

中華人民共和國
廣西大廠銅坑鉍山近代化計畫
事前調查報告書

昭和 62 年 1 月

國際協力事業團

鉍計資
J R
87—109

中華人民共和國
廣西大廠銅坑鋁山近代化計畫
事前調查報告書

JICA LIBRARY



1040339[2]

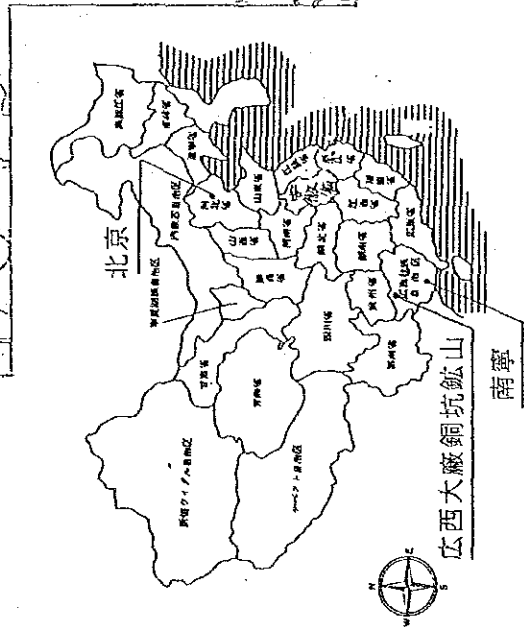
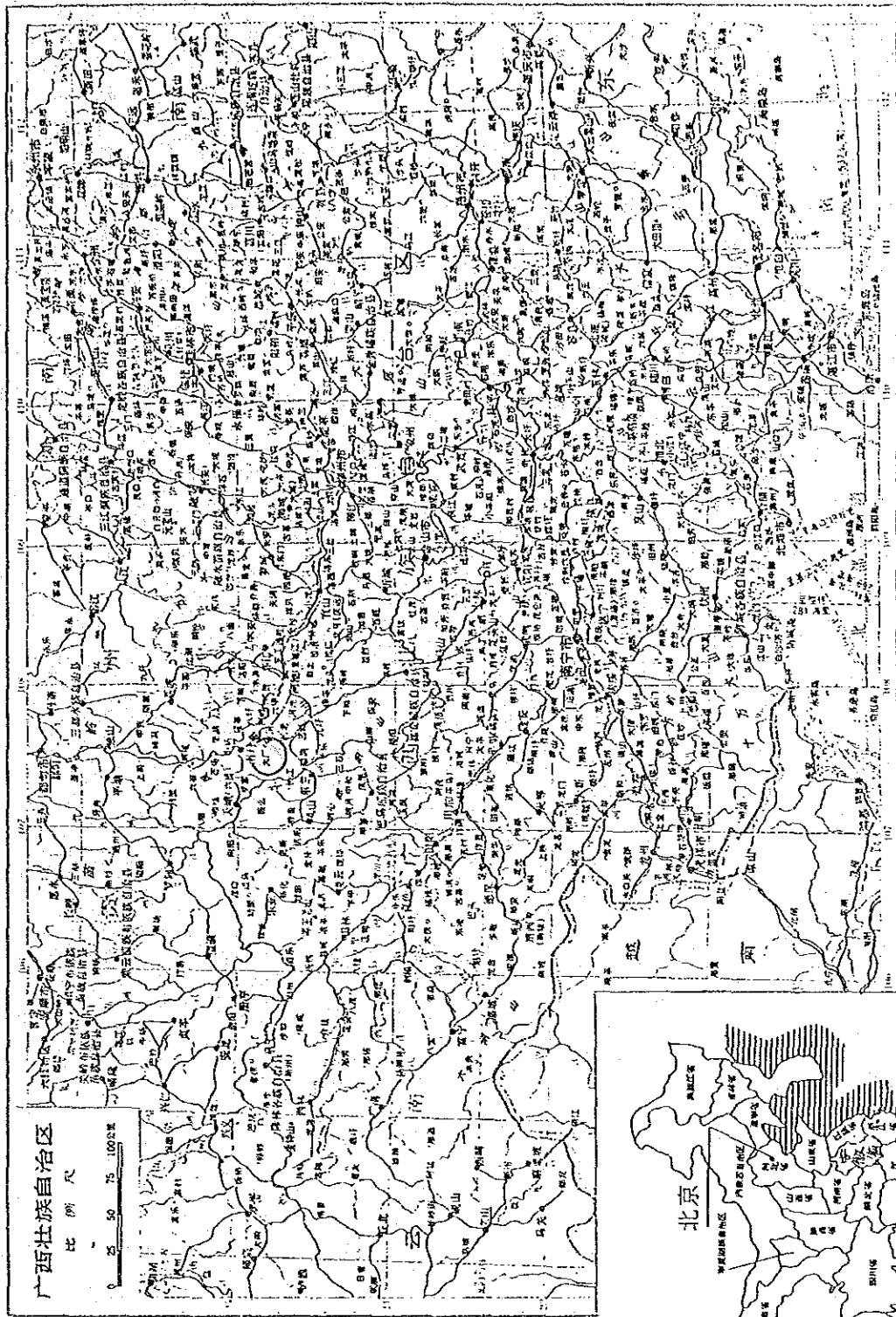
昭和62年1月

國際協力事業團

国際協力事業団		
受入 月日	'87.10.19	105
登録 No.	16901	66-1 MPN



大廠銅坑鉞山全景



广西大廠銅坑鉍山位置圖

目 次

I 事前調査の概要	1
1. 調査団派遣の経緯	1
2. 調査の目的	1
3. プロジェクトの概要	1
4. 調査団の構成	2
5. 調査日程	2
6. 主要面談者	3
II 協議交渉内容と結果	5
1. 実施細則の署名	5
2. 交渉の経過及び確認事項	6
3. 鉱山の診断希望箇所	7
III 中国の非鉄金属鉱業	9
1. 中国の非鉄金属鉱業の概要	9
2. 錫部門	11
3. 鉛・亜鉛部門	11
IV 大廠銅坑鉱山	13
1. 鉱山概要	13
2. 改善されるべき問題点	19
3. 改善対策の考察	30
V 資 料	53
1. 実施細則（和文）	55
2. " （中文）	63
3. 対処方針	73
4. 収集資料	79
5. 中国側からの受領資料	81
6. 写 真	83

I 事前調査の概要

1. 調査団派遣の経緯

中華人民共和国政府は、西暦2000年までに工場生産を現在の4倍に拡大する計画をもっており、計画達成の一環として既存工場の近代化を強力に進めている。これは同国の経済開発政策の中でも調整政策を強化する方向で打ち出されたもので、建設投資の縮小、均衡財政の実現を目指したものである。このような背景の下で、JICAは昭和56年以降、同国の工場近代化調査に協力しており、60年度末まで、36工場の診断を行っている。本件は、昭和61年度案件として要請されたものである。

2. 調査の目的

広西大廠銅坑鉍山について診断を行い、その調査結果に基づいて近代化計画を提案するための事前調査が本件の目的であり、その調査内容は以下のとおりである。

- (1) 要請の背景・具体的内容の把握
- (2) 対象鉍山の概要調査
- (3) 本格調査に係る実施細則の協議
- (4) 関連情報の収集

3. プロジェクトの概要

(1) 調査対象鉍山

- 名称 : Kwangsi Dachang Tong Keng
 広西大廠銅坑鉍山
- 所在地 : Kwangsi Chuang
 広西壮族自治区南丹県
- 生産物 : 錫、鉛、亜鉛 精鉍
- 直轄機関 : 中国有色金属工業総公司及び南寧公司

(2) 調査目的

広西大廠銅坑鉍山は、中国随一の埋蔵鉍量を誇る錫鉍床地帯に有り、雲南省の箇旧鉍山（錫生産能力2万t/年）に次ぐ錫鉍山として、今後の技術改善による、近代的安定生産が期待されている。しかし、現状は、自然発火、不適切な採鉍法等の原因により、出鉍生産量の実績（1900t/日）は設計能力（4,000t/日）に達していない。

本調査は、この自然発火の発生機構を解明し、採鉍法の改善も含めて、自然発火の防止法を提言して、鉍山の生産能力の向上を図ると共に、調査に参画する中国側技術者に対し、技術移転を行うものである。

4. 調査団の構成

御手洗 章 弘	団長、総括	国際協力事業団 鉦工業計画調査部次長
大 田 光 弘	鉦山管理	三井金属資源開発(株) 工事本部 工事部長
大 木 久 光	選鉦	三井金属資源開発(株) 開発本部 開発課長
西 尾 政 義	採鉦	三井金属資源開発(株) 開発本部 設計部 課長代理
上 木 隆 司	業務調整	国際協力事業団 鉦工業計画調査部 資源調査課

5. 調査日程

<u>月日(曜)</u>	<u>行 程</u>	<u>業 務 内 容</u>
	09:30	13:10
1/12(月)	東京(JL781) →	北京: 往路 (ホテル 西苑飯店)
13(火)		: JICA事務所にて打ち合わせ。 日本大使館、国家経済委員会 表敬。
14(水)		: 有色金属工業総公司 表敬。
	7:15	11:40
15(木)	北京(CA1315) →	南寧(車) 現地: 移動
16(金)		: 実施細則協議、鉦山調査。
17(土)		: "
18(日)	現地(車) →	南寧: 移動
	12:25	16:50
19(月)	南寧(CA1316) →	北京: 移動
20(火)		: 実施細則協議
21(水)		: 実施細則協議・署名
	15:15	19:50
22(木)	北京(JL782) →	東京: 復路

6 主要面談者

(1) 國家經濟委員會

副主任(次官)

進出口局 局長

副局長

副處長

企業技術改造診斷辦公室 副主任

副處長

ZHU RONGJI
朱 銘 基
LI HONGDAO
李 弘 道
NI GENXIAN
倪 根 仙
WANG YI
王 毅
ZHU XIE
朱 燮
JIANG DEQUN
姜 德 群
PEI ZHEN
裴 真
WEN FAN
聞 凡

(2) 中國設備管理協會

副秘書長

(2) 科學技術委員會

國際科技合作局

JIN JIANMIN
金 堅 敏

(3) 有色金屬工業總公司

副總經理

外事局副局長

生產部 地質處副處長

WO TINGSHU
沃 廷 樞
DENG CHANGJIAN
鄧 常 儉
LOW FUCHANG
婁 富 昌

(3) 廣西壯族自治區經濟委員會

副主任

ZHU CHANGRONG
祝 昌 榮

(4) 有色金屬工業總公司·南寧公司

經理

總工程師

LI XUE FENG
李 學 鋒
WEI SHUN YI
魏 順 儀

(5) 大廠鉍務局

局長

總工程師

付總工程師

採鉍主任工程師

選鉍工程師

萬 厝
李 健
李 任 熹
趙 安 華
雷 時 益

(6) 長沙有色冶金設計研究院 中國南方工程諮詢公司

總設計師·高級工程師

採鉍工程師

張 耀 倫
張 堪 定

(7) 通 訳

国家経済委員会

企業技術改造診断弁公室

外事局 通訳

国際工程諮詢公司

外事局 通訳

北京有色冶金設計研究總院

通訳

GONG HAINANG

弓 海 旺

GIAN HAIYAN

錢 海 燕

HONG CHENG-NAN

洪 成 男

LU LI

陸 册

(8) 日本国大使館

一等書記官

染 川 弘 文

(9) J I C A 中国事務所

所長

八 島 繼 男

次長

木 村 信 雄

桑 島 京 子

II 協議交渉内容と結果

1. 実施細則の署名

国家経済委員会をはじめとする中国側関係機関との協議及び現地調査の結果を基に、昭和62年1月21日付けにて実施細則の署名を行った。

○中国側署名者：国家経済委員会輸出入局副局長
倪 根 仙
○実施細則：別添資料のとおり

実施細則の主な変更箇所を以下に示す。

(1) 調査案件名の訂正

調査案件名は「広西大廠銅坑鉍山近代化計画調査」とする。（当初は「広西大廠銅鉍山一」。）

〔経緯〕

- ① T/Rには「広西大廠銅坑鉍」とされている。
- ② 当・事前調査の準備段階において資料収集を行った結果、本鉍山は、錫・鉛・亜鉛鉍山であり、銅が副産物であることは、ほぼ明らかにされていたが、「銅坑」が鉍山名であることは、現地において初めて確認された。

(2) 調査内容・範囲の縮小

調査内容は、大廠銅坑鉍山の採鉍部門の診断を行い所要の改善策を提言することとし、とりわけ、火災防止及びそれに伴う妥当な採鉍法の提案を行うことを主眼とする。

〔経緯〕

- ① 61年7月2日付け業務公信により中国側が作成した現地状況の説明文書が送付された。その中で当鉍山の問題点は
 - i 自然発火による採鉍実収率への悪影響
 - ii 低い選鉍回収率
 - iii 低い労働生産性
 - iv 企業管理体制の不確立にあるとされている。
- ② T/Rにおける要請内容は、
 - i 火災防止技術

ii 合理的採鉱方法

の2点であり、採鉱部門を対象とするものである。

- ③ 日本側としては、上記①のとおり、中国側が、低い選鉱回収率を問題点の一つに上げていること、及び、採鉱部門の改善（粗鉱生産量の増大、品位の向上）による、選鉱工程に対する波及効果及びその対応技術について検討すべきと考えられることより、調査対象・範囲は、採鉱及び選鉱部門として計画し、当初、これを中国側に提案した。
- ④ これに対し、主に現場側より今回の診断調査は、第1の問題である自然発火と採鉱法に対象を限定し、まずは安定した採鉱を目指したい旨、強い要望があり、種々議論を経て、最終的には中国側の意向に沿って調査の範囲を確定した。

(3) 調査期間の短縮

調査期間は上記(2)の調査内容の変更に伴い当初計画のおおむね11ヶ月間から、7ヶ月間に短縮した。

今後の進め方は次のとおり予定する。

- ① 本格調査団派遣 : 3月、約1ヶ月間
- ② 報告書(案)提出 : 6月上旬
- ③ " 説明団派遣 : 7月上旬
- ④ 最終報告書提出 : 9月中旬

(4) その他字句の修正

調査内容が採鉱部門に限定されたことに伴い次のとおり字句を変更した。

- ① 「近代化」→「採鉱改善」もしくは「改善」
- ② 「財務的実行可能性調査」
→「資金的——」

2. 交渉の経過及び確認事項

(1) 国家経済委員会

本件は、近代化計画調査としては、当初計画に比べ小規模なものとして実施することとなったが、これは、中国側が現場の診断要請を十分に把握し調整されていなかったことにも起因するものと考えられ、この点を今後、留意してもらいよう申し入れ、了解を得た。

〔朱 鎔基 国家経済委員会副主任はじめ中国側関係者より、今回の中国側の対応ぶりにつき反省したい旨、再々表明があった。〕

(2) 有色金属工業総公司及び同・南寧公司

鉱山を直接管理する当機関に対し、次の事項を確認した。

- ① 本格調査に南寧公司の責任者が参加し、現場において調整を図る。
- ② 日本側の調査団の構成は、日本側に委ねる。
- ③ 中国側は、事前に通訳と技術用語に関する打合せを行っておく。

(3) 大廠鉱務局

調査のため必要な、サイトへの立入りと、資料の提供を確認した。

3. 鉱山の診断希望箇所

鉱山から要望された診断事項は採鉱部門に関する以下の項目である。

- ① 採鉱設備
- ② 組織及び人員
- ③ 生産計画及び生産実績
- ④ 保安管理
- ⑤ 労務管理
- ⑥ 採掘対象鉱量
- ⑦ 採鉱方法及び火災防止法
- ⑧ 運搬
- ⑨ 通気・排水

Ⅲ 中国鋳業の現状

1. 中国の非鉄金属鋳業の概要

中国の非鉄金属鋳業を総括管理運営する中国有色金属工業総公司(CNNC)は、1983年4月に冶金工業部より分離、設立された。また、非鉄金属の輸出入はCNNC翼下の中国有色金属進出口公司が取扱っている。

中国は、第7次5ヶ年計画(1986~90年)中に非鉄金属の生産量について、1983年の生産量の倍増を達成することを打出している。その具体的方策として現有企業の技術革新・拡張・改造を中心とした対内外開放政策の推進などが挙げられている。

一般に中国は、潜在資源量は豊富であるという認識から資源の自給志向が強い。ところが、低品位鋳が多いこと、アクセスに問題があること、資金が不足していること、現有設備は、1950年代のものが多く、老朽化していること、公害問題は、ほとんど手つかずであることなどから、前途には多くの問題を抱えている。

現段階の中国は、石油、石炭は別として基本的には資源の輸入国といえよう。鉄・アルミ・銅などについては積極的な対外投資を行っており、鋳石払い返済の形による輸入も施されている模様である。対外開放政策による非鉄金属関係の我国企業との代表的プロジェクトとしては貴州アルミ工場、貴溪銅精錬所の建設などを挙げることができる。しかし、これらはプラント輸出であって合弁による開発、建設案件は少ない。

また、投資保証協定の早期締結も望まれている。鋳山法については、中国鋳産資源法が、1986年10月1日より施行されたばかりである。

主要・原材料の生産量及び輸出入推移を表1~3に示す。1984年の主要10品目の生産量は、1,399,300tであり対前年度比9%の伸びを示した。

第1表 中国の1984年主要原材料の生産量

品名	単位	数量	品名	単位	数量
原油	万t	11,461	主要非鉄金属	万t	139.93
石炭	億t	7.89	10種*うち銅	"	38.94
鉄	万t	12,858.7	アルミニウム	"	47.21
硫鉄	万t	767.96			
燐鉄	万t	1,286.03	硫	万t	817.2

(中国経済年鑑および統計月報)

* Cu, Pb, Zn, Al, Sn, Sb, Hg, Ni, W, Mo を示す。

第2表 中国の主要原材料の輸入量および金額

品名	1982年		1983年		1984年
	数量(t)	金額(万元)	数量(t)	金額(万元)	数量(t)
鉄 鋳	3,713,381	20,771	3,924,101	23,033	5,957,437
ク ロ ム 鋳	224,841	4,572	307,479	6,012	280,687
鋼 材	3,772,213	32,664	9,626,295	660,028	12,299,337
鋼 鉄 線	3,041	900	31,385	3,068	22,917
銅 及 び 合 金	110,938	33,502	485,863	171,964	254,050
アルミ 及 び 合 金	169,566	35,723	283,756	75,221	252,736
亜鉛 及 び 合 金	108,084	17,171	228,708	35,103	230,178
硫 黄	337,698	9,989	357,082	10,751	286,811
石 炭	2,160,000	11,601	2,130,000	11,276	2,430,000

(中国経済年鑑)

第3表 中国の主要原材料の輸出量および金額

品名	1982年		1983年		1984年
	数量(t)	金額(万元)	数量(t)	金額(万元)	数量(t)
原 油	14,680,000	614,729	14,820,000	571,745	22,010,000
石 油 製 品	4,910,000	263,417	4,910,000	260,227	5,700,000
石 炭	6,730,000	66,430	6,860,000	60,252	7,040,000
コ ー ク ス	470,000	8,245	330,000	6,130	350,000
タングステン 鋳	11,188	14,977	24,990	26,947	18,860
タングステン	183	494	65	244	79
タングステン材及び製品	11	51	22	138	
錫 及 び 合 金	3,068	7,329	3,643	7,586	2,641
ア ン チ モ ン	13,432	5,408	12,216	4,640	17,321
螢 石	617,702	9,222	523,029	8,088	634,481
重 晶 石	1,091,218	8,543	792,285	6,394	951,432
滑 石	521,166	5,093	534,378	5,849	513,446
アルミ 原 料	27,588	488	57,011	816	81,828
アルミ 材	9,721	2,353	10,552	3,090	5,951
銅 材	6,596	2,308	9,488	2,997	7,720
亜鉛 及 び 合 金	10,181	1,381	2,051	296	1,454
石 墨 電 極	6,253	1,470	7,369	1,206	7,886
鋼 材	904,558	42,771	534,030	26,123	223,715
鋼 鉄 線	85,106	6,674	90,984	7,353	72,310

2. 錫部門

錫は、中国が輸出できる数少ない非鉄金属としてアルミ、タングステンと共に重要である。我国の需要に対し、中国は、マレーシア、インドネシア、タイに次ぐ4番目の供給国であり、昭和60年度の日本の中国からの輸入量は、4,315t、全体の16.1%を占めた。中国の錫生産量は2万tと予想される。雲南省の箇旧地域は、中国の生産量の50%以上を占めるといわれるが、設備能力としては2万tを有する。箇旧はスカルン鉱床と砂錫鉱床からなり、坑内掘と露天掘の比率は4:6、露天掘の90%は水力採掘によっている。

広西壮族自治区、広東省も第2の主要錫産地として重要視されている。特に広西壮族自治区は中国一の錫埋蔵量を有し、最近も幾つかの新鉱床が発見されている。当自治区の採掘量は約330万t/年といわれているが、大廠鉱山の一つ、長坡錫鉱山は132万t/年の採・選鉱能力を有している。当自治区、来賓県の来賓錫製錬所の建設が進行中で完成すれば1.2万t/年の錫生産能力を有し、中国最大の錫製錬所となる。

3. 鉛・亜鉛部門

中国は鉛・亜鉛については銅などと同様、輸入国であり、鉛及び亜鉛合金の輸入量は1984年には230,178tであった。

主要な鉛・亜鉛鉱床としては、甘肅省小鉄山(白銀)、湖南省水口山・黄沙坪・桃林、広東省凡口、青海省錫鉄山、四川省会理などがある。また広東省、広西壮族自治区を中心に分布する錫を伴う鉛・亜鉛鉱床も重要である。中国最大の鉛・亜鉛鉱山は凡口で3,000t/日の採・選鉱能力を有する。

主要製錬所は遼寧省沈陽(鉛、亜鉛、銅)、葫芦島(亜鉛)、甘肅省白銀(鉛・亜鉛・銅)、湖南省株州(鉛、亜鉛、銅)、広東省韶関(鉛、亜鉛)などがある。

現在、新しい鉱山の開発、拡張、製錬所の近代化拡張計画が進行中である。錫鉄山鉱山は、3000t/日、6万t/年(鉛・亜鉛金属量)の採・選鉱設備に拡張され、甘肅省廠坝鉱山(1000t/日、5万t/年(鉛・亜鉛金属量))の開発工事は1984年に開始された。また広西壮族自治区北山鉱山の開発計画が進行中であり、雲南省金頂鉱山の開発については検討中である。

製錬所の改造計画には、沈陽の鉛生産ライン、葫芦島の亜鉛生産ライン、白銀の鉛生産ライン及び株州の電解亜鉛工程の拡張近代化などがある。

米 中国鉱業の現状は、海外鉱業情報(1985年12月号、金属鉱業事業団刊)によった。

Ⅳ 大廠銅坑鉍山

1. 鉍山概要

(1) 位置・交通・気候

大廠錫鉍山は広西壮族自治区西北部の南丹県に位置し、広西壮族自治区の首都、南寧市の北方約250 kmにある。鉍山地域は漢、壮、瑤の少数民族の住む山岳地帯にあり、首都南寧より武鳴、都安を経て自動車で約7時間のところにある。県都南丹は北に46 kmの距離にあり、東は83 kmで金城江に至り、黔桂鉄道と連絡している。

大廠錫鉍山地域は現在中国第2位の世界的な錫鉍床胚胎地域で、標高500~1,000 mの起伏の大きな山岳地帯にあり、約30 kmの範囲に数個の鉍床群が賦存している。

気候は温暖湿潤の亜熱帯性気候で、年間平均気温は16~18℃で、春は多霧、夏は多雨、冬は冰雪は少なく、年間の気温変化は少ない。12月~1月の気温は10℃程度で、最低気温は-3℃である。7月~8月は平均気温26℃、最高気温は35℃である。雨の多い季節は5・6・7・8月であり、年間降雨量は1,100~1,600 mmである。

季節風は春季には東南方向に、秋季は西北方向に吹く。多年のデータによる平均風速は1.4~1.8 m/secである。

(2) 地質・鉍床

銅坑は錫・亜鉛等の多金属を含む高~中温熱水充填交代鉍床であり、長坡背斜の東翼のデボン紀の地層に鉍体は賦存する。長坡背斜軸の方向はN20°Wで、軸部及びその屈曲部の外側に軸に直交する断裂帯が発達しており、これと軸部のズレ部とが重要な鉍床胚胎域となっている。断裂帯の走向は北東で、長さ1,400 m、幅300~400 mで南東に落とし、深さ450 m、傾斜は60~70°である。

上部細脈鉍体は標高455~700 m間にあり、上方地表部の標高は約850 mである。この細脈鉍体はネットワーク状の鉍体で、母岩はマール・石灰岩である。鉍体の走向方向はN20°~40°E、長さは約600 mで、南東に落とし、深さ約240 m、傾斜は70°前後である。鉍体の厚さはI、II号鉍体の合計厚さで最大110 m、平均約50 mである。

組成鉍物は比較的複雑で、主に錫石・鉄閃亜鉛鉍を目的に採掘しているが、このほかに黄鉄鉍・磁砒鉄鉍及び鉛アンチモン、モリブデン等の鉍物を産する。主要脈石は石英・方解石等である。

細脈鉍体はズレ部との境界が不明確であるので、サンプリングを行って鉍床範囲を決定している。また、細脈鉍体の上方部は炭質頁岩に覆われている。

鉍石の一軸圧縮強度は1,260~1,560 Kg/cm²でかなり堅いが、周囲の母岩は水平の層状構造で節理が発達しており、掘さく天盤が剥がれやすい。母岩の一軸圧縮強度は920~1,650 Kg/cm²で

ある。

上部細脈鉍体の1986年末現在の埋蔵鉍量は以下のとおりである。

レベル	埋蔵鉍量 (千t) (A+B+C)	品位 (%)			金属量 (t)		
		錫	鉛	亜鉛	錫	鉛	亜鉛
2レベル	151	0.33	0.61	1.04	502	925	1,573
3レベル	462	0.35	0.56	1.73	1,632	2,577	7,976
4レベル	1,264	0.52	0.71	2.58	6,449	8,976	32,600
5 中段	2,611	0.57	0.53	2.69	14,873	13,868	70,363
6 中段	2,002	0.60	0.72	3.02	12,039	14,327	60,412
9 中段	4,011	0.61	0.56	3.15	24,491	22,395	126,334
合計	10,501	0.57	0.60	2.85	59,986	63,068	299,258

(3) 採 鉍

(3-1) 概 要

採掘の主力は上部細脈鉍体部で、古くより採掘が行なわれていた模様であるが、1981年よりトラックレス・マイニングを採用したサブレベル・ケーピング法（崩落採鉍法）を適用し、大規模採掘を行っており、採掘の範囲は幅約100m、長さ600mに及んでいる。下部の層状鉍体部は現在開発中であるが、詳細は不明である。

出鉍規模は、当初設計では上部細脈鉍体部4,000t/日、下部層状鉍体部1,300t/日合計5,300t/日であるが、現在、細脈鉍体部からの出鉍は2,000t/日、下部層状鉍体からは300t/日の出鉍となっている。

(3-2) 採掘法

上部細脈鉍体の採掘はサブレベルケーピング法である。主要中段坑道のレベル間隔は90m、採掘レベル間隔は12~13mである。抽出坑道は鉍体の走向に直角に設けられ坑道間隔は10mで、上下レベルの抽出坑道は、いわゆる千鳥方式に開さくされ、『品』字形の設計となっており、坑道の断面規格は4.0m×3.2mである。

主要中段レベルと各採掘レベルには、上盤及び下盤側に鉍体を外して運搬坑道が設けられており、鉍石立坑、ズリ立坑と連絡している。運搬坑道の断面規格は4.0m×3.5mであり、鉍石立坑の間隔は60mとなっている。また、ケージ立坑は上盤及び下盤側にそれぞれ1基設けられている。

採鉍のための発破孔は、長孔穿孔機械により、直接抽出坑道地並から上向きに扇形穿孔を行う。穿孔径は65mmφで、装填火薬は、薬径55mmφの硝安系爆薬であり、AN-

F O 爆薬は坑内火災との関係で採鉱では使用していない。

坑道掘進は主にレックドリルとロードホールダンプの組合せで行っている。最近、レックドリルに替えてモビルジャンボの導入が検討されている模様である。

(3-3) 坑内骨格構造

① 人員・資材輸送

主要トラックレス斜坑と2#立坑を経由で行っている。トラックレス斜坑は自動車が行き可能で有り、人員輸送車・資材運搬車・ロードホールダンプ・さく岩ジャンボ及び、人員は斜坑を経由して直接採掘切羽に進入する。2#立坑には1デッキ4m²×1.47mのダブルデッキのケージが設備されており、人員、資材の同時運搬が可能である。

② 鉱石運搬

起砕鉱石は、LF-4.1型(バケット容量2.0m³)及びCT-6000型(バケット容量3.8m³)のロードホールダンプで取込み、上盤及び下盤側に設けられた鉱石立坑まで運搬している。

中段主要運搬坑道(59.5m準)では、鉱石は鉱石立坑から空動式漏斗で抜鉱され6m²底明け式鉱車に積込まれ、ZK-7.62/250型の電車2台で主要鉱石坑井に運ばれる。

鉱石は上部鉱石ビンから430mに据付けられているブレイカーで300mmサイズに破碎され、貯鉱舎に入る。その後、392m準でエブロンフィーダにより引き出され、電動振動篩にかけられた後、ベルトコンベアーで計量メリックにかけられ、20tスキップに積込まれる。

スキップに積込まれた鉱石は、ケーベ式巻上機(4mφ、4本ロープ吊り)で地表部まで巻上げられ、貯鉱舎に入る。貯鉱舎のそばにはφ2100コーンクラッシャーが設置されており、鉱石は-90mmまで破碎され、延長700mのスチールベルトコンベアーで選鉱場へ送られる。

③ 排水

50.5m準以上の平均湧水量は4,160m³/日で、最大湧水量は27,400m³/日である。主要排水設備は2#立坑50.5m準のケージプラットフォームにあり、水倉の容量は2,2400m³で、揚水ヘッドは290.8m、水質は酸性(PH2~3)である。

排水ポンプは、耐酸性200D-43×9タービンポンプ(揚水量Q=280m³/時、揚水ヘッドH=330m、440KW)が6台据付けられている。排水管の管径は275mmで、排水管は2系統準備されている。

坑内排水量はつきのとおりである。

1985年 : 1,281千 m^3

1986年 : 1,391千 m^3

④ 通 気

上部の細脈鉱体部の通気は吹込式通気を採用している。新鮮な通気は2#立坑を經由して入り、595m準中段坑道に至る。通気はさらに595m準の中段通気坑道から通気立坑を經由して各採掘レベルの切羽を洗い、通気立坑・坑道を通って、685m準(0レベル)に至り、4#探鉱線上にある臨時排気立坑から地表に吐出される。

坑内の必要通気量は145 m^3/s 、必要負圧は255 $mmaq$ であり、2#立坑の地表部に吹込式通気用に70B2-21型 ϕ 28軸流扇風機(同期電動モータ1000KW)2台を設置し、風量167 m^3/s 、扇風機圧力240 $mmaq$ を確保している。

(3-4) 人員・設備機械

詳細は不明なるも作業別の人員配置と使用機械の組合わせは次のとおりである。

- 掘 進 7655型さく岩機2台+ロードホールダンプ+(作業人員 7人)
- 長孔穿孔 YQ-90型さく岩機搭載CZZ-700型台車+(作業人員 2人)
- 長孔発破 AF-100型火薬装填機+(作業人員 11人)
- 切羽運搬 LF-4・1型、CT-6000型ロードホールダンプ
+(作業人員 3人)
- 運 搬 ZK10-7・62/250型電車2台+6 m^3 底明け鉱車10台
+(作業人員 7人)
- 鉱石巻上 JKM4×4のケーベ式巻上機(2000KW)+(作業人員 9人)

(3-4) 主要原単位物品・電力

上部細脈鉍体の採掘実績によるデータか鉍山全体の採掘実績によるデータか不明であるが、鉍山の提出資料によると主要原単位物品・電力の使用実績は次のとおりである。

項目	単位	使用実績			記事	
		1984年	1985年	1986年		
採 鉍	火薬	g/t	344	366	363	
	坑木類	m ³ /千t	0.05	0.04	0.18	
	ビット	Kg/千t	2.1	1.9	4.8	
	ロッド	Kg/千t	15.2	20.3	89.9	
	雷管	ヶ/千t	16.2	12.1	61.7	
掘 進	火薬	g/t	1,173	1,129	989	
	坑木類	m ³ /千t	2.90	0.85	1.38	
	ビット	Kg/千t	14.7	10.6	7.9	
	ロッド	Kg/千t	84.8	85.9	68.5	
	雷管	ヶ/t	0.86	0.61	0.67	
電力	Kwh/t	37.4	23.5	47.5	採掘電力	
(産出鉍量)	(千t)	(394)	(705)	(347)		

(4) 選 鉱

現地調査では、大樹脚と車河の二つの選鉱場を見学したが、後者は休転していた。長坡選鉱場は見る機会が得られず、他の2選鉱場も、短時間に処理系統とは逆のコースで素通りする程度だったため、十分な情報は得られなかったが、見学および入手した資料の範囲で選鉱の概要を述べる。

選鉱場は位置的に大樹脚、車河及び長坡選鉱場の3個所に分かれているが、処理系統上は大樹脚選鉱場と車河選鉱場はつながっており、上部細脈鉱体部の鉱石を処理している。尚、下部層状鉱体の鉱石処理については、現場見学や説明を全く受けておらず、詳細は不明である。

細脈鉱体の鉱石処理系統は次のとおりである。(P.52付図17フローシート参照)

○ 大樹脚選鉱場(第一段選鉱場)

- ・ 上部細脈体の鉱石は、立坑坑口に設けられた破碎設備で -90 mm に破碎された後、大樹脚選鉱場までベルトコンベアーにより輸送される。
- ・ 原鉱は、さらに、 -20 mm に破碎された後、振動篩により -74μ 、 $+74\mu\sim-3\text{ mm}$ 、 $+3\text{ mm}$ の3群に篩分けられ、 -74μ の細粒群は硫化鉱総合浮選へ送られる。
- ・ 硫化鉱総合浮選浮鉱は分離浮選を経て、鉛・アンチモン精鉱、硫砒鉄鉱精鉱に分離されそれぞれ回収される。
- ・ 硫化鉱総合浮選尾鉱はサイクロン分級後、錫石浮選により錫精鉱が得られる。
- ・ $+3\text{ mm}$ の粗粒群は重液サイクロンに掛けられる。
- ・ 重液サイクロンで得られた重産品及び $+74\mu\sim-3\text{ mm}$ の中間粒度群は、延長 5.3 km 、容量 $0.3\text{ m}^3\times 3$ ピッチ/分(実測)の索道により車河選鉱場へ送られる。

○ 車河選鉱場(第二段選鉱場)

- ・ 大樹脚選鉱場から送られてきた鉱石は、ボールミルで -4 mm まで摩鉱された後、振動篩で -0.5 mm 、 $+0.5\text{ mm}\sim-1.5\text{ mm}$ 、 $+1.5\text{ mm}$ の3群に篩分けられる。
- ・ $+1.5\text{ mm}$ の粗粒群はジグに掛けられ、 $-1.5\sim+0.5\text{ mm}$ の中粒群はコーンセパレーターに掛けられる。
- ・ ジグおよびコーンセパレーターによつて得られた重産品は、再びボールミルによつて -0.4 mm に摩鉱され、硫化鉱総合浮選に掛けられる。
- ・ -0.5 mm の細粒群は、脱灰浮選によつて灰分(炭質頁岩もしくは燃焼灰)が除去された後、硫化鉱総合浮選へ送られる。
- ・ 硫化鉱総合浮選浮鉱は、ボールミルで -0.1 mm に摩鉱された後、分離浮選を経て、鉛・アンチモン精鉱、亜鉛精鉱、硫化精鉱、砒素精鉱に分離されそれぞれ回収される。
- ・ 硫化鉱総合浮選尾鉱は、スパイラル分級機に掛けられアンダー($+37\mu$)はテーブル

へ送られ、テーブルの重産品はそのまま錫精鉱となる。

- ・ テーブルの軽産品は、ボールミルで -0.1mm まで再摩砕され、スパイラル分級機オーバー(-37μ)とともにサイクロン(1)へ送られる。
- ・ サイクロン(1)アンダーは、錫浮選に掛けられ、浮鉱はふたたびサイクロン分級(2)されてサイクロン(2)アンダーは、テーブル重産品とともに錫精鉱となる。
- ・ サイクロン(2)オーバーは、低品位錫精鉱となる。
- ・ サイクロン(1)オーバー及び錫浮選尾鉱は、ジグ及びコーンセパレーター軽産品とともに廃滓となる。

上記フローにより、計画日産出鉱量 $4,000\text{t}$ (Sn品位 0.5%)の原鉱は、大樹脚選鉱場で $2,200\text{t}$ に濃縮されて車河選鉱場へ送られ、錫精鉱として回収される。これにより、年間 $5,000\text{t}$ の錫メタルを産出する計画である。

しかし、現状は $4,000\text{t}/\text{日}$ の計画処理量に対し、処理実績が約半分という説明であったが、過半数の設備が使用されずに遊んでおり、実状はさらに少ないものと推測される。

また、操業成績の向上のため、処理している鉱石についてのきめ細かな研究(原鉱鉱質の変化にともなう鉱物研究、選鉱基礎試験等)が行われているのか不明であった。

なお、鉱山の説明によれば、長坡選鉱場もフローはほぼ同様であり、 $1,300\text{t}/\text{日}$ (計画値)の処理を行っている模様である。

また、錫精鉱はトラック運搬及び鉄道輸送により柳州にある精練所に運ばれ処理されているが、将来は、現在建設中の来賓製錬所にも送られる予定である。

2. 改善されるべき問題点

今回、事前調査に先立って、中国側より提示された問題点の内容は次のとおりである。

問題点1： 採掘区域で火災が発生しており、このため、坑内温度が高いのは勿論、発破孔温度も高く(65°C)採掘に悪影響を及ぼし、採鉱損失率 47.6% 、貧化率(研混入率) 28.9% となっているばかりでなくその灰が選鉱にも悪影響を及ぼしている。

問題点2： 選鉱回収率が悪い。(回収率; Sn: 61% 、Pb: 31% 、Zn: 45%)

問題点3： 労働生産性が低く、生産コストが高いため、経済効率が低い。

問題点4： 企業体制が劣り、管理体制が遅れている。

今回の現地調査の結果、中国側は、主として上記問題点1についての早期解決を希望していることが明らかとなったが、ここでは中国側より提示された問題点を考慮に入れて、鉱山の見学調査及び提出データをもとに採鉱・選鉱での問題点を洗いだし、その考察を行った。

(i) 火災発生と鎮火

火災の原因は、細脈鉱体上方部にある炭分(6%)、硫黄分(4%)の多い炭質頁岩が鉱

石採掘後に崩落を起こし、これに適当な通気が与えられたことによって酸化・蓄熱して自然発火に至ったものと考えられる。

この鎮火対策としては、密閉による空気遮断と火源への注水が考えられる。

当鉱山においても、部分的には坑道密閉を実施しているが、不完全であり、吹込式通気により、坑外より吹込まれた空気が採掘跡抽出口を通して地表へ抜け、かえって火勢を煽る結果となっている模様である。(地表で噴煙が上がっていることは通気が地表へ抜けていることを示す)

注水についても、地表陥没跡の数ヶ所に注水配管を布設しているが、一点注水であり、火災範囲が広まった現在では、注水で火災区域全範囲をカバー出来るとは考えられず、ほとんどその効果は期待できない。

(2) 出鉱不調

中国側の当初設計では、上部細脈鉱体部より4,000t/日、下部層状鉱体部より1,300t/日、合計5,300t/日の出鉱規模を予定していたが、現在、細脈鉱体部2,000t/日、下部層状鉱体部300t/日の出鉱となっており、当初計画と大きな隔りがある。

鉱山側の説明では、この出鉱不調の原因は次の通りである。

細脈鉱体の上方部の火災により発生する火焼鉱(石)灰が採掘鉱石に混入し、出鉱品位の低下、鉱石回収率の低下を引き起こすほか、採掘域の温度上昇、亜硫酸ガス及び粉塵の発生等の保安上の問題による作業上のトラブルを引き起こしている。このほか設計保安鉱柱の残留問題や生産管理の不良等が生産不調の原因である。

なお、上部細脈鉱体の出鉱計画と出鉱実績は次のとおりである。

年 度	出 鉱 量 (t)		出 鉱 品 位 (S n %)	
	計 画	実 績	計 画	実 績
1981		(330) 99,000		
1982	*(1,533) 460,000	(330) 100,000	0.4	
1983	(1,190) 357,000	(1,710) 513,000	0.4	
1984	(1,960) 588,000	(1,310) 394,000	0.37	0.38
1985	(2,570) 770,000	(2,350) 705,000	0.45	0.46
1986	(2,820) 847,000	(1,160) 347,000	0.47	0.50

* ()内は
日産出鉱量

事前調査を行った段階では詳細は不明であるが、出鉱不調について考察をおこなうと次のとおりである。

(2-1) 火災による影響

- ・ 火災により上方研(炭質頁岩)の細粉化が促進され、鉍石抽出にともなって焼鉍(石)灰が早期に流下するため、研混入率の増大及び可採率の低下をもたらしている。
- ・ 火災により発生する重硫酸ガスが作業切羽に流下してきて、鉍石取込み作業ができなくなることがある。(年間2~3回)
- ・ 鉍石取込み作業中、火焼灰による粉塵の発生が多く、作業を中断することがある。
- ・ 過去に発破孔温度が200℃に上昇し、装填火薬の自爆発事故が発生したことがあるため、現稼行レベル(3レベル)における岩盤高温域の鉍石回収は、保安上問題があるので後回しにしている。なお、現レベルの発破孔温度は最高65℃程度であり、火薬の自爆についてはそれ程心配はない。

(2-2) 採鉍法における問題

① 抽出坑道計画

鉍石の抽出により、抽出範囲は付図16-1のように流動楕円体状に抜けてくる。このため、サブレベル間隔(S)、坑道間隔(A)及び坑道巾(B)は、流動楕円体中の可採率、研混入率のほか、岩盤の良否、使用機械等を考慮して決められる。一般的には次のとおりである。

$$S = 8 \sim 15 \text{ m}, \quad A = 7 \sim 12 \text{ m}$$
$$B = 4 \sim 5 \text{ m}, \quad \alpha = 70^\circ \text{以上}$$

付図16-2、16-3にKIRUNA鉍山(スウェーデン)、CRAIGMONT鉍山(カナダ)における実例を示す。

大廠鉍山の計画は付図16-4に示すとおりであるが、実際には抽出坑道の配置が計画通り規則正しく実施されておらず、これがズリ混入率の増加と可採率低下の一因となっている模様である。

② 発破計画

サブレベルケーシング方法では鉍石の起砕粒度がなるべく均一で細かい方が可採率は向上する。当鉍山では孔間隔2.0m、最小抵抗線1.6~1.8mで2框同時に発破を行い、鉍石の起砕サイズは700mm以下とする計画である。しかしながら、流下研の粒度が極めて小さいため、鉍石回収の早期にズリ混入が増大して抽出を中止しているのが現状である。

発破計画としては、最小抵抗線を小さくして起砕鉍石のサイズをさらに細かくすることや起砕効果を上げるため、発破孔の孔径を大きくして火薬装填密度を上げるなどが考えられる。

③ 研選別処理

出鉱品位を維持し、鉱石回収率を上げるためには、切羽巡回によるきめ細かな品位管理及び研選別を行う必要がある。そのためにはズリ処理システムが必要であるが、当鉱山は研処理システムが整備されていないようであり、実質的には研選別は行なわれていない模様である。

(2-3) 操業計画における問題点

順調な操業を行うためには、適正な切羽数及び適正台数の採鉱・切羽運搬機械が必要である。4,000 t/日の出鉱を行うために必要な切羽数、及び採鉱・切羽運搬機械台数ならびに抽出坑道開さく量 (m/日) は、概ね次のように考えられる。

稼働切羽数として10切羽、切羽運搬機 (バケット容量 3.8 m³級) 6台及び採鉱機械5台が必要で、抽出坑道必要開さく量は1日当たり約12 m²程度となる。

事前調査時には3.8 m³のロードホールダンプが2台と採鉱機械が1台 (?) 稼働しているのみであり、出鉱は不調で坑道開さく量も予算に達していない模様であった。

この原因は切羽数が不足しているのか機械台数が不足しているのか詳細は不明であるが、いずれにしても操業計画に問題があると思われる。

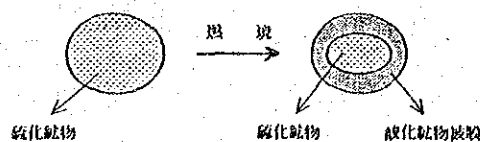
(3) 選鉱成績の不良

現地の選鉱場担当者及び選鉱場設計者によれば、坑内火災は選鉱には影響しないとのことであったが、見学や質疑応答の内容ならびに採取したサンプル及び入手したフローシートを分析した結果によると坑内火災による選鉱への灰の影響も大きいと考える。以下に選鉱成績の不良について考察する。

(3-1) 火災による影響

① 火災による原鉱の変質

- ・ 岩質頁岩は、鉱石鉱物に比較して軟らかく、微粉になりやすく、火災の熱によりこの傾向が加速される。
- ・ 炭質頁岩の燃焼灰は、浮選鉱液の pH を変化させる可能性がある。事実、現地から持ち帰った灰のサンプルを水に溶解してチェックしたところ、弱アルカリ性 (pH 7.8) の水道水が酸性側 (pH 4 以下) にシフトした。
- ・ 硫化鉱物、特に硫化鉄鉱 (黄鉄鉱、硫砒鉄鉱) が燃焼すれば、含まれている S 分が SO₂ として揮散するが、燃焼は内部まで進行せず、硫化鉱物表面に酸化被膜を形成する。



② 前記要因が選鉱に与える影響

- ・ 微粉状の灰はスライムとなり、鉱石鉱物の表面を覆って選鉱剤の働きを妨害するため、選鉱成績が悪化する。
- ・ 微粉状の灰は表面積の増加となり、選鉱剤（灰を含む鉱物表面に作用する）の消費量を増大させ試薬の大量添加を引き起こすが、これはコストアップとなるばかりでなく、試薬の過剰が成績低下の原因ともなる。
- ・ スライム状の比重の軽い炭質頁岩の燃焼灰が大量に混入すると、重液選鉱において、重液の比重を小さくして重液選鉱の本来の成績を維持できなくなる。

大樹脚選鉱場のフローでは、重液選鉱の軽産物はそのまま尾鉱となっており、この段階で取りこぼした有価金属のリカバーは不可能のため、重液の適性比重の維持は極めて重要である。

- ・ 灰の混入によって pH が変動すれば、選鉱の操業変動の要因となり、成績が悪化するとともに、pH 調整剤の使用量も増大し、コストを引き上げる。
- ・ pH の変動、特に酸性側へのソフトは設備の腐蝕を引き起こし、故障休転の原因となる。

(3-2) その他の問題点

① 地形とスペースとの関係上やむを得ないとはいえ、一連の系統を大樹脚と車河の二つの選鉱場に分けて建設し、両者を長さ 5.3 km に及ぶ索道で結んでいる。

一連の系統を二つの選鉱場に分けたことは処理系統および処理能力の固定化につながり、操業の変動に柔軟に対処できないことを意味している。

今回の調査では影響の程度は把握出来なかったが、各方面にその影響がでているものと考えられる。また、処理系統の変更または処理能力の増強の必要が生じた場合、大きなネックとなる。

② 原鉱に鉛・アンチモン鉱が含まれ、錫精鉱の他に鉛・アンチモン精鉱を産出している。鉛・アンチモン鉱は、地球上に 20 種以上存在し、多くは Cu, Ag, Bi, Fe, Tl 等を含有する。錫石、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、硫砒鉄鉱等と共生する比較的賦存量の多いものだけでも 5 種以上ある。

その主なものを次に示す。

アンドライト	2PbSAg ₂ S ₃ Sb ₂ S ₃
ハッチソンナイト	Pbs(Tl, Ag) ₂ S ₂ Sb ₂ S ₂
ブラジオナイト	5PbS ₄ Sb ₂ S ₃
フィツェリアイト	5PbSAg ₂ S ₄ Sb ₂ S ₃
コペライト	2PbS(Bi, Sb) ₂ S ₃

車骨鉍（ポーノナイト） $2\text{PbSCu}_2\text{SSb}_2\text{S}_3$

このように非常に複雑な鉍物である上に、閃亜鉛鉍、黄鉄鉍、硫砒鉄鉍等種々の鉍石を分離・回収しているため、大廠銅坑の鉛アンチモン鉍がこれらのうちどれとどれに相当するか、また、含有比率とその変動はどの程度か等が明確に把握されていないと、工程成績の判定は困難となる。

[参考] 中国側説明資料による坑内火災の状況

銅坑鉱山では、1976年細脈鉱体南部の採掘ブロックが地表まで採め上がり、地表部に貫通し、坑内火災が発生した。火災は今日まで約10年間に亘って続いており、特に1984年以降は火災範囲が拡大してきている。

現在、この坑内火災による坑内（岩盤）温度の上昇や有害ガスの発生のため、鉱山の生産活動は不調に陥っており、生活環境に及ぼす影響も大きい。

火災発生の原因と状況、対策、火災現況、及び火災の影響は次のとおりである。

(1) 火災発生原因と状況

上部細脈鉱体にはサブレベルケーピング法の適用をはかり、1972年、細脈鉱体南部ブロック101Nの採掘を開始した。1975年、101Nブロックの出鉱量は20万t（採鉱量30万t、未回収鉱量10万t）に達し、採掘稼行範囲は5,000m²と広範囲に及んだ。

このため、採掘稼行範囲の天盤部が725mまで採め上がり、1976年初めには地表部に貫通した。これとともに、鉱体の上方部にある厚さ50～70mの炭質頁岩（炭分6%、S分4%）が崩落・堆積し、自然発火により炭質頁岩中の炭分と硫化鉱物（特に黄鉄鉱）中の硫黄分が燃えはじめた。火災は、先ず0レベルの8#～10#探鉱線の間（025～029坑道付近）で発生し、逐次火災範囲が広がっていった。

地表部貫通直後は火災ガスの発生は少なかったが、時間の経過とともに発生ガス量が多くなり、ガス濃度も濃くなってきた。火災の発生ガスには、炭酸ガス（CO₂）のほかにも多量の亜硫酸ガス（SO₂）や一酸化炭素ガス（CO）、硫化水素ガス（H₂S）等の有害ガスが含まれている。

また、火災発生個所に近い101Nブロックの0レベル及び1レベルの一部区域の発破孔では、発破孔内温度が100℃前後にもなり、亜硫酸ガスが作業場にも流れ込んできたため、採鉱・出鉱作業が進められなくなった。（最高孔内温度196℃於0レベル028坑道）

地表部と貫通した710mレベルの坑道内温度は41℃に上昇し、有害ガスが充満した。地表部では亜硫酸ガス等の有害ガスが生産現場や居住区域に流れ込み、環境を汚染した。

1975年の101Nブロック地表部貫通以降もサブレベルケーピング法による採掘の進展に伴い、地表の陥没は進み、火災域も広がっていった。

地表陥没域の陥没時期と陥没面積は次のとおりである。

陥没域 番号	3	4	6	7	8	9	10	11	12
陥没 時期	1976 1979 19846	1979	19853 19863	19854	19856	19856	19856	19865	19867
陥没域 面積(m ²)	1350	1750	4490	800	250	200	270	300	1260

火災発生時の主な発生ガスの種類とガス濃度は次のとおりである。

- 発生ガス
亜硫酸ガス (SO₂)、硫化水素 (H₂S)、一酸化炭素 (CO)、炭酸ガス (CO₂)
- 亜硫酸ガス濃度 (ppm)
地表陥没域 (157)、4号孔 (84)、坑内2.5中段 (70)、025坑道 (77)
- 一酸化炭素、炭酸ガス濃度
坑内；2.5中段 一酸化炭素 (10 ppm)、炭酸ガス (0.6～1.0%)

(2) 火災対策

火災対策として、鉦山は次の対策を実施してきた。

(鎮火対策)

- ① 地表部からの大量注水
- ② 火災域の空気遮断のための坑道密閉
- ③ 陥没火災域の覆土密閉

(発生ガス対策)

- ④ 通気系統の整備、高圧大容量扇風機による吹込式強制通気の採用

このうち、鎮火対策として主に鉦山が実施してきた大量注水工事の経過は次のとおりである。

- ・ 1976年 101Nブロック地表部貫通により火災発生、地表部から煙霧噴出。
- ・ 1978年 地表部からの注水により、火災噴煙消失。(注水量：15千m³)
- ・ 1979年 再び煙霧発生し、坑内岩盤温度上昇。
- ・ 1981年6月 再度地表部から注水により、岩盤温度低下し、煙霧減少。
～1982年12月 (注水量：450千m³、含石灰水・食塩水)
- ・ 1984年4月 再度火災煙霧発生し、地表に大量噴出。

・ 1984年 地表部から注水するも、火災範囲拡大。

～1986年12月（注水量：400千 m^3 、含石灰水・食塩水）

こうした鎮火対策の実施にもかかわらず、1984年以降、火勢はますます強まり、火災範囲は拡大している。

(3) 火災の現状

火災発生以来、鉱山は地表部からの注水、空気遮断のための坑道密閉及び陥没火災域の覆土密閉等の鎮火方法を採用してきた。こうした鎮火対策により、火勢は一時的に弱まったことはあったが、採掘の進展に伴い、1984年以降火災範囲は拡大してきており、現在も多量の鉱石や鉱体上方部にある炭質頁岩が燃えている。

(3-1) 現状の火災範囲

現在、地表での火災範囲は4#～12#の陥没区域間で、総面積2万 m^2 に及ぶ。レベル的には地表より、0レベル若しくは1レベル付近までの範囲が燃えている。

各採掘レベルにおいて、火災による高温域（孔温が50℃を越えた区域）をまとめると次のとおりである。（付図9～11参照）

レベル名	高温域範囲（面積）	火焼鉱（灰）影響範囲（面積）
0レベル	下盤・025～029坑道（520 m^2 ）	下盤・024～029坑道（700 m^2 ）
1レベル	上盤・122～131坑道（3,690 m^2 ）	上盤・120～132坑道（4,000 m^2 ）
2レベル	上盤・226～235坑道（1,840 m^2 ）	上下盤219～237坑道（7,000 m^2 ）
3レベル	上盤・326～335坑道（3,150 m^2 ）	上下盤316～342坑道（13,000 m^2 ）

(3-2) 地表部温度とガス濃度

現在、地表陥没部6#、7#及び46号臨時通気立坑付近での岩盤（表土）温度は300℃以上となっている。

また、最近の地表付近の亜硫酸ガス濃度は次のとおりである。

○ 亜硫酸ガス濃度（ppm）

46号臨時通気立坑（19）、細脈鉱体用通気立坑（11）、地表陥没部7#坑（9）
地表陥没部11#坑（9）

(3-3) 坑内状況

① 坑内温度

坑内の岩盤及び坑道・作業切羽箇所温度は鉱石等の燃焼により上昇している。現在高温箇所の岩盤温度は65℃、坑道・作業切羽箇所温度は33℃となっている。特に

作業切羽での温度が高いのは、高温の火焼鉱（灰）の切羽への落下が原因となっている。

現在の坑内高温範囲（50℃以上）は坑内火災(2)項の火災範囲の表に示すとおりである。

また、鉱山では発破孔の温度測定を定期的に行っており、測定は熱電対式及びガラス棒状温度計を高温箇所セットして行っている。

温度測定頻度は次のとおりである。

- ・ 1981年上半期 測定1回
- ・ 1981年6月～ 大量注水後1週間に1回測定（3ヶ月間）
3ヶ月以降半月に1回測定
- ・ 1983年～ 1月に1回測定

* 1982年には0レベルで発破孔の温度が高いため、装填火薬の自爆事故があった。

② 坑内各レベルの有害ガス状況

- ・ 0、1レベル坑道：特に高温範囲の坑道は亜硫酸ガス等の有害ガスが岩盤より直接発生しており、人の進入は不可能である。
- ・ 2レベル坑道：上下盤の坑道（未密閉の鉱石立坑、研立坑及びトラックレス坑道を含む）には亜硫酸ガス等の有害ガスが上部より流下している。
- ・ 3レベル坑道：8号立坑、4#、11#、12#、5#、13#及び、6#の鉱石立坑・ズリは上部レベルより亜硫酸ガス等の有害ガスが流下している。

こうした有害ガスの流下に対処するため、鉱山では地表部からの大量注水や坑道密閉（空気遮断と通気系統整備）を行うとともに、局部扇風機の設置により有害ガスの切羽への侵入を防いでいる。

(4) 火災の影響

① 生産への影響

採鉱：今まで述べたように高温の火焼鉱（灰）の影響で、採鉱した鉱石が回収できないことや回収した鉱量が当初設計どおりにならないことから、採掘が進んでいないブロックがある。

このため、現在までの損失鉱量は約678千tとなっており、これが出鉱不調の原因となっている。

選鉱：火焼鉱（灰）の影響で、選鉱成績が次のように不調である。

（但し全体の成績かどうかは不明）

金属回収率：錫（Sn）：61%、鉛（Pb）：31%、亜鉛（Zn）：45%

② 地表への影響

火災により発生する有害ガスは草木類に甚大な悪影響を与えている。火災区域近辺では野菜類に黄斑点ができ、枯れ死にいたるものもある。付近の生産区・生活区の人々は朝夕を問わず、臭味のある有害ガスに悩まされており、せきがでたり、眼や喉に刺すような痛みをおぼえている。

雨季には地表陥没部が採め上りやすく、採め上った後で特に火災ガス煙の噴出が激しくなる。

3. 改善対策の考察

大蔵銅鉍山における現在の問題点は、前述のとおりであるが、ここでは鉍山の要望に沿って坑内火災の防止（鎮火）と順調な出鉍体制確立のための採鉍法の改善について概略の考察を行ってみた。

（4-1）問題点とその原因

現在の問題点とその原因をまとめると次のとおりである。

- ① 坑内火災 崩落採鉍法の適用（炭質頁岩の崩落→蓄熱→発火）
- ② 鉍石回収率低下 崩落採鉍法と焼鉍（石）灰によるズリ混入増大、ズリ処理系統の不備
抽出坑道設計計画と実状とのギャップ、保安ピラー
- ③ 保安 火災による有害ガスの発生流入と焼鉍灰による粉塵発生
坑内温度の上昇
- ④ 出鉍不調 切羽数、採鉍・運搬機械台数の不足、出鉍管理体制の不備
（現在、火災による出鉍への直接の影響は少ない）

したがって、問題点①～③の対策は鎮火と採鉍法の変更であるが、これらは不可分である。即ち、崩落採鉍法を続行しながらの鎮火は空気遮断が困難であり、たとえ一時的に火勢が衰えたとしても、再発する可能性が大きいので問題の解決にはならない。

また、問題点④は今回の事前調査では、この問題点に関する具体的データに乏しく、具体的改善策は本格調査をまたねばならない。

（4-2）鎮火と採鉍法改善の具体策

考えられる具体策は次のとおりである。

- ① 採掘跡への通気遮断（坑内坑道各所の本格密閉）と通気系統の変更
- ② 地表陥没範囲の覆土
- ③ 採鉍法の変更（無崩落採鉍法の採用、採鉍法変更時期の問題あり）

（4-3）適用可能な採鉍法

採鉍法を決定する場合、鉍床の大きさ、形状、鉍石強度、上下盤の強度、断層ならびに岩盤亀裂の有無など脆弱域の分布等を十分調査・把握する必要があるが、現状では未調査であるので、一般的に考えられる採鉍法についてのべる。

① 一次採掘（鉍柱を残して採掘）

- サブレベルストーピング法（採掘後充填）

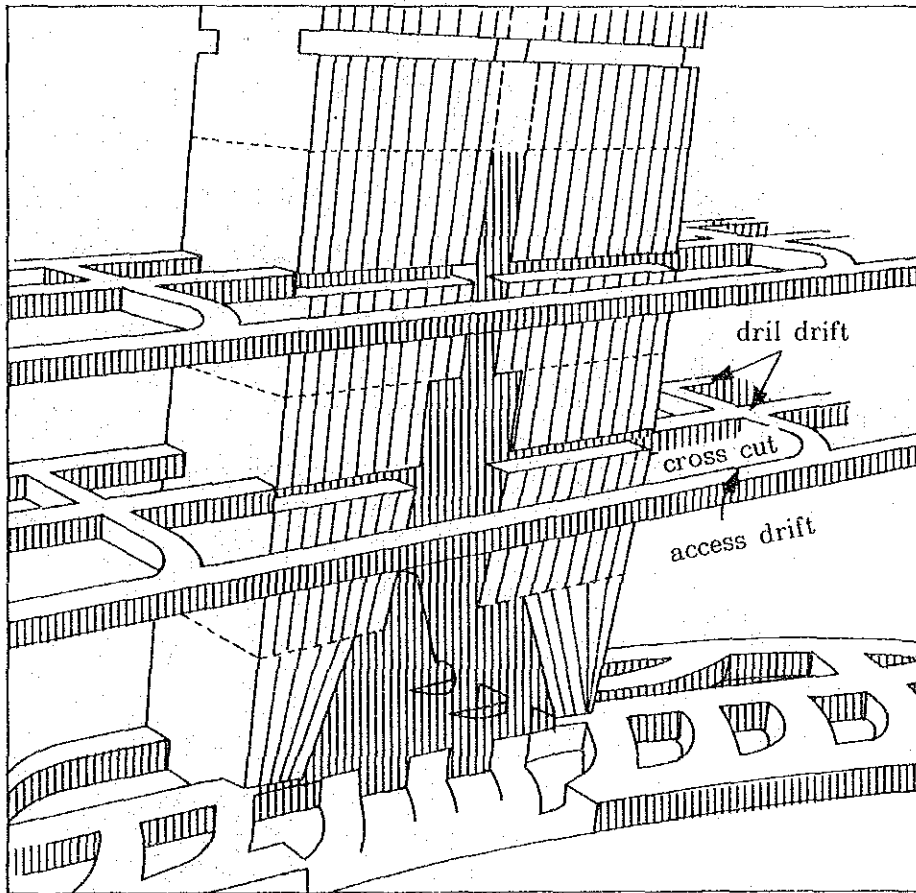
本採掘法の特色は次のとおりである。

- ・ 大規模に集約採掘出来るため、生産性が高く、採掘費が安い。

- 比較的安全な採掘法である。
- 起砕鉱石はすぐ出鉱できる。
- 岩盤及び鉱柱が強固で、採掘空洞を維持できることが必要である。

以下にサブレベルストーピング法の模式図を示す。

サブレベルストーピング 模式図

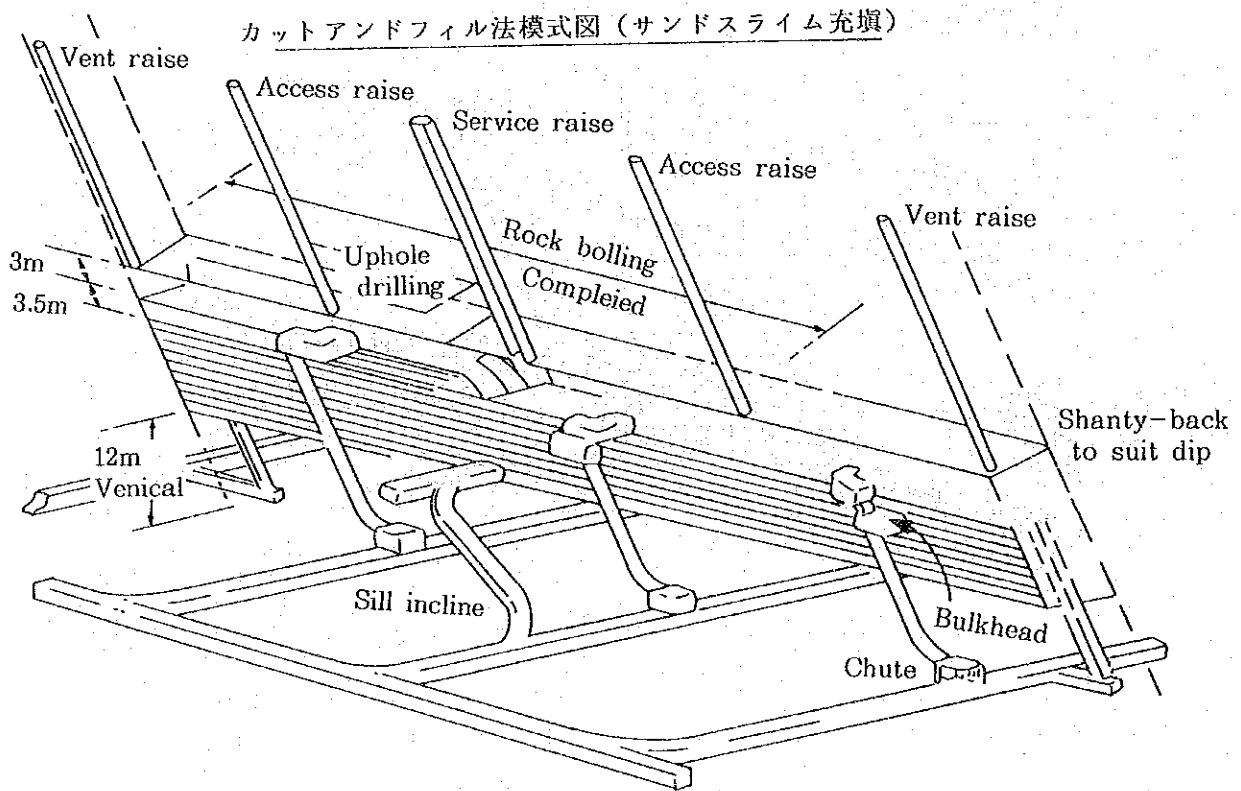


○ カットアンドフィル法（上向充填採掘法）

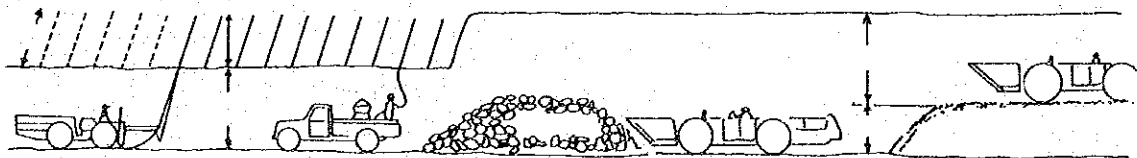
本採掘法の特徴は次のとおりである。

- ・ 採掘実収率が高く、研混入率が少ない。また、鉍石・研の選択採掘ができる。
- ・ 採掘サイクルの早期回転により、切羽出鉍量の増大がはかれる。
- ・ 他の採掘法に比べ、開坑期間が短かく早期出鉍が可能である。
- ・ 起砕鉍石の切羽貯鉍期間が短かく、鉍石の酸化等の影響を受けにくい。
- ・ 常に採掘場天盤下での作業となるため、軟弱岩盤の場合には特に浮石・落盤等保安上の問題が付きまとう。
- ・ 順調に出鉍を行うためには充填材の供給・確保が必要である。
- ・ 充填期間中は出鉍が止まる。

以下に上向カットアンドフィル法（メカナイズドカットアンドフィル法）の模式図を示す。



カットアンドフィル法（研充填）



② 二次採掘（鉍柱採掘）

二次採掘では地山応力を支えてきたピラーを採掘するので、採掘区画全域に亘る崩壊が予想される。このため慎重に採掘法を選択しなければならない。

二次採掘に適用の考えられる採掘法はつぎのとおりである。

1. サプレベルストーピング法
2. カットアンドフィル法
3. サプレベルストーピングとの組み合わせによるブロックケーピング法（SS的IBC法）

このうち、サプレベルストーピング法とカットアンドフィル法については、前項で採掘法の特色を述べたが、二次採掘（鉍柱採掘）に当たっては保安上の問題も含め、特に採掘区画の岩盤保持が必要となる。

このため、一次採掘跡の充填材にセメントを混入したサンドスライムを用いて人工ピラーを作り、このピラーで地圧を支える方法が考えられるが、この方法によれば採掘費が高くなる。

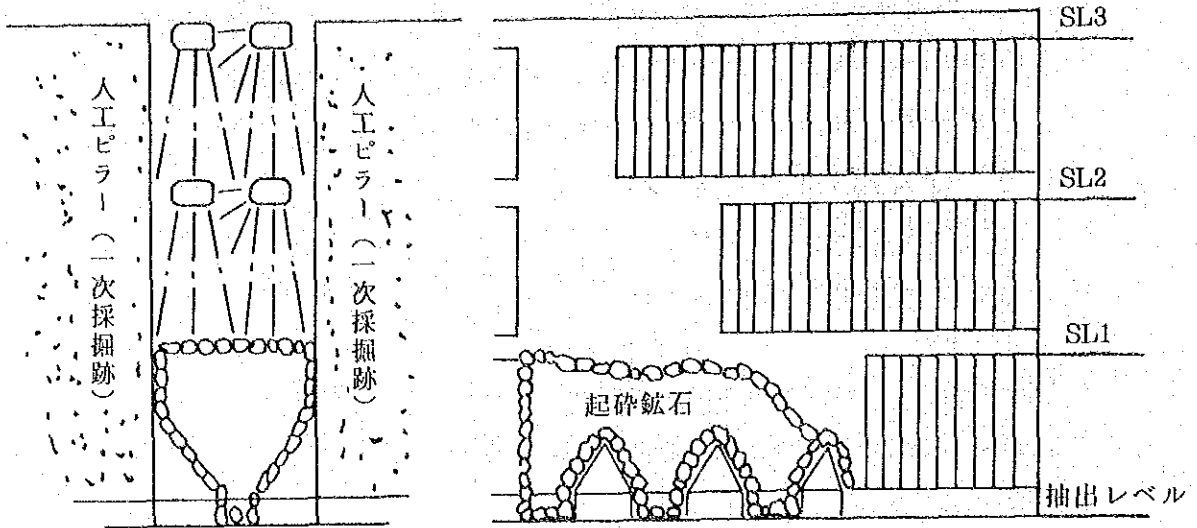
○ SS的IBC法

サプレベルストーピングとの組み合わせによるブロックケーピング法（SS的IBC法）の特色は次のとおりである。

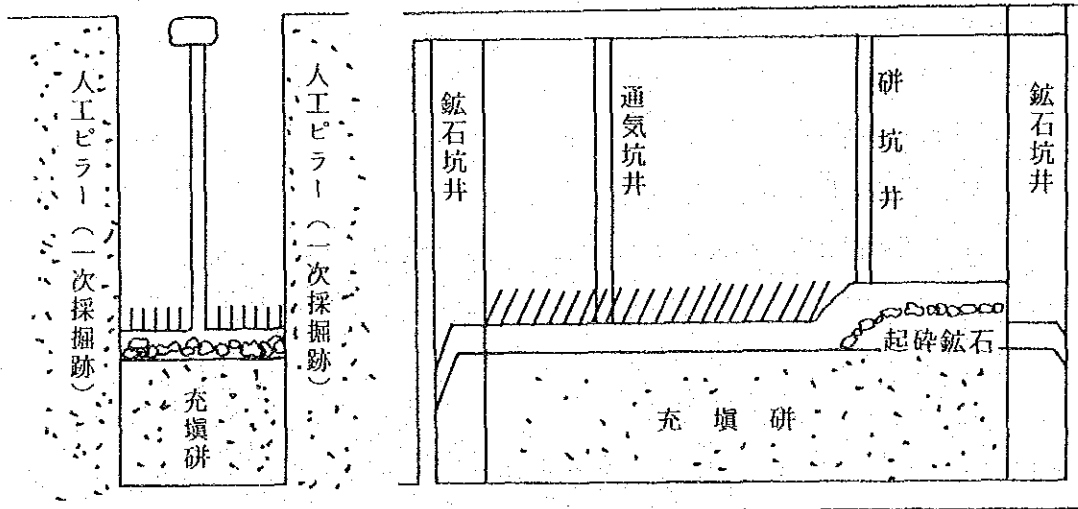
- ・ 軟弱岩盤の崩壊を防ぐために、起砕鉍石を貯鉍しながら採掘し、最後に残ピラーの発破を行い、採掘鉍画上方部をケーブさせながら貯鉍鉍石を抽出口より均等に回収（ユニフォームドロ잉）する方法であり、この方法はサプレベルケーピング法に比べて研混入が少ない。
- ・ 一次採掘後の充填材及び充填方法を工夫することにより側壁からの研混入を小さくできる。
- ・ 起砕鉍石は長期間貯鉍される。（貯鉍による鉍石酸化等の問題のある鉍石には適しない）

二次採掘法（サプレベルストーピング法、カットアンドフィル法及びSS的IBC法）についての概念図を次に示す。

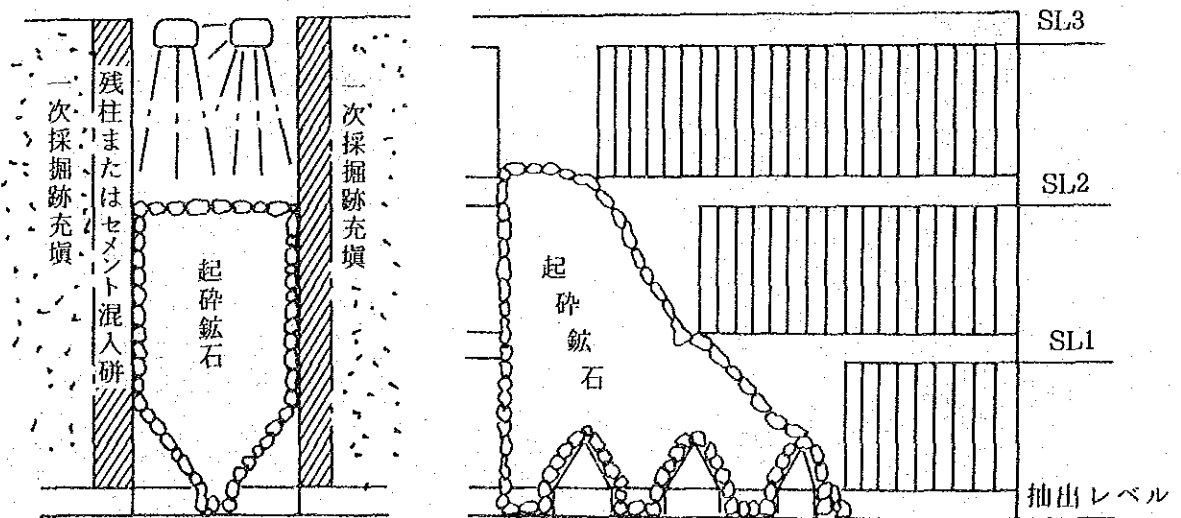
サブレベルトストーピングによる2次(鉍柱)採掘模式図



上向充填採掘法(カットアンドフィル)による2次採掘模式図



S. S 的I. B. Cによる2次(鉍柱)採掘模式図

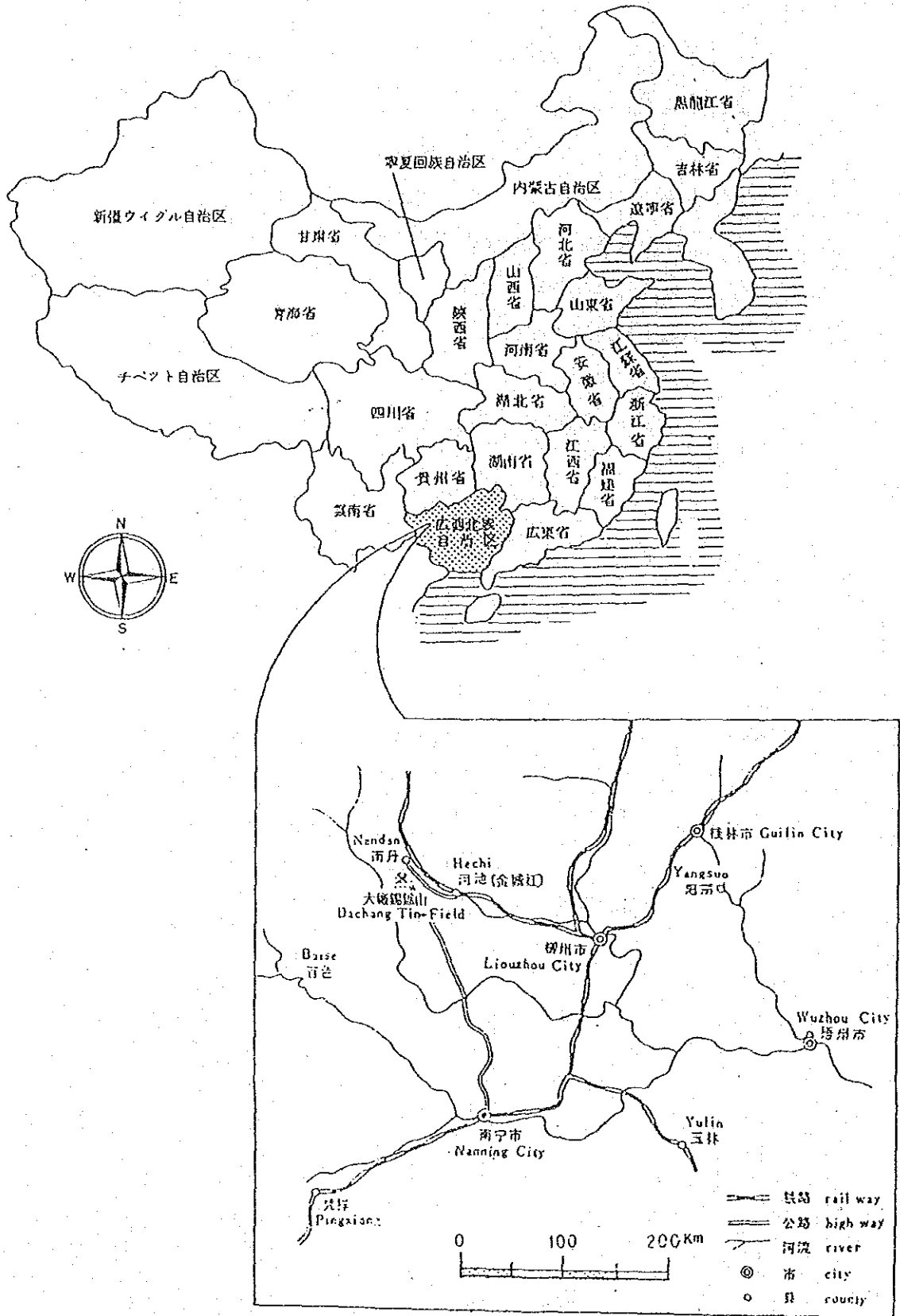


付図一覧表

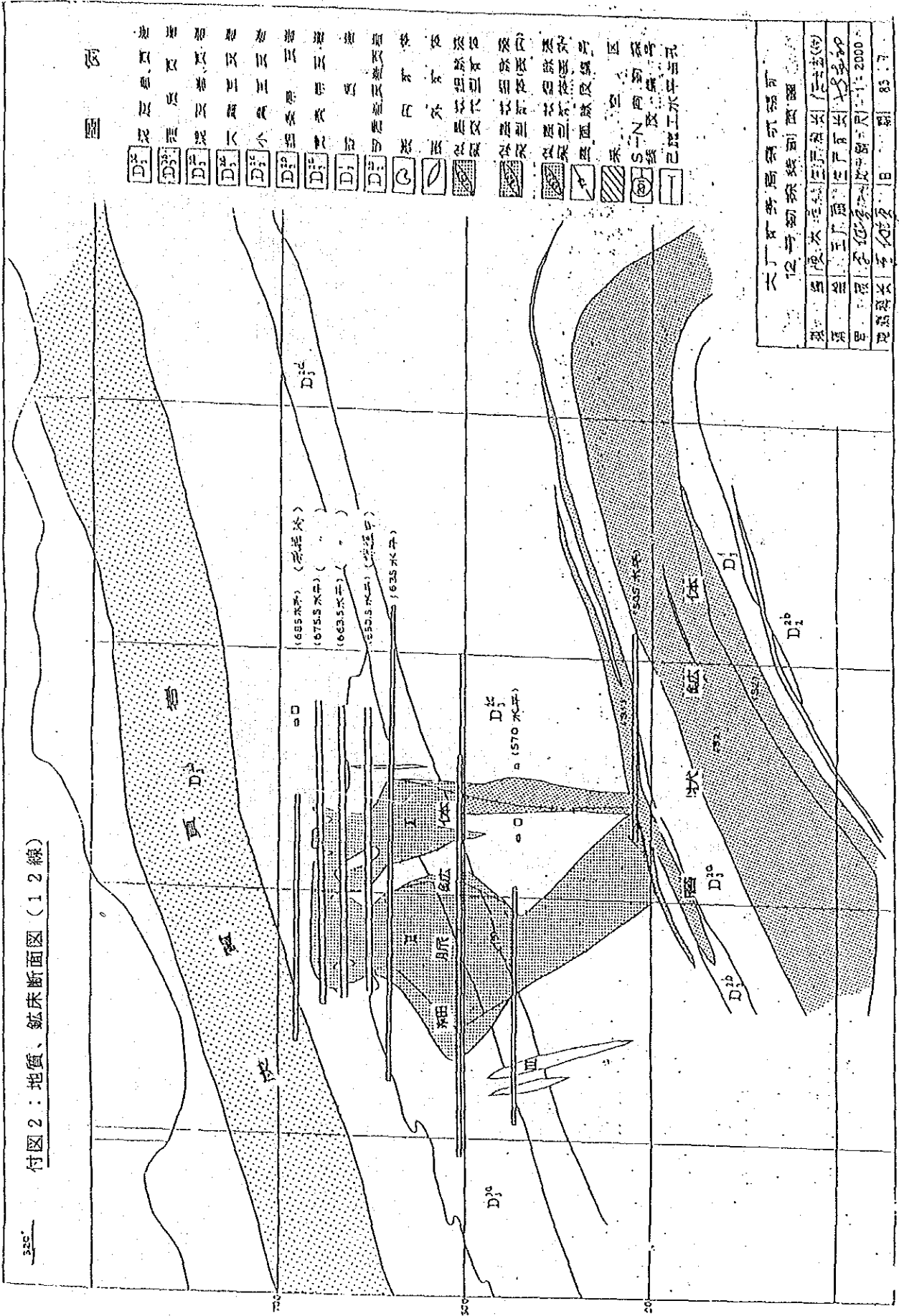
付図番号

- 1 : 大廠鉱山位置図
- 2 : 地質・鉱床断面図
- 3 : サブレベルケービング法模式図
- 4 : サブレベルケービング法模式図
- 5 : 坑内骨格構造横断面図
- 6 : 坑内骨格構造縦断面図
- 7 : 坑内通気断面図
- 8 : 地表陥没位置図
- 9 : 0レベル展開図
- 10 : 1レベル展開図
- 11 : 2レベル展開図
- 12 : 3レベル展開図
- 13 : 4レベル展開図
- 14 : 5レベル展開図
- 15 : 595m中段坑道図
- 16 : サブレベルケービング法における抽出坑道配置図
- 17 : 選坑フローシート

付図1：大廠鉍山位置図

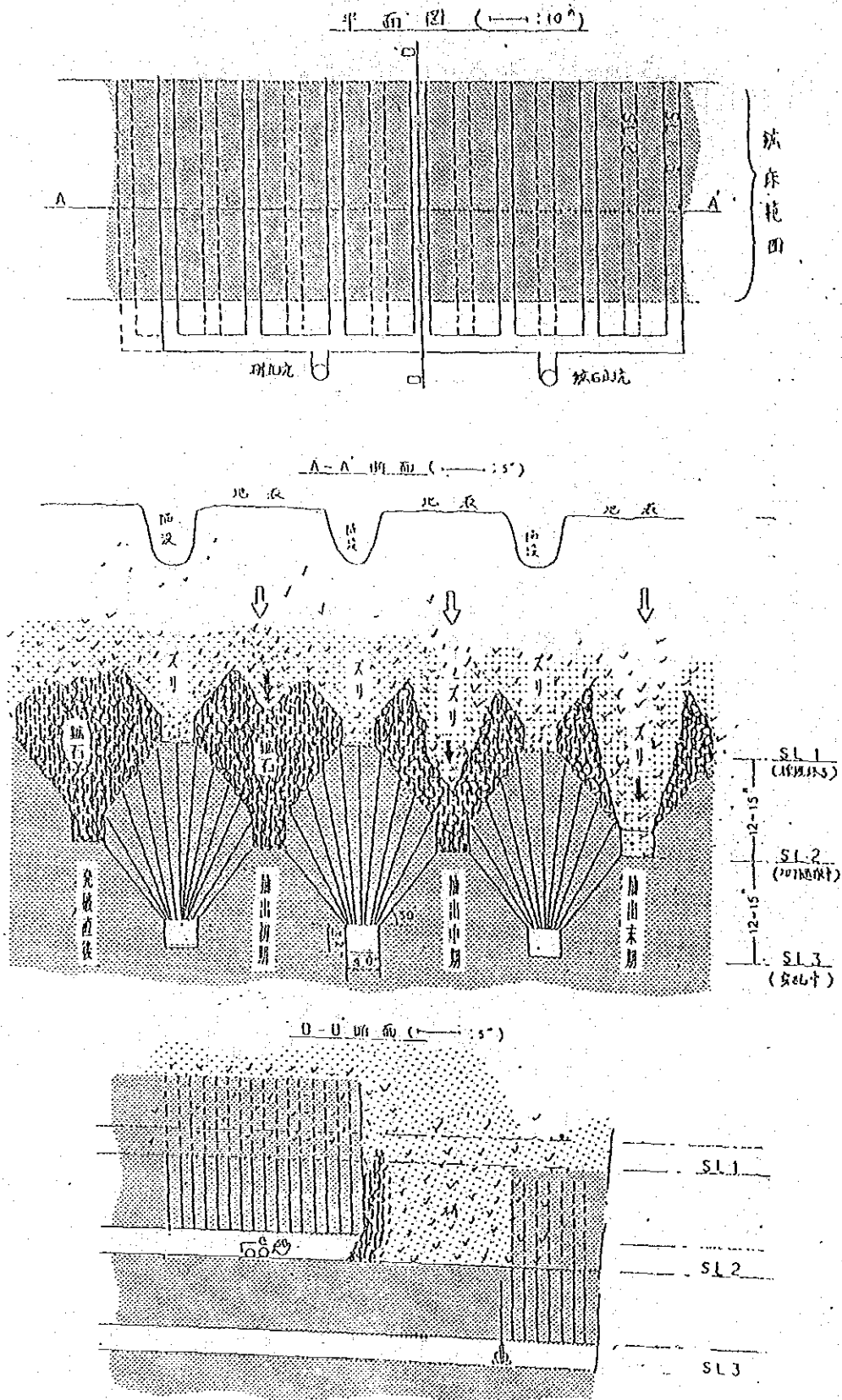


付图2：地質、鉍床断面图（12線）

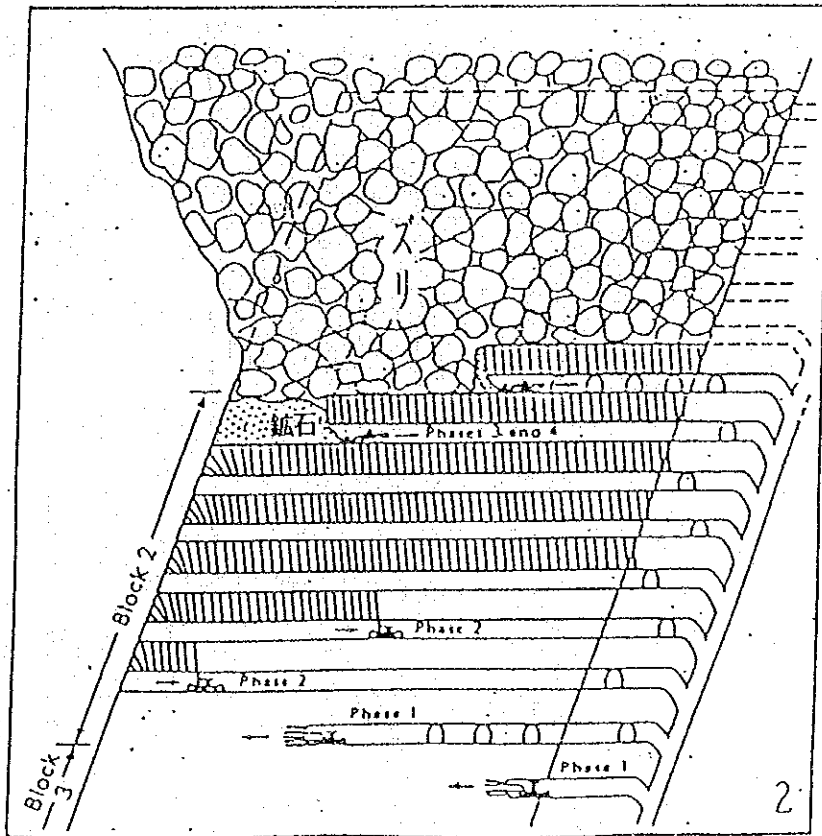
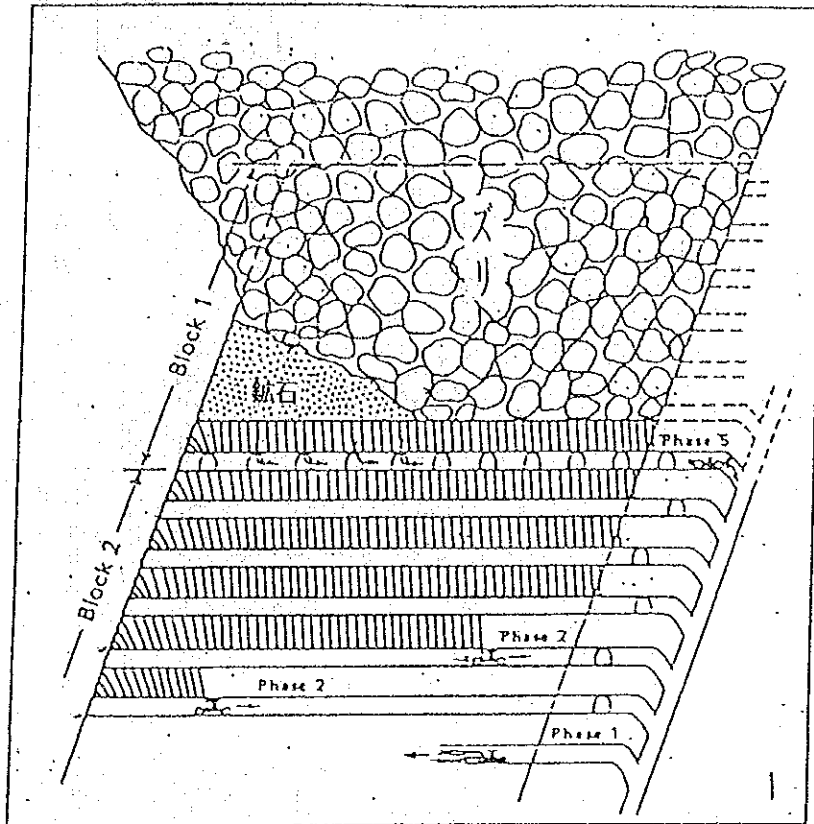


大丁平野局資料部
 12号物探線別断面图
 現 在 地 質 部 地 質 課 地 質 課 (9)
 現 在 地 質 部 地 質 課 地 質 課 (9)
 現 在 地 質 部 地 質 課 地 質 課 (9)
 現 在 地 質 部 地 質 課 地 質 課 (9)

付図3：サブレベルケーシング法模式図

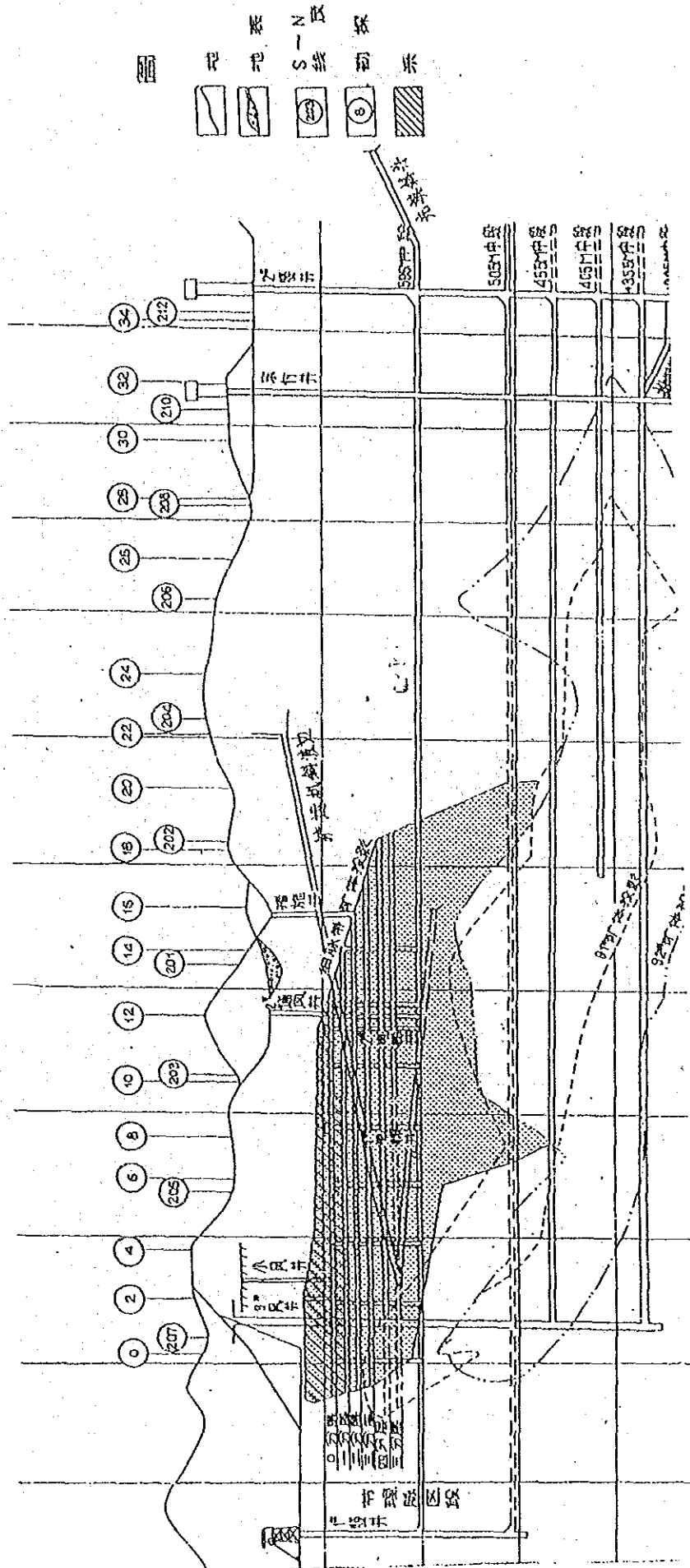


付図4：サブレベルケーシング法模式図

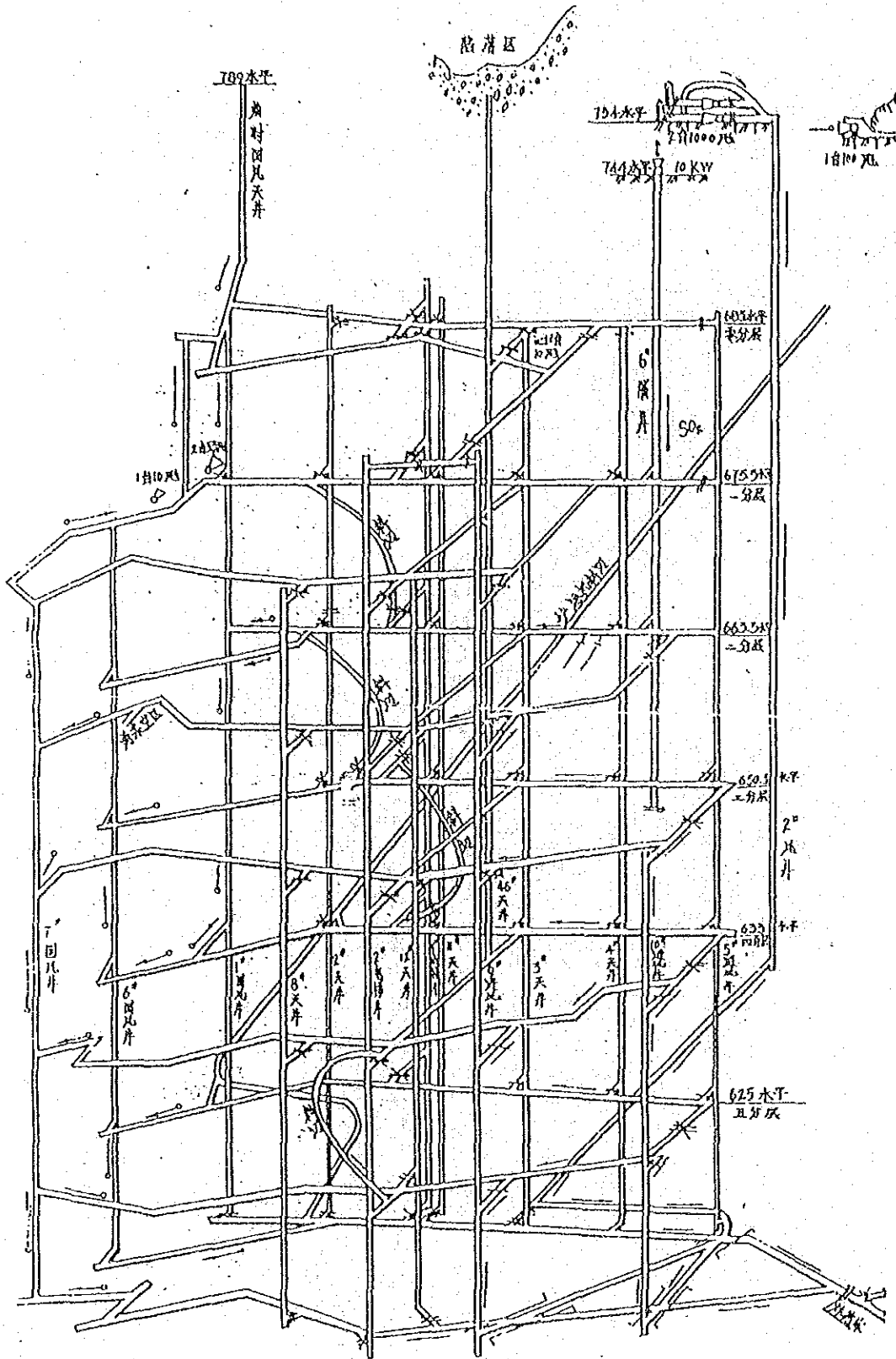


付图6：坑内骨格構造縦断面図

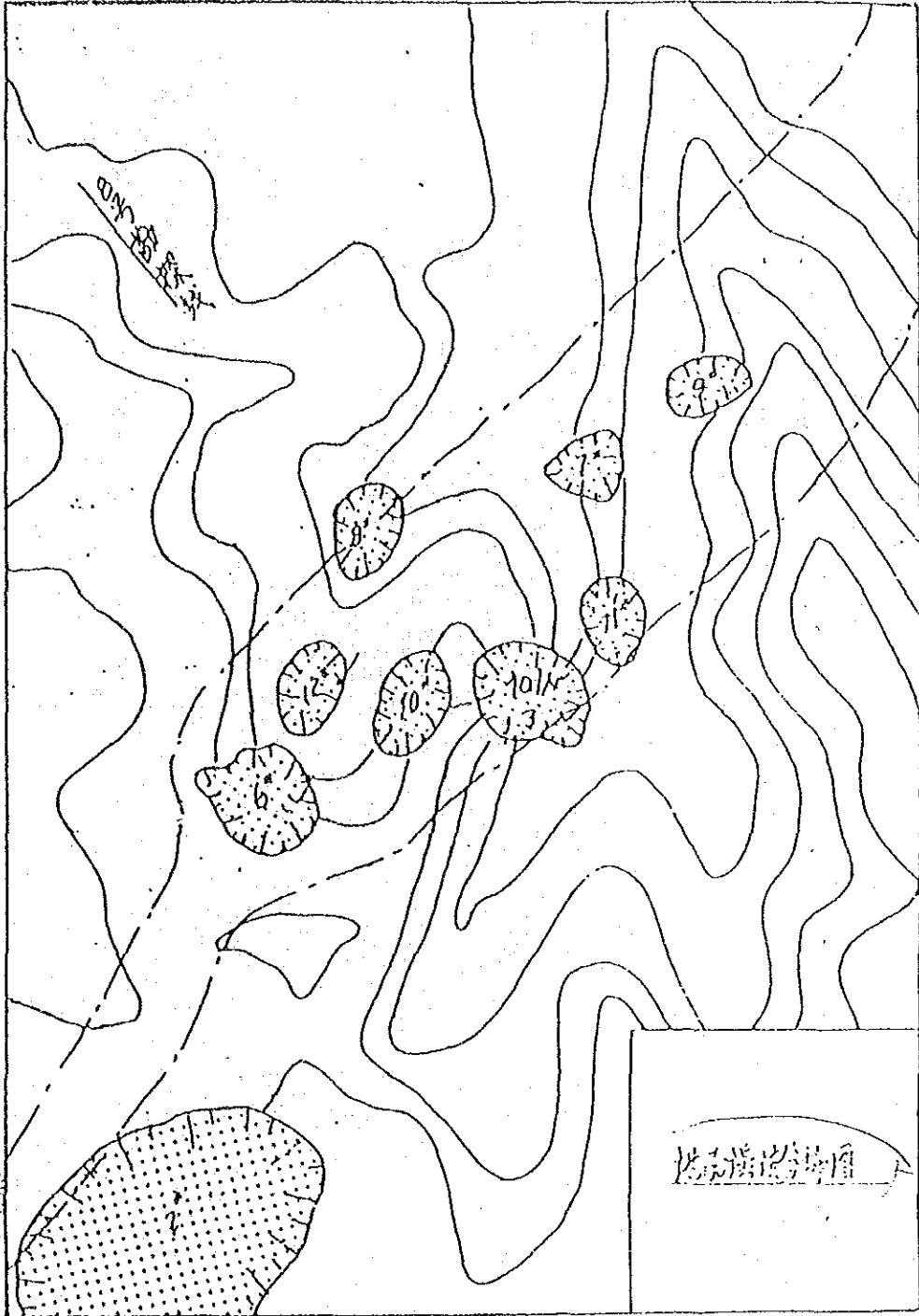
比例尺 1 : 5000



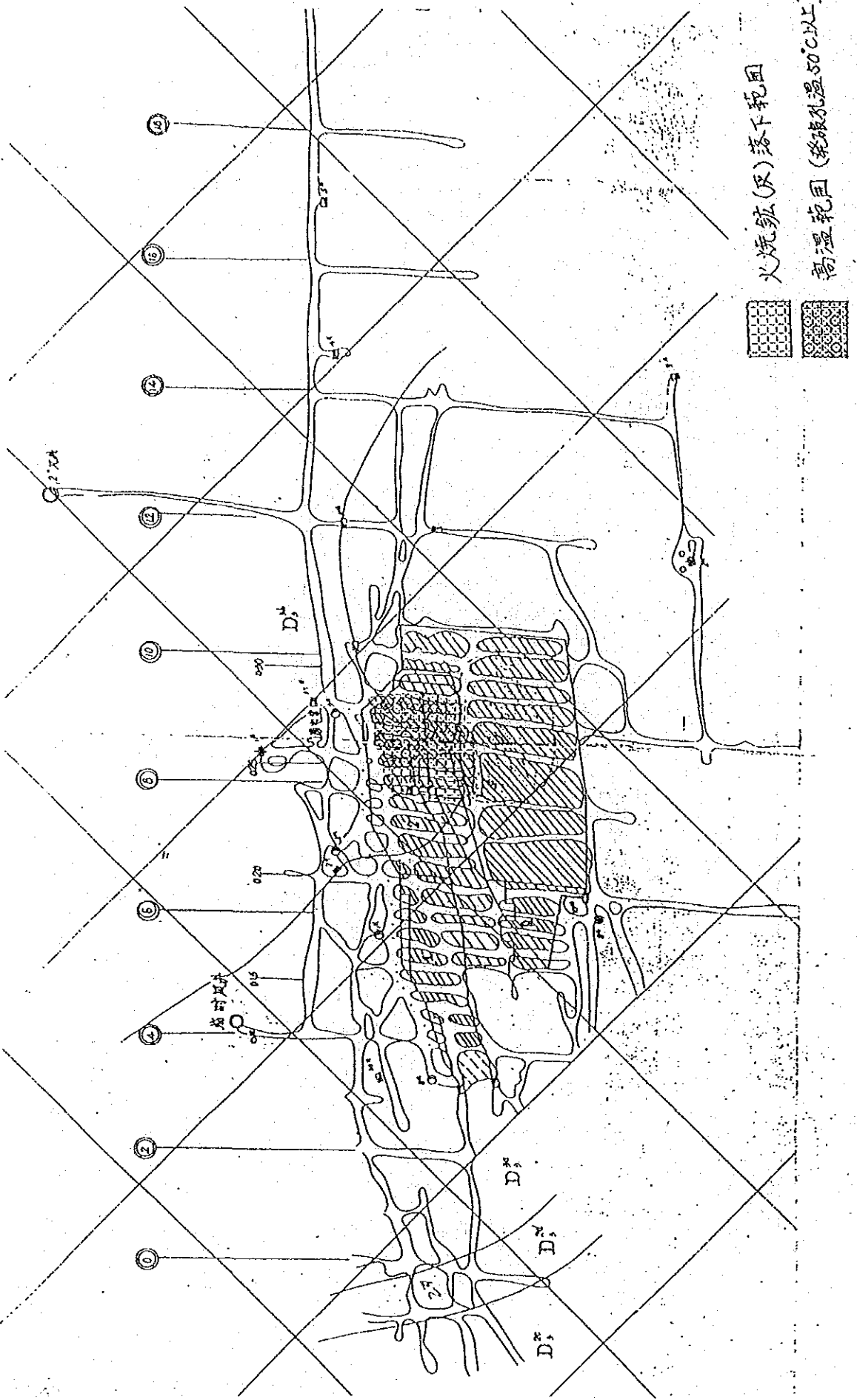
付图 7：坑内通氣系統圖



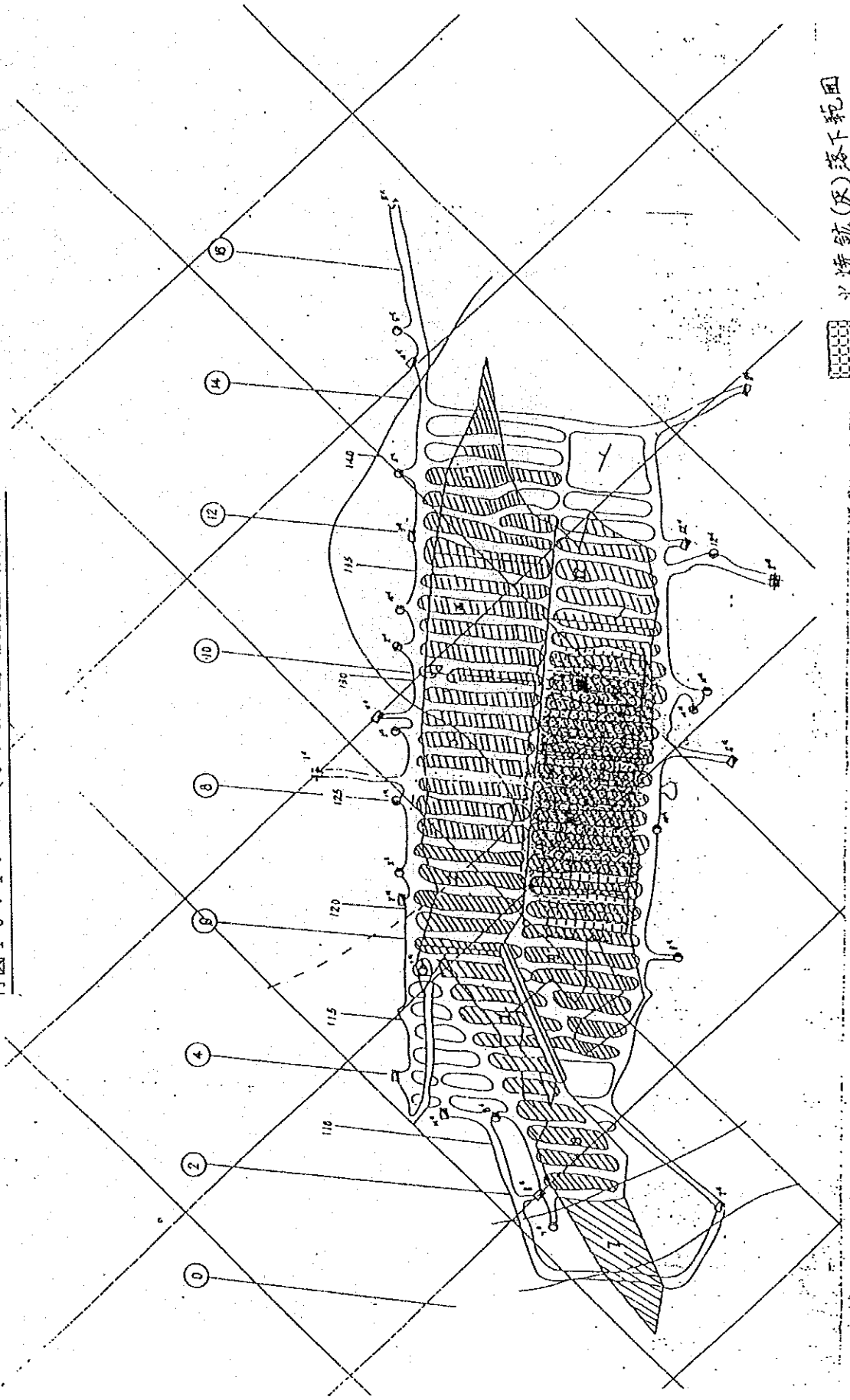
付图 8：地表陷没位置图





付図9：0レベル（687.5m）展開図（採掘済）

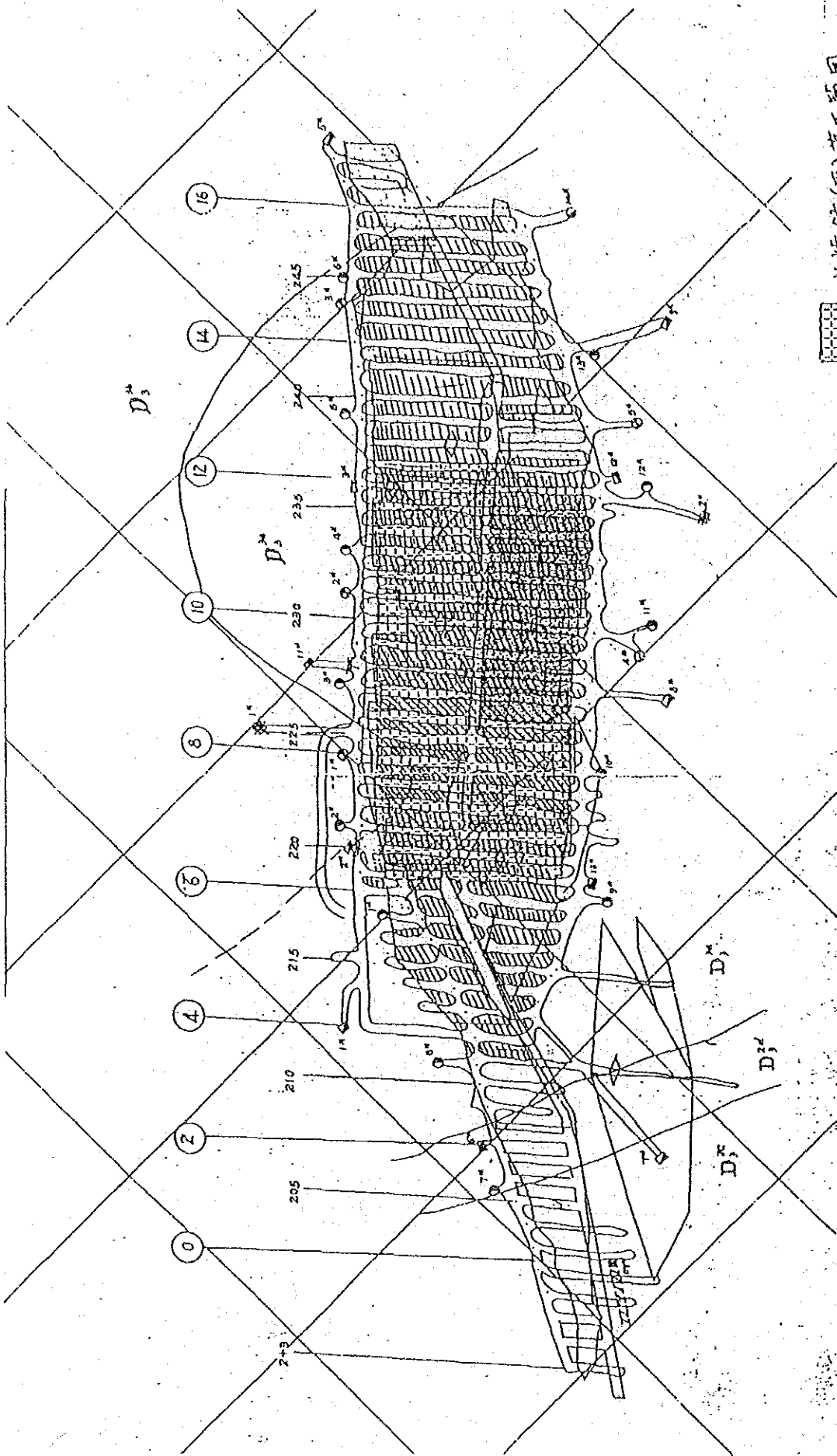


付図10：1レベル (67.5.5 m) 展開図 (採掘済)



火焼跡(灰)落下範囲
 火焼跡(灰)落下範囲
 高温範囲 (乾球気温50℃以上)

付図11: 2レベル (6.6 5.5 m) 展開図 (採掘済)

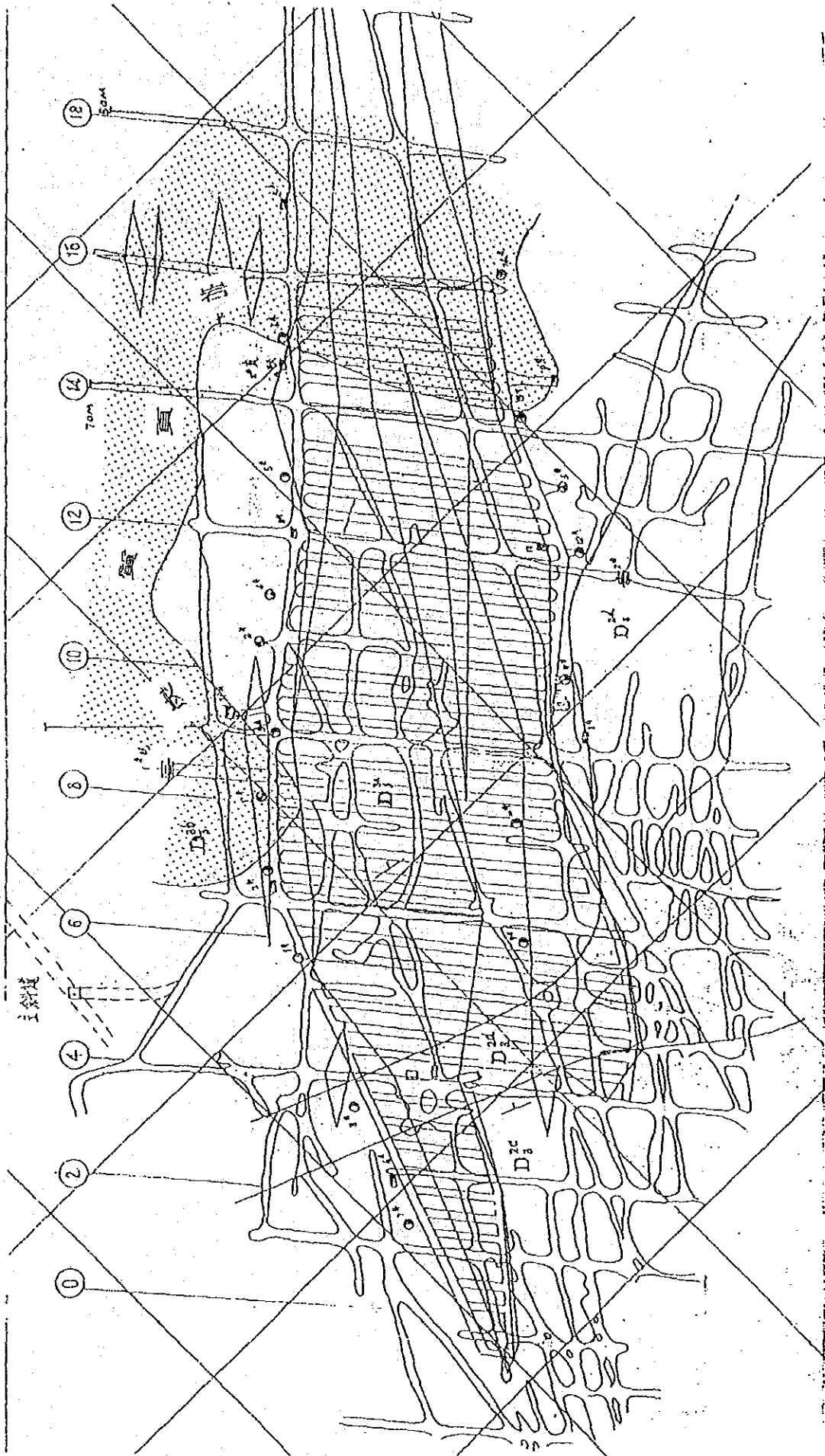


火焼鉱(区)落下範囲

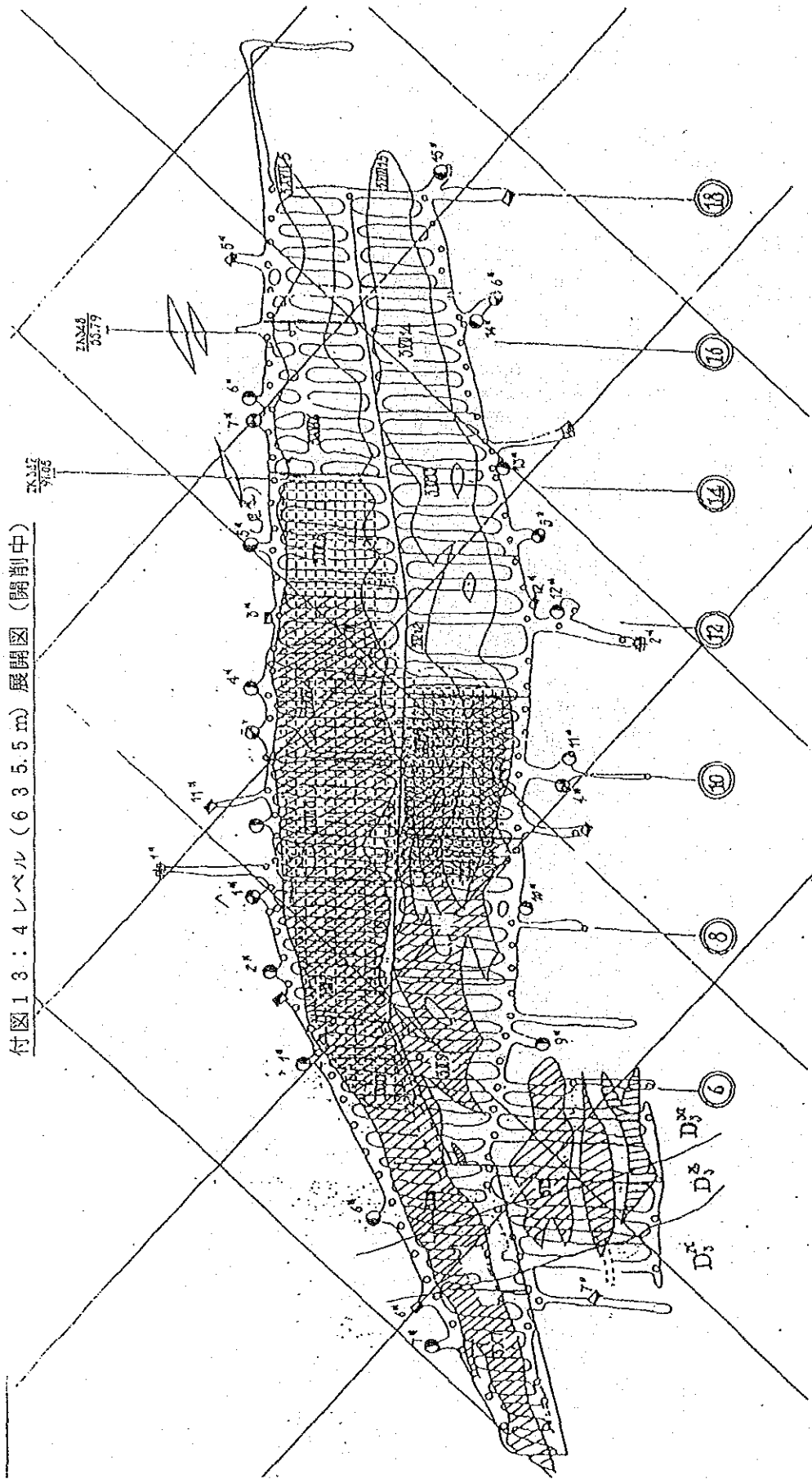


高温範囲 (乾燥孔温 50°C以上)

付図12：3レベル(650.5m)展開図(採掘中)

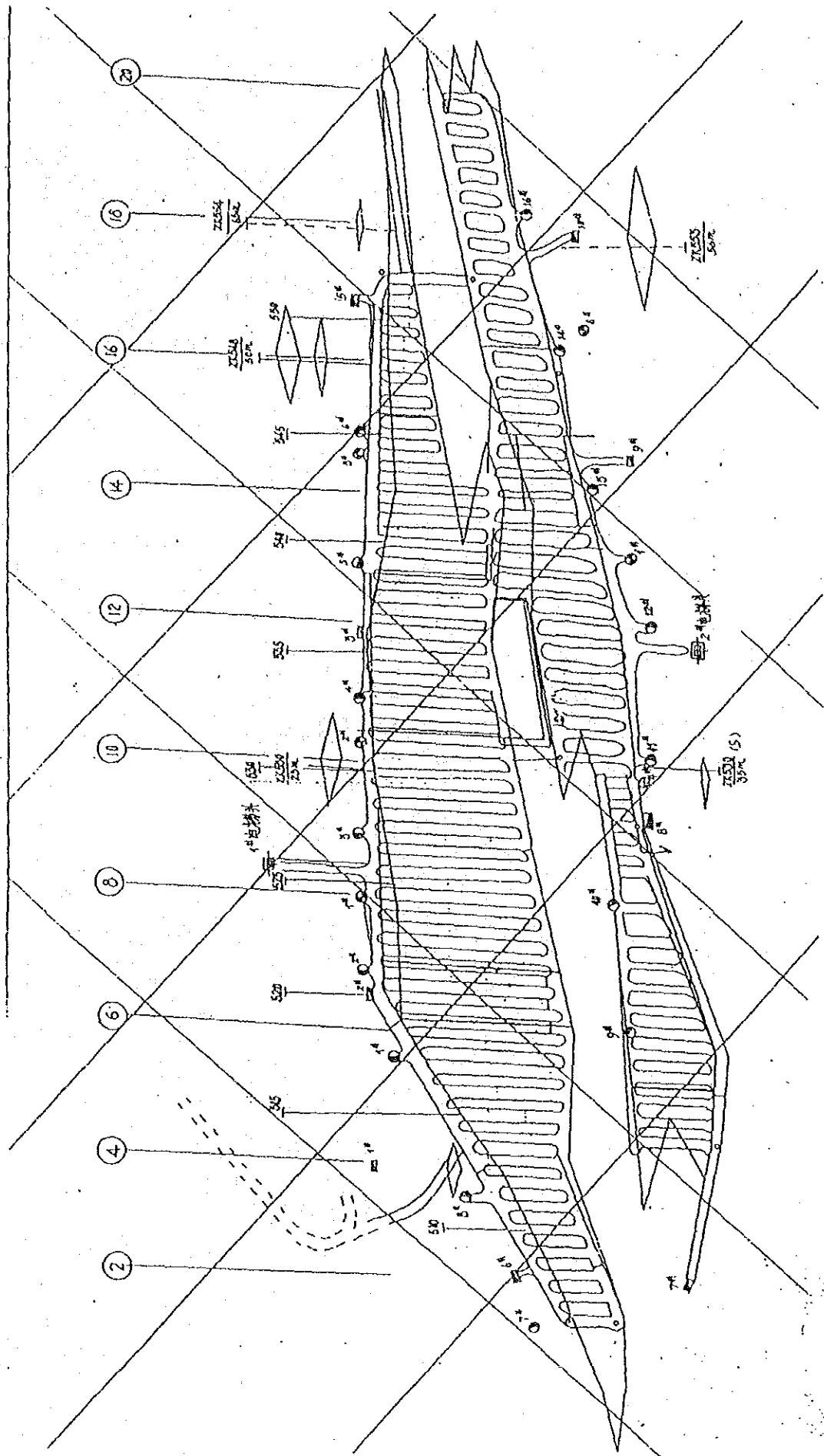


付図13：4レベル(6.3 5.5 m)展開図(開削中)

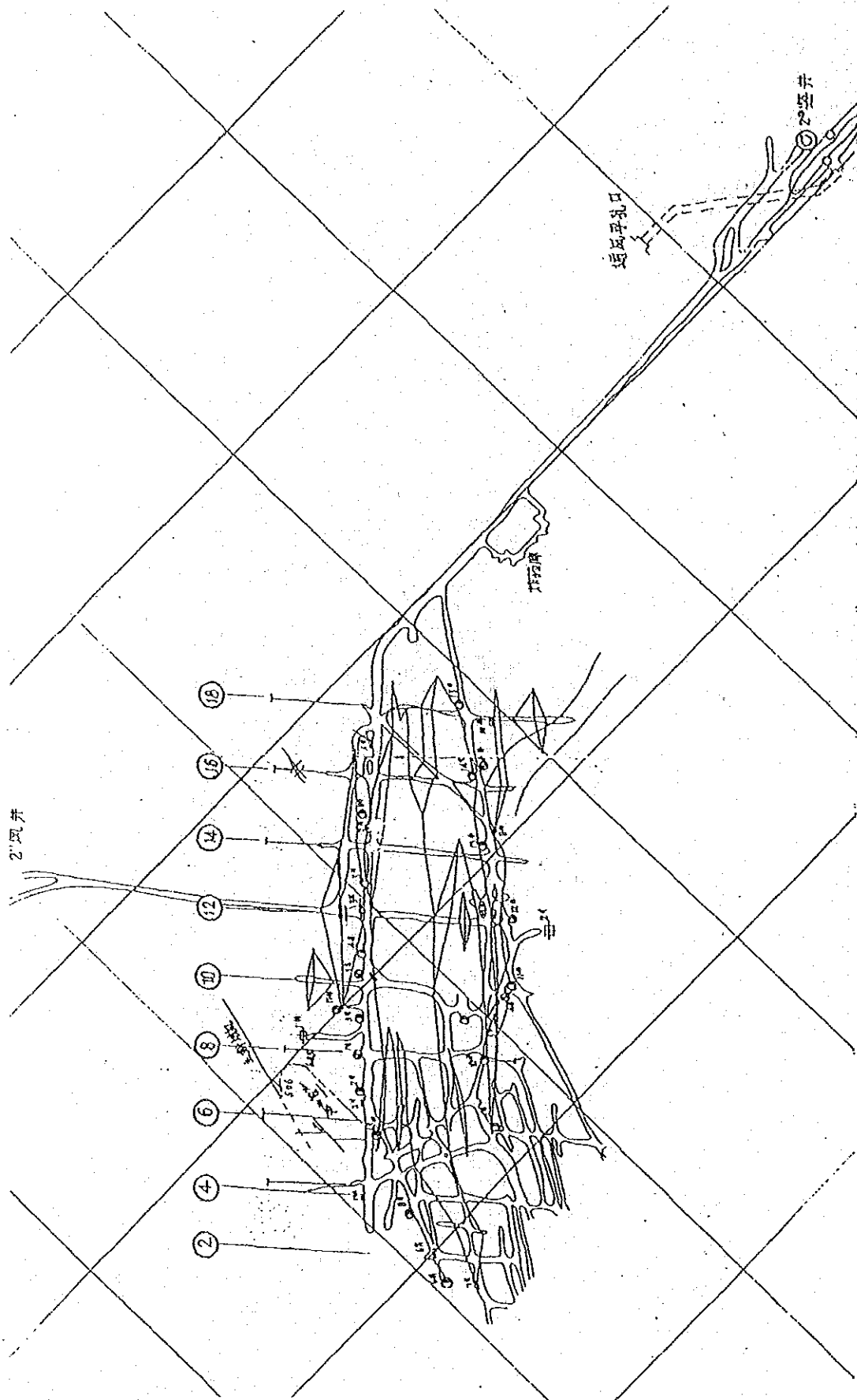


火焼痕(灰)落下範囲
 高温範囲(総破孔温50℃以上)

付図14：5レベル(615.5m)展開図(計画)



付图 15 : 5 9 5 m 中段抗道图



付図16：サブレベルケーシング法における抽出坑道配置図

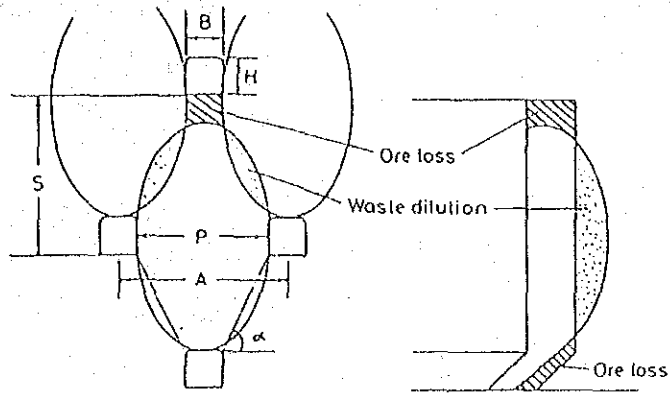


図1：鉱石残と研混入の発生箇所

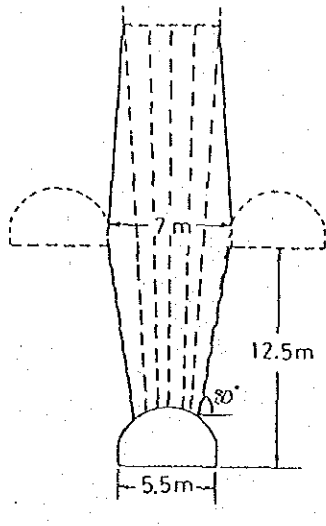


図2：Kiruna 鉱山の例

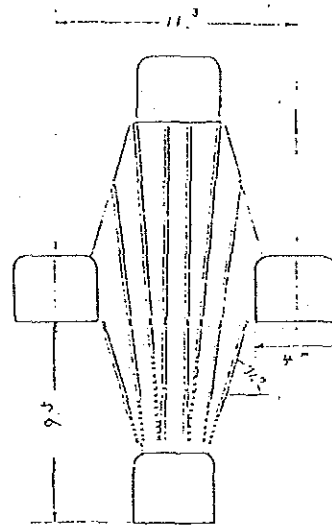


図3：Craigmont 鉱山の例

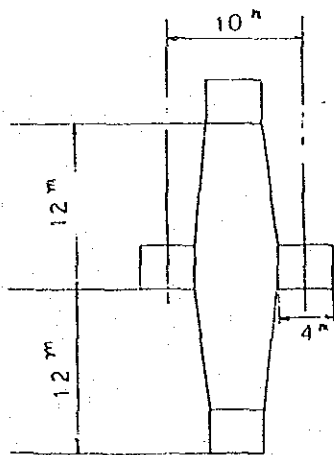


図4：大蔵鉱山の計画

付図17：大廠銅坑鋁山選鋁場フローシート

