八 茎 鉱 山

Yaguki Mine

正 会 員 田 辺 次 郎*

Jiro TANABE

1. 緒 言

八茎鉱山は福島県いわき市四倉町内にあり、常磐線四倉駅の北西約11kmの地点に事務所、選鉱場、通洞坑口がある。四倉駅より玉山まで専用線6kmが住友セメントによつて敷設してあり、玉山から鉱業所までの5kmは幅6mの産業道路を有する。

当鉱山の発見は遠く明徳2年(約1,200年前)といわれ、天正年間より原始的な手掘りによつて採掘されていたと伝えられている。その後幾多の変遷を経て昭和29年

第1表 生産実績

粗鉱量 (t)	品 位	
	Cu%	Fe%
46,074	0.77	4.44

第2表 従業員

	坑 内	坑 外	計
職 員	16	13	29
従 業 員	125	47	172
臨時 (含請負)	174	62	236
計	315	122	437

注：昭和42年3月現在の採鉱、選鉱、鉱床探査の従業員数

日鉄鉱業が鉱業権を買収し、同30年に八茎鉱山調査事務所を設け、鋭意探鉱の結果、優勢な銅鉱床の賦存を確認し32年に八茎鉱業所と改め、組織を整備強化して、探鉱と併行して開発に着手した。

すなわち、33年7月菖蒲平 230m L に約1,500mの通洞を開さくし、坑内開発を進めるとともに、33年10月粗鉱200t/日処理の選鉱パイロットプラントを完成し、試験操業を開始した。その後探鉱の結果、約700万tの鉱量を確認したので、34年開発基本計画を策定し、坑内切羽の準備に努めるとともに、35年に500t/日の選鉱プラントを増設して、36年より900t/日処理の操業に入つた。さらに探鉱の進展に伴なつて鉱量が増加したので、36年下期に500t/日の選鉱プラントの増設に着手し、37年4月にこれを完成し、1,300t/日処理操業を経て現在1,700t/日の処理操業を実施している。

なお、40年7月より延長5,000mにおよぶ玉山探鉱坑道掘進を坑外より開始し、42年6月に坑内80m L に貫通の予定である。

* 日鉄鉱業株式会社八茎鉱業所

42年3月の生産実績および従業員を第1表、第2表に示す。

2. 地質・鉱床の概要

鉱山付近の地質は、主に結晶片岩類および酸性深成岩類よりなる阿武隈山地の東南端に位する時代未祥の古生層よりなり、鉱床はこのほぼ中央に位する。古生層は上下2層に大別され、下部は角閃片岩、雲母片岩、緑泥片岩の互層で、上部は粘板岩、石灰岩、砂岩、礫岩、輝緑凝灰岩等の互層よりなり、その走行は緑青沢上流でN 60°Wで北に傾斜しているが、部分的には褶曲が著しい。特に緑青沢下流付近では、南北方向の軸を有する向斜構造

地質凡例

- 沖積層
- 段丘礫層
- 凝灰岩
- 蛇紋岩
- スカルン及蛇体
- 石英閃緑岩
- 角閃花崗岩
- 粘板岩
- 石灰岩
- 緑色片岩
- 走向傾斜
- 断層

A-B断面

第1図 八茎鉱山地質図

造と、さらにこれと隣接し西側に背斜構造と向斜構造が見られる。南北に長く延びる玉山断層の東側には花崗閃緑岩が広大な露出をなし、古生層の西方地域にも花崗閃緑岩が分布している。古生層は花崗閃緑岩の進入によって接触変成ならびに変質を受け、粘板岩はホルンフェルスになり、石灰岩はその下盤が特に著しいスカルン化作用によって一大スカルン帯を形成している。鉱化作用は特に向斜または背斜軸に沿って顕著である。

鉱床は、本邦における典型的な銅の接触交代鉱床で、上記スカルン帯中に胚胎し、形状は不規則な塊状である。第1鉱体は上記緑青沢下流付近における向斜褶曲の軸に沿い走向350m、傾斜方向に650m、平均厚さ40mであり、第2鉱体は上記背斜構造の軸に沿って走向に300m、傾斜方向に400m、厚さ20mであり、さらに西側の向斜軸に沿った第3鉱体および第4鉱体のほか、朝日坑、天室坑、千才坑方面にもスカルン帯の中に小鉱体が散在している。

鉱床の構成金属鉱物は、黄銅鉱、磁鉄鉱を主体とし、灰重石、磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、輝水鉛鉱、輝コバルト鉱等を随伴する。スカルン鉱物としては柘榴石、緑簾石、透輝石、珪灰石、バビングトン石、石英、方解石等がある。(第1図参照)

3. 採 掘 法

八茎鉱山の採掘法はサブレベルストーピングを採用している。採掘にあたっては、まず鉱体を垂直に50m間隔で区切り、各レベルには鉱体の下盤際に鉱体の走向とほぼ平行に運搬坑道を掘さくし、運搬坑道より40m間隔で鉱体中に立入坑道を掘進、立入を中心に幅10mの垂直鉱柱を設け、さらに鉱体の厚い230~180m Lには厚さ10mの水平鉱柱を、鉱体の収縮している180m L以下では幅10mのシルピラーを設けている。これらの鉱柱で区画された鉱体を鉱画とし、採掘はこの鉱画内で展開する。

3.1 採掘法の変遷

鉱体が厚く大規模な鉱画の採掘法は、開山以来現在に至るまで、主として下向平行半長孔によるサブレベルストーピングを採用しているが、一部には鉱体、盤の状況に応じて扇形長孔サブレベルストーピングを併用している。

薄層緩傾斜の採掘法は、当初斜坑切羽方式を採用していた。この採掘法は積込方式が現在のサブレベルストーピングと異なる。すなわち、スクレーパー坑道、ドローホールを設置せず、起砕鉱石は採掘跡の斜面にストックし、3胴スラッシャで掻きおろし坑井に積込む。採掘は現在のサブレベルストーピングと同じである。この採掘方法ではドローホールを掘さくしないので切羽準備費も安く、準備期間も短かくて済むが、積込夫が中割および

小割作業、ワイヤー整備の際に採掘跡への立入を余儀なくされる等保安上好ましくない点もあるので、39年以降はドローホール方式に切換えている。新方式ではスクレーパー坑道、ドローホールを下盤中に掘さく、アンダーカットレベルで鉱体に達するように設計し、アンダーカットレベルからの上向長孔採掘法を実施している。また鉱体の厚さが4m以下の高品位帯の採掘には残柱式採掘法を採用している。

3.2 サブレベルストーピング採用の理由

当鉱山の鉱体は、上盤が石灰岩、下盤が粘板岩で岩質は一般に堅硬であり、特に上盤が石灰岩であることは採掘跡の保持に好都合で、断層、破碎帯、貫入岩脈も少なくまた坑内湧水も極めて少なく、かつスカルン帯自体も上盤側はヘデンベルグ輝石の堅い岩石であること。スカルン帯の規模は、平均厚さ20m、最大厚さ100mに達し、走向、傾斜双方に対し膨脹が多いが、全体的に30°~45°の緩傾斜をなしており、スカルン帯とその上下盤の境界ははつきりしている。これらの鉱床賦存状況から下記理由に基いて、サブレベルストーピングを採用することにした。

(a) 鉱体の上下盤が比較的堅硬であり、過去に稼行された採掘跡の状態と照合して一次採掘跡は無充填で保持できる。

(b) 鉱体は比較的まとまった塊状鉱床で、その規模は平均厚さ20~30m、最大50~60mに達しサブレベルストーピングによる採掘が可能である。

(c) 高能率で低原価である。

(d) サブレベル、スクレーパー積によって積込能率向上、大量集中生産が可能。

(e) さく岩作業は安全な地山内で作業できるので保安上からも有利。

3.3 サブレベルストーピングの現況

(1) 切羽準備 鉱画内の精査ボーリングで鉱床の賦存状況を確認した後、採掘準備として運搬坑道、坑井切上り、スクレーパー坑道、ドローホール、サブレベル、スロット等の位置を決定し掘さくする。運搬坑道レベルと鉱体の賦存位置によって鉱車直積にするか、坑井積にするかが決定する。運搬坑道は3.0m×2.5mの加背で掘進、ズリ取りにはローダーを使用している。スクレーパー坑道は鉱画のほぼ中央に3.0m×2.0mの加背で、各サブレベル掘進は2.0m×2.0mの加背で掘進し、10HPまたは18HPスラッシャを使用するスラッシャレッグ方式である。サブレベルの配置は、1段サブレベルをスクレーパー坑道レベルより上部7~9mの所とリアンダーカットレベルとする。順次上部に実厚さ7mの間隔をもつて2段、3段、4段サブレベルを鉱体の厚さに応じて掘さくする。坑井切上り、人道切上りは2.7m×1.5mの加背で掘進、

塊状鉱床

第2図 八基鉱業所（銅鉱、鉄鉱、石灰石、碎石）作業系統図

入道切上りは各サブレベルへの人道のほか、切羽への通気、材料運搬にも使用する。スロットは採掘の際に長孔発破の自由面とするもので、1.8m×1.5mの加背で掘進し各サブレベルに連絡する。

上記掘進作業の人員配置は各切羽とも2名である。ドローホールはスクレーパ坑道に起砕鉱石を抜き出すもので、スクレーパ坑道レベルと1段サブレベルとの間に掘さくする。（第2図参照）

（2）採掘（穿孔、発破） 採掘作業は、根切、ズリはね、長孔穿孔、長孔発破の順にくり返し行なわれる。最初にスロットまわりを根切して長孔穿孔のベンチを作成する。ズリはねは従来手はねであったが、アリロボ、エアーブル、10HPスラッシャー等を使用し、機械化している。長孔はライトドリフターによつてスロットを中心に垂直下向平行孔を穿孔し発破する。以下根切、長孔をくり返し各サブレベルを下段より順次拡大していく。長孔発破の規模は3,000～10,000t位である。孔長平均は6mで穿孔配置は、スロットまわり第1回目は1列目の最少抵抗線1m、孔間隔1.2m、2列、3列目の抵抗線を1.2m、孔間隔1.4mとし、第2回目からは抵抗線1.5m、孔間隔1.8～2mと大きくしている。穿孔機械はTY145Dで、アリロボ使用切羽ではアリロボにさく岩機を乗駕してワンマンツードリルを採用し、長孔穿孔能率の向上に努めている。穿孔径は42mmを主とし、一部で36mmの穿孔試験を実施している。爆薬は水孔以外はすべてAN-FOを使用、採掘におけるAN-FO使用率は85～90%である。長孔発破はM.S雷管（段差20ミリ秒）使用による電気発破である。上記下向行長孔の他扇形長孔を併用しているが、これには41年5月よりKH-80を使用し採掘能率と可採率の向上に寄与している。

なお坑外より80mレベルに掘進中の玉山探鉱坑道（5km）にはパンカートレーンを使用している。

（3）積込 発破により起砕した鉱石はスクレーパ坑道にドローホールを通して落し、30～50HPの電動スラッシャーにて直接鉱車に積込むか、坑井を通して鉱車に積込む。切羽の人員配置は、鉱車直積の場合2名、坑井積の場合1名である。積込能率は42年3月の実績では鉱車直積で1人1方当り60t、坑井積で90tである。

（4）充填 当鉱山は開坑以来日も浅く、採掘は37年までは専ら一次採掘のみ実施してきたが、38年9月以降一次採掘終了箇所において一部二次採掘（水平鉱柱）を開始した。これと併行して坑外廃滓ダム延命、坑内充填による二次採掘（垂直鉱柱）を目的としたスライム充填を計画、種々試験、研究を重ね42年2月より坑内採掘跡への放泥試験を開始した。42年3月の鉱体別出鉱実績を第3表、採掘原単位を第4表、開山以来の年間粗鉱生

第3図

第3表 鉱体別出鉱量および切羽数

(昭和42年3月実績)

		出鉱量 (t)	出鉱比率 %	切羽数
第1鉱体上部	(230~320m L)	7,018	15	4
第1鉱体深部	(230~80m L)	18,690	41	7
第2鉱体	(320m L 以上)	20,366	44	7
計		46,074	100	19

第4表 採掘原単位 (昭和42年3月実績)

採掘量 t/月	充填量 m ³ /t	工 数			原単位 (粗鉱 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 (kW/h/t)
50,311	0.029	553	45	598	0.012	0.140	-	0.024	-

第5表 年間出鉱量, 平均品位および能率の推移

	年間出鉱量 (t)	平均品位		1人1ヵ月当出鉱量	
		Cu %	Fe %	坑内(t)	全山(t)
32年	-	-	-	-	-
33	18,496	1.38	5.65	-	-
34	62,118	1.27	5.53	-	-
35	82,725	1.15	5.68	-	-
36	288,170	1.03	3.85	179.2	88.7
37	484,219	0.85	4.51	254.1	127.1
38	522,319	0.81	5.04	231.0	131.0
39	493,347	0.80	5.70	190.0	112.0
40	513,894	0.80	6.36	173.0	111.0
41	510,660	0.80	5.05	207.0	124.0

産量, 平均品位および能率 (坑内, 全山) の推移を第5表, 第3図に示す。

4. 運 搬

当所の運搬系統は第2図に示す通りである。運搬系統の主動脈は, 230m Lに掘さくした菖蒲平通洞で延長約1,500m, 加背4.3m×2.5m, ゲージ610mmの複線坑道で鉱石, ブリ, 人員, 材料一切の運搬に充当している。入出坑線には点制御自動閉塞方式の信号を設置し, 列車が450mの間隔を確保するようにし, 追突事故防止に効果をあげている。また坑口には, 列車が坑口より200mの位置に來たら警報を発する列車自動検出装置を設置している。その他分岐箇所には自家製シリンダーによる自動ポイントを設置している。運搬での使用機器は2.3m³グラブピー鉱車, 10tトロリーロコ, 4tバッテリーロコ等である。

第1鉱体上部(230~320m L)の起砕鉱石は, 230m Lのスラッシャー地並に落し, 直積または坑井積にて鉱車に積込む。第2鉱体(320m L以上)の鉱石は, 奥立鉱石坑井を通して230m Lに落し, 通洞地並以下の鉱石は130m Lに集め, 鉱石専用の第2立坑スキップ巻(350HP)により230m Lまで巻上げ第2立坑坑井に投入する。奥立, 第2立坑坑井の鉱石は230m Lにて10tトロリーロコを使用し, 上部の鉱石と共に主要運搬坑道に集め, 通洞を経て坑外へ搬出している。230m L以外の各レベルでの運搬には総て4tバッテリーロコを使用している。第1鉱体上部および第2鉱体のブリ処理は鉱石の場合と

同様であるが, 230m L以下のブリは深部立坑巻(400HP)にて230m Lへ巻上げ坑外へ出す。人員は第1鉱体では菖蒲平通洞より入坑し, 前立坑, 深部立坑を経て切羽に行く。第2鉱体は320m Lより入坑する。材料も人員と同じ経路で切羽へ搬入している。

5. 通気, 排水, 照明, 保安

5.1 通 気

当所の通気は, 開発当初は坑内の拡がりも狭く切羽も230m L以上であり, 自然通気で作業にそれほど支障はなかった。しかし36年生産開始以来, 坑内発展も急速に進み, 切羽の主体も深部に移行し始め, さらに積込の爆薬使用箇所が増加等により自然通気のみによつて所要通気量を確保することは不可能となり, 36年に第1次通気改善計画を立案, 37年に完成し75kW(最大風圧90mm水柱, 風量2,500m³/min)の扇風機が運転を開始した。引き続き第2次改善計画(長期計画)を立案, 40年10月に完成し新たに255kW(風圧152mm水柱, 3,320m³/min)の主要扇風機が運転開始するにおよび通気の合理化も完成し, 八茎鉱山の通気体系が出来上つた。切羽末端部, 局部的停滞部分の気流確保には, 局部扇風機, 風管, エアムーバー等を, 不要な気流のしゃ断や通気量調節には風門, ビラ門等を使用している。

5.2 排 水

当所の場合坑内湧水は少なく, 230m L以上は自然排水であり, 230m L以下はポンプで揚水し, 以後は通洞を経て自然排水している。ポンプは総て自動運転である。現在鋭意掘進中の玉山探鉱坑道が既設80m Lに貫通後は, 玉山坑道を排水坑道とした自然排水方法となる。

5.3 照 明

坑内主要設備(立坑プラット, 巻上, 休息場, コンプレッサー室)や主要運搬坑道には螢光灯および白熱電灯を使用し, 採掘, 掘進, 積込の各切羽には300kWの投光器を備えて切羽照明を行なっている。作業者は全員キャップランプを使用している。

5.4 保 安

当所における過去の災害事例では墜落, 浮石の落下, 運搬等の事故が大半を占めているので, これらによる災害防止に特に留意してきた。墜落については必ず簡易鉄柱をスロットまわりに立て, ロープを張るように教育指導し現在では完全に実施されている。浮石については作業開始前の点検, 処理のほか午前, 午後に各1回浮石点検時間を設け, 合図と共にいつせいに仕事を一時中止し, 周囲の浮石を点検することになっている。運搬については, 主要運搬坑道にはもれなく信号を設置し, 運転, 先乗の教育, 指導を強化し災害防止につとめている。このほか現場での保安教育, 保安懇談会を月1回以上実施し, 無

災害事故報告運動を推進することにより保安意識の高揚につとめた結果、最近では災害件数も激減し、保安成績も向上している。

6. 問題点と将来計画

八茎鉱山も開山以来10年を経て、坑内発展も急速に進み、今後さらに採掘区域の拡大、深部移行は必至であり、粗鉱品位も若干低下する傾向にある。これらによる運搬

費の増加、労務費の逐年上昇、銅建値の変動等に対応し生産コストの節減をはかるべく長期合理化計画を立案、実施中である。すなわち坑内作業の機械化および圧気上昇による能率向上、AN-FO 使用率の向上、低品位合理化工事（増産体制）の推進等である。さらに可採鉱量の増加を図るためスライム充填、二次採掘を検討中であり、スライム充填はすでに開始している。

都 茂 鉱 山

Tsumo Mine

正 会 員 小 木 曾 茂*
Shigeru KOGISO

1. 緒 言

位置：島根県美濃郡美都町大字山本に鉱業所事務所がある。山陰本線益田駅と事務所間は20kmで、バスおよびトラックが通っている。

沿革：都茂鉱業所には都茂坑と丸山坑とがあり、都茂坑は明治26年頃発見、丸山坑は武家時代に発見稼行されたという。昭和13年都茂鉱山株式会社の所有となり、昭和18年1月興亜鉱業株式会社の経営となり、戦時中30t/日の浮遊選鉱場を設置し、フロスは日比および佐賀関に売鉱した。250t/日 浮遊選鉱場の設立に着手したが建設途中で終戦となり設立しなかった。昭和23年協和鉱業株式会社により再開され、昭和26年8月中外鉱業株式会社で買収し、浮遊選鉱場を修復旧し、30t/日処理より順次増産し、昭和41年4月には250t/日 浮遊選鉱場を完成し、さらに増産体制を整え、現在300～310t/日処理作業である。

現状：昭和42年3月の粗鉱量、品位、従業員数等の実績は別表第1～4表のとおりである。都茂坑は既知鉱体の採掘を終了し、探鉱を行なっており、丸山坑は採掘および探鉱を行なっており、粗鉱を丸山坑で賄っている。

過去10年間の年間出鉱量平均品位および能率の推移は第5表、第1図の通りである。

2. 地質鉱床の要約

地質は粘板岩、砂岩、珪岩、緑色岩および石灰岩等よりなる古生層中に、閃緑岩、石英斑岩、玢岩、花崗岩等の貫入があり、複雑な褶曲および断層を伴なっており、構成されている。都茂、丸山地区のほぼ中央部には断層を伴な

第1表 粗鉱量と出
鉱品位

粗 鉱 量 (t)	品 位(%)	
	Cu	Zn
7,885	1.14	0.97

第2表 従業員

	坑 内	坑 外	計
職 員	9	20	29
従 業 員	54	45	99
臨 時 雇 員	63	9	72
計	126	74	200

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 (t)	出 鉱 比 率 (%)	切 羽 数
シュリンケージ法	1,400	19	3
サブレベル法	6,085	81	10
計	7,485	100	13

第4表 開探鉱出鉱量および試錐延長

試 錐 延 長 (m)	開 探 延 長 (m)	出 鉱 量 (t)		
		開 探 鉱	探 鉱	計
71	42	400	7,485	7,885

第5表 過去10年間の年間出鉱量

平均品位および能率（坑内、全山）推移

	年間出鉱量 (t)	平均品位(%)		1人1月当出鉱量	
		Cu	Zn	坑 内 (t)	全 山 (t)
32年	18,696	0.61	6.13	30.5	13.1
33	20,649	0.59	5.67	32.7	14.4
34	22,614	0.71	4.29	37.7	16.5
35	29,208	0.65	3.51	41.1	19.4
36	35,703	0.60	4.73	51.5	24.6
37	35,698	0.65	4.25	51.5	24.7
38	27,215	1.21	1.69	47.9	22.2
39	33,601	0.98	3.82	49.7	21.7
40	43,632	1.05	3.12	61.5	23.5
41	74,222	1.15	1.05	65.2	33.7
計	341,338	—	—	—	—
平均	—	0.88	3.35	—	—

った背斜構造が認められ、背斜軸に沿って石英斑岩の大きな岩脈が分布する。

主要鉱床はこの背斜軸の北部に都茂鉱床、南部に丸山鉱床があつて、それぞれ相対して存在する。鉱床は褶曲

* 中外鉱業株式会社都茂鉱業所