

■ シリーズ特集 ■ 明日を支える資源 (4)

ニッケル資源の現状と将来

Nickel Resources : Current and Future

奈古屋 嘉 茂*

Yoshishige Nagoya

1. 緒 言

ニッケルはステンレスやニッケル系高合金などの原料として近代科学の進歩にとって欠かせない有用金属である。日本にはニッケル資源は皆無に等しいが、その消費量は自由圏では米国に次ぎ世界第2位で大変重要な金属である。

10数年前には世界の偏在稀少資源の一つとして問題視されたが、そのごの探鉱の進展と製錬法の改良により次第に品位の低い鉱石の活用が可能となり、それにもなって埋蔵量が増大し稀少金属としての重要性は多少薄れてきた。しかしながら、その偏在性には変わりなくニューカレドニア、カナダ、ソ連の三大地域で確定埋蔵量の60%以上を占めている。

全世界の確定埋蔵量は現時点において鉱量39億トン、ニッケル純分6,500万トンと推定され、年間ニッケル消費量を約65万トンとすれば100年間は稼行可能であり、その上に低品位鉱の推定埋蔵量はニッケル純分1億7千万トンと言われている。

この他に海底資源として最近脚光を浴びてきたマンガノジュールに含有されるニッケルは純分7億6千万トンと推定されている。しかしこれの経済的な採掘法と製錬法の開発にはなお時間を要すると考えられる。

2. 酸化鉱と硫化鉱

ニッケル鉱石には成因の全く異なる酸化鉱と硫化鉱の2種類があり、その賦存量比率は表1に示したように確定埋蔵量で60:40となり酸化鉱が多く、低品位鉱の推定鉱量を加えると酸化鉱比率はさらに高まるので、将来のニッケル供給源としては酸化鉱が主流となろう。また、両鉱種のニッケル以外の成分が大きく異なるため、製錬法とそのニッケル製品には差異がある。次に1例として酸化鉱はニューカレドニア産、硫化鉱はカ

ナダ産の成分を示す。

鉱 種	化学成分 (%)					
	Ni	Co	Cu	Fe	Cr	S
酸化鉱	2.45	0.06	0.001	14.5	0.65	0.12
硫化鉱	1.3	0.05	1.2	21.0	—	10.0

2.1 酸化 鉱

酸化鉱¹⁾は地上に露出した橄欖岩が高温多湿の熱帯地域で長年月の自然の風化作用を受け地表から数mの深さまでの範囲は硅酸とマグネシアとニッケル酸化物などが流出して酸化鉄が残存した赤泥状のラテライト層を形成し、その下10~20m深さ範囲が二次的に変質し、ラテライト層から流出したニッケル分を濃縮した蛇紋岩層で、それより下部は風化を受けていない橄欖岩の母岩である。

ラテライトのうちマグネシアが低くニッケル分が1.3%程度と比較的高いものは粉碎して還元焙焼したのち湿式法(主にアンモニア浸出法)により酸化ニッケルを製造し、同時にコバルト分を分離回収してミックスドサルファイド(CoS・NiS)とする。酸化ニッケルはさらに水素還元などにより金属ニッケルとして販売される場合もあり、ミックスドサルファイドは電解コバルト用原料として使用される。この湿式法は各地で企業化されているが低品位鉱のためエネルギー消費が多く、かつニッケル回収歩留が75%と低いことによりその経済性には問題がある。

一方、蛇紋岩はニッケル分が濃縮して高く産地により1.6~3.0%ニッケルである。蛇紋岩はマグネシアが高く、それを湿式処理してもニッケル回収歩留が悪く製錬費も高つく。そのため蛇紋岩は乾式法(主にロータリ・キルナー電気炉法)によりフェロニッケルあるいはニッケルマットとする。この鉱石はその成因から選鉱が困難でそのまま使用するためエネルギー消費はやや多いがニッケル歩留は高い。フェロニッケルとした場合多量の良質の鉄とクロムを2.0%程度含有

* 大平洋金属㈱代表取締役社長

〒100 東京都千代田区大手町(大手町ビル)

し、ステンレス用原料として有効である。フェロニッケルはステンレスあるいはニッケル鉄合金用原料として市販されるが、ニッケルマットはさらに製錬工程を経て酸化ニッケルあるいは電解ニッケルとして市販される。

酸化ニッケルはほとんどが露天掘であり、採掘費が安く有害成分がない上に鉄、クロームなどの有用金属を含有するためフェロニッケルとした場合製錬用の大きなエネルギー費をカバーして経済性の有るものとなっている。

2.2 硫化ニッケル

硫化ニッケル²⁾はマグマが地表層に貫入し、その凝固過程においてニッケル、銅などの重金属に富む硫化ニッケルを形成し、長年月の地表侵蝕作用によって地上に現れたもので坑内掘がほとんどである。したがって、産地によりニッケル品位は勿論のこと共存する金属もまちまちであり、これがニッケルの良否を決定する要因ともなる。

このニッケルは一般的にニッケル品位は低いが選鉱が可能で精鉱として5~10%ニッケルまで富化することができ、それを乾式法により熔融製錬して粗マットとし、それから湿式法(アンモニア法、硫酸法、塩酸法)でニッケルブリケット、ペレット、パウダーを製造するか粗マットをさらに精マットまで乾式製錬したのち、電解法により電解ニッケルを、カーボニル法によりニッケルペレット、パウダーを、あるいは焙焼法により酸化ニッケルを製造する。このようにその製造法は多様である。

硫化ニッケルは坑内掘が多く地下2,000m付近に達するものもあり、その採掘費は高く選鉱できることと貴金属の回収と言うメリットがあるが原価的には酸化ニッケルと大差なくなっている。さらにSO_x公害が問題化しその対策費などが増加する傾向にある。

3. 世界のニッケル賦存量

ニッケル品位を確定した埋蔵量を全世界的に調査した資料がほとんどないため、ここでは品位の記述のある1971年のAnnales des mines (以後ADMと称す)の調査と、確定埋蔵量と推定埋蔵量(将来稼行可能となるもの)を区別して調査した1980年のUS Bureau of Mines (以後BOMと称す)のものを参照し、我社で調査した個処を修正しながら表1を作成した。近年特に新鉱山の開発が進み埋蔵量は増加する傾向にあるが、表1からその賦存量が多く、探鉱の進んだ国について詳述し、個々の鉱山の位置は図-1の世界地図に示した。

3.1. ニューカレドニア

フランス領ニューカレドニアは面積16,750km²の小島であるが、山岳部は全島ニッケル鉱床と言っても過言ではないほどの賦存量を持ち、確定鉱量33億トンと見積られ名実共に世界第1位であり酸化ニッケルとしてのニッケル品位も高い。その位置は南緯20度、東経165度のオーストラリア東北方にあり平均気温23.2°Cという熱帯の孤島である。

1866年、フランスの地質学者ジュール・ガルニエにより緑色の硅苦ニッケル鉱石が発見されガーニェライトと命名された。

ニューカレドニアでは海洋底地殻の橄欖岩¹⁾²⁾が隆起し、その後の風化作用で上層にラテライト層を、下部に蛇紋岩層を形成しそのニッケル濃縮部がガーニェライトでありニューカレドニアのものは他の産地よりも高品位である。

1977年のRoskill Information Ltd.による埋蔵量調査ではガーニェライト(2.3~3.0%ニッケル)2億トン、ラテライト(1.3~1.6%ニッケル)20億トン以上でニッケル純分3,300万トン以上となる。一方、BOMでは純分4,600万トンとし、ADMでは品位1.5%で鉱量33億トン、純分5,000万トンとしている。ここではADMと同じとし、その内訳は品位2.0%で確定鉱量10億トン、純分2,000万トンとし、推定鉱量は品位1.3%で鉱量23億トン、純分3,000万トンとした。

チオ(Thio)クワワ(Kouaoua)など8鉱山が稼行中であり、ここ数年の実績では年間採掘量240~330万トンでそのうちS.L.N.社のドニアンボ工場(Doniambo)で自家消費するものが150~200万トンであり、残部が全量日本へ輸出されその品位は2.4%以上で世界の酸化ニッケルの中では最良のものである。この採掘量であれば300年以上の寿命があり現状の技術水準で経済性を持って製錬できる鉱石としては量、質ともに他を圧倒する。

3.2 カナダ

カナダのニッケルは全て高品位の硫化ニッケルでその確定鉱量は約6億トンと言われ世界第2位であり、さらに探鉱が進むにつれてその賦存量は増加の傾向にある。

1883年にヒューロン湖の北方オンタリオ州サドベリ地区(Sudbury)で当時世界最大の硫化ニッケルが発見され、1890年にはその製錬法が確立された。以後1981年に至るまでに約600万トンのニッケルを産出し、現在でも世界最大のニッケル供給源としての地位を保っている。サドベリ地区²⁾は東西に長径60km、南北に短径25kmの

表1 国別のニッケル鉱石埋蔵量

地域	国別	鉱種	確定埋蔵量				比率(%)	推定埋蔵量 Ni純分量 (千トン)	総埋蔵量 Ni純分量 (千トン)
			品位 (Ni%)	鉱石量 (百万トン)	Ni純分量 (千トン)				
アメリカ	北	カナダ	S	2.1	580	12,000	18.5	12,500	24,500
		アメリカ	O	1.5	27	400	0.6	14,900	15,300
	中	キューバ	O	1.3	262	3,400	5.2	14,200	17,600
		ドミニカ	O	1.6	71	1,100	1.7	100	1,200
		ガテマラ	O	1.5	20	300	0.5	900	1,200
		プエルトリコ	O	—	—	—	—	900	900
		南	ブラジル	O	1.7	29	500	0.8	3,600
		コロンビア	O	2.0	45	900	1.4	600	1,500
		ベネズエラ	O	1.6	44	700	1.1	—	700
合計			1.8	1,078	19,300	29.8	47,700	67,000	
オセアニア・アジア・インド	ニュージーランド	ニュージーランド	O	2.0	1,000	20,000	30.8	30,000	50,000
		オーストラリア	S	1.5	(313)	(4,700)	7.2	—	—
	オーストラリア	オーストラリア	O	1.3	(69)	(900)	1.4	—	—
		オーストラリア計		1.5	382	5,600	8.6	3,200	8,800
	フィリピン	フィリピン	O	1.6	90	1,400	2.2	14,900	16,300
		インドネシア	O	1.9	320	6,000	9.3	56,800	62,800
	インド	インド	O	0.8	—	—	—	100	100
		中国	S	—	—	—	—	—	—
	合計			1.8	1,792	33,000	50.9	105,000	138,000
アフリカ	南ア共和国	S	0.7	214	1,500	2.3	—	—	
	ボツアナ	S	1.1	28	300	0.4	—	—	
	ジンバブエ	S	0.8	107	900	1.4	—	—	
	合計		0.8	349	2,700	4.1	6,700	9,400	
ヨーロッパ	ソ連	O	1.5	(133)	(2,000)	3.1	—	—	
	ソ連	S	1.5	(400)	(6,000)	9.3	—	—	
	ソ連計		1.5	533	8,000	12.4	—	—	
	ギリシャ	O	1.3	77	1,000	1.5	—	—	
	ユーゴ	O	1.3	56	700	1.1	—	—	
	フィンランド	S	0.7	22	150	0.2	—	—	
合計		1.4	688	9,850	15.2	13,200	23,050		
酸化鉱計	O	1.8	2,243	39,300	60.6	—	—		
硫化鉱計	S	1.5	1,664	25,550	39.4	—	—		
全世界合計		1.7	3,907	64,850	100.0	172,600	237,450		

註：1) 鉱種 (O) ……酸化鉱, (S) ……硫化鉱
2) ()内は国内の内訳

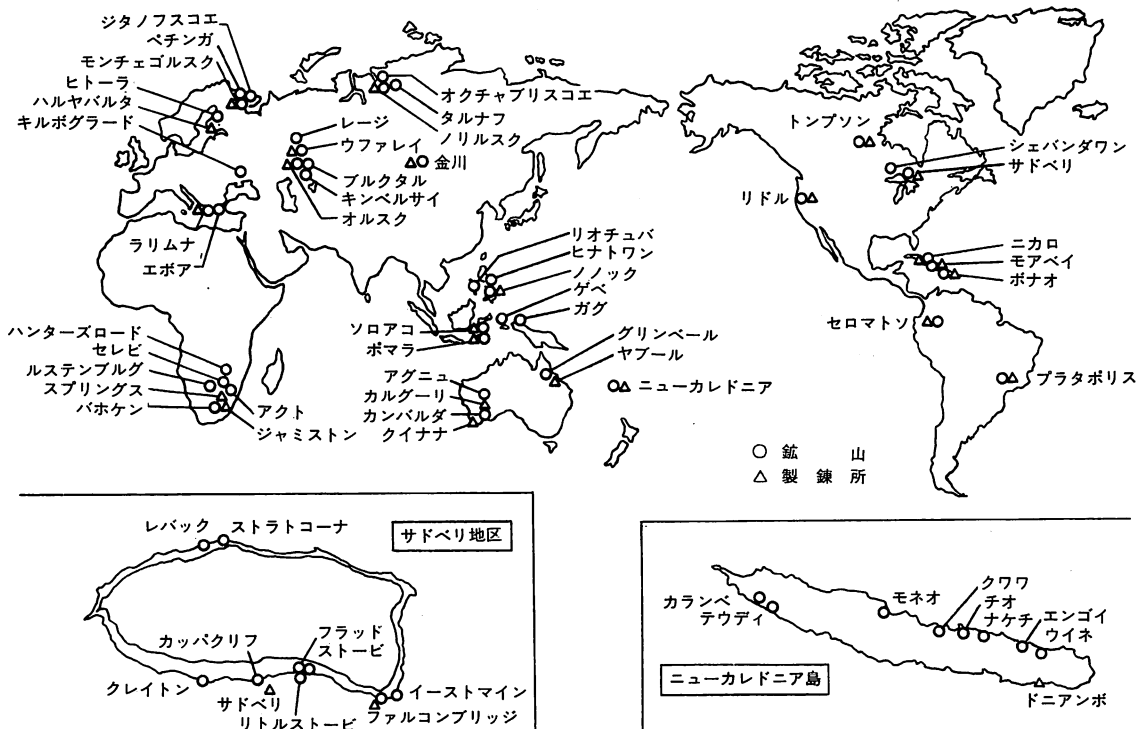


図-1 世界の主なるニッケル鉱山

楕円型のリング状でマグマが逆傘状に貫入した結果できたものでサドベリ貫入岩体と呼ばれ、巾3kmのリングに沿って現在までに40鉱床が確認されている。巾3kmのうち貫入時に下にあった1.5km巾の層を特にノーライト岩体といい、そのノーライト層の底部にニッケルなどの硫化物に富む鉱石がありニッケル鉱床として開発されているものである。

サドベリ地区の他にオンタリオ州スーベリア湖西方にシェバンドワン鉱床(Shebandowan)、マントバ州ウイニペグ湖北方にトンプソン鉱床(Thompson)があり、トンプソンは1946年頃から探査が進みその規模の大きさが注目され、さらに1953年にその北西にリンレイク鉱床(Lynn Lake)が発見された。トンプソンでは隣接するトンプソン湖を干拓し露天掘を行って採掘費の合理化を実施する計画であり、開発が進めばその賦存量はサドベリ地区に匹敵する可能性がある。

カナダの確定鉱量³⁾は品位2.1%で鉱量5億8千万トン、純分1,200万トンである。

1981年の採掘量は純分185,350トンで、ここ数年は市況の変化で14万トンから22万トンの中で大きく変動している。毎年20万トンとすれば60年分の確定鉱量を保持するが、低品位鉱まで考慮すると膨大なものとなろうし、探査中の鉱山も多く賦存量はさらに増大するであろう。

しかし50年以上の長期的予測をするならば硫化鉱は品位も低下し、大量の賦存量を持つ酸化鉱がより安定的供給源の地位を確保する可能性は大きいと言える。

カナダにおける特殊事情としては硫黄の公害規制が厳しくサドベリ地区の製錬能力に影響を及ぼすほどになったため、硫黄の多い磁鉄鉱を選択浮選と磁選により除去し鉱石中の硫黄を低くすると共に製錬上の脱硫技術を開発するため多大の費用を投じている。

3.3 ソ 連

ソ連では硫化鉱と酸化鉱の両者を産出するが、その賦存量は探査が進行中の鉱山も多く公表されたものはない。近年貴金属を共存する硫化鉱床の探査を積極的に進め賦存量も増加しているようで、ニッケル純分にして最低でも600万トンあり1,000万トンに達することも考えられるので表1では800万トンとした。²⁾ そのうち酸化鉱比率は20%とも35%とも言われているがここでは25%とし硫化鉱600万トン、酸化鉱200万トンとした。この確定鉱量は5億3千万トンでニューカレドニア、カナダに次ぐ世界第3位である。

図-1に示したようにそれらの鉱床は次の三地域に大

別される。

- 1) 東部シベリア……………タルナフ、オクチャプリスコエ鉱床
- 2) コラ半島……………ジダノフスコエ、コトセリワール鉱床
- 3) ウラル・ウクライナ…キンベルサイ、ブルクタル鉱床

上の2地域が硫化鉱でウラル・ウクライナが酸化鉱である。

東部シベリアのノリルスク市(Norilsk)はツンドラ地帯にありここで1930年代に探査が行われソ連で最初のニッケル鉱床となった。同鉱石はニッケル0.75~1.0%でその他貴金属を含有しノリルスク製錬所へ送られる。ノリルスク鉱山の富鉱部が掘りつくされた1962年頃にノリルスク東方にタルナフ鉱床(Talnakh)が発見され、当時品位(1.5%ニッケル)、鉱量とも最大規模で1965年頃から坑内掘が開始された。その後数km西方にオクチャプリスコエ鉱床(Oktyabrskiy)が1969年に確認され品位(3.65%ニッケル)も白金含有量(11g)も高くその賦存量はタルナフの3倍に達すると評価されている。ノリルスク製錬所はこれら鉱石を処理して電解ニッケルを年間17万トン生産できる世界でも有数の規模である。

一方、ムルマンスク州コラ半島(Kola)は上記地区と並び称される硫化鉱床で、ペチンガ地区(Pechenga)のコトセリワール鉱山(Kotoselvaara)(1.7%ニッケル)、ジダノフスコエ地区(Zhdanovskiy)のロフノチェルフ鉱山(Lovnozerkh)(0.9%ニッケル)、モンチェゴルスク地区(Monchegorsk)のセフリニッケル鉱山(Severinikel)(0.7%ニッケル)に分けられ、それらの鉱石はノリルスク地区よりやや低品位であるが、年産能力純分6万5千トンのモンチェゴルスク製錬所に送られる。この製錬所では年間純分2万トンのキューバ産サルファイドも製錬している。³⁾

ウラル地方の中東部の東斜面には酸化鉱が多量に賦存しカスピ海の東北方オルスク市付近に散在し、南からキンベルサイ(Kimpersay)、ブルクタル(Buruktal)、オルスク(Orsk)、ウファレイ(Ufaley)とレーズ(Rezh)の各鉱床がある。その品位は1.1~2.0³⁾とも0.5~3.0%とも言われるが、これら鉱石はレーズ製錬所でマットとしウファレイやオルスク製錬所へ送り電解ニッケルを年間3千トン生産している模様である。一方、ウクライナ地区には黒海北方にキロボグラード鉱床(Kirovograd)があり品位1.4%³⁾であるがソ連で唯一のフェ

ロニッケルをポブセイ製錬所(Pobuzye)で年間純分1万トンを生産している。

したがって、ソ連の年産能力は上記のように純分24万8千トンであるが、1985年には27万トンに達すると言う情報もある。この製錬能力からすればその賦存量は30年の寿命であるが探鉱の進展とともに鉱量は増加するものと思われる。

現状の製錬技術水準からこれら鉱石を判断すれば、硫化鉱は比較的高品位であり貴金属含有量も多く充分経済性のあるものと考えられるが、酸化鉱はやや低品位のためその経済性に問題がある。

3.4 インドネシア

インドネシアは酸化鉱でBOMが指摘するようにその賦存量は大きく純分で780万トンはあると考えられるが探査も充分でなく、ここでは探査の進んでいるスラウエシ島ソロアコ(Soroako)、ポマラ(Pomalaa)、ハルマヘラ島ゲベ(Gebe)とイリアンジャヤのガク(Gag)の4鉱山に限って確定鉱量とした。それは品位1.9%で3億2千万トン、純分600万トンで世界第4位である。

製錬所はソロアコとポマラがありそれらの年産能力は純分で3万6千トンのマットと5千トンのフェロニッケルである。この他に日本へ輸出用鉱石として年間純分1万3千トン程度採掘しており能力上のトータルは年間5万4千トンで、その確定鉱量は100年以上の寿命であるが、ソロアコの低品位酸化鉱については採算面ではやや問題がある。

3.5 オーストラリア

大陸が広大でありソ連の場合と同様に硫化鉱と酸化鉱を賦存し、確定鉱量は3億8千万トンで世界第5位を占め純分560万トンであるが、硫化鉱が圧倒的に多く3億1千万トン(1.5%ニッケル)で酸化鉱は7千万トン(1.3%ニッケル)である。硫化鉱の確定鉱量はADMによれば品位1.67%で純分350万トンとしているので、ここでは品位1.5%で純分470万トンとし、酸化鉱はADMでは品位1.55%で純分63万3千トンとしているので、ここでは品位1.3%で90万トンと推定し、全体の確定鉱量はBOMのものと同じにして純分560万トンとした。

硫化鉱床開発は、1966年に大陸西南部カルグーリ地区(Kalgoorie)のカンバルダ鉱床(Kambalda)の発見が最初である。ここはカナダのサドベリと同型の層状マグマ貫入岩体の中のニッケル・銅硫化物鉱床でありコマチアイトと呼ばれる超塩基性火成岩類にもなっている。鉱体は11以上発見されそのうち5鉱山の開発が順調に進んでおり、その鉱量は品位3.3%で2,000

万トン、純分66万トンの優良鉱山である。この地区には他にアグニユ鉱山(Agnew)がありその鉱量は品位2.05%で4,500万トン、純分92万トンとウインダラ鉱山(Windarra)の品位2.52%で800万トン、純分20万トンがある。

ウエスタンマイニング社のカルグリ製錬所は1974年から稼働しその年産能力は純分4万トンのマットを生産し、このうち3万トンを海辺のクイナナ(Kwinana)製錬所に送りニッケルブリケットあるいはパウダーを生産し、残り1万トンのマットは米国や日本に輸出している。

酸化鉱床は大陸東部のクインズランド州(Queensland)グリーンバール(Green Vale)で1957年に発見された風化残留鉱床で1974年から採掘されヤブール製錬所(Yabul)に送られる。この鉱床は他鉱床よりもラテライト層が発達し平均厚さ8mで3.3m²に及ぶ⁴⁾が、低品位のためアンモニア浸出法を採用し年産能力で純分2万1千トンの酸化ニッケルシンターと4,500トンのミックسدサルファイドを生産する。

オーストラリアの年産能力は純分6万5千トンで確定鉱量から90年の寿命となる。硫化鉱は全般的に品位は高いが貴金属含有量の少ない鉱山もあり一律に十分な経済性があるとは言えず、酸化鉱は低品位で湿式のアンモニア浸出法を採用しているためその経済性には不安がある。

3.6 キューバ

ここはすべて風化残留鉱床による酸化鉱であり、品位1.3%で確定鉱量2億6千万トン、純分340万トンで世界第6位としたが、探査も15%程度で全鉱量を完全に把握できないのが実状であり、品位1.4%で鉱量6億トンという評価もある。

この鉱床はラテライト層がリモナイト質(1.3%ニッケル、50%鉄)⁵⁾で7~9m厚さがあり現在稼行中である。

鉱床と製錬所は島東部のHolguin県にあり、西からニカロ鉱山(Nicar)にRene Ramos Latoum製錬所、モアベイ鉱山(Moa Bay)にPedro Sotto Alba製錬所、さらに東側に完成間近いPunta Gorda製錬所と建設中のLas Camariocas製錬所がある。いずれの製錬所も湿式法であり、モアベイが硫酸浸出法によるミックسدサルファイドで年産能力は純分1万9千トンを2万4千トンに拡張中であり、他の3製錬所はいずれもアンモニア浸出法による酸化ニッケルで年産能力は純分でニカロが1万8千トンを2万4千トン

に拡張中、建設中の2製錬所はおおの3万トンである。これらが完成すれば確定鉱量は30年の寿命であるが、探査が進めばさらに増加するであろう。

ミックスドサルファイドはソ連に送られ電解ニッケルに製錬され、酸化ニッケルとともに自由圏にも全生産量の35%程度販売されている。

3.7 その他地域

フィリピンは当社が広範囲の探鉱を行いリオチュバ鉱山やヒナトワン鉱山を開発しているため事情はわかり易いが現在稼行中の3鉱山(ノノック、リオチュバ、ヒナトワン)を合計してその確定鉱量は品位1.6%で9千万トン、純分140万トンである。ノノック製錬所はラテライトを使用してアンモニア浸出法で酸化ニッケルを生産し年産能力は純分3万4千トンであるが、ここ数年は市況の悪化と不採算のため順調には稼働していない。日本への輸出用鉱石は年産純分9千トン程度でこれらを総合して3万トンの年間採掘量とすれば50年分の寿命である。

この他の酸化鉱床としては米国オレゴン州のリドル(Riddle)、中米ドミニカのボナオ(Bonao)、南米コロンビアのセロマトソ(Cerro Matoso)、ブラジルのブラタポリス、ギリシャ・ラムリナのAghius Ioannisとエボア島のPolitika、ユーゴの2鉱山などがあり、そのほとんどが製錬所を持っているが賦存量が少なくセロマトソを除いて低品位鉱が多い。

硫化鉱床は前述の3大産地の他にアフリカ大陸の南部と中国大陸がありフィンランドに小規模鉱床がある。アフリカ大陸では南ア共和国、ジンバブエ、ボツアナがある。南アでは白金生産にともなう副産物の一つとしてニッケルが純分150万トン賦存するがその品位は0.7%と低く、メレンスキ大鉱脈(Merensky)にBafo-keng, Atok Mine, Rustenburgなど8鉱山が稼行中である。製錬所はスプリングス(Springs)で純分8千トンの年産能力でブリケットとパウダーを製造し、ジャミストン(Germiston)では純分1万9千トンの年産能力で電解ニッケルとしている。この能力から賦存量は50年の寿命で低品位鉱であるが、ニッケルが副産物であるため経済性は優れていると思われる。

ジンバブエとボツアナは一段と規模が小さく貴金属含有量も少なく経済性は劣ると思われる。

中国大陸はニッケルを確認している箇所は9地区だがそのうち金川鉱床は1958年に発見され1969年から採掘し、その賦存量はカナダに匹敵するとも言われている。製錬所⁶⁾は蘭州の西方金昌市に金川有色金属公司

があり電解ニッケルを年間1万トン生産しさらに拡張中である。

4. 結 言

ニッケルの確定鉱量の純分6,500万トンを平均的に見れば現状の生産能力に対しては100年間の需要にこたえることができ、近い将来を見る限り十分な賦存量と言えよう。しかしニッケルの需要は今後増加する傾向にあるため需要の伸びに対応して新規鉱山の探鉱を行うと共に使用済ニッケル含有製品からニッケルを有効に回収活用する資源のリサイクル技術の確立が大切である。現在の世界のニッケル製錬設備能力は需要に対して過剰気味であるが最近の様なエネルギー高の時代にはその鉱石品位あるいは製錬法の良否により採算がとれないプロジェクトも多い。オイルショック以前には酸化鉱石は1.5%ニッケルの鉱石で充分採算がとれると考えられたが、2回のオイルショックの結果現在では2.0%ニッケル以上の品位でないと経済性がない状況である。しかも今後ニッケル鉱石の低品位化傾向は進むため、エネルギー消費量の低減と安いエネルギーの利用を計りかつ鉱石中の鉄、クローム、コバルトなどの有用金属の回収も含めて、より良い製錬法の研究開発が必要となろう。

参 考 文 献

- 1) 奈古屋; 酸化ニッケル鉱石の還元製錬について(昭和50年)学振
- 2) 金属鉱業事業団; 稀少金属データブッカーニッケル(1983.11)
- 3) 合金鉄年鑑(1983) テックスレポート
- 4) 日本鉱業会誌(1981)
- 5) Joseph R. et al: The Winning of Nickel(1966)
- 6) 中国画報(1984.4)