗岩	スカルン型	錫鉄
6	4024	猫添石	2815.5	17437.9	燕山期細粒黒雲母両長石花崗岩	熱水型	錫
7	4025	分水嶺	2815.0	17438.9	燕山期細粒黒雲母両長石花崗岩	グライゼン型	錫
8	4026	小龍河	2814.2	17438.0	燕山期細粒黒雲母両長石花崗岩	グライゼン型	錫
9	4028	大松坡	2816.3	17440.4	燕山期細粒黒雲母両長石花崗岩	グライゼン型	錫
10	4029	穹旦山	2815.3	17440.5	燕山期細粒黒雲母両長石花崗岩	熱水型	錫

(1) 調査史

本地区における組織的な調査は、第四地質大隊によって行われている。1979年には、縮尺5万分の1の地質調査・重砂地化学探査が行われ、小龍河上流で錫グライゼン脈の露頭が発見されたほか、小龍河、大松坡、穹旦山、龍小溝、黄家山、上山寨一带などで、錫石重砂地化学異常が捕捉された。1980年からは、縮尺1万分の1の地質調査・重砂地化学探査が行われ、錫グライゼン脈型分水嶺鉱床が発見されたほか、分水嶺北部の花斑竹園大溝及び南部の横河大溝の第四系中に錫石重砂地化学異常が捕捉された。1987年からは、小龍河から穹旦山にかけて、縮尺1万分の1及び縮尺2千分の1の地質調査・トレンチ調査が行われ、火焼林鉱床及び多くの錫グライゼン脈

の露頭が発見された。1988～1989年にかけては、上山寨鉱床の精密調査、横川大溝及びその両側の沖積層に対する砂錫調査が行われた。

(2) 鉱 床

(a) 分水嶺鉱床

位置・交通 本地区南部、古凹山鉱床の南西方約2kmに位置し、北緯25°25'17'～25°25'55'、東経98°23'10'～98°23'43'の範囲にある。騰冲県瑞滇郷の所轄で、騰冲から本鉱床までは車で約43kmである。標高は2,027～2,481mで、高度差は454mである。

地 質 本鉱床周辺には上部石炭系、燕山期晩期の花崗岩類及び第四系が分布する。

上部石炭系空樹河層中部層は下位より、変質黒雲母石英砂岩、変質石英シルト岩、変質含礫石英砂岩、砂質粘板岩及び変質含礫黒雲母石英砂岩からなる。第四系は沖積層である。

燕山期晩期の花崗岩類は古永花崗岩系小龍河花崗岩類に属し、横溝斑状黒雲母花崗岩、猫舐石斑状黒雲母花崗岩及び左家寨斑状両雲母花崗岩からなり、上部石炭系空樹河層中に貫入している。本鉱床周辺に分布する花崗岩類には、北北西方向の断裂が顕著に発達する。

鉱 床 グライゼン脈型錫鉱床で、錫鉱物はグライゼンの割目中に産出し鉱脈を形成している。本鉱床では、グライゼン脈80余条が確認されており、その内58条のグライゼン脈は鉱業的に成り立つ品位である。主要鉱脈はV9-17、V9-21、V9-22、V9-27、V9-37、V9-20の6条で、鉱脈延長230～495m、脈幅0.89～1.57mで、E級錫金属量5,120.29トンと見積もられている。

鉱脈中の構成鉱物は錫石、石英、白雲母、黄玉、螢石、ジルコン、リシア雲母などである。鉱石の選鉱は容易で、錫は錫石から回収される。

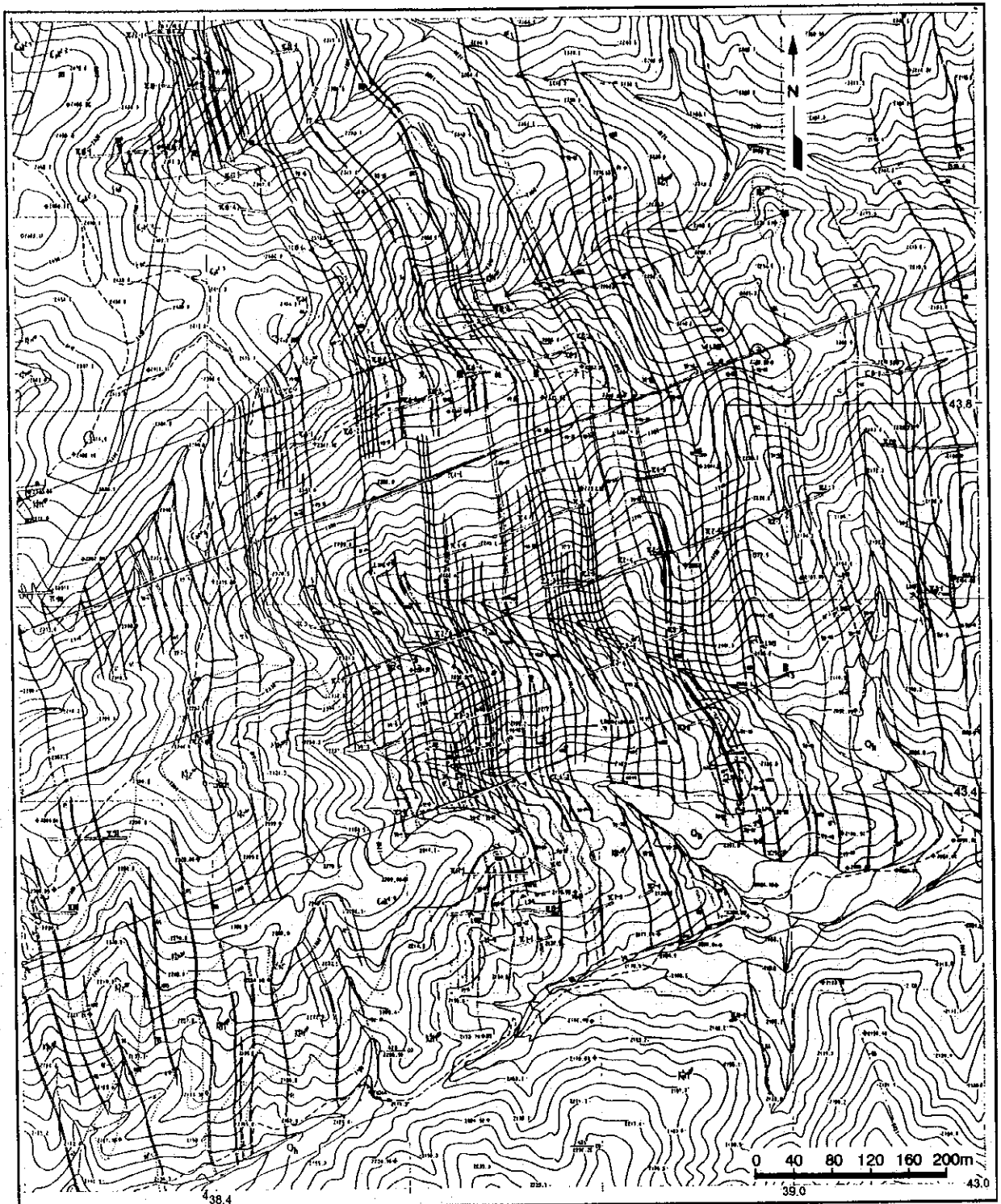
図16に本鉱床の詳細地質図を、表17に主要鉱脈の鉱量計算結果を示す。

表17 分水嶺鉱床主要鉱脈鉱量計算結果

鉱 体	鉱 体 型	鉱量 区分	鉱体幅 (m)	鉱石比重 (t/m ³)	鉱 石 量 (t)	平均品位 Sn(%)	金 属 量 (t)
V9-17	グライゼン脈型	E	0.91	2.62	147,579.60	0.816	1,928.87
V9-21	グライゼン脈型	E	1.51	2.62	91,498.99	1.054	272.42
V9-22	グライゼン脈型	E	1.68	2.62	222,738.57	0.523	946.64
V9-27	グライゼン脈型	E	1.37	2.62	265,953.00	0.816	872.33
V9-37	グライゼン脈型	E	1.04	2.62	22,381.51	1.054	431.96
V9-20	グライゼン脈型	E	0.86	2.62	37,844.25	0.523	213.07
合計及び平均		E	1.23	2.62	787,996.42	0.846	5,120.29

(b) 火烧林鉱床

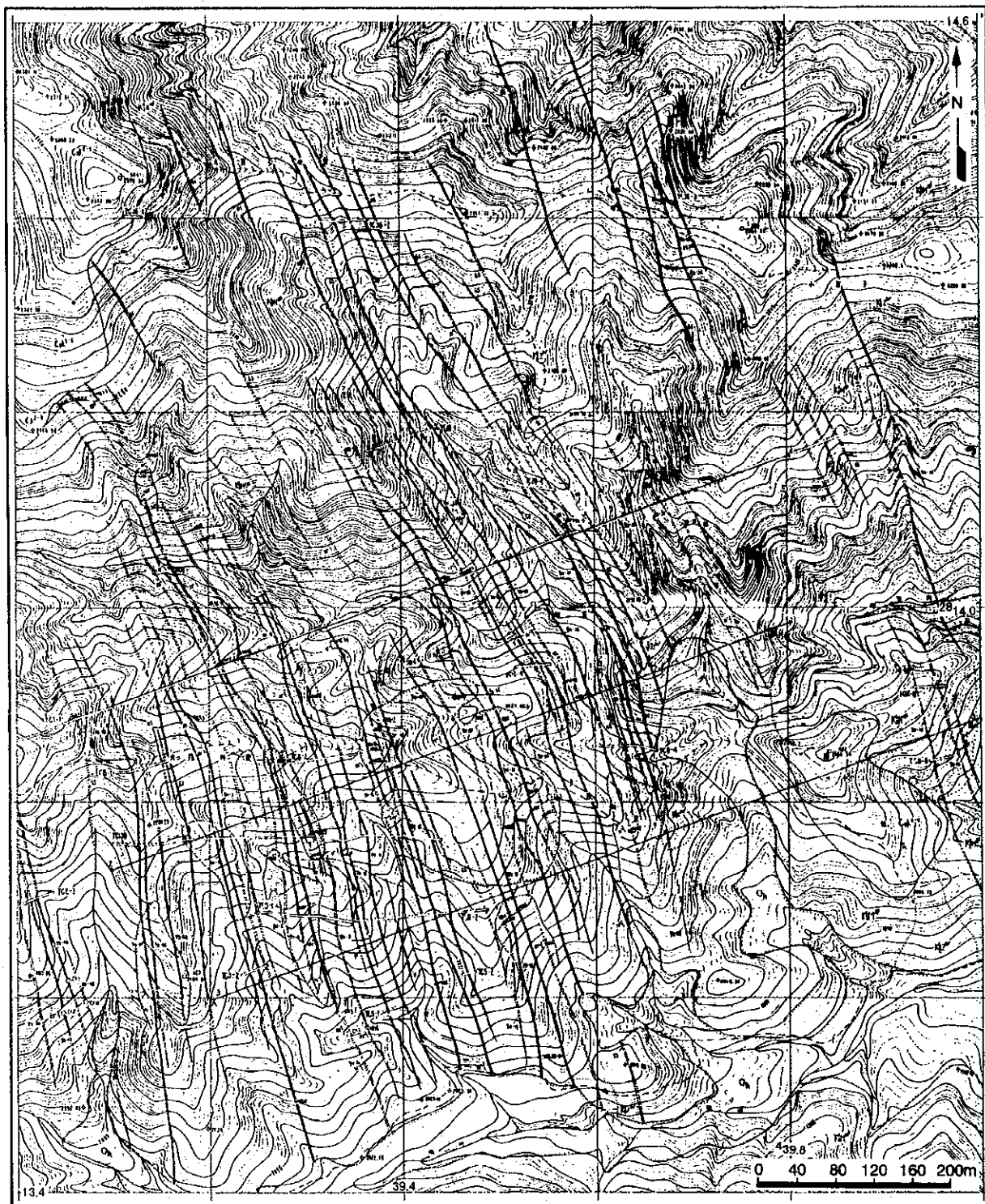
位置・交通 分水嶺鉱床の北東方500mに位置し、北緯25°25'31'～25°26'10'、東経98°23'37'～98°24'12'の範囲にある。騰冲県明光郷の所轄で、騰冲から本鉱床までは陸路で43kmである。標高は2,052mから2,468mで、高度差は416mである。



凡 例

Q_h	沖積層	G_s	グライゼン層及び番号		地層境界		地質断面線及び番号
C_3^{k2-5}	石炭系上部統空樹河層変質黒雲母含砂石英砂岩		地層走向傾斜		推定地層境界		花崗岩岩相境界
$K_2^5 Z^h \gamma$	後期白堊紀古永花崗岩系小龍河花崗岩類左家礫岩体粗粒含斑状両雲母アルカリ長石花崗岩	$TC2-1$	トレンチ及び番号		花崗岩岩相境界		民採区域
$K_2^4 M \gamma \beta$	後期白堊紀古永花崗岩系小龍河花崗岩類礫石岩体中粒含斑状黒雲母花崗岩	No.1	露頭及び番号		民採区域		探索断面
$K_2^4 H \gamma \beta$	後期白堊紀古永花崗岩系小龍河花崗岩類横溝岩体中細粒含斑状黒雲母花崗岩	$\square CK2$	民採坑及び番号		不整合境界		
$VJ1-2$	グライゼン層型錳鉄体及び番号						

図16 分水嶺鉢床詳細地質図 (第4地質大隊資料より)



凡 例		系			
Q_h	沖積層	$K_2^4 M 7 \beta$	猫渡石岩体中粒含斑状 黒雲母花崗岩		地層境界
$C_3^k 2.5$	変質黒雲母含砂石英砂岩	$K_2^4 H 7 \beta$	横溝岩体中細粒含斑状 黒雲母花崗岩		露頭及び番号
$C_3^k 2.4$	灰紫色帯状細粒砂質黒雲母粘板岩	$K_2^5 2 \lambda \gamma$	左家寨岩体細粒含斑状両 雲母アルカリ長石花崗岩		民探区域
$C_3^k 2.3$	変質黒雲母含砂石英砂岩礫灰、紫灰色 変質含礫角閃石黒雲母石英砂岩	$V 11.2$	グライゼン無型錳鉱体 及び番号		探査断面
$C_3^k 2.2$	変質黒雲母含砂石英砂岩灰色帯状紋状 変質石英シルト岩	G_s	グライゼン脈及び番号		地層走向傾斜
$C_3^k 2.1$	灰・灰紫色変質黒雲母石英砂岩		花崗岩岩相境界		トレンチ及び番号
					花崗岩岩相境界
					旧坑及び番号

図17 火烧林鉢床詳細地質図（第4地質大隊資料より）

地質 本鉱床周辺の地質は上部石炭系空樹河層中部層，燕山期晩期の花崗岩類及び第四系から構成されており，母岩の層序・岩相は分水嶺鉱床に類似している。上部石炭系空樹河層中部層上位の変質含礫黒雲母石英砂岩はここにも分布し，燕山期晩期の古永花崗岩系小龍河花崗岩類に貫かれている。

小龍河花崗岩類は本鉱床周辺に広く分布し，横溝斑状黒雲母花崗岩，猫舐石斑状黒雲母花崗岩及び左家寨斑状両雲母花崗岩からなり，上部石炭系空樹河層中に貫入している。

本鉱床周辺には北北西系の裂罅が広く発達する。

鉱床 本鉱床は錫グライゼン脈で裂罅を充填し交代している。鉱脈は70条確認され，その内錫鉱脈は33条である。主要な錫鉱脈はV11-2，V11-6，V11-8，V11-9，V11-13，V11-22，V11-27，V11-28の8条である。鉱脈延長420～636m，脈幅0.72～2.05mで，錫品位は0.514～2.046%である。鉱脈中の構成鉱物は錫石，石英，白雲母，リシア雲母，黄玉，閃亜鉛鉱，カリ長石などである。本鉱床はE級錫金属量11,929.99トンと見積もられている。

図17に本鉱床の詳細地質図を，表18に主要鉱脈の鉱量計算結果を示す。

表18 火焼林鉱床主要鉱脈鉱量計算結果

鉱体	鉱体型	鉱量 区分	鉱体幅 (m)	比重 (t/m^3)	鉱石量 (t)	平均品位 Sn(%)	金属量 (t)
V11-2	グライゼン脈型	E	2.15	2.61	378,546.18	0.514	1,945.73
V11-6	グライゼン脈型	E	1.28	2.61	205,023.23	2.046	4,194.78
V11-8	グライゼン脈型	E	1.00	2.61	98,688.02	0.644	635.55
V11-9	グライゼン脈型	E	1.17	2.61	208,286.77	0.565	1,176.82
V11-13	グライゼン脈型	E	1.14	2.61	93,089.85	0.637	592.98
V11-22	グライゼン脈型	E	1.00	2.61	184,731.42	0.934	1,725.39
V11-27	グライゼン脈型	E	0.76	2.61	70,737.16	1.292	913.92
V11-28	グライゼン脈型	E	1.29	2.61	143,234.66	0.520	744.82
合計及び平均		E	1.23	2.61	1,382,337.29	0.863	11,929.99

第3章 無極寺地区

3.1 地質調査

3.1.1 調査方法

地質調査は日本側技術者1名、中国側技術者1名からなる調査班を3班編成し、無極寺地区における地質及び地質構造と鉱化作用の関係を把握することを目的として行われた。

3.1.2 地質概要

本地区の地質は上部石炭系～下部二畳系の堆積岩類及び燕山期の貫入岩類を基盤とし、これらを覆う第四紀の未固結堆積物から構成される。上部石炭系は主に粘板岩、ホルンフェルスなどからなる。下部二畳系は石灰岩、苦灰岩などの炭酸塩岩類からなり、スカルン鉱床の母岩となっている。第四系は主に沖積層からなる。

貫入岩類は滇難花崗岩類、棋盤石花崗岩類及び銅厂山花崗岩類が分布する。これらの貫入岩類と下部二畳系の炭酸塩岩類との接触部にスカルン鉱床が生成している。

本地区の地質を総括して図18に、地質平面図を図19に、地質断面図を図20に示す。

(1) 上部石炭系空樹河層

上部石炭系として空樹河層上部層が本地区南東部に僅かに分布する。主に粘板岩、ホルンフェルスなどからなり、二畳系との境界付近では石灰岩レンズが挟在される。本層からは*Quasifusulina* sp., *Polypora* cf. *Porosa*, *Fenestella* sp.などの紡錘虫化石の産出が報告されている。

粘板岩は暗灰色～暗青灰色を呈し、塊状かつ堅固で、ほとんど変質作用を受けていない。ホルンフェルスは暗灰色～黒色を呈し、塊状で非常に堅固であり、局所的に方解石細脈を伴う。

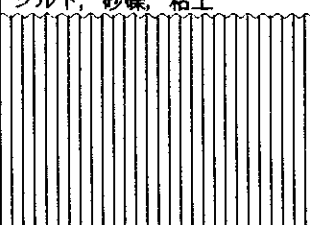
年代 (Ma)	時代	造山期	地層名	岩相	火成活動	鉱化作用
2	第四紀		固東街層	シルト, 砂礫, 粘土		
65	第三紀	燕山期			銅厂山花崗岩 石英斑岩, 花崗斑岩 棋盤石花崗岩 角閃石石英モンゾ閃緑岩 滇難花崗岩 黒雲母アダメロ岩	Pb・Zn・Cuスカルン
136	白堊紀					
195	ジュラ紀					
225	三畳紀					
280	二畳紀	海西期	大銅厂層	上部層 結晶質石灰岩, 苦灰質石灰岩 苦灰岩 砂岩・泥岩・酸性凝灰岩薄層 下部層 生物碎屑石灰岩, 炭質石灰岩, 泥質石灰岩 泥灰岩		
			空樹河層	上部層 炭質粘板岩, 石灰岩 粘板岩, ホルンフェルス		

図18 無極寺地区地質模式層序図

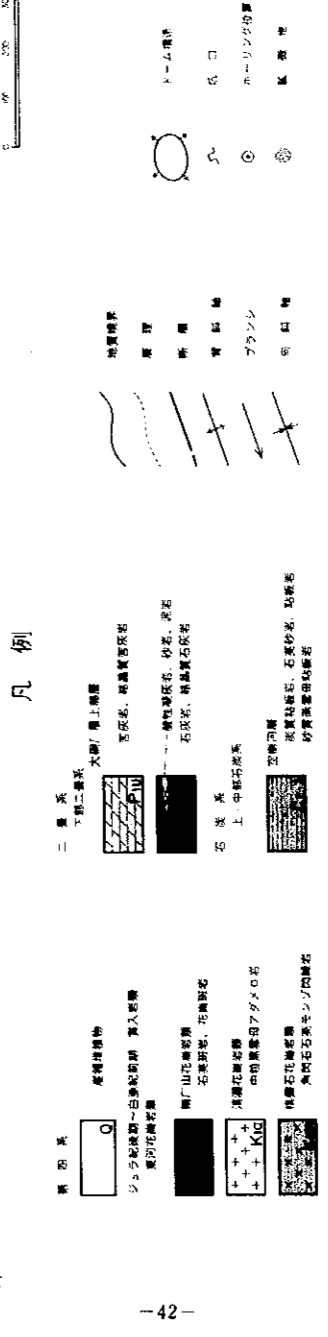


図19 無極寺地区地質平面図

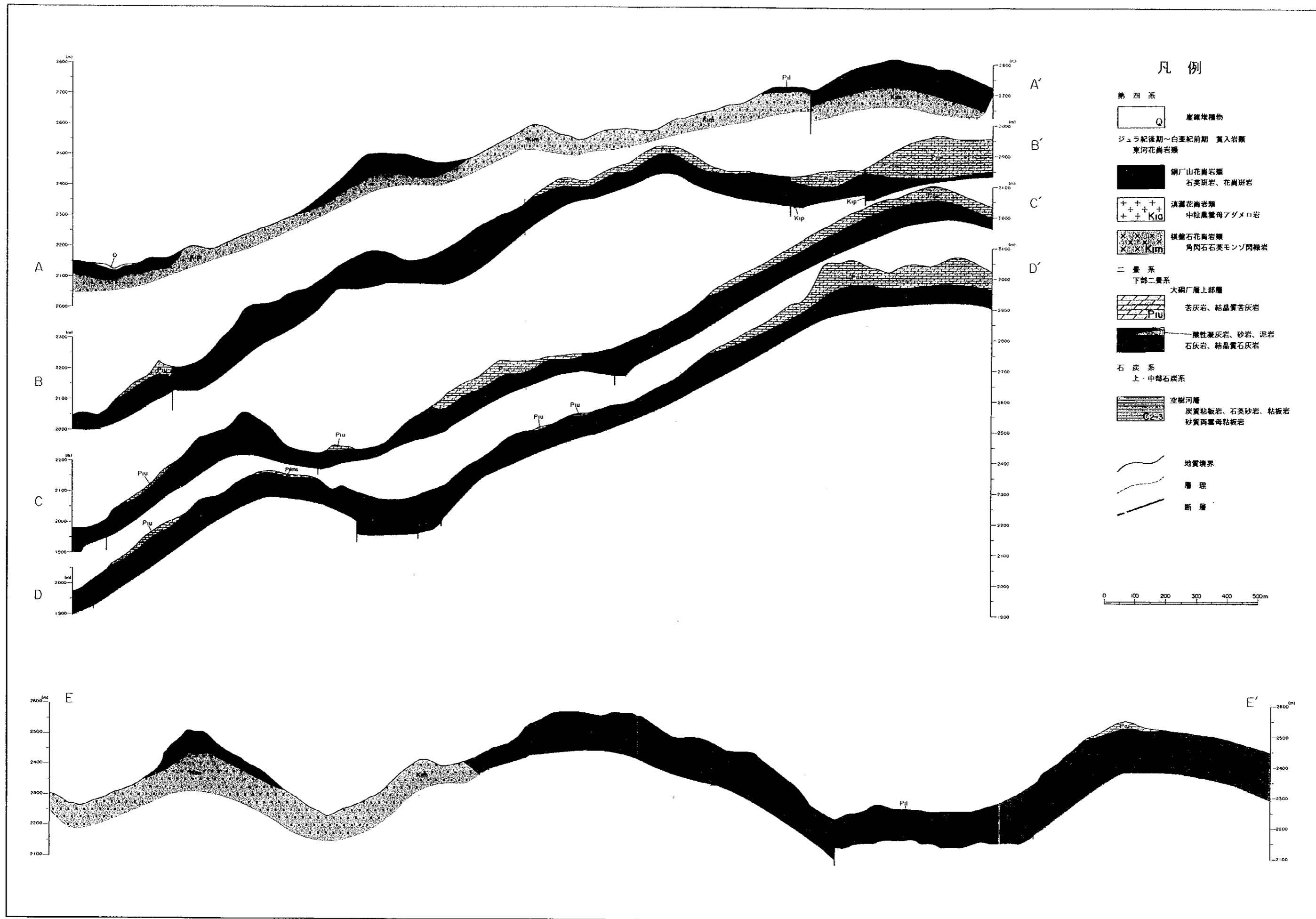


図20 無極寺地区地質断面図

(2) 下部二疊系大碕層

下部二疊系として、大碕層が本地区全体にわたって広く分布する。大碕層は上部層及び下部層に分けられる。

(a) 大碕層下部層

大碕層下部層は主として層状生物碎屑石灰岩からなり、本地区北部、南東部及び南西部に小規模に分布し、時に苦灰質になる。

層状生物碎屑石灰岩は淡灰色～灰色を呈し、全体的に塊状で、一部で弱い層理が観察される。方解石の粒度は細～中粒で、細粒の黄鉄鉱が散点状に少～中量晶出しており、弱～中程度の粘土化変質を受けている。鏡下では、化石として海百合、腕足類などが見られ、顆粒状方解石(径0.2mm程度)が優勢に分布している。その組織及び産状から、方解石が再結晶作用を受けている。そのほか、少量の粒状石英、微晶方解石、緑泥石などが再結晶化方解石の粒間を充填している。

苦灰質石灰岩は淡灰色～灰色を呈し、全体的に塊状であるが、一部で層理が顕著に発達するところもある。再結晶したレンズ状白色方解石(長径2cm×短径1mm)が少～中量挟在されている。また、一部地域では、砂質岩源のホルンフェルスの転石が確認されている。これは塊状で堅固であり、弱程度の粘土化変質を受け、細粒の黄鉄鉱が散点状に少量鉱染している。鏡下では、ほとんど方解石からなり、石英、緑泥石などが方解石粒間に少量見られる。

(b) 大碕層上部層

大碕層上部層は本地区に広く分布し、苦灰岩、石灰岩及びそれらの組合せの互層からなる。いずれも再結晶しており、塊状と層状に区別される。

層状石灰岩は暗灰色～灰色を呈し、結晶質で層理が優勢に発達する。層理面に沿って方解石細脈が形成されているのが顕著である。層理面は走向N50°E・傾斜70°NWを示す。鏡下では、ほとんど方解石からなり、その粒度の違いにより層状組織を呈している。すなわち、細粒層では、径0.01～0.02mm程度の方解石が幅1mm程度の層を形成し、中粒層では径0.05～0.4mm程度、幅0.8～2.0mm、粗粒層では径0.8mm程度、幅0.5mm程度である。そのほか、緑泥石、炭質物などが見られ、弱い熱変質を受けている。

塊状石灰岩は方解石、菱苦土石、白雲母、緑泥石などを主要構成鉱物とする。方解石は粒状～不規則状で径0.04～2.5mm程度、平均径1.0mm程度である。白雲母は様々な産状を持ち、針状で径0.2mm程度で方解石に包含されたり、方解石粒間を充填したり、定方向配列を示したりする。

苦灰岩は淡赤色～淡橙色～淡黄色～淡灰白色を呈し、全体的に塊状であるが、一部で糖状～砂状を伴う。また、割れ目が多く発達するもの及び風化作用を受け多孔質なものも観察される。鏡下では、ほとんど苦灰石及び方解石からなり、蛇紋石細脈(幅1mm程度)を伴う。

(3) 第四系

第四系として、固東街層が本地区の北西部に分布する。主に完新世の現河床堆積物、段丘堆積物、崖錐堆積物などからなり、シルト、砂礫、粘土、粘土混り砂礫などが分布する。

(4) 貫入岩類

本地区には、燕山期の貫入岩類として、滇難花崗岩類、棋盤石花崗岩類、銅厂山花崗岩類が分布する。本地区の鉍化作用はこれらの貫入岩類と密接な関係があり、貫入岩類と下部二疊系の炭酸塩岩類との接触部にスカルン鉍床が形成している。

(a) 滇難花崗岩類

滇難花崗岩類は黒雲母アダメロ岩からなり、本地区北東部の老山頂北東方において、岩株状に分布する。淡灰白色～淡桃灰色を呈し、中粒・等粒状組織を示し、中～弱程度の粘土化変質作用を被っている。弱～中程度に漂白作用を受け、一部で著しく風化作用を受け真砂土化している。黒雲母(径1～2mm程度)が特徴的であり、カリ長石及び角閃石(径2～4mm程度)が多量に晶出している。鏡下では、主要構成鉍物として、斜長石、カリ長石、角閃石、石英及び黒雲母がみられ、少量の磷灰石・ジルコン・スフェーンが含まれる。緑簾石化作用、緑泥石化作用及びカオリナイト化作用を受け、変質鉍物として、緑簾石、緑泥石及び絹雲母がみられる。

(b) 棋盤石花崗岩類

棋盤石花崗岩類は角閃石石英モンゾ閃緑岩からなり、本地区北部に岩株状に貫入しており、その中央部で大洞厂層の炭酸塩岩類をルーフペンダントとして残している。本岩は本地区南部に広く分布する大洞厂層の炭酸塩岩類との接触部及びルーフペンダント状炭酸塩岩類との接触部でスカルン鉍床を形成している。

本岩は灰色～淡灰色～淡桃灰色を呈し、全体的に中～強程度に風化作用を受け、弱～強程度の粘土化変質を受けているところもある。一部で漂白作用もみられ、角閃石の斑晶が特徴的である。変質作用は極めて局所的であり、近辺には真砂土が分布することがある。鏡下では、主要構成鉍物として、斜長石、石英、角閃石、カリ長石及び黒雲母がみられ、磷灰石、ジルコン、スフェーン、磁鉄鉍などを少量含む。変質鉍物として、緑簾石、緑泥石、絹雲母、カオリナイトなどがみられ、斜長石はカオリナイト化、絹雲母化及び緑簾石化を、角閃石は緑泥石化及び緑簾石化を、黒雲母は緑泥石化を、カリ長石はカオリナイト化を受けている。中粒半自形等粒状組織を示し、斑晶は径1～3mm程度である。

(c) 銅厂山花崗岩類

銅厂山花崗岩類は石英斑岩及び花崗斑岩からなり、本地区南部に広く分布する大洞厂層中に、岩株状貫入岩として点在する。個々の貫入岩体は長径120m程度、短径50～75m程度で、比較的小規模である。

石英斑岩は灰白色～淡クリーム灰色～淡緑色を呈し、斑状組織を示す。一部で局所的に風化作用及び粘土化変質作用を中～強程度に受けている。鏡下では、斑晶として、径0.5～4mm程度の長石及び石英がみられ、基質は細粒(径0.04mm以下)の長石・石英・角閃石及び少量の磷灰石・スフェーンなどからなる。基質は部分的に変質作用を強く受け、二次的変質鉍物として、曹長石、石英、白雲母、緑泥石、酸化鉄鉍物などが粒状～鱗片状変晶(径0.2mm程度)を形成している。鉍

石鉱物として、黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、方鉛鉱などを伴う。

花崗斑岩は淡緑灰色～淡青灰色～クリーム白色を呈し、斑状組織を示す。特に、斜長石の斑晶は径2～8mm程度(平均4mm程度)で特徴的である。全体的に中～強程度の粘土化変質作用を受け、一部で強く風化作用を受けている。中～多量の褐鉄鉱及び少量の黄鉄鉱・硫砒鉄鉱が散点状に分布する。鏡下では、斑晶として、径0.2～4mm程度の斜長石、角閃石及び石英が見られ、基質として、微晶～細粒状(径1mm以下)の板状～柱状斜長石、石英、粒状角閃石及び少量の黄鉄鉱・磁鉄鉱・緑泥石・ジルコン・スフェーンが含まれる。斜長石はカオリナイト化を、角閃石は弱程度の緑泥石化を受けており、酸化鉄鉱物が晶出している。

3.1.3 地質構造

無極寺地区は構造的及び岩質的な差異により、北部岩体、中央岩体及び南部岩体の3つのブロックに分けられる。各ブロックを構成する堆積岩類は褶曲・断層運動を受け、花崗岩類の貫入を伴う大きな構造運動を被っている(図21)。

北部岩体は本地区北部に分布するもので、主として角閃石石英モンゾ閃緑岩からなり、構造的には基盤の盛り上がりを示し、その中央部で石灰岩をルーフペンダントとして残している。

中央岩体は石灰岩、苦灰岩などの炭酸塩岩類からなり、北北西-南南東方向の軸をもつ褶曲構造、ドーム構造及び北東-南西方向の断層の発達で特徴づけられる。これらの構造に沿って、幾つかの石英斑岩の岩株が露出している。

南部岩体は石灰岩、苦灰岩などからなり、北西-南東方向の軸をもつ褶曲構造、東北東-南西南方向の断層の発達で特徴づけられる。董保山を北西-南東方向に走る背斜は本岩体の中でも第1級の構造要素で、波長も様々な背斜と向斜によって構成される複背斜状を示し、全体として、その褶曲軸が北西にプランジする。これらの構造沿いに石英斑岩や花崗斑岩の貫入がある。

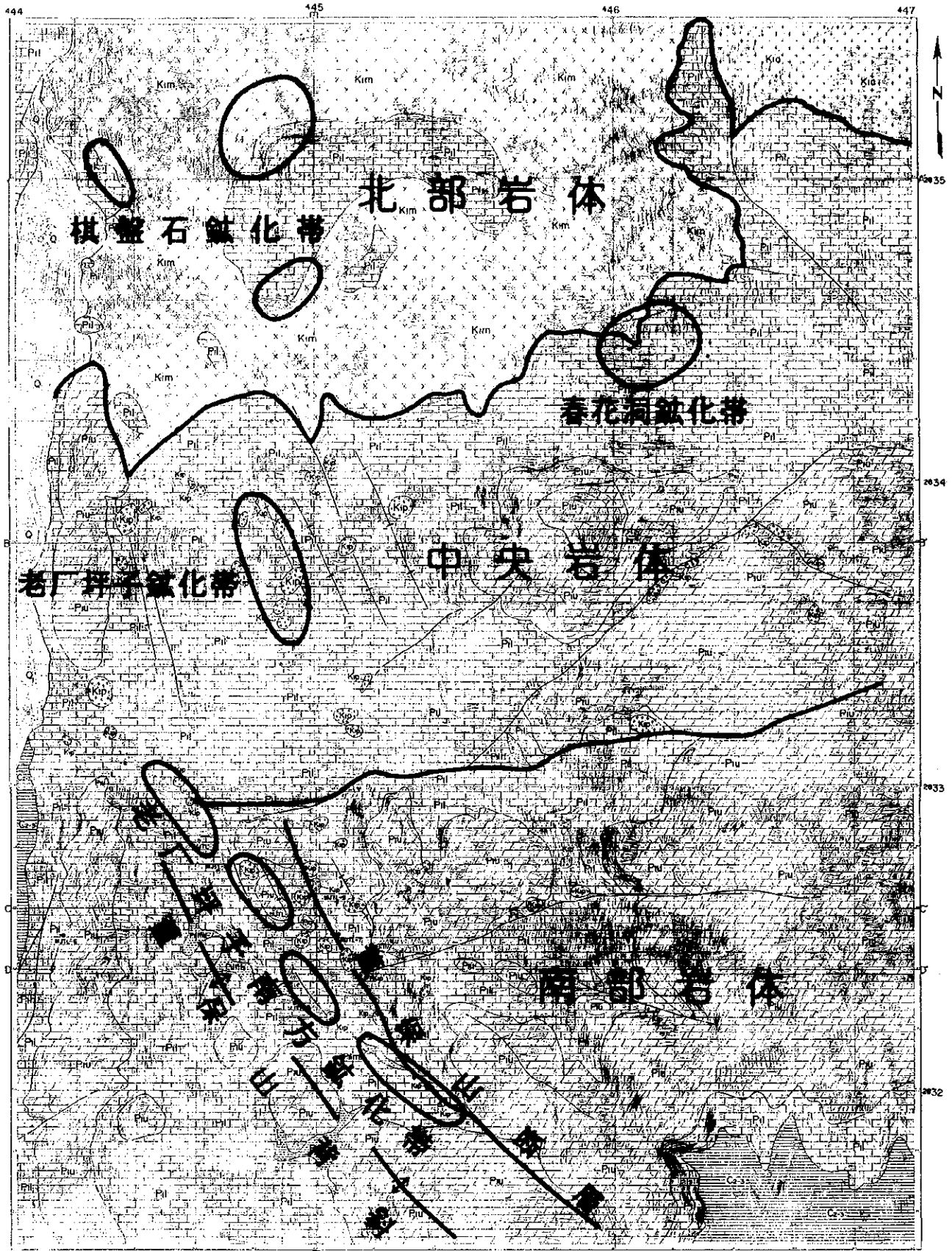
3.1.4 鉱化作用

本地区の鉱化作用は燕山期貫入岩類と密接な関係があり、貫入岩類と下部二疊系の炭酸塩岩類との接触部にスカルン鉱床が発達している。

調査の結果、本地区内で4つの鉱化帯が確認された(図21)。

(1) 棋盤石鉱化帯

本地区北部の対門山西方では、大碓層の炭酸塩岩類に対して、角閃石石英モンゾ閃緑岩が岩株状に貫入しており、ホスト岩体であった炭酸塩岩類がルーフペンダントとして、貫入岩体の上に取り残されている。この炭酸塩岩類の規模は長径0.6～1.0km程度、短径0.1～0.5km程度で2つのルーフペンダントがみられる。炭酸塩岩類と角閃石石英モンゾ閃緑岩との接触部の一部では、スカルンが形成されており、レンズ状～層状に断続的に膨縮を伴いながら賦存するものと推定される。スカルン帯の一部では、既に探鉱坑道が掘削されており、炭酸塩岩類の分布する北側斜面



凡例

- | | | | |
|---|---|---|---|
| <p>第一系</p> <ul style="list-style-type: none"> 厚層砂岩 シュラ紀層-白雲岩層 侵入岩類 東河河床礫層 御山花崗岩類 石英閃石、花崗斑岩 浅層花崗岩類 中粒單斜閃石アグノ岩 無極寺花崗岩類 角閃石英モソコ岩類 | <p>二系系</p> <p>下層二系系</p> <ul style="list-style-type: none"> 大崎上層岩 輝岩類、綠島輝岩類 酸性噴出岩、砂岩、泥岩 石灰質、綠島輝岩類 <p>石灰系</p> <p>上、中層石灰系</p> <ul style="list-style-type: none"> 空層河川 流質砂岩類、石英砂岩、砂岩類 砂質頁岩等砂岩類 | <ul style="list-style-type: none"> 地質境界 界線 構造線 プランジ 向斜軸 | <ul style="list-style-type: none"> 鎮化帯 フーム構造 風口 ホーリング痕跡 鉄鑛地 |
|---|---|---|---|

図21 無極寺地区鎮化帯位置図

上で8つの坑口を、南側斜面上で2つの坑口を確認することができる。一方、棋盤石集落東方に分布する小規模な炭酸塩岩体では、2つの坑口を確認できる。坑口周辺には坑内から出鉱されたと思われる鉱石、ズリ石などがみられ、鉱石スカルの転石では、鉱石鉱物として、閃亜鉛鉱、黄銅鉱及び方鉛鉱がみられ、少量の黄鉄鉱・銅藍を随伴する。脈石鉱物は石英に富み、単斜輝石、緑泥石及び緑簾石からなる。

本鉱化帯の鉱況について、参考として坑口付近で採取した鉱石転石の分析結果を表19に示す。

表19 無極寺地区棋盤石鉱化帯分析結果

試料番号	岩石名	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
97103103	鉱石スカルン	0.03	191.0	0.088	3.87	12.47

(2) 春花洞鉱化帯

春花洞北部において、スカルン帯の露頭が新たに2箇所確認された。スカルン帯は角閃石石英モンゾ閃緑岩と結晶質石灰岩との接触部にみられ、強く風化・変質作用を受け、土壌化し層状に分布する。スカルンは灰白色帯と赤褐色帯が互層をなしており、灰白色帯には微粒黄鉄鉱が含まれ、赤褐色帯は褐鉄鉱を伴う茶褐色土壌からなる。スカルンは走向N60°W・傾斜30°SWを示し、その産状から、少なくとも走向延長500m程度、幅4m程度のスカルン帯が賦存していると推定される。スカルン露頭の周辺には、鉱石スカルの転石がみられ、鉱石鉱物として、黄銅鉱、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、閃亜鉛鉱及び方鉛鉱が観察される。

スカルン帯の母岩である結晶質石灰岩は帯桃色を呈し、方解石を主とし少量の菱苦土石・白雲母・緑泥石・酸化鉄鉱物を伴う。方解石の粒度は2.5~0.04mm程度(平均1.0mm程度)である。

角閃石石英モンゾ閃緑岩は斜長石、カリ長石、石英、角閃石、少量の磁鉄鉱・ジルコンなどからなり、鉱物粒度は平均2.0mm程度である。斜長石は弱いカオリナイト化作用を、角閃石は弱い緑泥石化作用を被っている。

分析結果によると、このスカルン帯(試料番号971031-1~971031-3)の地表露頭の鉱況は、採取幅4.10mで、平均Ag品位1.60g/t、平均Cu品位0.042%、平均Pb品位0.04%、平均Zn品位0.06%及び平均Au品位は検出限界以下(0.005g/t以下)であった。

本鉱化帯から採取された試料の分析結果を表20に示す。

表20 無極寺地区春花洞鉱化帯分析結果

試料番号	岩石名	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
971031-1	スカルン酸化鉱	<0.005	1.5	0.079	0.03	0.02
971031-2	スカルン酸化鉱	<0.005	2.7	0.026	0.04	0.11
971031-3	スカルン酸化鉱	<0.005	0.9	0.016	0.04	0.06
971031-4	石英モンゾ閃緑岩	<0.010	0.9	0.015	0.02	0.08
971031-5	鉱石スカルン	0.035	3.6	0.506	0.01	0.04
971031-9	鉱石スカルン	<0.005	11.4	0.342	0.08	28.85

(3) 老厂坪子鉍化帯

老厂坪子周辺及び老厂坪子南方では、大銅厂層の炭酸塩岩類中に銅厂山花崗岩類の石英斑岩が貫入し、両者の境界の一部で、スカルンが発達している。老厂坪子周辺には、小規模のタヌキ掘り坑道及びトレンチ跡が10箇所程度残っている。

老厂坪子周辺では、鉍石スカルンはほとんどが坑口周辺に転石として分布し、一部で小規模な露頭が確認された。鉍石スカルンは帯黄褐色～暗灰色～暗褐色を呈し、砂質～粘土質で強く酸化作用を受け、鉍物が溶脱され多孔質となり、一部で土壤化している。変質が著しいため鉍石鉍物の鑑定が難しいが、白鉛鉍、異極鉍及び方鉛鉍がみられる。脈石スカルンは淡緑色～クリーム白色を呈し、塊状で方解石を主とし、緑泥石、モンモリロナイト、カオリナイトなどがみられ、散点状に少～中量の褐鉄鉍が分布する。全体的に中～強程度の風化・変質作用を受けている。

老厂坪子南方では、結晶質石灰岩と石英斑岩との接触部で、茶色微粒柘榴石スカルン帯、淡黄緑色微粒柘榴石スカルン帯及び方鉛鉍-磁鉄鉍スカルン帯が幅10cm程度の累帯構造を示している。鉍石スカルンでは、鉍石鉍物として、方鉛鉍及び磁鉄鉍がみられ、鏡下では、脈石鉍物として、ゾイサイト、方解石、透輝石及び灰ばん柘榴石が見られた。

本鉍化帯の鉍況について、参考として、老厂坪子周辺でみられる坑口付近の鉍石転石(試料番号97110108)及び老厂坪子南方の転石(試料番号971017-6・971020-9)による分析結果を表21に示す。特に、老厂坪子周辺の試料でAg, Pb, Znが高いことは特筆すべきことである。

表21 無極寺地区老厂坪子鉍化帯分析結果

試料番号	岩石名	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
97110108	スカルン酸化鉍	<0.005	240	0.166	4.89	12.28
971020-9	鉍石スカルン	<0.005	>350	0.661	34.04	9.90
971017-6	鉍石スカルン	<0.005	2.7	0.186	0.05	0.04

(4) 老厂坪子南方鉍化帯

本地区の南西部では、大銅厂層の炭酸塩岩類中に銅厂山花崗岩類が貫入し、両者の境界に沿う一部の地点で、スカルンが発達している。銅厂山花崗岩類は北西-南東方向の軸をもち、董保山を走る背斜の東翼部に岩株として貫入している。スカルン帯に対しては、探鉍坑道及び数10箇所のトレンチが掘削されており、盛んに探鉍が行われている。

探鉍坑道PD13は第四地質大隊により、S20°E方向に約110m程度掘削された水平坑道で、厚さ2m程度のスカルン帯に着鉍して、約120トン出鉍されたという記録が残っている。坑口周辺には坑内から出鉍されたと思われる転石が多く散在し、鉍石スカルン、脈石スカルン及び結晶質石灰岩が観察される。

鉍石スカルンには、孔雀石-藍銅鉍に富む鉍石スカルン、方鉛鉍-閃亜鉛鉍-菱亜鉛鉍に富む鉍石スカルン、黄鉄鉍-白鉄鉍に富む鉍石スカルン、孔雀石-藍銅鉍に富み少～中量の方鉛鉍・菱亜鉛鉍・白鉄鉍を伴う鉍石スカルンの4つのタイプがみられる。ここでは孔雀石-藍銅鉍に富む鉍

石スカルン(試料番号97102903)が最も多く観察された。脈石スカルンは暗青灰色～暗灰色を呈し、塊状である。鏡下では、主に灰ばん柘榴石(径1.5～0.05mm程度、平均径0.8mm程度)がみられ、少～中量の白雲母・緑泥石・粘土鉱物などを伴う。結晶質石灰岩は白色を呈し、酸化鉄鉱物をスポット状～細脈状に少量伴う。

老厂坪子山と董保山との間にある北西-南東方向に延びる大規模な沢の西側斜面には、第四地質大隊による探鉱坑道が数多く分布している。これらは本鉱化帯に対して行われた探鉱坑道である。それらのなかのPD004付近の沢底には、緑簾石スカルン及び結晶質石灰岩のほかに、鉱石スカルン及び花崗斑岩の転石が点在する。鉱石スカルンは酸化鉱(試料番号97102002・97102005・97110302)に変質しており、褐色～淡黄褐色を呈し、空隙を多く伴い、褐鉄鉱及び粘土を多く含んでおり、崩れやすい。花崗斑岩は帯青灰色を呈し、斑状組織が顕著である。中～弱程度の緑泥石化作用及びカオリナイト化作用がみられる。

さらに董保山寄りの沢の西側斜面では、第四地質大隊によるトレンチ調査の跡が残っている。全長11.3m、幅1.0m、深さ1.0m程度のトレンチが掘られている。トレンチ内では、西側から順に結晶質石灰岩、スカルン、花崗斑岩及び結晶質石灰岩が帯状に観察される。結晶質石灰岩は淡灰色～暗灰色～淡灰色を呈し、塊状で中程度の結晶質をなす。スカルンは幅0.4m程度に帯状に発達している。ほとんど酸化鉱に変質しており、茶褐色～暗褐色を呈し、岩石片及び粘土からなり、ガサガサに崩れやすくなっている。トレンチ付近でみられるスカルンの転石を観察すると、柘榴石スカルンが確認された。これは主に灰ばん柘榴石からなり、緑泥石、方解石などを伴う。鏡下では、灰ばん柘榴石は中～強程度の緑泥石化作用を受けている。スカルン帯はトレンチ内では、走向N60°W・傾斜83°NEを示す。花崗斑岩はトレンチ内では、見かけ上帯状に、幅6.2m程度の規模で貫入しており、淡緑灰色～クリーム白色～淡青灰色を呈し、全体的に強～中程度に粘土化変質作用を受けている。スカルンとの境界から0.7～1.0m程度は破碎状態が激しく、粘土化作用も強く受けている。黄鉄鉱、磁硫鉄鉱、褐鉄鉱などが少量鉱染しているのが認められる。

本鉱化帯では、スカルン帯の産状を規制する銅厂山花崗岩類が小規模ながらも、北西-南東方向に配列しているため、スカルン帯も北西-南東方向に断続的に形成されている。また、分析結果から判断して、Cu・Pb・Zn鉱化作用はスカルン帯内で極めて局所的に限られているものと推定される。

本鉱化帯から採取された試料の分析結果を表22に示す。

表22 無極寺地区老厂坪子南方鉱化帯分析

試料番号	岩石名	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
97102903	鉱石スカルン(PD13)	<0.005	39.3	31.82	3.10	1.28
97102002	スカルン酸化鉱	<0.005	6.0	0.069	1.39	0.12
97102005	スカルン酸化鉱	<0.005	0.9	0.008	0.03	0.03
97110302	スカルン酸化鉱	<0.005	1.5	0.022	0.03	0.04
97110303	花崗斑岩	<0.005	0.3	0.026	0.02	0.06

3.2 物理探査

3.2.1 調査方法

(1) IP法

無極寺地区にはスカルン型の鉛・亜鉛鉱床があり、これらには方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱などの硫化鉱物が多く含まれる。本調査では、硫化鉱物によって生じる分極現象を使用して、鉱床の分布・形状を把握することを目的として、2km×4kmの範囲で電気探査IP法を実施した。

測線の位置を図22に示す。測線は光波測距儀を用いて設定し、測定点の座標は中国側が設定した既存の座標系を基準として求めた。当初は東西方向、長さ2,000mの測線を250m間隔で10測線計画していたが、現地調査開始後、測線西端付近に比抵抗と充電率の異常が検出され、鉱体賦存の可能性が考えられたため測線を西にずらし、調査範囲北方の鉱体を捕捉するために追加した測線と合わせて17測線として調査を実施した。測線毎の調査量を表23に示す。

表23 IP法調査量一覧表

測線	南→北位置	西端	東端	測線長	電極数	測定数
A	0	500	2,000	1,500	31	130
B	-200	500	2,000	1,500	31	130
C	-500	0	2,000	2,000	41	180
D	-700	500	2,000	1,500	31	130
E	-900	0	2,000	2,000	41	180
Q	-1,050	200	1,700	1,500	31	130
F	-1,200	0	2,000	2,000	41	180
G	-1,500	800	2,000	1,200	25	100
H	-1,750	800	2,000	1,200	25	100
I	-2,000	300	1,800	1,500	31	130
J	-2,250	200	1,800	1,600	33	140
K	-2,500	300	2,000	1,700	35	150
L	-2,750	300	1,800	1,500	31	130
M	-3,000	300	1,900	1,600	33	140
N	-3,250	300	1,900	1,600	33	140
O	-3,500	300	1,900	1,600	33	140
P	-3,750	400	2,000	1,600	33	140
計				27,100	559	2,370

電気探査はダイポール・ダイポール配置($a=50\text{m}$, $n=1\sim 5$)で行った。送信電流にはDuty Cycle 50%の交替直流を用い、通電時に受信ダイポールで測定した1次電位(V_p)から見掛比抵抗を求めた。IP法は電流切断時の2次電位(V_s)減衰曲線から求まる充電率で表す時間領域法で実施し、電流切断後690~1,050msecの V_s 平均値を V_p で規格化して見掛充電率(単位:mV/V)とした。表24に使用機器一覧を示す。

測定された見掛比抵抗と見掛充電率を使って、2.5次元有限要素法と非線形最小自乗法を組み合わせた2次元インバージョンによる比抵抗と充電率の断面定量解析を測線毎に行った。

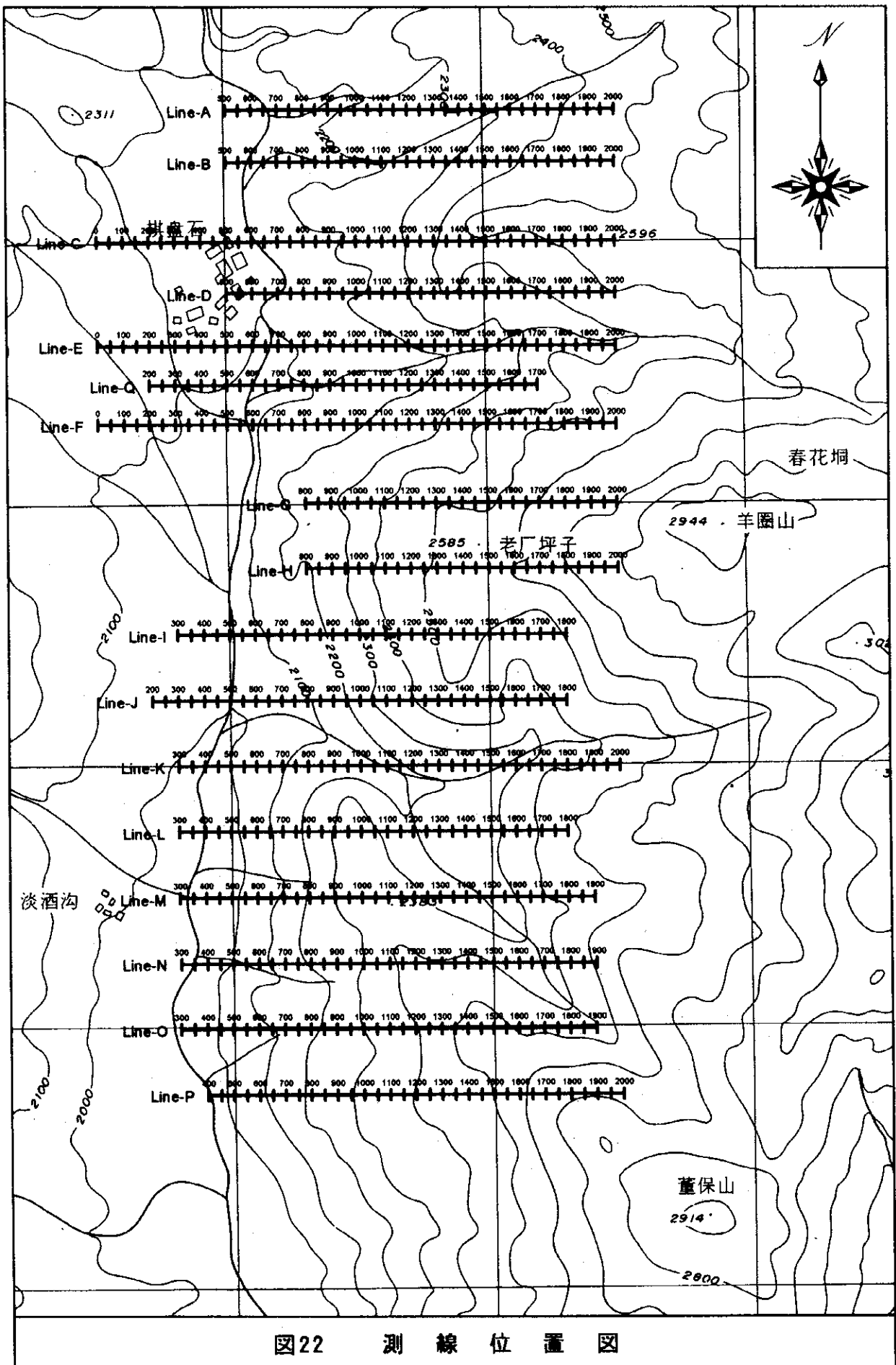


图22 测线位置图

表24 使用機器一覧

項目	名称	製作	型式	仕様
受信器	時間領域 IP受信器	Scintrex (Canada)	IPR-12	入力チャンネル数：8 入力インピーダンス：16M Ω 入力範囲：50 μ V～14V 精度：1次電位 10 μ V, 1% コモン・モード・リジェクション：100dB以上 フィルタ：R F, アンチ・エイリアス, ローパス
送信機	電気探査 送信機	Phoenix (Canada)	IPT-3	最大出力：3kw 出力電圧：200～800V 出力電流：20mA～10A 周波数範囲：直流～16kHz

(2) 室内試験

IP法調査と並行して、代表的な岩石・鉱石のサンプルを採取し、整形後、室内で比抵抗と充電率の測定を行った。ボーリングコア以外の試料は一辺50mmの立方体に整形した。採取した試料を水道水に48時間以上浸漬させた後、現地調査と同じ測定器及び設定で比抵抗と充電率を測定した。試料は地表の岩石18試料と鉱石3試料、MJTL-1号孔から4試料、MJTL-2号孔から3試料、MJTL-3号孔から3試料の計31試料である。

3.2.2 調査結果

(1) IP法

深度125mにおける解析比抵抗平面図を図23に、解析充電率平面図を図24に示す。比抵抗平面図では低比抵抗を暖色系、高比抵抗を寒色系に、充電率平面図では高充電率を暖色系、低充電率を寒色系として示した。本調査地区の比抵抗は変化に富み、約50～5,000 $\Omega \cdot m$ の範囲にある。大局的に見ると調査地区西部で比抵抗が低く、東部で高い傾向を示す。この傾向はどの深度にも見られる。西部の300 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗異常は北から南に流れる龍川江支流の左岸(東岸)に位置する。また、本調査地区南部のJ測線からM測線にかけて、測線東部を北北東～南南西に連続する300 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗異常がある。充電率は最大約70mV/Vの値を示す。10mV/V以上の高充電率部はI測線以南の調査地区南西部と、K測線からN測線の東部にあり、ともに上述した低比抵抗異常の範囲に含まれる。

図25にM測線の解析比抵抗及び解析充電率断面図を示す。平面図と同様に低比抵抗及び高充電率を暖色系、高比抵抗及び低充電率を寒色系として示した。測線西部の測点500付近と測点700付近の間には、ダイク状に300 $\Omega \cdot m$ 以下の低比抵抗異常がある。この付近の充電率構造は浅部が低充電率、深部が高充電率という2層構造を示しており、比抵抗構造とは形状が一致しない。測線東部の低比抵抗部は、西側が測点1500付近の不連続線によって切られるが東側にはほぼ水平に連続するよう見られる。高充電率部の形状もこれと調和的である。

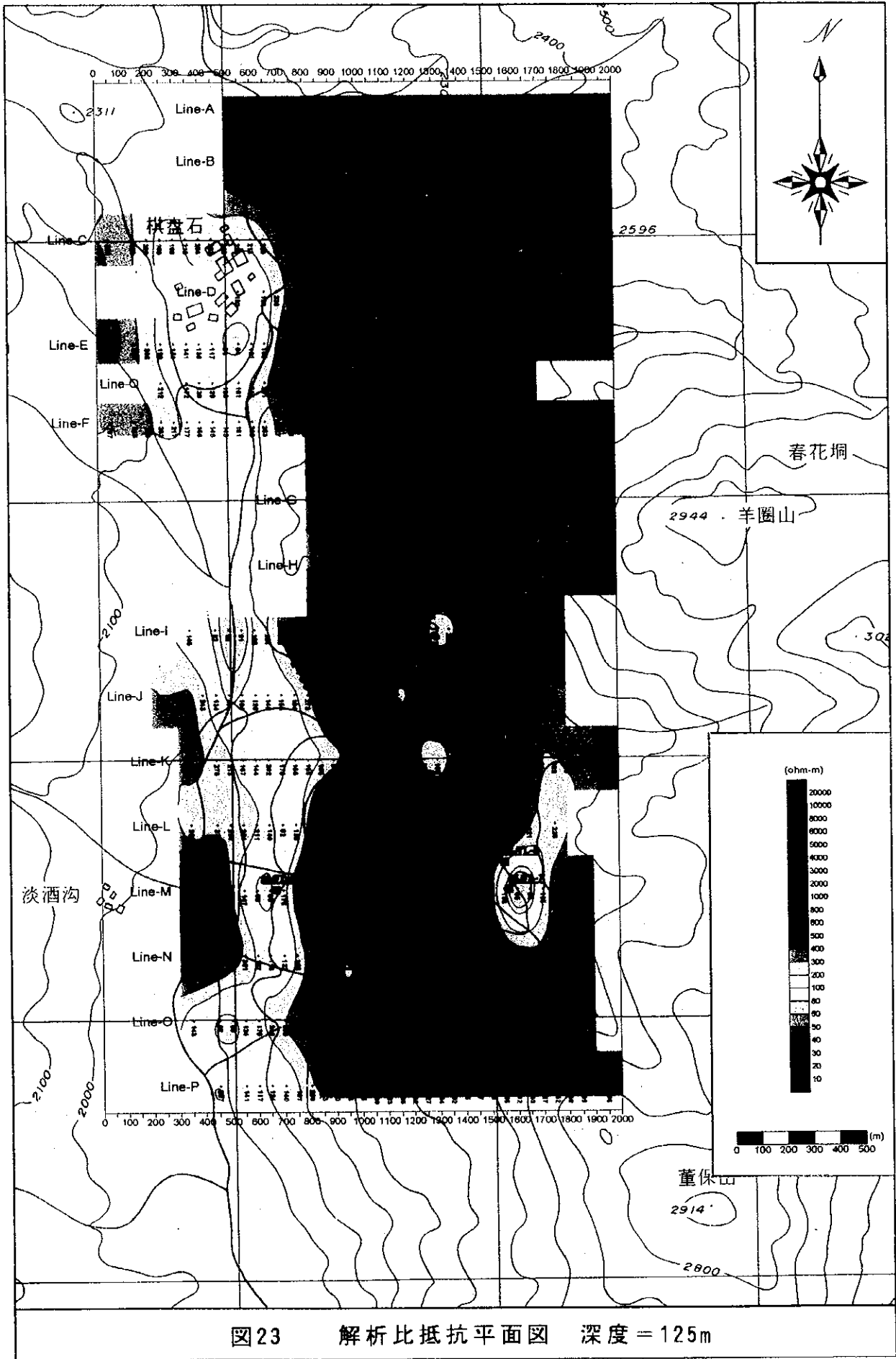


图23 解析比抵抗平面图 深度 = 125m

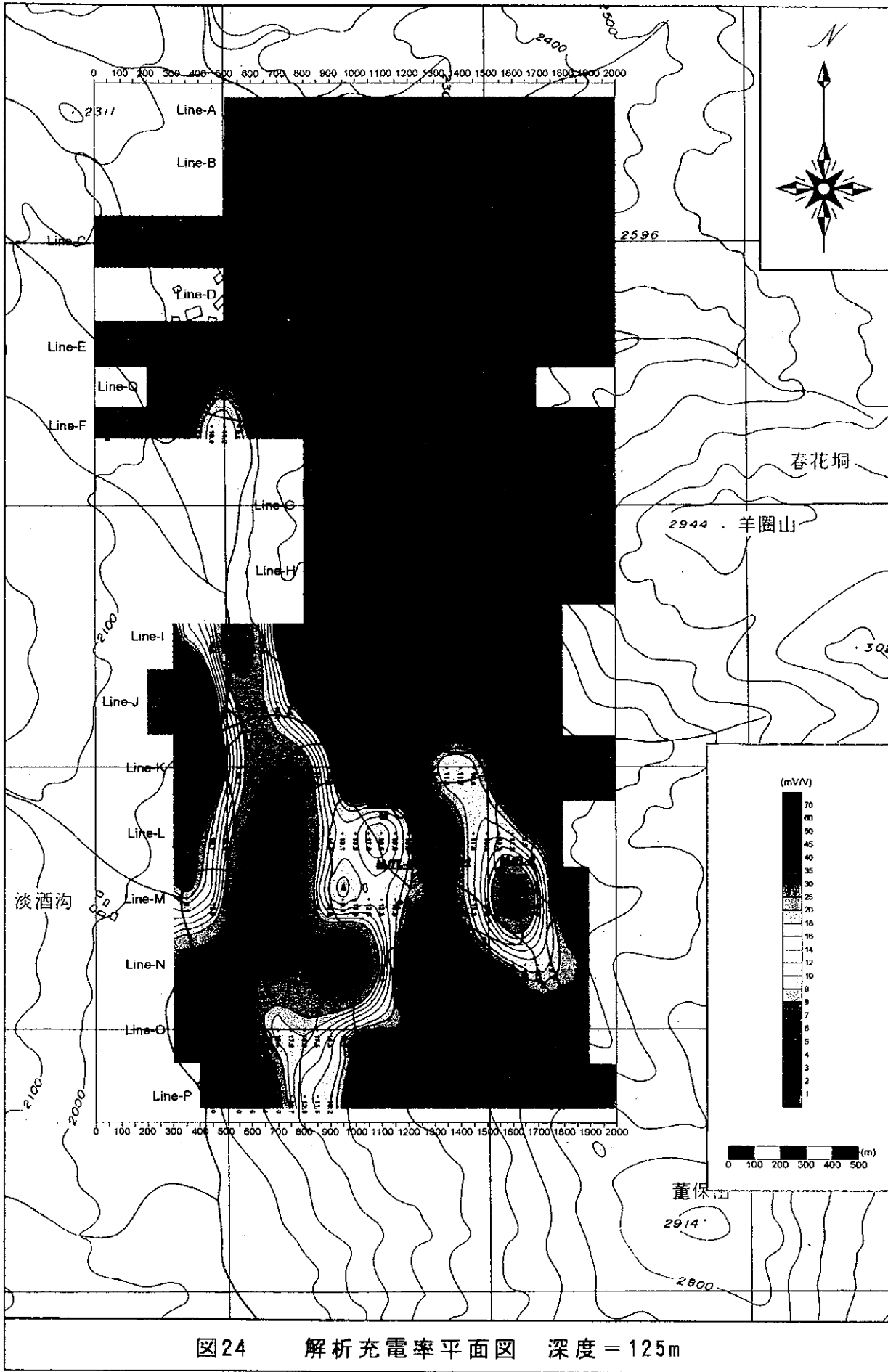


图24 解析充电率平面图 深度 = 125m

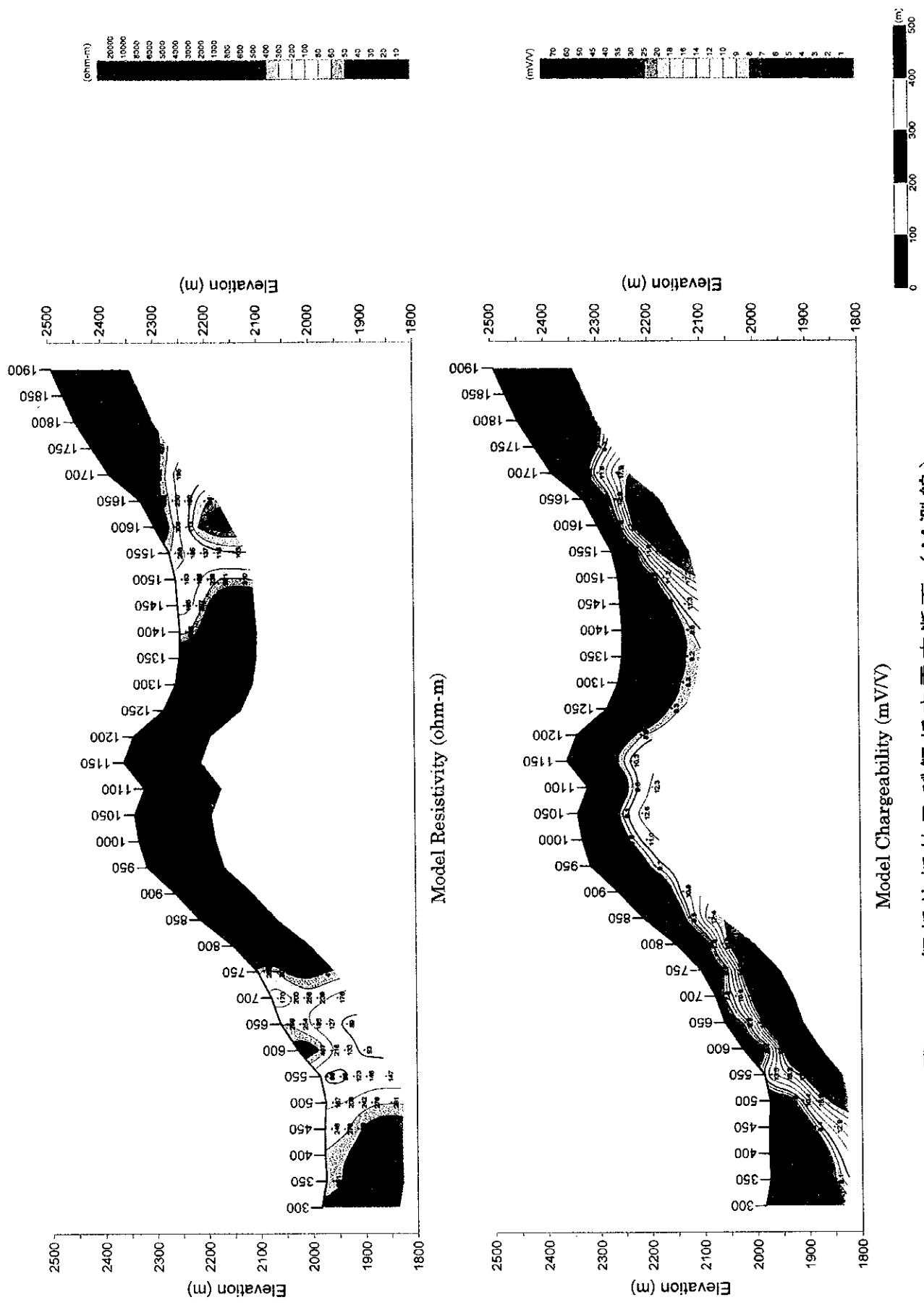


図25 解析比抵抗及び解析充電率断面 (M測線)

本調査地区の比抵抗と充電率の関係を以下の3種に大別した。

- ・高比抵抗-低充電率：本調査地区中央部から東部に広く分布し、バックグラウンドの構造と考えられる。
- ・低比抵抗-低充電率：本調査地区西部の低比抵抗異常のうち、充電率が低いH測線以北がこれに相当する。
- ・低比抵抗-高充電率：本調査地区西部の低比抵抗異常のうちI測線以南及びK測線からM測線の東部がこれに相当する。

(2) 室内試験結果

比抵抗及び充電率の室内試験結果を図26に示す。黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱を主とする鉱石、スカルン、石墨質粘板岩が $100\Omega\cdot m$ 以下の低比抵抗で、それ以外の岩石は全て $200\sim 30,000\Omega\cdot m$ 程度の高比抵抗であった。充電率は鉱石、石墨質粘板岩が $60mV/V$ 以上の高充電率で、スカルン及びその他の岩石は低充電率であった。

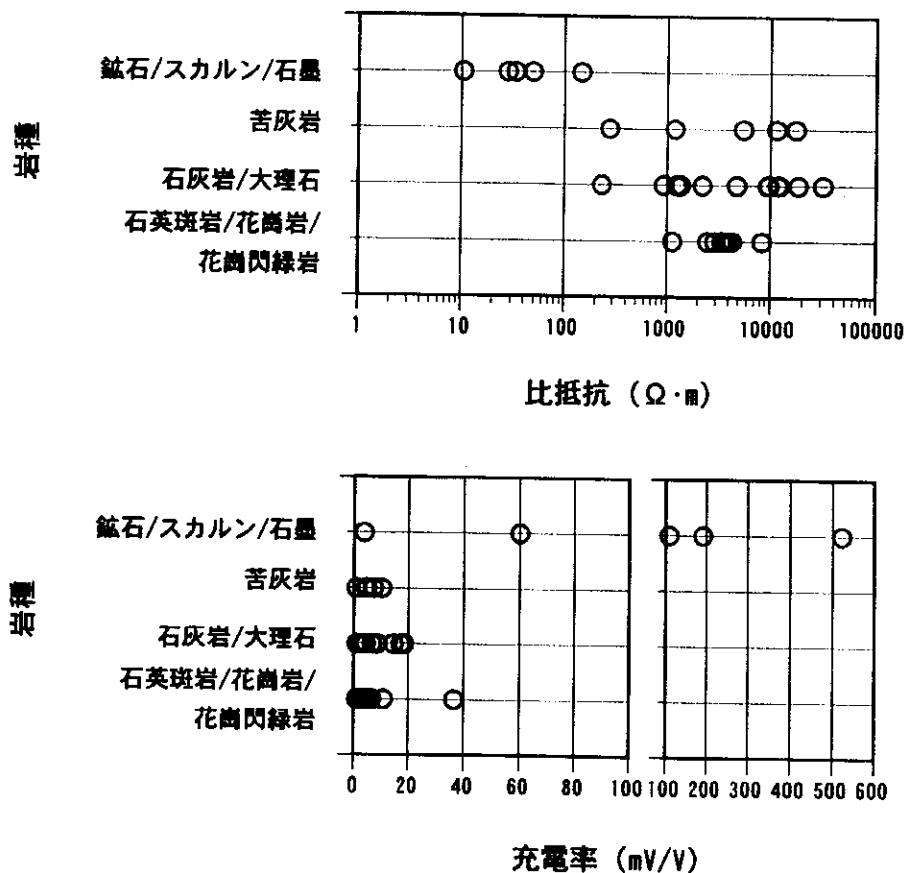
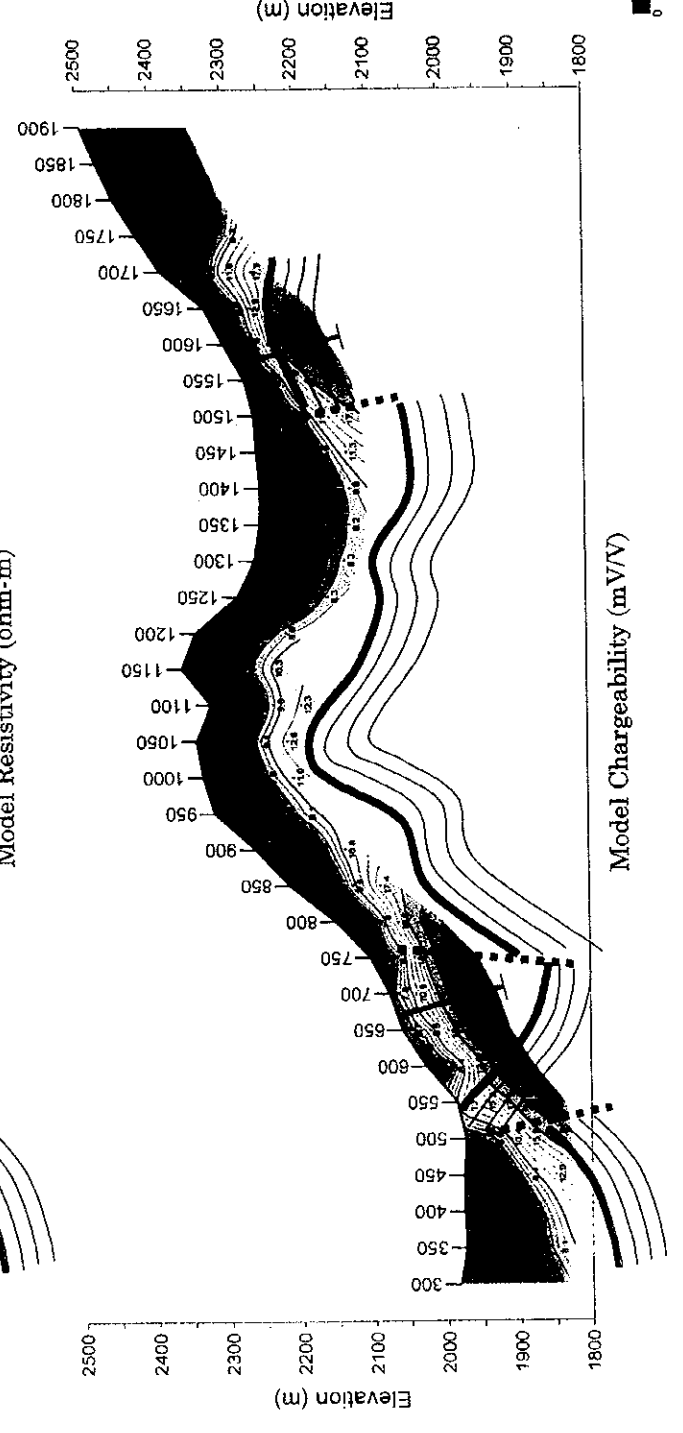
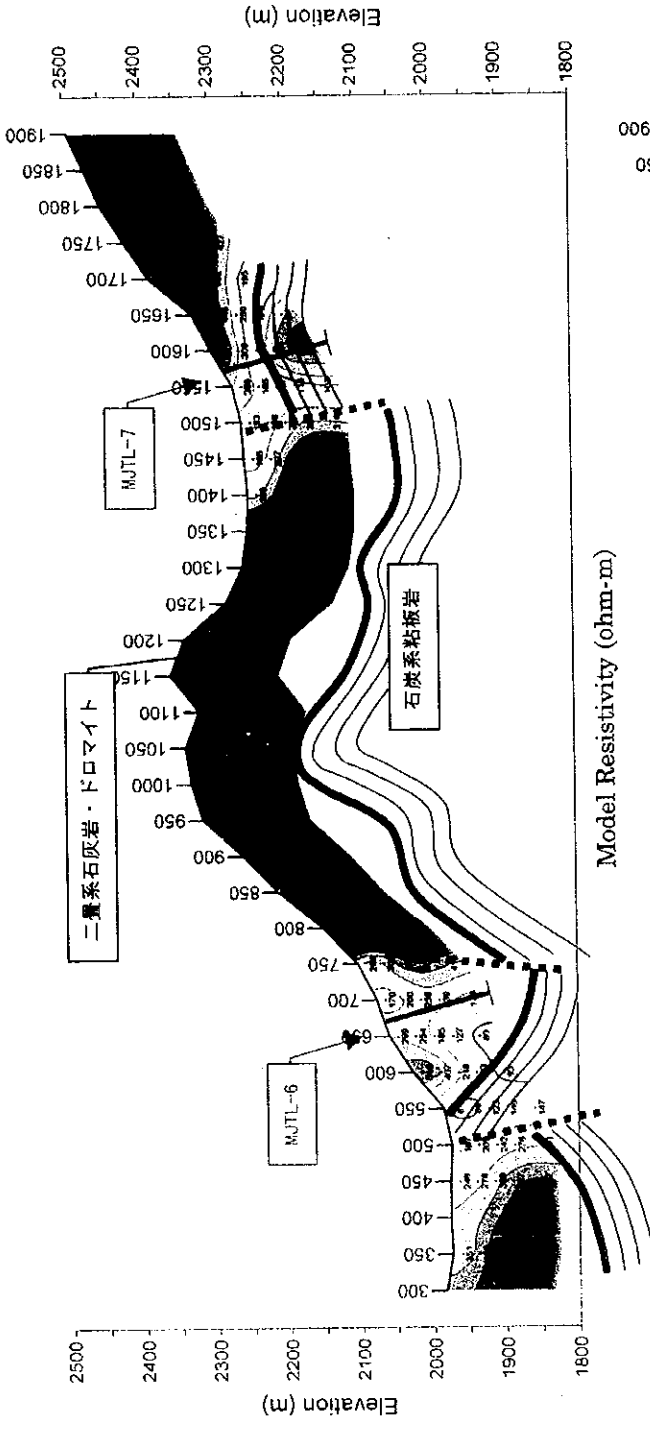


図26 比抵抗・充電率室内試験結果



3.2.3 考 察

本調査の対象となるスカルン鉱床の場合、比抵抗を低下させる粘土鉱物を含む変質帯は伴わないことから、比抵抗法による有望地域の抽出は難しいと考えられる。また、鉱化をもたらす貫入岩類と母岩となる石灰岩、苦灰岩との間には比抵抗、密度などの物性値の差が期待できず、貫入岩体を捉える磁力探査でも岩体の規模が小さく深度が深い場合には検出が難しい。

したがって、本調査では硫化鉱物に反応するIP法を使って鉱化帯を直接捉えることを狙ったが、本地区に分布する粘板岩が硫化鉱物と同程度に高い充電率を示し、硫化鉱物だけを抽出することが困難であることが判明した。

一方、第2年次の地表地質調査、ボーリング調査により本調査地区に分布する石炭紀の粘板岩と二畳紀の炭酸塩岩類の境界部にスカルン鉱床が胚胎される可能性が高いと考えられた。そこで、低比抵抗-高充電率異常が粘板岩の分布を反映したものと考え、その上部を探査ターゲットとして第3年次にボーリング調査を行った。

図27に物理探査とボーリング調査の結果に関する総合考察断面図(M測線)を示す。

MJTL-6号孔は測線西部の岩脈状低比抵抗異常の深部にある高充電率異常を狙って実施した。岩相はすべて結晶質石灰岩及び泥灰岩であり、方解石や水酸化鉄の細脈が多数見られる程度で優勢な鉱化は認められなかった。測点500付近では石炭紀の粘板岩が露出していることから、粘板岩の上面はそれほど深くないと予想されたにもかかわらず、孔内では粘板岩は認められなかった。粘板岩の露出が見られる測点500付近と地形の急変部である測点750付近で比抵抗が水平方向に急変することから断層の存在が推定される。低比抵抗と高充電率はこれらの断層に関連する破壊部、ボーリングによって確認された細脈、細脈に含まれる地下水、深部の泥灰岩などが複合して生じたものと推定される。このような場所では、物理探査及び地表地質調査だけでこれらの要因まで判別することは困難であると考えられる。

測線東部の地表下約50mにある低比抵抗-高充電率部を狙ってMJTL-7号孔を実施した。IP法の結果から予想したとおり深度41.64mで石炭紀の粘板岩に到達したが、二畳紀の石灰岩との境界部には優勢な鉱化作用は認められなかった。

3.3 ボーリング調査

3.3.1 調査概要

無極寺地区において、MJTL-1、MJTL-2、MJTL-3、MJTL-6、MJTL-7、MJTL-8及びMJTL-9の計7孔のボーリングを実施した。

3孔(MJTL-1・2・3)のボーリングは第1年次調査によって、中国側既存資料に基づき抽出された老厂坪子鉱床の主要鉱体の下部探査を目的とし、普通工法で清水掘進を行った。掘進作業は3孔井ともに全量逸水での掘進となったため、孔内に崩壊や崩落が頻繁に起こり、ロッド揚降時に孔浚いを行いながらの掘進となった。ジャーミング事故も何度か起こり、事故回復のための資材の

調達に時間を費やした。また、試錐機、圧力ポンプ、揚水ポンプ、エンジンなどの故障が多く、修理に時間を費やした。

掘進作業は中国地質鉱産部雲南省八〇二地質工程勘察施工会社に委託して行われた。試錐機3台を投入し、1日3方24時間稼働体制で掘進作業が行われた。各方の人員構成は試錐技師1名、試錐助手4名の計5名である。このほか、揚水ポンプサイトに常時1名が配置された。

4孔のボーリング(MJTL-6・7・8・9)は第2年次の地質精査・物理探査結果に基づいて抽出された鉱化を示唆すると推定されるIP異常を対象とし、新鉱床の発見又は大規模鉱床に発展する直接的兆候の発見を目的とし、ワイヤーライン工法で泥剤(CMC)を使用して掘進した。ワイヤーラインツールはインナーが揚がらない、コアリフターが一度の使用で破損するなどトラブルが多く、そのためロッド揚降が多くなり、掘進時間よりも付帯作業時間が多くなった孔井もあったが、全体として、掘進は順調に行われた。

掘進作業は中国国土資源部雲南省地質鉱産勘査開発局八〇九隊に委託して行われた。試錐機2台を投入し、1日3方24時間稼働体制で掘進作業が行われた。各方の人員構成は試錐技師1名、試錐助手2名の計3名である。

各孔井の掘進実績を表25に、ボーリング位置を図28に示す。

表25 掘進実績表(無極寺地区)

孔名	方向(°)	傾斜(°)	掘進長(m)	岩芯採取率(%)	掘進期間	
					開始	終了
MJTL-1	55	75	181.67	83.0	1997年11月6日	1997年12月20日
MJTL-2	55	85	260.14	84.9	1997年11月7日	1997年12月10日
MJTL-3	55	85	300.18	81.7	1997年11月15日	1997年12月24日
MJTL-6	90	75	150.06	89.0	1998年11月4日	1998年11月23日
MJTL-7	90	75	150.06	84.0	1998年10月26日	1998年11月9日
MJTL-8	90	75	150.34	98.4	1998年11月28日	1998年12月1日
MJTL-9	90	75	150.15	98.6	1998年11月17日	1998年11月23日

3.3.2 調査結果

中国側既存資料から抽出された老厂坪子鉱床の主要鉱体の下部延長及び走向延長の探査を目的として、MJTL-1、MJTL-2及びMJTL-3の計3孔のボーリング調査が第2年次に行われた。探査ターゲットとした主要鉱体は、既存資料によれば、走向延長3,100m、平均幅2.52mで、平均品位Cu 1.76%、Pb13.27%、Zn14.19%である。

ボーリング調査の結果では、MJTL-1号孔及びMJTL-2号孔でスカルンを捕捉し、MJTL-2号孔では、スカルン中に鉛・亜鉛鉱化作用が認められた。MJTL-3号孔では、少量のスカルン鉱物を含む炭酸塩岩類が認められたが、鉱化作用は認められなかった。

また、新鉱化帯探査を目的として、MJTL-6、MJTL-7、MJTL-8及びMJTL-9の計4孔のボーリング

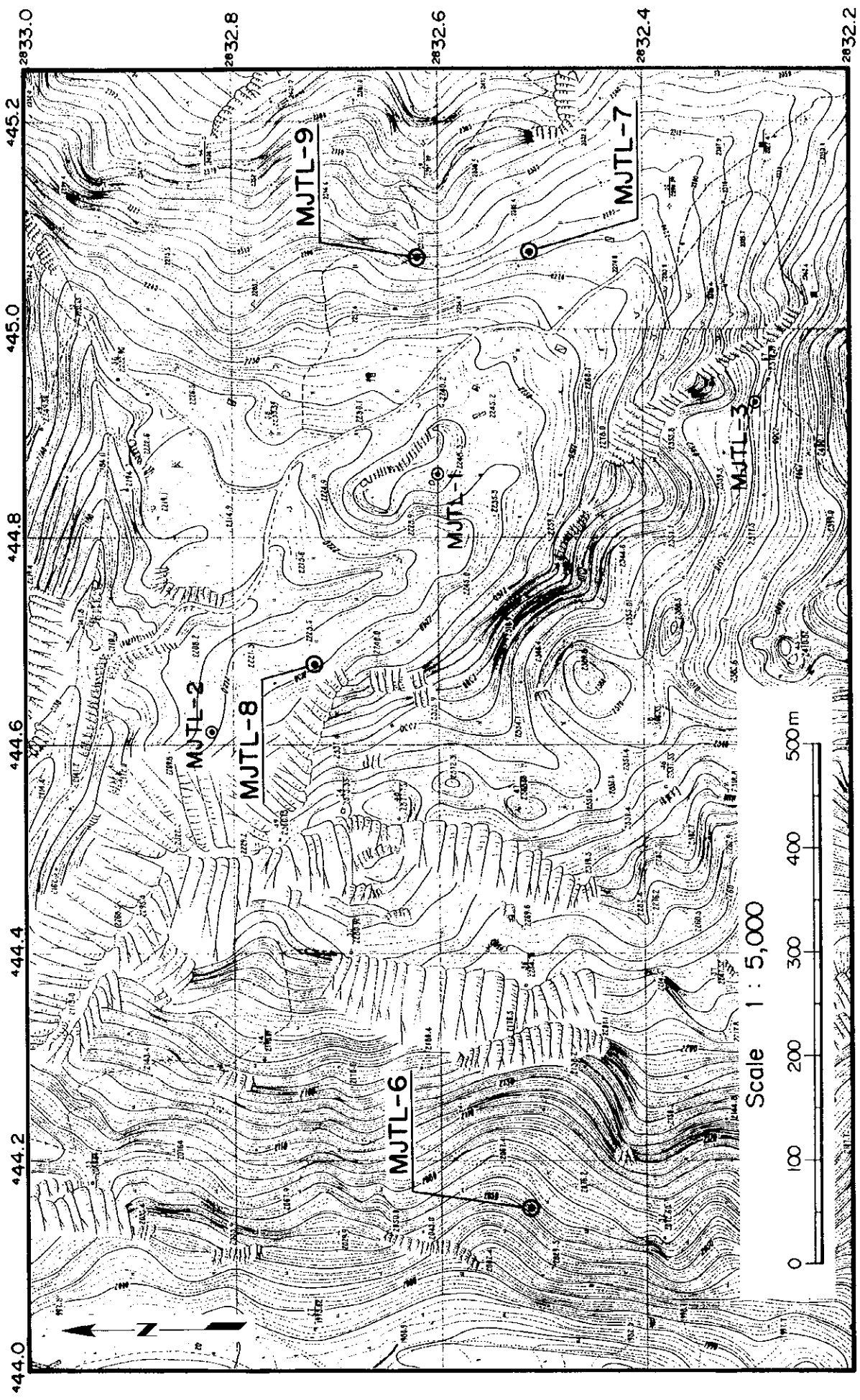


図28 ボーリング位置図(無極寺地区)

調査が第3年次に行われた。探査ターゲットは鉱化を示唆する可能性の高いIP異常である。ボーリング調査の結果では、MJTL-9号孔でスカルン中に微弱な鉛・亜鉛鉱化作用が認められたが、MJTL-6号孔、MJTL-7号孔及びMJTL-8号孔では、スカルン及び鉱化作用は認められなかった。

各孔井のボーリング柱状図を付図6～8及び付図11～14に、ボーリング地質断面図を図29～35に示す。

(1) MJTL-1号孔

(a) 掘進作業

掘進開始日 1997年11月6日

掘進完了日 1997年12月20日

掘削深度 181.67m

表土を無水掘り後、孔底まで清水掘りを行った。掘進作業は孔底まで全量逸水での掘進となり、103.86～107.86m間の断層角礫化帯の掘進時には、崩壊が起こり、二度のジャーミング事故を起こした。事故の回復には、一度目は爆薬を使用するバックオフを行い、二度目はモンケンを使用した。

送水量は100ℓ/分、コア採取率は83.0%であった。

(b) 地質

本孔の地質は石灰岩、苦灰岩及びスカルンからなり、断層破碎帯や角礫化帯が深度27.51～30.46m及び103.86～107.86mに発達している。

石灰岩は深度30.46～94.86m及び深度107.86～132.00mに認められる。灰白色～灰黒色の粗晶質石灰岩で、主要構成鉱物は方解石である。鏡下では、ほとんど方解石からなり、少量の珪灰

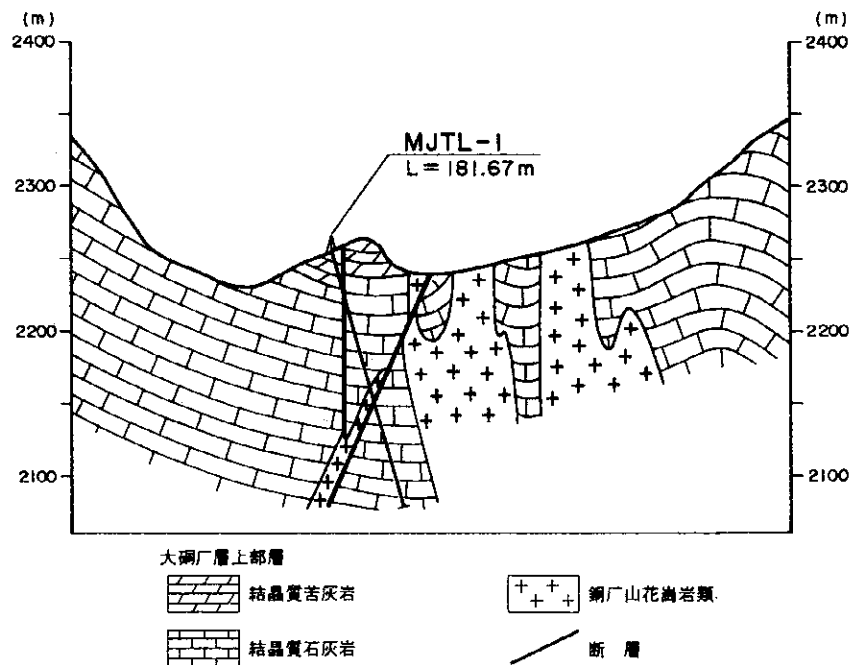


図29 ボーリング地質断面図 (MJTL-1号孔)

石・炭質物・不透明鉱物・石英を含む。方解石は自形～半自形で径0.6mm程度である。深度79.57～94.86m及び深度107.86～122.53mでは苦灰質となる。苦灰質石灰岩は灰白色～灰色～灰黒色を呈し、炭質物を多く含み黒色を呈する部分もある。全体に黄鉄鉱染及び方解石網状脈が発達する。深度79.57～94.86m及び深度107.86～122.53mは中～粗粒である。鏡下では、方解石及び苦灰石からなり、このほかに、珪灰石・炭質物・不透明鉱物が少量含まれる。方解石及び苦灰石は径0.4～0.8mm程度の自形～半自形の結晶で、ほとんど完全に再結晶作用が進行している。

苦灰岩は深度132.00～181.67mに認められる。灰白色～黄白色の細粒結晶質苦灰岩で、全体に節理が発達し、節理面には褐鉄鉱がみられる。しばしば径2mm程度の苦灰石斑状変晶が見られる。鏡下では、ほとんど苦灰石からなり、少量の透角閃石・炭質物・不透明鉱物・炭酸塩鉱物を含む。苦灰石は自形～半自形で、径0.02～0.2mm程度で、多くは径0.1mm程度である。深度3.40～27.51mには細粒で石灰質な苦灰岩が認められる。

スカルンは深度94.86～103.86mに認められる。灰黒色～黒緑色の緻密質スカルンで、磁硫鉄鉱及び黄鉄鉱の鉱染がみられるが、銅・鉛・亜鉛鉱化作用は認められない。鏡下では、主要構成鉱物として、クリノゾイサイトが見られ、クリノゾイサイト間の空隙を埋め、間隙充填状に方解石が産する。副成分及び変質鉱物として、緑泥石・方解石・石英・斜長石・不透明鉱物が見られる。変質作用を被り、斜長石のほとんどはクリノゾイサイトに変質している。

(2) MJTL-2号孔

(a) 掘進作業

掘進開始日 1997年11月7日

掘進完了日 1997年12月10日

掘削深度 260.14m

表土を無水掘り後、孔底まで清水掘りを行った。孔底まで全量逸水での掘進となったため、孔内で崩壊が多く、孔浚い中にジャミング事故が発生したが、モンケンを使用し回復した。

送水量は100ℓ/分、コア採取率は84.9%であった。

(b) 地質

本孔の地質は石灰岩、苦灰岩及びスカルンからなり、断層破碎帯が深度64.92～66.26mに発達している。

石灰岩は深度80.53～246.70m及び深度248.65～260.14mに認められる。塊状の灰黒色微晶質石灰岩で、化石及び炭質物を含む。全体に黄鉄鉱染がみられ、方解石網状脈が発達している。鏡下では、方解石、炭質物及び不透明鉱物からなり、このほかに、石英及び方解石が少量含まれる。深度4.50～42.66mでは苦灰質となる。苦灰質石灰岩は淡桃色を呈する細粒な岩石で、褐鉄鉱が散点状に認められる。鏡下では、方解石及び苦灰石からなり、少量の珪灰石・不透明鉱物を含む。方解石及び苦灰石は自形～半自形で、径0.01～0.05mm程度である。

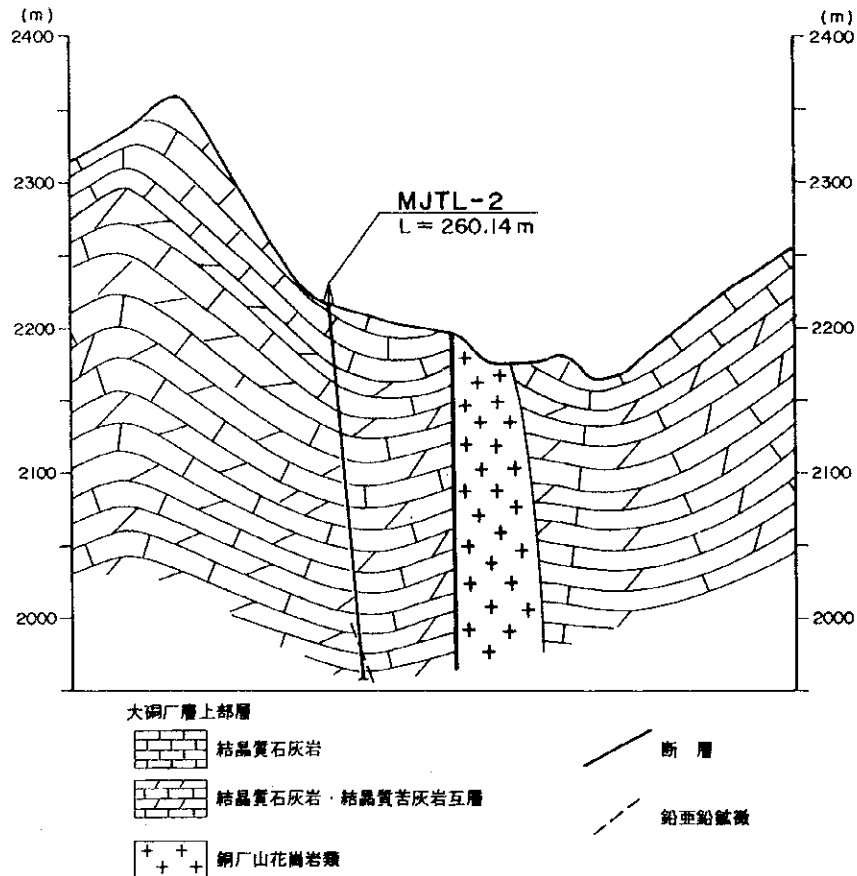


図30 ボーリング地質断面図 (MJTL-2号孔)

苦灰岩は深度42.66~80.53mに認められる。淡紅色~灰色の細粒苦灰岩で、方解石網状脈を伴う。鏡下では、ほとんど苦灰石からなり、少量の不透明鉱物を含む。苦灰石は自形~半自形で、径0.06~0.15mm程度である。

スカルンは深度246.70~248.65mに認められる。塊状の暗緑色~暗黒色スカルンで、方鉛鉱及び閃亜鉛鉱の鉱染が深度247.00~248.40m間に認められる。鏡下では、斑状組織を示し、斑晶は柘榴石及び不透明鉱物である。基質は緑泥石、白雲母からなり、副成分鉱物として、少量のスフェン・燐灰石を含む。柘榴石は自形~半自形で粒状で径0.1~3.0mmである。不透明鉱物は径4.0~8.0mm程度である。緑泥石は鱗片状~放射状で径0.05mm以下、白雲母は径0.15mm程度で、両者は定方向配列を示さない。

(3) MJTL-3号孔

(a) 掘進作業

掘進開始日 1997年11月15日

掘進完了日 1997年12月24日

掘削深度 300.18m

表土を無水掘り後、孔底まで全量逸水での清水掘りを行った。ロッドネジ部切断によるロッド

落下事故が起こったが、タップを使用し回復した。

送水量は100ℓ/分、コア採取率は81.7%であった。

(b) 地 質

本孔の地質は主として苦灰岩及び石灰岩からなる。

苦灰岩は深度192.02～196.22m、深度198.22～260.55m、深度275.25～300.18mに認められる。灰白色～黄白色苦灰岩で方解石脈が発達する。鏡下では、ほとんど苦灰石からなり、少量の方解石・石英・不透明鉱物を含む。苦灰石は半自形で、径0.04mm程度である。石英は他形、粒状～不規則状で、節理を充填している。

深度58.14～168.48m間は苦灰岩と石灰質苦灰岩との互層となる。深度77.11～88.73m、深度93.25～98.72m、深度108.80～126.68m及び深度133.24～139.00mの石灰質苦灰岩は、灰白色～淡黄色を呈し、塊状である。鏡下では、苦灰石及び方解石がみられ、少量の珪灰石・不透明鉱物を含む。苦灰石は半自形で、径0.05mm程度である。方解石は半自形で、径0.01～0.8mmである。珪灰石は放射状で、径1.0mm程度である。

石灰岩は深度168.48～192.02m、深度196.22～198.22m及び深度260.55～275.25mに認められる。灰白色～黄灰色を呈する細～中晶質な岩石で、褐鉄鉱が線状に認められる。鏡下では、ほとんど方解石からなり、少量の不透明鉱物・炭質物・蛇紋石を含む。方解石は半自形～他形で、径0.05～0.80mm程度である。深度11.63～28.80m及び深度32.07～58.14mには、灰色～灰白色を呈し、塊状で碎屑物を含む苦灰質石灰岩が認められる。

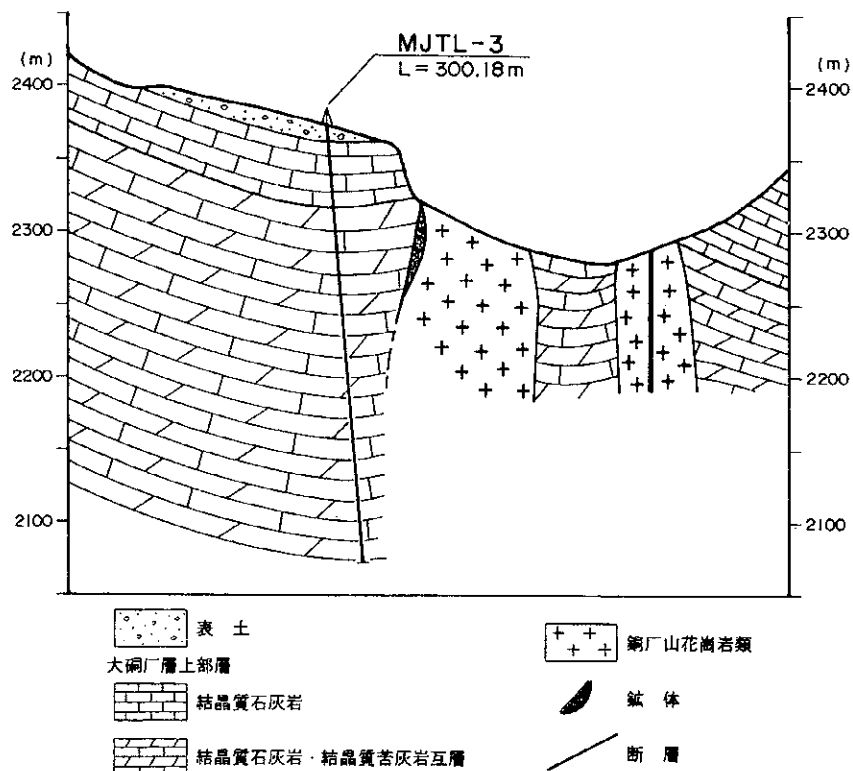


図31 ボーリング地質断面図 (MJTL-3号孔)

(4) MJTL-6号孔

(a) 掘進作業

掘進開始日 1998年11月4日

掘進完了日 1998年11月23日

掘削深度 150.06m

75φWL工法で掘進作業を行った。掘進途中で全量逸水があり、鋸屑や昆布を使用して逸水防止作業を行ったが、一時止まっても先々で逸水があり、その上、崩壊が多く、泥剤の効果が認められなかった。また、ロット切断事故が数回起こり、144.47mで56φに切り替え掘進を行った。ロット切断事故の原因は、ロットの材質及びネジ切りの仕上げの悪さにあるものと思われる。WLのトラブル、ロット切断事故、逸水防止などの付帯作業が多く、日数を費やした。

送水量は50~80ℓ/分、コア採取率は89.0%であった。

(b) 地質

本孔の地質は石灰岩及び泥灰岩からなる。

石灰岩は深度13.51~135.50mに認められる。塊状の黒色微晶質石灰岩で、方解石網状脈を伴い、部分的に黄鉄鉱染がみられる。全体に節理が発達し、節理面には褐鉄鉱がみられる。本岩は化石を豊富に含む。鏡下では、ほとんど方解石からなり、泥質物を伴い少量の石英を含む。方解石は径0.0035~0.045mm程度その他形粒状結晶で、定向配列を示し再結晶作用が進行している。

深度135.50~150.06mは塊状の黒色泥灰岩で、化石及び炭質物を含み、方解石網状脈が発達する。鏡下では、泥質物(30-35%)、方解石(25-30%)、石英(10-15%)及び炭質物(10-15%)からなり、このほかに、スカルン化を受け生成した角閃石が少量含まれる。方解石は他形で径0.12~1.5mm程度、石英は他形で径0.04mm以下、角閃石は他形粒状~長柱状で径0.05mm程度である。

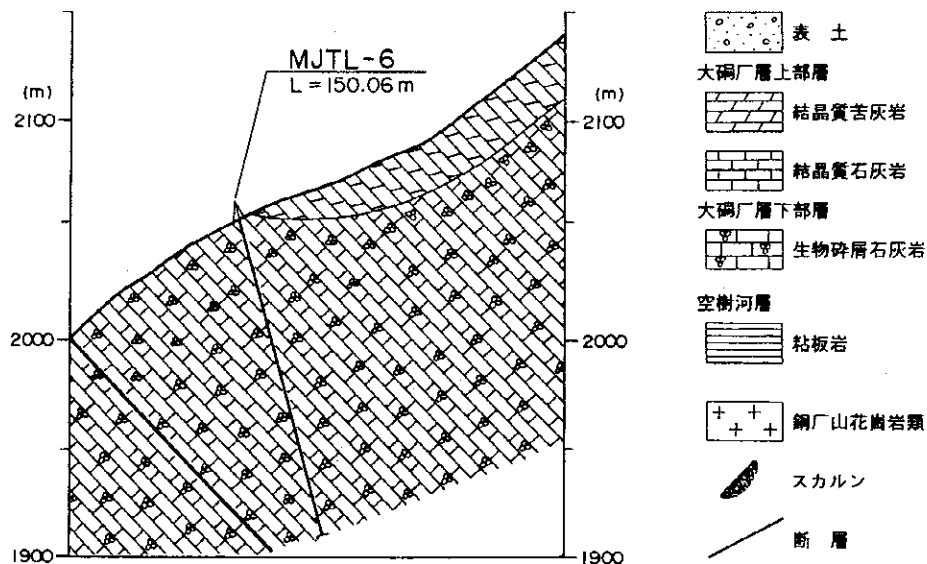


図32 ボーリング地質断面図 (MJTL-6号孔)

(5) MJTL-7号孔

(a) 掘進作業

掘進開始日 1998年10月26日

掘進完了日 1998年11月9日

掘削深度 150.06m

表土を無水掘り後、75φWL工法で、孔底まで泥水掘りを行った。掘削地点が断層破碎帯近傍に位置するため、粘土質帯と破碎帯が孔底まで連続した。排水が80%程度あったので、泥剤としてCMCを継続して使用した結果、孔内での崩壊が少なくなり、泥剤の効果が認められた。全量逸水があり、逸水防止には鋸屑を使用した。ジャーミング事故、ロッド切断事故なども起こったが、タップを使用し回復した。

送水量は80ℓ/分、コア採取率は84.0%であった。

(b) 地質

本孔の地質は石灰岩、泥灰岩、粘板岩及び石英質砂岩からなり、断層破碎帯が深度15.67～16.57m、19.39～20.31m、36.00～37.43m及び40.34～41.64mに発達している。

石灰岩は深度0.34～36.00mに認められる。塊状の白灰色～黄白色中晶～粗晶質石灰岩で、一般的に角礫化(長径3～8mm、最大長径2cm)・破碎化している。黄鉄鉱が散点状にみられ、方解石網状脈を伴う。鏡下では、ほとんど方解石からなり、微量の炭質物を伴う。方解石は他形で径0.3-0.8mm程度である。

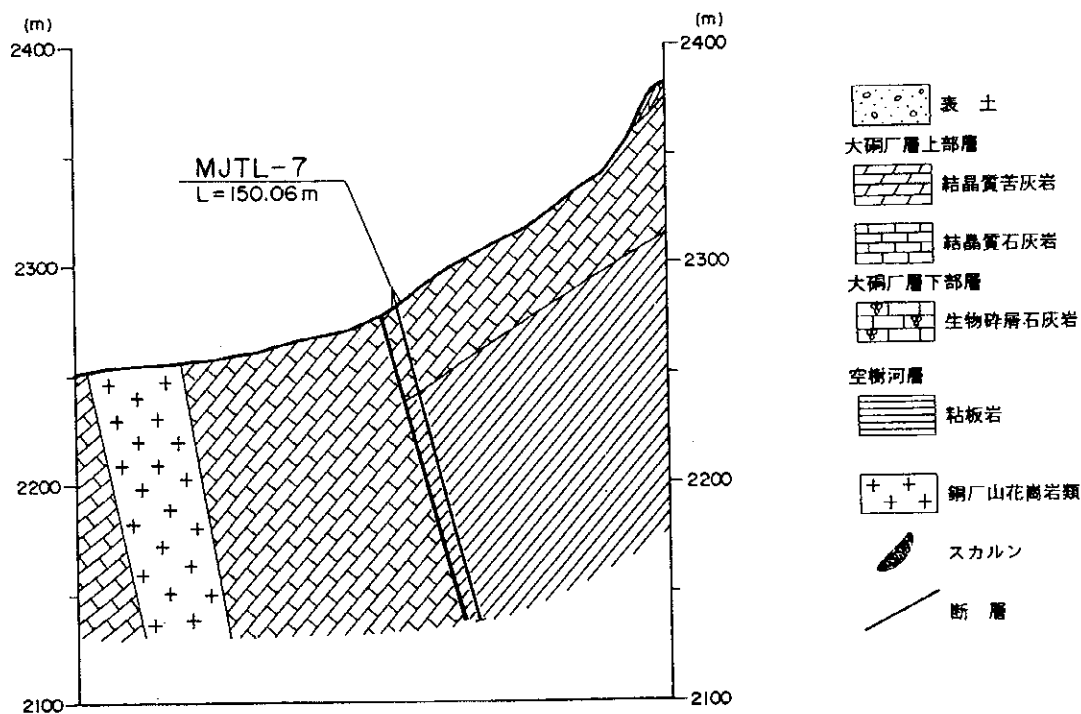


図33 ボーリング地質断面図 (MJTL-7号孔)

泥灰岩は深度37.43~40.34mに認められる。塊状の黒灰色泥灰岩で、磁硫鉄鉱及び黄鉄鉱の鉱染がみられる。鏡下では、粘土鉱物(20-80%)及び石英(20-25%)からなり、少量の石膏・方解石を含む。粘土鉱物は鱗片状結晶で、再結晶作用を受けている。石英は径0.035mm程度で方解石、石膏とともに割れ目に充填している。鉄石鉱物として、磁硫鉄鉱及び黄鉄鉱がみられる。磁硫鉄鉱は鉱染状に分布し、他形粒状で径0.01-0.2mm程度である。黄鉄鉱は脈状に分布し、自形粒状で径0.05-0.6mm程度である。

粘板岩は深度41.64~138.35m、深度142.84~147.26m及び深度147.26~150.06mに認められる。塊状の黒灰色~黒色粘板岩で、方解石-(黄鉄鉱)-(磁硫鉄鉱)細脈を伴い、微小割れ目の発達による破砕化が全般的である。鏡下では、泥質物(45-50%)、石英(35-40%)、炭質物(5-10%)及び角閃石(5%)からなり、このほかに、石膏及び方解石が少量含まれる。泥質物は再結晶作用を受け鱗片状結晶になっている。石英は他形粒状で径0.02-0.035mm程度、角閃石は他形粒状で径0.05mm程度、石膏は自形板状で径0.05-0.15mm程度である。

石英質砂岩は深度142.84~147.26mに認められる。塊状の黒色細粒石英質砂岩で、一般に微小割れ目に富む。方解石-黄鉄鉱細脈を伴い、弱い黄鉄鉱鉱染が認められる。鏡下では、石英(65-70%)及び泥質物(25-30%)からなり、少量の方解石・石膏・ジルコンを含む。基質は大部分炭質物からなる。石英は他形粒状で径0.03-0.08mm程度である。泥質物は主として径0.04mm程度の絹雲母である。

(6) MJTL-8号孔

(a) 掘進作業

掘進開始日 1998年11月28日

掘進完了日 1998年12月1日

掘削深度 150.34m

表土を無水掘り後、75φWL工法で、孔底まで泥水掘りを行った。掘進途中で全量逸水があり、鋸屑や昆布を使用して逸水防止作業を行ったが、一時止まっても先々で逸水があり、泥剤の効果が認められなかった。それでも、口元からCMCを流し込み、パイプレーションを防止しながら、掘進を行った。崩壊も少なく、WLのトラブルもなく、掘進作業は極めて順調であった。

送水量は80ℓ/分、コア採取率は98.4%であった。

(b) 地質

本孔の地質は石灰岩からなり、一部角礫化している。

石灰岩は深度24.72~150.34mに認められる。塊状の黄白色~黄灰色~帯褐色細~微晶質石灰岩で、厚さ1m以下の褐色泥岩をところどころに挟む。鏡下では、ほとんど方解石からなり、少量の泥質物を伴う。方解石は他形粒状で径0.03-0.07mm程度である。

深度31.26~43.00m、深度71.00~95.70m及び139.92~147.69mでは、角礫質となる。灰色~灰白色の角礫質石灰岩で、鏡下では、径1.0-1.6mm程度の方解石の中礫からなり、礫間の空隙を

埋め、径0.007-0.06mm程度の微晶方解石が間隙充填状に認められる。全体に再結晶作用が進行している。

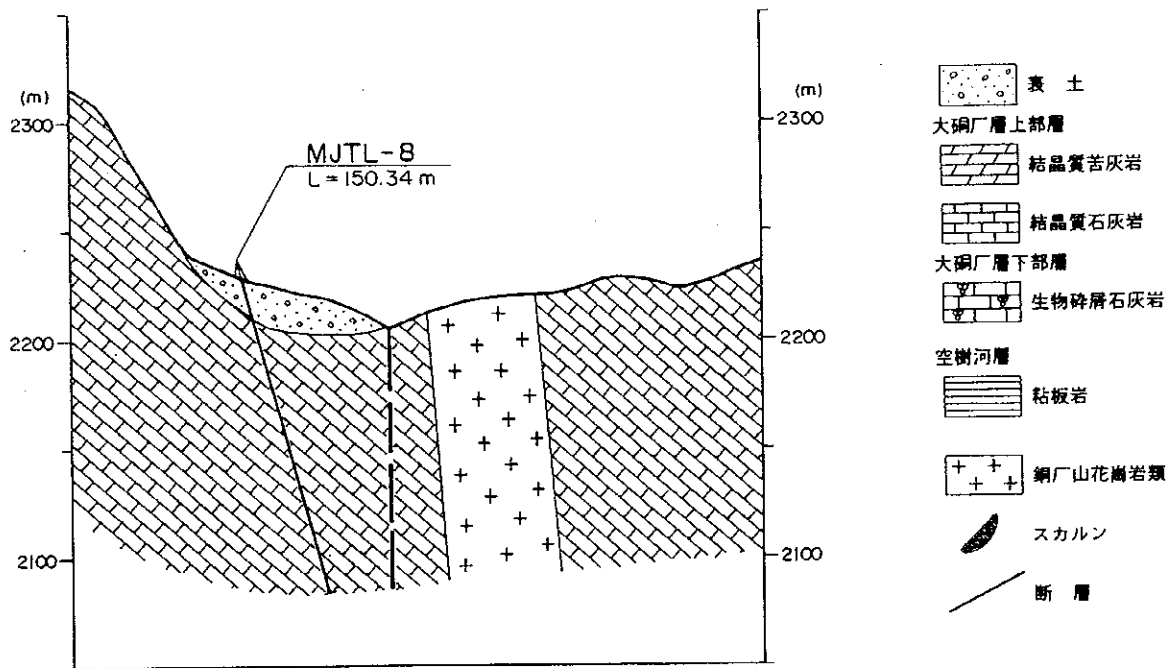


図34 ボーリング地質断面図 (MJTL-8号孔)

(7) MJTL-9号孔

(a) 掘進作業

掘進開始日 1998年11月17日

掘進完了日 1998年11月23日

掘削深度 150.15m

75φWL工法で、孔底まで泥水掘りを行った。逸水が20%程度だったので、泥剤(CMC)を継続して使用し、かつ、泥剤の効果が認められ、崩壊もなく、岩質も安定しており、掘進作業は順調であった。

送水量は80ℓ/分、コア採取率は98.6%であった。

(b) 地質

本孔の地質は石灰岩、スカルン及び粘板岩からなる。

石灰岩は深度0.00~25.62m、深度27.15~33.80m、深度48.80~95.06m及び深度108.06~114.80mに認められる。塊状の灰白色~灰色~灰黒色細晶質石灰岩で、一部スカルン化している。鏡下では、ほとんど方解石からなり、ほとんど完全に再結晶作用が進行している。方解石は一般に細粒であるが、深度87.00~95.06m間では粗粒となり、径0.48-0.8mm程度である。深度87.00~95.06mは弱いスカルン化を受けている。深度58.54~87.00mは泥質である。

スカルンは深度25.62~27.15m, 深度33.80~36.40m, 深度95.06~108.06m及び深度114.80~119.14mに認められる。塊状の白色スカルンで, 部分的に縞状構造がみられる。深度25.62~27.15m, 深度33.80~36.40m及び深度95.06~108.06mにみられるスカルンは, ほとんど珪灰石からなり, 少量の透輝石・柘榴石を含み, 部分的に黄鉄鉱染がみられる。深度95.06~108.06m間には方鉛鉱が散点状にみられる。鏡下では, ほとんど珪灰石(90-95%)からなり, 少量の透輝石(5-10%)及び灰ばん柘榴石(1-2%)を含む。珪灰石は柱状~板状結晶で放射状~束状に分布し, 長径0.3-3.5mm程度である。透輝石は粒状で径0.15mm程度である。灰ばん柘榴石は半自形粒状で径0.8mm程度である。鉱石鉱物として, 方鉛鉱(径0.04mm程度)が認められる。深度114.80~119.14mにみられるスカルンは塊状の灰白色~暗灰色~黒緑色スカルンで, 方解石-黄鉄鉱細脈を伴う。鏡下では, 方解石(20-70%), 透輝石(10-70%), 灰ばん柘榴石(5-40%)及び石英(5-15%)からなる。鉱石鉱物として, 粒度0.05-0.2mm程度の方鉛鉱・黄銅鉱・磁硫鉄鉱・黄鉄鉱が認められる。

粘板岩は深度119.14~150.15mに認められる。塊状の黒色緻密質な粘板岩で, 石英-黄鉄鉱細脈を伴い, 一部に縞状構造がみられる。鏡下では, 泥質物(70-75%)及び石英(10-15%)からなり, 少量の角閃石(5%)及び炭質物(5-10%)を伴う。角閃石は他形粒状で, 定向配列を示し, 径0.012mm以下である。石英は他形粒状で径0.012mm以下である。深度140.82-150.15mは熱変成を被りホルンフェルス化している。鏡下では, 主として角閃石(65-70%)及び泥質物(10-15%)からなり, 石英(5-10%), 緑泥石(5%)及び黄鉄鉱(5%)を含む。

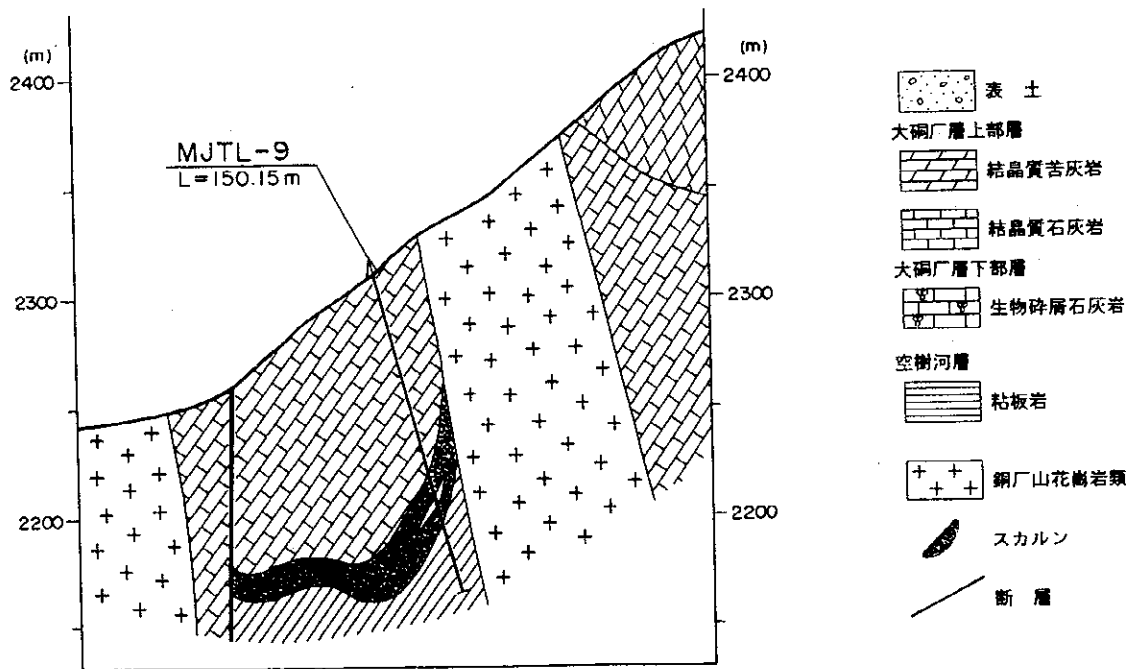


図35 ボーリング地質断面図 (MJTL-9号孔)

第4章 大洋塘地区

4.1 地質調査

4.1.1 調査方法

地質調査は日本側技術者1名、中国側技術者1名からなる調査班を3班編成し、大洋塘地区における地質及び地質構造と鉍化作用の関係を把握することを目的として行われた。

4.1.2 地質概要

大洋塘地区の地質は三疊系、第四系及び燕山期貫入岩からなる。

三疊系は石灰岩、苦灰岩などの炭酸塩岩類からなり、本地区東部に分布する。第四系は崖錐堆積物で、本地区内では表層を薄く覆う程度の分布である。

燕山期貫入岩は淡赤色を呈するカリ長石花崗岩で、本地区西部に分布し、三疊系に貫入している。カリ長石花崗岩と三疊系炭酸塩岩類との接触部には、接触変成作用によってスカルン帯が発達している。

本地区の地質を総括して図36に、地質図を図37に示す。

年代 (Ma)	時代	造山期	地層名	岩相	火成活動	鉍化作用
2	第四紀	燕山期	沖積層	砂礫	燕山期貫入岩類 カリ長石花崗岩	Cu・Feスカルン
65	第三紀					
136	白亜紀					
195	ジュラ紀	印支期	河湾街層	中部層		
	三疊紀			生物碎屑苦灰岩 苦灰質石灰岩 石灰質角礫岩 結晶質石灰岩、結晶質苦灰岩		

図36 大洋塘地区地質模式層序図

(1) 三疊系河湾街層

本地区に分布する三疊系は河湾街層に対比され、石灰岩、苦灰岩及びそれらの組合せの互層からなる。

石灰岩は主として淡青灰色～灰色を呈する層状の岩石で、本地区中央部に分布する。苦灰岩は主として淡青灰色～青灰色を呈する層状～塊状の岩石で、本地区東部に分布する。一部露頭においては、粗粒(径2mm±)で、淡橙色の斑点(径1mm以下)が含まれるものがみられる。石灰岩及び苦灰岩はカリ長石花崗岩の貫入によって、接触変成作用を被り、カリ長石花崗岩との境界付近では、大部分が白色～灰白色を呈する細～中粒結晶質石灰岩及び結晶質苦灰岩になっている。

本層からは *Thecosmilia* sp., *Waagenophyllum tibeticum* (REED) などの珊瑚化石, *Glomospira* sp., *Nodosria* sp. などの有孔虫化石, *Neohindeodella* sp. などのコノドント化石及び *Posidonia* sp. などの二枚貝化石の産出が報告されている。

(2) 第四系

本地区には完新世の崖錐堆積物が表層を薄く覆う程度に分布する。崖錐堆積物は石灰岩の角礫や風化した花崗岩の亜円礫と泥質基質からなる。そのほか、砂礫からなる現河床堆積物が沢沿いに僅かにみられる。

(3) 燕山期貫入岩

本地区に認められる貫入岩はカリ長石花崗岩で、本地区西部に広く分布する。本岩は淡赤色～淡桃色を呈する細粒等粒状の岩石で、カリ長石、斜長石、黒雲母及び石英のほか、希に角閃石を伴う。露頭は溪床及び山腹斜面にみられ、褐鉄鉱汚染や褐鉄鉱細脈(幅3 cm以下)が局所的に発達する。また、本岩と三畳系河湾街層との接触部にはスカルン帯が生成している。スカルン帯近傍では、本岩はカリ長石に富み、緑簾石及び緑泥石を伴い、黒雲母の比率が減少する傾向が観察される。黒雲母及び斜長石は風化が進行し、黒雲母は緑泥石へと変質している。

本岩の貫入時期は燕山期早期とされている。

4.1.3 地質構造

本地区の地質構造は三畳系の構造及び燕山期貫入岩の構造によって特徴づけられる。

三畳系は本地区東部に広く分布し、南北走向で東傾斜の単斜構造を示す。燕山期貫入岩は三畳系に貫入し、その境界はほぼ南北の方向を示す。この方向は三畳系の方向と同じであり、燕山期貫入岩の貫入方向は三畳系の構造に規制されていると考えられる。

燕山期貫入岩に認められる節理の方向はN10~15° E方向のものが卓越する。

















4.1.4 鉱化作用

大洋塘地区の鉱床は三畳系河湾街層の炭酸塩岩類と燕山期カリ長石花崗岩との接触部に生成したスカルン帯中に胚胎している。スカルン帯は南北方向で約4 km間に、幅数m~10mで、ほぼ連続して帯状に分布し、それぞれ北から順に第1、第2、第3、第4、第5の5つの鉱体からなる(図38)。スカルン鉱物として、透輝石、柘榴石、苦土橄欖石及び斜ヒューム石を主とし、鉱石鉱物として、黄銅鉱及び磁鉄鉱を主とする。

(1) 第1鉱体

第1鉱体は南北方向約550m、厚さ約3.5~24.0mの規模のスカルン帯である。スカルン帯は主として柘榴石からなり、西で燕山期カリ長石花崗岩に接し、東で結晶質石灰岩と接している。現在までのところ、本鉱体では、柘榴石スカルン帯が厚く分布し、局所的に透輝石スカルン帯がみられるだけで、鉱化帯は認められない。

凡 例

-  含生物碎屑苦灰岩
-  結晶質苦灰岩
-  結晶質苦灰岩
-  海嶺岩体：含黒雲母カリ長石花崗岩
-  鈣体
-  斜ヒューム石-透輝石帯
-  ざくろ石帯
-  斑灰石帯
-  地層境界線
-  推定境界線
-  地層の走向・傾斜
-  断層線
-  推定リニアメント
-  坑道
-  ボーリング位置
-  鉍石分析試料採集位置

鉍石分析結果

試料番号	分析値				
	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
971016-2	0.61	22.8	1.16	0.01	0.18
971016-6	0.125	3.3	1.18	0.06	0.28
971016-8	<0.005	1.2	0.015	0.06	0.06
971016-10	<0.005	1.2	0.206	0.02	0.07
97102405NK	0.620	76.5	0.094	0.81	2.57
97102305NK	<0.005	2.4	1.90	0.22	0.13

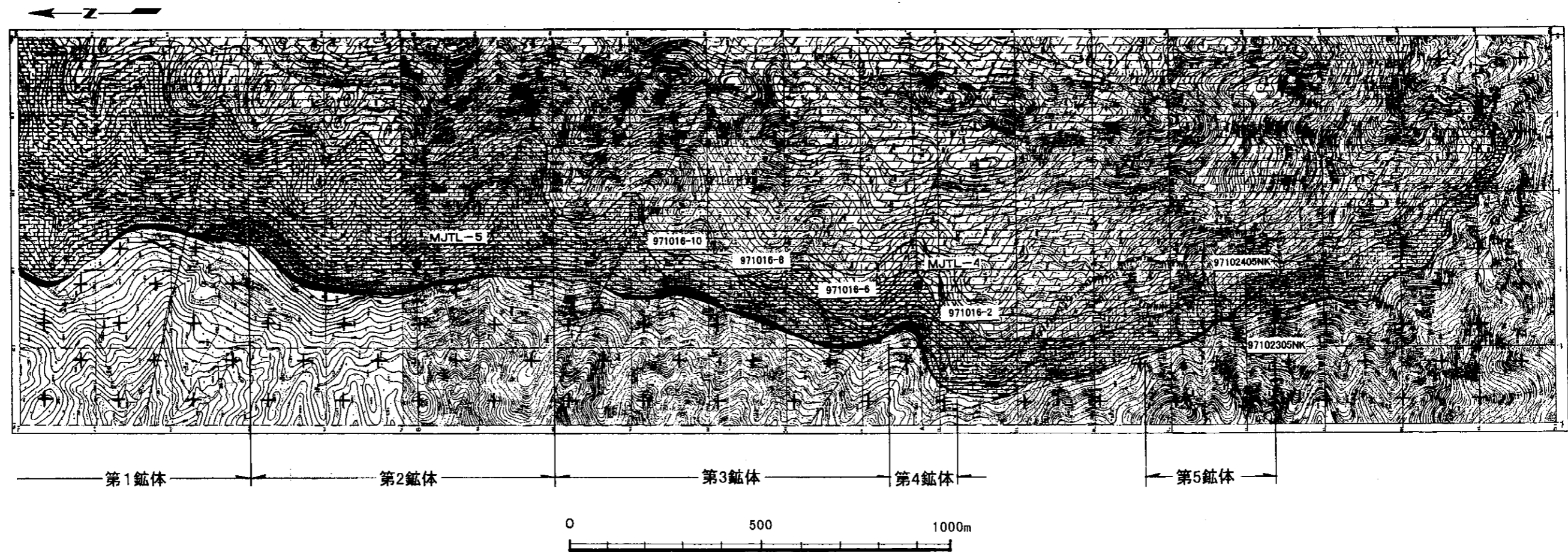


図38 大洋塘地区鉍化帯区分図

本鉱体に対しては、中国側により、過去に坑道探鉱が行われている。調査の結果、旧坑及びスカルの露頭が数箇所確認された。

スカルの露頭は標高2,230m付近の石灰岩分布域に3箇所連続して分布する。いずれも珪化しており、金属鉱物の鉱染が一部の試料で僅かに認められる。鏡下では、主要構成鉱物として、方解石、透輝石、白雲母、尖晶石及び蛇紋石が認められる。方解石は径0.2mm程度のもの及び径1mm程度のものの2種類が識別される。蛇紋石は炭酸塩鉱物の周辺にみられる。そのほか、土壤化が進行し、金属鉱物の鉱染が僅かに認められるスカルンが、標高2,200m付近に、カリ長石花崗岩と隣接して露出する。

(2) 第2鉱体

第2鉱体は南北方向約800m、厚さ約1.0~4.1mの規模のスカルン帯に胚胎する鉱染状銅鉱体である。スカルン帯は主として透輝石及び柘榴石からなり、西で燕山期カリ長石花崗岩に接し、東で結晶質石灰岩と接している。また、スカルン帯にはカリ長石花崗岩との接触部から遠ざかる方向に、変質花崗岩(エンドスカルン)→透輝石-(柘榴石)スカルン→柘榴石スカルン→含珪灰石結晶質石灰岩の分帯が認められる。

鉱体は透輝石-(柘榴石)スカルン帯中の結晶質石灰岩に最も近接した位置に胚胎する。鉱体の平面的拡がりには南北方向約650mで、厚さは1.0~2.4mである。

本鉱体に対しては、中国側により、過去にトレンチ及び坑道探鉱が行われている。調査の結果、4箇所の旧坑、数箇所のトレンチ及びスカルの露頭が確認された。

本鉱体南部のトレンチでは、赤色鉱物がパッチ状~細脈状をなす晶洞質の脈石スカルの露頭が観察された。近傍には礫径1~20cmの亜角礫~亜円礫を含み、弱~中程度に再結晶化した角礫化結晶質石灰岩が露出する。

旧坑(PD1)付近では、柘榴石、透輝石などを伴ったスカルの露頭又は転石及び斑銅鉱、褐鉄鉱、柘榴石などからなるスカルの転石がみられた。坑口付近には結晶質石灰岩が露出する。結晶質石灰岩は珪化作用を受け、径0.5mm以下の自形緑色柘榴石が部分的に濃集しているのが認められる。また、他の旧坑では、黄銅鉱、磁鉄鉱、方鉛鉱、透輝石、柘榴石、石英、方解石などからなる鉱石スカルンと金属鉱物と孔雀石が斑点状にみられる鉱石スカルンが認められる。前者では、方鉛鉱が径5mm以下の半自形をなし、斑状又は集合状で黄銅鉱と共生しているのがみられる。柘榴石は径1mm程度の半自形~他形を呈する。後者は結晶質石灰岩を母岩とし、鉱石側に向かい結晶粒の大型化が認められる。

スカルの露頭としては、エンドスカルンや鉱石スカルンが観察された。エンドスカルンは風化が進行し土壤化しているが、カリ長石花崗岩を母岩とし斑点状に金属鉱物を含む。そのほか、露頭で観察された鉱石スカルン(試料番号971016-10)には、磁鉄鉱と石英脈が発達する。石英脈は少なくとも2ステージあり、後期ステージの石英脈(幅1~2mm)には微粒の磁鉄鉱が含まれる。旧坑前で採取された鉱石スカルの転石には、鉱石鉱物として、磁鉄鉱及び孔雀石がみられ

るものと斑銅鉱、孔雀石及び少量の黄銅鉱がみられるものがある。

本鉱体から採取された試料の分析結果を表26に示す。

表26 大洋塘地区第2鉱体分析結果

試料番号	岩石名	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
971016-10	スカルン	<0.005	1.2	0.208	0.02	0.07

(3) 第3鉱体

第3鉱体は南北方向約750m、厚さ約8~20mの規模の透輝石-(柘榴石)スカルン帯に胚胎する鉱染状銅鉱体である。

調査の結果、4箇所の旧坑とスカルンの露頭が確認された。旧坑はいずれも崩壊しており、鉱体の平面的広がり不明である。旧坑の坑口付近の露頭では、黄銅鉱、磁鉄鉱、透輝石、柘榴石及び方解石からなる鉱石スカルンがみられた(試料番号971016-6)。磁鉄鉱は伸張レンズ状~斑状を呈し、方解石は脈状に発達する。

スカルンの露頭はやや土壌化しているものの、灰緑色を呈する微粒他形柘榴石や鉱染状金属鉱物が僅かに認められる(試料番号971016-8)。

本鉱体から採取された試料の分析結果を表27に示す。

表27 大洋塘地区第3鉱体分析結果

試料番号	岩石名	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
971016-6	鉱石スカルン	0.125	3.3	1.18	0.06	0.28
971016-8	スカルン	<0.005	1.2	0.015	0.06	0.06

(4) 第4鉱体

第4鉱体は北東-南西方向約250m、厚さ約1.1~24.9mの規模の斜ヒューム石-(透輝石)スカルン帯に胚胎する鉱染状銅鉱体である。スカルン帯は主として斜ヒューム石、透輝石、苦土橄欖石などからなり、西で燕山期カリ長石花崗岩に接し、東で結晶質苦灰岩と接している。鉱体のスカルン帯での胚胎位置は、結晶質苦灰岩に最も近接した所で、鉱体の平面的広がり北東-南西方向約160mで、厚さは1.1~19.8mが確認されている。

本鉱体に対しては、トレンチ調査及び坑道探鉱が行われている。調査の結果、3箇所のトレンチ、2箇所の探鉱坑道及びスカルンの露頭が確認された。

本鉱体付近では、カリ長石花崗岩から結晶質苦灰岩へ、カリ長石花崗岩→苦土橄欖石スカルン→斜ヒューム石-(透輝石)スカルン→結晶質苦灰岩の累帯構造がみられる。苦土橄欖石スカルンは走向N15°W・傾斜70°NEを示す。斜ヒューム石スカルンは淡緑色~赤褐色~暗褐色を呈し塊

状で、鉍石鉍物として、黄銅鉍、藍銅鉍、孔雀石、黄鉄鉍などがみられる。脈石スカルンは淡紫白色～淡黄白色～淡緑白色を呈し塊状で、スカルン鉍物として、透輝石、斜ヒューム石、苦土橄欖石、緑泥石、方解石などがみられる。結晶質苦灰岩は淡桃白色～淡褐白色を呈し、中～強程度に再結晶した細～中粒方解石からなる。

北部の旧トレンチから採取した鉍石スカルンでは、金属鉍物が玉状～縞状組織を呈するものがみられる。金属鉍物には細粒状集合体をなす磁鉄鉍及びそれと共生して少量の黄銅鉍が認められる。南部の旧トレンチから採取した鉍石スカルンでは、鉍石鉍物として、黄銅鉍、黄鉄鉍、磁鉄鉍、磁硫鉄鉍、方鉛鉍、閃亜鉛鉍、孔雀石、藍銅鉍及び褐鉄鉍が認められる。

本鉍体から採取された試料の分析結果を表28に示す。

表28 大洋塘地区第4鉍体分析結果

試料番号	岩石名	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
971016-2	鉍石スカルン	0.610	22.8	1.16	0.01	0.18

(5) 第5鉍体

調査の結果、1箇所の旧坑跡と1箇所のトレンチ跡が確認された。何れも崩壊しており、露頭の確認ができなかったため、鉍化帯の規模は不明であるが、旧坑付近で、鉍石スカルン、脈石スカルン及び鉍石スカルン酸化鉍の転石がみられた。

鉍石スカルン(試料番号97102305NK)には、鉍石鉍物として、黄銅鉍、黄鉄鉍、斑銅鉍、赤鉄鉍、藍銅鉍及び孔雀石がみられ、スカルン鉍物として、透輝石、石榴石、方解石、斜ヒューム石及び緑泥石がみられる。脈石スカルンは淡緑色～淡黄色を呈し、透輝石に富み、緑泥石、方解石、蛍石、鉄酸化物などを伴う。粘土化が進行し軟質である。鉍石スカルン酸化鉍は晶洞質で赤褐色を呈する。風化の進行が著しく、鉍石鉍物は確認できないが、細～粗粒の方解石が顕著にみられる(試料番号97102405NK)。

本鉍体から採取された鉍石の分析結果を表29に示す。

表29 大洋塘地区第5鉍体分析結果

試料番号	岩石名	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
97102305NK	鉍石スカルン	0.620	76.5	1.90	0.22	0.13
97102405NK	鉍石スカルン酸化鉍	<0.005	2.4	0.094	0.81	2.57