ブによっている。

保安については、話し合いによる保安教育を強化し、保安懇談会、300事故報告カードの推進によつて、保安意識の昂揚につとめている。

5. 問題点と将来の計画

電気探鉱、試錐探鉱、坑道探鉱の徹底的強化により、獲得鉱量の増加を図り、安定操業への基礎づくりに邁進しなければならない。

6. 過去10年間の年間出鉱量、平均品位および能率（坑内、全山）の推移 （第4図、第6表参照）

第 6 表

（*は露天掘素酸化鉱）

	年間出鉱量 (t)	平均品位 (%)		1人1ヵ月当り出鉱量			年間出鉱量 (t)	平均品位 (%)		1人1ヵ月当り出鉱量	
		Cu	S	坑内(t)	全山(t)			Cu	S	坑内(t)	全山(t)
32年	167,792	1.44		45	26	39	48,015	1.43		51	25
33	131,040	1.45		36	22		*21,210				
34	154,992	1.38		43	26	40	42,611	1.15		44	34
35	168,621	1.39		49	31	41	*21,391	1.13	*18.59	57	40
36	*7,803	1.27	*20.92	54	37		*51,739				
37	172,128	1.37		50	35	計	*50,431	*19.65		475	299
	104,217	1.37		50	35		1,080,285	1.36			
38	45,130	1.54		46	23	平均	*5,043	*19.65		48	30
							108,029				

足 尾 鉱 山

Ashio Mine

正 会 員 高 松 剛 毅*

Gōki TAKAMATSU

1. 緒 言

位置：当所は日光市の西南30km、桐生市の北方42kmの渡良瀬川源流に位置し、交通、資材の搬入などには主として国鉄足尾線を使用し、粗銅は日足道路を経て日光精銅所へトラックで運ばれる。

沿革：1610年発見以来徳川幕府の直轄銅山となり、以後幾多の変遷を経て、明治10年古河の経営するところとなった。明治17年本口坑において、大富鉱脈、横間歩鍾が発見され足尾繁栄の基礎が作られた。

明治中期以降、本山、小滝、通洞の三坑より多数の鉱脈と河鹿鉱床が開発され、大正から昭和の初期にかけては、年産粗銅16,000tに達した。

しかし、終戦直後には第二次大戦中の乱掘のため、年産粗銅1,200tにまで落ちたが、その後の探鉱と合理化により、現在は年産粗銅6,000tにまで回復した。

第1表

粗銅量と
出鉱品位

粗銅量	品位
(t)	Cu
44,263	1.22

第2表 従 業 員

	坑 内	坑 外	計
職 員	48	69	117(病院関係含む)
従 業 員	748	317	1,065
臨 時 雇 員	277	96	373
(含請負) 計	1,080	475	1,555

(注 42年3月末値)

* 古河鉱業株式会社足尾鉱業所

古河の経営に移つて以来今日まで66万t余の銅を産出し、現在は小滝坑を廃して本山、通洞の両坑にて、通洞レベルより上に20坑道、下に14坑道の間を稼行している。
現状：(第1,2表参照)

2. 地質、鉱床の概況

足尾鉱山の鉱床は、秩父古生層中と足尾流紋岩中とに賦存しており、秩父古生層は主として砂岩、粘板岩、チャートより成り、全般的に北東の一般走向を有するが、有越、連慶峠付近では反転して褶曲地帯を構成している。全体として陥没による盆状地形を呈し、鉱床の基盤岩となつている。

足尾流紋岩はこの盆状地形の下部より第三紀中新世に噴出したものと推定され、これを埋めて漏斗状の形態を示しており、地表では長径4.4km、短径3.3kmの楕円状に発達する。上半分は主として熔結流紋岩質凝灰岩よりなり、その間に凝灰角礫岩を挟在する。下半分は主として流紋岩熔岩より成るが、基盤岩との接触付近では、多数の古生層岩石の大塊が捕獲されている。

鉱床は裂け充填鉱床である鉱脈と交代塊状あるいは鉱染鉱床である河鹿鉱床とがある(第1図参照)。

鉱脈は主として、流紋岩中に発達し1,400余条の多数に達する。これら鉱脈は横間歩-光盛鍾に代表される

45° 脈群，新盛-天狗鑛に代表される90°脈群，蛭子-栄盛に代表される68°脈群に分類できる。前二者は剪断脈，後一者は張力裂力の性質を有することから，流紋岩噴出後 N68°E の方向よりの強大な横圧力により裂力を生成したものと推定される。

足尾流紋岩中の 鈹脈では鈹物の 晶出は 累帯構造を有

し，中心帯 (Sn-W-Bi-Cu)，中間帯 (Cu-As-Zn)，周辺帯 (Zn-Pb-Cu-As) の三帯に分れている。

帯状分布の中心は一つではなく，有力な裂力と裂力との落合線を中心に鈹化が行なわれた様子が見られ，この鈹化の中心は下部に行くにしたがつて比較的少数の幹脈に集約される傾向が見られる。

河鹿鉬床は主として古生層中に存在し、その数80余、連慶時、有越地帯に集中し、鉬液の上昇路に沿って現出する小褶曲や裂力により破碎空隙化の強かつた地帯で鉬染交代し、河鹿鉬床を形成している。

流紋岩中に挟在する火山碎屑岩、凝灰角礫岩などの中に、分散細脈化した裂力が網状鉬染鉬床を形成し、張力裂力が群をなして発達する地帯、鉬脈の落合部などでは、富鉬部を形成していずれも流紋岩中の河鹿鉬床となっている。

3. 採 掘 法

上部では母岩が比較的堅硬であるため、当所ではほとんど一貫してシュリンケージ採鉬法を主に採用してきた。

現在でも、出鉬の約85%はシュリンケージ法によっている。

しかし、下部開発が進み、盤圧の激しい地区を稼行するようになり、盤返りによる品位低下、抜鉬不能、盤圧による鉬石の固結、留の折損増加などの傷害が酷くなり、昭和34年頃には過渡的に坑井組上式シュリンケージ採鉬法である二式採掘法を採用していたが、工程が悪く能率が上らないので、昭和38年よりスライム充填採掘法を採用し、現在下部横間歩地区の採掘はすべてこれによっており、品位の維持、保安の向上に効果を發揮してい

る。

シュリンケージ採掘法(第2図参照)では、標準として30mのスパンを取り三号段払を行なうが、最近では加背幅を狭く維持するため上延を制限しているため冠払4回が普通となっている。

また採掘スパンは、平均稼行対象が短くなっているの、稼行対象部分を1階段とすることも多く、したがって鉬況によつては、中人道を設けて30mよりも長くすることもある。

三号段払が終了すると、積込と平行して打込留による本留付、棚掛を行なう。

積込は加背幅に制約され、また切羽が分散しているの、機械の導入が難しく、ほとんど手積に頼っている。

積込終了後、漏斗付を行ない階段採掘に入る。

穿孔配置は、2列千鳥型で孔間隔平均50cm、ストローパはほとんど530Dを、タガネは19mmインサートロッドを使用しビットゲージは33~28mmである。

発破は杉ダイナマイトまたは特紫カーリットを使用し、DS電気雷管による電気点火またはSTコードと導火線による集束点火である。

スライム充填採掘法(第3図参照)は、1ブロックを現在30m×30mにとり、中央に3.0m×1.5mの切上りを上部坑道に貫通させ後三号段払を行ない留付、棚掛をする、下部では盤が悪いので坑道留によるのが普通である。

第2図 シュリンケージ採掘順序

第3図 充填採掘順序

第3表 採掘法別出鉱量および切羽数

採掘法の種類	出 鉱 量	出 鉱 比 率	切 羽 数
シュリンケージ	32,956	90	173
スライム 充 填	3,787	10	12

第4表 開採鉱出鉱量および試錐延長

試錐延長 (m)	探鉱延長 (m)	出 鉱 量 (t)		
		開 採 鉱	探 鉱	計
118.10	385.95	7,526	36,737	44,263

切羽は比較的集約されているので、積込には太空 500 または 600B 型ローダを使用し、棚上にスライムを初充填して採掘に入る。鉱石搬込は 5HP スクレーパーを使用し、充填スライムは坑外よりマルスポンプにより直送する。せん孔配置はシュリンケージと同じであるが、点火はすべて電気発破である。

切羽人員は請負組夫によつていたので一定でないが、大略 3 名くらいである。スクレーパーホイストの移設は 1 ブロック採掘に 2 回位で、ホイストの運転はワイヤを引張つてリモートコントロールする。

4 充鉱掘

5 竜頭掘

加背幅を狭く維持するためスクレーパーは幅 500mm のものを使用して仕上り加背幅 100cm 前後で採掘している。

4. 運 搬

鉱石は普通上部系統では 0.5 t, 0.7 t 三角鉱車および 1.0 t, 1.5 t 角開閉鉱車により手押で各坑井に投入する。本山坑上部の鉱石は上 4 番坑で一度 4.5 t トロリー電車により集結し通洞地並に通ずる集中坑井に落す。

通洞地並末端でトロリー電車の入らないところは 2.0 t バッテリーロコを配備して集車しトロリー電車操車場まで引きつける。

通洞地並各操車場よりは 5.0 t トロリー電車によつてエンドレス斜坑停車場まで運搬する。

第5表 採掘法別工程原単位および直接採掘・採鉱費

	採掘量 t/月	充質量 m ³ /t	工 数			原 単 位 (粗鉱 t 当り)					直接採掘費 t 当り				直接採鉱費 t 当り			
			採掘	充填	計	工数 工/t	爆薬量 kg/t	坑木 m ³ /t	鋼材 kg/t	電 力 kWh/t	人件	物品	その他	計	人件	物品	その他	計
シュリンケージ	32,956		15,408			0.43	0.813	0.008	0.07	19.5	400	200	200	800	1,100	400	300	1,800

下部方面では各坑道に 2.0 t バッテリーロコを配備し立坑まで引きつけ、布袋、前鑛方面はケージ巻で通洞地並まで、横間歩方面では 1.5 t 鉱車を使用し上 8 までケージ巻で、ここから光二立坑まで 5.0 t トロリー電車により、3.0 t 鉱車を使用して運搬し、スキップ巻上により通洞地並まで巻き上げられる。

エンドレス停車場に集結した鉱車は選鉱場まで高さ 44 m、延長 174 m のエンドレス斜坑を巻き上げられる。

主要坑道のレールには 15, 12, 10 kg のものを使用し、切羽では 6, 9, 10 kg のレールを使っている。

レールゲージは 480 mm であるが、光二下 8 のみ 762 mm となっている。

廃石は充填場の得られる所はすべて坑内で処理するが残余のものは鉱石と同じく巻き上げられ、坑外堆積場までトロリー電車により運搬される。

立坑はすべてブラインドで 11 か所あり上部の諸立坑および下部光一、横三立坑などは人員資材の運搬、布袋、横間歩立坑はケージによる荷巻と人員、資材の搬入を兼ね、光二立坑はスキップによる鉱石巻上を主として行なっている。

切羽末端部立坑より遠隔の地点では 1.0~5.0 HP の圧気動ホイストを採掘跡、切上りなどを利用して資材搬入の便に供している。

5. 通気、排水、照明、その他

旧坑が網の目のように発達している関係上、全般的な機械通気は不可能であるが、自然通気は上下の系統に分れて良好に配分されており、常時入坑者に対して必要充分な入気量がある。すなわち上部は上 4 以上小滝、本山両坑口と無数に存在する旧坑との間で通気路を作り、下部では前鑛、横間歩両立坑系による通気路を作っている。

上部は季節変化による気温の逆転で風向が変わるが、下部は温度変化なく風向は常に一定である。

3, 4 月頃の総入気量は概略 5,000 m³/min あり、半分以上は上部系統に廻っている。

しかし切羽末端では部分的に通気不良の個所があり、このような場所ではエアージェットを使ったり、圧気を一時的に吹かすことで問題を解決している。

坑内気温は通洞以上で 15~18℃、下 10 で 23~25℃(最高 28℃)、下 12 で 25~30℃(最高 32℃)、湿度は平均 93% くらいとなっている。

通洞方面、通洞地並以上の坑内水は排水溝により、下部は横間歩、横三、前鑛方面はポンプにより通洞地並へ揚水し、上部の水と合せて中才浄水池へ入れる。

本山方面の上部の水の一部と、本山有木地並以下の横二下 3 ポンプで揚水された水は通洞へ排水されるが、残余

の水は本山坑より排水溝により間藤浄水池へ送られる。

坑内水の平均湧出量は通洞坑口で 10 m³/min 前後であるが、渇水期には最低 7 m³/min、増水期では 13 m³/min くらいである。下部よりポンプによる揚水量は 4.4~7.2 m³/min で平均 6.0 m³/min 程度で 5~7 段の 50~200 HP 程度のタービンポンプで 1 回の揚程を 100~200 m にとり自動運転により排水される。

坑内主要廊下は電灯、蛍光灯による照明を行なっている。切羽ではアルカリ電池のキャップランプを使用している。

電力は自家発電電力を使用し、採鉱関係で月約 135 万 kWh であるが、その使用比率は圧気 49%、排水 39%、巻上 7%、電車 2%、その他 3% となっている。

本山、通洞両坑口より 2 系統に分れて 3 相 50 サイクル 2,000 V の電気を送り、電車用は 500 V 直流に整流して送っている。

圧気は本山、通洞の 8 台のコンプレッサーで 5.5 kg/cm² のものを送っているが、最近ピーク時に圧気圧の低下が著しいので坑内に 600 HP のコンプレッサーを増設した。

6. 問題点と将来の計画

当所は産出鉱物が銅単味であるため副産物収入を期待することができない。また細脈で能率も悪いことから、どうしても品位を高く維持していく必要がある。従来とも採掘加背幅の縮小に努めてきたが、加背幅の縮小による品位の上昇と機械化とが両立しない。

近年、労働力の確保が次第に困難となり、良質の労働力が得難くなっていることから、必然的に坑内の機械化を進めて生産性を高める必要があるが、依然として細脈に適する機動性のある小型の機械はほとんど開発されていない現状である。

高品位地区である下部開発には鋭意努めているが、下へ行くにつれて坑内気温の上昇が問題となってきた。下部ではこのため通気系統の整備が急務となってきたが、上部採掘系の旧坑が網の目のように発達しているので効果的な通気が困難である。

第 4 図

粗鉱搬出系統では選鉱場までエンドレス斜坑巻上をしているが、巻上能力が低く、故障が多いため出鉱のネックとなっているが、出鉱を阻害せずに改修する点で問題がありまだ改善されていない。

以上の問題を解決するため、立坑設備、選鉱受入、コンプレッサー運転など自動化できるものは極力自動化して人員の節減を計ること、またさく岩能率向上のための新しいさく岩装置の研究、下部高品位地区の開発を更に進めて、ここからの出鉱比率の増加などを計画している。

第 6 表

	年間出鉱量 (t)	平均品位 (%)	1人1ヵ月当り出鉱量	
		Cu	坑内(t)	全山(t)
32年	292,330	1.21	26.6	14.3
33	325,800	1.19	28.5	16.1
34	342,874	1.13	30.7	17.0
35	393,317	1.20	33.9	19.2
36	446,179	1.18	35.8	21.9
37	488,021	1.16	37.2	24.7
38	465,571	1.13	37.9	25.3
39	411,746	1.25	38.8	26.0
40	443,698	1.28	41.6	*28.9
41	469,171	1.29	46.5	33.0
平均	4,078,705	1.20	35.7	22.0

* 粗組鉱を含む

日 光 鉱 山

Nikko Mine

正会員 三 浦 清三郎*

Seizaburo MIURA

中 里 光 一*

Kōichi NAKASATO

1. 緒 言

位置：日光鉱山は栃木県塩谷郡塩谷町船生にあり、宇都宮市の北北西直距 26km に位置する。国鉄東北本線矢板駅から東武鬼怒川公園行バスに乗り換え西進約 15km または東武鬼怒川線新高徳駅から矢板行きバスにて東進約 12km で鉱山事務所に達する。

沿革：(栃木鉱山)

明治37年 発見

同 39年 露頭探掘、天頂鉱山と称す。

大正8年 上田鉱業となり、第1次大戦終了により休山。

昭和3年 久原鉱業が買収し栃木鉱山と改称。

同 7年 久原鉱業が日本鉱業と改称、買収した日光鉱山とあわせ日光鉱業所として発足。

同 34年 年間銅量500tを産出。

同 37年 日本鉱業(株)より分離し日光鉱山(株)となる。

現況：(第1,2表参照)

第1表 粗鉱量と出鉱品位
(昭和42年3月実績)

粗 鉱 量 (t)	品 位 (%)	
	Cu	S
4,200	1.03	3.18

第2表 従 業 員
(昭和42年3月実績)

	坑内	坑外	計
職 業 員	9	18	27
従 業 員	77	51	128
臨 時 員	48	18	66
(含請負) 計	134	87	221

2. 地 質 鉱 床

当鉱山付近の地質は、白亜紀の石英斑岩と新第三紀中新世の火山岩ならびに火山砕屑岩および第四紀層からなり、その岩層は下表のようである。

地質時代	地 層 名	岩 相
第 四 紀	洪 積 層	関東ローム層
新第三紀	中 新 世	赤坂流紋岩 流紋岩
		天頂流紋岩 斜長流紋岩 (珪長岩を伴う)
		船生凝灰岩 浮石質凝灰岩層
白 亜 紀	石 英 斑 岩	石英斑岩 (古生層? の礫を含む)

地層の走向、傾斜は顕著な構造が認められないので分明でないが、おおむね走向 NNE~SSW、傾斜は 20°W である。

鉱床は、石英斑岩ないし流紋岩および凝灰岩中の裂力充填型単純銅鉱脈鉱床で、日光鉱床と栃木鉱床とがある。前者は主として石英斑岩中に胚胎するが現在は稼行休止している。

栃木鉱床は、東部四号、東部1号、11号鍾、下盤鍾、上盤鍾、4号鍾など N-S 系の剪断脈主脈と、NE または NW 系の張力脈の支脈とからなり、いずれも西傾斜で合計約30脈が知られている。

これらの鉱脈は、東西1km、南北1kmの範囲に分布し鉱床中心部には走向 N-S の3条の岩脈(黒雲母石英斑岩)がみられ、西部の岩脈と中央部のものとの間では鉱脈の密集帯を形成している。主脈は、走向延長 300m 以上、傾斜延長 200m 以上の連続を示すが、支脈は裂力単位が小さい。

鉱石鉱物は、黄銅鉱、黄鉄鉱を主とし斑銅鉱、輝銅

* 日光鉱山株式会社栃木鉱業所