

中華人民共和國潮州地域
資源開發協力基礎調查報告書

總括報告書

昭和63年 9月

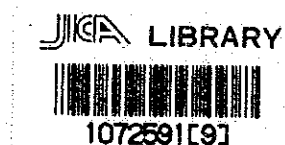
國際協力事業団
金屬鉍業事業団

鉍計資
CR(3)
88-139

ARY

中華人民共和國潮州地域
資源開發協力基礎調查報告書

總括報告書



18764

昭和63年9月

國際協力事業団
金属鋁業事業団

国際協力事業団

18764

はしがき

日本国政府は中華人民共和国の要請に応え、広東省に位置する潮州地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、坑道調査、ボーリング調査などの鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。

国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門的な分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託した。調査は、1985年（昭和60年）度を第1年次として実施し、まず、地表から3孔、総延長1,630mの坑外ボーリング調査を行い、続いて1986年（昭和61年）度には第2年次として坑道調査650m、坑内ボーリング調査6孔、830mが行われ、さらに、1987年（昭和62年）度からは、第3年次として坑道調査710m、坑内ボーリング調査9孔、1,620mを実施し、1988年（昭和63年）6月10日全ての現地調査を完了した。

本報告書は、1985年（昭和60年）度から1988年（昭和63年）度にわたって実施した調査結果を最終報告書として、まとめたものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力をいただいた中華人民共和国政府及び中国側関係機関ならびに外務省・通商産業省・在中華人民共和国日本国大使館及び日本側関係各位の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

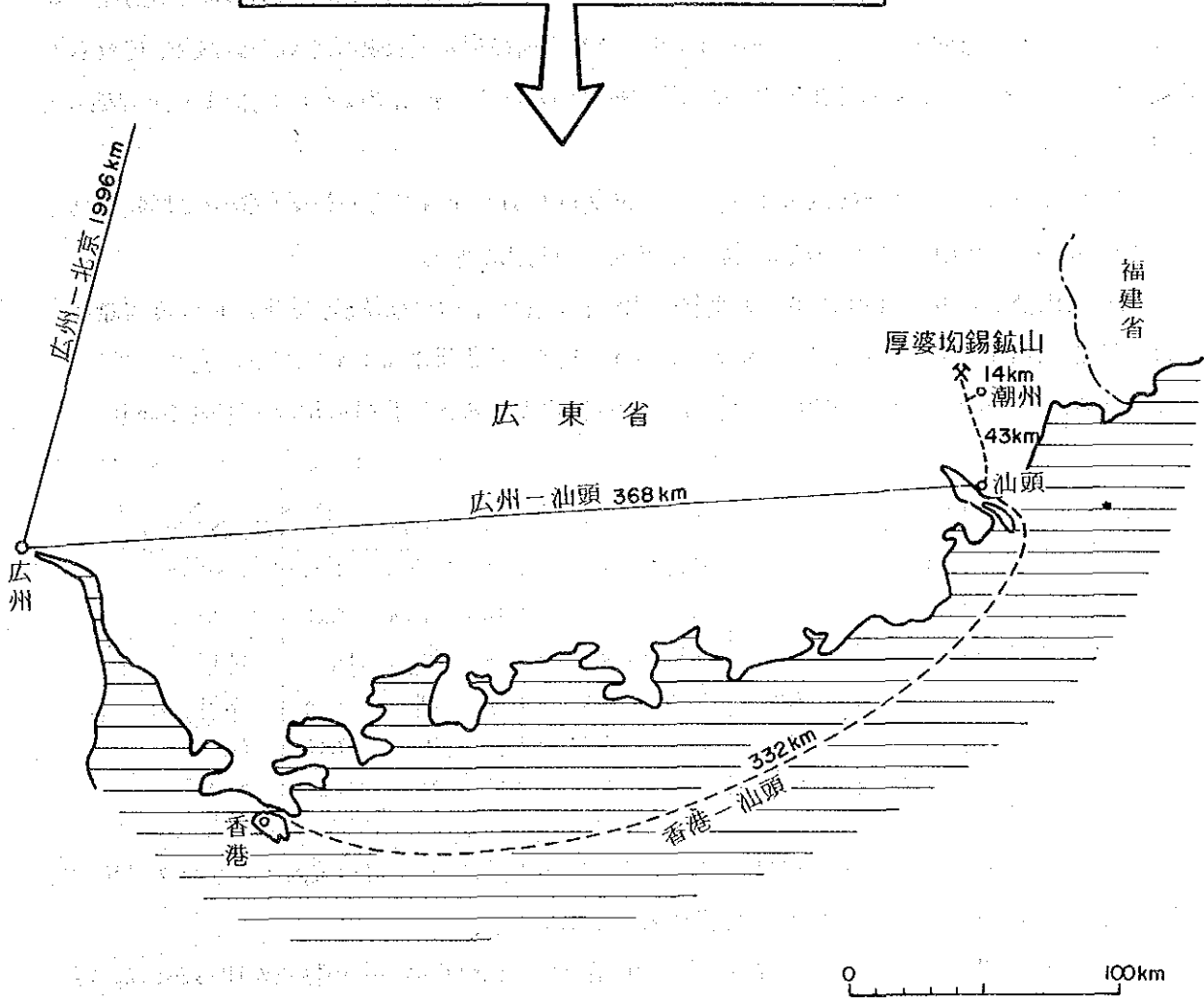
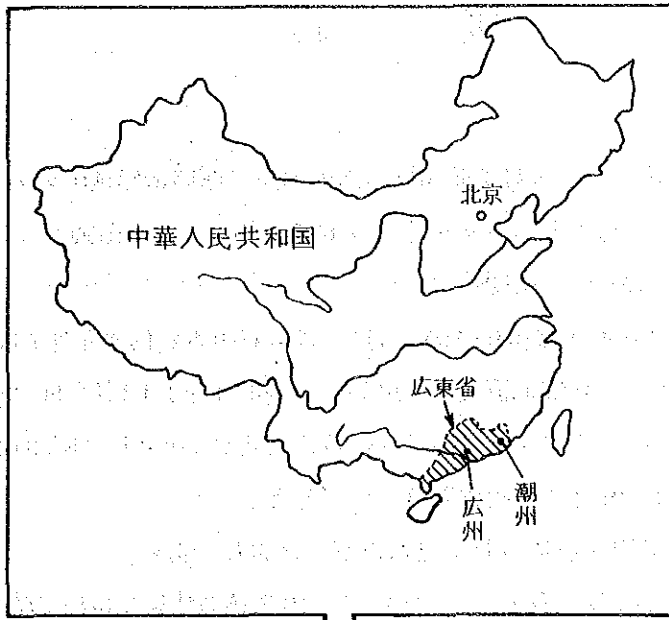
昭和63年9月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

金属鉱業事業団

理事長 佐藤淳一郎



調查地域位置図

要 約

中華人民共和国・潮州地域における資源開発協力基礎調査は厚婆切錫鉍山の70号脈、および40号脈とそれらの平行脈の-160mLおよびその下部探鉍を目的として坑道調査(1,360m)、坑内外ボーリング調査(18孔、4,080m)を実施した。

坑外ボーリング調査は1986年(昭和61年)1月28日に着手され同年6月7日に終了した。坑内調査は、この調査結果にもとづき坑道調査が1986年(昭和61年)12月7日、坑内ボーリング調査が1987年(昭和62年)9月7日に各々開始され、坑道調査は1988年(昭和63年)6月10日、坑内ボーリング調査は同5月28日に計画作業量を完了した。

以上の調査結果をとおして明らかにされた点は以下のとおりである。

V-70系統(V-67, V-70, V-70A, V-71)、V-40系統の諸鉍化帯は、前者の系統がE-W又はENE-WSW方向の、後者の系統がNNW-SSE方向の裂か系に胚胎された鉍脈で、何れも方鉛鉍と閃亜鉛鉍を主体とする硫化鉍脈、硫化鉍石英脈からなる。有価金属としてはPb、Znの他Ag、Snも含まれる。

V-70系統の各鉍化帯は背斜軸部付近のE-W又はENE-WSW方向の擾乱帯中に形成されており、-160mLでの走向方向の鉍況(脈巾、品位)の変化が激しい。

V-40鉍化帯は脈巾1.00~1.50mの塊状硫化鉍脈と上・下盤の網状脈、鉍染からなる明瞭な一条の鉍脈で、-160mLで錘押された部分では品位も良く、鉍化帯巾も1.5~2.0mで安定している。

坑道試料、ボーリング・コア試料の分析結果から推定される各鉍化帯の鉍況は下表の通り。

	推定 脈巾 (m)	推定 走向長 (m)	品位					S %	Pb換算品位%
			Sn %	Pb%	Zn%	Ag g/t	S %		
V-67	2.46	不明	0.32	1.86	2.05	63.8	7.74	11.4	
V-70上盤脈	1.55	70	0.18	1.89	1.12	73.4	6.53	8.5	
V-70下盤脈	2.78	170	0.39	2.14	1.54	110	11.3	13.0	
V-70A	6.57	250	0.09	2.27	1.33	105	7.18	9.51	
V-71	1.57	150	0.14	3.18	1.35	107	7.59	11.00	
V-40	1.73	290	0.44	9.36	4.75	385	14.6	36.7	

以上の他L-19坑外ボーリング(MJC-3)でV-40の下盤側、L-94の坑内ボーリングでV-70系統の鉍化帯の下盤側に各々有力な鉍化帯に着脈している。

3年次にわたる調査の結果、V-70系統、V-40系統の各鉍化帯の一部の性質が明らかになった。

今後、最も鉍況の良いV-40を中心に、更に精密な探鉍を実施することによって、経済的に稼行可能な鉍床を確認できることが期待される。

目 次

はしがき

調査地域位置図	i
要 約	ii

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯及び目的	1
1-2 調査方法及び調査量	1
1-3 調査期間及び調査員	1
1-3-1 調査期間	1
1-3-2 調査団の編成	4
第 2 章 調査地域の地理	8
2-1 位置・交通	8
2-2 地形及び水系	9
2-3 気候及び植生	9
第 3 章 調査地域の地質、鉱床	10
3-1 地質、地質構造	10
3-2 厚婆切鉱床群の概要	10
3-3 厚婆切鉱山の沿革と現況	13
3-4 V-70, V-40 系統鉱化帯の調査結果（要約）	13
第 4 章 結論と提言	16
4-1 結 論	16
4-2 提 言	16

第 II 部 各 論

第 1 章 坑道調査	17
1-1 概 要	17
1-2 実施体制	18
1-3 坑道掘さく	20

1-3-1 掘さく実績及び工程	21
1-3-2 主な問題点	21
第2章 ボーリング調査	24
2-1 概要	24
2-2 ボーリング工法及び使用機器	24
2-3 ボーリング作業	24
第3章 地質・鉱床	29
3-1 地質・地質構造	29
3-1-1 層序・岩層（岩質）	29
3-1-2 地質構造	29
3-2 鉱化作用	30
3-2-1 鉱床の形態と産状	30
3-2-2 岩石・鉱石検鏡結果	33
3-2-3 分析結果と鉱化帯別鉱況	35

第Ⅲ部 結論と提言

第1章 結論	39
第2章 提言	41
2-1 今後の探鉱目標	41
2-2 -160mL探鉱計画（案）	41
2-3 既往調査試料の整理, 編集	41
参考文献	45

付 表

表 I - 1 - 1	調査概要	3
表 I - 1 - 2	協定折衝・調査計画参画者及び現地調査団員名簿	7
表 I - 2 - 1	月別気象状況	9
表 I - 3 - 1	V-70, V-40 系統各鉱化帯の鉱況	13
表 II - 1 - 1	坑道調査総括表	19
表 II - 2 - 1	年度別ボーリング調査実績	24
表 II - 2 - 2	ボーリング掘進実績総括表	26
表 II - 3 - 1	鉱脈別着脈品位一覧表	36
表 II - 3 - 2	鉱脈別平均品位	35
表 III - 2 - 1	探鉱計画(案)	42

付 図

図 I - 1 - 1	中華人民共和国潮州地域調査フローシート	2
図 I - 1 - 2	厚婆坳鉍山 - 160mL 坑道図及びボーリング位置図	5
図 I - 3 - 1	中国南部主要錫鉍床分布, 地質構造, 酸性貫入岩分布関係図	11
図 I - 3 - 2	厚婆坳鉍床群分布概略図	14
図 II - 2 - 1	ボーリング孔位置図	27
図 II - 3 - 1	- 160mL 坑道地質図	31
図 II - 3 - 2	- 160mL 鉍床平面図	37
図 II - 3 - 3	鉍石鉍物品出順序図	34
図 III - 2 - 1	- 160mL 探鉍計画図	43

第 I 部 總 論

第 I 部 総 論

第 I 章 序 論

1-1. 調査の経緯及び目的

日本政府は、本調査につき中華人民共和国政府の要請に応ずることを決定し、1985年（昭和60年）10月17日、潮州地域資源開発協力基礎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。同時に日本政府による技術協力の実施機関である国際協力事業団、金属鉱業事業団及び中華人民共和国の担当機関である有色金属工業総公司是、厚婆坳錫鉱山の実施細則及び基本計画を定めた。

これに従って3年次にわたる現地調査は同鉱山の70号脈（V-70）及び40号脈（V-40）を対象に、1986年（昭和61年）1月から1988年（昭和63年）まで実施され、3孔、総延長1630mの坑外ボーリングと坑道調査1360m、坑内ボーリング調査15孔、2450mを実施した。

本調査は中華人民共和国潮州地域厚婆坳錫鉱山の70号脈（V-70）及び40号脈（V-40）の地質状況を解明することにより、これらの鉱床の賦存状況を把握することを目的とする。

1-2. 調査方法及び調査量

調査は坑外ボーリング、-160mL坑道、-160mLにおける坑内ボーリングからなる。

調査の経過（フローシート）及び調査量を各々図I-1-1、表I-1-1に要約し、坑道ボーリング孔の位置関係を図I-1-2に示した。

開さくされた坑道の調査結果は200分の1坑道図に、ボーリング・コアの観察結果は200分の1柱状図に記録された。これらの原資料と室内試験（化学分析、岩石・鉱石検鏡試験）の結果を総合的に解析し、1000分の1の地質平面図及び断面図並びに鉱床平面図及び断面図を作成した（第3年次報告書図版32～52参照）。

1-3. 調査期間および調査員

1-3-1. 調査期間

第1年次の調査は1986年（昭和61年）1月28日に着手され、同年6月7日に終了、坑外ボーリング3孔、計1630mの掘進とコア調査、採取試料の室内試験が行われた。

第2年次の調査は1986年（昭和61年）12月7日に着手され、翌1987年（昭和62年）12月4日に終了、坑道掘さく650m、坑内ボーリング6孔、計830mの掘進と坑道地質調査、コア調査、坑

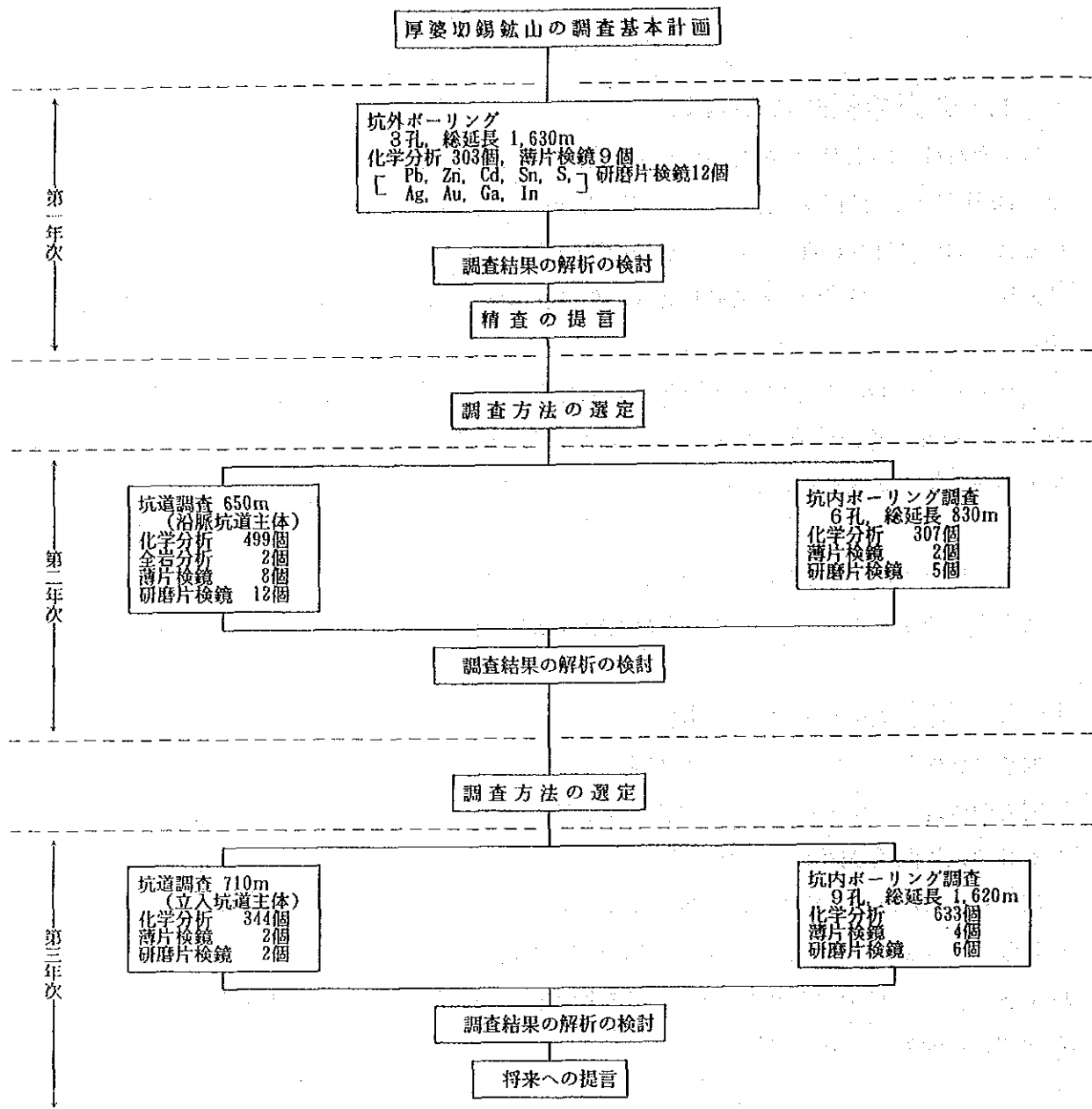


図 I - 1 - 1 中華人民共和国潮州地域調査フローシート

表 I - 1 - 1 調査概要

調査方法	調査地区	調査量	調査内容	室内試験	調査期間
第1年次 ボーリング調査 地質調査	厚婆切錫鉱 (地表)	3孔 1,630 m	坑外ボーリング MJC-1~3 ボーリングコア調査 1,630 m	鉱石、岩石鏡 (研磨片9個、薄片12個、 303個) 鉱石化学分析 [Pb, Zn, Cd, Sn, S, Ag, Au, Ca, In]	自 昭和61年 1月28日 ~ 至 昭和61年 6月27日
第2年次 坑道調査 ボーリング調査 地質調査	厚婆切錫鉱 (坑内; V-70)	650 m 6孔 830 m 1	- 160ML [V-70 立入坑道 195 m V-70 袖廊坑道 455 m 試験室 3 室 - 160MLボーリング MJC-4~9 - 160ML坑道地質調査 650 m ボーリングコア調査 830 m	鉱石、岩石鏡 (研磨片17個、薄片10個、 806個) 鉱石化学分析 [Pb, Zn, Cd, Sn, S, Ag, Au, Ca, In] 岩石試料分析 2個 [SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, TiO ₂ , P ₂ O ₅ , MnO, BaO, S, FeO, H ₂ O, LOI]	自 昭和61年12月 7日 ~ 至 昭和62年12月 4日
第3年次 坑道調査 ボーリング調査 地質調査	厚婆切錫鉱 (坑内; V-70, V-40)	710 m 9孔 1,620 m	- 160ML [V-70 立入坑道 275 m V-70 袖廊坑道 120 m V-40 立入坑道 307 m V-40 袖廊坑道 8 m 試験室 2 室 - 160MLボーリング MJC-10~18 - 160ML坑道地質調査 710 m ボーリングコア調査 1,620 m	鉱石、岩石鏡 (研磨片8個、薄片6個、 967個) 鉱石化学分析 [Pb, Zn, Cd, Sn, S, Ag, Au, Ca, In]	自 昭和62年12月 5日 ~ 至 昭和63年 6月10日

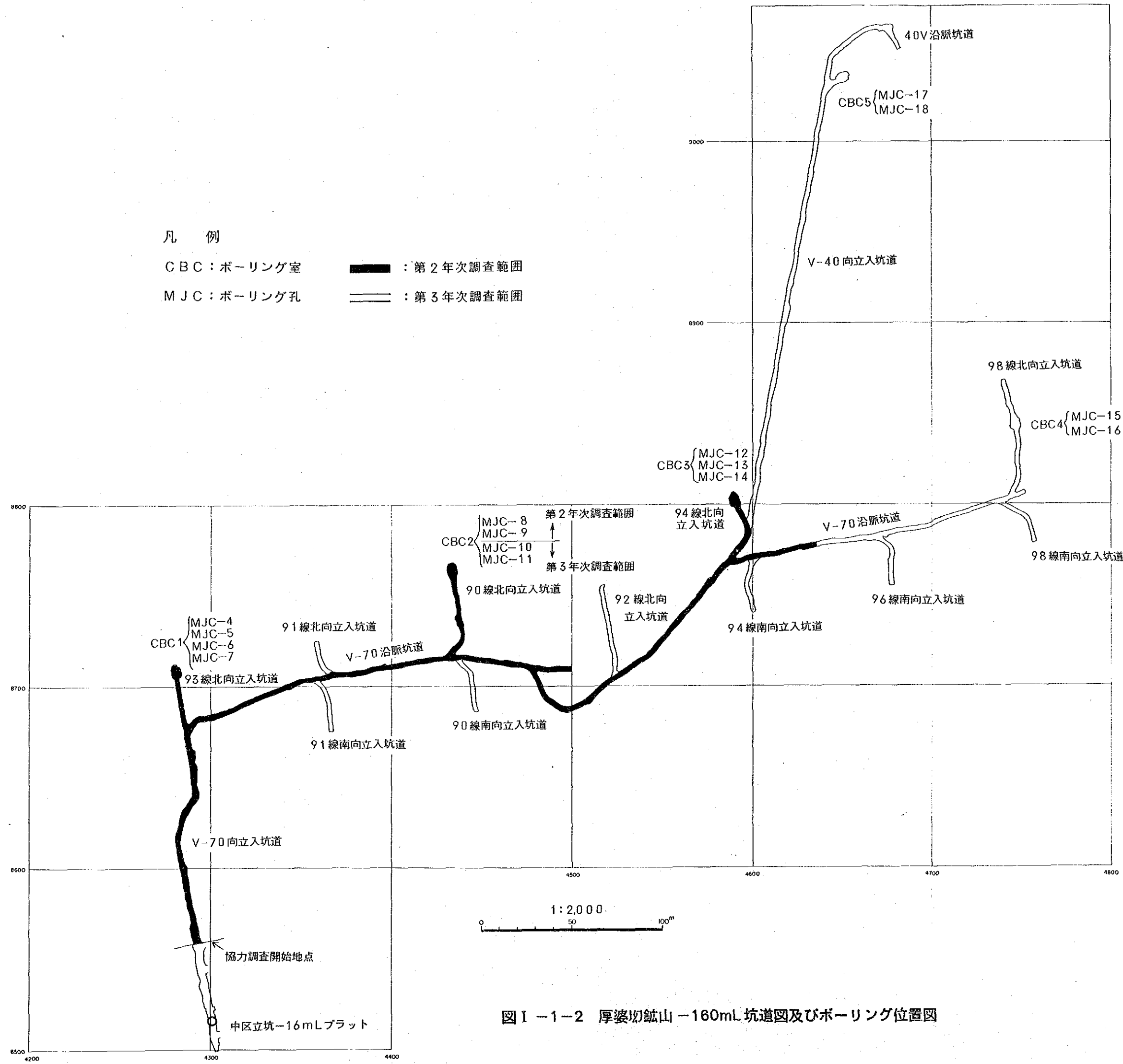
道及びコア試料の室内試験が行われた。

第3年次の調査は1987年（昭和62年）12月5日に着手され、翌1988年（昭和63年）6月10日に終了、坑道掘さく710m、坑内ボーリング9孔、計1620mの掘進と坑道地質調査、コア調査、坑道及びコア試料の室内試験が行われた。

調査期間は、2年5ヶ月を要した。

I - 3 - 2. 調査団の編成

3年次にわたる調査の参画者及び現地調査団員の名簿を表I - 1 - 2に示す。



凡 例

CBC : ボーリング室 : 第2年次調査範囲

MJC : ボーリング孔 : 第3年次調査範囲

図 I - 1 - 2 厚婆切鉾山 - 160mL 坑道図及びボーリング位置図

表 I - 1 - 2 協定折衝・調査計画参画者及び現地調査団員名簿

日	本 側		中 國		現 側	中 國		現 側	
	協定折衝・調査計画参画者	調査団	調査団	参画者					
第 1 年 次	龜北石山納伊 井島田本 藤 隆正 恭 德襄真久篤正	(通商) (通商) (通商) (國際) (國際) (國際) (金) (金) (金) () () () () () ()	礦福偉 羅純 金羅楊	(中国有色金屬工業總公司) (廣州有色金屬工業公司) (仙頭有色金屬公司)	西渡小狹伊十嘉 武原谷部昂園本花口野川谷中葉田藤瀬石 昭政裕夫助治權秀雄己雄夫雄友敏 忠勝春礼智和正信克昭泰幸好正通昭幸	住鉢 () () () () () () () () () () 同 () () () () () () () () () () 上 () () () () () () () () () () 同 () () () () () () () () () () 同 () () () () () () () () () ()	林鄭王楊榮黃楊晉張 學方得東盛惠接秀 尚華銳波波広福園	() ()	鋼 山 ()
第 2 年 次	安木石小平向納伊 藤村田山野井 藤 洪忠 恭英英 千夫真一雄昭篤正	(通商) (通商) (通商) (國際) (國際) (國際) (金) (金) (金) () () () () () ()	礦福偉 羅純 金羅楊	(中国有色金屬工業總公司) (廣州有色金屬工業公司) (仙頭有色金屬公司)	力小濱宮工滝橋伊青木田千松 武原谷部昂園本花口野川谷中葉田藤瀬石 昭政裕夫助治權秀雄己雄夫雄友敏 忠勝春礼智和正信克昭泰幸好正通昭幸	住鉢 () () () () () () () () () () 同 () () () () () () () () () () 上 () () () () () () () () () () 同 () () () () () () () () () () 同 () () () () () () () () () ()	林鄭王楊榮黃楊晉張 學方得東盛惠接秀 尚華銳波波広福園	() ()	鋼 山 ()
第 3 年 次	御北高石伊土納 手洗 田田藤田 章良利 實 弘行男真正子篤	(通商) (通商) (通商) (國際) (國際) (國際) (金) (金) (金) () () () () () ()	羅楊林王楊李 葛純學作得同	(廣州有色金屬工業公司) (仙頭有色金屬公司) (厚 筲 同 同) (有色金屬梅限分水公司)	力神大瀬二宮山滝橋青木田千松伊利明 武原谷部昂園本花口野川谷中葉田藤瀬石 昭政裕夫助治權秀雄己雄夫雄友敏 忠勝春礼智和正信克昭泰幸好正通昭幸	住鉢 () () () () () () () () () () 同 () () () () () () () () () () 上 () () () () () () () () () () 同 () () () () () () () () () () 同 () () () () () () () () () ()	萬華銳波波広福園 學方得東盛惠接秀 林鄭王楊榮黃楊晉張	() ()	鋼 山 ()

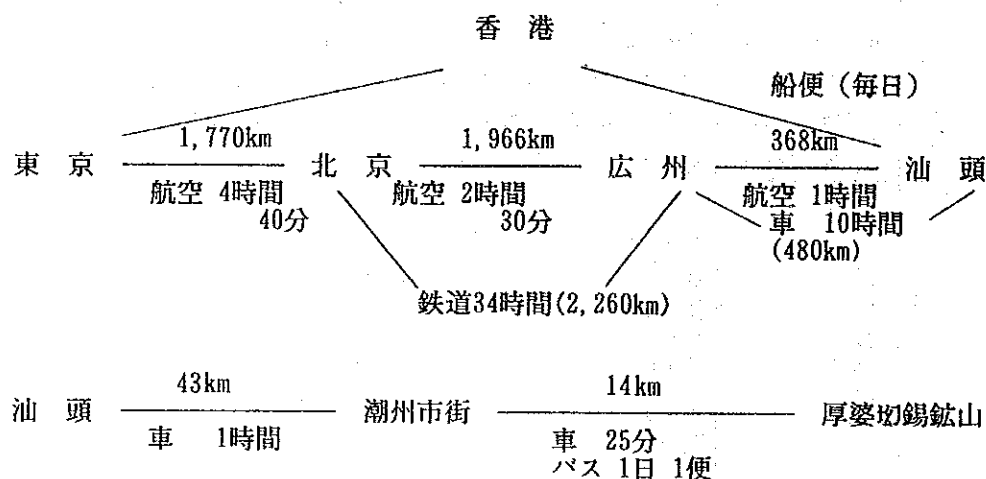
第2章 調査地域の地理

2-1. 位置・交通（調査位置図参照）

当調査地域は、中華人民共和国広東省潮州市の市街中心地の西方14kmの潮州市古巷区大埔亭に位置する。潮州市は福建省との境界部に近い広東省の東端部にある人口95万人の文化都市である。

潮州市街地より調査地域までの道路は途中の楓溪までの5km間が舗装で、その先は手入れされた砂利道であり、1日1回のバス便が通じている。潮州市から韓江水路及び国道に沿って南下すると、広東省東部最大の港湾都市で対外開放経済特別区を有する汕頭市に達する。

汕頭市は、韓江三角州の南端にある工業都市で、空港があり、広州市との間は1日3便の航空便で結ばれ、自動車では国道（480km）により約10時間で達する。また汕頭市は、福建省夏門市とも国道（360km）で通じ、さらに香港との間には旅客船便（毎日）、貨物船便（月3便）がある。



このように調査地域は、国内外に対する交通が至便の地である。

2-2. 地形及び水系

当調査地域は、潮汕平野の北縁に位置し、沖積層と丘陵性の山地から成る。標高は海拔10~150m。水系は韓江の支流に属し、韓江は南海に注ぐ。

2-3. 気候及び植生

厚婆切錫鉞山は、北緯24度、東経116度20分に位置し、気候は、年間平均気温21℃、年間降雨量1,640~1,840mmの亜熱帯性気候である。潮州市の月別気象状況は表I-2-1に示す。

当調査地域は、潮汕平野の北縁に位置し、低地と丘陵地から成る。低地部は、水田と野菜畑で、丘陵部は野菜畑及び果樹園（洋桃、番石榴、橄欖）である。丘陵頂部付近にある鉞脈露頭部には、多くの浅い採掘坑道とその礫があり、小丘はほとんど草地である。

1985、1986、1987年の月別気象状況は表I-2-1の通り。

表I-2-1 月別気象状況

潮州市気象局編：潮州市気象広報

	1985												1985 年平均
	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
平均気温 (°C)	13.4	14.5	15.3	19.8	25.5	26.0	27.3	27.9	26.6	24.8	20.0	14.4	21.3
日照時間(時間)	124.6	40.9	69.6	100.1	170.0	127.2	216.4	241.4	184.5	256.3	192.8	196.8	1,920.6
降雨量 (mm)	15.0	330.2	75.2	169.6	190.9	239.2	313.4	221.4	242.5	20.4	10.1	9.3	1,837.2

	1986												1986 年平均
	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
平均気温 (°C)	12.6	12.4	15.2	21.4	24.0	27.8	28.0	28.9	26.4	24.0	19.5	15.2	21.3
日照時間(時間)	217.2	88.3	79.2	90.5	113.8	170.1	260.3	268.1	240.7	226.3	123.5	197.6	2,075.6
降雨量 (mm)	0.0	62.6	84.0	76.7	287.8	294.6	385.3	102.2	122.5	62.3	131.6	16.9	1,626.5

	1987												1987 年平均
	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
平均気温 (°C)	14.8	15.8	18.4	20.4	23.7	26.4	28.7	28.9	26.0	24.1	20.4	14.7	21.9
日照時間(時間)	208.2	147.4	71.9	116.8	85.1	157.0	221.2	304.5	171.5	157.4	122.3	197.9	1,961.2
降雨量 (mm)	26.4	29.0	298.7	165.3	289.3	226.0	367.7	119.1	85.6	54.9	8.75	0.2	1,670.75

第3章 調査地域の地質・鉱床

3-1. 地質・地質構造

調査地域は中国南東部沿岸地域の中生代中～後期（燕山期）の活動帯に位置し、三畳紀～ジュラ紀の堆積岩、火山岩類とこれを貫く燕山期中期後半の花崗岩類が分布する。

中国大陸南東部にはNE-SW系の断裂帯が発達しており、潮州地域は主要断裂帯の内、もっとも沿岸寄りの海豊～麗水断裂帯の南東側に位置する。

厚婆切鉱山より提供された地質図によれば厚婆切鉱床群の母岩は、三畳紀の堆積岩類とこれに貫入する岩脈よりなり、一部に花崗岩が露出する。しかし、中国南嶺及び基陸区地質図（1:1,000,000）によれば、潮州地域にはジュラ紀前期の堆積岩類が分布し、これを囲んで広大な地域を燕山期前期末（燕山期前期第三期140-155Ma）の花崗岩類が占めている。

本地域は、ジュラ期後期には陥没帯を形成し、陸成の酸性（中性）火山活動が旺盛であり、厚婆切鉱山の周辺には酸性火山岩類が卓越している（南嶺及び基陸地区地質図）ようである。

3-2. 厚婆切鉱床群の概要

中国大陸南西部には多数の錫（多金属）鉱床が分布しており、大廠、个旧などを含む北側の錫帯と厚婆切、金子嵩を含む南側の錫帯に分けられ、厚婆切鉱床群は南側の錫帯の最も東に位置している（図I-3-1）。

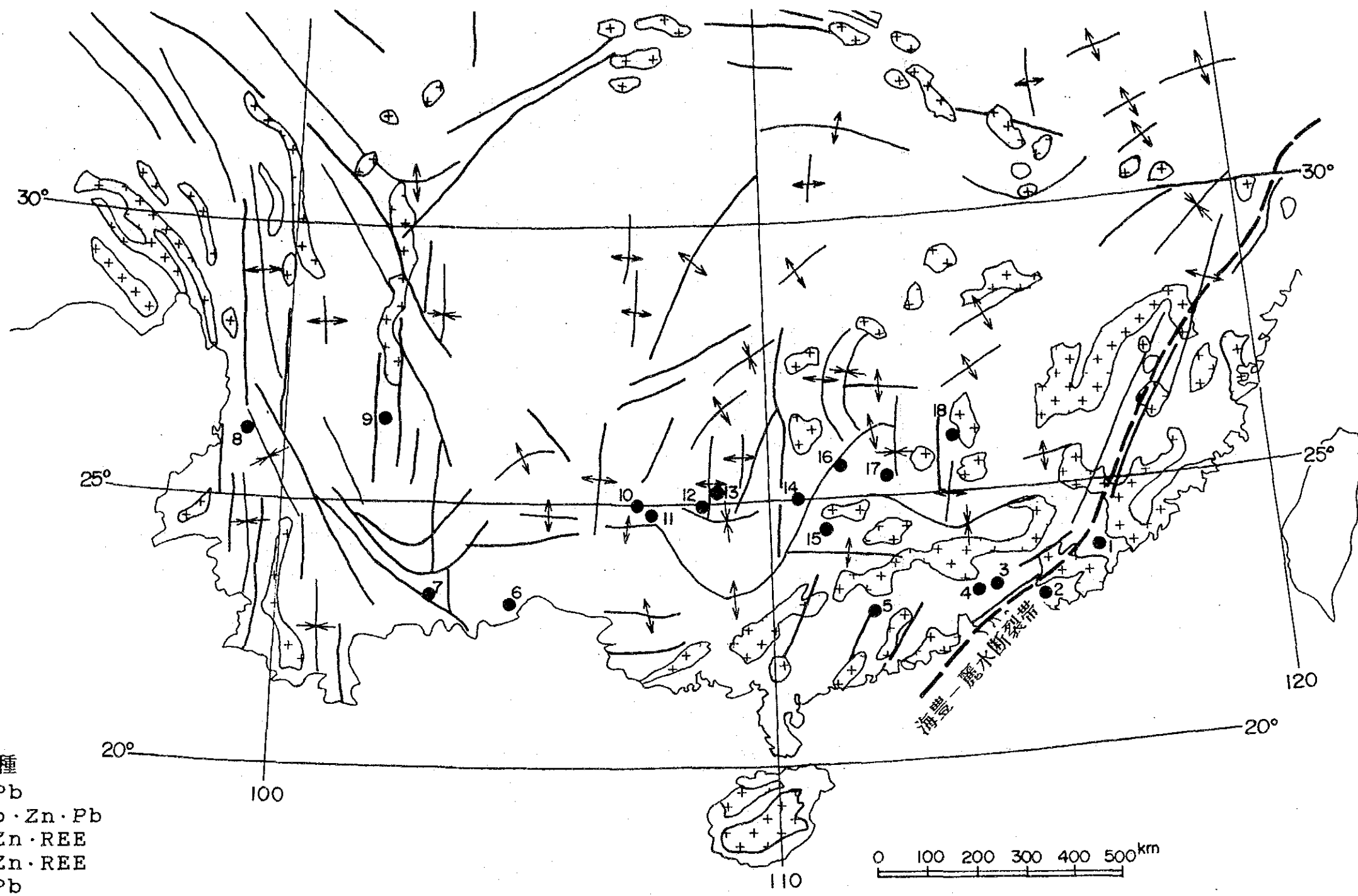
これらの錫帯に分布する鉱床でも、鉱床によって形態、産状、鉱物組合せなどの特徴に変化が多く、一意的な成因論では議論し難いと思われる。

一般に錫の鉱化作用はチタン鉄鉱系の花崗岩に関連していると見られているが、磁鉄鉱系モソニ岩に伴なう例も報告されている。しかし、Rb-Sr同位体比の初生値が0.7100前後の花崗岩に伴なわれる含錫鉱床は数多く知られており、地殻の部分溶解あるいはマントル上部起源のマグマが上昇過程で地殻物質を同化した花崗岩に関連して錫の鉱化作用がもたらされたことを暗示している。

厚婆切鉱山近傍に露出する花崗岩は、中粒黒雲母花崗岩で、黒雲母3-5%、石英32%、正長石35%、斜長石32%からなると報告されているが、微量成分の含有量など地化学的性質が明らかにされていない。鉱化作用と近傍の花崗岩が成因的に密接に関連していると思われるが、成因論を議論するための情報がほとんどない。

厚婆切鉱床群は東部、西部、中部、南部の4つの鉱床群に分けられている。今回の調査の対象となったV-70は中部鉱床群にV-40は東部鉱床群に属する。

西部鉱床群と南部鉱床群は略々NE-SW系の裂かに、中部鉱床群はE-Wの裂かに、東部鉱床群はNW-SE系の裂かに支配されている。



鉍山名	鉍種
1 厚婆坳	Sn·Zn·Pb
2 海豐	Sn·W·Mo·Zn·Pb
3 泰美	Sn·Nb·Zn·REE
4 派遷	Sn·Nb·Zn·REE
5 金子嵩	Sn·Zn·Pb
6 都龍	Sn·W·Pb
7 个旧	Sn·W·Bi·Cu·In
8 云龍	Sn
9 岔河	Sn
10 大廠	Sn·Zn·Pb
11 南丹五	Sn·Zn
12 羅城四堡	Sn
13 九謀	Sn
14 栗木	Sn·W·Cu·Nb·Ta
15 平桂	Sn·W·Zn
16 道長湘源	Sn
17 香花嶺	Sn·W·Zn·Pb
18 桂頭流源	Sn·W

凡 例

- 酸性貫入岩類 ++
- 斷層
- 背斜軸
- 向斜軸
- 鉍山位置 ●

圖 I -3-1 中国南部主要錫鉍床分布, 地質構造, 酸性貫入岩分布關係圖

何れも堆積岩類を母岩としているがV-70沿脈坑道では岩床状の輝緑岩質岩脈も鉍化作用を受けている。

鉍床は塊状硫化鉍を含む石英脈又は硫化鉍細脈、石英細脈の集合からなる。

鉍石鉍物は黄鉄鉍、白鉄鉍、磁硫鉄鉍、方鉛鉍、閃亜鉛鉍などの硫化鉍物を主とし、少量の錫石を含む。

脈石鉍物は、石英の他、少量の緑泥石、絹雲母、方解石などである。

3-3. 厚婆切鉍山の沿革と現況

鉍床は明代末期ないし清代初期（17世紀）に発見されたと伝えられ、以来、錫、鉛亜鉛を対象に小規模、断続的に稼行されてきた。

1959年、民営から国営に移管され、1967年に選鉍場が建設された。

現在、西部鉍床（V-48、V-49）が-115mL、東部鉍床（V-40）が-48mLで稼行されており、日量125トンの鉍石を出鉍しているといわれる。

鉍石は選鉍場で浮選、重選処理され、錫、鉛、亜鉛精鉍が生産されている。

今回の調査で尾鉍試料を採取し、研磨薄片を作成検鏡した結果によれば、尾鉍中に多量の硫化鉍物が残されている。効率的な選鉍場の操業が行われているかどうかについて疑問がある。

3-4. V-70、V-40系統鉍化帯の調査結果（要約）

V-70系統の鉍化帯はE-W乃至ENE-WSW系の擾乱帯に胚胎しており、-160mL坑道内においては局部的に高品位部を形成するが、全体に脈勢が不安定である。ボーリング調査の結果では、-160mL以下で鉍況の良い部分も認められ、深部で良好な鉍況を期待できる。

-160mL坑道のV-40着脈部での品位はきわめて良好で、錘押し約16m間で品位、脈巾ともに安定している。

各鉍化帯の鉍況は表I-3-1のように推定される。

表I-3-1 V-70、V-40系統各鉍化帯の鉍況

	推定 脈巾 (m)	推定 走向長 (m)	品位					S %	Pb換算品位%
			Sn %	Pb%	Zn%	Ag g/t			
V-67	2.46	不明	0.32	1.86	2.05	63.8	7.74	11.4	
V-70上盤脈	1.55	70	0.18	1.89	1.12	73.4	6.53	8.5	
V-70下盤脈	2.78	170	0.39	2.14	1.54	110	11.3	13.0	
V-70A	6.57	250	0.09	2.27	1.33	105	7.18	9.51	
V-71	1.57	150	0.14	3.18	1.35	107	7.59	11.00	
V-40	1.73	290	0.44	9.36	4.75	385	14.6	36.7	

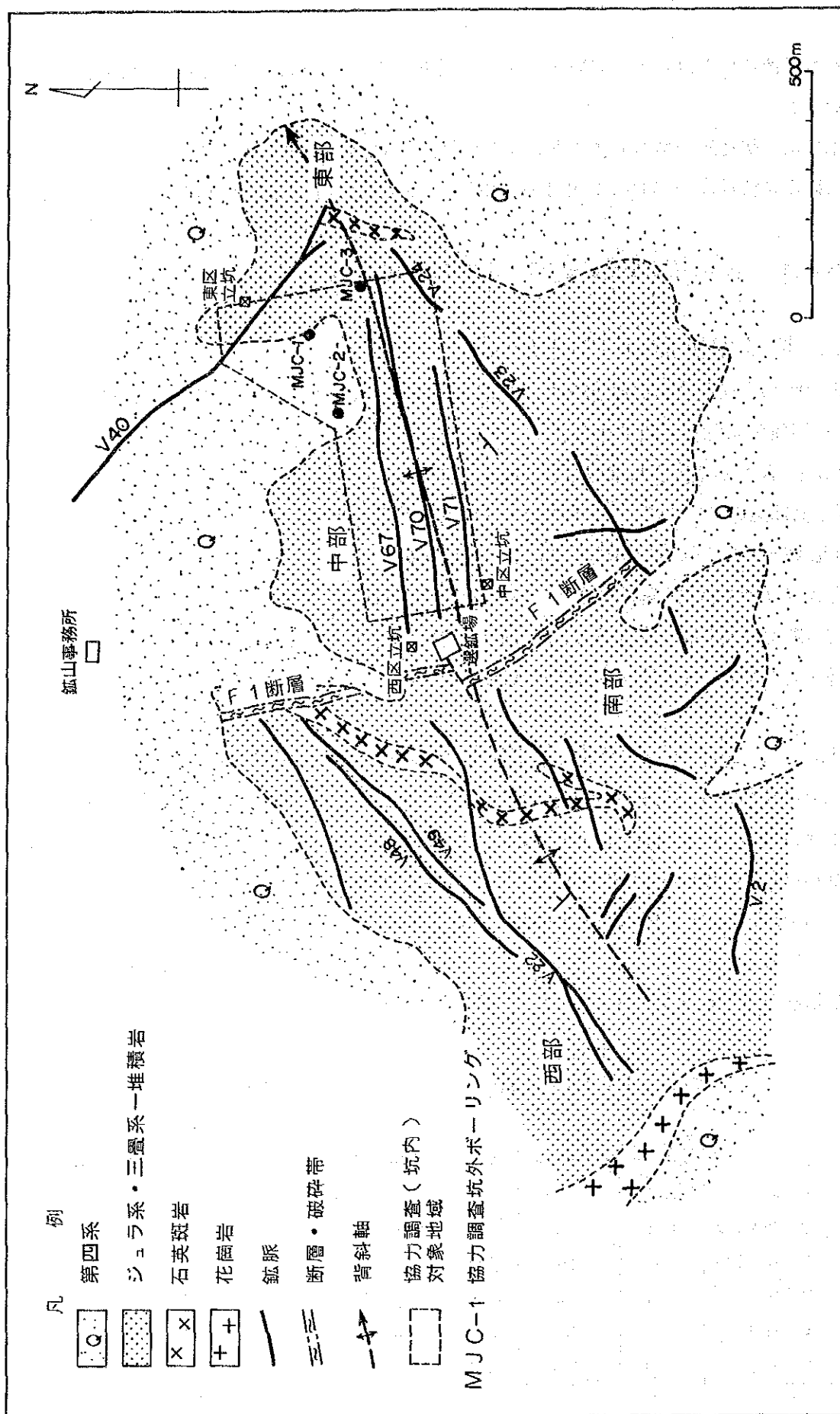


図 I - 3 - 2 厚妻切鉱床群分布概略図

以上その他L-19坑外試錐（MJC-3）でV-40の下盤側、L-94の坑内試錐でV-70系統の鉍化帯の下盤側に各々有力な鉍化帯に着脈している。

第4章 結論と提言

4-1. 結論

3年次にわたる坑道調査及びボーリング調査により、-160mL以下の鉱床の性質、産状、鉱化状況が明らかになった。特に-160mLではV-40の鉱況が良く、このレベル以上で経済的に稼行可能な鉱量を確定できる可能性がある。

4-2. 提言

本調査を実施した地区において、-160mL以下の鉱床を開発する場合には新に立坑を開さくする必要があるため、-160mL以上の鉱床の開発を目的として探鉱を行うべきである。

探鉱計画の策定にあたっては、本調査で得られた結果と既往調査の資料を総合的に解析することが必要である。

しかし既往調査についての情報量が少ないため、本報告書では本調査で得られた結果に基づき策定した探鉱計画案を提示する。探鉱目標は(1) V-40, V-40の下盤側の鉱化帯、(2) L-94断面上MJC-12, -13, -14で着脈している鉱化帯、(3) V-70, V-70A, V-71で坑道に現われていない部分とする。これらの目標に対し-160mLで坑道開さく及びボーリングを行う。調査量は坑道延長410m, ボーリング孔数37孔, ボーリング総延長2,655mである。

第Ⅱ部 各 論

第 II 部 各 論

第 1 章 坑道調査

1-1. 概 要

坑道調査は厚婆切錫鉱の中区-160mLに於いて1986年(昭和61年)12月7日に開始し、1988年(昭和63年)6月10日に完了した。

調査量は坑道掘さく1,360m, 試錐座開さく5室である。

坑道掘さくの内訳は以下の通り,

V-70 立入坑道	470m
V-70 沿脈坑道	575m
V-40 立入坑道	307m
V-40 沿脈坑道	8m
合計	1,360m

2年次調査(1986年)は、当初予定より大幅な工期の遅延を招いた。

これは主に以下の事情によるものであった。

-160mLプラットの水没事故(1986年11月)

93線立入坑道96m地点の出水及び同破碎帯の突破(1987年1-2月)

中方遅延工事(ポンプ座)の再開(1987年2-3月)

沿脈坑道377m地点より60m間の含水破碎帯の突破(1987年9月)

立坑の故障(1987年11月)

3年次調査(1987年)は、V-70沿脈坑道とV-40向立入坑道の2切羽を並行掘さくですすめた。予想を上回る大量出水と軟弱岩盤であったが、掘さくは順調に進捗し、月間掘さく151.2m(1987年12月)、181.0m(1988年1月)を記録し、710mの掘さくを5.5ヶ月で完了した。

V-40向立入坑道では、掘さく切羽から1.2-1.5 m³/分の出水があり掘さくは難行したが、先進ボーリング孔、水抜き孔の穿孔および二段発破等によりこの難工事を切りぬけた。坑内湧水量は協力調査に係わる水量5.08 m³/分、坑内全水量は5.50 m³/分であった。

1-2 実施体制

調査実施体制は指導部（日方）と施工部（中方）から構成され、その運営は定例会において、基本計画に基づく実行計画を作成し、討議、決定後実施に移した。

日方指導部は中方の管理者、技術者に対し、調査実施方法の技術的、また現場管理、資機材の使用管理について指導、助言を行った。

中方施工部は施工を担当した。

定例会の構成人員は次の通り。

日方指導部	中方施工部
力武 昭（団長）	鄭 萬華（施工部長）
二串 礼助（団員）	楊 得銳（工程師）
宮蘭 智治（団員）	張 秀国（隊長）
橋口 信雄（団員）	張 遠球（副隊長）
青野 克己（団員）	甘 佛（副隊長）

表Ⅱ-1-1 坑道調査総括表

項 目		水 平 掘 進	試 錐 座	合 計	記 事
工 事 量		1,360 m	5 室	1,360 m	試錐座1室は 123m ³
工 事 開 始 年 月 日		1986.12. 7		1986.12. 7	
工 事 完 了 年 月 日		1988. 6.10		1988. 6.10	
所 要 日 数	実 作 業 日 数	357	39	396	側溝掘さく及び破碎帯の 取明け作業
	そ の 他 日 数	113		113	
	休 日	43		43	
合 計		513	39	552	

所 要 工 人 数	中 国 人	坑 内 技 術 者	1,829	152	1,981
		坑 内 作 業 者	12,645	867	13,512
		坑 外 技 術 者	1,297	86	1,383
		坑 外 作 業 者	20,481	1,279	21,760
		管 理 者 ・ 技 師	4,717	374	5,091
		事 務 ・ 職 員	834	78	912
	合 計		41,803	2,836	44,639
日 本 人		2,010	118	2,128	

実作業日数1日当り作業量	3.81 m/日	15.77 m ³ /日	3.43 m/日
所要日数 1日当り作業量	2.65 m/日	15.77 m ³ /日	1.11 m/日
坑内作業者1日当り作業量	0.108m/工	0.709m ³ /工	0.101m/工

火 薬 使 用 量 (kg)	22,199.2	1,941.1	24,140.3	中国製 30mm 径 175g/本 導爆管雷管
雷 管 使 用 量 (kg)	28,830	2,237	31,067	
掘さく1m当り 火 薬 量 (kg/m)	16.32	3.16 (kg/m ³)	17.75	

1-3 坑道掘さく

(1) 設計概要

坑道の内空断面は2.1m×2.2mとし、坑道勾配は3.5/1,000。またカーブの曲率半径はR:10m以上とした。

(2) 岩盤状況

坑道1,360mの岩盤状況は、硬岩173m、軟岩754m、軟弱岩433mであり、軟弱岩盤ヶ所はコンクリート枠・鋼枠・木枠を施した。

(3) 掘さく

掘さくは全断面掘さくにより進めた。さく岩機はレッグさく岩機(TY85LD)、長さ1.5mのテーパーロッド、36mmのディタッチャブルカービットを使用した。

硬岩は35孔、軟岩は25孔穿孔のバーンカット法で、軟弱岩は20孔のバーンカット法またはVカット法で掘さくした。

(4) 発破

爆薬は中国製硝安爆薬30mmφ×200mm(175g)を使用した。雷管は非電気方式の導爆管雷管(5段階)を用い、導爆管を結束してスターターと結合し、その起爆には火雷管(工業雷管)を用いた。込物は粘土を使用した。

(5) 礫処理

礫の積込みには空動ロッカーショベル(タイクウ600B、バケット容量0.15m³)を使用した。ショベルにより1.0m³の鉱車に積込み、5車を1列車として-160mLプラットまで運び、立坑ケージにより坑外へ捲上げ礫明け揚に処理した。-160mLの鉱車の運搬には3t蓄電池式機関車を使用し、充電設備は坑外に設置し、バッテリーセル2台を備えた。

(6) 支保

軟弱岩盤には三ツ枠を施した。三ツ枠は岩盤の状況に応じコンクリート枠・鋼枠・木枠を間隔0.5-1.0mに設けた

(7) 通気・排水

通気は風管(直径500mmφ鉄製)による吸出し方式とした。-160mLに高圧扇風機(反転軸流ファン)を設置し、このファンから作業地点までは小型扇風機の直列運転を行った。

排水側溝断面は深さ0.4m×幅0.5mとし、側溝の両側面は厚さ10cmのコンクリート仕上げを行った。

(8) 試錐座開さく

試錐座は坑道を拡幅し、天盤を打上げ、H=6.2mW=5.0mL=7.0mの半ドーム状とした。

天盤はルーフボルトと金網で支保を行った。

1-3-1 掘さく実績及び工程

昭和61年12月7日に掘さくを開始し、昭和63年6月10日に調査を完了するまでの坑道調査実績を表Ⅱ-1-1にまとめた。

1-3-2 主な問題点

(1) 坑内湧水

協力調査開始95.5m地点で1.2 m³/分の湧水があり、以後坑道が延びるにつれ水量は増加し、協力調査完了時の湧水量は5.08 m³/分、坑内全水量は5.50 m³/分であった。

予想を上回る湧水に対し、当初計画2台のポンプ(2.0 m³/分×2台)の外に、4台のポンプ(2.0~2.5 m³/分×4台)を増設した。

湧水は主に次の岩盤のところに見られた。

断層破碎帯(V-70向立入坑道 95.5~96.5m 1.2 m³/分)

岩盤亀裂(93線北向立入坑道 138.8m 0.8 m³/分)

頁岩・砂岩の層理(V-40向立入坑道 8900N以北 1.2 m³/分)

鉱体(V-40沿脈坑道 1.5 m³/分)

出水切羽の掘さくに対しては、先進ボーリングにより確認し、注意を払って掘さくした。

V-40向立入と沿道掘さくで異常出水のおそれがある時は、水抜き穿孔を実施、また心抜き発破を先行し、出水状況をみた後で払い発破を行う二段発破を実施した。

発破に際しては水の突出を警戒するため、ポンプの運転、電力状況(電圧降下)を事前に確認することにした。

また、大量出水、ポンプ故障、停電などの異状事態に備え坑内作業員の避難、水門の締切りを迅速に行うなどの安全作業を徹底させた。

-160mLの今後の展開で、湧水量は更に増加することは確実とみられる。従って次の事項につき早急に対処することが必要と考えられる。

-160mL水倉容量の拡大：現在の水倉容量は480 m³しかなく、貯水能力は90分不足である。保安上また水倉掃除のためにも500 m³以上の第2水倉の掘さくが必要である。

-160mL坑道と上部坑道との連絡立坑の掘さく：-160mL坑道は盲坑道であり保安上好ましくない。非常の際の作業員退避と通気のため、V-40近くで上部坑道(-115mL)との連絡立坑掘さくを急ぐ必要がある。

ポンプの点検整備体制の確立：ポンプ故障を未然に防ぐため、点検者を決め、定期的に整備するシステムを作るのが望ましい。例えば点検注油は毎日、フートバルブの掃除は毎月1回必ず実施するなど。

(2) 断層破碎帯の掘さく

坑道掘さく中に以下の3ヶ所で断層破碎帯に達した。いずれも湧水を伴い、掘さく工事は

難行し、工事の進捗に多大の影響を与えた。

93線立入坑道破砕帯：昭和62年1月95.5m地点で破砕帯に逢着した。破砕帯幅は6mに達し、1.2㎡/分の湧水を伴い、高落ちし、掘さくは困難を極めた。間隔0.5mのコンクリート枠による支保を行ない破砕帯を通過した。

沿脈坑道4,493E破砕帯：N90° Eで掘さくをすすめたが、昭和62年6月走行N70° E方向の断層破砕帯に逢着した。木枠とコンクリート枠による支保を行ったが坑道の全面崩落を招いた。湧水を伴うため、取り明け、直進を避け、断層破砕帯を最短距離で通過すべく、南側に迂回切り換え坑道を設け掘さくを進めた。

沿脈坑道4,543E破砕帯：昭和62年2月破砕帯に逢着。破砕帯の走行はほぼ掘さく方向（N40° E）であったが、木材による三つ留枠を間隔0.5～1.0mに入れ、矢木を差し矢して掘さくした。しかし、盤圧が大きく、支保枠の崩落を招き掘さくは一進一退をくり返し、最終的にはH鋼支保を間隔0.3～0.5mに入れ破砕帯を切り抜けた。破砕帯50m間に68枠の鋼枠を入れた。

断層破砕帯は上記ヶ所のほか、V-70のL-92、L-94、L-96の立入坑道にも現われたが、鋼枠を間隔0.5～1.0mに、かつ掘さく後ただちに支保を行ない破砕帯を通過した。

コンクリート枠、木枠は強度と施工上問題があり、今後の軟弱岩盤の支保には鋼枠を使用するのが望ましい。

(3) 電圧変動

電圧変動の実情：電力は鉾山受電所に於て33,000Vで受電し、これを380Vに降圧し、動力源に用いている。定格電圧380V（100%）に対し最高430V（+11.6%）、最低350V（-8.6%）を示し、電動機起動時は最低電圧は更に降下し、340～300Vになることもある。電圧降下のピークは日中に集中する。この変動は一時的なものでなく、慢性的なものである。

電圧変動による障害：ポンプ、コンプレッサー、捲上機等の電動機、そして継電器、開閉器の運転・作動に大きな障害となり、機器の正常運転ができないばかりでなく、機器破損の原因となっている。調査期間中に発生した電圧変動による障害の主なものは次の通り。

排水ポンプの作動不良事故

空気圧縮機のモーター焼損事故

ボーリング・モーター焼損寸前事故

立坑捲上機の制御盤の作動不良事故

特に立坑捲上機作動不良事故により、昭和62年10～11月は立坑がひんばんに使用不能となり、坑道掘さくの中断を余儀なくされた。

電圧変動の原因：電力供給が需要に対して不十分なことに因っている。

電圧変動対応策：定格受電を望むのは当然であるが、鉾山内で電圧変動を最小限に抑える手段としては、自動変圧装置の設置、自家発電機の増設、電圧降下時の節電、休転、時差操業があげられるが、現実的に電圧降下時の節電、休転、時差操業の実施が最も効果的と考えられる。

(4) 掘さく班の構成

掘さく班は4班編成で、1日3交替、休業日なしの連続作業で掘さくした。

各班の構成人員は7名で穿孔・発破・砵運搬作業を行っているが、7名の協同作業ではなく、次のように作業を分担している。

作業員は各自の分担作業に従事し、他作業には関与せず、また相互協力することもない。従ってある作業でトラブルが発生すると掘さく作業がストップする。

班人員	作業内容
7名 分担作業	2名 さく岩 1名 発破 1名 ローダー運転 1名 ロコ運転 2名 運搬補助

また支保作業は、掘さく班とは別編成の支保班により行われており、緊急を要する支保の場合、対応が遅れ掘さくの速度を鈍らせる要因となっている。

作業種別の分業化構成になっているが、作業員の多技能化、協同作業による掘さく能率向上を計ることが望まれる。

参考までに、日本の掘さく班構成例をあげる。

班人員	作業内容
2~3名 協同作業	[さく岩・発破・ローダー運転 ロコ運転・レール布設・支保]

第2章 ボーリング調査

2-1 概要

厚婆切錫鉱山の下部探鉱のために3年次にわたり、ボーリング調査を実施した。

第1年次は坑外より、第2年次と第3年次は坑内よりボーリングを行った。

年度別ボーリング調査の計画及び実績は、表II-2-1の通り。

表II-2-1 年度別ボーリング調査実績

年度別調査場所	実績数量	計画数量
第1年次 坑外	3孔 1,634.55m	3孔 1,630m
第2年次 坑内	6孔 859.20m	6孔 830m
第3年次 坑内	9孔 1,620.60m	9孔 1,620m
計	18孔 4,114.35m	18孔 4,080m

調査作業の編成は、日本人ボーリング技師3名を3班に分け、各班に中国人技術者3~5名と通訳1名の組合せで、3班を編成した。

作業時間は、掘進作業時は8時間・3交代制の24時間連続作業とし、運搬と設営時は1~2方作業で実施した。

ボーリング孔の位置は、図I-2-1に示した。

2-2 ボーリング工法及び使用機器

ワイヤーライン工法を採用し、掘進傾斜角度によって水平用、垂直用のコアバーレルを使い分けた。

孔径は、HQ、NQ、BQサイズで、ダイヤモンドビットを使用した。

2-3 ボーリング作業

第1年次のボーリング調査は、坑外より3孔の深度500~570mの傾斜ボーリングを実施した。

掘進状況は、上部が軟岩の砂岩が主で、掘進は比較的容易であった。

下部に進み、砂岩頁岩互層となり、珪化作用を強く受けた硬岩が主体となり、亀裂が全体に発達し、破砕を受けた箇所が多く、全量逸水し、孔内抵抗が大きく、掘進は難行した。

第2年次と第3年次のボーリング調査は厚婆切錫鉱山中区-160mL坑道で、15孔の深度70~220mの水平と傾斜ボーリングを実施した。

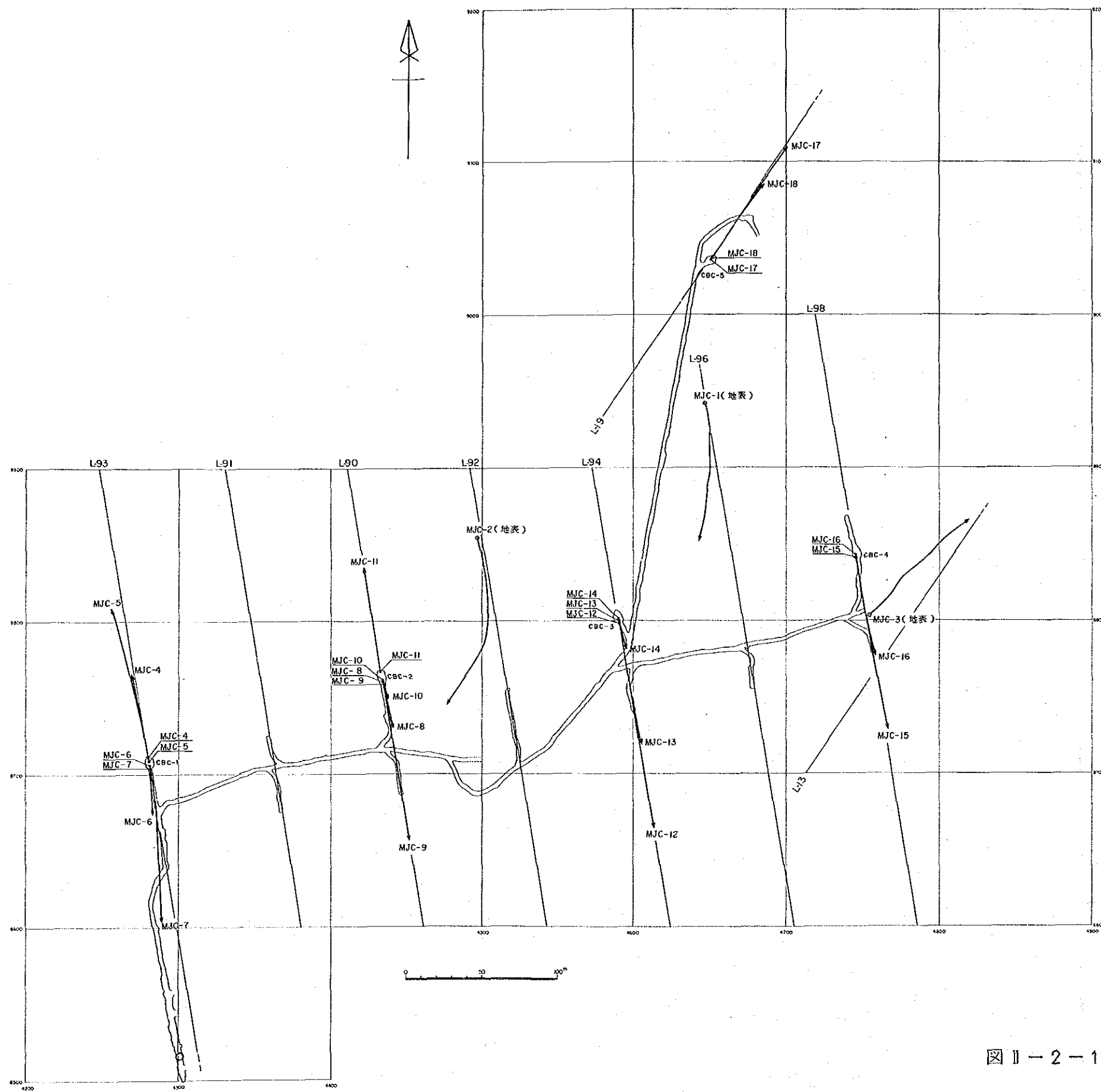
地質状況は珪化作用を受けた硬質の砂岩・頁岩互層が主体で、全体に亀裂が多く、破碎・粘土化した個所が多かった。

多量の湧水があり、インナーチューブ、ロッドの揚降に多くの時間を要し、また湧水で孔壁崩壊が起こり、かつ孔内抵抗が大きく作業は難行した。

各ボーリング孔の掘進実績は総括表（表Ⅱ-2-2）の通り。

表II-2-2 ボーリング掘進実績総括表

孔番号	掘進延長 (m)	方位	位傾斜	コア長 (m)	コア採取率 (%)	実掘進日数		総日数		CBC
						日数 (日)	1日当りの掘進長 (m/日)	日数 (日)	1日当りの掘進長 (m/日)	
第1年次										
MJC-1	502.30	193° 10'	-74°	490.00	97.6	83	15.2	43	11.7	坑外
MJC-2	561.30	216° 10'	-74° 50'	533.80	95.1	42	13.4	61	9.2	
MJC-3	570.95	59° 40'	-83°	557.35	97.6	33	17.3	53	10.8	
小計	1634.55	-	-	1581.15	96.8	108	15.1	157	10.4	-
第2年次										
MJC-4	55.40	348°	0°	52.40	94.5	3	18.5	13	4.3	1
MJC-5	177.20	343°	-55°	173.90	98.2	12	14.8	14	12.7	
MJC-6	155.40	178°	-80°	150.20	96.7	16	9.7	16	9.7	
MJC-7	161.80	170°	-52°	156.20	96.5	13	12.4	14	11.6	
MJC-8	129.40	166°	-75° 30'	125.20	96.8	8	16.2	10	12.9	
MJC-9	130.00	170°	-48°	173.70	96.5	14	12.9	18	10.0	2
小計	859.20	-	-	831.60	96.8	66	13.0	85	10.1	-
第3年次										
MJC-10	200.00	170°	-85°	191.50	95.8	12	16.7	13	15.4	2
MJC-11	70.10	350°	0°	69.30	98.9	5	14.0	6	11.7	
MJC-12	170.00	170°	-35°	156.20	91.9	10	17.0	11	15.5	3
MJC-13	200.00	170°	-65°	184.10	92.1	19	10.5	20	10.0	
MJC-14	220.20	170°	-85°	206.30	93.7	17	13.0	27	8.2	
MJC-15	180.00	170°	-50°	169.00	93.9	14	12.9	26	6.9	4
MJC-16	230.00	170°	-73°	208.00	90.4	25	9.2	31	7.4	
MJC-17	150.00	34°	-53°	140.60	93.7	23	6.5	28	5.4	5
MJC-18	200.30	34°	-72°	192.80	96.2	20	10.0	28	7.2	
小計	1620.60	-	-	1517.80	93.7	145	11.2	190	8.5	-



凡 例

- MJC1~3 坑外ボーリング
- MJC4~18 坑内ボーリング

図 11-2-1 ボーリング孔位置図

第3章 地質・鉱床

3-1. 地質・地質構造

3-1-1. 層序・岩相（岩質）

調査地域は中国南東部沿岸地域の中生代中～後期（燕山期）の構造帯に位置し、中国南嶺及び基隆区地質図（地質鉱産局1984）によれば、主としてジュラ紀の堆積岩類、火山岩類とこれら貫く燕山期中期（燕山期早期第三期 $160 \pm 5 \sim 137 \pm 5 \text{Ma}$ ）の花崗岩類が分布する。

厚婆坳鉱山により提供された鉱山付近の地質図によれば、調査地域に分布する堆積岩類は後期三疊紀の小坪層に対比されている。

堆積岩類は砂質岩、泥質岩および砂質岩・泥質岩互層からなっている。泥質岩は一般に葉理が発達しており、頁岩と呼んでいる。砂質岩は粒度が細粒から粗粒に変化し、石英質のものと珪長質のものがある。砂岩・頁岩互層には数cm単位の有律互層もあり、しばしば級化層理が認められる。

泥質岩中には時にスランピングなどの乱堆積構造が見られ、堆積当時の堆積盆地が昇降運動を行っていたことを示している。これは広域的に見て、三疊紀上部層、ジュラ紀下部が浅海相を示し、陸成層と海成層が交互に堆積していることに対応している。

これらの堆積岩中に輝緑岩質岩脈が岩床状に貫入している。地表地質図にはランプロファイア、石英斑岩などの記載があるが、坑内で肉眼的にこれらの岩石に同定された岩脈は鏡下で輝緑岩に特徴的な組織を示している。

輝緑岩質岩脈と堆積岩の接触部は断層である場合が多いが、貫入境界が見られる場合には貫入岩の接触部が細粒、ハリ質化しており、急冷相を示している。

花崗岩は厚婆坳鉱山の南西の凹所に露出しており、黒雲母花崗岩と記載されている。

3-1-2. 地質構造

中国南東部にはNE-SW方向の構造が顕著で、潮州地域は海豊-麗水断層帯の南東側に位置する（図I-3-1）。

厚婆坳鉱山の中心部にはE-WまたはENE-WSW方向の背斜軸が通り、その軸部付近の同じ方向の裂か、断層沿いにV-70系統（中部）の鉱化帯が形成されている。

この他、V-40系統（東部）の鉱化帯はNW-SEまたはNNW-SSE方向、V-22、V-48、V-49系統（西部）やV-23、V-24系統（南部）の鉱化帯はNE-SW方向の裂かまたは断層に支配されている。

坑内で測定した断層、裂か、鉱脈の走向・傾斜は $N85^{\circ} E \cdot 85^{\circ} N$ 又は $S, N30^{\circ} E \cdot 85^{\circ} NE$ 又は $SW, N65^{\circ} W75^{\circ} SW$ が顕著でNNE-SSW系の裂かが少ない。

E-WまたはENE-WSW系の裂かとNNW-SSE系の裂かは共役関係にあると見られ、前者が右横ずれ、後者が左横ずれを示すので、これらの系統の裂かがWNW-ESE方向の圧縮応力によ

て形成された可能性がある。

この2系統の裂か、断層にはしばしば鉍化がともなわれており、多くは鉍化期以前に発達したものと考えられる。

3-2. 鉍化作用

3-2-1. 鉍床の形態と産状

V-70系統の鉍化帯は上盤側から順にV-67, V-70, V-70A, V-71に分けられ、何れもE-W又はENE-WSW系の裂かに胚胎した鉍脈である。

これらの鉍脈は上・下盤境界が明瞭である部分もあるが、多方向の細脈群で構成され不毛部との境界が不明瞭な部分も多いので、分析結果に基づいて鉍化帯の中を定義した。

原則として限界分析品位を $Pb+Zn=1\%$ とし、この値以上の部分を鉍化帯とした。 $Pb+Zn<1\%$ の場合でも周辺の分析値によっては、Sn, Ag, Sの値を勘案して鉍化帯に含めた。

V-40系統の鉍化帯は、V-70沿脈坑道L-93付近からNNE方向に掘さくされた立入坑道で着脈、走向方向(NNW-SSE)に約16m間露出している。坑外ボーリングMJC-3、-160mL付近で着脈している上盤側(上位)の鉍化帯はV-40のSSE鍾先延長方向に位置する。

MJC-3で着脈している下盤側(下位)の鉍化帯は、他に対比される鉍化帯が現在までのところ知らされていない。

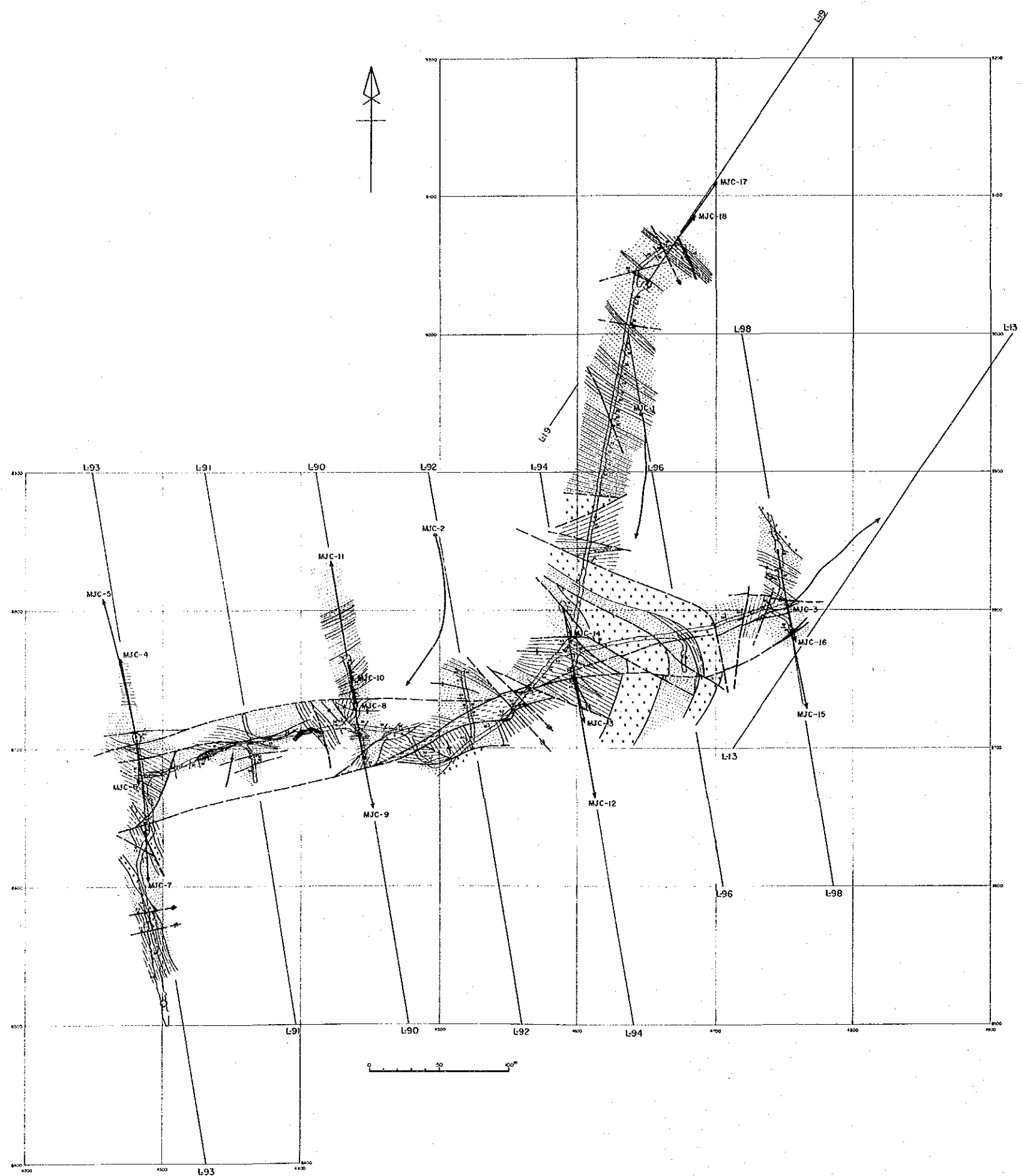
以上の他L-94で実施された坑内ボーリングMJC-12, -13, -14で有力な鉍化帯に着脈しているが、坑道面や他のボーリング孔に対比される鉍化帯が認められない。

-160mLのV-70系統の何れの鉍化帯も、一部に塊状硫化鉍レンズや不規則な硫化鉍塊を含む石英脈がみられるが、連続性が悪く、全体として硫化鉍細脈、鉍化石英細脈の集合で形成されており走向方向の品位変動が大きい。全体に脈勢が不安定で、平均品位も低い。坑外ボーリングMJC-2(L-92), MJC-1(L-96)では-160mLより下部でV-70, V-70A, V-71に対比されるまとまった鉍化帯に着脈しており、深部に鉍況が好転する可能性がある。










V-40は方鉛鉍に富む塊状鉍を主体とする鉍脈で、平均脈巾1.66mで安定している。

鉍石の硫化鉍物としては肉眼的に黄鉄鉍、白鉄鉍、磁硫鉄鉍、方鉛鉍、閃亜鉛鉍が観察され、稀にごく微量の黄銅鉍が認められる。錫石は暗色鉍物と共存する場合には肉眼的に同定が困難であり、ルーペによる注意深い観察により同定できる。

脈石鉍物の大部分は石英で少量の方解石が局部的に認められるほか、変質鉍物としてセリサイト、緑泥石が普遍的である。



凡 例

-  頁岩(泥岩、シルト岩を含む)
-  砂岩・頁岩互層
-  砂 岩
-  輝緑岩類
-  地層の走向・傾斜
-  断 層
-  鉱脈及び鉱脈の傾斜
-  石英細脈
-  破碎帯

図II-3-1 -160mL坑道地質図

3-2-2. 岩石・鉱石検鏡結果

(1) 玢岩～輝緑岩類

非顕晶質～完晶質で、鉱化変質を受けて帯緑灰、灰、灰白色を呈する。原岩鉱物は殆んど残存しないが、原組織は残されており、バリオリテック～インターグラニューラー～インターサータル組織を示す。

従来流紋岩とされたものは、鉱化白色輝緑岩であり、煌斑岩と呼ばれたものは輝緑玢岩～玢岩に相当する。

(2) 鉱石

構成鉱物：鉱石鉱物は、主として粗粒石英集合部を網状に切る微粒石英・緑泥石・絹雲母に伴われる。

粗粒石英は半自形～半犬歯状（0.5～1.6mm）、伸長形で、顕著な波動消光を示し、細粒石英は他形モルタル状（0.2～0.3mm以下）で、両者は明瞭に区別される。

鉱石は、石英・黄鉄鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱を主とする縞状・塊状・網状・鉱染状鉱で、時に黄銅鉱、単斜磁硫鉄鉱、白鉄鉱を多含するものもある。

検鏡結果では上記鉱物の他に、時に僅量の錫石、輝蒼鉛鉱、斑銅鉱、硫砒鉄鉱、未詳鉱物 a、b 等が存在する。

未詳鉱物 a、b は、方鉛鉱中に離溶する灰～淡灰色（等方性～異方性）の微粒で、散在～密集して含まれる。銀鉱物とみられるので EPMA による検討を行うのが望ましい。

共生関係：第 1～3 次調査の検鏡結果を総合すると、鉱石中に共生する鉱物は、閃亜鉛鉱 > 方鉛鉱 = 黄鉄鉱 > 磁硫鉄鉱 > 白鉄鉱黄銅鉱硫砒鉄鉱 > 輝蒼鉛鉱 > 斑銅鉱 > 錫石 > 未詳鉱物 a、b である。

組織：注目されるものは、卓越する離溶組織で、主なものは下記の通りである。

閃亜鉛鉱が黄銅鉱中に微粒で密集～散在する。

磁硫鉄鉱が閃亜鉛鉱中に斑状・紐状・粒～微滴状・微葉片状に多く含まれ、時には定向配列を示す。

磁硫鉄鉱が方鉛鉱中に微粒で散在する。

斑銅鉱が閃亜鉛鉱中に微細不規則状～微粒で密在する。

方鉛鉱が磁硫鉄鉱中に微粒で散在する。

上記の離溶組織と錫石、輝蒼鉛鉱、硫砒鉄鉱等の共生関係からみると、鉱石は、中・高温型鉱床（メソサーマル～ゼノサーマル型？）の特性を示している。

晶出順序：鉱石鉱物の晶出順序図に示す通りで、I～V 期に区分される。

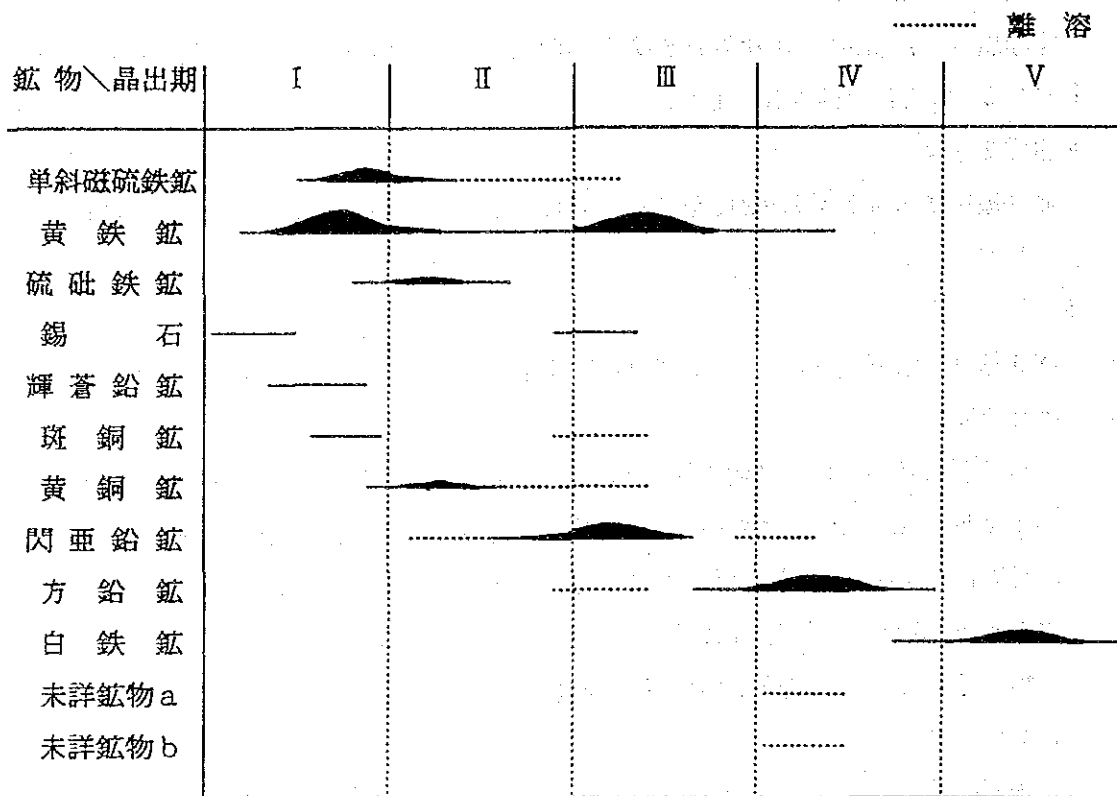


図 II - 3 - 3 鉍石鉍物晶出順序図

3-2-3. 分析結果と鉍化帯別鉍況

分析結果をもとに、各元素間の相関関係を統計的に検討した結果、Pb, Zn, Ag, Sは互いに強い相関を示し、一連の鉍化作用の産物であることを示している。Snもこれら4元素と相関しているが、相関の程度が低い。

微量元素として、地殻中の存在量（クラーク数0.1ppm）の低いInが部分的に濃集（最高425ppm）しており、硫化鉍物系の元素（Pb, Zn, Cd, Ag, S）と弱いながら相関しているので、副産物として回収されることが期待できる。

鉍石の検鏡結果によれば、Snの鉍化期には2期あり初期のSn鉍化期は硫化鉍物の鉍化期に先駆する。

鉍化帯別の坑道試料、ボーリング・コア試料の分析値の平均を第Ⅱ-3-2表にまとめた。

これらの平均値を推定脈巾、推定走向長（ボーリング着脈点については走向長1mと仮定）の重み付けで、鉍化帯別に平均品位を算出した（下表）。

表Ⅱ-3-2 鉍脈別平均品位

脈No.	脈巾 (m)	品 位						脈巾×Pb換算
		Sn (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (G/T)	S (%)	Pb 換算(%)	
V-67	2.46	0.32	1.86	2.05	63.8	7.74	11.4	28.0
V-70上	1.55	0.18	1.89	1.12	73.4	6.58	8.50	13.2
下	2.78	0.39	2.14	1.54	110	11.3	13.0	36.1
V-70A	6.57	0.09	2.27	1.33	105	7.18	9.51	62.5
V-71*	1.57	0.14	3.18	1.35	107	7.59	11.0	17.3
V-40*	1.73	0.44	9.36	4.75	385	14.6	36.7	63.5

* MJC-1のV-71相当鉍化帯群、MJC-3のV-40相当鉍化帯群の内、

各々最良品位を示す鉍化帯だけを採用した（表Ⅱ-3-1参照）。

これらの表からも明らかなように、V-40が他の鉍化帯に比較し圧倒的に高品位で、脈勢も安定している。

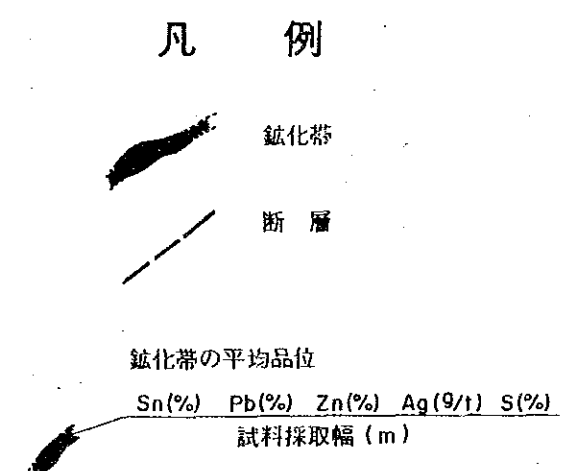
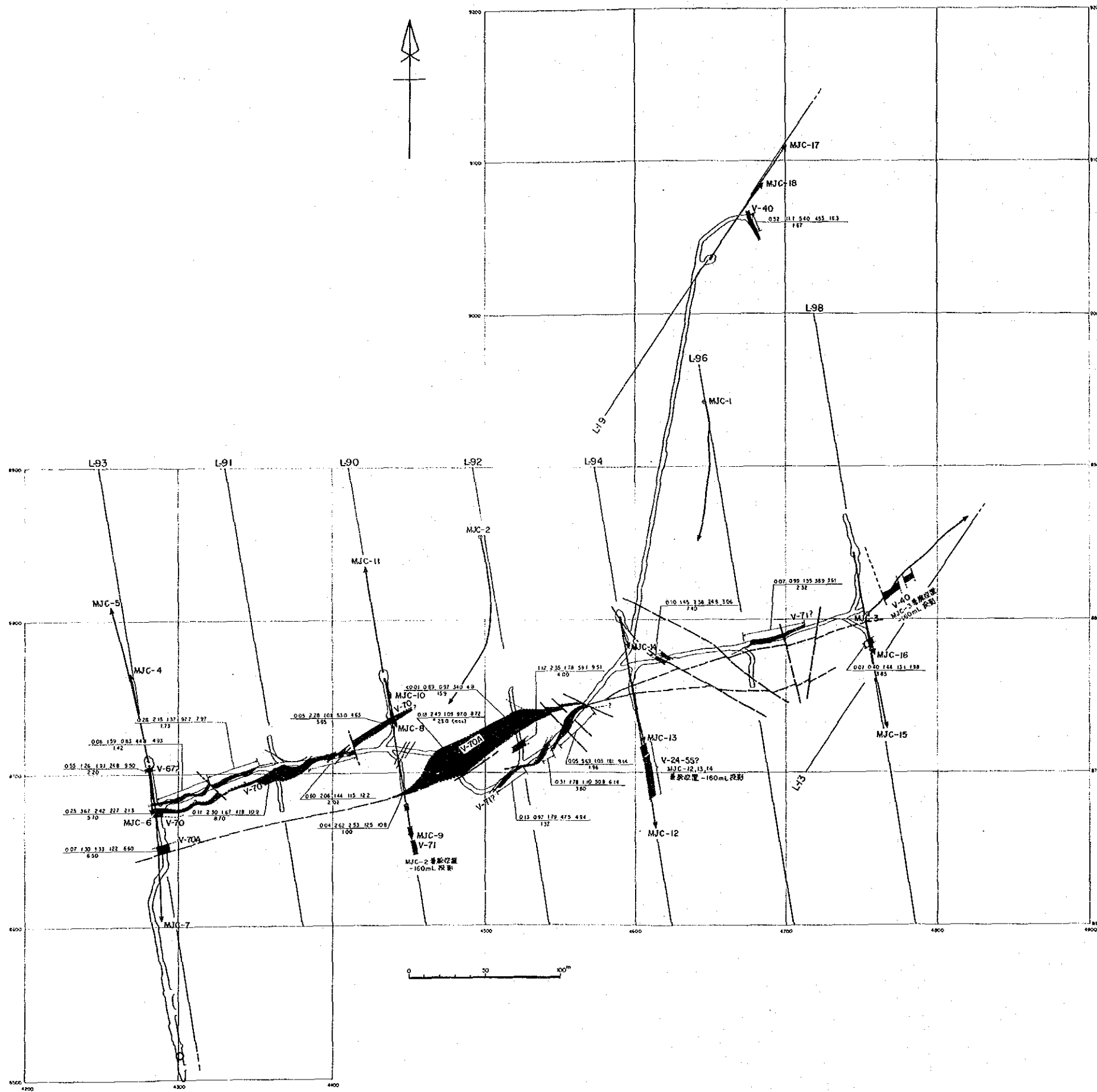
V-70, V-70Aの鉍化帯は-160mL坑道で見られる限り、低品位で経済価値が低いですが、ボーリングの着脈結果では-160mL以下で比較的鉍況が良い。

以上の他MJC-3で着脈しているV40下盤側（下位）の鉍化帯、L-94のMJC-12, -13, -14で着脈している鉍化帯（?V-28/55）は見過し難い鉍況を示している。

表 II - 3 - 1 鉍脈別着脈品位一覽表

脈 No	断面線段	試料No	位置	試料採取中 (平均)	推定脈中	走向長	品位						備考	
							Sn %	Pb %	Zn %	Ag %	S %	Pb換算%		
V-28/35	94	MJC-12	CBC-3	5.53 m	不明 ^m	- m	0.20	4.62	1.69	176.	7.59	16.16	新路線	
		MJC-13	CBC-3	69.10	不明	-	0.84	2.41	2.48	144.	9.41	20.81		
		MJC-14	CBC-3	18.60 6.50 9.90	不明	-	0.27	1.62	0.99	95.9	3.80	9.66		
V-40	13	MJC-3	坑外試維	4.55	1.94	-	0.16	1.84	0.68	38.4	2.26	6.14	V-40平均品位算出に採用	
				2.10	0.92	-	0.13	2.06	6.63	64.0	6.45	18.86		
				1.65	0.72	-	0.02	4.14	2.87	29.0	6.35	11.10		
				2.65	1.16	-	0.03	6.62	3.88	111.	6.45	18.57		
				3.80	1.87	-	0.10	4.68	3.27	64.8	5.16	14.49		
				3.15	1.55	-	0.11	1.56	0.01	115.	3.98	8.71		
				27.25	13.42	-	0.12	2.15	1.88	109.	7.99	10.93		V-40 Branch
				3.10	1.50	-	0.01	1.40	0.56	60.1	4.99	5.32		
				4.55	2.20	-	0.13	1.19	0.54	51.7	6.96	5.38		
				1.50	0.72	-	0.01	1.21	0.54	39.5	3.06	3.77		
				8.95	4.32	-	0.04	1.20	0.77	54.1	3.47	5.03		
				3.50	1.69	-	0.02	0.33	2.24	20.8	3.12	5.74		
				8.85	5.47	-	0.08	6.83	3.64	42.1	17.99	29.65		
				40V	93	MJC-17	CBC-5	3.75	2.40	-	0.24	8.48		3.35
MJC-18	CBC-5	2.60	0.50			-	0.61	1.77	7.91	121.	27.93			
V-67	93	MJC-15	CBC-4	11.30	4.00	16.0 m	0.52	11.1	5.40	455.	16.3	43.03	新路線はV-70系 精製位置からMJC-3、40Vに 対比される。	
		MJC-16	CBC-4	11.30	4.00	-	0.11	1.71	1.20	72.3	4.66	7.74		
V-67	93	-	共同立入 CBC- 入口付近	2.20	1.90	2.00 m	0.55	1.26	1.91	24.8	9.50	11.45		
		MJC-7	CBC-1	4.80	4.50	-	0.19	1.79	2.17	57.4	7.71	10.04		
		MJC-6	CBC-1	7.70	2.10	-	0.46	3.13	2.62	150.	6.70	28.26		
		MJC-5	CBC-1	4.40	1.90	-	0.01	1.79	1.41	61.9	5.42	6.87		
		MJC-4	CBC-1											
V-70	93	MJC-11	CBC-2	0.60	0.40	-	0.02	0.98	1.54	64.4	8.75	6.51	下盤脈 上盤脈 下盤脈 下盤脈	
		-	立入西側壁 8557N	5.70	5.60	2.00	0.25	3.67	2.42	227.	21.3	18.96		
		MJC-7	CBC-1	4.70	4.40	-	0.15	0.85	1.10	51.7	5.77	6.36		
	MJC-6	CBC-1	9.55	7.30	-	0.40	1.15	1.02	77.5	6.74	9.90			
	-	V-70沿線 93線-432E	1.42	1.40	35.0	0.06	1.59	0.83	44.8	4.93	5.42			
	-	V-70沿線 4321-4252E	1.73	1.70	34.0	0.28	2.15	1.37	97.7	7.97	11.11			
	-	南向立入 入口付近	8.70	8.60	2.20	0.11	2.30	1.67	118.	10.9	10.87			
	-	V-70沿線 4383-4415E	2.02	2.00	33.0	0.60	2.06	1.44	115.	12.2	14.97			
	90	-	北向立入 8735N 付近	3.85	3.85	2.20	0.05	2.28	1.01	53.0	4.63	6.66		
	MJC-9	CBC-2	2.70	2.30	-	0.01	2.97	0.56	96.4	5.47	7.56			
MJC-8	CBC-2	8.60	4.30	-	0.01	1.08	1.97	8.8	3.51	5.33				
MJC-10	CBC-2	2.60	1.50	-	0.01	1.79	3.81	117.	3.94	10.98				
V-70A	92	MJC-2	坑外試維	3.30	1.85	-	0.15	1.63	1.10	61.1	3.73	7.47		
		-	立入坑道 650N 付近	6.50	6.10	2.20	0.07	1.30	1.33	122.	6.66	8.93		
	90	MJC-9	CBC-1	7.60	7.50	-	0.09	0.53	1.02	29.2	6.04	4.55		
	-	南向立入つめ	1.00	1.00	2.20	0.04	2.62	2.53	125.	10.8	12.46			
	MJC-9	CBC-2	14.20	13.70	-	0.09	7.10	2.64	262.	8.94	22.45			
	MJC-8	CBC-2	9.30	5.30	-	0.04	0.49	1.22	20.4	3.80	4.04			
	MJC-10	CBC-2	10.70	4.50	-	0.05	1.90	1.34	76.8	5.15	7.87			
	-	切換え坑道付近 4458-4495E	(23.0)max	-	-	0.18	2.49	1.09	97.0	8.72	9.87			
	92	MJC-2	坑外試維	17.27	10.17	-	0.34	2.26	1.43	144.	6.39	13.56		
	-	北向立入坑道 8726-8740	15.9	11.50	-	0.01	0.89	0.97	34.0	4.81	4.62			
V-70A	96	MJC-1	坑外試維	1.20	0.51	-	0.02	2.68	3.01	111.	7.33	12.79		
		-		5.60	2.50	-	0.02	1.22	0.77	40.3	4.57	4.37		
V-71	90	MJC-9	CBC-2	8.30 m	7.50	- m	0.26	0.93	2.59	32.0	12.8	9.88		
		MJC-10	CBC-2	2.40	1.50	-	0.30	1.56	2.16	180.	3.13	15.18		
		-	V-70 切換え坑道 4508-4525E	1.32	0.95	24.0	0.13	0.97	1.79	47.5	4.94	7.51		
		-	V-70 切換え坑道 4537-4543E	3.80	2.75	10.0	0.31	1.78	1.10	50.8	6.14	8.86		
		-	V-70 切換え坑道 4547-4567E	1.96	1.42	31.0	0.05	5.69	1.03	181.	9.14	14.59		
		-	V-70 沿線 4673-4713E	2.32	2.00	42.0	0.07	0.99	1.55	39.9	3.61	6.15		
V-71	96	MJC-1	坑外試維	8.30	5.15	-	0.09	1.32	0.55	72.9	3.38	11.87		
				5.35	3.32	-	0.05	2.46	1.37	145.	7.62	11.18		
				24.00	15.13	-	0.04	1.21	0.36	68.5	4.90	4.73		

$$\text{Pb換算 (\%)} = 1.0 \times \text{Sn} + 1.75 + 2.2n + \frac{3.5}{100} \times \text{Ag}$$



図II-3-2 -160mL 鉱床平面図

第Ⅲ部 結論と提言

第Ⅲ部 結論と提言

第1章 結 論

3年次にわたるV-70系統、V-40系統の鉍化帯に対する坑道調査総延長1360m、坑内ボーリング調査18孔、計4080mが完了した。

これまでの調査結果から次のような点が明らかとなった。

- (1) V-70、V-40系統の鉍化帯は砂岩、頁岩、砂岩・頁岩互層及びこれらの堆積岩中に岩床状に貫入した輝緑岩質岩脈などの母岩中に形成されたE-W系～ENE-WSW及びNNW-SSE系の裂かに各々胚胎した鉍脈鉍床である。
- (2) 鉍脈中の鉍石鉍物は主として黄鉄鉍、白鉄鉍、磁硫鉄鉍、方鉛鉍、閃亜鉛鉍、錫石である。脈石鉍物は大部分石英であるが、所によって少量の方解石を含む。
- (3) 鉍脈周辺は、強く珪化作用を受けており、母岩中に石英微細脈が発達している。
- (4) 鉍床の形態・産状・鉍石の種類共生関係から推定して鉍床はメソサーマル（?ゼノサーマル）型に属すると考えられる。
- (5) V-70系統の鉍化帯は背斜構造の軸部に形成されたE-W又はENE-WSW方向の断裂帯（擾乱帯）中に胚胎する。-160mLでは何れの鉍化帯も鉍況が良くないが、坑外試錐の着脈状況から推定してV-70、V-71鉍化帯は深部で鉍況が好転する可能性がある。
- (6) V-40系統の鉍化帯の1つはNNW-SSE走向の断層中に胚胎し、-160mLで非常に良い鉍況を示している。坑道のV-40着脈点からSSE約250mの鑿先延長付近では坑外ボーリングによってV-40に対比できる鉍化帯に着脈している。
- (7) 坑外ボーリングの結果によれば、V-40の下盤側に別の鉍化帯が存在し、比較的良好な鉍況を呈している。
- (8) L-94の坑内ボーリング3孔で巾の広い比較的良好な鉍況の鉍化帯に着脈しているが、これまでの調査結果ではこれに対比できる鉍化帯は知られていない。
- (9) 部分的にInが高く、その含有量は硫化物系の元素と相関しており、Inが重要な副産物となる可能性がある。

以上のように本基礎調査の結果、今後の探鉍のため有効な情報が得られた。V-70系統、V-40系統の各鉍化帯で良好な着脈品位を示す部分が各所に認められる。特にV-40の-160mLの坑道で着脈した部分は非常に鉍況が良く、-160mL以上で経済的な稼行可能な鉍床の存在が期待で

きる。

従って、更に坑道、ボーリングによる探鉱を継続し、各鉱化帯の面的な拡がりや富鉱部の落としなどを明らかにしてゆく価値があると推定できる。

第2章 提 言

2-1. 今後の探鉱目標

-160mL以下には坑道がなく、これより下部を採掘するためには立坑を開さくする必要があるため別の起業となる。当面、-160mL以上の計画的開発を目的とした探鉱を実施するのが得策と考えられる。

-160mLで探鉱目標は第一にV-40およびその下盤鉱化帯、次いでL-94断面のMJC-12, -13, -14で着脈した鉱化帯、更にV-70系統鉱化帯で沿脈、立入坑道に現れていない部分である。厚婆切鉱床は多方向、多数の鉱脈、鉱化帯からなっており、優勢な新鉱床を発見する可能性が高いと考えられる。すでに有色金属工業総公司勘探隊の調査が進んでいるが、これまでの調査結果を整理、解析し、厚婆切鉱床全体の有効な探鉱計画を策定し実施すべきである。

2-2. -160mL探鉱計画（案）

-160mLでの探鉱計画案を表Ⅲ-2-1、計画図を図Ⅲ-2-1に示した。

-160mLでの計画探鉱量は

坑 道	410m
ボーリング	2,655m

であるが、上部坑道（-115mL）でもほぼ同量の探鉱が必要であろう。-115mLの具体的な探鉱計画を立案するためには、さらに情報を収集することが望まれる。

2-3. 既往調査資料の整理、編集

中国側から提供された既往調査資料は、

- (1) 坑外地質図 1/2000
- (2) L-92, L-96断面図1/1000, L13断面図1/1000

（但し、ある程度まとまった着脈長に対する平均品位は記入されているが、地質、着脈状況、個々の分析結果は記録されていない。）

- (3) -115mL坑道の若干の情報

だけであるがV-70断面線のL-92, L-96以外の断面線でも坑外ボーリングが行われており、既往調査の情報量は上記より多いと思われる。

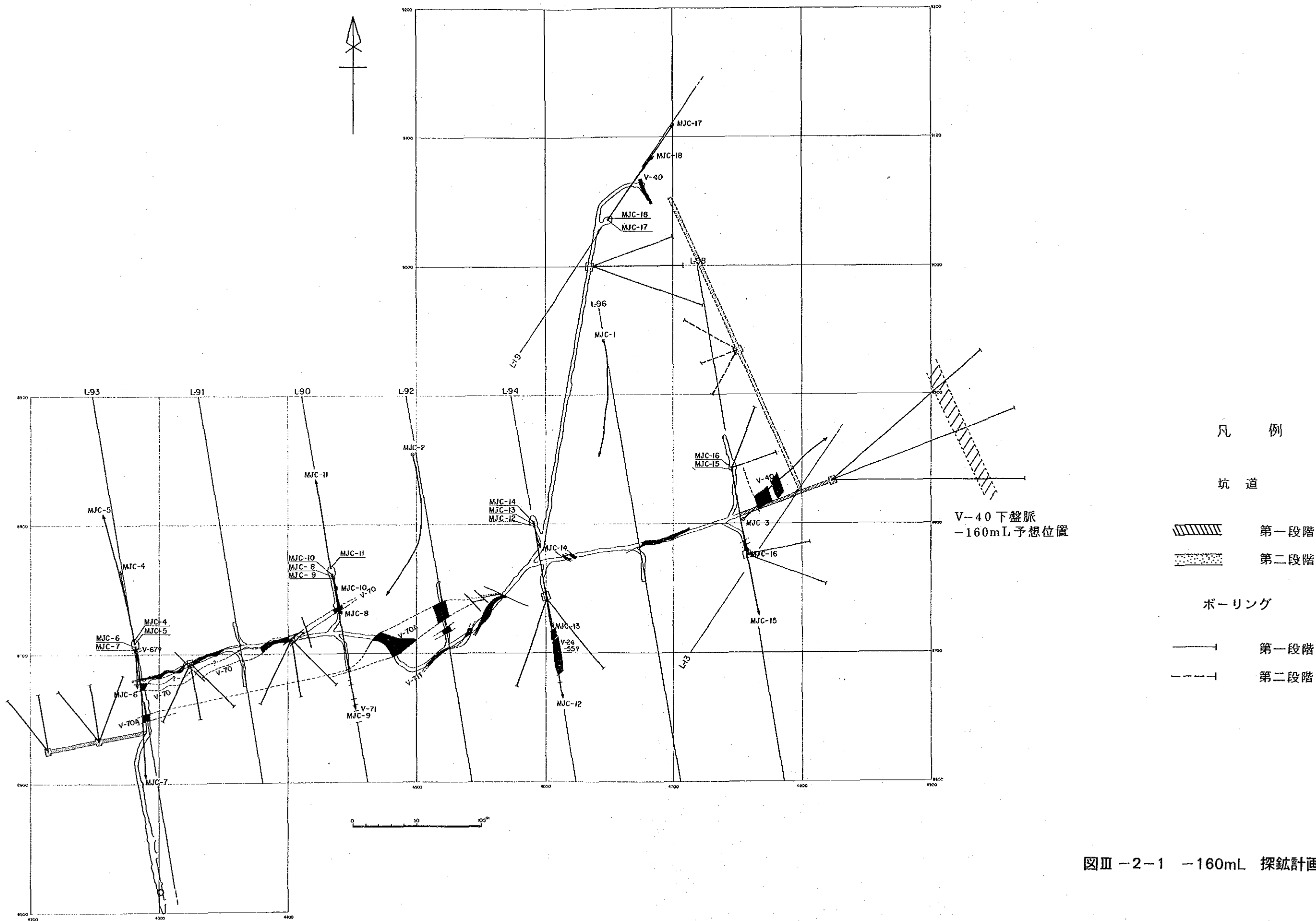
本資源開発協力基礎調査で得られた結果とこのような利用可能な全ての既往調査資料とを合わせて地質・鉱床の解析を行うことによって今後の探鉱効率を高めることができる。

既往調査資料の整備と編集は次の探鉱計画策定にあたって是非行って置く必要のある作業である。

表Ⅲ-2-1 探鉱計画(案)

第 1 段 階		第 2 段 階		
探鉱目標	位 置	坑 道 (m)	ボーリング	
			方 向	傾 斜 掘 進 長 (m)
V-40 下盤 V-40	V-70 沿脈東端採掘 C B C-4	80	—	—
		—	N70° E	35
		—	N70° E	70
		—	N20° E	50
L-98 南立入南端	V-40 南立入南端	—	N80° E	50
		—	N80° E	100
		—	S70° E	65
		—	N70° E	65
V-40 下盤	V-70 沿脈東端南端	—	N70° E	130
		—	E	70
		—	S70° E	90
		—	N50° E	150
MUC-12, -13 -14 鉱化帯	L-94 南立入南端	—	N65° E	150
		—	E	220
		—	S40° E	70
		—	S10° E	65
V-70, V-70A	V-70A 下盤坑道 L-93 立入 8640N より西向 西向下盤坑道西端 L-95	80	S20° W	70
		—	N40° W	50
		—	N10° W	45
		—	N10° W	90
V-70 沿脈 4324E	V-70 沿脈 4402E	—	N40° W	50
		—	N10° W	45
		—	N10° W	90
		—	N10° W	45
V-70 沿脈 4324E	V-70 沿脈 4402E	—	N10° W	90
		—	N20° E	55
		—	S25° W	50
		—	S10° E	45
V-70 沿脈 4324E	V-70 沿脈 4402E	—	S45° E	90
		—	S45° E	45
		—	S25° W	55
		—	S10° E	45
V-70 沿脈 4324E	V-70 沿脈 4402E	—	S10° E	90
		—	S45° E	50
		—	S45° E	45
		—	S45° E	50

左記探鉱結果によって検討



図Ⅲ-2-1 -160mL 探鉱計画図

参考文献

- 1) 狩野一憲 (1985) : 二・三の非鉄金属鉱山の鉱床・採鉱について (日本鉱業大会講演)
- 2) 金属鉱業事業団資料情報センター (1987) : 地質解析委員会報告書, 中国のレアメタル
- 3) 国際協力事業団, 金属鉱業事業団 (1986) : 中華人民共和国潮州地域資源開発協力基礎調査報告書 (第1年次)
- 4) 国際協力事業団, 金属鉱業事業団 (1987) : 中華人民共和国潮州地域資源開発協力基礎調査報告書 (第2年次)
- 5) 国家計画委員会地質局 (1973) : 金属非金属鉱産地質勘探報告編写要求
- 6) 国家地質総局 (1979) : 中華人民共和国水文地質図集
- 7) 仙頭有色金属公司 (1984) : 広東省潮州市厚婆坳含銀錫・鉛・亜鉛鉱区地質紹介
- 8) 地質鉱産局 : 中国南嶺及其陪区, 地質図 (1 : 1,000,000) 説明書
- 9) 中国地質科学研究院主編 (1973) : 中華人民共和国地質図集
- 10) 中国地質科学研究院主編 (1975) : 欧州地質図
- 11) 潮州市気象局 (1985) : 潮州市気候公報 (月報)
(1986) : 同上 (月報)
(1987) : 同上 (月報)
- 12) 宮久三千年 (1967) : 西錫山地質鉱床調査報告 九州地方広域精密調査推進委員会資料

JICA