

■シリーズ特集■ 明日を支える資源 (5)

# 鉄鉱石資源の現状と将来

## Current Situation and Prospect of Iron Ore

杉野 忠正\*

Tadamasa Sugino

### 1. ま え が き

鉄鉱石には赤鉄鉱、磁鉄鉱、褐鉄鉱等の種類があり我が国の場合ほとんどを海外に依存している。これらを鉄鋼原料面から分けると塊鉱石、粉鉱石、微粉鉱石に粒度分類され高炉に直接投入されるものは塊鉱石のみである。

粉鉱石は焼結鉱、微粉鉱石はペレットに加工された後高炉用とされる。これらを塊成鉱と称している。高炉内では鉱石とコークスが交互に装入されコークスにより還元熔融され脈石分と鉄分が分離される。この熔融した鉄を銑鉄といい次の製鋼工程に移される。

表1 鉄鉱石消費量と輸入依存度

年 度	鉄鉱石消費量(千トン)	輸入依存度(%)
1981	117,633	99.5
1982	108,651	99.7
1983	109,273	99.7

出所：鉄連統計

表2 銑鉄トン当り鉱石使用内訳 単位:kg

年	塊鉱石(%)	焼結鉱(%)	ペレット(%)	合計(%)
1981	180 (11.1)	1,244(76.8)	195 (12.1)	1,619(100)
1982	200 (12.4)	1,245(77.0)	172 (10.6)	1,617(100)
1983	213 (13.1)	1,229(75.9)	178 (11.0)	1,620(100)

出所：鉄連統計

表3 (a) 世界鉄鉱石粗鉱埋蔵量表 [10<sup>6</sup>t]

国			連 (1970)		
確・推定予想	潜 在	合 計	確・推定予想	潜 在	合 計
10,759			21,272		(260)* <sup>1</sup>
6,019 4,740	25,676	36,435	5,708 15,564	12,562	34,094 * <sup>2</sup>
16,817			(21,300)* <sup>3</sup>	(12,800)* <sup>3</sup>	
2,342 14,475	4,116	20,933			(12,846)* <sup>1</sup>
(16,800)* <sup>3</sup>	(莫大)* <sup>3</sup>		50,156 83,679	297,448	444,129 * <sup>2</sup>
45,071			— 5,888	24,751	30,639
28,316 16,755	183,793	228,864	406 6	2,000	2,412
34,144			57,377 53,106	193,818	304,301
5,046 29,098	58,383	92,527	— 63	—	63
(34,100)* <sup>3</sup>	(58,400)* <sup>3</sup>		250,681		(12,846)* <sup>1</sup>
5,772		(12,586)* <sup>1</sup>	107,939 142,742	518,017	781,544 * <sup>2</sup>
2,725 3,047	12,918	31,276 * <sup>2</sup>	(251,300)* <sup>3</sup>	(531,200)	(782,500)* <sup>3</sup>
(6,800)* <sup>3</sup>	(24,500)* <sup>3</sup>				

\*<sup>1</sup> 合計の内数で低品位鉱 \*<sup>2</sup> 確・推・予・潜 + (\*<sup>1</sup>) \*<sup>3</sup> (\*<sup>2</sup>)の国連資料の数字

表3 (b) 世界鉄鉱石精鉱埋蔵量表 (1973年)

地域別	精鉱埋蔵量 [10 <sup>6</sup> t]	平均品位 (%)				
		Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	S
アジア	6 973	62.64	2.91	3.47	0.057	0.030
オセアニア	5 205	61.53	4.23	2.31	0.083	0.026
北アメリカ	10 312	62.50	7.14	1.54	0.039	0.053
南アメリカ	5 903	65.44	2.30	1.31	0.064	0.081
アフリカ	3 818	63.11	3.93	2.00	0.128	0.036
ヨーロッパ	13 073	39.30	11.19	4.20	0.555	0.204
合計(平均)	45 289	(56.15)	(6.40)	(2.63)	(0.20)	(0.09)

注) 北アメリカ以外はtaconite, itabiriteなどを含まず、東部ヨーロッパ、ソ連、中国など共産圏を含まず、オーストラリア(Robe Riverを除く)はlimonite鉱床は含まない。科学技術庁資料による。

\* 関神戸製鋼所資源調査室長

〒100 東京都千代田区丸の内1-8-2

この鉄1トンをつくるに鉄石約1.6.トンを要する。

2. 鉄鉱石埋蔵量及び鉄床分類

2.1 鉄鉱石埋蔵量

表3(a)に示す如く7,800億トンと極めて豊富な資源である。これは地質学的埋蔵量即ち鉄石が存在する量、又は存在するであろう量をも含めた数字であり経済的に採掘可能量となると1割以下になると推定される。しかし世界の鉄鉱石生産量は1974年が最高で9億トンに満たない故その埋蔵量が如何に多いか想像にかたくない。

現在経済的に採掘可能でなくとも科学技術の発達により経済性が生ずることは低品位鉄としてかえりみられなかった米国のタコナイトがよい例である。

表3(b)は自由圏の鉄鉱石精鉱量換算埋蔵量でヨーロッパの埋蔵量と品位を除いて今日使用可能と考える。近年オーストラリア、ブラジルで発見されたばう大な鉄鉱石は本表には含まれてない。

2.2 鉄鉱床分類

鉄鉱石の分類を鉄床別に行くと表4の通りとなり約80%がスペリオル湖型の赤鉄鉱である。この型の鉄床は広く世界に分布し最重要の鉄鉱石ソースである。

チリー・ペルーの鉄鉱床(マグニトナヤ型)サベジリバー鉄鉱床(ヒルバオ型)は鉄床規模が比較的小さく不純物も多い。

3. 鉄鉱石主要ソース

鉄鉱石主要ソースは豪州、ブラジル、インドの3国で全輸入量の80%をしめる。鉄鉱石は価格もやすく且つ遠距離輸送を行う鉄山が多い故大量運搬、大量処理

の技術が採用されている。

採掘は露天掘で大型電機ショベル(20㎡)大型トラック(200トン)等が使用され、鉄道は自社専用のところが多くユニットトレインで1列車1万トン以上を運搬している。

港湾は20万トン船が入港可能な処もあり遠距離ソースの割高を大型化によって補っている。従って鉄山の開発には鉄道、港等のインフラも必要で莫大な開発資金を必要とするゆえ世界的な鉄山会社又は国営、公社による操業が多い。

3.1 豪州

西豪州のピルバラ地域は我が国鉄鉱石輸入量の40%以上をしめハマスレー、マウントニューマン、ゴールドワージー、ローブリバー等の大鉄山がある。

1) ハマスレー鉄山

当鉄山はトムプライス鉄床とパラバズー鉄床とがありともにブロックマン鉄層の主要鉄床である。鉄量は両鉄床合計11億トン近辺の低品位鉄床を含めると50億トンに達すると云われている。はく土比0.83(1983年実績)。

生産能力はトムプライス3,000万トン、パラバズーが1,600万トン計4,600万トン、1966年に操業を始める。

トムプライスには高品位鉄石を採掘するとき出る低品位鉄石処理プラントがあり、重液、高磁力選鉱を行い品位上昇をはかっている。プラント能力1,270万トンで精鉱は塊鉄740万トン、粉鉄310万トンが得られる。

高品位鉄は山元で破碎、篩分を行いユニットトレインで港の貯鉄場に運ばれる。港迄約290km。

パラバズー鉄床はトムプライスの南約100kmのところにあり、主要鉄体は2つ。

採鉄、破碎、篩分もトムプライスと同じ方法で行い1973年操業を開始した。

港は25万トン船の入港可能である。港に建設されたペレットプラント(500万トン能力)は経済的な理由により1980年に生産を中止した。

販売総数量(対日向は65%) 単位:100万トン

	塊鉄 (%)	粉鉄 (%)	計 (%)
1982	12.8 (45.0)	15.5 (55.0)	28.3 (100.0)
1983	15.6 (47.1)	17.5 (52.9)	33.1 (100.0)

入荷品位実績(%)

	T.Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	S	L.O.I	H <sub>2</sub> O
塊鉄石	64.75	2.94	1.59	0.056	0.01	2.56	2.02
粉鉄石	62.45	4.27	2.57	0.068	0.02	3.25	4.67

表4 主たる鉄鉄床分類

形態	成因分類	有名鉄山	主要鉄山 又地域名	主要構成物
塊状鉄床	岩漿分化	キルナ型	キルナ (スエーデン)	磁鉄鉄 赤鉄鉄
	接触交代	マグニトナヤ型	マルコナ (ペルー)	磁鉄鉄 赤鉄鉄
	熱水	ヒルバオ型	ヒルバオ (スペイン)	赤鉄鉄 褐鉄鉄
層状鉄床	風化残留	ラテライト型	スリガオ (フィリピン)	褐鉄鉄
	堆積	スペリオル型	ハマスレイ (豪)	赤鉄鉄 (一部磁鉄鉄)
		ミネット型	ザルツギッター (独)	赤鉄鉄 褐鉄鉄
	河床堆積型	ローブリバー (豪)	褐鉄鉄	

出所:鉄鋼便覧

## 2) マウントニューマン鉱山

500万トン規模で1969年にスタートし現在4,000万トン能力迄に拡大した。主な鉱床はホエールバック鉱床で鉱量11億トン、その他に4億トンの確定鉱量あり、これらはブロックマン鉱層中に賦存している。

他方マランバ鉱石はブロックマンの赤鉄鉱と異なり黄色、褐色の赤鉄鉱、褐鉄鉱からなり鉄分は61%内外で少々低い、しかし低隣且つ低アルミナで鉄分の低さを幾分補っている。この鉱石はブロックマンの鉱石に7~8%ブレンドされ出荷されている。

採掘方式、選鉱、低品位処理プラント(ホエールバックにあり)はハマスレー鉱山と同様で鉱石はユニットトレで港迄運搬される。港迄は430km。

港湾は20万トン船入港出来る様工事中である。

販売量(1983年)は塊鉱石1,220万トン、粉鉱1,110万トンで対日向けはこの半数で品質はハマスレーとほぼ同様である。

## 3) ローブリバー鉱山

当鉱山は河床堆積鉱床の褐鉄床で特にシリカ(5~6%)、結晶水(10%)、鉄分57%の低品位鉱石であるが焼成することにより結晶水が抜け鉄分63%強となる。

鉱床は台形の上部30mのうち最上部と下部が比較的部位が落ちる故中心部のみを鉱石とし出荷している。現在採掘している地域はイースタンデブデルで1.3億トンの埋蔵量がある。

採掘は極めて容易で鉱石は港にあるプラントで粉鉱に処理される。港にあるペレットプラントは1980年に生産中止され以後稼働されていない。

生産能力は1,900万トン、現在1,400万トン生産のうち1,100万トンを対日向けに出荷している。

港湾は26万トン船型入港可能な良港を有する。

当ビルバラ地域の対日出荷率は62~63%、ゴールドワージー鉱山の鉱量は少なく2~3年の寿命である。

## 3.2 ブラジル

ミナスジェライス州にはスペリオル湖型の鉱床が広く分布してこの地帯を鉄四角地帯と呼んでいる。埋蔵量300億トン。カウエ、コンセソン、アグワスクララス等の大規模鉱山がある。アグアスクララス等の鉱山を除いてリオドセ社(公社)の操業鉱山が多い。同社の生産能力は世界最大で9,000万トン、'83年の生産は約6,000万トンであった。

低品位鉱であるイタピライトは高磁力、浮選により処理され、粉鉱又はペレットフィードとなり自家使用或いは販売に供される。ペレットプラントは合弁のも

のを合せ1,700万トンの能力あり、(日本との合弁プラント2基×300万トン)'84年ペレット生産量は1,500万トンで累計生産1億トンを'84年2月に達成した。販売数量は塊鉱12%、粉鉱58%、ペレットフィード30%、('83年実績)又'84年チンボペバ鉱山が新規に開発され生産能力は750万トンである。

パラ州アマゾン川の支流には180億トンもの膨大な鉱量を有するカラジヤス鉱山を目下開発中で港迄の鉄道890kmが最近完成された。出鉱は来年を予定し3年後に3,500万トンとなる。このプロジェクトに要する費用は35億ドルといわれ対日契約量1,000万トン/年、鉄分67%の非常な高品位鉱である。

## 3.3 インド

東部インドビハール~オリッサ州よりゴアを北端とするインド全域にスペリオル湖型の縞状鉄鉱床が拡がりその代表的鉱山はバイラデラ、ドニマライである。

ゴア地域には多くの鉄鉱山がありこのみ私企業鉱山が許可されている。全般的に鉱山の機械化がおくれている。全輸出力は2,400万トンうち対日向約1,500万トン(1982年)。M.M.T.C(輸出公団)による販売は55%で45%が民間による輸出である。

### 1) バイラデラ鉱山

N.M.D.C(公団)が操業を行い、No.5鉱体より400万トン、No.14鉱体より250万トンの生産計画('85年)である。No.14鉱体の終掘('92年)に備えNo.11Cの開発を推進中であり出鉱は明年の予定。鉱量3億トンあり本格的機械化鉱山で港迄は470kmである。

### 2) ドニマライ鉱山

当鉱山もN.M.D.Cが操業を行う。生産能力400万トンあり出鉱実績250万トン、埋蔵量9,000万トンの鉱山である。

## 3.4 その他

南アのシセン、ポストマスブルグ地域は高品位埋蔵鉱量が10億トンあり、イスコール社シセン鉱山は北部、南部地区にて別々に鉱石処理し国内用に南部、北部を輸出用としている。北部採掘鉱石は全量重液選鉱し(精鉱の塊鉱:粉鉱は6:4)ている。輸出能力1,800万トンあり対日向け出荷実績は400万トン('83年)である。

採掘現場ではトロリートラックを使用し燃料の節約をはかり又半移動式インピットクラッシャーとコンベアシステムの導入により岩石運搬のコストダウンがなされた。

山元よりサルダナ港間860kmあり、港は25万トン船の入港が可能である。

表5 鉄鉱石の国別輸入実績

(単位:1,000WMT)

国名	4~3月	1980	1981	1982	1983	国名	4~3月	1980	1981	1982	1983
韓国	—	—	—	—	—	シエラレオネ	—	—	—	—	—
北朝鮮	—	—	—	—	—	リベリア	426	365	99	359	—
マレーシア	—	—	—	—	—	アンゴラ	—	—	—	—	—
フィリピン	3,801	4,014	3,633	3,220	南ア共和国	6,817	5,950	6,178	4,897	—	
その他東南ア	25	21	30	55	スワジランド	467	—	—	—	—	
インド/ゴア	15,608	16,322	15,413	15,069	その他アフリカ	—	—	—	—	—	
カナダ	3,895	3,902	3,258	3,045	スウェーデン	—	—	—	—	—	
アメリカ	—	—	—	—	ソ連	—	—	—	—	—	
ペルー	2,388	2,147	1,842	1,656	豪州	59,887	54,648	52,426	51,859	—	
チリ	7,045	6,173	5,541	4,889	ニュージーランド	3,221	2,676	2,562	2,158	—	
ブラジル	28,791	28,235	25,184	24,817	その他	—	85	—	—	—	
モーリタニア	844	740	656	223	合計	133,215	125,274	116,823	112,245	—	

出所:大蔵省通関統計

表6 契約品位

単位:%

	T.Fe	P	S	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Cu	H <sub>2</sub> O	粒 度	
塊 鉄 石	64/62 <sup>1)</sup>	0.06	0.05	3.2	(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sup>2)</sup> 9.5	0.05	3.0	+30mm	max
粉 鉄 石	64/62	0.07	0.05	3.2	(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 9.5	0.05	3.0	-6mm	9%max
ペレット	65.5/65.0	0.035	0.04	1.0	3.5	0.045	1.0	-6mm	5%max
ペレットフィード	68.5/67.5	0.035	0.25	1.3	3.0	0.03	8.5	9~16mm	85%min
								-100メッシュ	95%min
								-325メッシュ	75%min

注) 1) 64%ベース62%まで 2) SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

## 4. 鉄鉱石品質

高炉装入鉄石は鉄分が高く不純物の少いことのみならず炉内での性状(高温性状)のよいもの、適当なスラグ成分であることが条件である。

4.1 塊鉄石は粒度30~5mm。高炉内での粉化(熱割れ)をおこさず還元性のよいもの。

4.2 粉鉄石は粒度6mm以下で微粉鉄石が多くないこと、粒度分布が適当なこと。即ち粉鉄石は焼結鉄用原料故に焼結性がよいことが条件となる。

4.3 ペレットフィードは粒度-100メッシュ全量、-325メッシュ80%以上あり造粒性のよいもの。

4.4 ペレットは適当な気孔率(25%程度)を有し、ふくれ指数(還元時の異常膨張)の小さいものがよい。通常16%以下。ペレット粒度は8~18mmが望まれる。

表6に契約品位の一例を挙げる。

## 5. 鉄石価格

世界鉄鋼業の近年の不振を反映し鉄鉱石需要が極めてゆるみ'83、'84年の連続2年間かつてみない鉄石の大幅値下げが行われた。とくに高価格のペレットは'82

年をベースとすると70%、塊、粉鉄は77~78%となった。

ペレットは油価格の高騰のため'80年頃に操業を中止又はそれに近い状態に追いこまれ今回再度の試練に立たされている。

船賃は鉄石品質の如何に関係ない故鉄石価値比較には鉄1%当りのF.O.B価格をもってすることが多い。これをユニットプライスと呼んでいる。

粉鉄ユニットプライスは23~27セント、塊鉄28~30セントまで低下した。従って契約品位の鉄石であれば販売価格(F.O.B)は鉄分品位を乗じた金額となる。今仮りに鉄分60%の鉄鉱石の場合ユニットプライス30セントの契約であれば18ドルとなる。'83年の平均鉄鉱石入着価格(C.I.F)は大蔵省通関統計によると28ドルであった。現在の価格は'80年度より下回るところ迄値下りし、全く鉄鋼業界と同じ苦しみを味っている。

鉄山側は価格低下と量の削減のダブルパンチにあっている昨今ではあるが米国のドルが強い為に深刻な状況にたち至っていない事は幸いである。

6. 鉄鉱石資源の将来

近年の鉄鋼生産より将来を予測する事は非常に困難である。'73年度の粗鋼1.2億トンのとき輸入鉱石は1.37億トンでピークであった。鉄鉱石産業は当然ながら鉄鋼業と同じう勢をたどると考えられ、世界粗鋼生産は平均3~4%の伸びが期待出来るも先進国では逆に減退するとの予測がある。従って我が国の粗鋼量は今後横ばいか回復しても1.2~1.3億トンを上回る事はないと推定する。

現在対日出荷鉱山で近い将来鉱量枯かつにより閉山すると考えられる鉱山はゴールドワージー以外に幾つかある。表7の主要鉱山のみでも生産余力7,000万トンあり、仮りに鉄鋼景気が回復し対日出荷が現状の比率で行われれば3,000万トンの入荷増が可能となり閉山による減量を充分カバーし得る。

表7 主要鉄鉱山生産量 単位: 100万トン

	'83年生産量		(b) 生産能力	(c) 確定鉱量	寿命(年)	
	対日向	全量(a)			(c)/(a)	(c)/(b)
ハマスレー	18.0	33.1	46	1,100	33	24
ニューマン	12.5	23.3	40	1,300	56	32
ローブリナー	11.3	13.8	19	130	9.4	6.8
リオドセ	15.0	60.0	90	5,260	93	58
イタピラ	4.0	11.0	18	1,000	91	56
イスコーン						
計	60.8	141.2	213	8,790	62	41

又新規にカラジャス鉱山の出荷も来年より始まり現有生産能力がより過剰となる。

他方世界の鉄鉱石生産は'80年8.87億トン、'82年7.76億トンで1億トン強の減産であった。しかし今後粗鋼同様3~4%の伸びを期待出来れば数年の間に過剰生産能力も解消し正常な生産体制となる。したがってこの数年間は販売競争により鉱石価格の上昇を押えられ苦しい経済環境となるであろう。しかし合理化によりこの難局を乗り越えるものと信ずる。

将来の鉄鉱石供給に関して不安な面があるとすればストライキ、輸出国の政策による輸出制限、停止で前述した如く鉱量、品位の技術的な面からは全く心配がない。

表8 世界の鉄鉱石生産量

(単位: 1,000トン)

国 別	Fe%	1980	1981	1982	1983		
ヨ	西ドイツ	32	1,945	1,572	1,312	1,000	
	ベルギー	34	—	—	—	—	
	ルクセンブルグ	25	560	429	—	—	
	フランス	31	29,199	21,873	19,666	16,000	
	イタリア	32	216	140	7	—	
	1	イギリス	22	916	731	470	400
		ノルウェー	59	3,807	4,063	3,266	3,500
	ロ	オーストリア	32	3,270	3,046	3,330	3,500
		スペイン	50	8,865	8,411	7,620	7,500
	ッ	スウェーデン	62	27,184	23,225	16,138	13,200
東ドイツ		24	51	41	39	15	
パ	ユーゴスラビア	40	4,504	4,793	5,105	5,000	
	ポーランド	27	104	105	49	—	
	チェコスロバキア	28	1,928	1,932	1,881	1,900	
	ソ 連	54	244,762	242,416	244,410	224,400	
ア	中 国	50	72,000	70,000	70,000	70,000	
	インド	61	40,358	41,196	39,380	36,900	
ジ	日 本	57	483	444	445	300	
	マレーシア	56	371	531	456	100	
	フィリピン	63	—	—	—	—	
北 ア メ リ カ	カナダ	62	50,173	49,692	33,046	32,900	
	アメリカ	59	70,407	75,451	36,960	38,600	
南 ア メ リ カ	ブラジル	68	107,186	106,600	90,000	—	
	チリ	64	8,960	8,355	6,530	6,000	
	ペルー	63	5,679	5,664	5,800	4,000	
	ベネズエラ	64	13,681	15,730	11,680	9,200	
ア	アルジェリア	52	3,500	3,600	3,600	—	
	アングラ	62	—	—	—	—	
フ	シエラレオネ	60	—	—	—	—	
	リベリア	68	18,350	18,500	18,000	—	
カ	モーリタニア	65	8,600	8,000	9,000	—	
	南アフリカ	63	26,320	28,320	24,555	20,200	
オーストラリア	66	95,534	93,850	87,660	81,000		
世界計		886,700	874,500	775,602	—		

注1. 日本は砂鉄を含む。

出所: 西ドイツ連邦統計局「Eisen und Stahl」

文 献

- 1) 日本鉄鋼連盟 : 鉄鋼統計要覧 (1984)
- 2) 日本鉄鋼協会 : 鉄鋼便覧
- 3) テックスレポート: 輸入鉄鉱石年鑑 (1984)
- 4) 樋上 寛 : 水曜会誌 第11巻 第10号
- 5) Stanford Research Institute : World Minerals Availability 1975~2000 Steel, Iron and Coking.