

はじめに

本シリーズは、現代産業に必要不可欠なレアメタルのうち、JOGMEC が国家備蓄を行っている 7 鉱種（ニッケル、クロム、タングステン、コバルト、モリブデン、マンガン、バナジウム）の中のニッケル以外の 6 鉱種について、順次需給動向等を取りまとめていくものです。

本号では、第 5 回としてマンガンを取り上げています。

< レアメタル備蓄制度についての詳細は、レアメタル備蓄のページ

(http://www.jogmec.go.jp/mric_web/organization/japan/g3/index.html)

からご覧になることができます。 >

マンガンは、銀白色の脆い金属で、一般的には、ドイツ語である「マンガン Mangan」がそのまま用語として使われている（英語では「マンガニーズ Manganese」）。元素名は、磁石を意味するラテン語の「Magnes」に由来するという説と、マンガン鉱が古くからガラスの不純物を消す目的で用いられていたため「浄化」を意味する「Manganizo」に由来するという説とがある。

マンガンは、鉄鋼・特殊鋼等に靱性、耐磨耗性、耐食性を付加するため添加されるほか、酸素及び硫黄と強い親和性を持っているためフェロマンガンとして製錬時の脱酸及び脱硫に使用され、製鉄業界では欠かせない素材となっている。身近なところでは、マンガン乾電池の正極やアルミ飲料缶等に使われる。また、マンガン自体は磁性を持たないものの、合金にすることで磁気を持つこともあり、フェライト磁石の原料ともなっている。なお、人体にとっては、骨の形成や代謝に関係する必須元素である。

1. 需要・供給

1.1 世界の需給状況

表 1 に世界のマンガン鉱石生産量を示す。世界のマンガン鉱石生産量は、近年の中国を中心とした粗鋼生産の好調を反映して（なお、マンガン需要の約 95 % を鉄鋼用途が占めるため、その影響は非常に大きい）、大きく増加している。また、供給の寡占状況を表す世界の生産国上位 5 か国の集中度は、1999 年の 71.6 % から 2005 年は 71.9 % とほぼ横ばいで、依然として高いレベルにある。

表1 世界のマンガン鉱石生産量

国名	2005年(純分千t)		国名	1999年(純分千t)	
南アフリカ	2,200	22.5%	南アフリカ	1,340	19.2%
オーストラリア	1,340	13.7%	中国	1,100	15.7%
ブラジル	1,300	13.3%	ガボン	966	13.8%
ガボン	1,300	13.3%	オーストラリア	926	13.2%
中国	900	9.2%	ウクライナ	675	9.7%
その他計	2,750	28.1%	その他計	1,983	28.4%
合計	9,790		合計	6,990	
上位5か国計	7,040	71.9%	上位5か国計	5,007	71.6%

出典: Mineral Commodity Summaries

表 2 に世界のマンガン系合金鉄需給を示す。世界のマンガン系合金鉄の供給量は、2004 年には前年比約 18.6 % 増加して約 10,798 千 t となり、2005 年には一転して約 1.4 % 減少して約 10,642 千 t となった。また、2006 年には約 2.6 % 増加して約 10,916 千 t（推定）となる模様。2004 年は、需要増大への対応及び価格が高騰したことから、中国を中心として休止していた炉の再稼働や新設炉の稼働開始があり、大幅に供給量が増加した。2005 年は、2004 年の供給増により供給過剰となり一転価格が低迷したため、世界各地の生産者が減産体制を敷いて需給調整・在庫消化を図り、また、操業トラブルもあったとされ、供給量が減少した。2006 年は、価格の回復基調を反映して、供給量は増加傾向になると推定されている。一方、需要は、中国を中心として粗鋼生産が好調で、2004 年は需要量約 10,084 千 t で前年比約 12.6 % 増、2005 年は需要量約 11,100 千 t で前年比約 10.1 % 増となった。また、2006 年も引き続き同傾向であるため、需要量は約 6.4 % 増加して約 11,812 千 t となる見込みとなっている。上記により、需給バランスは 2005 年はマイナス、2006 年も引き続きマイナスとなると推定されているが、2006 年は在庫消化が進んだことから徐々に生産は回復基調に向かっており、実際の需給はほぼバランスしているとの見方もある。

表2 世界のマンガン系合金鉄需給

単位:グロス千t

	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年(推定)
日本	515	531	563	431	433	514	539	514
中国	1,839	1,940	2,300	2,580	2,887	4,079	4,449	4,570
その他	4,747	5,217	4,761	5,199	5,783	6,205	5,654	5,832
供給合計	7,101	7,688	7,624	8,210	9,103	10,798	10,642	10,916
日本	-	-	-	-	763	807	826	835
中国	-	-	-	-	2,362	3,056	3,795	4,356
その他	-	-	-	-	5,831	6,221	6,479	6,621
需要合計	-	-	-	-	8,956	10,084	11,100	11,812
需給バランス	-	-	-	-	147	714	-458	-896

(注)需給ともに、フェロマンガン(高炭素及び中低炭素)とシリコマンガンを含めたデータ

(注)2002年以前の需要量はデータ無し。

出典:国際マンガン協会、平成17年度特殊金属プロジェクト報告書(特殊金属備蓄協会)他

表3に世界の電解金属マンガン需給を示す。現在、世界で電解金属マンガンを生産しているのは、中国と南アフリカの2か国だけである。中でも中国が圧倒的な生産量を誇っている上に、さらに生産設備の拡大を

図っている。一方、南アフリカにおいては、2工場あるうち1工場が2006年2月から生産を休止した。需要面では、マンガン添加(200番系)のステンレス鋼用需要の増大により、中国の需要が大きく伸びている。

表3 世界の電解金属マンガン需給

単位:千t

	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年(推定)
中国	123	152	210	325	492	566	630
南アフリカ	45	45	45	47	47	47	27
供給合計	168	197	255	372	539	613	657
日本	-	40	40	50	70	70	70
北米	-	50	50	50	50	50	50
EU	-	40	40	50	50	50	50
中国	-	30	80	160	220	250	280
その他	-	20	20	20	20	20	20
需要合計	-	180	230	330	410	440	470
需給バランス	-	17	25	42	129	173	187

(注)2002年以前の需要量はデータ無し。

出典:平成17年度特殊金属プロジェクト報告書(特殊金属備蓄協会)

なお、平成16年度特殊金属プロジェクト報告書(社団法人特殊金属備蓄協会)によると、中国を中心とした粗鋼生産の増加により、マンガン系合金鉄の需要量は2005年には10,000千t台に達し、2010年には12,000千tにも迫る勢いと見られている。しかし実際は、2005年で既に約11,100千tとなっており、当時の予測を超える勢いで需要量は増加している。従って、マンガン系合金鉄のさらなる需要増大に対応し、より一層のマンガン鉱石及び合金鉄の生産増が行われると考えられ、基本的には現有設備による増産等で対応可能としているものの、当時の予測で指摘されている問題点が顕在化する可能性も高まると思われる。このう

ち、マンガン鉱石の生産増にあたっては、鉱山から積出港までの輸送能力や積出港での積み出し能力に問題が発生する可能性がある。また、マンガン系合金鉄の生産増にあたっては、中国以外の国はコスト面から設備の新増設を図ってまで増産対応をすることは考えがたく、生産能力増強は中国に限られるため、そのうち低炭素フェロマンガンの生産能力不足が懸念されている。

また、表4に過去のマンガンの供給障害事例を示す。過去、粗鋼生産の増産に伴うマンガン需要の増加による供給不足、天災による供給障害、生産に必要な物資の不足による生産障害等の事例が認められる。

表4 過去のマンガン供給障害事例

時期	事例	障害状況
1988~1990年(3年間)	鉄鋼需要の増大による供給不足	国際価格が約2倍に高騰
2000年2~4月(3か月間)	豪州:サイクロンによる道路寸断で出荷停滞	日本への入荷遅延
2004年	中国:中国国内の電力不足、コークス不足による生産障害 仏:Eramet社工場の減産や操業停止	国際価格が3倍以上に高騰、世界需給の逼迫

出典:日本メタル経済研究所報告書等

1.2. 日本の需給状況

日本は、マンガン全量を、マンガン鉱石、マンガン系合金鉄（フェロマンガン、シリコマンガン）電解金属マンガン等の形態で輸入している。なお、国内においては、現在、マンガン系合金鉄の生産を5社（日本電工、中央電気工業、水島合金鉄、神戸製鋼所、JFEマテリアル）が行っている。なお、このうちJFEマテリアルについては、価格の高騰を受けて2004年に生産を再開したもので、生産はこの2年間に限定された計画となっている。また、日本電工においても、同じく2004年に、日高工場においてシリコマンガンの生産を再開（2003年のみ休止していた）している。一方、電解金属マンガンについては、1990年代半ばに最後の2社が相次いで生産を打ち切り、以降、生産はゼロとなっている。

表5にマンガン全体の主要対日輸出国を示す。マンガン全体の対日輸出国の上位5か国集中度は1999年の93.5%から2005年は94.1%と上昇し、その寡占度は非常に高いレベルで推移しているといえる。

表5 マンガン主要対日輸出国

国名	2005年(純分換算t)		国名	1999年(純分換算t)	
南アフリカ	416,653	46.7%	南アフリカ	353,725	44.5%
オーストラリア	205,825	23.0%	オーストラリア	178,168	22.4%
中国	171,713	19.2%	中国	151,177	19.0%
ウクライナ	26,136	2.9%	インド	42,394	5.4%
インド	20,535	2.3%	ウクライナ	17,740	2.2%
その他計	52,296	5.9%	その他計	51,929	6.5%
合計	893,158		合計	795,133	
上位5か国計	840,862	94.1%	上位5か国計	743,204	93.5%

出典:貿易統計よりJOGMEC換算

日本企業の海外への権益投資は、マンガン系合金鉄では、南アフリカ・Cato Ridge Alloy社（中低炭素フェロマンガン生産：ASSMANG 50%、水島合金鉄 40%、住友商事 10%）、南アフリカ・Adovaloy社（中低炭素フェロマンガン生産：SAMANCOR 50%、三井物産 50%）、中国・錦州日電合金有限公司（シリコマンガン生産：日本電工 70%、豊田通商 25.2%、錦州鉄合金 4.8%）、中国・オールドスマンガンアロイ（シリコマンガン生産：オールドス電力冶金公司 51%、JFEスチール 24.5%、三井物産 24.5%）の4件が挙げられる。一方、主原料であるマンガン鉱石では、住友商事のASSMANGへの出資（1%）1件のみと少ない。

表6に日本のマンガン系合金鉄需給を示す。日本のマンガン需要では、鉄鋼・特殊鋼分野における製鋼用消費が世界全体と同様にそのほとんどを占めている。他には、電池分野（マンガン乾電池、アルカリ乾電池、リチウム一次電池の3種類に使用されている）及びフェライト磁石、アルミ飲料缶等における需要がある。日本においても、粗鋼生産増により需要量は年々増加する傾向にある。供給面では、上記の2004年からの生産再開による増産もあって輸入量が減少し、2005年供給量合計は前年より減少したが、2006年には輸入量が増加し回復すると推定されている。

表6 日本のマンガン系合金鉄需給

単位:グロス千t

	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年(推定)
生産	515	531	563	431	433	514	539	514
輸入	317	293	273	312	370	354	296	344
供給合計	832	824	836	743	803	868	835	858
製鋼用消費	609	673	692	710	763	807	826	835
輸出	23	49	28	15	18	10	10	9
需要合計	632	722	720	725	781	817	836	844
需給バランス	200	102	116	18	22	51	-1	14

(注)需給ともに、フェロマンガン(高炭素及び中低炭素)とシリコマンガンを合計したデータ

出典:国際マンガン協会、貿易統計、平成17年度特殊金属プロジェクト報告書(特殊金属備蓄協会)他

表7に日本の電解金属マンガン輸入量を示す。電解金属マンガンは、2002年以降の中国の安値攻勢により、低炭素フェロマンガンの代替として鉄鋼向け輸入量が

増加してきたが、2006年は低炭素フェロマンガンとの価格差が無くなってきたこと等により、減少すると推定されている。

表7 日本の電解金属マンガン輸入量

単位:千t

	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年(推定)
中国	28.8	33.5	45.1	37.0	55.4	73.7	75.8	66.5
南アフリカ	9.3	8.5	6.6	7.4	7.8	8.6	7.8	7.2
その他	1.8	1.3	1.0	1.3	1.1	2.0	0.6	1.6
輸入合計	39.9	43.3	52.7	45.7	64.3	84.3	84.2	75.3

出典:貿易統計

なお、日本におけるリサイクルについて、全体を定量的に把握した統計は存在しないが、需要分野によってはある程度の状況が明らかになっている。電池産業分野では、業界調べによるマンガンが使用されている電池3種類を各自治体が回収した実績量は、2004年は19,800 t、2005年は22,000 tとなっている。しかし、最大の需要分野である鉄鋼特殊鋼分野においては、鋼屑からのリサイクル量を定量的に把握した統計は存在せず、また、特殊鋼分野の業界調べにおいても2004年度にスクラップを利用して鋼材に添加されたという報告はされていない。

2. 価格

マンガンに関する国際的な価格決定機構は存在しない。なお、フェロマンガンの取引においては、一般的にMetals Week誌のフェロマンガンの価格(マンガン純分78%物：CIF)が指標として用いられている。

フェロマンガンの価格は、1970年代半ば以降1988年頃まで、安定した供給を背景に300～500\$/LTの範囲で推移していた。その後、1980年代後半に世界で鉄鋼生産が増大したことにより、1989年から1991年半ばにかけて600\$/LT台まで高騰したものの、中国

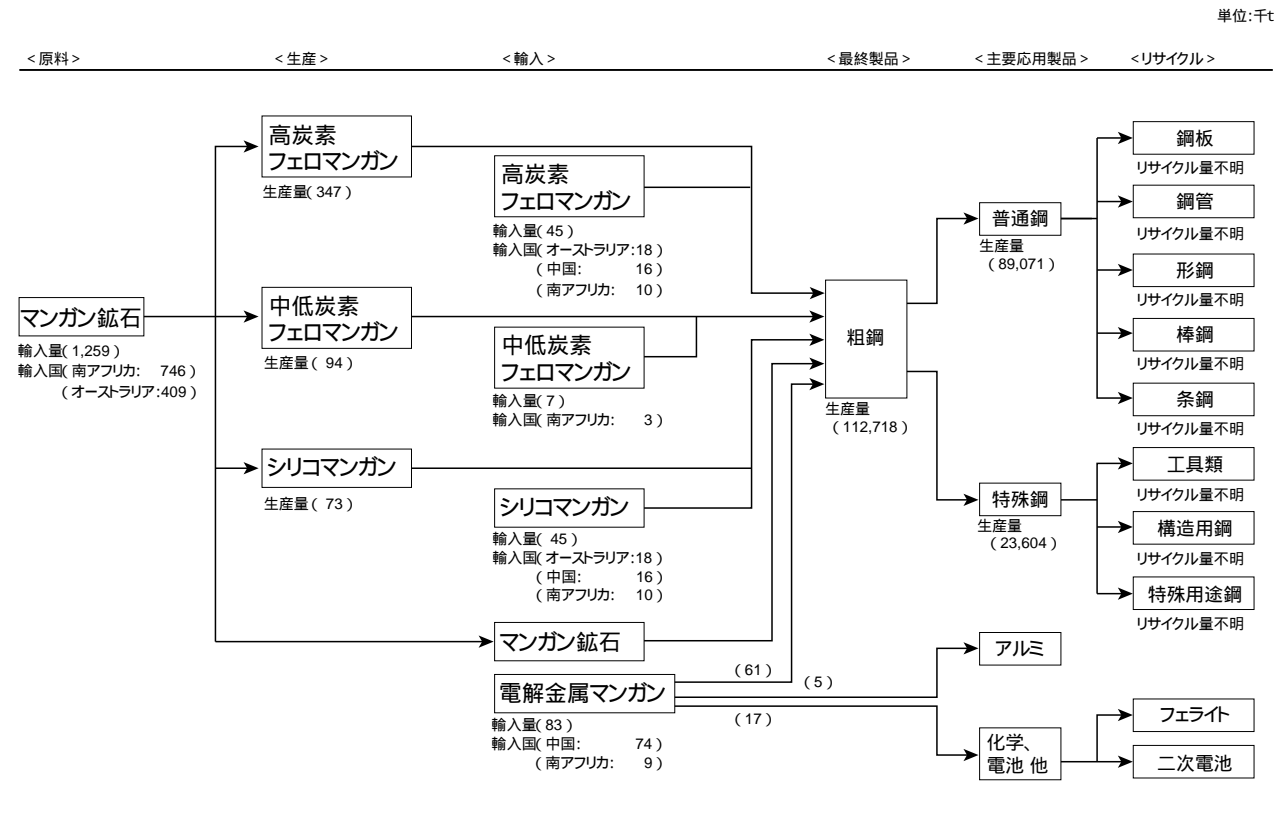
の供給過剰により世界の需給は安定、1991年後半から2003年半ばまでは400～600\$/LTの範囲で推移することとなった。しかし、中国国内の鉄鋼需要増、中国での電力不足による生産設備の稼働率の低下等により、2003年末から2004年末にかけて価格は記録的な急騰を示し、2004年半ばには史上最高値となる1,700\$/LT台まで上昇した。2005年は、価格高騰を受けて多くの生産者が増産体制に入り供給過剰状態となったため、一旦500\$/LT台まで下落したものの、この急落を受けた生産者が再び減産したことにより需給はやや引き締まり、価格は回復基調に入った。現在(2006年)は、800～1,000\$/LTで推移している。

今後は、中国におけるマンガン系合金鉄輸出関税の引き上げ(2006年11月1日付け：従来の5%から10%に引き上げ)が価格動向に与える影響が注目される。(なお、電解金属マンガンにおいても、従来0%だった輸出関税が15%賦課されることになった。)

LT(ロング・トン)：ヤード・ポンド法によるイギリス製の質量単位、メートル法のt(トン)との換算式は、1LT 1.016t。

3. 用途

図1にマンガンのマテリアルフロー図(日本)を示す。



出典:平成17年度特殊金属プロジェクト報告書(特殊金属備蓄協会)

図1 マンガンのマテリアルフロー図(日本)<2004年>

マンガンは、マンガン鉱石、マンガン系合金鉄、電解金属マンガンとして日本に輸入される。

鉄鋼・特殊鋼分野は、日本のみならず世界のマンガンの需要分野としても最大である（前述のように世界のマンガン需要の約95%が鉄鋼・特殊鋼分野の需要）。日本では、マンガン鉱石及びマンガン系合金鉄は全量、電解金属マンガンでも輸入量の70%以上が、この鉄鋼・特殊鋼分野において使用されている。

マンガンは、酸素、硫黄と結合しやすい性質を持つため、普通鋼を生産する際の脱酸、脱硫に使用されている。具体的にはマンガン鉱石の高炉への直接使用またはフェロマンガン、シリコマンガンの合金鉄の形で製鋼プロセス時に添加される。また、特殊鋼においても、靱性、耐磨耗性、耐食性を付加するため添加されている。マンガンは、これら特殊鋼に添加されることにより、靱性を劣化させずに強度を高めたり、鋼中の硫黄と結合して硫化物を作り被削性を増加させたりするほか、鋼の赤熱脆性（鋼に硫黄、酸素、銅などがやや多く含有されると、熱間加工温度に加熱された時結晶粒界が溶解して脆くなる現象をいう）を防止するという特性を有している。なお、マンガンが添加された特殊鋼の用途としては、新幹線のレール、切削加工材料、各種機械部品の成型用ダイ、化学工業用機械・器具、船舶・車両構造材料、建築材料等が挙げられる。

また、その他の用途としては、マンガン乾電池材料、アルミ飲料缶材料、フェライト磁石原料等がある。

4. 生産・製錬

マンガン鉱床は、概ね数メートル程度の薄層で石灰層のような賦存状態にある。一般に、鉱床の延長方向に連続性があり、一つの鉱床の規模は大きく大型採掘機械の導入を可能にしている。採掘方法は露天掘と坑内掘がある。坑内掘鉱山は、生産規模でも露天掘鉱山に比べ小さくコストも割高であるため、生産の上方への弾力性を乏しくしている。一方、露天掘鉱山は生産性及びコストの面で有利であるが、採掘が進むにつれて、剥土比が上昇し大型剥土機械の導入を必要とする場合がある。

マンガン鉱石の選鉱工程は酸化鉱と炭酸塩鉱によって異なる。酸化鉱は水洗だけで容易に品位向上できるため、鉱石を破碎後、水洗分級により粘土分を除去する簡易選鉱を行う。脈石の混入が多い場合は、重液選鉱等の比重選鉱を組み合わせ選鉱している。一方の炭酸塩鉱は、水洗、重液選鉱のほかに酸化鉱にはない浮遊選鉱、高磁力選鉱法の複雑な選鉱工程を採用している場合がある。

表8に世界の主要なマンガン鉱石の生産者・鉱山を示す。

表8 世界の主要なマンガン鉱石の生産者・鉱山

国名	会社名	鉱山名	生産能力(万t)
南アフリカ	SAMANCOR	Wessels, Mamatwan	340
	ASSMANG	Nchwaning 他	300
オーストラリア	B.H.P. Billiton	Groote Eylandt	350
	CML	Woodie Woodie	60
ブラジル	CVRD	Azul, Urucum 他	300
ガボン	Eramet	Moanda	200
ガーナ	Ghana Manganese	Nsuta	150

出典:平成17年度特殊金属プロジェクト報告書(特殊金属備蓄協会)他

なお、マンガン鉱石は、高品位鉱（マンガン品位44%以上）、中品位鉱（マンガン品位30%以上、44%以下）、低品位鉱（マンガン品位30%以下）に分類される。このうち、高品位鉱の生産は、南アフリカ、オーストラリア、ブラジル、ガボンの4か国に集中している（2004年の生産で約98%を占める）。また、中品位鉱の生産はウクライナ、低品位鉱の生産は中国とガーナが圧倒的なシェアを占めている。

マンガン系合金鉄には、フェロマンガンとシリコマンガンがある。フェロマンガンは、マンガン鉱石にコークスを配合し電気炉で溶融して生産する。炭素の含有量7.5%以下の物を高炭素フェロマンガン、同じく2.0%以下を中炭素フェロマンガン、1.0%以下を低炭素フェロマンガンとして分類している。シリコマンガンはマンガン60~70%、シリコン14~25%、かつ炭素分が少ないシリコン、マンガンの鉄の合金である。

表9に世界の主要なマンガン系合金鉄の生産者を示す。

表9 世界の主要なマンガン系合金鉄の生産者

国名	会社名	生産品種
中国	龍里龍騰鉄合金	FeMn, SiMn
	峨眉鉄合金	FeMn, SiMn
	八一鉄合金	SiMn
	桂林康密勞鉄合金	FeMn, SiMn
	徐州鉄合金	FeMn, SiMn
	広西康密勞鉄合金	FeMn
オーストラリア	B.H.P. Billiton	FeMn, SiMn
南アフリカ	SAMANCOR	FeMn, SiMn
	ASSMANG	FeMn, SiMn
ウクライナ	NIKOPOL	FeMn, SiMn
韓国	東部韓農化学	FeMn, SiMn

(注) FeMn:フェロマンガン、SiMn:シリコマンガン

出典:平成17年度特殊金属プロジェクト報告書(特殊金属備蓄協会)

なお、前述のとおり、現在、日本においても計5社が南アフリカ、オーストラリア等から鉱石を輸入し、マンガン系合金鉄の生産を行っている。

5. 資源

マンガンの地殻における存在度は約 1,000ppm で、地球上に存在する元素の中で 12 番目に多い鉱物である。マンガン資源として採掘されている鉱物は、酸化マンガン鉱、炭酸マンガン鉱、珪酸マンガン鉱の 3 種類に大別できる。このうち、高品位で最も多く使用されるのは酸化マンガン鉱である。炭酸マンガン鉱と珪酸マンガン鉱は一般に中・低品位の鉱石である。

現状、マンガン鉱床はウクライナ、ルーマニア、ハンガリーの黒海周辺地域、ブラジル、ガボン、ガーナ等の南半球大西洋圏と、中国、南アフリカ、オーストラリア、インド等大陸移動前の Gondwana 大陸と呼ばれる地域に分布しているが、北米大陸及びその他の地域にはマンガン資源は乏しい。

表 10 に世界のマンガン埋蔵量を示す。

表 10 世界のマンガン埋蔵量

国名	埋蔵量(純分百万t)	
ウクライナ	140	32.6%
インド	93	21.6%
オーストラリア	68	15.8%
中国	40	9.3%
南アフリカ	32	7.4%
ブラジル	23	5.3%
ガボン	20	4.7%
メキシコ	4	0.9%
その他	10	2.3%
合計	430	

出典: Mineral Commodity Summaries

日本においては、昭和 40 年時点ではマンガン鉱山会社は 108 社あり、主として低品位鉱を合計約 29 万 t 生産していたが、昭和 61 年を最後に生産は無くなった。主要な鉱山としては、北海道の upper 鉱山、大江鉱山、稲倉石鉱山、石崎鉱山、岩手県の野田玉川鉱山、長野県の浜横川鉱山が挙げられる。

なお、ほかに、マンガン、ニッケル、コバルト等のレアメタルを豊富に含有するマンガン団塊、コバルト・リッチ・クラスト等の深海底鉱物資源も地球上には存在している。これらの資源はいずれも陸上資源に比べて桁違いの埋蔵量があるものと推定されているが、採掘・製錬コスト、環境問題等クリアしなければならないハードルは高いものがある。

6. まとめ

マンガンは、2003 年までは安定した供給を背景に価格変動が比較的少なかったが、2004 年以降は史上最高値を更新する等大きく価格が変動した。この価格変動は、中国におけるマンガン系合金鉄の生産量及び鉄鋼需要の動向によるところが大きいと見られている。また、中国は鉱物資源の輸出を抑制し国内需要に振り向ける政策をとっており、マンガンにおいても例外ではない(輸出関税におけるマンガン系合金鉄の税率引き上げ及び電解金属マンガンへの新規賦課)。従って、マ

ンガンにおいても、今後中国の動向は常に把握しておかなければならない。また、マンガン鉱石のインフラ(鉱山から積出港までの輸送能力、積出港での積み出し能力)にも問題が発生する可能性が指摘されている。以上より、マンガンは必ずしも供給安定性が高いとは言いきれない鉱種であるといえる。

(2006.11.29)

参考文献等

- 総合資源エネルギー調査会鉱業分科会レアメタル対策部会資料「レアメタルの需給と現状について」
2006 年 10 月 経済産業省資源エネルギー庁
- 総合資源エネルギー調査会鉱業分科会レアメタル対策部会資料「レアメタル備蓄 7 鉱種の需給の現状について(個別分析)」
2004 年 6 月 経済産業省資源エネルギー庁
- 新金属データブック 2002
2002 年 8 月(株)ホームアット・金属時評編集部
- マンガンの供給および需要構造に関する報告書
1991 年 3 月(社)特殊金属備蓄協会
- 平成 16 年度特殊金属プロジェクト報告書
2005 年 3 月(社)特殊金属備蓄協会
- 平成 17 年度特殊金属プロジェクト報告書
2006 年 3 月(社)特殊金属備蓄協会
- 平成 16 年度希少金属産物備蓄業務に関する調査報告書(年間回顧と展望)
2005 年 3 月(社)特殊金属備蓄協会
- 平成 17 年度希少金属産物備蓄業務に関する調査報告書(年間回顧と展望)
2006 年 3 月(社)特殊金属備蓄協会
- 新レアメタル講座
1998 年 3 月 金属鉱業事業団備蓄部
- レアメタル備蓄データ集
2006 年 3 月 JOGMEC 希少金属備蓄グループ