

別子銅山産業遺産の残存状況について

～ 四 阪 島 ～

吉 村 久美子*

The Remaining State of the Industrial Heritage of the Besshi Copper Mine

～ Shisaka Island Area, Miyakubo City, Ehime Prefecture ～

Kumiko Yoshimura

The Besshi coppermine in Niihama City, Ehime prefecture distinguished as one of the most productive coppermines in Japan, had produced about six hundred fifty thousand tons of copper from 1691 to 1973.

The copper as one of most important exports had made the great energy on the Japanese economy and industry. In the 1970's, the most productive coppermines in Japan were closed.

It is not clear how the coppermining technology developed, how the workers lived in those days. And there is little record of the past. Gradually the opportunity to ask the then workers directly about their experience of coppermining has decreased in the present state of affairs. Although coppermining no longer continues, the remnants of the buildings and equipment can still be seen. This industrial heritage is invaluable for giving an account of the Besshi coppermine in full flourish. In this report, the nature and condition of the coppermining remnants around the Shisaka Island area where the smelting works was located, is described.

はじめに

別子銅山は、元禄4(1691)年から昭和48(1973)年までの283年間稼行し、65万トンもの銅を産出した日本屈指の銅山である。銅は代表的な輸出品として、日本の経済や産業に大きな活力を与えた。そして1970年代、足尾、別子を筆頭に日本の代表的な鉱山は、その役割を終えることとなる。

では、当時の銅鉱業が、どのような技術をもち、どのように発達していったのか、また、それに携わる人々の生活はどうであったか。その記録は少なく、実際にその時代を生きた人々の、生の声を聞くことも限られつつあるのが現状である。現在、その当時の施設は、ほとんど取り壊されているが、残存している施設等は、別子銅山の盛衰を語る貴重な実物資料といえる。散逸が進みがちな産業遺産の分野であるがゆえに、現時点での遺産の残存状況を記録しておく必要があると考え、調査を開始した。今回は、明治38(1905)年から昭和51(1976)年まで銅製錬が行われていた越智郡宮窪町四阪島を取り上げ、文献調査及び聞き取り調査をもとに、現地調査を行ったので、その結果をここに報告する。

調査地の概要

【四阪島の位置】

新居浜市から北20km、今治市から東20kmの瀬戸内海上に位置する5つの島。それらを総称して四阪島という(図1・写真1)。それぞれの島の名前は、北から順に梶島(21ha)、明神島(40ha)、家ノ島(26ha)、鼠島(3ha)、美濃島(35ha)。島高は、45mから112mの島々¹⁾。そのうち、銅製錬工場があった「家ノ島」及び人々の生活の場であった「美濃島」を現地調査の対象として取り上げた。

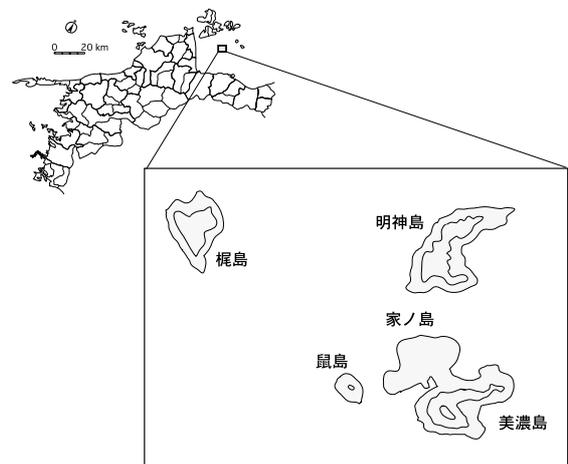


図1 四阪島 国土地理院発行2万5千分の1地形図より作成

* 愛媛県総合科学博物館 学芸課 産業研究科
Dept. of Industry Ehime Pref. Science Museum



写真1 四阪島全景 住友金属鉱山株提供

【四阪島銅製錬のあゆみ】

明治28(1895)年、惣開にあった新居浜製錬所の煙害問題深刻化にともない、当時の住友別子支配人、伊庭貞剛が製錬所の移転を計画した(写真2・3)。その移転先に選ばれたのが、四阪島であった。島を買収する以前、唯一「家ノ島」に人家2戸があり、13人が農業、漁業を営み暮らしており、それ以外の島は無人島であった²⁾。明治29年9月15日に伊庭貞剛が製作した第1次計画図案によると、当初「美濃島」に製錬所の建設を計画していた。その後第2次計画から、「家ノ島」に変更し、計画書は第4次まで更新される。明治30年に建設着工し、7年後の明治37年に完成、その翌年から操業を始めた³⁾(写真4・図2)。しかし、海上で拡散されると考えられていた四阪島製錬所の煙は予想に反して流れていき、新居浜方面だけでなく今治方面にまでも届き、かえって東予地方全体に煙害が広がる結果となった(図3)。その後、本格的な煙害対策に取り組み、昭和2年のペテルゼン式硫酸製造方法の導入、そして昭和8年に中和試験を開始し、昭和14年に中和工場完成により、煙害問題が完全解決した(図4)。昭和30年代の最盛期には、約3千8百人がにぎやかに暮らしていた。人々が暮らす「美濃島」では、社宅、学校、病院など、生活に必要な施設や物資が整っており、島から出ることはあまりなかったという。昭和46(1971)年、国際競争力をつけるため、四阪島製錬所よりも新鋭なる設備を兼ね備えた東予

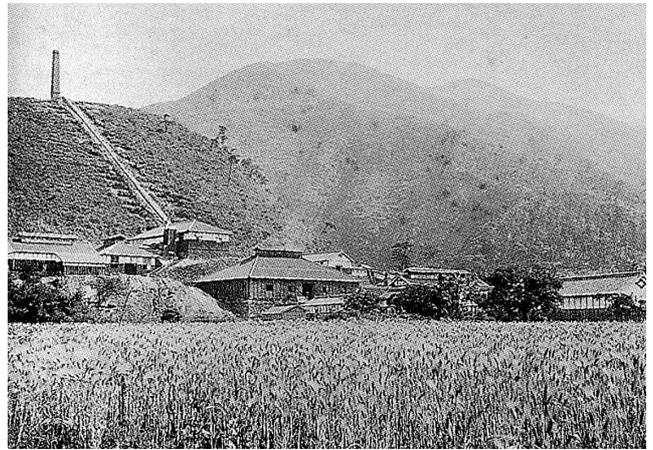


写真2 山根製錬所(明治23年) 別子銅山記念館提供



写真3 惣開製錬所(明治中期) 住友史料館提供

四阪嶋製鍊所平面圖

縮尺貳千分之壹

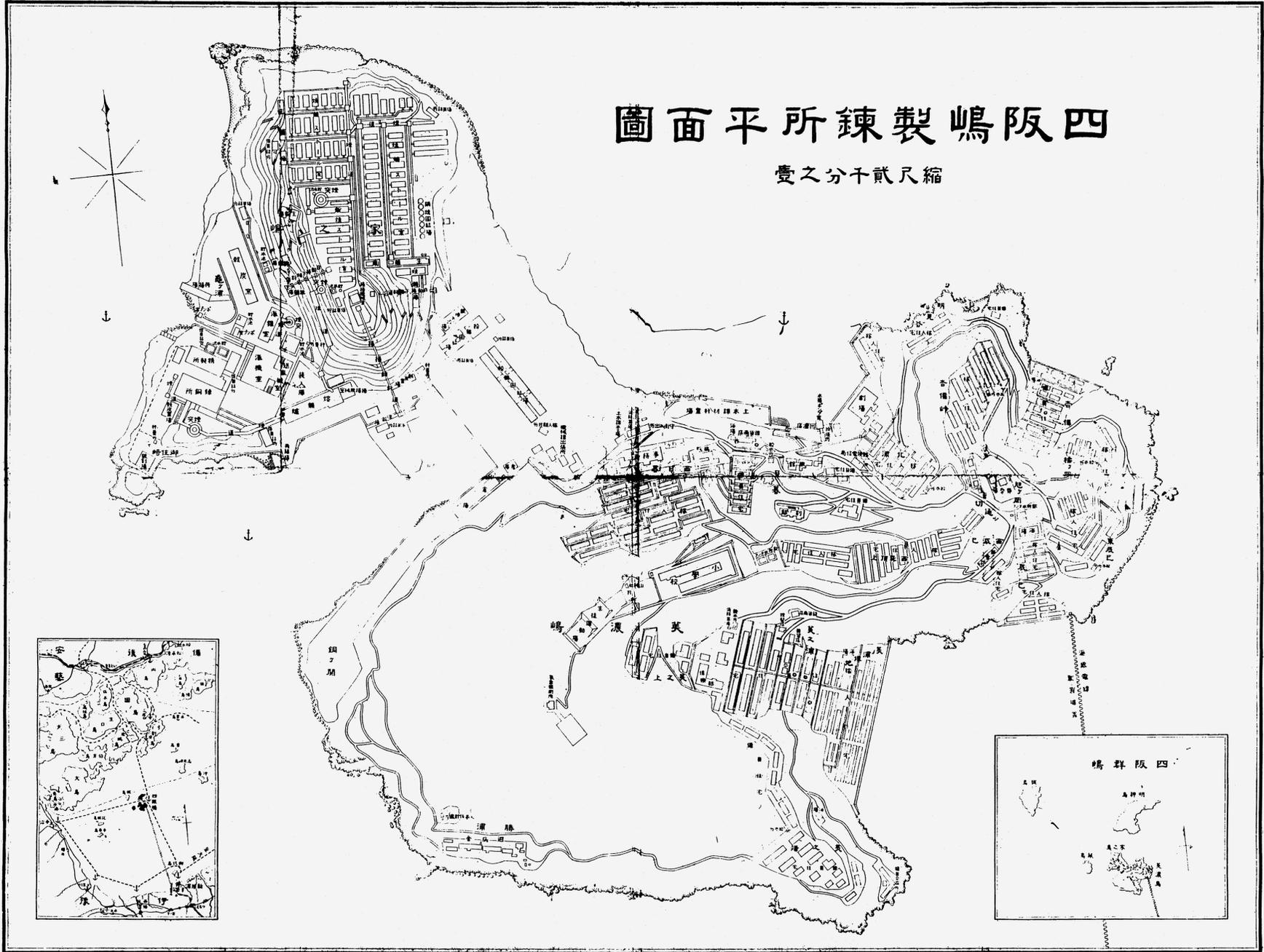


図2 明治時代の四阪嶋 別子銅山記念館資料提供



四阪島製錬所平面圖

縮小二分の一

圖製十月六年正大

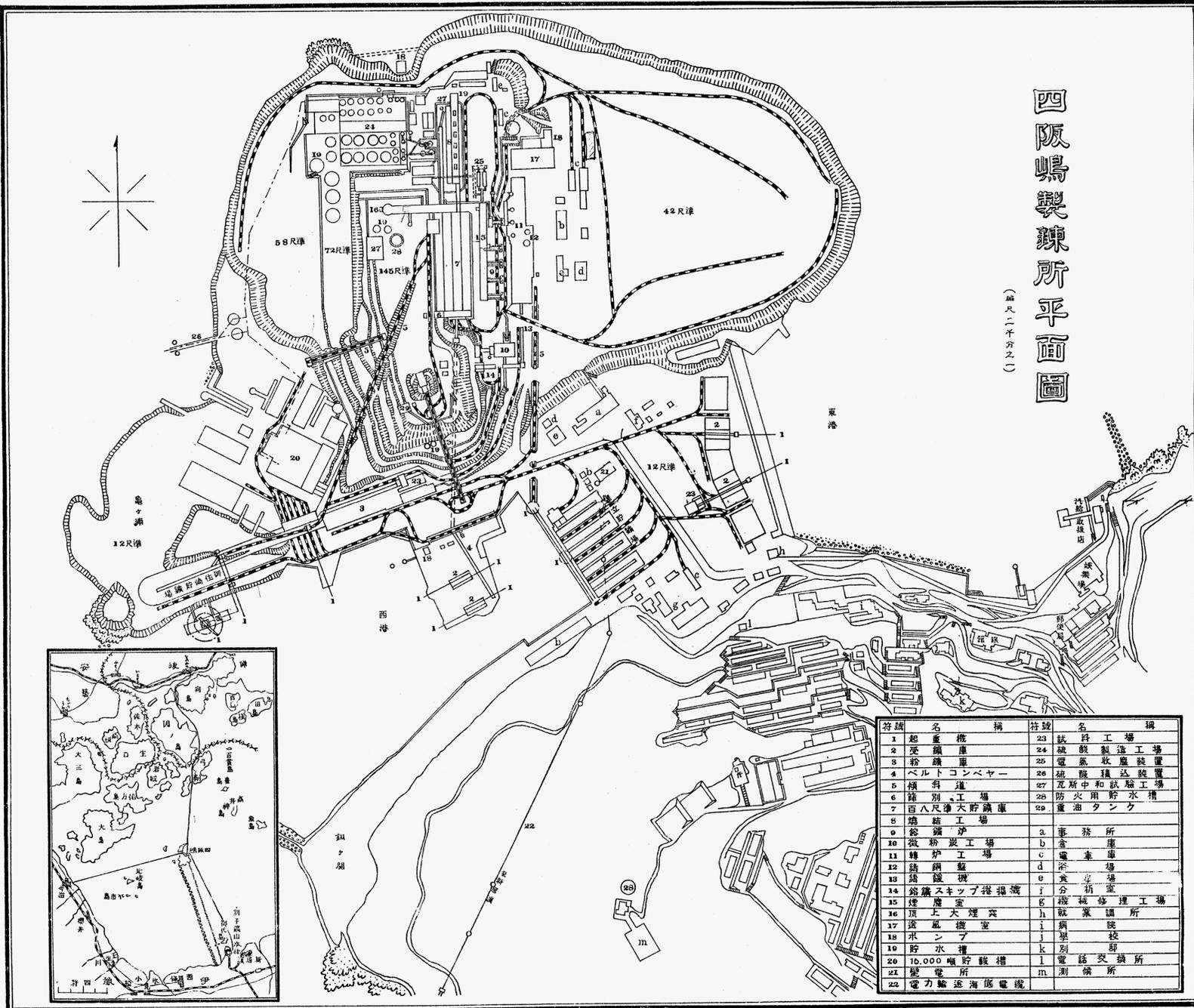
所業製子別友任

圖 3 大正時代の四阪島 別子銅山記念館資料提供

昭和十一年十月

住友別子鑛山株式會社

四阪島製鍊所



吉村久美子

図4 昭和時代の四阪島 別子鑛山記念館資料提供

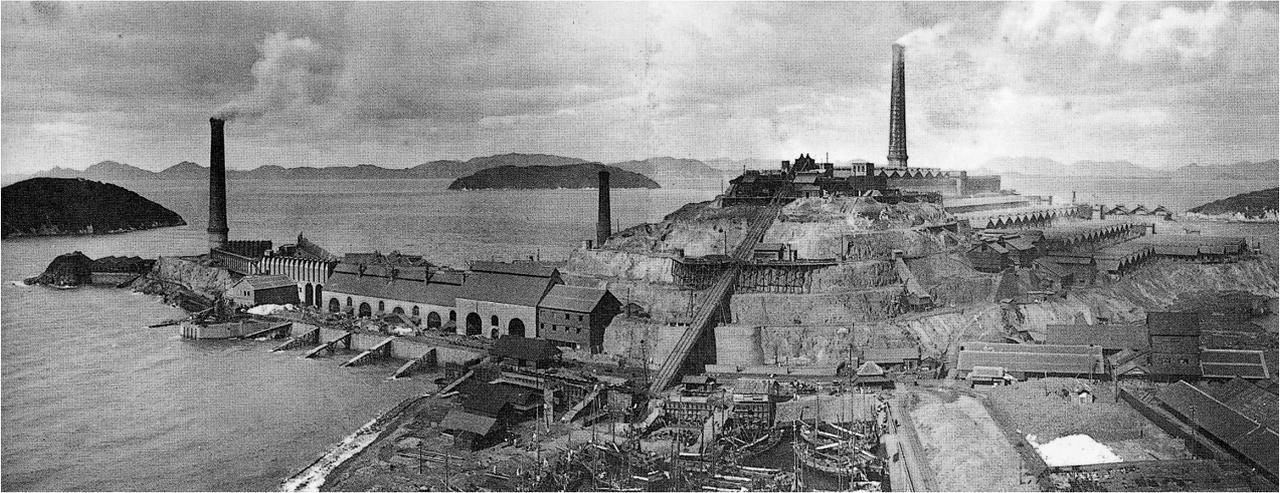


写真4 四阪島製錬所（明治39年頃）住友史料館提供

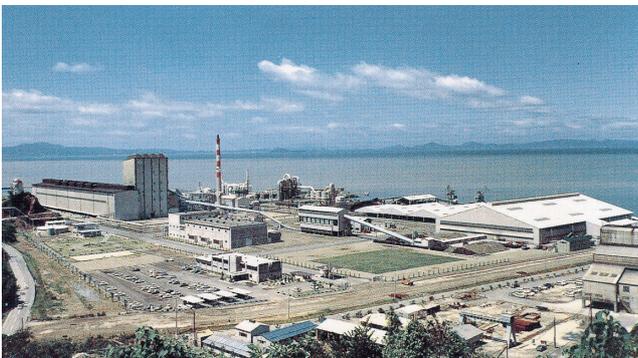


写真5 東予製錬所（昭和46年）住友金属鉱山提供

製錬所が新居浜市磯浦から西条市船屋にかけて完成した（写真5）。これにより、四阪島製錬所では徐々に操業規模を縮小するとともに、この地で暮らしていた人々も次第にこの島を去っていった。そして、昭和51（1976）年、四阪島での銅製錬が終結した。

【四阪島の現在】

現在、四阪島では、製鉄会社から排出される鉄鉱ペレットから、亜鉛分を粗酸化亜鉛（写真6）として回収す



写真6 酸化亜鉛団鉱 住友金属鉱山提供

る、リサイクル工場が稼働している。この工場の処理能力は、年間12万トンで国内最大、世界でも第2位である。回収された亜鉛品位約60%の粗酸化亜鉛は、自動車のメッキなどに使用される金属亜鉛の原料として使われている⁴⁾

現在使われている四阪島で稼働する工場は、家ノ島の東側に位置する。この島で働く人々は、毎日通勤船によって新居浜から通っており、島に居住する人はいない。

調査項目リスト

表1

I．産業関連	大煙突 キューボラ ロコジフクレーン 受鉱庫 大傾斜軌道 貯鉱庫 カラミ埋め立て地 カラミレンガ 水砕カラミ 変電所 海底ケーブル 事務所・本館 グレートフォールス型転炉 カラミ電車
II．生活関連	船着き場 回漕店 郵便局 娯楽場跡 水揚げポンプ小屋 病院 旅館 日暮別邸 消防署四阪分団・保健室 貯水タンク 寺 商店街 索道鉄柱 トンネル 社宅・寮 公民館・保育園 小学校・中学校 給食センター・水族館跡 グランド プール・測候所跡 神社 鼠島 梶島 明神島

調査結果

I．産業関連

大煙突

図5-1地点に、四阪島のシンボルである大煙突が残っている（写真7・8）。これは、大正13年10月に完成した二代目の頂上煙突である。一代目と比較して、特別な技術が付与された煙突というわけではない。写真でも分かるとおり、一代目頂上煙突が大きくゆがみ、崩壊する危険性が出てきたため、新しいこの二代目頂上煙突が建設されたのである⁵⁾。鉄筋コンクリート製、高さ71.5m、直径8mのまさに大煙突である（図6）。

大煙突の横には、試験塔も残っている。ここには螺旋階段があり、それをのぼりきった所に四畳半ほどの広さがある。そこには、窓があって窓から手を伸ばすと大煙突にさわれるくらいの距離であり、風の強い日は大煙突と試験塔が大きく揺れ、ぶつかりそうなくらいである。ここから、大煙突内を立ち上るガスを抜いて分析を行ったり、ガスが流れ行く方向を確認して連絡を取ったりしていた。また、分析するガスは、この試験塔から採取するもののみではなく、いろいろな地点で採取していた。分析係の人が、流れ行くガスをモーターボートで追いかけることもあった。そのガスが海上に降りてくると、その場で採取していたこともあった⁶⁾

昭和14年10月、この大煙突が使用されなくなってから、撤去の話も持ち上がったが、海上を行き来する漁師等から「よい目印になるので撤去しないでほしい」という要望があり、それが今日まで煙突が残るきっかけとなった⁷⁾。この大煙突が稼動していた昭和初期の様子を、西日暮社宅に住んでいた従業員とその家族は、次のように語っている⁸⁾。「北西の風が吹くと、煙が来るぞっていうて、窓を閉めるんです。」「帯状にガスが漂い始め、表で遊んでいる子どもを、はよ、はよと家の中に連れ込みました。それでも喉がピリピリと痛かった。大正時代の六本煙突の時は、赤ん坊がガスで死んだとも聞いています。庭先の鉢植えの植え込みが、茶色っぽく枯れて育たないのが、悲しかった…」当時は、まだ煙害問題が解決していない時代であり、大煙突から出る煙が、東予地方一帯に被害をもたらす一方、四阪島に住む従業員とその家族も煙害に苦しんでいた。

四阪島の主な煙突の変遷を振り返ると、一代目の頂上煙突は明治37年に完成している(写真9)。煙は海面上の高さ108mの一号煙突に導き、空中高く海面上に放散させていた。この煙突はレンガ製円形で、頂上内径は14.5尺(4.39m)、高さは212尺(64m)で、海拔145尺(44m)に建てられていた⁹⁾

四阪島製錬所の操業は、明治38年1月からであるが、明治37年8月には焼鋳釜火入れ、同年10月には熔鋳炉試験が行われていた。そして、操業開始を待たずして、明治37年には宮窪村友浦において、煙害による被害が確認される。その後、明治44年12月に住友と宮窪村被害者代表との間で契約書が締結された¹⁰⁾

また同時代、東予地方の煙害で問題とされていた鉾山に千原鉾山¹¹⁾があった。全従業員108名、生産量113万2750貫と、四阪に比べると規模は小さいものの、千原の山中で製錬を行っていたため、千原部落の住民への被害は大きかった¹²⁾。現在も、国道11号線の桜三里から崖下の中山川へ降りると、坑口跡を確認することができる(写真10)。

一代目の頂上煙突の問題を解決するべく、政府の指導

により設計、完成したのが、大正3年10月10日に完成した新煙突、通称六本煙突である(写真11)。煙突の高さを低くして数を増やし、海上で煙を薄め拡散させようという目的で、海拔44mの地点に、高さ30mの煙突が横一列に6本並べて建てられた(表2)。また、高さ64mあった一代目頂上煙突も45mに改築し、翌年から操業を始めたが、皮肉なことに一代目の頂上煙突よりかえって亜硫酸ガスの濃度が高くなり、四阪島の従業員とその家族は、目や喉の痛み、咳などに悩まされた。また、被害の増した対岸の農民の怒りは高まるばかりで、大正6年10月に六本煙突の使用は停止され、その後再び一代目頂上煙突を使用していた¹³⁾。では、なぜ煙が拡散しなかったのか。その原因の一つとして、煙突から出たSO₂が、SO₃のミスト状になり、雲のようなかたまりの拡散しづらい形態に変化したことが考えられている¹⁴⁾。

この時代の煙害による被害地の割合は、図7のとおり。被害地面積の63%が山林で、田地18%、畑地16%と続く。では、どのようにして煙害問題が解決されていったのか。実際に放出されたガス量は図8のとおり減少し、中和工場が完成してからは皆無となっている。図8では、六本煙突時代の煙害が、最もひどかったという言い伝えが、納得できる。また、六本煙突の使用を止めた翌年の1918年からガス量が激減している。昭和4年から濃度低下は、ペテルゼン式硫酸工場によるものと考えられる(写真12)。SO₂ガスから硫酸を抜くことで、かなり効果があった。これは、日本のみでなく世界でも初めての技術であった。

硫酸工場でSO₂ガスはかなり回収できるようになったが、一部のSO₂ガスはどうしても回収できなかったため、アンモニアを使ってガスを中和させようという試験研究が、昭和8年から取り組まれた。中和工場は、昭和14年7月に第2期工事が完成し、ついに煙害が皆無となった(写真13)⁵⁾。

現在、世界の銅製錬所の中で、新居浜と西条にまたが

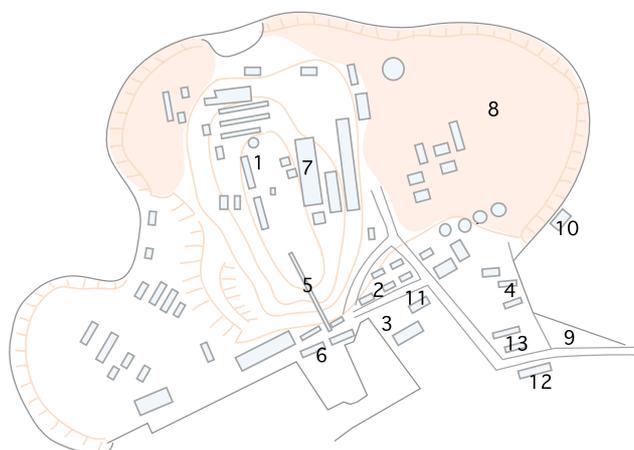


図5 家ノ島 別子銅山記念館所蔵資料及び現地調査により作成



写真7 現在の四阪島のシンボル大煙突



写真8 大煙突



写真10 千原鉱山坑口跡

表2 煙突一覧（大正期） 愛媛県東予煙害史 p215より作成

煙突名	数	煙突基面の 海面上高さ	煙突自高	煙突頂部の 海面上高さ	使用目的
新煙突	6	145	100	245	鑄鐵及粉鑄燒結用
頂上煙突	1	145	212 150	245 295	燒鈹及粉鑄燒結用 燒鈹用
百三十尺準煙突	1	13	115	245	鑄鐵用
御住崎煙突	1	42	210	252	鑄鐵及鍊銅用 鍊銅用

高さ単位：尺

青字：大正期新煙突使用開始において新設または変更した内容

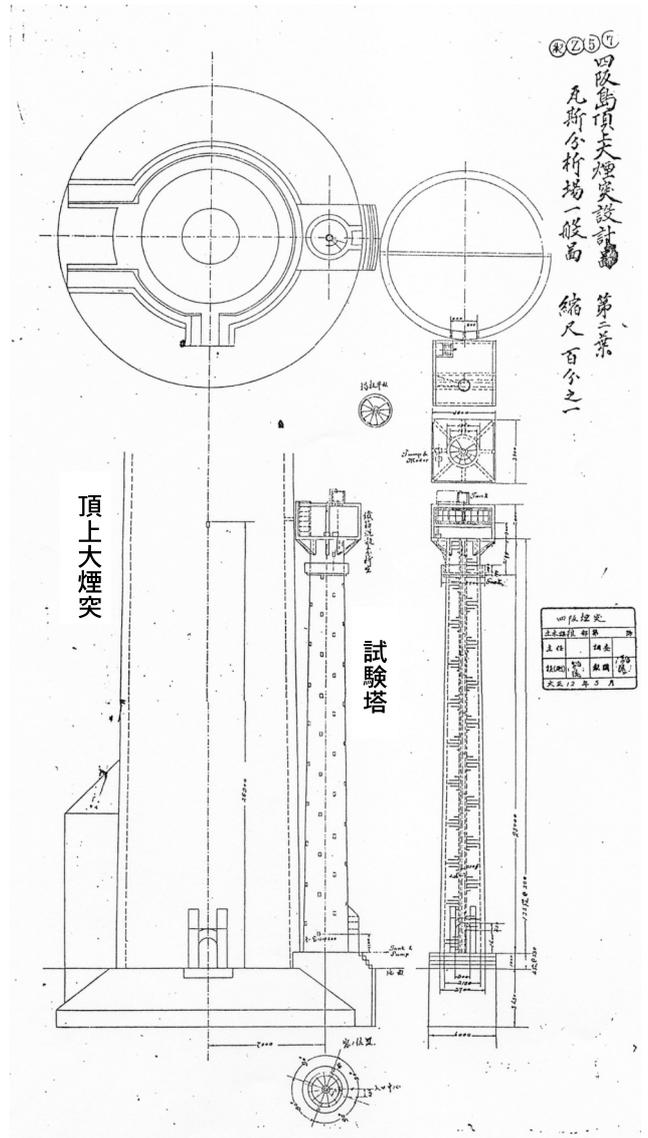


図6 頂上大煙突設計図 別子銅山記念館資料提供

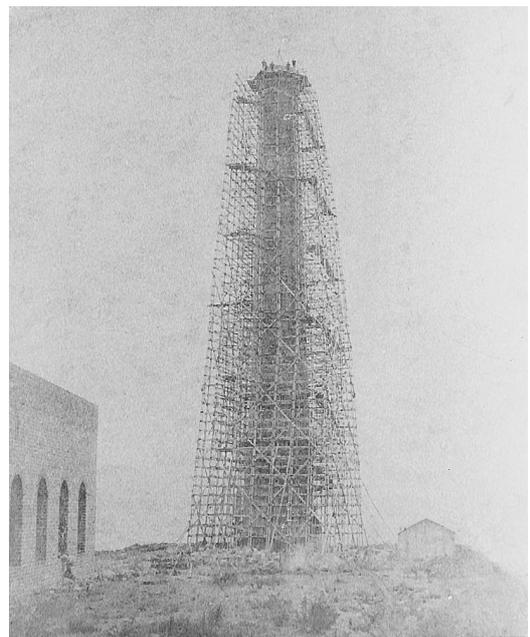


写真9 一代目煙突築造中（明治33年頃） 別子銅山記念館提供



写真11 六本煙突 別子銅山記念館提供

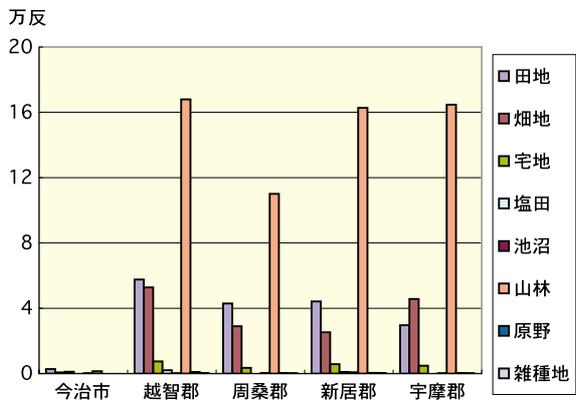


図7 煙害被害地田野山林面積比較 愛媛県東予煙害史 p408データより作成

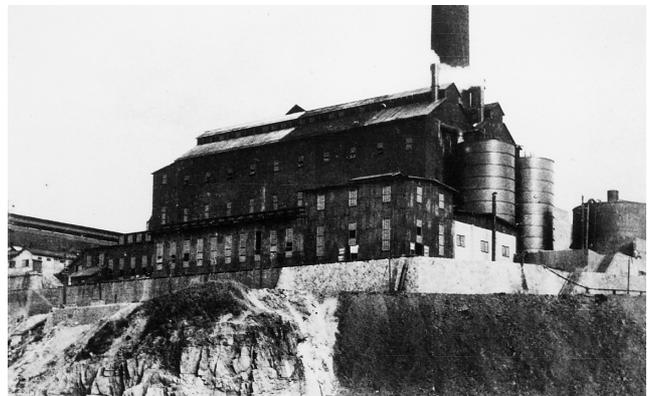


写真12 ベテルゼン式硫酸工場 田中昌一氏提供

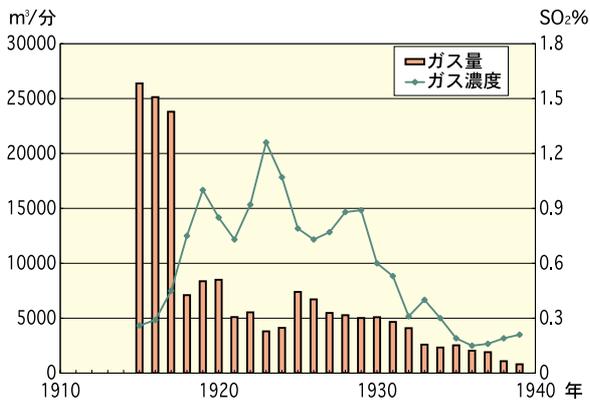


図8 頂上煙突ガス放出濃度及び量推移 (大正4年~昭和14年) 別子銅山記念館所蔵データより作成

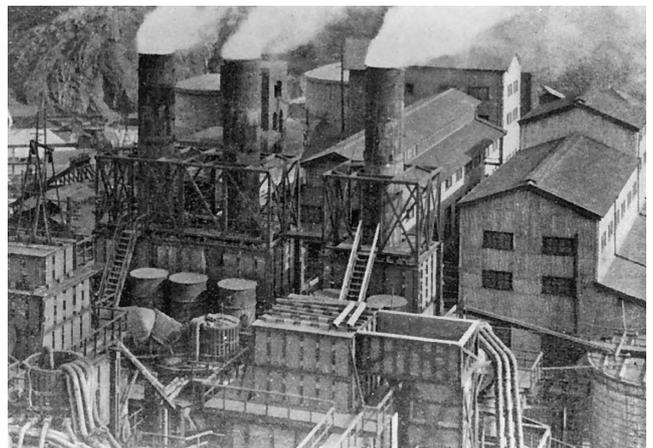


写真13 中和工場 「別子開坑250年史話」より転載

る住友東予製錬所のSO₂放出量が最も低く、さらに技術開発は進められている。そして、煙害問題解決の時代を経た四阪島の大煙突は、現在も島のシンボルとしてそびえ立っている。

キューボラ

図5-2地点に、錬銅キューボラが残っている(写真14・図9)。四阪島の銅製錬で、このキューボラが使われたのは、明治38年から大正9年の間で、焼鍍を粗銅にする工程で使用された(図10)。

明治38年頃の製造工程は、次のとおり。まず四阪島に運ばれた生鍍を、焼鍍ストールで30日から40日かけて焙焼して硫黄を除去し、できた焼鍍をコークス・硅質熔剤・石灰石等とともに長方形水套高炉に入れ、熔解して鍍と分離させ生鍍を作り、それを焼鍍ストールに入れ、約3週間焙焼して焼鍍を作る¹⁶⁾。次にその焼鍍をこのキューボラ型円形水套炉に生鍍及び硅質熔剤、燃料と混合装入し、熔錬して含銅品位60%内外の稠密鍍を得て、それを前床(当吹反射炉)に流し、高圧風を吹き付け粗銅を得る¹⁷⁾。最後にその粗銅を反射炉に入れ、完成した精銅を出荷していた(図11)。

この前床付きキューボラ型円形水套炉は、四阪独特の当吹炉であった。この当吹炉を開発したのは、塩野門之助である。当初はベッセマー炉の実用化を考えていたが、資金不足等により間吹法とベッセマー法を折衷した「当吹炉」を開発し、明治32年から新居浜惣開製錬所で使用を開始していた¹⁸⁾。

当吹炉自体の図面は残っていないが、様々な資料を統合すると、図12のような構造であると考えられる。ここで使用されていた前床は、明治32年から新居浜惣開製錬所で使用されていたもの比べると、若干サイズが大きくなっている。キューボラに入れる焼鍍やその他の原料は、表3のとおり。明治41年のキューボラ及び前床から出る鍍と鍍の成分は、表4のとおり。鍍は「ポット」に受けて屋外に搬出し放冷、破碎した後、熔鍍炉の装入原料として返していた¹⁹⁾。キューボラから出る鍍の成分は、現在の自熔炉から出る鍍の成分とほぼ同じである。これを前床でさらに銅品位を上げた後、この鍍を回転基上の鑄型に流入させ、空気中でこれを放冷させた後、精製炉に送っていた²⁰⁾。

キューボラの鍍は、絶えず流出させる。キューボラの鍍は、1日7~11回湯抜き口から樋で当吹反射炉へ流出させる。当吹炉では、1時間空気を吹き当て、表面に浮かぶ鍍をかき出し、湯の表面に気泡が出る頃、送風を止め当吹炉内の熱を高め、30分後に粗銅を抽出する。その総量は約9t。約18時間に1回仕上げる²¹⁾。

キューボラの坩堝部は、鉄板製で粘土と素灰を裏に塗ってある。炉床は、コンクリートで基礎を作り、その上

に硅酸レンガを積み、更にガニスターサンドを焼き付けている。側壁及び天井は、硅酸レンガで囲み、炉壁の両側後方に開口があり、ここから羽口を挿入し鼓風を送る。これに要する鼓風は、デュープレックス・リードラー・ブローイング・エンジン1基より供給し、1分間空気量6420立方尺、風厭一平方付十五封度(風圧1平方インチ当たり15ポンド)である²²⁾。

このキューボラが使われていた場所は、図2の錬銅所である(図13)。写真15には、手前の建物と奥の煙突にはさまれる形で、操業前の錬銅所が写っている。錬銅炉は、梁行85尺、桁行28.8尺の棟尾壁木梁尾葺建家内にあり、東から西へ1, 2, 3, 4号炉とされていた²³⁾。別子銅山記念館が所蔵する数千枚の写真束の中から、写真16を発見した。もしかすると、これが操業当時のキューボラであるかもしれないと考えたが、古記録数値との照合で一致しないため、未だ検証中である。

錬銅所から出る煙は、前述表2のとおり御住崎煙突から排出していた。明治38年の操業開始時は、キューボラ型円形水套炉3基、当吹反射炉(前床)6基を設置しており、1組²⁴⁾の溶解量は、1昼夜で約30~38トンであった²⁵⁾。その後、明治41年5月には、キューボラ1基と前床2基が増設され計4組になったが、その構造は全て同じで、常用していたのはその内の2~3組であった²⁶⁾。当初は、資金不足によりベッセマー炉を断念し、当吹炉を開発・使用開始した訳だが、結果として高い実収率を得ることができ、この別子独特の当吹炉は、転炉導入までの22年間にわたって使用された。

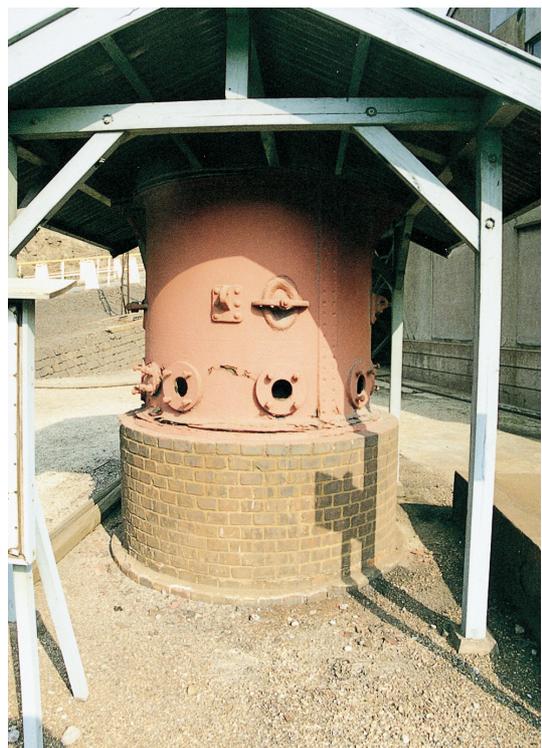


写真14 キューボラ