

我が国の亜鉛鉱山・製錬所の変遷と 海外亜鉛資源確保の取り組み

金属資源開発調査企画グループ調査チーム 担当調査役
nakajima-nobuhisa@jogmec.go.jp

中島 信久

1. 主要な国内亜鉛鉱山の変遷

1980年代からの国内鉱山の相次ぐ閉山により、亜鉛資源確保は海外を目指すことになったが、それまで、我が国の亜鉛資源は主要な国内亜鉛鉱山からの生産に支えられてきた。

主な国内亜鉛鉱山として、黒鉱鉱床では秋田県北部北鹿地域の黒鉱鉱山、スカルン鉱床では神岡鉱山、中竜鉱山及び鉱脈鉱床では豊羽鉱山が挙げられる。

(1) 秋田県北部北鹿地域の黒鉱鉱山

秋田県の北部、大館市 小坂町を中心とする鉱床地帯を北鹿地域と呼ぶ。北鹿地域においては、江戸時代より銀・銅などの採掘が始まり、十和田銀山、小坂銀山などが開発されてきた。1897年(明治30年)小坂鉱山で「黒鉱」の乾式製錬に成功した結果、ほとんど廃物視されていた「黒鉱」が、銅鉱として利用されるようになった。そのため従来の銀山が銅山として再興し、黒鉱鉱床の大多数が主として銅鉱を目的として稼行されるに至った。大正時代に入ると、小坂の西方約20kmに花岡鉱床群の一部を発見し、その有望性を察知した藤田鉱業は、1929年(大正4年)にこの鉱区を買収し、その翌年には、堂屋敷鉱床の発見によってさらに大きく発展した。

亜鉛が採取されたのは大正時代に入ってからで、花岡鉱山では浮遊選鉱法によって選択的に各種の鉱物を分別することが研究され、1931年(昭和6年)に先ず亜鉛及び鉛の選別に成功し、次いで、硫化鉄鉱及び重晶石が回収されるに至り、銅鉱のみを目的としては採算外にあった鉱石も稼行の対象となった。

第2次世界大戦中の乱掘などにより、北鹿地域の黒鉱鉱山も疲弊した。同和鉱業などは、学会との緊密な提携により、地質構造の精査に努めた結果、従来個々の塊と思われていた多数の鉱体が、大体一定の地層に沿って、地下で連続することを見出した。これにより小坂鉱山内の岱鉱床、花岡鉱山堂屋敷鉱床群、釈迦内鉱山、相内鉱山、古遠部鉱山などの新しい黒鉱鉱床を発見していき、黒鉱ブームを巻き起こした。

政府は、北鹿地域の黒鉱鉱床のポテンシャルを高く評価し、個別の企業ではできない他社の鉱区に跨った

地質構造調査を行うこととし、昭和39年から、金属鉱物探鉱促進事業団(現JOGMEC)による調査を開始した。各鉱山会社も地質構造調査の結果を踏まえ、企業探鉱を精力的に実施した結果、小坂鉱山上向鉱床、花岡鉱山松峰鉱床、深沢鉱床、餌釣鉱床、松木鉱山松木鉱床などが次々と発見され、開発されていった。

しかし、黒鉱鉱床は、比較的鉱体の規模が小さいことや、粘土化変質帯などの軟弱岩盤があるため、採掘コストが嵩むことなどが難点であった。経済性のある鉱量の枯渇などにより、昭和53年に松木鉱山が閉山し、その後操業中止鉱山が相次ぎ、1994年(平成6年)3月花岡鉱山松峰鉱床、深沢鉱床が閉山して、我が国に操業している黒鉱鉱山はなくなった。

1958年(昭和33年)以来の北鹿地域の主要黒鉱鉱山の亜鉛生産量は、177万tに達する。北鹿地域の主な黒鉱鉱山生産量推移を表1に示す。

(2) 神岡鉱山

神岡鉱山の発見は養老年間(720年頃)と言われている。部分的な開発は銀山として戦国時代から江戸時代にかけて行われた。なかでも天正の終わり頃、茂住宗貞が金山奉行に任ぜられた時期には和佐保銀山、茂住銀山などが開発され隆盛を極めたが、近代的な開発に着手したのは明治7年三井組の所有になってからのことであった。三井鉱山合資会社は明治25年に設立され、明治44年に三井鉱山(株)となったが、この間、明治21年～23年には鹿間、増谷に選鉱場が建設されたほか、鹿間谷製錬場が創設された。亜鉛精鉱の生産は、1906年(明治39年)から開始され、大正、昭和初期から第2次世界大戦終結に至るまで増産されてきた。そのため、自家用電力の開発が進められ、国鉄高山線猪谷駅までの神岡軌道を開設するなど、技術的にもインフラ面でも大きな飛躍があった。

その後、日本一の亜鉛鉱山として、生産を続けていたが、経済性のある鉱量が枯渇したため、2001年(平成13年)6月に生産を中止した。

明治以降、採掘中止までの神岡鉱山の亜鉛生産量は、635万tに達した。亜鉛生産量推移を表2に示す。

表1 秋田県北部北鹿地域の主な黒鉛鉱山生産量推移(精鉛中亜鉛含有量)

単位:t

	花岡鉱山					小坂鉱山	釈迦内鉱山	相内鉱山	古遠部鉱山	松木鉱山
	堂屋敷鉱床	松峰鉱床	深沢鉱床	餌釣鉱床	花岡鉱山合計					
発見	1916年	1963年	1969年	1977年		1959年	1962年	1956年	1959年	1964年
操業開始	1916年	1966年10月	1973年11月	1979年10月		1962年7月	1965年	1950年	1964年	1973年
閉山(終掘)	1973年	1994年3月	1994年3月	1991年9月		1990年3月	1987年3月	1984年6月	1986年3月	1978年1月
1958(年)	2,558				2,558					
1959	3,384				3,384	4		0		
1960	3,197				3,197	0		1,066		
1961	3,621				3,621	217		1,830		
1962	3,972				3,972	1,027		2,467		
1963	4,294				4,294	4,503		2,930	205	
1964	2,981				2,981	10,693		2,848	1,643	
1965	3,334				3,334	10,832	2,183	2,386	1,311	
1966	2,770	1,053			3,823	13,412	18,619	1,860	1,848	
1967	2,343	6,264			8,607	14,794	16,928	2,157	1,623	
1968	2,831	7,504			10,335	18,245	12,918	2,302	1,593	
1969	4,812	5,469			10,281	22,530	10,798	2,226	1,723	
1970	5,968	6,168			12,136	26,917	10,222	1,657	1,974	
1971	6,016	7,596			13,612	26,548	10,835	2,531	2,103	
1972	3,078	9,899			12,977	25,022	10,369	3,002	2,112	
1973		13,940	7,181		21,121	23,281	7,705	2,842	2,899	69
1974		11,923	14,274		26,197	22,519	6,746	2,447	2,218	298
1975		13,121	19,354		32,475	25,784	9,597	2,077	2,488	1,093
1976		13,259	19,637		32,896	29,758	11,177		2,309	1,509
1977		14,606	21,997		36,603	32,727	15,018		2,787	1,340
1978		17,832	25,318		43,150	29,089	15,101		3,239	20
1979		14,382	24,557		38,939	24,934	14,363		3,623	
1980		12,448	29,532	深沢に含む	41,980	22,045	16,436		2,911	
1981		13,117	32,634	"	45,751	21,587	16,567		3,219	
1982		15,931	34,160	"	50,091	22,533	18,311		3,495	
1983		14,813	34,245	"	49,058	21,938	19,518		3,774	
1984		16,283	35,055	"	51,338	20,089	20,784		3,636	
1985		15,694	35,157	"	50,851	16,285	23,274		6,349	
1986		29,872	松峰に含む	松峰に含む	29,872	8,613	na			
1987		35,735	"	"	35,735	10,481	na			
1988		31,300	"	"	31,300	7,274				
1989		28,391	"	"	28,391	3,850				
1990		33,081	"	"	33,081	3,114				
1991		27,948	"	"	27,948					
1992		28,084	"	"	28,084					
1993		23,306	"	"	23,306					
1994										
合計					857,279	520,645	287,469	36,628	59,082	4,329

相内鉱山の発見年は大黒鉱床のもの
 松木鉱山の発見年は松木鉱床のもの
 古遠部鉱山の発見年は湯の沢鉱床のもの
 小坂鉱山の発見年は内の岱鉱床のもの

出典:同和鉱業・創業百年史、同和鉱業内部資料、鉱業便覧

表2 神岡鉱山の亜鉛生産推移

単位:t

年次	出鉱量	亜鉛品位%	亜鉛含有量	年次	出鉱量	亜鉛品位%	亜鉛含有量	年次	出鉱量	亜鉛品位%	亜鉛含有量
明治21年以前	198,000	2.5	4,950	1951年	676,776	5.3	35,869	1979年	1,330,130	5.3	70,497
～明治44年	631,260	5.7	35,982	1952年	809,377	5.4	43,706	1980年	1,271,610	5.3	67,085
大正1年～14年	1,214,730	12.5	151,841	1953年	888,744	5.0	44,437	1981年	1,315,520	5.4	70,954
1926年	118,257	10.1	11,944	1954年	859,760	5.1	43,848	1982年	1,307,110	5.1	66,597
1927年	156,806	8.9	13,956	1955年	846,454	4.9	41,476	1983年	1,299,900	5.1	66,595
1928年	165,692	8.0	13,255	1956年	1,034,983	4.8	49,679	1984年	1,317,500	4.8	62,979
1929年	184,061	7.5	13,805	1957年	1,128,424	4.7	53,036	1985年	1,345,770	4.8	64,038
1930年	200,215	7.2	14,415	1958年	1,076,611	4.8	51,677	1986年	1,264,080	4.8	60,823
1931年	204,652	7.1	14,530	1959年	1,118,052	4.6	51,430	1987年	1,293,750	4.7	61,018
1932年	210,791	7.1	14,966	1960年	1,077,718	4.9	52,808	1988年	1,298,150	4.8	62,462
1933年	236,963	6.9	16,350	1961年	1,121,843	4.9	54,970	1989年	1,249,100	4.4	55,483
1934年	242,726	6.8	16,505	1962年	1,190,174	4.6	54,748	1990年	1,246,950	4.4	54,920
1935年	243,715	6.8	16,573	1963年	1,229,707	4.7	57,796	1991年	1,180,800	4.3	51,006
1936年	302,477	6.4	19,359	1964年	1,258,324	4.7	59,141	1992年	1,081,750	4.4	47,914
1937年	365,545	6.0	21,933	1965年	1,322,214	4.7	62,144	1993年	937,350	4.1	38,536
1938年	477,347	5.8	27,686	1966年	1,514,902	4.6	69,685	1994年	952,608	4.3	40,835
1939年	490,067	5.7	27,934	1967年	1,492,552	4.8	71,642	1995年	901,850	4.0	36,109
1940年	807,560	5.3	42,801	1968年	1,557,387	4.7	73,197	1996年	654,220	4.0	26,301
1941年	744,985	4.8	35,759	1969年	1,511,850	4.8	72,569	1997年	596,790	3.7	22,100
1942年	781,348	4.9	38,286	1970年	1,624,567	4.8	77,979	1998年	551,100	4.3	23,928
1943年	919,212	5.2	47,799	1971年	1,687,223	4.9	82,674	1999年	557,950	4.3	24,068
1944年	948,591	5.3	50,275	1972年	1,744,559	4.9	85,483	2000年	464,300	4.4	20,212
1945年	354,155	4.3	15,229	1973年	1,777,123	4.9	87,079	2001年	65,100	5.0	3,237
1946年	305,272	5.7	17,401	1974年	1,816,737	4.6	83,570	合計	73,321,175		3,685,994
1947年	420,084	5.6	23,525	1975年	1,786,139	4.7	83,949	2001年6月生産中止			
1948年	461,961	5.5	25,408	1976年	1,912,021	4.5	86,041	注:1926～1945年は会計年度			
1949年	577,916	5.5	31,785	1977年	1,674,335	5.0	83,717	1946～2001年は暦年			
1950年	659,755	5.0	32,988	1978年	1,475,088	5.2	76,705	一部計算値と実数に差があります。			

出典:神岡鉱山における探査、鉱業便覧、三井金属資料により編集

(3) 中竜鉱山

中竜鉱山は、福井県大野市の南15kmの岐阜県境近くに位置する。中竜鉱床はスカルン型の銀・鉛・亜鉛鉱床で、多くの塊状鉱体からなる。

中竜鉱山の歴史は古く、寛元年間(1243年～1247年)に発見されたと言われ、銀・鉛の採掘を行ったと見られる旧坑が各所に存在する。明治初期には地元民などにより銀鉱石が採掘されていた。1903年から亜鉛の採取が始まった。その後、幾多の変遷を経て1934年(昭和9年)日本亜鉛鉱業株式会社が設立され、本格的な鉛・亜鉛の開発が行われた。戦時中の乱掘と設備の老朽化により生産量が漸減し、1949年休山した。1951年(昭和26年)に再開され、1968年に年間粗鉱生産量40万tになり、その後、粗鉱量約40万t/年の規模で生産が継続された。しかし、1987年10月に市況価格の低迷などを受け、経済性の喪失などにより閉山した。

中竜鉱山では、昭和30年(1955年)代から、中山

坑、仙翁坑、人形坑の順で探鉱開発が進められ、多くの新鉱体が発見され、生産も飛躍的に増大した。金属鉱業事業団(現JOGMEC)は、中竜鉱山周辺で地質構造調査を実施し、西部地区では黒当戸鉱床を、南部地区で中天井鉱床を発見した。黒当戸鉱床は、企業の探鉱に引き継がれ、埋蔵鉱量約200万t(そのうち約60万tについては亜鉛品位7%)を確保した。黒当戸鉱床の生産は1982年に開始され、1985年には中竜鉱山の生産の20%を占めるようになった。中天井鉱床は、中竜鉱山本体の南3kmに位置する新鉱体である。地質構造調査のボーリングで、幅21.6m、亜鉛品位5.6%の鉱石を発見し、100万t以上の埋蔵鉱量が期待できることが明らかとなった。その後、精密な地質構造調査が実施され、鉱化帯の広がりが確認されていたが、中竜鉱山の閉山と前後して、調査は中断された。

1941年以降の中竜鉱山の亜鉛生産量の累計は、約66万tとなった。亜鉛生産量推移を表3に示す。

表3 中竜鉱山の亜鉛生産推移

単位:t, %

暦年	粗 鉱			精 鉱			備 考	
	鉱 量	亜鉛品位	亜鉛含有量	鉱 量	亜鉛品位	亜鉛含有量		
1941年	昭和16年	186,514	4.9	8,766	11,223	49.1	5,506	
1942年	昭和17年	147,142	4.2	6,180	10,019	48.2	4,826	
1943年	昭和18年	137,589	3.8	5,229	8,089	48.5	3,922	
1944年	昭和19年	84,712	3.3	3,795	4,130	47.4	1,953	
1945年	昭和20年	51,328	3.8	1,950	3,855	49.2	1,895	
1946年	昭和21年	60,935	4	2,444	4,072	47	1,898	
1947年	昭和22年	74,342	3.4	2,532	4,122	47.5	1,959	
1948年	昭和23年	63,552	3.5	2,198	3,400	50	1,700	
1949年	昭和24年	39,620	3.9	1,511	2,344	51.6	1,212	休山
1950年	昭和25年	0		0	0		0	
1951年	昭和26年	10,836	5.70	620	788	46.3	365	再開
1952年	昭和27年	68,744	5.60	3,850	na	na	na	*
1953年	昭和28年	83,734	5.65	4,731	na	na	na	*
1954年	昭和29年	110,435	5.50	6,074	na	na	na	*
1955年	昭和30年	123,983	5.53	6,856	na	na	na	*
1956年	昭和31年	133,744	5.30	7,088	na	na	na	*
1957年	昭和32年	141,239	5.32	7,514	na	na	na	*
1958年	昭和33年	153,576	5.20	7,923	13,798	52.7	7,277	
1959年	昭和34年	162,863	5.30	8,725	15,544	52.3	8,110	
1960年	昭和35年	186,531	5.40	9,921	17,731	52.3	9,270	
1961年	昭和36年	196,921	5.50	10,880	19,701	52	10,263	
1962年	昭和37年	222,654	6.10	13,492	24,536	51.7	12,670	
1963年	昭和38年	212,445	5.40	11,559	20,419	51.9	10,568	
1964年	昭和39年	296,846	5.80	17,241	31,592	51.3	16,209	
1965年	昭和40年	279,452	5.10	14,201	26,489	50.6	13,405	
1966年	昭和41年	332,709	5.00	16,532	30,652	50.4	15,460	
1967年	昭和42年	368,108	5.59	20,577	37,333	50.1	18,715	
1968年	昭和43年	411,011	5.80	23,759	43,831	50.2	22,004	
1969年	昭和44年	427,832	5.70	24,453	45,454	50.3	22,849	
1970年	昭和45年	438,667	5.60	24,421	46,998	49.2	23,128	
1971年	昭和46年	433,955	5.80	25,086	47,566	49.2	23,426	
1972年	昭和47年	453,283	5.70	25,702	48,986	49.4	24,202	
1973年	昭和48年	467,594	6.00	27,925	53,092	49.4	26,232	
1974年	昭和49年	444,026	5.89	26,153	49,272	na	24,684	*
1975年	昭和50年	434,566	5.66	24,596	46,802	na	23,914	*
1976年	昭和51年	406,522	5.70	23,057	43,744	49.8	21,789	
1977年	昭和52年	435,986	5.80	25,268	48,203	49.5	23,873	
1978年	昭和53年	430,835	5.70	24,592	46,792	49.4	23,124	
1979年	昭和54年	411,821	5.60	22,954	43,033	49.8	21,423	
1980年	昭和55年	381,982	5.40	20,460	38,324	50	19,173	
1981年	昭和56年	409,994	5.30	21,683	40,718	50	20,377	
1982年	昭和57年	414,208	5.40	22,213	42,052	49.7	20,907	
1983年	昭和58年	409,513	5.50	22,486	42,579	49.6	21,106	
1984年	昭和59年	417,818	5.58	23,314	41,900	na	21,464	
1985年	昭和60年	418,129	5.40	22,410	42,203	49.5	20,886	
1986年	昭和61年	269,666	6.28	16,935	31,406	na	na	
1987年	昭和62年	85,742	7.03	6,028	17,930		8,875	閉山
合 計		11,933,704		655,884				

(注) *粗鉱量は会計年度

出典:本邦鉱業の趨勢他により編集

(4) 豊羽鉱山

豊羽鉱山の発見の年代は明らかでなく、明治9年にライマンによる定山溪付近の鉱脈についての記述があると言われる。

明治40年頃から採掘に着手し、大正3年に久原鉱業

が買収し、開発を始めた。第1次世界大戦後の不況により操業を中止し、昭和10年日本鉱業が鉱山再開を計画し、昭和14年から操業を開始した。久原鉱業時代は、金、銀、銅、鉛を生産していた。亜鉛の生産は再開後に始めた。その後、昭和25年に豊羽鉱山株式会社とし

て独立し、昭和 37 年に日本鉱業に合併した。昭和 48 年、再度日本鉱業から独立して、豊羽鉱山株式会社を設立した。

昭和 58 年に金属鉱業事業団の精密地質構造調査により本鉱山のチャンピオン鉱脈となる「信濃ひ」を発見した。「信濃ひ」は、1991 年 4 月から生産が開始され、豊羽鉱山の生産量は飛躍的に増加した。その後、黒鉱鉱床の多くの鉱山や神岡鉱山が閉山する中、最後の国内亜鉛鉱山として操業を続けたが、経済性のある鉱量が枯渇したため、2006 年（平成 18 年）3 月で操業を中止した。

鉱床は、新第三紀中新世の地層を母岩とする多金属鉱脈鉱床で、とくに副産物のインジウムの含有量が多いことを特徴とする。

採掘は、坑内掘で、地熱地帯に位置するため、坑内の岩盤温度が約 160℃ に達して、技術的に採掘が困難を極めた。

選鉱技術では、最新のコラム浮遊選鉱法を導入・開発した。

豊羽鉱山における採掘中止までの亜鉛生産量は、精鉱中亜鉛含有量で 178 万 t に達した。

2. 国内亜鉛製錬所の変遷

(1) ISP 技術の導入・進展

イギリスで開発された鉛亜鉛同時製錬溶鉱炉（ISP）は、日本にも導入され、住鉱アイエスピー（株）播磨製錬所で 1966 年から、八戸製錬（株）八戸製錬所で 1969 年から操業を開始した。

ISP（Imperial Smelting Process）製錬法は生産能率が高く、亜鉛・鉛を同時に製錬でき、黒鉱などの複雑鉱や低品位鉱なども処理できる最新の製錬技術である。

溶鉱炉において亜鉛を製錬することは長い間冶金技術者の願望であった。

1937 年、英国 ISC（Imperial Smelting Corporation Ltd.）において、小型のシャフト炉による研究の結果、亜鉛蒸気の炉外急冷法を確立すれば、溶鉱炉製錬は可能であるとの見解を得た。このため鉛スプラッシュ・コンデンサーが開発された。すなわち、亜鉛よりも融点が低くかつ沸点の高い鉛を攪拌スプラッシュさせ、この中に亜鉛蒸気を含むガスを通過させて鉛滴により急冷しようというものである。1950 年、英国エボンマウスに商業的規模の試験炉が建設され操業が開始された。この炉はシャフト断面積 55ft²（5.1m²）で日産亜鉛 22t のものであった。さらに、1952 年にシャフト断面積 69ft²（6.4m²）の 2 号炉が完成し、日産亜鉛 28t であった。1960 年には同じ英国のスウォンジーにより大型化された日産亜鉛 125t、鉛 34t の炉が操業を開始した。その後、この技術を導入してオーストラリア、ザンビア、フランス、西ドイツに次々と溶鉱炉が建設され、操業に入った。

ISP 法の特徴は、次のとおりである。

1 炉当たりの生産能力が高いこと

従来の蒸留法では最大 1 日 1 炉当たりの亜鉛生産量は 10～70t であるのに対し、ISP 法では標準炉（シャフト断面積 17.2m²）で 200t 以上の亜鉛生産が可能である。

亜鉛と鉛を同時製錬できること

従来法では同時製錬は不可能であるばかりでなく、亜鉛製錬の場合鉛が、また鉛製錬の場合亜鉛が不純物として嫌われている。また、硫化亜鉛鉱体の中には、マッカーサーリバーに代表されるような亜鉛精鉱と鉛精鉱に選鉱分離することが極めて困難な鉱体がある。このような鉱体から生産される亜鉛鉛バルク精鉱を処理するために ISP 法が開発されたと言われている。

ISP 法では亜鉛・鉛を同時に製錬でき、亜鉛と鉛の生産比は標準的には 2：1 であるが、稼働中の炉では 1：1 から 3：1 まで幅広い範囲で操業している。

銅・金・銀などの有価金属を回収できること

従来の蒸留法では、原料中の上記有価金属は鉱滓中に入り、鉱滓処理をしない限りこれらの金属を回収することは不可能であるが、ISP 法では粗鉛中に吸収せしめることによって回収可能である。

ISP 法は、これらの利点を有し、従来の蒸留法では処理できなかった複雑鉱や低品位鉱の処理が可能となった。

(2) 臨海大型共同製錬所の建設

1967 年（昭和 42 年）8 月、鉱業審議会は「今後の鉱業政策の基本的方向について」の答申を行った。答申は、貿易自由化を受けて、我が国の鉱業のあり方を示したもので、企業体質の改善と産業体制整備の中で、「特に、製錬所については近時その共同化、大型化が進みつつあるが、今後とも規模の利益を十分に享受し得るよう極力大型化を図る必要があり、また、新製錬所の建設にあたっては、乱立の弊害を避けるため共同化を進めることが望ましい。」としている。この答申を受け、政府、民間とも新製錬所は共同方式をとることに方針を変えていった。

また、輸入鉱石の割合が増加するのに対処し、金属製錬各社は臨海大型製錬所建設の方針を打ち出した。

亜鉛製錬では、三井金属鉱業を中心に進められていた八戸製錬所建設計画が、また、同和鉱業を中心に進められていた飯島製錬所建設計画が、臨海大型共同製錬方式で建設されることとなった。

八戸製錬所

三井金属鉱業、同和鉱業、日本鉱業、三菱金属鉱業、東邦亜鉛、日曹金属の 6 社は、1967 年に八戸製錬株式会社を設立し、青森県八戸市に八戸製錬所を建設することとした。当初の出資比率は、三井金属鉱業（50%）、同和鉱業（20%）、日本鉱業（10%）、三菱金属鉱業（10%）、東邦亜鉛（5%）、日曹金属（5%）である。

製錬方式は、貿易自由化の中で、国際競争力をもつ革新的技術の共同製錬所を次の基本要件の下に ISP 法製錬を採用した。

- ・単なる既存生産方式の拡充増産にとどまることなく、技術内容において革新的要素をもっていること。
- ・各社別の並列的新増設を解消し、集約し、各社の共同参加による国際的規模の大型製錬所であること。
- ・国家的見地から見て、新規開発資源である複雑硫化鉱の有効処理を可能とするものであること。

亜鉛地金製錬能力は、当初の 1969 年：60,000t/年から増強され 1970 年：72,000t/年、1974 年：84,000t/年となった。

飯島製錬所

同和鉱業、日本鉱業、住友金属鉱山、三井金属鉱業、三菱金属鉱業、東邦亜鉛の 6 社は、1971 年に秋田製錬株式会社を設立し、秋田県秋田市に飯島製錬所を建設することとした。当初の出資比率は、同和鉱業（52%）、日本鉱業（14%）、住友金属鉱山（14%）、三井金属鉱業（10%）、三菱金属鉱業（5%）、東邦亜鉛（5%）であった。

製錬方式は、同和鉱業が黒鉱処理で培った技術蓄積のある湿式製錬方式を次のような要件で採用した。

- ・懸案の亜鉛残さ処理については、オートクレーブ（高圧釜）によるヘマタイト法の見通しがつき、黒鉱など複雑鉱中に多い銅・金・銀の回収に最も適していることが確かめられた。
- ・黒鉱出の亜鉛精鉱は、温水浮選等の技術改善により鉄品位が低下したため、浸出での一次回収率が

90～92%と高く、残さ処理の負担が少なくなる。
・乾式法に比べれば、高純度の電気亜鉛が直接得られ、公害防止対策もやりやすい。

建設工事は 1 期、2 期に分けられ、第 1 期工事は 1972 年に亜鉛生産能力 78,000t/年が完成した。第 2 期工事は 1974 年に完成し、亜鉛生産能力 156,000t/年体制が確立した。

建設中に、第 1 次オイル・ショックが起こり、諸物価の異常な高騰と品不足という背景のもとで、工事は完成された。しかし、石油危機によるエネルギーコストの高騰は、電力多消費型の湿式亜鉛製錬に極めて深刻な影響を与え、さらに、石油危機後の市況低迷による操業度低落もまた、大型製錬所としてのスケールメリットが十分に発揮できず、厳しい操業を強いられた。このような環境の中で、全行程にわたる製錬技術の見直しを行い、徹底的な改善・合理化を推進した結果、エネルギー原単位の大幅な削減を始め、多くの技術改善により、この試練を乗り越え、世界でも有数の競争力を持つ製錬所になった。

(3) 国内亜鉛製錬能力の推移

日本の亜鉛需要の伸展にともない、国内の亜鉛製錬能力も拡充を続け、1973 年（昭和 48 年）には年間生産能力 100 万 t 弱に達し、1985 年まで 100 万 t 前後で推移した。1987 年（昭和 62 年）に、細倉製錬所（電気亜鉛）、神岡製錬所（蒸留亜鉛）、三池製錬所（蒸留亜鉛）などの操業中止により、亜鉛地金生産能力は 83 万 t に下落した。日本の亜鉛製錬設備能力の推移を表 4 に示す。

表4 日本の亜鉛製錬設備能力推移

単位:t/年

会社名	製錬所	品種	1963年	1968年	1970年	1975年	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年	2005年	備考
八戸製錬	八戸	蒸留			60,000	84,000	84,000	84,000	108,000	108,000	117,600	117,600	
同和鉱業	小坂	電気	10,560	18,000	18,000								1971年操業中止
秋田製錬	飯島	電気				156,000	156,000	156,000	156,000	156,000	195,600	200,400	
三菱マテリアル	秋田	電気	40,800	86,400	91,200	100,800	105,600	105,600	105,600	105,600			
細倉鉱業	細倉	電気	18,000	21,000	21,000	21,600	21,600	21,600					1987年操業中止
日曹金属	会津	電気	24,000	31,200	31,200	31,200	31,200						1981年操業中止
東邦亜鉛	安中	電気	55,200	139,200	139,200	139,200	139,200	139,200	139,200	139,200	139,200	139,200	
	契島	蒸留					5,160	5,160					1986年操業中止
三井金属鉱業	神岡	電気	38,400	56,400	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000	
		蒸留	900	3,000	3,000	5,280	5,280	5,280					1987年操業中止
	彦島	蒸留	20,400	23,760	16,200								1971年操業中止
		電気			60,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	1970年操業開始
	三池	蒸留	49,440	82,680	116,400	116,400	116,400	116,400					1987年操業中止
		電気	12,600	20,400	21,600								1975年操業中止
日本鉱業	三日市	蒸留	54,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000	120,000				1995年鉱石処理中止
住鉱アイ・エス・ビー	播磨	蒸留		54,000	54,000	66,000	79,200	79,200	79,200	90,000	90,000	90,000	1980年より住友金属鉱山
日東金属	八戸	電気	3,600										
合計			327,900	656,040	823,800	996,480	1,019,640	988,440	864,000	754,800	698,400	703,200	1980年最大生産能力

出典：鉱山、鉱業便覧他より編集

(4) 1990年代前半の亜鉛製錬所設備計画

1990年代前半では、好調な国内景気を反映して新規製錬所の設立計画や既存製錬所の増強計画などが策定されたが、1990年代後半に入ると、亜鉛価格の低迷や円高を背景に計画の縮小・廃棄や既存施設のリストラが行われた。

新規亜鉛製錬所建設計画

- ・ 苫小牧製錬所：1990年、日本鉱業、三井金属鉱業、MIMホールディングス（豪）は北海道苫小牧に亜鉛製錬所建設計画を作成、亜鉛生産能力年産120千t、1993年完成予定であった。1992年に青森県八戸に建設地を変更した。
- ・ 八戸（新規）製錬所：1992年3月、上記3社に三菱マテリアルを加えて、合併事業に合意した。合併会社「太平洋亜鉛株式会社」を設立し、製錬方式はISP法、亜鉛生産能力年産120千t、操業開始1994年予定であった。

1993年6月、前記4社から三菱マテリアルが外れ、3社により製錬所建設着手を1994年に延期する修正計画が発表された。太平洋亜鉛（株）は1993年6月に設立された。

1993年8月に、建設計画を進めていた出資3社は、円高による価格低迷と需要の落ち込みが加わり、当面、製錬事業の利益が見込めないと判断したため、建設計画を凍結した。

1994年8月、出資3社は新亜鉛製錬所建設計画を断念し、太平洋亜鉛（株）を解散した。

既存製錬所の増強計画

- ・ 秋田製錬（株）飯島製錬所：1990年、亜鉛電解能力を156千t/年から240千t/年へ増強発表した。その後、増強時期を延期し、1997年になって、設備工事を行い、1998年1月に電解能力を156千t/年から186千t/年に増強した。
- ・ 三井金属鉱業彦島製錬所：1990年、電解能力を84千t/年から139千t/年へ拡張すると発表し、1997年に設備の改善などを実施した。

既存製錬所の減産・減資計画

亜鉛製錬における減産や生産中止などの合理化計画が1994年下期から1995年上期にかけて相次いで発表された。

- ・ 日鉱亜鉛（株）三日市製錬所：1994年8月、生産能力を5,200t/月から2,400t/月に減産した。さらに、1995年10月、日鉱亜鉛（株）敦賀工場及び三日市製錬所での鉱石を原料とする亜鉛製錬事業を休止し、資源リサイクルを中心とした事業に転換した。
- ・ 三井金属鉱業：1995年、秋田製錬（株）の株式を日鉱金属へ譲渡した。これにより秋田製錬の出資比率は、同和鉱業52%、日鉱金属24%、住友金属鉱山14%、三菱マテリアル5%、東邦亜鉛5%

となった。

- ・ 三菱マテリアル：円高の進行（1ドル＝80円台）で大幅な赤字に転落した秋田製錬所での亜鉛地金生産を1996年6月中止した。その後は、八戸製錬及び秋田製錬への委託製錬を継続し、その返還亜鉛を使用して秋田県茨島工場で、亜鉛合金の生産を引き続き行った。

3. 海外亜鉛資源確保への取り組み

亜鉛製錬の鉱石手当において、海外鉱石が国内鉱石を追い抜いたのは1968年からであった。銅では1960年から海外鉱石が勝っており、いち早く海外に鉱石を求めていったが、亜鉛については、海外進出が遅れていた。

鉱石の輸入形態も、自主開発・資本参加や融資買鉱による鉱石輸入が少なく、単純買鉱が大半を占めている。2000年においても、自主開発・資本参加による鉱山からの鉱石輸入は全体の17%で、83%は単純買鉱による手当であった。

1966年から1970年にかけて開発された主な海外関係鉱山としては、カナダのFox Lake 鉱山、Ruttan Lake 鉱山、ペルーのMadrigal 鉱山、Huanzala（ワンサラ）鉱山、Gran - Bretana 鉱山などがある。とくに、日本企業による自主開発鉱山としてワンサラ鉱山の成功が目される。

1970年代に入るとオイル・ショック後の世界不況などにより、わが国の亜鉛需要は停滞し、海外資源開発も低迷した。

1990年代に入ると、メキシコ政府と金属鉱業事業団・国際協力事業団が実施した資源開発協力基礎調査の成果を基に、同和鉱業がメキシコのTizapa（ティサバ）鉱山に資本参加して、開発した。

また、1990年代では、亜鉛の需要は停滞したが、花岡鉱山、温川鉱山、神岡鉱山の生産中止、豊羽鉱山の生産縮小などの国内鉱石の減少を受け、亜鉛の市況も持ち直したこともあり、海外で亜鉛鉱石を確保するための努力が積極的に取り組まれた。

ワンサラ鉱山、ティサバ鉱山の開発成功後、同和鉱業はメキシコ・Rey de Plata（レイ・デ・プラタ）鉱山の開発に資本参加し、日鉱金属はISP法に対応した鉱石を供給するため、オーストラリアのMcArthur River（マッカーサーリバー）鉱山に資本参加し、開発した。また、2000年代に入ると東邦亜鉛はオーストラリア・Endeavor（エンデバー）鉱山（旧エルーラ鉱山）に資本参加し、2004年に亜鉛精鉱の第1船が小名浜港に入港した。三菱商事は、ペルー・アンタミナ鉱山に資本参加し、鉱石を確保した。さらに、三井金属鉱業はペルー・Palca（パルカ）鉱山を自主開発し、2006年から生産が始まった。第2次世界大戦後、我が国企業が関与した主な海外亜鉛鉱山・プロジェクトを表5に示す。また、我が国企業が資本参加して開発した主な亜鉛鉱山を表6に示す。

表5 我が国企業の主な海外関係亜鉛鉱山

		1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979		
		昭和32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
北米	カナダ	<p>ベイ(三井金属) 69</p> <p>ルタンレーク(三菱マテリアル、三菱商事) 70 71 73 75</p> <p>融資買鉱 契約 70 71 73 75</p> <p>開発工事 開始 70 71 73 75</p> <p>フォックスレーク(三菱マテリアル、三菱商事) 70 73 77</p> <p>開発工事 開始 67 70 73 77</p> <p>シールドン(三井金属) 68 69 70 73</p> <p>探鉱 68 69 70 73</p> <p>セルコ(東邦亜鉛) 70 73</p> <p>探鉱 70 73</p> <p>スマック(住友金属) 71 74</p> <p>探鉱 71 74</p> <p>73</p> <p>グラセットレーク(東邦亜鉛) 73 76</p> <p>探鉱 73 76</p> <p>ディージェム(同和鉱業) 67 探鉱</p> <p>オックスフォードレーク 74 探鉱</p>																								
	米国	<p>シンシナティアーチ(三菱マテリアル、同和鉱業) 75 探鉱</p> <p>ドレッサー(東邦亜鉛) 75 78 探鉱</p> <p>パンサウンド(三菱商事) 76 探鉱</p>																								
中南米	ペルー	<p>ワンサス(三井金属、三井物産) 66 68 73</p> <p>探鉱 66 68 73</p> <p>ウアンガ(三井金属) 探鉱</p> <p>ケナマリ(三井金属) 69 70 72</p> <p>探鉱 69 70 72</p> <p>開発工事 開始 69 70 72</p> <p>生産開始 70 72</p> <p>マドリガル(東邦亜鉛、丸紅) 70 71 73 76</p> <p>開発工事開始 70 71 73 76</p> <p>生産開始 71 73 76</p> <p>71 73 76</p>																								
	メキシコ																									
アジア	タイ	<p>ムソット(住友金属) 57 60 探鉱</p>																								
	インドネシア																									
	イラン	<p>シャーク(三井金属、東邦亜鉛) 探鉱</p>																								
	トルコ																									
	モロッコ	<p>ブケルジア(丸紅、日鉄鉱業) 70 71 探鉱</p>																								
オセアニア	オーストラリア																									
	パプアニューギニア	<p>ラロキ(日鉄鉱業、兼松) 探鉱</p>																								
欧州	スペイン・ポルトガル																									

シリーズ

歴史 亜鉛 (2)

我が国の亜鉛鉱山・製錬所の変遷と海外亜鉛資源確保の取り組み

表6 我が国企業の出資・開発した主な亜鉛鉱山

プロジェクト名	ワンザラ Huanzala	ティザパ Tizapa	マッカーサーリバー McArthur River	レイ・デ・プラタ Rey de Plata	アンタミナ Antamina	エンデバー Endeavor	パルカ Pallca
開発の様態	探鉱開発	探鉱開発	資本参加・融資	探鉱開発	探鉱開発	資本参加	探鉱開発
国名・所在地	ペルー・アンカッシュ県	メキシコ・メキシコ州	オーストラリア・北部準州	メキシコ・ゲレロ州	ペルー・アンカッシュ; Ancash県	オーストラリア・ニューサウス ウェールズ州	ペルー・アンカッシュ県
交通・運搬	カジャヤオ港までトラック417km	マンサニージョ港までトラック 輸送(亜鉛精鉱全量)	ピンボン港までトラック120km	マンサニージョ港までトラック 輸送(亜鉛精鉱全量)	ウアルメイ; Huarney港まで スラリパイプ302km	ニューキャッスル港まで鉄道 で600km	ワンサラ鉱山までトラック 運搬54km
日本側企業名	三井金属鉱業70%、 三井物産30%	同和鉱業39%、 住友商事10%	ANTミネラルズ社25%(日鉱 金属50%、豊羽鉱山16.7%、 丸紅16.7%、三井物産16.7%)	同和鉱業39%、 住友商事10%	三菱商事10.0%	東邦亜鉛25%(筆頭)	三井金属鉱業70%、 三井物産30%
相手側企業名			マウント・アイザ・マインズ 社75%(エクストラータ社 100%子会社)	ベニョーレス社51%	ランダ社33.75%、 BHPビルトン社33.75%、 テックコミンコ社22.5%	CBHリソース社	
その他		ベニョーレス社51%					
現地法人名	ミネラ・サンタ・ルイス社	ミネラ・ティザパ社	マッカーサーリバー・マイニング社	ミネラ・レイ・デ・プラタ社	アンタミナ社		サンタールイサ鉱業(株) (ワンサラ鉱山)
鉱床のタイプ	接触交代	塊状硫化鉱	層状亜鉛	塊状硫化鉱	スカルン	塊状硫化	スカルン・鉱床
埋蔵鉱量(千t品位)	6,000 (Pb4.6%、Zn9.1%、Ag110gt)	2,470.5(Au2.36gt、Ag261gt、 Cu0.61%、Pb1.36%、Zn6.56%)	39,900(Pb5.5%、Zn12%、 Ag55gt)	2,902(Au1.95gt、Ag226gt、 Cu0.68%、Pb2.56%、Zn8.78%)	559,000(Cu1.23%、Zn1.03%、 Ag13.7gt、Mo0.03%)	15,000 (Zn8.7%、Pb5.4%)	6,000(Pb1%、Zn12%)
採掘方法	坑内掘	坑内掘	坑内掘 露天掘へ転換計画)	坑内掘	露天掘	坑内掘	坑内掘
選鉱処理能力(t/日)	1,700(1998年)	1,600	4,500	1,100	70,000	1,200t/年	170千t/年
粗鉱生産量(千t/年)	442	500	1,600	330	25,600		
(品位%)	(Pb3.8、Zn8.5、Ag88gt)	Zn23,500	(Pb5.6、Zn13.5)	Zn0	Cu60,127		
うち日本向け輸出金属量(t/年)	Pb0、Zn20,000		Pb4,338、Zn23,052				
総開発費	15,008千US\$	38,234千US\$	296,000千A\$	45,400千US\$	2,296,000千US\$	30,000千A\$	6,200千US\$
うち日本側負担額	15,008千US\$	35,114千US\$	29,000千A\$	41,320千US\$	404,000千US\$	9,000千A\$	
出資	2,304千US\$	2,998千US\$	29,000千A\$	3,920千US\$	54,000千US\$	9,000千A\$	
現金貸付	10,251千US\$	32,116千US\$		37,400千US\$	350,000千US\$		
機材輸出	2,453千US\$						
開業工事着手時期	1966年4月	1992年5月	1993年8月	1998年1月	1998年	1983年(2003年9月 バスマニコ社から買収)	2006年1月から 生産開始予定
本格生産開始時期	1968年6月	1994年11月	1995年9月	2000年10月	2001年		
備考		1997年増産工事実施	25%権益を 2005年9月Xstrata社に譲渡	2001年12月休山	埋蔵鉱量559百万t Zn1.06%	年間生産量 亜鉛精鉱18万t(年(Zn10万t) 鉛精鉱9万t/年(Pb6万t) を実施する予定(ワンサラ鉱山 選鉱場に粗鉱500t/日運搬)	

出典:鉱業便覧他より編集

(1) ワンサラ鉱山

ペルー・ワンサラ鉱山は、ペルーの首都リマの北方250kmに位置し、海拔4,000mを超える高地にある。ワンサラ鉱山近傍では、古くから銀の採掘が行われていた。ワンサラ鉱山は、1918年に地元の有力者 Ezzio Piaggio 氏によって初めて鉱区の登録が行われ、以後断続的に探鉱が行われていた。三井金属鉱業は、1961年にも一時交渉を行ったが、市況が著しく悪化したため中断し、1964年に改めて鉱区主と交渉を再開し、全株式買収オプション契約及び探鉱契約を結び、探鉱作業を開始した。探鉱の結果、鉱量・品位とも優秀で、開発に移行できると判断し、1966年2月にオプションを行使した。オプション行使時における予想鉱量は、鉛・亜鉛鉱の鉱量184万t、品位、銀75g/t、銅1.29%、鉛7.14%、亜鉛12.91%であった。開発工事は1966年4月に開始され、1968年6月本格生産が開始された。操業会社は三井金属70%、三井物産30%出資のミネラ・サンタ・ルイス社である。

2005年の生産量は、亜鉛精鉱74,381t、鉛精鉱24,322tで、1968年から2005年までの累積亜鉛精鉱生産量は228万tに達している。

(2) ティサバ鉱山

ティサバ鉱山は、メキシコ合衆国の首都メキシコシティの西方130kmに位置する。ティサバ鉱床は、ジュラ紀から白亜紀の変成岩中に胚胎する層状硫化物鉱床である。

同和鉱業は、1992年にペニョーレス社と Minera Tizapa S.A. を設立し、1993年から建設工事を開始し、1994年11月より本格操業を開始した。ティサバ社の出資比率は、ペニョーレス社51%、同和鉱業39%、住友商事10%である。

ティサバ鉱床は、メキシコ政府鉱物資源局が1977年より探査を開始し、1986年日本政府に対し、資源開発協力基礎調査を要請し、1987年度から1989年度までの3年間、金属鉱業事業団・国際協力事業団により調査が実施され、鉱床の全容が明らかになったものである。

1992年メキシコ政府は、ティサバ鉱山開発の国際入札を実施し、同和鉱業・ペニョーレスが落札した。

亜鉛精鉱は、秋田製錬(株)飯島製錬所に出荷している。

4. 日本の亜鉛生産企業の変化、統合と撤退

(1) 住友金属鉱山と三井金属の提携

2002年、住友金属鉱山(50%)と三井金属(50%)は、エム・エスジンク株式会社を設立し、原料調達、精留亜鉛系調合亜鉛の生産、販売を統合した。住友・播磨事業所で生産している調合亜鉛を三井・彦島製錬に移管し、三井・三池製錬で行っている煙灰処理事業を住友・四阪工場に移管し、生産効率化を図った。

(2) 三菱マテリアルと同和鉱業の提携

2003年4月、同和鉱業(85%)、三菱マテリアル

(15%)は、ジンクエクセル株式会社を設立し、亜鉛販売における事業提携を行った。

また、加工・販売では、秋田ジンクソリューションズ株式会社を設立し、飯島工場(旧秋田ジンク)及び茨島工場(三菱マテリアル)で調合亜鉛、亜鉛加工品を生産することになった。

秋田製錬では、三菱マテリアルの亜鉛鉱石の委託製錬を行う。

(3) 日鉱金属の亜鉛事業からの撤退

日鉱金属は、2005年2月10日、豊羽鉱山が2006年3月末日で操業休止することを発表した。

また、2005年7月20日、2006年3月末日をもって亜鉛・鉛委託製錬事業から撤退することを発表した。このため、八戸製錬(株)の持分株式(27.81%)を三井金属鉱業に、秋田製錬(株)の持分株式(24.0%)を同和鉱業にそれぞれ譲渡することとした。これに伴い、同社は、亜鉛・鉛地金等の販売についても、2006年3月末をもって停止することとした。

さらに、2005年9月22日、オーストラリアのマッカーサー・リバー鉱山の権益(日本側25%)を合併パートナーであるXstrata社に譲渡することを発表した。

これらにより、日鉱金属は、亜鉛・鉛事業から撤退した。

(2006.6.7)

参考文献

- 「亜鉛」その不思議な生い立ち(1997) 徳永博
 亜鉛ハンドブック(改訂版)(1993) 日本亜鉛需給研究会
 亜鉛よもやま話(1991) 木内謙三
 秋田県鉱山誌(2005) 秋田県地下資源開発促進協会
 神岡鉱山における探査(1981) 日本の鉱床探査
 第1巻 三井金属鉱業(株)
 鉱業便覧(1973~2002) 経済産業調査会
 鉱山・30周年記念号(1978) 鉱山 Vol.31、No.8
 日本鉱業協会
 鉱山・40周年記念号(1989) 鉱山 Vol.42、No.2
 日本鉱業協会
 鉱山・50周年記念号(1998) 鉱山 Vol.51、No.8
 日本鉱業協会
 創業百年史(1985) 同和鉱業株式会社
 豊羽鉱山30年史(1981) 豊羽鉱山株式会社
 中竜鉱山における鉱床探査の展開(1984) 日本の鉱床探査 第2巻 日本亜鉛鉱業株式会社
 日本鉱業発達史(1932) 鉱山懇話会
 八戸製錬10年のあゆみ(1979) 八戸製錬株式会社
 三菱鉱業社史(1976) 三菱鉱業セメント株式会社
 我が国鉱業の概要(1981)(財)金属鉱業緊急融資基金
 我が国鉱業の概要(非鉄製錬所編)(1984)
 (財)金属鉱業緊急融資基金