Chacarilla 鉱山の開発*

正会員 熊谷 忠三 郎**

Exploration and Exploitation of the Chacarilla Copper Mine, in Bolivia

Chuzaburo KUMAGAI

The principal property of Copper Mines & Enterprises is situated in high plateau of Bolivia, known as the "Altiplano", which has an elevation ranging from 3,800m at Lake Poopo to 4,500m at the topmost mine workings, 90km wide extending from the Argentine border on the south to Lake Titicaca on the north, lied between the Cordillera Occidental on the west and the Cordillera Real on the east.

The copper belt "Corocoro formation" runs parallel west side.

The deposit of Chacarilla mine is located roughly in the center of this metalliferous belt.

And was known one century before, for it's high grade copper ore. The principal mineral explored there is the native copper, and the mineralization is located in ore shoots founding in this mine consists of three elements.

The general course is N40°W and worked only by hand, therefore the amount of picking result disturbed by inconvenient location and a continental climate.

We acquired the original option of the prospect 1959, and after investigation and prospecting our company bought this mine from the owner 1960.

Then we established in this desert, water supply, housing, electric plant repairing plant, dressing plant etc. first stage comepleted 1963.

As we confirmed excellent results in the deep parts by boring, so we are forming a plan to extend the scale of mining and development, at the second stage we have 13,000T/M plant in contemplation a few years after.

And in spite of a change of government, we are striving to bring copper cocentrates for our country.

1. ま え が き

当鉱山は、含銅赤色層 (Red Bed Series) として、古来有名な Corocoro Formation に属する鉱床で、二疊紀または白亜紀?のものとも称せられる砂岩、頁岩の互層と礫岩および石膏の薄板を挟み、凝灰岩を混え、その内、砂岩層に著しく銅鉱が鉱染しているのが特徴だとされている。中でも Corocoro を除いては Rio Desaguadero に阻まれて開発が不充分であるが、それにもかかわらず良品位の自然銅鉱を抜き掘りして、石臼 (Quimbalte) で品位を上げて焼取製錬を行なつた模様で、無数の坑道が入り込んでおり、当時の奴隷駆使流の人海戦術による作業のあとが見られる。しかしながら人背運搬の限度として、露頭からの沿層で200m、鉛直で、100m の範囲にとどまり、通気、排水、運搬などが限度に達し作業不能に陥つたもののようである。

鉱床配列の方向は第3図のように Corocoro fault に倣らい、鉱曲の軸方向に沿ひ Dome の上盤に載つてい

るもののようで、南北の長さ約 3km+α 東西の幅約 1 km にわたつて鉱化帯が現出し、厚さは各グループ20m から 60m が、鉱染が著しいことが第1回の概査で判つた。

一方 Corocoro では古くから輝銅鉱を主体とする浮選処理が行なわれているのに、Chacarilla では輝銅鉱は水洗いの比重選鉱では品位を上げるのに困るので、ほとんど放置未着手の状態なので、大いに魅力を感じた。

Bolivia の大きな鉱山は、革命後ほとんど国営に移されているが、当鉱山は中小にランクされ、かつ個人の所属であり、外国人に売却したいとの所有主の話なので、このような鉱山を開発することは自由化を目前に控え、かつ国内資源の潤渴をきたそうとしている日本にとつて、その技術を海外にのぼし、海外資源の導入を図り、日本国内の資源の延長を企て、両国の共栄となるので、幾多の自然的悪条件ならびに政治的その他の不利な条件を克服できれば、今後探鉱の進捗により埋蔵鉱量の飛躍的増大も充分見込まれるので、進出に踏み切つたのである。

* 昭和40年3月31日 本会春季大会分科研究会において講演

** 日東金属鉱山株式会社常務取締役、日東ポリビア鉱山顧問

←第1図
ボリビア位置図

第2図→
チャカリヤ鉱山交通図

2. 鉱山の概況

2.1 位置 (第1図参照)

Chacarilla 鉱山は、南米 Bolivia 国 La Paz 地方 Aroma 県 Chacarilla 村にあり、La Paz 市の南南西約 180km、南緯 17°30' 西経 68°15' に該当する、標高海拔 3,800m の地点に存在する (第3図航空写真)。

2.2 交通・運搬

第2図に示す La Paz—Patacamaya 間105 kmの国道は無舗装でも 80km/h 程度、Patacamaya—山元間約 80km は鉱山専用道路で、途中最大の難関 Rio Desaguadero の筏船渡河を含めジープで片道 5~6 時間を要する難路である。

鉱石は La Paz—Arica 線鉄道の最寄駅 Pando までトラック輸送を行ない、Chile 国 Arica 港から横浜向け船積する。Arica 港は新岩壁を築造中であるが、目下のところは、はしけ取りである。

逆に建設用機器、資材類の船送輸入分は、第1表のように3~6%の急勾配を含む単線鉄路で漸く400mの台地に登り国境の検閲を経て、長尺物、重量物は Calacoto または Pando 駅 (検量) から搬入するので、山元まで数日がかりとなる。坑木 (eucaly), その他は低地の Cochabamba 付近から集荷、国内鉄道により、火薬類は Chile Antofagasta からの鉄道による (第1表参照)。

生活物資その他は La Paz からのトラック輸送により、空路は Peru 国 Lima 経由あるいは Argentina 国 Buenos Aires から、La Paz へ一旦集まる。最近ようやくジェット機が発着するようになった空港は世界最高の海拔 4,070mにある。

2.3 通信

国外からは航空便による外なく、山と La Paz 間の通信はラジオにより朝夕短波放送の交換を行なうことにしている。ちなみに郵便の配達は一切なく局の私書函に日参せざるを得ない。市内電話はあるが、市外は主要都市

へ鉄道電話を利用。鉱山の構内は勿論特設している。

2.4 気候 (第2表参照)

鉱山地帯は富士山頂より高い高原 (Alti Plano) にあるので、夏季の気温は 25°~5°C 冬季は 23°~-3°C であるが、朝夕の温度差は 10°C にも及ぶ。

降雨量は雨季 (12月~4月) 間約 500mm 程度であるが道路の悪化は土質の関係でひどい。したがって乾季はほとんど降雨を見ないので灌木 (Tora) と針葉の草 (Paja) が育つに過ぎない。

2.5 沿革

第1表 アリカーラバス鉄道、標高および勾配

区間	アリカ	セントパウル	アキス	ラパス	カラコ	パンド	カルカ	ラパス
高度 (海拔) m	20	1,481	3,728	4,256	4,056	3,725	3,981	3,901
最急勾配 %	100	100	100	100	100	140	120	80
勾配 %	—	37	6.0	3.0	3.0	2.0	1.6	3.0
距離 (駅間) km	0	6.8	11.1	1.80	20.4	33.5	43.5	45.3
備考	蛇行	蛇行	アプト式	最高	同境	3020m	上	下

第2表 アルティプラノの気温および雨量統計

当鉱山の開発はスペイン統治時代（1520～1825）からとされているが、当時の旧坑の溜水の排除量から判断して30万t程度は掘られている模様である。

その後幾多の曲折を経て1938年に前鉱主、故 Fermin Nuñez Rosales の手に渡っていたものを1960年当社がこれを買収し、8,000～10,000t/月 の選鉱場を建設し稼行し、精鉱を内地小坂製錬所に売却していたが、1965年

に同和鉱業と共同経営の姿となり現在に至っている。（第3表参照）

3. 開 発

開発を始める前に鉱主と opcion 契約を1年間結び、その期間中に鉱床の実体をつかみ、一部鉱量把握のため、試錐および移動式圧気機による坑道掘進を行なうことに

第3図 チヤカリヤ鉱山地域地形図（航空測量写真）

第4図 チヤカリヤ鉾山中心部

第3表 沿 革

年	月	幹 過 事 主 事 件
1958.9	9	松本専務社長、国土院御用子会社松本工務、1959年6月20日調査、空堀・木堀・竹3
1959.3	3	松本専務社長御用、空堀・木堀・竹3並調査、0 銀1000銀500並調査
4	4	松本専務社長御用、松本工務の成立
5	5	松本専務社長、地籍事務要領御用
6	6	松本専務社長、地籍事務要領御用
7	7	松本工務の成立
8	8	松本工務の成立
9	9	松本工務の成立
10	10	松本工務の成立
11	11	松本工務の成立
12	12	松本工務の成立
1960.8	8	松本工務の成立
9	9	松本工務の成立
10	10	松本工務の成立
11	11	松本工務の成立
12	12	松本工務の成立
1961.1	1	松本工務の成立
2	2	松本工務の成立
3	3	松本工務の成立
4	4	松本工務の成立
5	5	松本工務の成立
6	6	松本工務の成立
7	7	松本工務の成立
8	8	松本工務の成立
9	9	松本工務の成立
10	10	松本工務の成立
11	11	松本工務の成立
12	12	松本工務の成立
1962.1	1	松本工務の成立
2	2	松本工務の成立
3	3	松本工務の成立
4	4	松本工務の成立
5	5	松本工務の成立
6	6	松本工務の成立
7	7	松本工務の成立
8	8	松本工務の成立
9	9	松本工務の成立
10	10	松本工務の成立
11	11	松本工務の成立
12	12	松本工務の成立
1963.1	1	松本工務の成立
2	2	松本工務の成立
3	3	松本工務の成立
4	4	松本工務の成立
5	5	松本工務の成立
6	6	松本工務の成立
7	7	松本工務の成立
8	8	松本工務の成立
9	9	松本工務の成立
10	10	松本工務の成立
11	11	松本工務の成立
12	12	松本工務の成立
1964.1	1	松本工務の成立
2	2	松本工務の成立
3	3	松本工務の成立
4	4	松本工務の成立
5	5	松本工務の成立
6	6	松本工務の成立
7	7	松本工務の成立
8	8	松本工務の成立
9	9	松本工務の成立
10	10	松本工務の成立
11	11	松本工務の成立
12	12	松本工務の成立

第4表 測量図面

種別	縮尺	測程	地域	坑別	摘要
地形圖	1/2,000	航測	RIO	Chacarallina, 各城	原東は 旧事務所 橋路
	1/5,000	"	"	鉱區全図	
坑内図	1/500	実測	T, E, C, B, A, 各坑		
坑内外図	1/1,000	"	"	T, E, C, A, B,	
基本図	1/5,000	"	"	坑口, 坑内位置關係	取戻高度
鉱區図	1/40,000	"	"	地形計畫入部	海拔 3850 ^m
鉱區地形圖	2/3,000	"	"		
地質圖	1/5,000	"	"	Chacarallina 鉱山全図	略寫
坑内採掘圖	1/500	"	"	T, E, 各坑, C, A, B, P	T... Turina E... Eureka
坑外 " "	1/1,000	"	"	C, A, B, E, S ₂	S ₂ ... Sanfermin etc.
" " "	1/500	"	"	T.	
地質斷面圖	1/1,000	"	"	T, E, S ₁ , A, B, E ₂ , C,	
坑外地形圖	1/500	"	"	P.No.2	
品位圖	1/300	"	"	T, E, 各坑, P, C,	
試鑛断面圖	1/500	"	"	東西, 南北, 鉱山系列	
鉱量計算圖	1/500	"	"	各坑系列	

した。

3.1 測 量

当鉱山地域だけではなく、低開発国なので、日本のように陸地測量部作成の地形図とか、地質研究所作成の地質図幅といったものが発行されていないので、鉱区の登録図面もしごく簡単なもので丘(Cerro)何何の頂点から方位何度、距離いくら程度で、等高線も1,2本記入されたようなスケッチ程度で現地と著しく違い、試錐深度による鉱床層準の比較判定などに非常に支障困難を感じ、実測の際一見平坦と見做される地形も浸蝕により溪谷(quebrada)となつていて、測量雇傭者も酸素稀薄個所の昇降迂回などの行動の連続に疲労のため能率が上らず、基本測量、地形測量がなかなか進行しなかつたが、参謀本部から航空写真の譲渡を受けこれにより地形図を作製し、これと実測図のチェックにより作業を促進し、両者の累積によりようやく原図、基本図を作成した。したがつて鉱山局への登録図は、買山決定後原点により新規に測量の再登録したものである(第4図,第4表参照)。

3.2 鉦 区

鉦区は11鉦区で密接し連続するが Lacodeciada, San Janillo がそれぞれ西および北に離れている。その内訳は第5表の通りである。

第5表 鉱 区

鉱区名	面積	主要 鉱 床	資源 概算	試験 状況	採掘 状況
サンフェルミン	1162	アミゴ、ホルダー、タイグー、エウレカ、サンフェルミン	有	○	○
エスベランサ	40	コングレス、エスベランサ	有	×	○
ホルダー	40	ホルダー	有	×	○
ミサグ	30	ミサグ	有	×	○
サマビラ	112	サンフェルミン、ホルダー、第二ホルダー	有	○	○
エウレカ	70	エウレカ、サンフェルミン	有	○	○
アミゴ	6	アミゴ	有	×	○
サンフェニヨ	120	サンフェニヨ	有	一部調査	銅
ラコデシダ	1000	ラコデシダ	有	全上	銅
チリグナ	200	チリグナ	?	未調査	銅
ドンファン	652	ドンファン	?	全上	銅
計	3436				

3.3 地質鉱床

当鉱山の各鉱床を胚胎する地層は、第三紀非海成水成岩?といわれ、Titicaca 湖付近から南方 Popo 湖に至る南北長600km, 東西幅100km に亘って分布するAltiplano に遼大な厚さで堆積している。Dr. Ahlfeld* の区分に従えばこれらの地層の層序は第6表の通りである。

銅鉱床を胚胎している Corocoro 層群の分布する地域は Corocoro Copper Belt と称され、特異な鉱床形式により世界的に有名な地域である。

当鉱山付近の地質は Corocoro 層群に対比される Umala 層群からなり、その層序区分は第7表の通りである。

本層群のうち銅鉱床を胚胎する地層はHuylamarca層中のD部層であり、鉱床胚胎の層準は下位からサンフェルミン-コングレス-ポルフィアの一連の鉱床があり、その上位にティヴィニャーエウレカ、アミゴ-ホルダー

* Federico Ahlfeld :—Geologia de Bolivia

第5図 チャカリヤ鉱山付近地質図

第6表 地質層序関係 (Corocoro)

層 名	層 厚 m	時 代
Ulloma, limo層	8~15	洪積世
Taraco層	斜交不整合	
La Paz層	600	鮮新統 上部
Mauri層	±500 ±1000	鮮新統 上部
Taraco層	斜交不整合	鮮新統
Corocoro層群	500	中新統 上部
Chacarilla銅岩層	±400	漸新統-中新統
Coniza銅岩層	2000~4000	中 新 統

第7表 地質層序関係 (Chacarilla)
[Umala 層群]

層 名	層 厚 m	岩 相
Cusco層	1200~1600	礫 岩
Tatara層	300~400	頁 岩
Huylamarca層	550	D部層 (46) 砂岩 C部層 (47) 頁岩 B部層 砂岩 A部層 (48) 頁岩
Chuquichambi層	(?)

第6図 地質鉱床模式平面図

第7図 地質鉱床模式断面図

第8表 鉱床と鉱石関係

地質学的位置	鉱床名	走向傾斜	鉱層厚	鉱 床 状 況
硫化鉱床	Congreso	N40°W NW 30° 450m	2.5m 走向長 450m	D部層最下層の砂岩、礫岩の基盤に輝銅鉱床。品位平均3%前後、この上位に自然銅鉱層(未開発)。 San Jeronimo の Dome 頂上で新産したもの。
	Porfia	N40°W SW 50° 100m	2~4m 100m	3枚の肉中間高品位(30%のシート)間隔は3~4% 厚さ約50cmの砂岩(硫化鉄層)に鉱床。
	San Jeronimo	N30°W SW 30°-60° 750m	1~2m 750m	鉱床全上、顕微鏡観察参照。1.5~2.0% Cu
	San Carlos	N20°W SW 30°-60° 50m	2m 50m	前者の砂岩の上位に自然銅鉱層露出(未開発)
自然銅系	Turkey -Eureka	N20°W SW 25° ~60° 400m	1~2m 400m	主要なものは、その間にも存在する砂岩の鉱床最上位の厚さ約60cm 見掛け整合に挟む。礫岩近く chaguel には、旧産が多い。未鉱床部は赤色の砂岩に砂岩、最前部平均2% Cu
	Trisaguel	N45°W SW 45° 250m	1.5~2m 250m	前者と同位置、砂岩砂岩、硫化鉄のみ、平均3% Cu
	Amigo Bacida Esperanza	N5°W SW 20°-30° 150m	1.5~2m 150m	全上の4枚、鉱層前者と同じ、旧産の粗平均3% Cu
	Olga	N40°W SE 20°-70° 200m	1.5~2m 200m	Dome を通って上述3番と同一層で、酸化鉄のみ、平均3% Cu
	Trisaguel (第7)	N45°W SW 30° 20m	0.5~1m 20m	炭質切欠交代、炭質に輝銅鉱床、max. 10~20% 平均5% Cu
	La Conciliada	N45°W SW 20°-30° 8m	1.5~2m 8m	全上、枚々別には Ore Shoot あり礫岩(未開発) 平均5% Cu 程度
輝銅鉱	San Juanito	N40°E NE 60°-60° 不明	1.5~2m 不明	鉱質硫化作用層と同様、但し前者の上位層(未開発)

エスペランサの鉱床が載り、さらに上位にラコディシアダーサンフェニヨの鉱床群が配列している。現在までに判明している当鉱山付近の地質を示すと第5,6,7図の通りである。

(a) 硫化鉱系鉱床は、D部層基底の礫岩に胚胎し、背斜構造に沿って分布している。一般に品位・厚さともに安定した鉱層となっており、現在の浮選選鉱の設備に対してもマッチした鉱石であり、現在 Congreso は出鉱の主力をなしている。

(b) 自然銅系鉱床は、砂岩および頁岩の互層中砂岩に選択的に胚胎し、微粒の自然銅が層理面に沿って縞状にあるいは不規則散点状に鉱染しており、鉱染部は漂白化作用を受け、白色ないし青白色を呈して、未鉱染部の赤褐色部と対照的であり、品位の変化も硫化鉱系に比べて、差が大きく、レンズ状に高品位部を形成するので、試錐の間隔によつては捕捉が困難な場合がある。ある意味においては Ore Shoot をなしていると見なされる。

(c) 酸化鉱は硫化鉱系、自然銅系ともにあるが、硫化鉱系では露頭部だけに止まり、酸化鉱系ではその浸潤は水準上部全般に分布している模様である。そして一部緑色鉱となつている(第8表参照)。

(d) 顕微鏡観察では、自然銅系酸化鉱は中心に自然銅、中間に赤銅鉱および黒銅鉱、さらに外帯に孔雀石、珪孔雀石などが囲み、酸化度の進展を物語っており、一方輝銅鉱、自然銅いずれの場合もその鉱染状態は砂岩を構成する新鮮な長石、石英などの珪長質物質の粒子の間隙を充填しているように見える(第8図~第11図)。

(e) 本鉱床の成因ならびに鉱源については、Coro-coro 鉱床とともに古来幾多の著名な鉱床学者によつて論争されてきたところであるが、いまだに定説を確立し

黒色 輝銅鉱(充填物)
白色 石英塊
灰色 陶土
暗色 陶土

黒色 自然銅
白色 石英粒
灰色 陶土(充填)
白色(条) 石膏

白色 石英粒
灰色 陶土
黒色 自然銅(充填状)

黒色 輝銅鉱
灰色 方解石
白色 石英粒
透明 石膏

(倍率5.5倍)

- 上から 第8図 礫層中の輝銅鉱 (普通)
第9図 砂岩中の自然銅 (高品位)
第10図 砂岩中の自然銅 (普通)
第11図 砂岩中の輝銅鉱 (高品位)

ていない。

当鉱山の開発の現状から見れば、硫化系、自然銅系、含炭素系の鉱床が、同一層準に共存しないことから、明らかに生成時代ならびに地質環境を異にするものと考えられ、また砂岩もしくは礫岩層への鉱層状鉱染状態から、syngenetic な堆積成因論が台頭する。

他方、鉱床に普遍的に見られる漂白化作用、もしくは脱鉄作用および硫化鉄体の周辺に見られる比較的黃鉄鉱に富む部分、石膏の含有、Porfia 鉱におけるような方鉛鉱を稀に含有する現象は、epigenetic な成因に伴う hydrothermal alternation および mineralization に帰するものとされ、全く相対立した解釈が可能となるし、また非海成の問題も、鉱石母岩に多量の塩分を含み、今のところ海成の化石は発見されないが、いずれにしても今後の開発研究と鉱床学の進歩と相まつて、成因、鉱源などが明らかにされることだろう。

(f) 当山に就職した Bolivia 大学地質学科卒業の、デレガード君は次の化学式によって、origine の論文を作成した。

参考これから自然銅および輝銅鉱の成立に関する項を抜萃すれば次の通りである。

自然銅の場合 permeable rock を通過する硫酸銅溶液は砂岩の空隙中の酸素と反応して

となり、 SO_4^{2-} イオンはさらに砂粒を cement している CaCO_3 と働いて

となり石膏を生ずると共に、

などを生ずることになる。

輝銅鉱の場合 重要なことは Fe_2O_3 の存在と wooden または炭化物の reaction により

ができると考えている。

なお何層も堆積しているのは、当時の地形が Delta 状の個所に砂と泥が何回も流入したものだと言明しているのは肯ける気がする。

すなわち赤色層中には Fe_2O_3 がふんだんにあり、砂粒は隙間が大で透過性であり、充填されて砂岩となり、泥は頁岩となった。酸素は砂岩の隙間に、また木材片あ

第9表 →
探査関係機械

電気探鉱機	馬津式	1式
15 号	利根式	1台
TF-3 試錐機	利根式	1台
UD-5	利根式	2
TAS-2	利根式	2
TFD-2	利根式	1
UPC-4	利根式	1
TBM-2	利根式	1

第10表 探鉱・探鉱機械↓

名	種	型	格	台数
ホーダブルコンプレッサー	WK-80-210	6M ³ /min	60HP	2
"	WK-60-600	17M ³ /min	170HP	2
定置式コンプレッサー	BTD-1CC	34.8M ³ /min	200HP	2
さく 岩 機	TY-16LD			18
"	TY-20LD			12
"	TY-20S			2
"	TY-240S			5
"	ASD-317D			7
"	ATLAS			2
コールビット	CA-7			7
單 脚 登 揚 機	50 SH		120HP	1
"			92HP	1
"			50HP	1
"			40HP	1
"			20HP	2
エアーホイス	HK-10			5
ダブルドラフトポンプ	25 HP	H=60m		3
耐 酸 ポンプ	25 HP	H=80m		3
ヨコタポンプ	20 HP	H=80m		2
シンキアポンプ	20 HP	H=65m		1
水中ライカ	10 HP	H=15m		2
サンフーポンプ		H=20m		3
ボリネートポンプ	8 HP	0.3M ³ /min	H=30m	1
ローダー	# 600 型			1
"	# 500 型			2
エアースラッシャー	MKA-5	5HP		2
"	MKA-5	7.5HP		3
局 用 鉄 車	60M ³ /min			2
鉄 車	鉄製	0.6M ³		80

第11表 試錐および坑道 (1960~1964年3月)

全 試 錐	P	S+Se	T	E	B-A	C	M	O		
坑道延長	1,070	475	1419	1338	234	8172	100	20		13,628
地 質 数	3	3	3	3	3	6	1	1		
試 錐 数	18	35	82	48	28	7	3	13	734	
試錐延長	1421	2506	6,810	3,816	2,019	672	166	435	17,825	

るいは炭化物は運ばれて堆積し得る。あとは硫酸銅液の流入方向とその濃縮によつて、鉱床の規模が判明して来ることになる訳である。

3.5 探 鉱

(a) 方針 当初は専ら露頭、旧坑だけに頼つたので外観的には、輝銅鉱では Porfia, 自然銅では Borda—Amigo 群が本命と考えられていたが、調査の進むにつれ Tiviña—Eureka 群が試錐の着鉱試料から、地下数10mを過ぎれば酸化帯の状態がなく自然銅鉱染帯のままであることが判明してきたので、Total Cu の分析でなく Oxidized Cu, Sulphide Cu, Native Cu とすることとしたが、樹型30m間隔の各試錐が高品位の自然銅鉱帯を縫うので、選鉱、発電所、その他の計画、並びに作業もこれを主体に考え、Tiviña 側に垂直立坑を No. 4~6 の Champion を縫って開さく、Eureka 側は No. 6? の最下層に沿って斜坑を開さくした。(いずれもエンジン駆動)。本社側の資材機器の手配もこれになつた(第9, 10表参照)。

(b) 経過 選鉱場ができるまで Porfia の探鉱を行なつていたが鉱押は平均品位5%程度の良品位輝銅鉱であるため Bolivia 政府に交渉し国営の Corocoro 鉱山に委託選鉱を行ない、60%Cu 程度の銅精鉱として小坂に売鉱した。

これにより探鉱期間中に1億円以上の売上げを稼いだ。買山契約後も建設起業と平行に探鉱開坑作業が順調に進むように見えたが、好事魔多しで、1962年7月に Eureka で坑口から180mの斜坑奥の鉱押で旧坑に逢着し、坑口から60mの深さまで埋没した。この際 Tiviña 立坑側の0mの水が30m下つたのでどこか下部で連絡があることを察知したが、水平距離で400mも離れているし旧坑の全貌は掴むに至らなかった。

しかしながら試錐作業では露頭位置から450~600m深い dip 延長まで鉱床が延びていることが判つていたので、鋭意その修復に努めているうち、1963年10月今度は Tiviña 側の立坑で90m水準の鉱押および立入で出水を見、この影響は60m準同志で Tiviña—Eureka が水位を揃えた。ボーリングで幾分子知していたものの、これら2回の災厄のためと、別項に記す選鉱場の建設、発電機の据付その他の転換期で、出探鉱が一頓挫をきたしたが、これに代る Misague は同質ではあるが開発進まず遠距離で雨季には運搬も困難なので急遽 Congrese を新規に開坑展開しつつ出鉱態勢を整えた。なお二段構え

第12表 可採鉱量(1964年3月)

坑別	可採鉱量t	品位%	含銅量t
C.	118,663	3.24	3,848.2
S _g	54,344	1.86	1,019.8
S ₁₀₂	5,436	1.63	88.4
T.	47,878	4.43	2,123.1
E.	183,574	3.92	7,187.7
B.	349,740	3.12	10,911.9
A.	235,400	3.13	7,368.0
E _g	174,000	1.50	2,621.0
P.	4,673	6.10	286.2
計	1,174,208	3.02	35,454.3

として Borda の試錐確認の進んだ第4鉱層に沿層斜層を新たに設置した。

その間平行にT-E. 地区 C. 地区に深部ボーリングを行ない、おのおの良品位鉱を掘んでいる。前者は

E-C-13 { 289.60~290.80m (1.20m) 11.73% N. Cu
290.80~293.40m (2.60m) 3.60% N. Cu

後者では、上位に自然銅層を載せ 20m 離れ輝銅鉱

C-42 { 46.85~50.85m (4.00m) 5.10% N. Cu
70.95~71.75m (0.80m) 0.40% N. Cu
71.75~73.55m (1.80m) 2.45% Cu₂S

となつている。これらによる鉱量増は未計上である。

現在までの試錐延長、坑道延長を示すと第11表の通りである。

3-6 採 鉱

以上の経過に平行に地上設備は着々進行するので、運搬道の設置、巻上、ポンプ、ローダ、スクレーパ等を増強し、Tiviña を良品位味の素とし Congreso を大部分の出鉱を賄う姿として作業をした。

1964年3月末の各坑別可採鉱量は第12表の通りである。

なおこの外に Misague, La Codiciada, San Janillo, San Carlos, Olga, Porfia No. 2 および稼動しながらも増加している Congreso, Eureka の開発鉱などは含まれていない。

3-7 選 鉱

内地で各種試料により選鉱試験を行なつたが、現地にその後対象鉱床の変化があり、鉱種の変更、原鉱品位の不同などが見られるようになったが、全体的の方針は曲げられず、建設に取りかかつたのであるが、請負者も内地の三流程度以下で、基礎打資材もままならないし、混凝土型板もない有様、何よりも工事用の用水すらなく、かつ電流は発電機の基礎据付が遅れ、猛風に砂塵舞い、選鉱建家も発電機のパイプハウスと同時となり、人工ダム約50,000tの貯水によりようやく工事を進め動力使用の試運転は1963年4月に行なつたものの坑内関係の事故で出鉱少なく、ようやく6月頃から稼動したが、まだコンベヤ廻りなど不備でトラックミルを応援に出したりしたが、長尺物のクラシファイヤーの到着が遅れ(長さ

第13表 選鉱成績(1964年月3)

項 目	38.5m (16~23)	38.5m (24~32)	備考
処理鉱量 ^{kg}	8500,000	32,578,773	46,578,118
品位 %	3.80	3.05	3.65
含銅量 ^{kg}	323,200	994,640	1,688,778
精 鉱 ^{kg}	546,164	1,845,335	2,894,935
全品位 %	55.0	44.80	53.29
実收銅量 ^{kg}	390,390	826,778	1,542,631
実收率 %	93.0	83.13	90.80
尾 鉱 ^{kg}	7057,826	29,712,708	43,643,155
全品位 %	0.28	0.56	0.36

15m) 次項成績のように昭和38年下期から順調になった。地形並びにこの国の掟が日本のように廃滓処理による鉱害の点がゆるやかなので30mシクナの取付けは除外し得たものの肝心の用水がないので、約14km 下の Rio Desaguadero から引水することとし、人工ダムは緊急予備とし河畔に発電所付きのポンプ室を設けこれを繋ぐのに 8% 径の鉄管で選鉱場上位のタンクに導いた。

なお原動力の休転のないよう、パタカマヤ、デサグアデロ河畔および山元に原油タンクを造つた(第4図写真参照)。

幸い乾燥のいい土地なのでオリバー関係未完成の頃はコンクリートタンクに導いた選鉱フロスを天日乾燥した。ただ廃滓は雨季に一気に谷川に処分できるが、その

第12図 チヤカリヤ鉱山選鉱系統図 (8,000t/月)

第14表 工作機械

機 械 名	仕 様	台 数
施 工 機	LS 450 × 1250 型	1
セ ー バ ー	SS-600 型	1
ボ ー ル 盤	YLD-540 型	1
計 算 機	両 面 式	2
電 気 溶 接 機	19 kVA	2
電 動 鋼 板 剪 断 機		1
万 能 工 作 機		1
そ の 他	鉄 匠 用 等 酸 素 溶 接 機	1
	鉄 匠 用 プラズマ 溶 接 機 4 号 一 式	
ジ ー ゼル 発 電 機	500 kW	3

代り精鉱乾燥や袋詰輸送、原鉱、その他の原材料の搬入にとどこおりをきたした。

選鉱系統図を示せば第12図、第13表の通りである。

3.8 そ の 他

労働力としての原住民は簡単に集められるが、鉱山国とはいえ、高地のことで人員も作業の割りに多勢をかかえ込むことになり、その住宅、福利厚生などで、学校、病院、教会、その他の娯楽設備を法的にきめられているので、供給所、映画館、パン焼場、屠殺場まで造らねばならない。

機械器具の修理以外に自動車の修理工場も要る（山元と La Paz 両方に）。南米一帯が飲料水が駄目で、炊事用の汙過装置が要る外に部落にもタンク車で配給しなければならない（第14表）。

補助金などのない国なので道路、架橋など自力でやらねばならないのでブルドーザはそれにかかり切りになる。被服—安全帽、カンテラ、合羽、長靴、マスクなど日本品を支給、カーバイドなどは国産品、その他は貸与

第15表 人 員 (1964年3月)

項 目	採 鉱 課		工 務 課		総 務 課		ラ パ ス		合 計
	探 査	採 鉱	工 務	運 送	配 給	勤 務	資 材	配 給	
期 日	2	2	3	2	1	0	0	2	13
期 日	3	2	3	1	13	4	3	4	38
期 日	27	185	73	50	4	0	3	3	362
期 日	0	0	4	0	0	0	0	0	7
合 計	42	189	83	53	18	4	6	7	407

しなければならない。

4. む す び

最後に職別人員表を示すと第15表の通りである。ただし、高地なるが故にワンマンワンドリルも2人、1 t 鉱車を押すにも2人で、なかなか人海戦術のスペイン時代を嗤つていられない。しかも合理化して機械に代えて能率をあげようとしてもなかなか思うようには行かない。

自然的悪条件の克服もさることながら一方には重油の値上げ、輸出鉱に対する課税、運賃の値上げ、賃銀の値上げ要求などがある。

さに選鉱場完成後、前大統領が閣僚を連れて来山、従業員も熱狂して開所式を挙行了が、その後軍事政権と交代し、前大統領は亡命してしまつた。現政権も当社に理解ある態度のように聞いている。

願わくは低開発国に投資した事業、特にボリビヤに対しては当社は目下唯一のものであるだけに、彼の国のためにもなり、日本としても「まえがき」に書いたように役に立つ投資となり事業を成功させたいものである。最近同和鉱業との共同経営ができたので、出資側も安心感を得たことと思うので、以上の念が湧くのを禁じ得ない。

Quater Hall モノレール

Quater Hall モノレールは南阿で開発されたけん垂式モノレールである。これは原動車でけん引されるのでけん引ロープや巻機を必要としないのが特徴である。原動車および搬器のけん垂ローラはレールの下フランジに支えられている。原動車の動輪はポリウレタンゴムタイヤで、レールの下面に押しつけられている。この動輪タイヤの押付力は要求されるけん引荷重や制動抵抗に応じて自動的に変化する。原動車に搭載された原動機は 33 HP のディーゼルエンジンで、2 段変速可逆トルクコンバータとベベルギヤを経て動輪軸を回転させる。

原動車はけん垂ローラからスウィーベル方式でけん垂されているので曲率半径の小さいカーブでも通過することができる。搬器のけん垂ローラも同様の構造を持ち、鉱石、材料、人員用等、任意の長さの任意の搬器をとりつけることができる。また材料用搬器にはホイストやチェーンなどのアクセサリをとりつけることもできる。

レールはユニバーサルクランプであらゆる種類の支保やルーフボルトにとりつけられる。

このモノレール方式は重量 3 t のものなら勾配 1 : 4 の傾斜を運搬することができる。

原動車は長さ 2.25 m、レール上面からの高さ 1.95 m、幅 1.05 m で、最下速度 10 mile/hr、制動装置としてディスクブレーキの他に動輪がレールからはずれたときの用意に自動的に働くレールブレーキを備えている。

(西松裕一)

Coll. Guard. 211, 5437 (July 2, 1965) p. 28 より