

は頭打ちになっている。これは、先進国では社会資本の充実とともに建設活動の鈍化がみられ、構造材としての伸銅製品の需要が停滞しているためである。

しかしながら、導電材としての銅需要は、電力利用と通信の発展から、成熟した産業社会といわれるアメリカ、ドイツ連邦共和国でも、銅電線などへの需要の伸びは年率2-3%になっている。

Table C-2 Rates of Growth in Demand for Copper by Use  
In Major Consuming Countries (1965 - 1981)

	(1,000 tonnes)					
	1965		1981		Growth rate	
	Conduc- tive	Struc- tural	Conduc- tive	Struc- tural	Conduc- tive %	Struc- tural %
USA	988	858	1,294	739	1.7	-0.9
Germany, FR	341	195	513	231	2.6	1.1
France	170	121	380	50	5.2	-5.4
UK	332	318	220	113	-2.5	-6.3
Italy	132	60	247	119	4.0	4.4
Japan	298	130	910	344	7.2	6.3
Total	2,261	1,682	3,564	1,596	2.9	-0.3

Source: Ministry of International Trade and Industry, Government of Japan, Annual Report on Resources Statistics, and IWCC's Data

### 3. 地域別の銅地金消費の変動

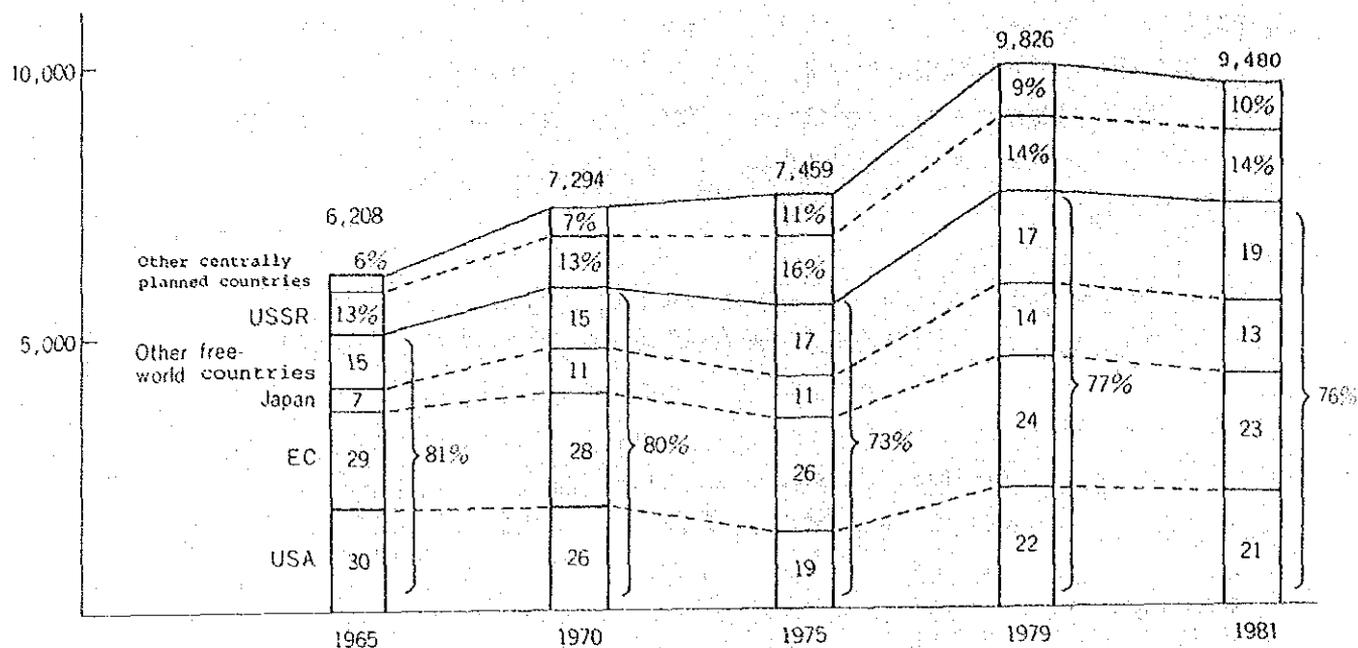
銅地金の主要消費地域の推移を Fig. C-1 にまとめる。アメリカ、EC、ソ連、そして日本が世界の4大銅消費地域であり、その4大銅消費地域で、1981年の全世界の銅消費の71%を占めている。

1965年にアメリカ、ECでそれぞれ30%ずつ占めていた全世界の銅消費量シェアは、1981年には、アメリカ21%、EC23%に落込んでいる。

主要地域の1970年から1981年間の銅地金消費成長率を比較すると、平均年率で、アメリカ0.8%、EC0.5%、ソ連3.0%、日本3.9%で、日本の高さが際立っているが、工業化が目覚しいブラジル、メキシコ、大韓民国などのいわゆるNICs(Newly Industrializing Countries)の成長率は著しく、1970年から1981年間に年率でブラジルは8.3%、メキシコが9.1%、大韓民国は30.8%という銅地金消費成長率になっている。

次に、全世界および主要国別の銅地金消費量の推移と経済指標を並列して示す(Table C-3~C-10参照)。

Fig. C-1 Worldwide Refined Copper Consumption  
(1965 - 1981, 1,000 tonnes)



	1965		1970		1975		1979		1981	
		%		%		%		%		%
USA	1,846	30	1,860	26	1,397	19	2,165	22	2,033	21
EC	1,825	29	2,045	28	1,958	26	2,334	24	2,161	23
Japan	428	7	821	11	827	11	1,330	14	1,254	13
Canada	209	3	229	3	196	3	243	2	242	3
Australia	102	2	113	2	103	1	130	1	138	1
Spain	59	1	108	2	119	2	133	1	107	1
Sweden	95	2	87	1	94	1	108	1	106	1
Yugoslavia	59	1	78	1	103	1	119	1	150	2
Brazil	31	1	58	1	155	2	229	1	178	2
Mexico	36	1	54	1	71	1	104	1	141	1
South Korea	-	-	8	--	28	-	85	1	144	2
Other free world countries	353	6	374	5	427	6	557	6	603	6
Free world total	5,043	81	5,835	80	5,478	73	7,527	77	7,257	76
USSR	783	13	950	13	1,220	16	1,360	14	1,320	14
Poland	-	-	-	-	153	2	202	2	186	2
Other centrally planned countries	382	6	508	7	635	9	737	7	717	8
Centrally planned countries total	1,165	19	1,458	20	2,008	27	2,299	23	2,223	24
World total	6,208	100	7,294	100	7,459	100	9,826	100	9,480	100

Sources: Metallgesellschaft, and World Bureau of Metal Statistics (WBMS)

Table C-3 Refined Copper Consumption and Indices of Industrial Production for the World

	1965	1970	1975	1981
Refined Copper Consumption (1975: 100)				
Free world countries				
Europe	90	103	100	111
Asia	53	96	100	171
Africa	52	51	100	130
USA	118	120	100	143
Oceania	104	116	100	142
Subtotal	93	107	100	134
Planned economy countries	58	72	100	110
World total	58	98	100	127
Worldwide indices of industrial production (1975: 100)	59	90	100	124

Note : Refined copper consumption in Asia has increased markedly from 1965 through 1981, with an annual growth rate of 7.6%. The elasticity of refined copper consumption against the index of industrial production throughout the world was about 1.0.

Sources: Metallgesellschaft, World Bureau of Metal Statistics (WBMS), Metal Statistics, and the Bank of Japan, Foreign Economic Statistics Annual

Table C-4 Trends in Refined Copper Consumption and Related Production Indices in the United States

	1965	1970	1975	1981
Trends in Consumption (1975: 100)				
Refined copper	132	133	100	146
Electrical wire (wire rod)	106	131	100	139
Elongated products (gross production)	147	124	100	130
Production index (1975: 100)				
Mining and manufacturing	76	92	100	128
General machinery	68	84	100	137
Electrical machinery	70	93	100	153
Automobiles	104	83	100	109
Private housing starts	127	124	100	93

Note : Despite the steady growth in electrical machinery, the stagnation of the automobile industry and decline in private housing starts have affected refined copper demand, thus the annual rate of growth in consumption was as low as 0.6%.

Sources: World Bureau of Metal Statistics (WBMS), and the Bank of Japan, Foreign Economic Statistics Annual

Table C-5 Trends in Refined Copper Consumption and Related Production Indices in the United Kingdom

	1965	1970	1975	1981
Trends in Consumption (1975: 100)				
Refined copper	144	123	100	74
Electrical wire (wire rod)	128	109	100	85
Elongated products (gross production)	166	141	100	59
Production index (1975: 100)				
Mining and manufacturing	89	99	100	100
General machinery	79	96	100	77
Electrical machinery	67	88	100	108
Automobiles	102	114	100	73
Private housing starts	-	99	100	48

Note : Though the field of electrical machinery has progressed, the general recession of the economy in the United Kingdom has had a deleterious effect on refined copper demand and the consumption has decreased.

Sources: World Bureau of Metal Statistics (WBMS), and the Bank of Japan, Foreign Economic Statistics Annual

Table C-6 Trends in Refined Copper Consumption and Related Production Indices in France

	1965	1970	1975	1981
Trends in Consumption (1975: 100)				
Refined copper	79	91	100	118
Electrical wire (wire rod)	64	79	100	146
Elongated products (gross production)	128	142	100	125
Production index (1975: 100)				
Mining and manufacturing	74	93	100	108
Fabrication of primary metals	85	104	100	110
Power generation	56	79	100	146
Private housing starts	80	89	100	76

Note : The production of electrical wire and cables has increased notably, depending on expansion of electric power consumption and progress in the electrical machinery industry, along with the rise in general industrial activity, which is a result of the successive adoption of several policies for the implementation of promotion schemes for industries.

Sources: World Bureau of Metal Statistics (WBMS), and the Bank of Japan, Foreign Economic Statistics Annual

Table C-7 Trends in Refined Copper Consumption and Related Production Indices in the Federal Republic of Germany

	1965	1970	1975	1981
Trends in Consumption (1975: 100)				
Refined copper	84	110	100	117
Electrical wire (wire rod)	89	110	100	133
Elongated products (gross production)	108	124	100	139
Production index (1975: 100)				
Mining and manufacturing	75	96	100	115
General machinery	85	104	100	110
Vehicles	67	98	100	126
Electrical machinery	61	88	100	121
Metal products	90	110	100	127
Building	93	108	100	108

Note : The annual growth rate of mining and manufacturing production from 1965 through 1981 was about 2.7%, with economic growth well-balanced among the various industries. The rate of growth for refined copper consumption during the same period was around 2.1%, thus the elasticity against the growth rate of the mining and manufacturing production is 0.8.

Sources: World Bureau of Metal Statistics (WBMS), and the Bank of Japan, Foreign Economic Statistics Annual

Table C-8 Trends in Refined Copper Consumption and Related Production Indices in Italy

	1965	1970	1975	1981
Trends in Consumption (1975: 100)				
Refined copper	60	85	100	114
Electrical wire (wire rod)	68	101	100	128
Elongated products (gross production)	72	101	100	133
Production index (1975: 100)				
Mining and manufacturing	65	92	100	127
Metal	61	85	100	122
Machinery	66	99	100	131
Transportation equipment	64	98	100	141
Private housing starts	-	92	100	-

Notes : 1) From 1965 through 1981, the index of mining and manufacturing production roughly doubled, and the consumption of refined copper also nearly doubled; thus the elasticity of refined copper consumption against the growth rate for the mining and manufacturing production is about 1.0.  
2) Every industry consuming refined copper has grown fairly evenly, so that the consumption in both industries producing electrical wire and elongated copper has increased at a similar rate.

Sources: World Bureau of Metal statistics (WBMS), and the Bank of Japan, Foreign Economic Statistics Annual

Table C-9 Trends in Refined Copper Consumption and Related Production Indices in Japan

	1965	1970	1975	1981
Trends in Consumption (1975: 100)				
Refined copper	52	99	100	152
Electrical wire (wire rod)	53	102	100	160
Elongated products (gross production)	50	93	100	160
Production index (1975: 100)				
Mining and manufacturing	45	93	100	147
Metal products	41	97	100	125
Machinery	33	88	100	192
Public utility	43	79	100	130

- Notes : 1) During the period from 1965 through 1981, the economy of Japan expanded threefold, and the consumption of refined copper also roughly tripled.
- 2) Because all industries consuming refined copper have developed at a balanced pace, the consumption of refined copper for electrical wire and cables for conductive use and of elongated products for structural use have both recorded a high rate of growth.

Sources: World Bureau of Metal Statistics (WBMS), and the Bank of Japan, Foreign Economic Statistics Annual

Table C-10 Trends in Refined Copper Consumption and Related Production Indices in Brazil, Mexico and the Republic of Korea

	(1975: 100)			
	1965	1970	1975	1981
Brazil				
Refined copper consumption	20	48	100	115
Index of mining and manufacturing production	37	61	100	115
Mexico				
Refined copper consumption	51	76	100	199
Index of mining and manufacturing production	47	100	100	150
Korea, Rep. of				
Refined copper consumption	7	21	100	514
Index of mining and manufacturing production	14	37	100	232

- Note : The consumption of refined copper in Brazil increased at a annual growth rate of 17.5% from 1965 to 1975, and the elasticity against the growth rate for mining and manufacturing production has been about 1.0 since 1975.
- In Mexico, the elasticity of the refined copper consumption against the growth rate of mining and manufacturing production has been about 1.7 since 1975.
- In South Korea, the annual growth rate of refined copper consumption has been about 34% from 1975 through 1981. The elasticity against the growth rate for mining and manufacturing production has been about 1.9 during the same period.

Sources: World Bureau of Metal Statistics (WBMS), and the Bank of Japan, Foreign Economic Statistics Annual

## II. 主要消費国における消費に対する政策

### 1. 輸入政策

銅に関する輸入関税の目的は、国内産業の保護育成、すなわち国内鉱山および製錬所の保護のためである。

次に、主要国の銅の輸入関税の例を Table C-11 に示す。

Table C-11 Import Tariffs on Copper in Major Countries

	Rate of duty	Purpose
USA	1%	Protection of domestic mines and smelters
France (EC)	Free	—
Japan*	More than ¥500/kg - Free ¥500/kg to ¥485/kg - Difference from ¥500 Not more than ¥484/kg - ¥15/kg	Protection of domestic mines
Korea	20%	Protection of domestic smelters
Brazil	15%	Protection of domestic mines and smelters

Source: The Study Team

### 2. 備蓄制度

国が戦略上、または経済的安全保障の見地から備蓄制度を設けることがある。備蓄には多大な資金を必要とするが、備蓄の在庫操作は、銅地金の需給、ひいては銅価格に少なからず影響を与える。

アメリカ、フランス、そして日本の備蓄制度の概略を紹介する。

#### 2.1 アメリカの備蓄制度

アメリカの備蓄の正式名称は「戦時緊急時用物資ストックパイル」といい、その目的は戦時ならびに外国からの通常の供給が途絶えた場合に備えて、軍需用需要および基礎的な国民生活を支えるために必要な物資を確保することにある。

この戦略ストックパイルに関する基本法は、1946年に制定された「戦略物資備蓄法」である。これにはストックパイルのための買入れ、放出資金調達、等々必要措置が盛り込まれている。

1977年カーター政権下に銅地金のストックパイル量は、1,299,000 st (ショート・トン) という目標量が設定され、同年9月時点の実際のストック量は20,261 st (ショート・トン) であった。

アメリカの国際社会における立場から推して、当該戦略用ストックパイルは、今後も国際情勢、経済情勢に応じ、実施されていくものと思われる。

## 2. 2 フランスの備蓄制度

フランスは西ヨーロッパにあって、軍事面ではNATOを離れ、独自の戦略の下に政策を進めている。また、経済面では銅、亜鉛、錫等の重要金属の自給率はゼロに近く、この両面から主要な戦略物資の備蓄を行っている。これは緊急時の安定供給を図るとともに、国際取引の観点からも安定価格による供給を保障することを狙ったものである。

この制度は、1975年に発足、当初の計画では備蓄目標を国内消費量の2カ月分、約20億フランを10年間で行うこととした。1976年第4四半期には銅のストックは46,000 tに達している。

今後もフランスの国際的立場を勘案すると、当該制度は継続の方向にあると考えられる。

## 2. 3 日本の備蓄制度

日本の備蓄制度は、1976年に銅鉱石の安定輸入を目的として発足した。設立の背景は、1974年当時、日本は銅地金の輸出が禁止されている一方で、銅鉱石は長期契約により引取義務があるため、鉱石の長期安定輸入を図ることにあつた。この備蓄は、財団法人金属鉱産物備蓄協会に対して金属鉱業事業団が融資をし、政府保証の下で、政府が利子補給する形で始められた。備蓄量は一時、約50千tに達したが、1982年時点では全量売却されて備蓄量はゼロである。

# III. 消費における技術革新

## 1. 需要開発

銅の需要については、今後、高度成長を背景とした量的拡大は見込めず(注1)、また競

---

(注1) 銅の消費量の伸び率低下の一因として、石油危機以後の、製品のコンパクト化、軽量化、そして歩留りの向上による消費量減がある。

合品との代替は、速度が鈍化したものの(注1)、引き続き進行するものとする。

このような環境下で、銅の需要開発の研究が続けられているが、需要拡大が期待できるものとしては、次のものがあげられる。

a. 太陽エネルギー関連装置

太陽熱集熱器の他に、太陽熱を利用したパッシブ式発電・蓄電システムが普及すれば、導電材として使用される銅の需要も拡大していくであろう。

b. 淡水化装置

中東地域などの工業化に不可欠であり、淡水化プラントには、熱交換器用加熱管を中心に多量の銅が使用される。

c. 船舶、海底油田への利用

海洋生物の付着や腐食を防ぐために、船体などに銅合金を使用するもの。

d. 形状記憶銅合金

応用分野が、自動車のラジエーターファンのスイッチや、空調装置のサーモスタットなど広範囲であり、将来はかなりの規模になろう。

## 2. 代 替

銅に対する代替は、電線についてアルミニウム、通信分野では光ファイバー、構造材では、アルミニウム、プラスチックなどがあるが、その原因は、

a. 経済的(コスト的)要因

b. 品質的(物質特性的)要因

に集約することができる。

まず、導電材である電線では、アルミニウムが軽量で、総合した敷設コストが安くつくことにあった。しかし、アルミニウム電線は送電ケーブルが主体であり、屋内配線などは安全の面から大部分銅線が使用されている。

日本では、Table C-12に見るとおり、電線製品中のアルミニウムの使用比率は、1970年以降横這いであり、アルミニウムへの代替は鈍化しつつあると言える。

通信分野では光ファイバーがアメリカ、日本、西ヨーロッパを中心に実用化され、銅に代替しつつある。通信分野は先進工業国では、銅需要全体の10%から15%を占めている。

通信ケーブルとして光ファイバーが、銅電線より優れている点は次のとおりである。

・ 電気的特性

a. 低損失 — 中継間隔を銅線の数10倍長くできる。

b. 大伝送容量 — 情報量の増大

c. 耐誘導雑音性 — 無誘導、無漏

---

(注1) プラスチックは、石油価格の高騰により銅との競争力が一時より低下した。

Table C-12 Percentage of Aluminum Wires in the Total Annual Production of Electrical Wires in Japan

	Production of all electrical wires (1,000 tonnes)	Aluminum wires (%)
1960	245	6.8
61	283	5.7
62	246	5.8
63	307	6.1
64	382	7.0
65	381	7.5
66	422	10.6
67	533	9.5
68	613	10.7
69	703	10.7
1970	708	12.6
71	726	12.9
72	837	12.1
73	997	12.6
74	700	11.7
75	757	13.0
76	895	15.3
77	966	14.9
78	1,033	12.3
79	1,047	10.9
80	1,064	14.6
81	1,054	11.0

Source: Electrical Wire and Cable Makers' Association of Japan

- ・ 機械的特性
  - a. 細心
  - b. 軽量
  - c. 曲げ易い

光ファイバーの通信ケーブルは、システム全体のコストが経済的に見合うような情報量が大きい分野から段階的に導入されている。

先進工業国では、1990年までに通信分野における銅の消費量の30%は、光ファイバーに代替されると予測される。

## D. 国際貿易と取引形態

### I. 国際貿易

銅産業は、銅資源保有国と銅消費国との間で、比較的国際分業が確立している。世界の2大消費国であるアメリカとソ連は、自給可能な銅資源と製錬設備があるため、鉱山から地金生産まで、同一国で一貫して生産している。

ベルギーは、ザイールからブリストアを輸入、銅地金に加工してヨーロッパの銅地金供給国になっている。ドイツ連邦共和国と、日本は自国内の銅鉱山の生産が潤渇してきたので、海外から銅精鉱を輸入し精錬している。

国際間で取引される銅の主な商品形態は、銅精鉱、ブリストア、地金である。この3商品の国際貿易の流れを理解するために、主要な銅の生産、消費地域を便宜上、Table D-1のように9グループに分ける（各地域の1981年の生産、消費実績もTable D-1に示す）。

Table D-1 Production and Consumption of Copper by Area - 1981

	Copper concentrate production	Blister production	(1,000 tonnes)	
			Refined copper Production	Consumption
Canada	718	465	477	242
USA	1,538	1,378	1,984	2,033
Chile/Peru	1,408	1,269	785	58
Japan	52	980	1,050	1,254
Oceania	391	179	192	139
EC	7	320	1,022	2,161
Zambia/Zaire	1,092	1,040	715	4
Other free world	1,288	929	1,122	1,462
Free world total	6,494	6,560	7,347	7,257
Planned economy countries	1,832	1,756	2,308	2,223
World total	8,326	8,316	9,655	9,480

Source: World Bureau of Metal Statistics (WBMS)

1981年の自由世界における全生産量に対する全輸出量を対比すると、銅精鉱が約22%、ブリストアが12%、地金が36%と地金による流通が量的には最も多い。計画経済圏は、全体的には銅精鉱から地金生産そして消費まで、同一圏内での自給体制にある。

自由世界と計画経済圏との交易は、自由世界から計画経済圏へ銅精鉱とブリストアが、それぞれ年間約40千しずつと少ないが、地金は、逆に計画経済圏は、自由世界へ年間約140千し（全世界の銅地金貿易量の約5%）を輸出している。

大口の流通の動きとしては、日本は地金生産量1,050千しの原料として866千しの銅精鉱を海外から輸入している。日本の銅精鉱の主な輸入先は、1981年ベースでフィリピンが207千しと全輸入量の24%に相当するのをはじめ、カナダ（同じく23%）、アメリカ（14%）、パプアニューギニア（10%）、チリ（6%）、などである。銅精鉱の国際貿易量は、1981年全世界で1,460千しであるが、この内約60%を日本が輸入していることになる。2番目のECが171千しで全体の僅か12%である（Table D-2参照）。

Table D-2 Trade-flow of Copper Concentrate in 1981

From:	(Cu content 1,000 tonnes)						
	To:	USA	Japan	EC	Other free world	Pl. econ. countries	Total exports
Canada		2	198	10	64	3	277
USA			117		17	17	151
Chile/Peru		2	69	5	61	2	139
Oceania		2	123	57	28	3	213
Zambia/Zaire		-	35	-	-	-	35
Other free world countries		56	324	85	160	20	645
Total		62	866	157	330	45	1,460

Source: World Bureau of Metal Statistics (WBMS)

ECの地金生産量は、1981年ベースで886千しである。ECも日本同様、銅原料のソースを多く海外に依存しているが、ブリストアの形態での原料輸入が主体をなしている。

全世界のブリストアの総貿易量784千しのうち、64%に相当する500千しをECが輸入している。ECに次いでブリストア輸入が多い国は日本、アメリカであるが全世界のシェアとしては、それぞれ約10%の82千しと75千しに過ぎない（Table D-3参照）。

地金に関しては、全世界で、1981年の生産量9,655千しの29%（自由世界の36%）に相当する2,810千しが国際取引されている。

Table D-3 Trade-flow of Blister in 1981

(Cu content 1,000 tonnes)

From:	To:	Canada	USA	Japan	EC	Other free world	Pl. econ. countries	Total exports
Canada		-	-	2	8	5	-	15
USA		5	-	2	1	1	-	9
Chile/Peru		1	61	40	96	45	33	276
Oceania		-	3	14	3			20
EC		-	-	-	30	3	2	35
Zambia/Zaire		-	-	-	277	-	-	277
Other free world countries		-	11	24	82	34		151
Planned economy countries					3			3
Total		6	75	82	500	88	35	786

Source: World Bureau of Metal Statistics

地金の輸出国としては、CIPECのオリジナル・メンバーであるチリ、ペルー、ザンビアそしてザイールが1981年で計1,651千tと地金の国際流通量の59%を占めている。

その他の主な地金の輸出国はカナダであり、1981年ベースで252千tと全体の9%に相当する。計画経済圏から自由世界への地金の輸出138千tの90%余りはEC向けである。

ECでは1981年の地金生産1,022千tのうち395千tが、生産国以外に販売されているが、この395千tのうち72%に相当する283千tはEC内の取引である(Table D-4参照)。

銅の国際貿易の推移を見ると、銅精鉱に関しては、1960年初から日本が銅需要の急増に対して製錬所を増強し、フィリピン、パプアニューギニア、ペルーなどでの鉱山開発に協力しつつ、銅精鉱の長期買付契約を行った。

この結果、銅精鉱の世界貿易量が増加するとともに、日本の占有率が増えることになった。

ブリスターと地金に関しては、1930年代、1940年代にザイール、ザンビアで製錬所が建設され、以後、ベルギーを中心としたEC諸国への主要供給源となっている。ザイール、ザンビアの両国は、1950年後半までは、大半をブリスターでECへ輸出していたが、現在は大半を両国内で地金にしており、1981年ベースで、両国のブリスター生産の合計1,040千tの内、69%に相当する715千tを自国で地金としている。

開発途上の産銅国では、付加価値向上と雇用増大のために、鉱石生産からブリスター生

Table D-4 Trade-flow of Refined Copper in 1981

		(1,000 tonnes)						
From:	To:	Canada	USA	Japan	EC	Other free world	Pl. econ. countries	Total exports
Canada		-	84	1	149	18	-	252
USA		7	-	35	5	9	-	56
Chile/Peru		9	179	92	397	247	21	945
Japan		-	5	-	-	28	5	38
Oceania		-	-	6	43	7	-	56
EC		-	8	-	283	73	31	395
Zambia/Zaire		3	63	148	291	184	18	707
Other free world countries		-	5	9	59	41	9	223
Planned economy countries		-	-	1	127	10	-	138
Total		19	344	292	1,454	617	84	2,810

Source: World Bureau of Metal Statistics

産、さらに地金生産へと時代の推移とともに、ダウン・ストリーム指向が強く見られた。しかしながら、1980年以降は、鉱山開発費用、スマルター・リファイナーの建設コストの高騰と公害問題および既存製錬所との国際競争力の観点から新規プロジェクトは、銅精鉱生産までの鉱山開発にとどめ、製錬は既存の製錬所に委託するとか、銅精鉱で販売する方向にある。

たとえば、カナダ、オーストラリア、マレーシアなどの新規の銅山では、スマルター建設は投資コストが大きい割には利益が出ないとして、スマルター建設は中止し、銅精鉱で輸出している。

## II. 国際取引の形態

### 1. 銅精鉱およびプリスター

銅精鉱とプリスターの国際取引は、スポット・ベースも勿論あるが、鉱山開発、または製錬所建設時に、技術協力、融資、あるいは長期売買契約を条件に外部からの融資を受けることが多いため、中期、長期の取引契約が中心である。

銅精鉱もプリスターも、一般的には、支払対象金属の適用相場とその値極め時期を定め、

その価格に品位と実収率を乗じた金額から、製錬費を差し引いたものを支払額とする取引契約が多い。適用相場はLMEが一般的であり、製錬費は大略、世界の代表的製錬所の製錬コストに適宜な利益を加えたものであるが、銅精鉱とブリストアの市況によって変化することがある。特にスポット契約の製錬費の条件は、銅の市況に大きな影響を受ける。

銅精鉱の取引に関し、契約上で取決めるべき項目は次のとおりであり、その内容はかなり特殊である。

Table D-5 A Sample of a Purchasing Contract for Copper Concentrates

<u>Item</u>	<u>Contents</u>
1) Content	To specify the ores to be supplied, the analyzed contents of copper, gold, silver and other metals for which payment shall be made and the contents of arsenic, antimony and other elements which lower the value as well as the moisture content shall be indicated.
2) Quantity	In the case of concentrates, it is impossible to deliver to the buyer an exact contractual quantity. A permissible upper and lower limit of the quantity is therefore fixed.
3) Delivery	The destination, the party who bears the freight and insurance costs and who pays loading and unloading costs as well as dispatch and demurrage shall be specified. Also, the point at which the title and risk is transferred to the buyer shall be clearly defined.
4) Price	The applicable prices of the metals for which payment shall be made and exchange rates, as well as the amounts of R/C (refining charges), T/C (treatment charges) and unit deduction (equivalent to smelting losses) shall be determined. For instance, the payment for copper content in the concentrates is calculated by the following formula:

$$\text{Price of copper concentrates} = (\text{Copper price} - \text{R/C}) \times (\text{Copper content} - \text{Unit deduction}) - \text{T/C}$$

Generally, the price of copper is applied on the LME basis, the unit deduction is 1 to 2 points, and the currency used is cents per pound for R/C and dollars

(次頁へ続く)

per tonne for T/C, although the US dollar is ultimately used in a contract in many cases. If the contents of metals other than copper; for example, gold and silver, are considerable, the yield and R/C of each metal shall be agreed on and the payment shall be made. When such impurities as arsenic, antimony, lead and zinc are contained at more than a certain level, a penalty will be deducted from the price of the concentrates according to the contents of the impurities.

- 5) Quotational period    The period for application of the metal price shall be determined; for example, an monthly average price in the month following the month of shipment.
- 6) Settlement            Payment terms shall be arranged in detail. In particular, the determination methods of weighting and assaying shall be defined clearly. Also, who bears taxes generated by export and import shall be agreed upon.

Source: the Study Team

## 2. 銅地金

銅地金の国際取引は、銅の生産国から消費国への輸出と、銅生産国からロンドン金属取扱所 (London Metal Exchange : LME)、または COMEX (Commodity Exchange Inc. of New York) を利用しての取引、つまり余剰品の清算市場でもある両取引所において取引員を介して売買する現物取引、とがある。

銅の生産国からの輸出の契約形態には、大別すると長期とスポットがある。

### 2. 1 長期契約

CIPEC(注1)を中心とした産銅国からヨーロッパ、アメリカ、日本などの消費国への銅地金の輸出の約80%は1年間の長期契約である。輸入者は消費国の電線、伸銅などの大手の銅需要家で、産銅国の代理商社を介して契約が締結されるのが一般である。銅地金の購入者である加工業者は、銅地金の安定供給と品質の均一化の観点から、長期契約を調達の基本として位置づけている。契約のフレームはほとんど一定しており、価格はLME相場を適用している。1983年の契約内容の事例はTable D-6のとおりである。ここでいう銅地金の長期契約のプレミアムとは基本的にはLME相場に加えられる費用のことである。

---

(注1) 銅輸出国政府間評議会、詳しくはD章D項参照。

Table D-6 Examples of the Framework on Long-term Contracts for 1983

	Zambia	Zaire	Chile	Peru	Canada
Price	IME settlement price	IME settlement	IME settlement	IME settlement	IME settlement
Pricing	Last known £15/T £20/T	Average £10/T	Average £5/T	Average \$30/T	Last known £12/T
Premium	Unknown £15/T	Unknown £8/T	Average £5/T		
Quotational period	Month of shipment or month following the month of shipment at buyer's option	Month prior to or following the month of shipment or the month of shipment at buyer's option	Month following the month of shipment	Month prior to the month of shipment	Month of shipment
Payment	CAD on arrival	CAD 5 days before actual arrival date	CAD 25 days after B/L date	CAD 15 days after B/L date	CAD on arrival
Remarks	Through ZCCM (Zambia Consolidated Copper Mines Ltd. CAD: Cash Against Documents		B/L: Bill of Lading		The case of Noranda Sales, Ltd.

Source: The Study Team

需要家は LME から銅地金を買えば、倉庫料、運送費、ディーラー手数料などの費用が掛かる他、ある倉庫から他の倉庫、または、あるブランドから他にワラントを交換する必要のある時は、買手はスワップ費用を負担する。プレミアムはこれらの諸費用のことである。プレミアム額は値極め方式、すなわち Last Known、Unknown、月平均、並びに売り側の販売政策によって異なる。たとえば、買手はプレミアムは高くなるが、Last Known 方式で有利に買うこともできる。ザイールはプレミアムを低くして販売量を拡大する政策を採っている。

## 2. 2 スポット契約

スポット取引が行われるのは、銅需要家が、臨時的に銅地金の調達が必要が生じた場合や、長期契約では余り享受できない、市況変動による安値買いのメリットを追及する場合である。

これらスポット用の銅地金は、産銅国がスポット用として生産する部分と、ディーラーが既に調達したものをこれに充てる場合とがある。

価格、および支払い等の取引条件は、長期契約とはほぼ同じであるが、売手に若干有利になっている。基本価格に加算されるプレミアムは、長期契約のプレミアムを参考に、スポット取引の契約時の市況によって決定される。

## 3. スクラップ

国際取引されるスクラップは、通常、合金屑か、多くの不純物などを含むものが多い。スクラップの国際的な分類規定はあるが、合金の種類、品質のレベルなど雑多であり、取引価格も銅品位との対応だけでは簡単に算出できない。

契約形態については、スポットが主流を占める。取引価格の基準になるのは、LME または COMEX であるが、スクラップ価格と電気銅相場の乖離は市況による。つまり、基本的にはスクラップ価格は、銅価に対するスクラップ業者の回収コストと購入側の精錬コストとで決まるが、スクラップ市場の需給がタイトになれば、スクラップと電気銅との価格差は小さくなる。

世界の主要なスクラップ輸入国は、

- a. ドイツ連邦共和国・ベルギー — 主としてイギリス、フランスから輸入
- b. 日本・大韓民国 — 主としてアメリカから輸入

である。

### III. 国際協調に関する国際的機関・機構

銅産業の代表的なものとして、CIPEC、UNCTAD、IWCC、INCRA および CIDECA がある。

#### 1. CIPEC

Le Conseil Intergouvernemental des Pays Exportateurs de Cuivre (CIPEC) は、銅輸出国の相互の利益確保を目標とした政府間の組織である。オリジナルの加盟国は、チリ、ペルー、ザイール、ザンビアであったが、1982年時点で正式メンバーとしてインドネシア、そして Associate Member Countries としてオーストラリア、パプアニューギニア、そしてユーゴスラビアが加盟している。

正式メンバーである5カ国の鉱石生産は、1981年ベースで2.5百万t、自由世界の約40%を占めている。さらにCIPEC5カ国の銅の国際貿易に占める位置は、ブリストルで約70%、地金で約60%である。今後、加盟国が増加すれば、この占有率はさらに高くなる。

しかし、CIPECは、OPECに見られるような国際的な独占、価格の設定の影響力はないと見られる。その理由としては、

- a. OPECのアラブ諸国のような共通した民族的、宗教的、言語的基盤がない、
- b. 原油のサウジアラビア、錫のマレーシアに見られるような圧倒的寡占国がない、
- c. 2大消費国であるアメリカ、ソ連は自給可能国であり加盟していない、
- d. メンバー間の銅の生産コストに大きな差があることと、外貨収入に占める銅輸出の比率も異なる。

からである。

CIPECは、結成7年後の1974年に銅価の低迷を阻止するために、銅の輸出の10%削減を実行しようとしたが、実効ある生産調整はできないで終わった。CIPECが銅の輸出割当制を実行するためには数10億ドルの基金が必要であり、それだけの基金がなければ10-15%の輸出削減も不可能である。

CIPECは、他方では銅の需要開発促進のために、ドイツ連邦共和国、日本、イギリス、ブラジル等の消費国の銅開発センターに資金援助をしている。

#### 2. UNCTAD

The United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) は、生産国と消費国の合同協議をする国連の場で、1976年5月にナイロビで開催された第4回 UNCTAD 総会は、開発途上国の実質所得の維持・増大を計り、先進国との経済的不均衡を是正することを目的として、一次産品の実質価格の安定、加工度の向上ならびに市場構造の改善等を図る総合プログラム (Integrated Program for Commodities) を採択した。

銅は対象となる一次産品 18 品目の中の 1 つである。総合プログラムは、共通基金を軸として、国際的在庫取決め、協調的各国備蓄、固定価格取決め、供給管理措置、長期供給、購入保証契約、あるいは補償融資制度など数多くの国際的措置を、各産品の特性ならびに直面する諸問題に照らして、単一あるいはいくつかの組み合わせによって適用することにより、目的を達成しようとするものである。

銅価の国際的安定化のために、銅準備会議、政府間専門家会議を通じて、国際銅緩衝在庫や供給管理措置を研究したが、巨額の基金を必要とする割には、銅価安定の効果は小さいことから、取りあえず、政府レベルの生産・消費者協議会の設置を検討している。

### 3. IWCC

The International Wrought Copper Council (IWCC) は、会員同志の合法的国際協調と利益のために、銅市況についての検討と関連情報、統計データの収集、分析をする組織である。設立は 1953 年で、ヨーロッパの銅加工業者団体が中心メンバーであるが、1982 年時点では、日本、アルゼンチン等 17 カ国がメンバーになっている。

### 4. INCRA と CIDEC

銅需要振興を目的に 1965 年にともに設立された。INCRA (The International Copper Research Association) は、銅の用途拡大の基礎研究、および応用研究、製品開発研究を産業界、研究所、大学などに委託し、その推進を図る研究の管理機構である。

CIDEC (Le Conseil International pour le Développement du Cuivre) は、INCRA の研究結果を産業界に伝え、銅産業の振興に役立てることを目的としている。

## E. 価 格

### I. 価格決定の仕組み

銅の取引の基準に使用される銅価格は、1982年時点でアメリカ、カナダでは生産者価格であるアメリカ P. P. (Producers' Price) と COMEX 相場、またはその折衷価格、そして北アメリカ以外の地域では、LME 相場が一般的である。

歴史的には、鉱石取引の適用価格には、北アメリカ銅生産者の販売価格を集計して月平均を発表していた、いわゆる EMJ 価格(注1)が1960年代後半まで使用されたことや、南アメリカ、アフリカの産銅国が中心になって独自の生産者価格を発表していたこともある。しかし1980年代では、国際間の銅精鉱、ブリストー、地金の取引の中心はLME価格であり、ヨーロッパ、日本などの主要消費国の国内建値も、LME相場を基に算出されている。ニューヨークのCOMEX銅相場は、LMEと相互に影響し合っており、アメリカ、カナダにおいてもいくつかの産銅会社は銅地金取引価格をCOMEX価格にプレミアムを加算したCOMEX based pricingを適用している。

LME、COMEX、およびアメリカ P. P. の詳細については Annex を参照のこと。

### II. 銅価の推移

銅価の推移をLMEとアメリカ P. P. の現物の棒銅 (Copper Wirebar) 相場とを比較しながらみると、両者は1957年以降は比較的同一の歩調で変動している。

1963年までは、大方アメリカ P. P. の方がLME相場より高めであったが、1964年初めからLME相場が世界的銅需要の好転を受けて急騰し続け、1966年4月には、LMEとアメリカ P. P. の差は50セント/ポンドにも開いた。

この時期、アフリカ、カナダの主要銅生産業者のいくつかは、LMEの急騰した相場に追随せず、生産者価格で販売を続けた。LME相場は1970年後半まで、アメリカ P. P. より高めで推移した。ただし、1967年8月から1968年4月までアメリカの産銅労働者ストライキでアメリカ国内建値は一時停止された。

1970年央、LME相場は暴落し、1963年来初めてアメリカ P. P. を下回った。しかし1973年には、世界景気の急成長とLMEへの投機筋からの資金流入により、LME相場は暴騰し、1974年4月には1,400ポンド/l (US \$ 1.38 /ポンド) を記録した。この時アメリカで

---

(注1) アメリカの金属専門誌 Engineering & Mining Journal に掲載された価格。世界の主要産銅会社から報告される毎日の販売量と価格を加重平均していた。

は物価凍結政策がとられており、アメリカ P. P. は 69 セント/ポンドであった。その後、アメリカの物価凍結政策は廃止、一方 LME 相場は急落して、1975 年以降は、再びアメリカ P. P. の方が LME 相場より高めに推進している。COMEX 相場は大體、LME とアメリカ P. P. の中間で推移している。

銅価はその後、1979 年から上伸し、1980 年にはアメリカ P. P. は、史上最高の 1.43 ドル/ポンドを記録するなど高価格水準であったが、世界景気の冷え込みから 1981 年以降以降下降し、1982 年末まで軟調であった。

1965 年以降の LME とアメリカ P. P. の年平均銅価は Table E-1 のとおりであるが、GNP デフレーターで銅価を 1981 年コンスタント価格に置換えてその推移を見ると、LME 相場は 1965 年から 1966 年がピークで以後はむしろ下降線、アメリカ P. P. は、1970 年と 1974 年をピークに 1975 年以降はほぼ横這いである (Fig. E-1 参照)。

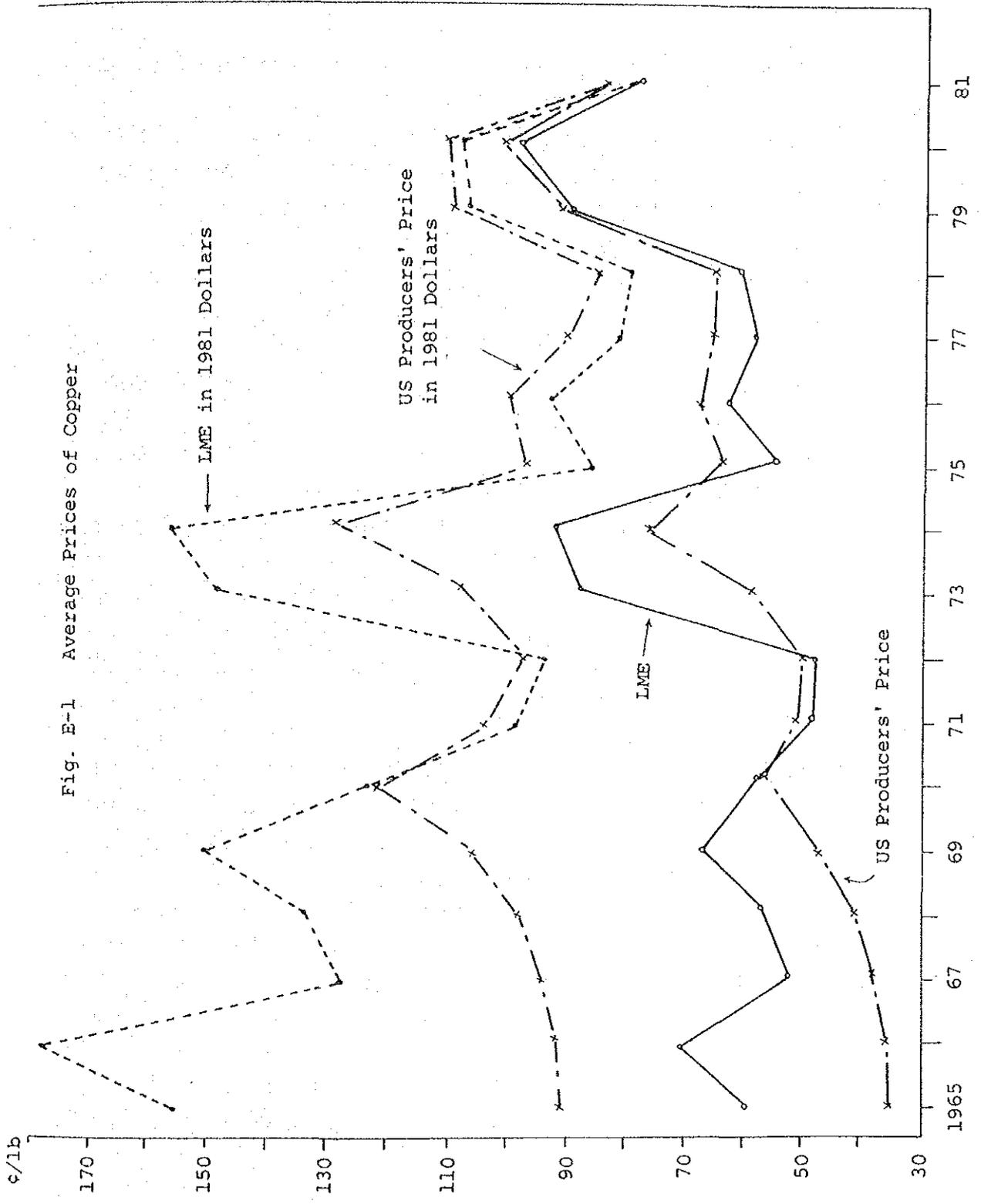
Table E-1 Average Prices of Copper in the LME and the U.S. Producers' price, 1965 - 1981

	LME cash settlement 1) wirebar			US producers' price wirebar	
	L/tonne	¢/lb current dollar	¢/lb 1981 dollar 2)	¢/lb current dollar	¢/lb 1981 dollar
1965	469.88	59.70	155.54	35.02	91.24
66	554.47	70.45	177.80	36.17	91.28
67	417.34	52.38	128.37	38.23	93.69
68	523.98	57.00	133.80	41.85	98.24
69	621.25	67.58	150.83	47.53	106.08
1970	537.90	58.51	123.96	57.70	122.25
71	444.43	49.05	98.98	51.43	103.79
72	427.96	48.53	94.03	50.62	98.09
73	726.82	80.80	148.12	58.87	107.92
74	877.00	92.94	156.64	76.65	129.18
75	556.81	55.89	86.26	63.53	98.05
76	782.40	63.66	93.36	68.82	100.93
77	750.25	59.44	82.37	65.81	91.20
78	710.50	61.78	79.80	65.51	84.61
79	934.08	89.96	107.08	92.33	109.90
1980	941.75	99.26	108.41	101.42	110.77
81	864.61	78.83	78.83	83.74	83.74

Notes : 1) Settlement Price: LME selling price in the morning session

2) Implicit deflator: U.S. Gross National Product; 1972 = 100

Sources: World Bureau of Metal Statistics, and Metals Week



Source: The Study Team

### III. 銅価の決定要因

銅価決定の要因は、銅の需給バランスが基本ではあるものの、世界景気そして銅需要の先を見越した投機資金の動きが大きな影響を与えている。

1950年代の朝鮮動乱時の銅価暴騰に見られたような戦争による要因は、最近では軍事用の銅需要が相対的に小さくなったこともあり、銅価への影響力は少なくなっている。

1981年以降の相場の変動とその要因を分析すると次のとおりである。

#### a. 銅の需給バランスが決定要因となったケース

1981年2月-8月： 世界経済の回復が年後半から期待されて、高品質カソードの供給が極めて少なくなり、プレミアムも\$60-80/しにもなった。

1981年10月-1982年6月： アメリカ経済が極端に落込み、ヨーロッパの先進諸国の経済の回復も望み得ない状況にあった。アメリカの銅鉱山の閉鎖も需給バランスの回復に貢献するというよりは、銅需要の減少を追認するに過ぎない措置として受けとめられた。

#### b. 投機が決定要因となったケース

1981年7月-8月： 銅需要の回復を見越した投機資金が急騰局面を演出した。

1982年6月： 先安と見た投機家が売りを先行させ下ったところで買戻し益を得るといふ悪循環に陥った。

1982年7月-12月： アメリカ金利の低下により、それまでドル通貨買いに集中していた投機的資金が株式、貴金属、商品市場に移動し始め銅相場もその影響を受けた。

#### c. 戦争による影響について

銅相場の変動は従来、国際情勢の悪化、特に戦争が急騰要因となっていたが、1982年のフォークランド、レバノン、イラン・イラクの各戦争にあっても相場はほとんど影響されなかった。アメリカ、ソ連を除いた戦争には物量的に制約があること、局地的であることなどが相場関係者にも認識し尽くされているためといえる。

## F. 銅の需給予測

### I. 既発表の需給予測

銅の需給予測について、各種機関、調査会社、学界権威者などによって短・中・長期の見通しが数多く発表されているが、本節では代表的な長期需要予測の中から、

- a. 世界銀行による銅精鉱・地金の長期需給予測
- b. アメリカの有力予測機関による銅生産能力と需給予測
- c. アメリカ鉱山局による銅需要予測
- d. Malenbaum 教授の需要予測

を比較検討してみる。

各予測値は、予測手法、予測の前提となる経済成長率や景気変動の設定、予測基準年などの相違によって異なっている。Table F-1 および Fig. F-1 に示すように、自由世界における 1985 年および 1990 年の予測値をみると、前者が 8.1 百万 t から 8.6 百万 t、後者が 9.4 百万 t から 9.7 百万 t の間に分布している。また、1980 年から 2000 年までの全世界における銅地金消費の伸び率は年率で、2.3% から 3.6% の範囲に分布している。

#### 1. 世界銀行による長期需要予測

世界銀行の The Commodities and Exports Projections Division は、1982 年に全世界の 1995 年までの需要の予測をしている。予測の手法は、銅地金の主要消費国ないしは地域別に銅地金消費伸び率を設定したもので、日本が年率 3.7% と設定されている以外は、アメリカ 2.4%、EC 2.2% と先進工業国が、全世界の平均伸び率 2.9% より低く設定されている。これに対して、開発途上国の平均伸び率は 4.0% と設定されているのが注目される。

世界銀行予測による自由世界の銅地金消費は 1985 年、1990 年、1995 年でそれぞれ 8.12 百万 t、9.35 百万 t、10.80 百万 t であり、自由世界におけるアメリカ、カナダ、EC、日本の 4 地域の消費割合は、1985 年、1990 年、1995 年でそれぞれ 77%、76.2%、75.2% と若干ではあるが低下していくものと予測している。一方、全世界における銅地金消費量は、1985 年、1990 年、1995 年でそれぞれ 10.69 百万 t、12.36 百万 t、14.27 百万 t であり、全世界に対する自由世界の銅地金消費割合は、それぞれ 75.9%、75.6%、75.6% とほとんど変化がみられないとしている。

供給サイドでは、ほぼ需要の伸びに見合った製錬所の増設を予想しているが、計画経済圏の製錬設備の伸び率は年率 4.0% と、自由主義先進工業国の平均伸び率 2.6% を上回るものとしている。

製錬所の原料となる銅精鉱の生産見通しについては、1970 年代に北アメリカ、アフリカ

Table F-1 Long-term Forecasts for Refined Copper Supply and Demand by Various Organizations

Organization (year of publication)	1985		1990		1995		2000		(1,000 tonnes)				
	Consump- tion	Produc- tion	Consump- tion	Produc- tion	Consump- tion	Produc- tion	Consump- tion	Produc- tion	1981	1985	1990	1995	2000
A) World Bank (1982)													
USA	1,990		2,240		2,520				<-0.5>	<2.4>	<2.4>	<2.4>	
Canada	220		250		280				<-2.3>	<2.6>	<2.3>	<2.3>	
EC	2,470		2,750		3,070				<3.0>	<2.2>	<2.2>	<2.2>	
Japan	1,570		1,880		2,250				<5.8>	<3.7>	<3.7>	<3.7>	
Other free world countries	1,870		2,230		2,680				<1.3>	<3.6>	<3.7>	<3.7>	
Free world total	8,120	8,090	9,350	9,300	10,800	10,740			<2.8>	<2.9>	<2.9>	<2.9>	
Communist bloc*	2,570	-	3,010	-	3,470	-			<3.7>	<3.2>	<2.9>	<2.9>	
World total	10,690	-	12,360	-	14,270	-			<3.0>	<2.9>	<2.9>	<2.9>	
B) A leading forecasting institute (1982)													
USA	2,190		2,690						<1.9>	<4.2>			
Canada	270		330						<2.8>	<4.1>			
Western Europe	3,110		3,470						<3.9>	<2.2>			
Japan	1,490		1,810						<4.4>	<4.0>			
Brazil	230		300						<6.6>	<5.5>			
Other free world countries	970		1,120						<2.5>	<2.9>			
Free world Total	8,260	7,960	9,720	9,460					<3.3>	<3.3>			
C) US Bureau of Mines (1980)													
USA			2,500					3,200		<-2.3>		<-2.5>	
Other world			9,900					14,500		<-3.2>		<-3.9>	
World total			12,400					17,700		<-3.0>		<-3.6>	

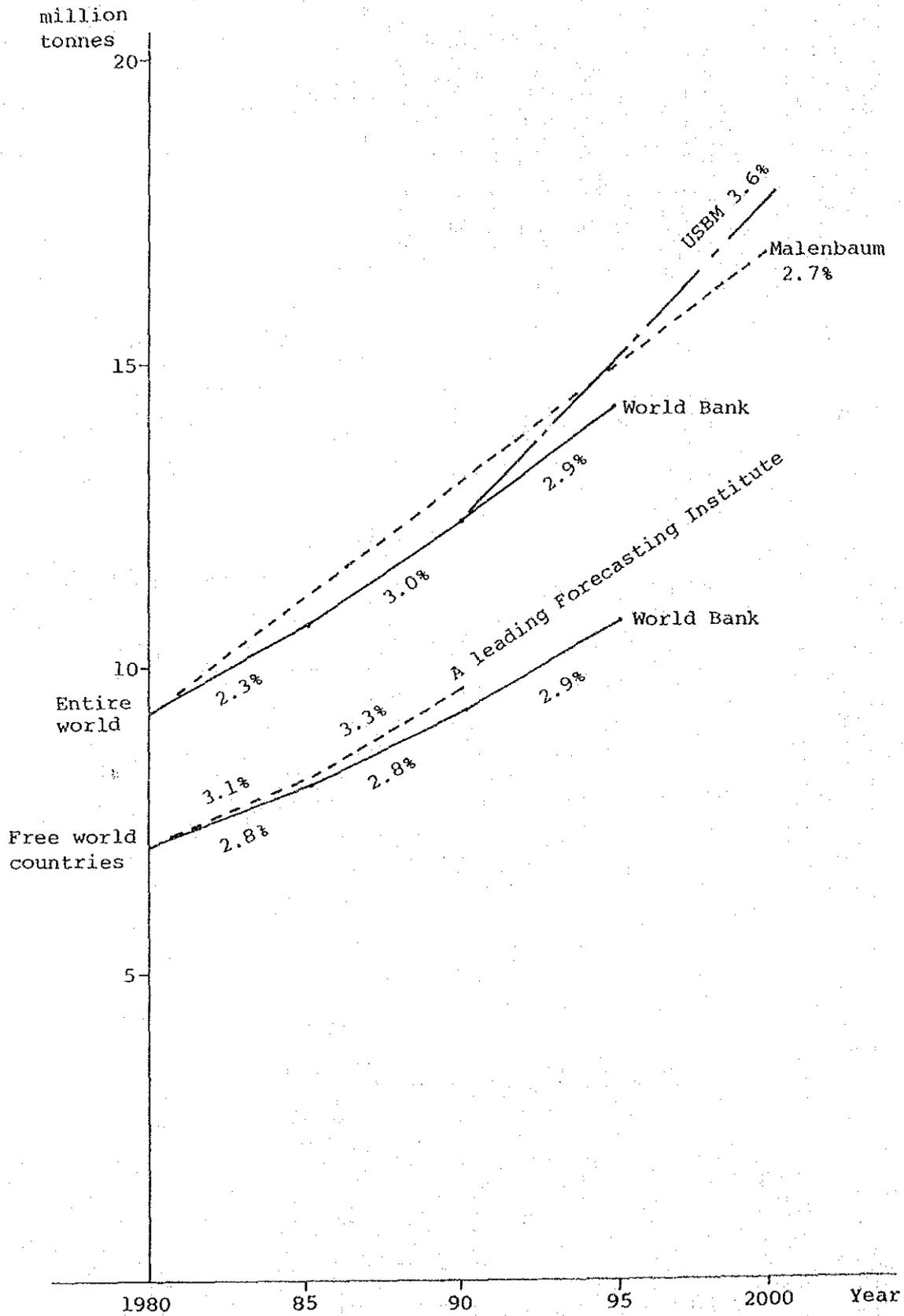
Table F-1 (cont'd.)

Organization (Year of publication)	(1,000 tonnes)				Annual growth rate of Consumption (%)	
	1985 Consump- tion	1990 Consump- tion	1995 Consump- tion	2000 Consump- tion	1981- 1985	1990- 1995
D) Malenbaum (1978)						
USA	2,610			3,202	<6.4>	<-1.4>
Western Europe	3,442			5,231	<6.5>	<-2.8>
Japan	1,358			2,181	<2.0>	<-3.2>
Other free world countries	1,220			1,970	<-1.5>	<-3.2>
Free world total	8,630			12,584	<4.4>	<-2.5>
USSR	1,440			2,088	<2.2>	<-2.5>
Eastern Europe	785			1,199	<9.0>	<-2.9>
China	486			968	<8.9>	<-4.7>
Communist bloc total	2,711			4,255	<5.1>	<-3.1>
World total	11,341			16,839	<4.6>	<-2.7>

\* Communist bloc includes China.

Source: The Study Team

Fig. F-1 Estimated Growth Rate for Copper Consumption



Source: The Study Team

産銅国で一時期減産が見られたものの、1983年以降はザンビアを除いては増産になるとし、傾向として、年間250千しないし310千しの銅精鉱の余剰を予測している。

## 2. アメリカの有力予測機関による銅地金生産能力と需給予測

1982年7月に、アメリカの有力予測機関により1990年までの銅地金の需要・供給予測が実施されているが、その要点は以下のとおりである。

自由世界における銅地金の需要は、1983年以降、アメリカを中心にした景気回復に伴い、年率5%強で増加し、1985年には8.3百万tになろう。しかし、1986年には周期的な世界不況が来るものとして、1980年代後半の自由世界の銅需要の伸びは年率2.7%と低く設定されている結果、1990年の銅需要は9.7百万tになるものと予測している。

一方、自由世界の供給面における予測をみると、故銅からの地金を含めた銅地金生産量は、1985年が8百万t、1990年が9.5百万tになるものと予測されている。

上述の自由世界における、需要・供給予測から需給バランスを比較すると、消費量が生産量を上回る予測となっているが、計画経済圏から自由世界に対し年間160千しないし175千しの銅地金の流出があり、かつ、1982年の世界不況時に自由世界の銅地金在庫は約1.2百万tと需要の2カ月余り相当に達しているところから、自由世界における銅地金不足は1989年までは起きないであろうとしている。

## 3. アメリカ鉱山局による銅需要予測

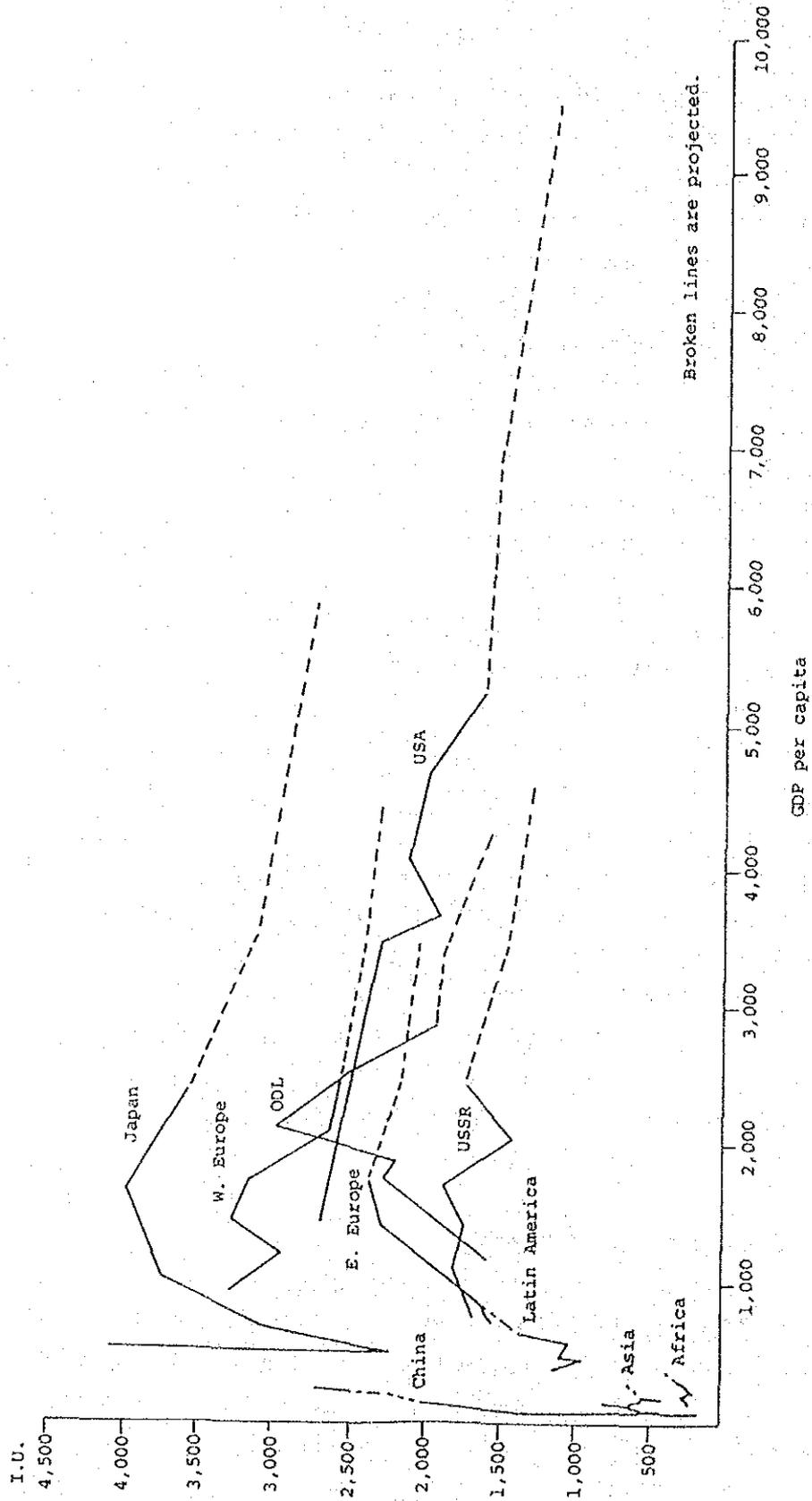
アメリカ内務省鉱山局が発行している Mineral Facts and Problems の1980年版に、アメリカとアメリカ以外の全世界の2000年までの銅地金の需要予測が発表されている。

鉱山局予測では、1978年のデータをベースに、1990年および2000年までの銅地金の消費伸び率をアメリカは年率2.4%、アメリカ以外の国は平均3.9%と設定している。その結果、1990年のアメリカにおける銅地金需要予測は2.5百万tとなり、世界銀行予測の2.24百万tより高めではあるが、アメリカの有力予測機関による予測値2.69百万tよりも低めとなっている。また、1990年における全世界の銅地金需要は12.4百万tであり、世界銀行予測の12.36百万tに極めて近似した値となっている。

## 4. Malenbaum 教授による銅地金需要予測

1978年、アメリカのペンシルバニア大学の Malenbaum 教授はその著書 World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000 において、1985年と2000年の銅地金需要予測を発表した。この中で、Malenbaum 教授は、GDP 10億ドル当りの銅地金消費量を Intensity of Use (I, U.) と定義し、Fig. F-2 に示すように銅地金の主要国ないしは地域ごとに1人当りGDPとI, U. の関係を求めている。一般的に1人当りのGDPが増加するとともにI, U. の値も増加するが、アメリカ、ヨーロッパ、日本などの例にも見られる

Fig. F-2 Refined Copper Intensity-of-Use and GNP per Capita



Source: W. Malenbaum, World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000

ように産業構造が高度化し1人当りGDPがあるレベルに達するとI, U, の値もピークに達し、それ以降はI, U, は下降するという経験的法則が認められる。この経験的法則に則った主要消費国ないし地域のI, U, の見通しと、GDPの成長率予測(注1)をもとに行われた予測は、1985年において自由世界8.63百万し、全世界11.34百万し、2000年において自由世界12.58百万し、全世界16.84百万しとなっている。ちなみに、1985年における自由世界の予測値8.63百万しは世界銀行予測の8.12百万し、アメリカの有力予測機関の予測値は8.26百万しに比べて、最も高い予測値となっている。

## II. 需給予測の見直し

前節において検討した既存の需要予測は、最新のものにおいても作業基準年度が1981年であるため、1981年以降に顕在化した世界同時不況と、それが銅需要に及ぼしつつある影響が十分考慮されているとはいえない。

したがって、以下においては1981年の銅地金需要実績をベースとして、1985年、1990年および2000年の銅地金需要予測の見直しを行う。

(注1) Malenbaum教授が使用した地域別のGDP成長率予測値は次のとおりである。

World GDP: 1951-2000 Annual Growth Rates

Region	1951-75	1975-85	1975-2000
1. W. Europe	4.5	3.3	3.2
2. Japan	9.3	4.2	4.1
3. Other developed countries	4.7	3.4	3.3
4. USSR	5.5	3.6	3.4
5. E. Europe	4.9	3.7	3.5
6. Africa	5.1	3.5	3.4
7. Asia	4.9	3.3	3.2
8. L. America	5.6	3.7	3.6
9. China	4.3	3.5	3.3
10. USA	3.6	3.3	3.2
11. World Total	4.7	3.5	3.3
12. Non-U.S. World Total	5.2	3.5	3.4

Source: W. Malenbaum, World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000

### 1. 需要予測

1965-1970年と1970-1980年におけるアメリカ、EC、日本の銅地金消費とGDPの成長とを比較して、銅地金消費のGDP弾性値を算出すると次のとおりである。

	1965-1970	1970-1980
アメリカ	0.2	0.2
E C	0.5	0.4
日 本	1.2	0.7

産業構造の高度化に伴うGDP弾性値の低下傾向を考慮して、1983年以降の銅消費のGDP弾性値を日本は0.5、計画経済圏を0.6、アメリカ、ECは1970-1980年のそれぞれの実績値0.2と0.4、そしてその他の国は0.8とする。

前提とする1981-1985年と1985-2000年のGDP成長率は、平均年率で次のとおりとする。

	1981-1985	1985-2000 (%)		
		I	II	III
アメリカ	2.7	2.5	3.1	3.7
E C	2.0	2.5	3.1	3.7
日 本	4.7	2.5	3.1	3.7
その他自由世界	3.1	3.1	4.4	4.9
計画経済圏	3.0	2.5	2.9	3.3

ただし、Iは悲観的ケース、IIは普通のケース、IIIは楽観的ケースである。1985-2000年のGDP成長率をそれぞれのケースに設定して、全世界の銅消費量とその成長率を予測すると、Table F-2、Fig. F-3のとおりとなる。見直した予測では、全世界の1990年における銅消費量が約11百万tであり、他の機関の予測値の約12.4百万tと比較して約

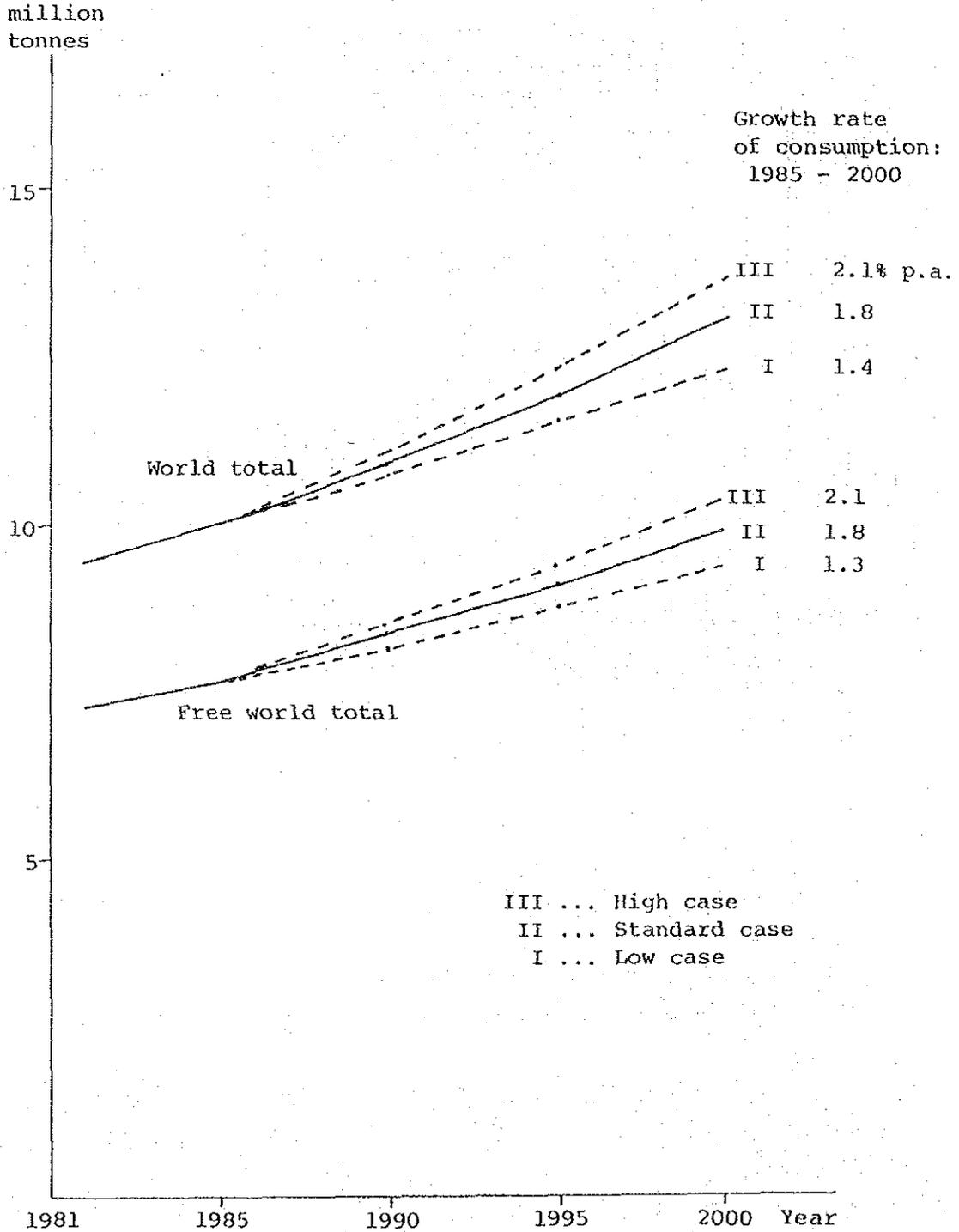
Table F-2 Revised Projection of Demand for Copper

	GNP elasticity		GNP growth rate (%)		Demand for refined copper (1,000 tonnes)					Annual rate of growth (%)		
	1965-70	1970-80	1981-2000	1981-85	1985-2000	1981 (actual figure)	1985	1990	1995	2000	1981-85	1985-2000
USA	0.2	0.2	0.2	2.7	(I) 2.5 (II) 3.1 (III) 3.7	2,033	2,070	2,120	2,180	2,230	0.5	0.5
EC	0.5	0.4	0.4	2.0	2.5	2,192	2,260	2,380	2,500	2,620	0.8	0.1
Japan	1.2	0.7	0.5	4.7	2.5	1,254	1,380	1,470	1,570	1,680	2.4	1.3
Other free world countries	-	-	0.8	3.1	3.1	1,778	1,970	2,230	2,520	2,850	2.5	2.5
Free world total					4.4 4.9	7,257	7,680	8,200	8,770	9,380	1.4	1.3
Planned economy countries			0.6	3.0	2.5	2,223	2,400	2,590	2,790	3,000	1.8	1.5
World total					3.3	9,480	10,080	10,790	11,560	12,380	1.5	1.4
								10,970	11,990	13,100		1.8
								11,130	12,330	13,690		2.1

Note : I: Low case; II: Standard case; III: High case

Source: The Study Team

Fig. F-3 Revised Forecast of Demand for Copper



1.4百万t少なくなっている。見直した予測の全世界の1995年における銅消費量は11.6百万-12.3百万tであり、世界銀行の予測値の14.3百万tと比較して約2百万t、さらに全世界の2000年においては、12.4百万-13.7百万tであり、Malenbaumの予測値の16.8百万tに対しては3百万-4百万tといずれも少なくなっている。この差は、前述のとおり、既存の需要予測は、1981年後半から長期にわたって続いた世界的不況と、それによる銅需要の大幅減退の状況を考慮していないことによる。しかしながら、見直した予測でも仮定した銅消費のGDP弾性値が、将来の他商品との競合、代替関係次第で変化する可能性は十分ある。

## 2. 需給バランス予測

供給に関しては、B章IV節で述べたように、1981-1982年にアメリカ、カナダを中心に銅山のいくつかが閉鎖され、銅精鉱の生産能力が約400千t減少したことから、1985年までに生産開始が予定されている銅プロジェクトが完全に操業開始したとしても、1985年の全世界の名目的な銅精鉱生産能力は9,880千tにしかならないと予想される。1965年以降の鉱山の稼働率は、84-90%で推移しており、平均87%であることから、銅精鉱の供給可能量は、1985年において8,600千t前後になるであろう。

また、1990年の供給量としては、Table B-3に示した銅山プロジェクトの中で、1990年までに生産開始予定のプロジェクトがすべて順調に操業を開始したとしても、1990年における全世界の名目の銅精鉱生産能力は、1981年に比較して約1百万t増の10.5百万tに過ぎず、鉱山の稼働率を87%として、銅精鉱の供給可能量は約9,150千tとなろう。

製錬能力は1982年にカナダなどで完成した新規および拡張設備に加えて、1985年までの新設および拡張計画が予定どおり実現するとすれば、1985年は12百万tとなり、それ以後の能力増加はないものと仮定する。

これらの予測から、1985年の世界の需給バランスを推定すると、銅の予測需要量10,080千tに対して、製錬能力は12百万tであり、供給能力には十分余裕がある。

次に製錬原料面でみると、銅地金生産量の15%をスクラップに依存するとして、銅精鉱の必要量は8,570千tとなる。これに対して、鉱山よりの銅精鉱の供給可能量は、Table F-3に示すように約8,600千tであるので、ほぼバランスするものと予想される。1990年の需給バランスについては、銅地金の予測需要量である10,970千tに対する製錬能力は十分といえるが、銅精鉱需要量9,300千tに対しては、供給可能量9,150千tと銅精鉱の供給不足が生ずるものと見られる。ただし、これはあくまでも、銅地金生産量のスクラップ依存を従来どおりの15%としての結果であり、また、銅精鉱の供給不足が見込まれれば既存鉱山の稼働率アップや、拡張計画の早期実行などが実施されることは十分考えられる。

2000年の需要は13.1百万tと予測されるが、供給の見通しは1986年以降に生ずる可能性のある銅精鉱の不足や、製錬所の稼働率次第で、鉱山、製錬所の生産増加のための新規

Table F-3 Supply-Demand Balance

	(1,000 tonnes)		
	Actual 1981	Forecast 1985 1990	
Mine capacity	9,580	9,880	10,500
Capacity utilization rate	87%	87%	87%
Concentrate availability	8,333	8,595	9,150
Demand forecast	9,480	10,080	10,970
Required smelter production (85% of demand)	8,316	8,570	9,300
Concentrate-smelter balance		25	-150
Refined copper capacity	10,880	12,000	12,000
Refined copper production	9,655	10,080	10,970

Source: The Study Team

投資がどの程度進展するかによって、大きく変化するので予測が困難である。ただし、基調としては、供給不足であると判断される。

### 3. 銅価の長期的見通し

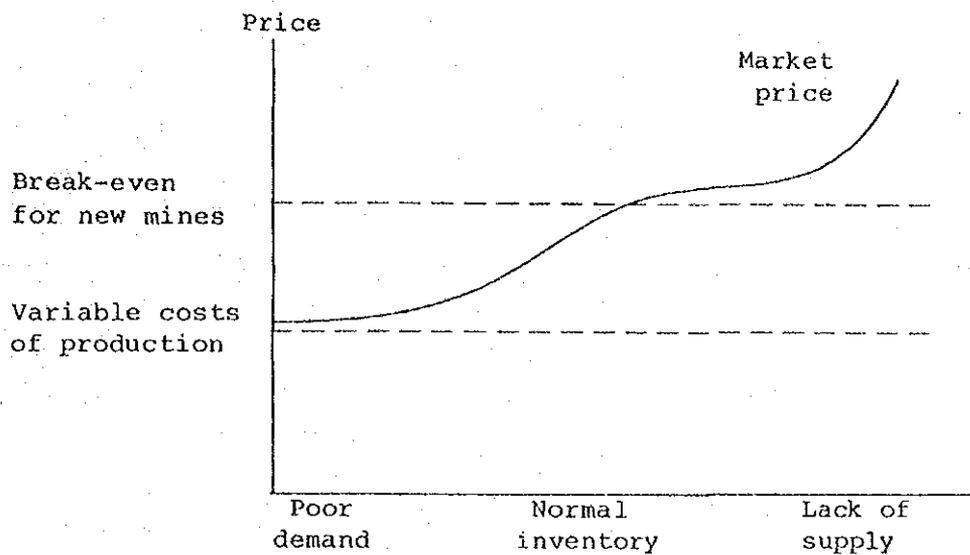
銅における在庫、需給と市場価格の因果関係をみると、Fig. F-4に示すように銅の在庫が適正水準である限り、銅の価格は銅の需要増加につれて既存銅山の拡張、または、新規銅山開発のための損益均衡価格に接近する。

また供給が不足すれば、市場価格は損益均衡価格のレベルを突き抜けて上昇する。

各鉱山会社の年次報告書や、新規プロジェクトに関する報告書によれば、1983年以降に開発される大型銅山の損益均衡価格は、1981年ドル・ベースで、大方1.10-1.30ドル/ポンド、また、既存の鉱山の拡張プロジェクトでも1.00-1.10ドル/ポンドの範囲にある。

前項における予測見直しの結果、1990年までのタイム・スパンでは供給不足が予想されていることを考慮すると、銅価は短期的な乱高下の変動を繰り返しながらも、平均価格として、1990年までに1.10ドル/ポンド（1981年価格）には達するであろう。

Fig. F-4 Market Price Curve



Source: The Study Team

## G. カラジャス産品の輸出可能性

### I. 銅精鉱

世界市場において、1986年以降銅精鉱の供給不足が予測されることを念頭におき、カラジャス地域の銅山開発プロジェクトでは、まず第1に、現在輸入にかなり依存しているブラジル国内需要の安定的充足のための企業化調査をなるべく早く実施すべきであろう。すなわちブラジルは、先進工業国に比較して高い銅需要の伸びが見込まれているのに、1981年においても約180千tの銅地金消費量に対して、銅精鉱生産は僅かに8千tである。中・長期的には、カラジャス地域において現在までに採鉱され、確認されている鉱床、およびそれ以外の可能性の高い地域での探査を強化することによって有望な鉱床が把握されるならば、銅精鉱はブラジルの有力な輸出産品となり得るものと思われる。つまり、輸出市場への参入には需給バランスの供給不足が予測されることが望ましいが、銅精鉱の場合はコスト競争力が、有力輸出国と対抗し得ることが必要な条件である。したがって、銅精鉱のコスト競争力の高いチリ、カナダ、フィリピン、パプアニューギニアなどの銅山と匹敵し得る規模と品位の銅鉱床が、カラジャス地域に存在するのか調査することが重要である。

具体的な開発計画については、世界各地に前述の新規銅山プロジェクトの他にも探査中のものや、ペルーのAntamina、Toromócho、Michiquillai、パナマのPetaquilla、パプアニューギニアのFreida、ザイールのTenke-Fungurumeなど埋蔵鉱量は把握されているが、開発が具体化していないものも数多くあるので、開発時期や他のプロジェクトとの競合関係には十分留意する必要がある。

### II. 銅地金

銅精鉱の生産能力と異なり、全世界の銅製錬能力は先にみたとおり、1981年においても10,880千t、1985年の予測生産能力は約12百万tと供給能力には十分余裕があり、1990年の全世界における銅地金の予測需要量である10,970千tも供給可能と見込まれる。

さらに、将来に銅地金の需要の急増があるとしても、懐妊期間が長い銅山開発に比べ、銅製錬所の建設期間は短く、また既存設備の簡単な補強などでの増産は比較的容易である。しかし、需給バランスの供給不足が予測されなくとも、銅地金の場合も、コスト競争力さえあれば有力輸出国との対抗は可能である。

しかしながら、銅地金市場で最もコスト競争力のある既存の製錬所とのコスト競争力を比較する場合、新規建設コストの負担差に加えて、硫酸などの回収副産物の市場の有無が競争力の差につながってくる。また銅製錬は生産設備に掛かる費用の大きな装置産業であ

りながら、銅地金の生産コストに占める原料代（銅精鉱までのコスト）が約70%と、銅製錬の付加価値は比較的低い。したがって、銅地金に関しては、現在輸入にかなり依存しているブラジル国内需要の安定的充足を図るための銅製錬所建設の企業化調査を実施するにとどめ、銅地金の輸出可能性については、将来の世界の銅地金需要関係を見極めた上で、しかるべき時期に、最もコスト競争力のある国の銅地金生産条件を基準として対抗し得るか検討することが重要である。

Appendix Table 1 Net Producing Costs of Major Copper Mines, 1981

(cents per pound)		
Country	Mine	Company
1) less than 70 cents		
Mexico	Cananea	Minera de Cananea
Chile	Chuquicamata	Codelco
Canada	Brenda	Brenda Mines
	Kidd Creek	Kidd Creek Mine
Peru	Toquepala	SPCC
South Africa	Palabora	Palabora Mining
PNG	Bougainville	Bougainville Copper
Indonesia	Ertzberg	Freeport Indonesia
Philippines	Dizon	Benguet
	Santo Tomas	Philex Mining
2) 71 to 80 cents		
Philippines	Toledo	Atlas Consolidated
	Sipalay	Marinduque Mining
USA	Magma	Newmont
Canada	Copper Cliff	Inco
	Ruttan	Sherritt Gordon
	Lornex	Lornex Mining
3) 81 to 90 cents		
South Africa	O'okiep	O'okiep Copper
USA	Morenci	Phelps Dodge
	Cyprus Bagdad	Cyprus Mine
	Bingham	Kennecott
	Eisenhower	Asarco
Philippines	Tapian	Marcopper
Zambia	Nchanga	ACCM
Australia	Mount Isa	MIM
4) more than 90 cents		
Canada	Granduc	Esso Minerals
USA	Twin Butte	Anamax
	Butte	Anaconda
	Sierrita	Duval
Australia	Queenstown	Mount Lyell
India	Chandmari	Hindustan

Source: The Study Team

Appendix Table 2 Mine Production of Copper

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	
(1,000 tonnes)																		
Europe																		
Belgium	0.3	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
France	1.1	1.3	1.2	1.4	1.6	1.5	1.5	1.3	1.4	1.7	2.0	1.6	1.2	0.8	0.8	0.9	1.3	1.4
Germany, FR	1.7	2.2	2.5	2.5	2.5	2.3	1.5	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	0.7	0.5	0.5	0.6	0.8	0.8
Italy									0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.2		0.2	0.2	0.7
UK																		
Finland	29.8	26.4	28.8	30.0	33.1	30.9	28.5	34.8	38.2	36.7	38.8	41.7	46.7	46.8	41.1	36.8	38.2	38.2
Yugoslavia	62.6	58.5	63.2	70.5	90.6	98.0	107.3	123.9	111.8	112.1	114.9	120.1	116.2	123.3	111.4	116.8	111.0	111.0
Others	54.0	55.0	55.9	64.3	78.1	80.1	113.9	110.6	141.2	129.8	138.0	135.4	132.5	128.0	126.4	128.7	142.4	142.4
Total	149.5	144.0	152.2	169.2	206.3	213.1	253.0	272.1	294.4	282.1	295.5	300.7	298.3	293.7	280.4	284.5	294.6	294.6
Africa																		
South Africa	60.5	124.7	127.5	125.6	127.1	149.2	157.5	161.9	175.8	179.1	178.9	196.9	205.4	209.3	203.2	211.9	210.6	210.6
Zaire	288.6	316.9	320.5	326.0	364.1	387.1	407.0	437.3	468.6	493.7	494.8	444.4	481.5	423.8	395.8	459.7	504.6	504.6
Zambia	695.7	623.4	663.0	684.9	719.5	684.1	651.4	717.1	705.6	698.0	676.9	708.9	656.0	643.0	588.3	595.8	587.4	587.4
Others	77.1	75.7	70.0	68.3	67.1	66.3	75.4	83.9	108.8	111.7	108.2	126.5	115.0	95.8	95.8	90.5	94.7	94.7
Total	1,121.9	1,140.7	1,181.0	1,204.8	1,277.8	1,296.7	1,291.3	1,400.2	1,479.8	1,488.5	1,458.8	1,476.7	1,458.0	1,371.9	1,287.1	1,357.9	1,397.5	1,397.5
Asia																		
Japan	107.1	111.7	117.8	119.9	120.3	119.5	121.0	111.9	91.3	82.1	85.0	81.6	81.4	72.0	59.1	52.6	51.5	51.5
Korea, Rep. of	1.4	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.2	2.3	2.7	2.8	1.7	0.7	0.4	0.9	1.1	1.1
Taiwan	1.6	2.0	2.2	2.2	2.3	2.3	3.8	2.5	2.4	2.5	1.9	2.0	2.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5
Philippines	62.7	73.8	86.2	110.3	131.4	162.7	197.4	213.7	221.2	225.5	225.8	238.1	272.8	263.4	298.3	304.5	302.3	302.3
Others	77.3	74.6	73.7	70.2	73.0	72.4	66.2	66.6	118.4	160.8	147.2	165.6	158.1	149.4	147.5	136.4	148.3	148.3
Total	250.1	263.7	281.7	304.4	328.8	358.9	390.2	396.5	435.5	473.7	462.6	490.1	507.1	486.3	505.9	494.9	503.7	503.7
America																		
Canada	460.7	459.1	556.4	574.5	520.0	610.3	654.5	708.9	823.9	821.4	733.8	730.9	759.4	659.4	636.4	716.4	718.1	718.1
USA	1,226.3	1,296.5	865.5	1,092.8	1,401.2	1,560.0	1,380.9	1,430.3	1,558.5	1,488.4	1,282.2	1,456.6	1,364.4	1,357.6	1,483.6	1,181.1	1,538.2	1,538.2
Brazil									4.2	3.5	1.7					1.4	7.6	7.6
Chile	585.3	636.7	660.2	656.9	688.1	685.6	708.3	716.8	735.4	902.1	828.3	1,005.2	1,056.2	1,035.5	1,061.0	1,067.7	1,080.8	1,080.8
Mexico	55.2	56.5	56.0	61.1	66.2	61.0	63.2	78.1	80.5	82.7	78.2	89.0	89.7	87.2	107.1	175.4	230.2	230.2
Peru	180.3	200.0	192.7	212.5	198.8	212.1	213.0	230.0	202.7	211.6	189.2	219.4	329.4	376.4	397.2	366.8	327.6	327.6
Others	28.8	28.8	28.5	29.6	22.1	24.8	26.6	20.6	13.3	15.9	13.5	14.7	7.9	7.2	6.7	5.5	4.7	4.7
Total	2,536.6	2,677.6	2,359.3	2,627.4	2,896.4	3,153.8	3,046.5	3,244.6	3,418.5	3,485.5	3,126.9	3,515.8	3,607.0	3,523.3	3,652.0	3,514.3	3,907.2	3,907.2
Oceania																		
Australia	91.8	111.3	91.8	109.6	131.1	157.8	177.3	180.5	220.3	251.3	219.0	214.4	221.6	222.1	237.6	243.5	225.9	225.9
Papua New Guinea																		
Free world total	4,149.9	4,337.3	4,066.0	4,415.4	4,840.4	5,170.3	5,158.3	5,617.9	6,031.4	6,165.2	5,735.5	6,174.2	6,274.3	6,101.9	6,133.8	6,041.9	6,494.3	6,494.3
Planned economy countries																		
USSR	750.0	800.0	825.0	850.0	875.0	925.0	990.0	1,050.0	1,060.0	1,060.0	1,100.0	1,130.0	1,100.0	1,140.0	1,130.0	1,130.0	1,140.0	1,140.0
Poland	15.1	16.1	17.3	25.7	48.3	83.0	122.0	150.0	152.0	185.0	230.0	267.0	282.0	312.0	340.0	343.0	308.0	308.0
Others	152.2	163.5	175.7	187.2	190.1	200.5	205.8	216.0	258.4	272.5	292.5	314.0	291.6	301.6	321.2	349.1	383.7	383.7
Total	917.3	979.6	1,018.0	1,062.9	1,113.4	1,208.5	1,317.8	1,416.0	1,470.4	1,517.5	1,622.5	1,711.0	1,673.6	1,753.6	1,791.2	1,822.1	1,831.7	1,831.7
World total	5,067.2	5,316.9	5,084.0	5,478.3	5,953.8	6,378.8	6,476.1	7,033.9	7,501.8	7,682.7	7,357.8	7,885.2	7,947.9	7,855.5	7,925.0	7,864.0	8,326.0	8,326.0

Note : - indicates the amount which is negligible.

Sources: Metallgesellschaft, and World Bureau of Metal Statistics

Appendix Table 3 Production of Refined Copper

(1,000 tonnes)

	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
<b>Europe</b>	300.0	293.0	305.0	330.0	286.7	337.6	312.8	314.2	367.5	378.7	331.6	425.0	464.7	388.6	368.8	373.7	428.5
Belgium	41.1	42.7	37.0	36.5	37.0	33.5	29.3	30.0	33.1	43.8	39.6	39.2	45.0	41.3	45.3	46.5	46.4
France	342.4	352.3	355.7	407.4	402.1	405.8	400.1	398.5	406.7	423.6	422.2	446.6	440.2	404.5	382.5	373.8	387.3
Germany, FR	12.7	16.9	17.5	18.0	16.5	13.7	9.5	8.0	17.0	21.7	22.2	26.8	20.0	17.5	15.6	12.2	23.7
Italy	227.6	179.8	169.3	197.7	198.2	206.2	187.6	180.7	170.8	160.1	151.5	137.2	122.2	125.6	121.7	161.3	136.2
UK	30.5	31.9	34.2	35.9	33.9	34.0	32.3	38.4	42.9	38.3	35.8	38.2	42.8	42.7	43.0	40.5	33.8
Finland	56.4	62.9	66.2	70.1	82.0	89.3	92.6	130.0	137.5	150.0	137.9	136.5	143.5	150.8	137.5	131.3	132.6
Yugoslavia	146.3	149.9	155.0	166.2	172.9	186.6	176.0	193.4	205.6	238.5	236.2	252.0	277.6	262.0	260.5	283.0	284.1
Others	1,157.0	1,129.4	1,139.9	1,261.8	1,229.3	1,308.7	1,240.2	1,293.2	1,381.1	1,454.7	1,377.0	1,501.5	1,556.0	1,433.0	1,374.9	1,422.3	1,472.6
<b>Total</b>	16.0	13.9	15.2	62.6	61.2	75.3	79.2	79.3	88.3	85.7	87.9	95.6	145.9	152.5	152.3	147.9	144.8
<b>Africa</b>	151.5	157.6	160.8	166.0	183.5	189.6	207.8	216.2	230.2	254.5	225.9	66.0	98.7	102.8	144.2	151.3	151.3
Zaire	522.3	493.7	535.1	550.7	603.2	580.7	534.3	615.2	638.5	676.9	629.2	694.9	649.0	627.7	563.6	607.1	564.0
Zambia	16.0	16.2	18.8	20.9	22.8	22.5	25.3	32.0	27.0	26.0	29.0	25.5	14.0	13.2	10.4	9.1	18.5
Others	705.8	681.4	729.9	800.2	870.7	868.1	845.6	942.7	984.0	1,043.1	972.0	882.0	907.6	896.2	829.5	908.3	878.6
<b>Total</b>	365.7	404.8	470.0	548.4	629.2	705.3	713.3	810.1	950.8	996.0	818.9	864.4	933.7	959.1	983.7	1,014.3	1,050.1
<b>Asia</b>	20.1	25.6	23.8	25.7	31.3	33.3	35.9	37.3	33.7	48.4	57.7	73.4	61.1	38.2	44.6	43.0	46.5
Japan	385.8	430.4	493.8	574.1	660.5	738.6	749.2	847.4	1,000.3	1,066.7	904.6	979.2	1,049.2	1,074.2	1,119.6	1,155.8	1,262.8
Korea, Rep. of								9.2	12.4	20.9	29.7	42.9	62.4	76.0	79.0	113.0	113.0
Taiwan								6.6	9.9	7.1	11.7	11.5	14.5	15.5	19.5	53.2	53.2
Philippines																	
Others																	
<b>Total</b>	393.8	392.8	453.5	475.8	407.5	492.7	477.5	495.9	497.6	559.1	529.2	510.5	508.8	446.2	397.3	505.2	476.7
<b>America</b>	1,942.1	1,980.7	1,984.9	1,668.3	2,009.3	2,034.5	1,780.3	1,988.5	2,098.0	1,940.1	1,610.2	1,715.0	1,677.0	1,832.0	1,975.8	1,886.0	1,984.1
Canada	3.0	3.0	7.8	11.5	13.7	18.6	23.1	26.8	29.7	37.3	28.8	31.1	28.6	25.9	33.9	38.9	26.9
USA	288.8	357.2	386.4	393.6	452.9	465.1	467.8	461.4	414.8	538.1	535.2	632.0	676.0	749.1	781.8	810.7	775.6
Brazil	46.4	47.5	47.1	51.5	57.0	53.7	59.7	63.8	61.9	73.1	69.8	83.3	79.0	83.0	100.8	102.4	68.0
Chile	40.5	36.2	35.8	38.5	34.5	36.2	32.6	39.2	39.0	39.0	71.6	140.1	188.1	185.4	230.3	230.6	209.1
Mexico	3.0	3.0	2.5	4.7	2.4	4.6	5.1	4.8									
Peru	2,714.6	2,817.4	2,315.5	2,639.2	2,974.9	3,100.4	2,841.0	3,075.6	3,141.0	3,186.7	2,844.8	3,112.0	3,157.5	3,321.7	3,519.9	3,373.8	3,540.4
Others																	
<b>Total</b>	92.8	115.4	96.9	120.8	138.6	145.5	163.1	173.8	178.4	194.5	192.0	188.8	183.1	178.9	171.4	181.4	192.1
<b>Oceania</b>																	
Australia																	
Papua New Guinea																	
<b>Free world total</b>	5,056.0	5,174.0	4,776.0	5,396.1	5,874.0	6,159.7	5,840.1	6,332.7	6,684.8	6,945.7	6,290.4	6,663.5	6,853.4	6,904.0	7,015.3	7,041.6	7,346.5
<b>Planned economy countries</b>																	
USSR	875.0	930.0	960.0	990.0	1,020.0	1,075.0	1,150.0	1,225.0	1,300.0	1,350.0	1,420.0	1,460.0	1,440.0	1,460.0	1,480.0	1,450.0	1,460.0
Poland	37.4	39.8	42.2	43.6	54.7	72.2	92.7	155.2	156.4	194.5	248.6	270.1	306.6	332.0	335.8	357.3	327.1
Others	207.1	213.8	221.7	230.2	243.0	276.5	281.0	305.6	380.3	413.6	437.3	461.1	484.4	516.6	515.1	514.7	520.9
<b>Total</b>	1,119.5	1,183.6	1,223.9	1,263.8	1,317.7	1,406.4	1,523.7	1,685.8	1,836.7	1,958.1	2,105.9	2,191.2	2,231.0	2,308.6	2,330.9	2,322.0	2,308.0
<b>World total</b>	6,175.5	6,357.6	5,999.9	6,659.9	7,191.7	7,564.1	7,363.8	8,018.5	8,521.5	8,903.8	8,396.3	8,854.7	9,084.4	9,212.6	9,346.2	9,363.6	9,654.5

Note: - indicates the amount which is negligible.

Sources: Metallgesellschaft, and World Bureau of Metal Statistics

## Annex：銅の国際相場

### (A) L M E

18世紀末のイギリスは、産業革命により経済が急速に拡大し、銅をチリなどから輸入するようになった。原料輸入に携るブローカーは、価格変動リスクを避けるため、船舶到着時に合わせた価格を設定して商取引を行った。

その後、取引は拡大し1877年に The London Metal Exchange Company (LME) が設立された。

2回の世界大戦の一時期に LME は閉鎖されたが、戦後、経済の復興とともに、LME の取引も国際化し、LME メンバーもアメリカ、カナダ、フランス、ドイツ連邦共和国、オランダ、日本などの企業（産銅会社、銅加工業者、商社）が出資するメンバーが過半数を占めるようになった（Annex Table A-1 参照）。また、LME 倉庫も、1963年にイギリス以外で初めてロッテルダムに設置され、その後ヨーロッパ各地に開設され、19カ所におよんでいる（LME 指定倉庫所在地は Annex Table A-2 参照）。

規格は、高品質電気銅、掉銅、標準電気銅であり、詳しくは、標準銅契約書に規定されている。

LME の取引は、LME メンバーにより、午前と午後に2回ずつ行われる。現物そのものの取引は、Annex Table A-3 で判るように取引全体の一部に過ぎない。取引全体のほとんどは、ヘッジ(注1)、もしくは投機によるものであり、LME の機能は次により言い表わされる。

- 1) ヘッジ市場である。
- 2) 余剰生産分の清算市場である。
- 3) 取引所外の膨大な国際取引の価格決定機関である。
- 4) 投機市場である。

### (B) アメリカ生産者価格 (Producers' Price)

世界の多くの銅取引が LME 相場を利用している中であって、北アメリカ大陸での銅地金の取引の多くは、アメリカ生産者価格 (P. P.) によって行われる。

アメリカ P. P. の特徴は、産銅者のコストが勘案されていることにあったが、アメリカ P. P. が、COMEX や LME 価格より割高である期間が長く続いた 1979 年に、COMEX 相場スライド制に移行し、COMEX 当月限価格にプレミアムを加算した価格となった。ただし、アメリカの一部の産銅会社は、Blended Price と称する、アメリカ P. P. と COMEX 相場を折半した価格で販売している。

---

(注1) 相場変動による損失を回避するため、先物市場を利用して売りつなぎ、買いつなぎをする行為。

Annex Table A-1 The LME Members

1. Billiton Enthoven Metals Ltd.	(Netherlands)
2. Amalgamated Metal Trading Ltd.	(Germany, Fed. Rep.)
3. Rudolf Wolff & Co., Ltd.	(Canada)
4. Lonconex Ltd.	(USA)
5. Cerro Metals Ltd.	(USA)
6. Triland Metals Ltd.	(Japan)
7. Anglo Chemical Metals Ltd.	(USA)
8. J. H. Rayner Ltd.	(UK)
9. Metallgesellschaft Ltd.	(Germany, Fed. Rep.)
10. Leopold Lazarus Ltd.	(Switzerland)
11. Ametalco Trading Ltd.	(USA)
12. Maclaine Watson & Co., Ltd.	(USA)
13. Sogemin Metals Ltd.	(Belgium)
14. Henry Bath & Sons Ltd.	(Australia)
15. Intsel (Brokers) Ltd.	(France)
16. Mocatta Commercial Ltd.	(UK)
17. Boustead Danis Ltd.	(UK)
18. Entores Ltd.	(France)
19. Gerald Metals Ltd.	(USA)
20. Metdist Ltd.	(UK)
21. Philipp & Lion	(UK)
22. Acli Metals (London) Ltd.	(USA)
23. Holco Trading Co., Ltd.	(UK)
24. Gill & Duffus Ltd.	(UK)
25. Wilson, Smithett & Cope Ltd.	(UK)
26. Cominco Ltd.	(Canada)
27. Sharps Pixley Ltd.	(UK)
28. Johnson Matthey Commodities Ltd.	(UK)

Nationality of the main shareholders is indicated in parentheses.

Annex Table A-2 Location of LME-designated Warehouses

UK	: London, Birmingham, Liverpool, Manchester, Hull, Goole, Newcastle-Upon-Tyne, Glasgow, Avonmouth, Swansea, Flushing
Netherlands	: Rotterdam, Amsterdam
Belgium	: Antwerp
Germany, Fed. Rep.:	Hamburg, Bremen
Sweden	: Gothenburg
Italy	: Genoa, Trieste

Annex Table A-3 Proportion of Physical Trading Handled by the LME

	Total transactions (A)	Annual arrivals/deliveries (physical trading) (B)			B/Ax100
		(tonnes)			
		Arrivals*	Deliveries*	Total	
1971	2,888,000	154,575	131,900	420,400	14.56
		89,700	44,225		
1972	2,509,750	133,600	98,300	329,700	13.14
		52,625	45,175		
1973	4,646,125	115,125	209,375	460,975	9.86
		41,250	95,225		
1974	3,171,025	215,725	143,475	520,775	16.42
		90,200	71,375		
1975	3,500,025	404,150	95,125	700,575	20.02
		131,675	69,625		
1976	5,067,400	217,775	123,275	515,850	10.18
		93,400	81,400		
1977	4,325,475	126,425	115,750	366,300	8.47
		75,575	48,550		
1978	5,270,625	73,200	281,750	502,875	9.54
		44,475	103,450		
1979	5,722,600	25,925	233,225	348,550	6.09
		24,775	64,625		
1980	5,811,825	74,475	69,100	215,250	3.70
		31,200	40,475		

\* Upper figures are wirebars; lower figures, cathodes.

Source: Japan Metal Center

### (C) COMEX

#### 1. COMEX の歴史

COMEX (Commodity Exchange Inc. of New York) は、1933年に設立され、当初は生ゴム、銅、錫、原皮、生糸を取扱っていたが、翌年には亜鉛と鉛とが加えられた。1941年には、戦争のために取引の大部分が中止され、再開は1946年まで待たねばならなかった。1947年に銅、ゴム、亜鉛が復帰、1950年には錫と鉛とが加わった。しかし朝鮮戦争のため、再びこれらの取引が中止され、銅が再開されたのは1953年であった。以来13品目の商取引が行われたが、結局1982年の時点で取引が行われているのは、銅、銀、金である。

## 2. COMEX 取引の実態

銅の取引は、「標準契約書」に従って行われている。この「標準契約書」に基づく現物の取引は、実際に買った現物の引渡し場所が買手のオプションでないことから不便なものになっている。したがって COMEX の取引の中でその主たる目的は、ヘッジ、COMEX と LME との値差を利用したヨーロッパ間のさや取り売買 (Arbitrage)、余剰生産物の清算 (すなわち COMEX 倉庫への搬入)、そして投機であり、LME の機能とほぼ同じであると言える。

## BIBLIOGRAPHY

1. World Metal Statistics, monthly, World Bureau of Metal Statistics
2. Metal Statistics 1970-1980, Metallgesellschaft AG., 1981
3. Metal Statistics 1982, American Metal Market, 1982
4. Metals Week, weekly, McGraw-Hill
5. Metal Bulletin, Metal Bulletin P.L.C.
6. Raymond F. Mikesell, The World Copper Industry; Resources for the Future, 1979
7. The U.S. Bureau of Mines, Mineral Facts and Problems, 1980
8. The U.S. Bureau of Mines, The U.S. Copper Industry, 1981
9. Eight Mineral Cartels, Metals Week, 1975
10. Shigen Tokei Geppo (Monthly Statistics of Resources), Research and Statistics Department, Minister's Secretariat, Ministry of International Trade and Industry
11. Hugh Douglas, The Impact of Fiber Optics on the World Copper Wire Telecommunications Markets, Hugh Douglas and Co., 1982
12. Engineering and Mining Journal, International Dictionary of Mining, McGraw-Hill, 1982
13. International Minerals and Metals Review, McGraw-Hill, 1982
14. Lotte Muller-Ohlsen, Non-Ferrous Metals: Their Role in Industrial Development, Woodhead-Faulkner, 1982
15. The World Copper Industry — Survey, Analysis, and Outlook, Australian Mineral Economics Pty. Ltd., 1979
16. Lewis, F.M., Mining Engineering, 1978
17. Traulsen, H.R., et al., Copper Smelting — An Overview
18. Malenbaum, W., World Demand for Raw Materials in 1985 and 2000
19. The World Bank, The Outlook for Primary Commodities
20. The Bank of Japan, Foreign Economic Statistics Annual



〔 6 〕 錫



## [6] 錫

### 目 次

A. 概 要 .....	[6] - 1
I. 錫の特性と用途 .....	[6] - 1
II. 錫資源 .....	[6] - 2
1. 錫鉱床 .....	[6] - 2
2. 埋蔵量 .....	[6] - 2
III. 採鉱、選鉱 .....	[6] - 2
1. 採 鉱 .....	[6] - 2
1. 1 グラバルポンプ採掘法 .....	[6] - 4
1. 2 ドレッジ採掘法 .....	[6] - 4
1. 3 露天採掘法 .....	[6] - 4
1. 4 坑内採掘法 .....	[6] - 4
2. 選 鉱 .....	[6] - 4
2. 1 グラバルポンプ選鉱 .....	[6] - 4
2. 2 ドレッジ選鉱 .....	[6] - 4
IV. 製 錬 .....	[6] - 5
B. 生 産 .....	[6] - 7
I. 錫鉱の生産 .....	[6] - 7
1. 錫鉱山 .....	[6] - 7
2. 生産量 .....	[6] - 7
3. 主要生産国における採掘 .....	[6] - 9
3. 1 マレーシア .....	[6] - 9
3. 2 インドネシア .....	[6] - 9
3. 3 タイ .....	[6] - 9
3. 4 ボリビア .....	[6] - 10
II. 地金の生産 .....	[6] - 10
1. 錫製錬所 .....	[6] - 10
2. 生産量 .....	[6] - 10
III. 生産コスト .....	[6] - 12

IV. 主要生産国の現状と政策	[6]- 16
1. マレーシア	[6]- 16
2. インドネシア	[6]- 18
3. タイ	[6]- 19
4. ボリビア	[6]- 20
5. オーストラリア	[6]- 20
V. 生産における技術革新	[6]- 21
1. 採鉱技術	[6]- 21
2. 製錬技術	[6]- 21
C. 消費	[6]- 23
I. 地金消費量	[6]- 23
II. 部門別消費	[6]- 23
III. アメリカの戦略備蓄	[6]- 24
IV. 消費における技術の進歩	[6]- 29
1. ブリキ	[6]- 29
2. 半田	[6]- 29
3. 合金	[6]- 30
4. 化学工業用錫化合物	[6]- 30
D. 国際取引	[6]- 31
I. 貿易構造	[6]- 31
II. 国際取引の商慣行	[6]- 35
III. 国際錫理事会 (ITC) および国際錫協定 (ITA)	[6]- 36
E. 価格	[6]- 41
I. 国際価格	[6]- 41
II. LME およびペナン市場	[6]- 41
F. 需給予測	[6]- 44
I. 需要の見通し	[6]- 44
1. 最近の需要動向	[6]- 44
2. 現在の需要予測	[6]- 44
2. 1 ITC の需要予測	[6]- 44
2. 2 アメリカ有力調査機関の予測	[6]- 45

2. 3 世界銀行の予測 .....	[6]- 46
2. 4 アメリカ鉱山局の予測 .....	[6]- 47
2. 5 Australian Mineral Economic 社の予測 .....	[6]- 47
3. 需要予測の見通し .....	[6]- 48
II. 供給の見通し .....	[6]- 49
1. 生産の現況と見通し .....	[6]- 49
2. 備蓄および在庫の現況と見通し .....	[6]- 50
3. 需給バランスの見通し .....	[6]- 50
G. カラジャス産品の輸出可能性 .....	[6]- 52



## [ 6 ] 錫

### A. 概 要

#### 1. 錫の特性と用途

錫は銀白色の金属で、空気中や水中でも安定で腐食されず人体にも無害である。展延性に富み、融点が低く他の金属と合金を作り易い。

最も多量に消費されている用途は、薄い鋼板に錫をメッキした耐食性鋼板、すなわちブリキであり、主に食缶および容器工業で利用されている。

次に大きな用途は、鉛と合金した半田で、主に電子、電気機器工業で利用されている。一般には、錫含有量 50%前後の合金が多く使用されるが、95%を超える高錫半田も電子工業向に使用されている。

構造用合金としては、銅に錫を 10%程度加えた青銅が、铸造性、耐食性、機械的性質にすぐれ、機械部品等に利用されている。

銅/錫合金に亜鉛を加えた砲金は、铸造性が優れており機械部品に利用され、銅/錫合金に鉛を加えた鉛青銅は表面特性が改善され、軸受に利用される。銅/錫合金にリンを加えたリン青銅は、弾性が高く板バネ、歯車に利用される。

銅/亜鉛合金としての真ちゅうに錫 1%を加えると、特に耐海水性が向上するので、船舶用機械に使用される。

錫、鉛、亜鉛、アンチモンの白色の低融点金属を主成分とする合金は、ホワイトメタルと呼ばれ、軸受合金に広く利用されている。特に錫を主成分とし、アンチモン、銅を加えた合金は、バビットメタルと言われ、内燃機関用軸受合金に用いられる。また最近、錫とアルミニウムとの合金が、高荷重軸受合金に使用されてきている。

錫と鉛、アンチモンとの合金は、活字用合金として用いられ、鉛、ビスマス、カドミウム、インジウムとの合金は、低融点合金としてフェーズ等に用いられている。

メッキ、合金の伝統的な用途に加えて近年、化学工業向、化学品としての消費が大きく伸びてきつつある。

無機化学品の分野では、錫の酸化物はセラミック、塩化物は媒染剤、解媒、フッ化物は歯科用ペーストに利用されている。有機化学品は塩化ビニールの安定剤として、その耐熱性、耐候性を改善するため最も良く利用され、近年消費量が增大している。この他、船底塗料、農薬、防腐剤、殺虫剤に利用されている。

## II. 錫 資 源

### 1. 錫鉱床

錫を含む鉱物は、10種類以上天然に存在することが確認されているが、現在錫鉱石として採掘の主要な対象となっている鉱物は錫石である。錫石は酸化鉱で、錫は二酸化錫 ( $\text{SnO}_2$ ) の形で含まれている。錫の理論含有量は78.6%である。

このほか、錫を27.5%含有するスタナイト ( $\text{Cu}_2\text{FeSnS}_4$ ) という硫化鉱も、重要な錫鉱石である。

錫の鉱床は、一般的に一次鉱床と二次鉱床の二つのタイプに分類される。一次鉱床は、火山活動により熔融状態のマグマが凝固する過程で、錫が凝集した火成鉱床である。ボリビア、オーストラリア、ザイールの主要な錫鉱山は一次鉱床を稼行対象としている。一次鉱床は、生成過程からわかるように、一般的に鉱床の賦存状態が複雑で採掘が容易ではなく、鉱石中に含まれる不純物が高い。

二次鉱床は、一次鉱床が自然の物理的、化学的作用により分解され、移動して堆積した堆積鉱床で、現在世界の主力をなすマレーシア、インドネシア、タイ、ナイジェリア、ブラジルの主要な鉱山は、この型の鉱床を採掘している。この型の鉱床は、一般的に地中、地表に水平に賦存しており、岩質も砂状、礫状をなしているので簡易な採掘法が適用できる。その上、不純物の含有が少ないので処理が容易である。

### 2. 埋蔵量

現在、天然に賦存していると推定される錫の総資源量は、約3,700万tと見積られているが、地域的には、東南アジア30%、南アメリカ20%、ソ連および中国20%の分布となっている。

総資源量の内、現在の技術水準で経済的に採掘可能とされている錫の埋蔵量は、約1,000万tで、マレーシア、インドネシア、タイ、ビルマなどの東南アジア諸国に約50%、ボリビア、ブラジルなどの南アメリカに15%、中国に15%が賦存することが確認されている。

このように錫は地域的に極めて偏在しており、特に東南アジアの資源量が大きな比率を占めているのが大きな特徴となっている。

## III. 採鉱、選鉱

### 1. 採鉱

採鉱方法は鉱床の形態、規模、性質によって異なるが、大別して4種類に分けられる。

Table A-1 World Reserves and Resources of Tin

Country	(1,000 MT)			
	Reserves		Total Resources	
	S & R	USBM	S & R	USBM
<b>Southeast Asia</b>				
Malaysia	843	830	4,399	4,330
Indonesia	2,398	2,400	3,495	3,480
Thailand	1,236	1,200	5,666	5,560
Burma	508	500	1,016	1,000
Others	109	105	211	205
<b>Latin America</b>				
Bolivia	1,001	985	2,779	2,735
Brazil	610	600	4,418	4,345
Argentina	6	5	13	10
Mexico	6	5	55	50
<b>Africa</b>				
Nigeria	280	280	890	880
Zaire	198	200	2,230	2,200
Others	238	235	595	585
<b>North America</b>				
USA	42	40	198	190
Canada	20	20	252	245
<b>Europe</b>				
UK	262	260	1,303	1,280
Spain & Portugal	30	30	945	930
Others	4	10	8	20
<b>Others</b>				
Australia	191	330	1,004	1,130
China	1,524	1,500	5,588	5,550
USSR	630	620	2,560	2,520
<b>World Total</b>	<b>10,137</b>	<b>10,000</b>	<b>37,625</b>	<b>37,000</b>

Sources: S & R: Sainsbury & Reed (1973)

USBM: The U.S. Bureau of Mines (1978)

### 1. 1 グラバルポンプ採掘法

二次鉱床を採掘する方法で、噴出する高圧水ジェットにより地層を崩し、スラリーをグラバルポンプで選鉱工程に送る。中小規模の鉱山で採用されている。

### 1. 2 ドレッジ採掘法

二次鉱床を対象とする方法で、装置自体が水上に浮き、水底の鉱石を採掘する方法。通常バケットタイプが採掘方式として多く採用されている。装置上に選鉱工程が組み込まれており採掘しつつ前進し、選鉱の尾鉱は後方へ排出してゆく。陸上で行われるものをオンショア・ドレッジ、海上で行われるものをオフショア・ドレッジと称する。大規模な採掘に用いられる。

### 1. 3 露天採掘法

垂直な段を刻み、さく岩機、発破で岩石を破碎し、採掘を進め、採掘された鉱石をトラックで地上へ運搬する方法。通常45°の段が続くすりばち状のピットとなる。主に一次鉱床を対象とする採掘法で、錫鉱山ではこの方式は比較的少ない。

### 1. 4 坑内採掘法

主として一次鉱床を対象とする採掘法で、垂直ないし傾斜した立坑、あるいはスパイラル斜坑を中心として、坑内で水平坑道を掘進し採掘する方法。中小規模から大規模まで幅広い。

## 2. 選鉱

選鉱方法は、鉱石の種類によって異なる。二次鉱床では、鉱石が酸化鉱であるため比較的容易に重力選鉱が可能である。

### 2. 1 グラバルポンプ選鉱

ポンプで輸送されたスラリーは、スクリーンを通し Palongs と称する棧が底についた傾斜樋を流れる。棧の間にたまった精鉱は、さらに Jig と称する箱で、脈動水流により再び選鉱される。

### 2. 2 ドレッジ選鉱

ドレッジ採掘により採掘された鉱石は、回転スクリーンを通した後、複数の Jig を用いて選鉱される。

一次鉱床の脈状鉱床からの鉱石は硫化鉱を含み、酸化鉱である錫石との単体分離は難しく、破碎、粉碎後、浮選と重力選鉱を組み合わせた選鉱が必要である。

坑内掘、露天掘により採掘された鉱石は、ジョー・クラッシャーまたはジャイレートリー・クラッシャーで破碎され、続いてコーン・クラッシャーで破碎される。次にロードミルあるいはボールミルで粉碎された上で選鉱される。硫化鉱物は浮選により分離され、酸化鉱物は振動テーブルを用いて重力選鉱により分離される。

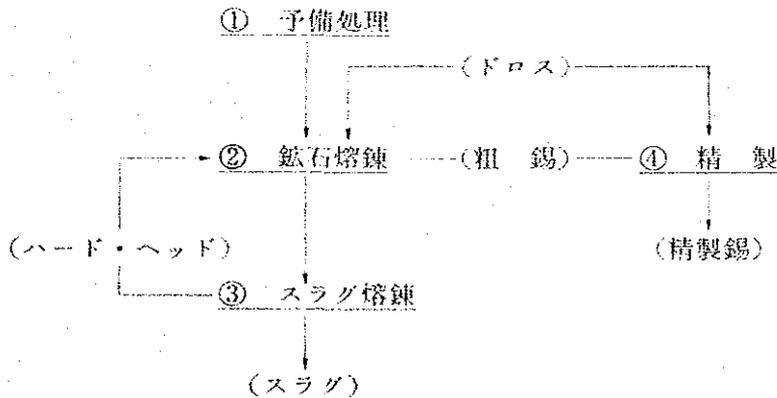
それぞれの選鉱法によって回収された精鉱は、クリーニングされた後、製錬工程へ送られる。

一般に精鉱の錫品位は、一次鉱床からのものには、20~30%の低いものもあるが、通常は60~70%程度である。二次鉱床よりの精鉱で、品位の高いものは75%以上のものもある。

#### IV. 製 錬

錫製錬は一般に乾式法で行われる。二次鉱床からの鉱石は、不純物が少なく、製錬は容易であるが、一次鉱床からの鉱石は、不純物が多く、予備処理、精製等、工程が複雑となっている。

錫鉱石の製錬は、通常、①予備処理、②鉱石熔錬、③スラグ熔錬、④精製の4工程より成っている。



- 1) 予備処理：精鉱中に含まれるタングステン、イオウ、砒素、銅、鉛、鉄、等の不純物を熔錬する前にできるだけ取除くため、不純物に合わせて酸化焙焼（硫黄、砒素、銅、鉄）、塩化焙焼（鉛、ビスマス、アンチモニー、銅）、還元焙焼（アンチモニー）、ソーダ焙焼（タングステン）、浸出（鉄）、等を行うもので、品位の高い二次鉱床からの精鉱では通常この工程は省かれる。
- 2) 鉱石熔錬：電気炉または反射炉を用いて不純物（主として鉄）の還元を抑制しながら錫を還元して、できるだけ品位の高い粗錫にする。この際、錫がスラグに入り易く、このスラグは次の工程で再処理される。

- 3) スラグ熔錬：錫の完全回収を目的として、前の鉱石熔錬工程のスラグに熔剤や還元剤を加えて、鉱石熔錬の場合より強い還元性の下で熔錬する。錫は鉄とともに還元されて、錫／鉄合金（ハードヘッド）となる。錫含有量が低くなったスラグは棄却され、ハードヘッドは鉱石熔錬に戻して処理される。
- 4) 精製：鉱石熔錬工程からの粗錫は、乾式法（熔離法、酸化法、その他）、あるいは湿式法（電解法）により精製される。熔離法は、粗錫を小型反射炉で400～800℃に加熱し、錫より融点の高い合金を作る金属を半熔融状態で炉内に残し、錫を流出させて分離するもので、鉄の大部分と、銅、砒素の一部が除去できる。しかし不純物の多い一次鉱床の精鉱を製錬してできる粗錫の精製には、電解法を利用することが多くなっている。硫酸とケイフッ化水素酸との混合電解液に、適当な有機添加剤を加えて電解すれば、鉄と鉛以外はスライム中に入り精製錫が得られる。  
精製された錫は、通常インゴット（Ingot）に鋳造されて市場に出される。

## B. 生 産

### I. 錫鉱の生産

#### 1. 錫鉱山

錫資源は、地域的に偏在しており東南アジア、南アメリカに偏っている。国別ではマレーシア、インドネシア、タイ、ボリビアに多く、ついでオーストラリア、ブラジル、ザイール、ナイジェリアにある。計画経済圏ではソ連、中国に多い。

錫鉱山の生産規模は、国営や大資本による大規模鉱山から、中小鉱山業者による小規模なものまである。大規模鉱山企業としては、ボリビアの COMIBOL、インドネシアの P. T. Timah が代表的なもので、それぞれ自由世界の錫精鉱生産量の 10%以上を生産している。一方錫鉱業では、中小規模鉱山の生産が大きな役割を果たしている。代表的なものとしてマレーシア、ボリビア、タイの中小鉱山が挙げられ、マレーシアでは平均採掘量 50 t/年程度の小規模鉱山が多く、ボリビアでは国営大鉱山がある一方で、3~4 t/年程度の小規模鉱山が約 1,000 社存在し、さらにタイでは小規模のサクジョンボートによる採掘鉱山が 3,000 以上存在しているのが現状である。

現在、鉱山で採掘されている粗鉱の標準的品位は、坑内掘や露天掘の鉱山では、錫 0.8~1.0%、大型ドレッジやグラバルポンプによる採掘を行っている鉱山では、0.1~0.5% 程度である。

#### 2. 生産量

自由世界の錫精鉱の生産量は、1968年には 183,300 tであったが、1976年までこの生産水準はほとんど変化しなかった。その後、1978年に急激に生産は上昇して、200,000 tに近づき、再びこの水準で安定して、1981年現在で 202,000 tとなっている。

1981年の生産量を国別にみると、マレーシアが 59,938 tで最も多く、全体の約 30%を占め、次いでインドネシア 35,268 t、タイ 31,474 t、ボリビア 29,801 tと続き、この4カ国の合計は、全体の 77%を占めている。

1968年より 1981年の生産量の推移をみると、鉱山開発を積極的に行っているタイ、オーストラリア、ブラジルの生産量が伸び、一方生産条件が悪くコストが高いナイジェリア、ザイールでは、急激に生産量が減少している。

計画経済圏諸国における生産量は、1970年には、ソ連 10,000 t、中国 22,000 t、1978年にはソ連 18,000 t、中国 18,000 tと推定されている。

Table B-1 に自由世界における国別、錫換算錫精鉱生産量を示す。

Table B-1 Production of Tin-in-Concentrate of the Free World Countries

(MT)

Country	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Nigeria	9,804	8,741	7,959	7,326	6,731	5,828	5,455	4,652	3,710	3,267	2,751	3,750	2,527	2,383
Rwanda	1,320	1,320	1,320	1,320	1,440	1,140	1,280	1,390	1,440	1,450	1,400	1,400	1,600	1,287
South Africa	1,866	1,823	1,986	2,021	2,126	2,628	2,490	2,771	2,709	2,876	2,887	2,693	2,434	2,411
Zaire	6,264	6,647	6,458	6,456	5,960	5,442	4,720	4,574	3,950	3,900	3,450	3,300	3,159	2,468
Argentina	712	869	1,172	711	559	432	555	538	358	500	400	400	600	600
Bolivia	29,568	30,047	30,100	30,290	32,405	31,183	30,150	31,952	30,315	33,624	30,881	27,781	27,271	29,801
Brazil	1,942	2,422	3,680	2,336	2,861	3,652	3,555	4,550	5,388	6,287	8,500	6,645	6,930	7,315
Peru	150	150	150	150	150	230	160	340	280	330	760	949	1,202	1,254
Canada	162	131	120	145	159	132	324	319	274	340	423	337	239	253
Mexico	526	510	541	479	355	293	400	378	310	117	313	23	60	29
USA	72	72	72	72	72	72	72	150	150	96	96	96	96	96
Burma	300	300	314	493	400	400	400	400	400	400	700	700	800	1,000
Indonesia	16,940	16,542	19,092	19,767	21,766	22,648	25,630	25,346	23,418	25,921	27,410	29,440	32,527	35,268
Japan	946	739	793	788	873	811	550	654	634	604	598	658	549	562
Laos	489	522	575	672	787	746	612	518	576	600	600	600	600	600
Malaysia	76,274	73,325	73,794	75,445	76,830	72,260	68,122	64,364	63,401	58,703	62,650	62,995	61,404	59,938
Thailand	23,980	21,092	21,779	21,689	22,072	20,921	20,339	16,406	20,453	24,205	30,186	33,962	33,625	31,474
Czechoslovakia	165	157	166	169	160	153	143	176	180	180	180	180	180	180
Portugal	634	445	435	555	607	524	424	388	342	258	270	225	274	356
Spain	142	266	442	402	379	523	643	737	720	642	809	496	448	483
UK	1,827	1,648	1,722	1,816	3,327	3,573	3,239	3,330	3,323	3,851	2,802	2,374	3,028	3,869
Australia	6,642	6,308	6,828	10,035	11,997	10,801	10,480	9,310	10,389	10,694	11,716	12,571	11,588	12,083
World	183,300	178,500	185,900	187,400	196,000	188,500	183,100	180,800	179,200	188,300	197,900	200,400	200,400	202,000

Source: ITC, Tin Statistics, Monthly Statistical Bulletin

### 3. 主要生産国における採掘

#### 3. 1 マレーシア

主たる鉱床は二次鉱床で、マレー半島の西側に帯状に鉱床が存在しており、半島先端部において主ベルトが一部東向きに分岐している。マレーシアには、地形的、地質的な要因から、インドネシア、タイのように、海底鉱床が多く存在しないことが特徴である。採掘方法は多様であるが、中小鉱山の小型グラバルポンプによる生産量が全体の55%を占め、オンショア・ドレッシングによるものが30%を占めている。採掘方法別生産量の構成には、近年において大きな変化は見られない。

#### 3. 2 インドネシア

錫ベルトが、マレーシアからインドネシアのバンカ (Banka)、ピリトン (Belitung)、シンケー (Singkep) の島々およびスマトラ島の一部に延びている。僅かに一次鉱床があるものの、大半が二次鉱床である。採掘地域はオンショアはもちろんのこと、海岸線から4~5 km のオフショアにも広がっている。またオフショアの鉱床は比較的水深の浅い地域に胚胎している。

採掘方法は、大型ドレージ採掘とグラバルポンプ採掘が主体であり、この二つの採掘方法別の生産比率は変化していない。大型ドレージ採掘法では、オフショアとオンショアの比率は、1971年ではオフショア3,634 t、オンショア4,024 tであり、オフショア/オンショア=0.9であったが、1981年にはオフショア13,386 t、オンショア2,122 tで、オフショア/オンショア=6.3となり、オフショア・ドレージ採掘が急激に増加し、オンショア・ドレージ採掘が急激に減少している。

#### 3. 3 タイ

錫ベルトは、マレーシアから北に延びてタイ西海岸側に続いている。鉱床は当然二次鉱床であり、オフショア鉱山は西海岸、特にブケット (Phuket) 島付近に存在している。

採掘方法別の生産量で特徴的なのは、1976年にはじめて統計分類に現われたサクシオンボート採掘方法である。これは小型作業船にサクシオンポンプを積み、海岸付近での砂錫を吸い揚げる採掘方法である。ボート数は、3,000隻近くあると推定されているが、モンスーン期には風雨のために作業性が落ち、採掘量が極端に減少する性質がある。また小規模操業のため、価格の変動によりたやすく生産をやめたり始めたりするため、生産の安定性が乏しく、かつ正確なデータを把握し難い。全体的には、サクシオンボートによる採掘が伸びており、1980年には錫生産の約40%も占めている。ドレージ採掘、グラバルポンプ採掘は減少しているが、それぞれ13%、30%を占めている。

### 3. 4 ポリビア

錫鉱床は、アルティ・プラノといわれる海拔 3,000 m 以上の高原の、長さ 800 km、幅 200 km の地帯に存在している。鉱床は、ほとんど一次鉱床であるため、錫の 94% が坑内掘により生産されている。二次鉱床を対象とするドレッジ採掘は僅か 4% を占めるに過ぎず、その比率はほとんど変化していない。

1968 年から 1981 年までの、主要生産国 4 カ国における、採掘方法別の錫精鉱生産量の変化を、Table B-2 に示す。

## II. 地金の生産

### 1. 錫製錬所

生産された錫精鉱は、生産国内において大部分が製錬されており、銅、鉛、亜鉛の場合のように輸入鉱を製錬する買鉱製錬所は少ない。主要錫鉱生産国のうちマレーシアの製錬所では、自国産精鉱に加えて一部輸入精鉱を製錬しているが、その他の国では、自国で生産される精鉱のみを製錬している。

マレーシアには、Datuk Keramat Smelting 社 (DKS) の Georgetown 製錬所 (45,000 t/年)、Malaysia Smelting Corporation 社 (MSC) の Butterworth 製錬所 (45,000 t/年) の 2 つの世界最大級製錬所がある。これに加えてインドネシアには、Peltin Indonesian State Tin Corp. の Mentok 製錬所 (38,000 t/年)、タイには、Thailand Smelting and Refinery 社 (THAISARCO) の Phuket 製錬所 (38,000 t/年)、ポリビアには Empresa Nacional de Fundiciones (ENAF) の Vinto 製錬所 (30,000 t/年) がある。この 5 つの製錬所が世界の主力となっており、他に 10,000~20,000 t/年能力の製錬所が数カ所、1,000~10,000 t/年能力の製錬所が約 30 カ所存在している。

### 2. 生産量

錫地金には、直接精鉱から生産される一次地金と、スクラップから回収される二次地金とがある。

一次地金は、自由世界において 1981 年には 195,300 t 生産されている。1968 年の生産は 187,800 t であったことから、その間の生産の伸びは僅かである。

マレーシアの地金生産量は、1968 年には世界の総生産量の 47% を占めていたが、1981 年には 36% に減少している。しかし、マレーシアは、依然として世界一の生産国で他を大きく引き離している。一方、インドネシア、ポリビアは、国内産精鉱を輸出せずに、国内で製錬し地金にする能力を増加させてきた。

1968 年では、インドネシア地金生産は自由世界の生産量の 2.5% で、ポリビアも地金を

Table B-2 Production of Tin-in-Concentrate by Operating Types

Country	Operating type	1968	1970	1972	1974	1976	1978	1979	1980	1981
Bolivia	Underground			32,405	31,771	26,453	30,291	28,000	26,371	
	Dredges					1,669	1,743	1,415	1,473	
	Total			32,405	31,771	28,122	32,034	29,415	27,844	
Indonesia	Dredges offshore			5,083	8,166	6,853	9,581	11,845	12,742	13,386
	Dredges onshore			4,916	4,389	4,935	3,987	3,517	2,692	2,122
	Gravel pumps			6,141	6,034	4,354	12,107	12,932	12,789	17,381
	Total			16,140	18,589	16,142	25,675	28,294	28,223	32,889
Malaysia	Dredges	23,526	23,931	23,992	22,047	23,103	20,218	19,937	18,223	17,351
	Gravel pumps	44,151	40,740	42,801	36,332	31,662	33,556	34,182	34,483	33,308
	Hydraulicking	251	145	27	-	-	-	-	-	-
	Opencast	2,093	2,491	2,579	2,908	2,275	2,825	2,861	2,705	2,589
	Underground	2,046	2,253	2,570	2,319	1,832	1,401	1,220	1,085	933
	Other	4,207	4,235	4,860	4,516	4,529	4,650	4,795	4,908	5,757
	Total	76,274	73,795	76,829	68,122	63,401	62,650	62,995	61,404	59,938
Thailand	Dredges	4,876	5,659	6,014	6,636	3,389	5,294	5,007	4,336	
	Suction boat	-	-	-	-	4,683	10,183	13,495	14,342	
	Gravel pumps & Hydra.	15,837	12,277	11,492	9,565	8,166	9,565	10,302	9,964	
	Other	3,288	3,843	4,566	4,138	4,215	5,144	5,158	5,043	
	Total	24,001	21,779	22,072	20,339	20,453	30,186	33,962	33,685	

Source: ITC Data

ほとんど生産していなかったが、1981年にはそれぞれ17%、10%に急速に成長している。タイも製錬所の増強で1968年の世界の地金生産量の13%から、1981年には17%へと生産が伸びている。

インドネシア、ボリビア、タイの地金生産量が伸びているのに対して、イギリスをはじめとする輸入鉱製錬国では、逆に急激に地金生産が減少している。イギリスは1968年において、世界の地金生産の13.5%を占めていたが、1981年には3.5%にまで低下した。

計画経済圏における錫地金生産量は、1970年には、ソ連が10,000 t、中国が22,000 tであったものが、1980年にソ連16,000 t、中国22,000 tになったと推定されている。この2カ国の地金生産量は、ほぼそれぞれの精鉱生産量に見合っている。

Table B-3に一次地金の国別生産量を、Fig. B-1に主要生産国における推移を示す。

二次地金は、スクラップや残渣から回収されたもので、自由世界において1968年で10,000 t、1981年では7,100 tとなっている。これは、それぞれ錫の全生産量の5%、3.5%を占めるにすぎない。当然のことながら、アメリカ、日本、EC諸国の主要消費国での生産量が多い。消費の段階で、スクラップのままでも再利用されるものもあるから、実際に消費されているリサイクルされる錫の量は、さらに多いことになる。

Table B-4に二次地金の国別生産量を示す。

### III. 生産コスト

主要生産国であるマレーシア、インドネシア、タイ、ボリビアおよびオーストラリアの採掘方法別地金の生産コストは、M\$20/kgからM\$40/kgと幅広い。

生産コストの内訳は動力費、人件費、物品費等の直接的コストと、税金、ロイヤリティー等の間接的コストに分類できる。

直接的コストの比較では、オフショア・ドレッジ採掘がM\$14/kg台で、最も経済的であり、次いでオンショア・ドレッジ採掘のM\$20/kg台がこれに続いている。グラバルポンプ採掘はM\$25~30/kg、露天掘はM\$20/kg、坑内掘は最も高くM\$30/kg台となっている。ただしオーストラリアの坑内掘は、最も近代的な採鉱、選鉱方法が採用されているため、M\$19/kgとコストは低い。

一般に一次鉱床の場合、ドレッジ採掘に比べて、コストが高い露天掘および坑内掘を採らざるを得ない上、鉱石中不純物が高いため、製錬費も高くなる。二次鉱床の場合は大型鉱床であれば、大規模採掘ができるドレッジ採掘を採用できる上、選鉱、製錬が容易で一次鉱床の場合より安く生産できる。ドレッジ採掘では、オンショアの場合は、土地買収、剝土、樹木伐採、採鉱後の土地の埋戻し等の経費が必要となる。また装置を陸上運搬しなければならないので、生産規模もオフショアに比べ、小規模とならざるを得ず、生産コストはオフショアがオンショアに比べて安くなっている。

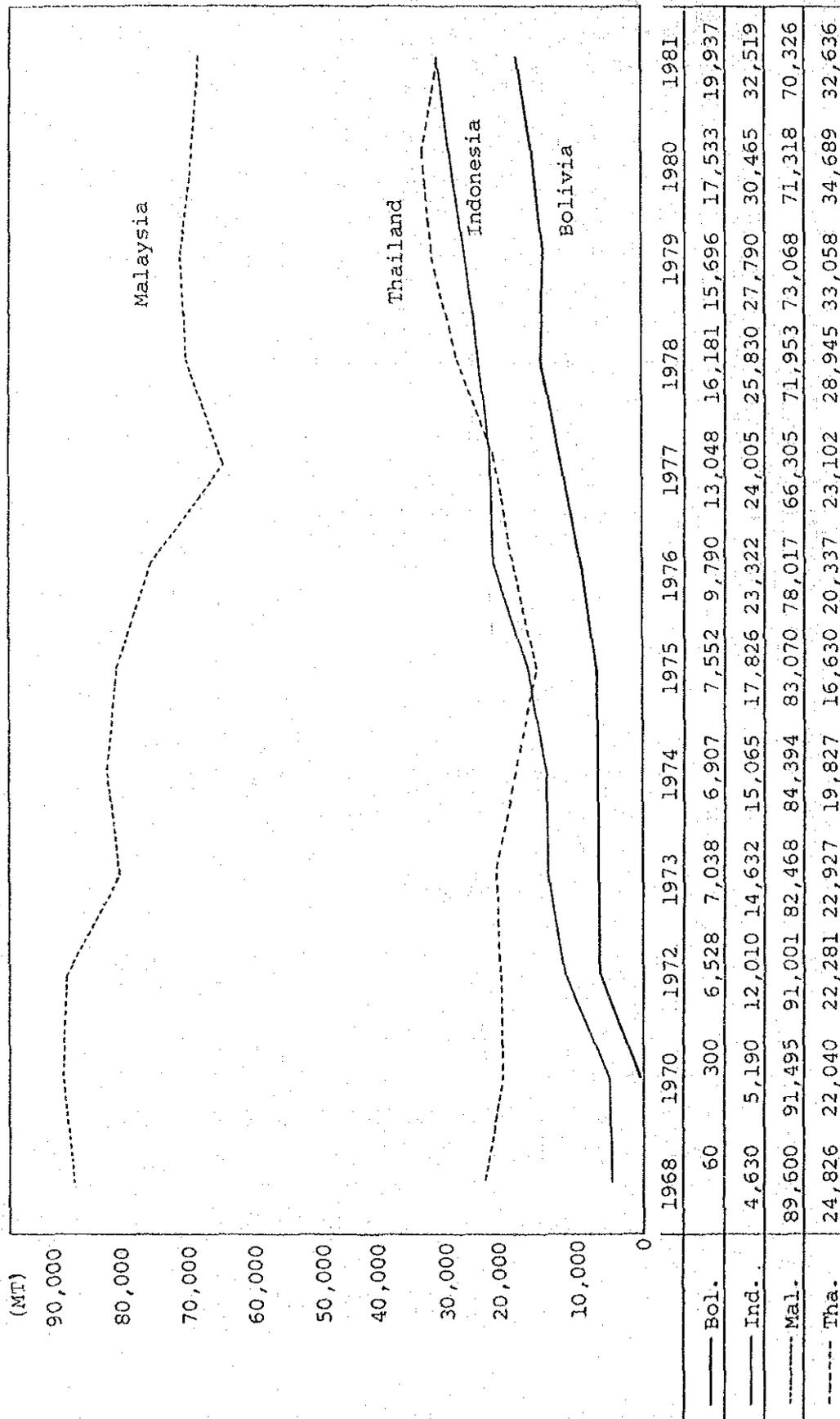
Table B-3 Primary Tin Metal Production of the Free World

(MT)

Country	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Nigeria	10,001	8,981	8,069	7,348	6,744	5,983	5,574	4,677	3,667	3,315	2,698	2,858	2,684	2,489
South Africa	1,300	1,565	1,491	1,440	1,560	1,600	1,700	1,600	1,400	1,500	1,500	1,600	2,207	2,174
Zaire	1,922	1,881	1,396	1,350	1,400	969	685	648	478	679	640	458	213	450
Bolivia	60	86	300	6,820	6,528	7,038	6,907	7,552	9,790	13,048	16,181	15,696	17,533	19,937
Brazil	1,743	2,665	3,578	3,043	4,200	4,454	6,155	6,638	6,423	7,685	8,354	10,133	8,792	7,601
USA	3,553	350	4,540	4,450	4,000	4,600	6,100	6,410	5,733	6,724	3,873	4,528	3,000	2,087
Indonesia	4,630	7,762	5,190	9,218	12,010	14,632	15,065	17,826	23,322	24,005	25,830	27,790	30,465	32,519
Japan	1,893	1,400	1,375	1,297	1,349	1,438	1,327	1,219	1,145	1,271	1,140	1,252	1,319	1,313
Malaysia	89,600	88,486	91,495	87,095	91,001	82,468	84,394	83,070	78,017	66,305	71,953	73,066	71,318	70,326
Thailand	24,826	22,401	22,040	21,742	22,281	22,927	19,827	16,630	20,337	23,102	28,945	33,058	34,689	32,636
Belgium	4,876	4,515	4,257	3,940	3,923	3,669	3,418	4,562	4,068	3,520	3,295	2,165	2,822	65
Germany, FR	1,528	1,469	1,195	1,169	859	1,038	1,384	1,306	1,449	2,897	3,241	2,488	638	562
Netherlands	8,111	5,383	5,937	837	-	1,200	1,500	1,800	2,000	2,100	1,800	1,720	1,148	2,500
Spain	2,361	3,921	3,908	4,135	4,761	5,816	5,862	5,249	5,369	5,307	4,575	4,546	3,121	3,443
UK	25,333	26,399	22,035	23,153	21,333	20,404	12,107	11,585	11,161	10,114	8,445	8,025	5,829	6,863
Australia	3,751	4,227	5,211	6,333	7,027	6,904	6,714	5,254	5,593	5,561	5,129	5,423	4,819	4,205
World	187,800	183,700	184,100	185,500	191,300	187,300	181,100	178,100	182,200	179,900	191,400	201,300	196,900	195,300

Source: ITC, Tin Statistics, Monthly Statistical Bulletin

Fig. B-1 Primary Tin Metal Production of Four Main Countries



Source: ITC, Tin Statistics, Monthly Statistical Bulletin

Table B-4 Secondary Tin Metal Production of the Free World

(MT)

Country	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Brazil	200	200	200	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Canada	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
USA	3,034	3,048	3,134	3,174	2,234	2,044	1,882	2,144	1,467	1,668	1,865	1,767	1,703	1,705
India	60	60	60	60	60	100	100	100	100	100	100	120	120	120
Japan	307	228	199	211	167	119	101	47	91	42	26	-	-	-
Thailand	-	-	-	-	-	30	9	13	63	95	93	124	87	95
Austria	713	919	885	843	809	400	129	52	7	-	4	-	-	-
Belgium	254	254	250	120	120	240	240	240	240	240	240	240	240	240
Czechoslova.	43	65	94	110	90	118	120	118	120	108	120	120	120	120
Denmark	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Germany, FR	950	951	968	1,179	1,516	1,101	1,128	1,028	797	1,043	1,526	1,608	1,619	1,251
Netherlands	120	120	120	120	120	180	180	180	180	180	180	180	180	180
Norway	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Spain	663	584	582	392	301	1,200	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	100	100	100
UK	2,829	2,321	2,465	2,059	4,565	2,659	3,561	3,510	2,545	3,398	1,953	1,800	1,800	1,800
Australia	396	480	570	638	379	446	475	396	255	205	320	440	484	431
World	10,000	9,600	9,900	9,500	11,000	9,200	10,100	10,000	8,400	9,700	9,000	7,800	7,500	7,100

Source: ITC, Tin Statistics, Monthly Statistical Bulletin

間接的コストの内容は、輸出税、ロイヤリティー、およびトリビュートがあり、輸出税、ロイヤリティーは国税で、トリビュートは土地所有者に対して支払われる補償的な費用である。1980年における主要生産国の、間接的コストの合計（地金 kg 当り）は、

マレーシア	約 M \$ 10 / kg (1981年 M \$ 5 / kg)
インドネシア	約 M \$ 5 / kg
タイ	約 M \$ 10 / kg
ボリビア	約 M \$ 8 / kg (1981年 M \$ 5 / kg)

である。マレーシア、ボリビアが、錫相場の低下に対応して生産者保護のため、税率を引下げた。タイでは、ロイヤリティーが販売高の 30% と、極めて高率で重要な政府の税収源となっている。税率の引下げについて、政府内での意見統一が難航しており、ただちにマレーシアに追随できないが、いずれ引下げざるを得ないものとみられる。

Table B-5 に主要生産国における採掘方法別生産コストを示す。

#### IV. 主要生産国の現状と政策

##### 1. マレーシア

錫は、天然ゴムと並んで、マレーシアの重要な伝統的輸出産品で、国家経済にとって大きな位置を占めてきたが、最近になって石油、天然ガス、パーム油、木材など天然資源を基礎とした輸出産品生産の多様化が進展し、工業化も進んできたため錫のマレーシア経済における重要性は、相対的に低下してきている。しかしながら、雇用、輸出額の点では、錫は依然としてマレーシアにとって大きな比重を占めている。

マレーシアの錫鉱業は、イギリス資本によって開発され、その後、華僑資本も加わって発展してきた。近年になって、マレーシア政府は全産業にわたって、資本のマレーシア化を実施する政策を打ちだし、主要な産業企業について 1990 年までに、外国資本 30%、華僑資本 40%、マレーシア土着資本 30% の資本構成になることを目標としている。この政策の一環として、錫鉱業においてもマレーシア錫精鉱の 30% を産出する最大の錫鉱業企業である Malaysia Mining Corporation 社 (MMC) に、政府資本参加が行われた。さらに錫製錬業では、主力をなす Datuk Keramat Smelting 社 (DKS) と Malaysia Smelting Corporation 社 (MSC) に政府資本の参加を進めつつある。

したがって、錫鉱業に対する政府の政策は今までの輸出税による間接的関与から、主要

Table B-5 Summary of Production Costs (Jan. to June, 1981)

(M\$/kg; US\$1=M\$2.27)

Countries	Mining method	Power	Labor	Materials	Others	Depreciation	Exploration & Development	Realization	Sub total	Royalties		Total
										Export duty	tributes	
Malaysia ( ) : Jan. to June, 1982	Onshore dredge	4.34 (4.41)	2.89 (3.08)	3.43 (4.29)	2.59 (3.26)	1.48 (1.54)	0.15 (0.06)	0.70 (0.79)	15.58 (17.41)	5.39 (5.29)		20.87 (22.71)
	Gravel pump	6.26 (5.75)	7.81 (6.66)	3.48 (2.68)	3.02 (3.89)	1.82 (1.47)	2.41 (0.38)	0.86 (0.90)	25.66 (21.72)	5.73 (6.51)		31.39 (28.19)
	Open pit	1.13 (1.12)	8.67 (8.20)	3.22 (2.81)	3.78 (3.73)	1.22 (2.82)	0.10 (0.07)	0.68 (0.71)	18.80 (19.45)	4.63 (4.90)		23.43 (24.35)
	Underground	4.83 (6.53)	14.96 (18.81)	5.66 (6.77)	2.16 (2.24)	1.53 (1.86)	0.03 (0.09)	0.73 (0.82)	29.90 (37.12)	3.74 (4.15)		33.64 (41.27)
Indonesia	Offshore dredge	1.60	2.99	2.62	3.65	1.16	0.47	1.91	14.42	5.10		19.52
	Onshore dredge	2.59	6.57	4.19	4.97	0.74	0.81	1.91	21.78	5.10		26.88
	Gravel pump	3.65	9.44	5.61	6.71	1.43	1.04	1.91	29.79	5.10		34.89
	Open pit	4.47	7.43	3.45	1.99	1.88	0.96	1.91	22.09	5.10		27.19
Thailand (excluding suction boat)	Offshore dredge	3.49	2.56	2.25	2.86	2.15	0.00	1.00	14.30	9.07		23.38
	Onshore dredge	6.67	5.94	3.84	1.40	0.90	0.12	1.15	20.02	9.49		29.52
	Gravel pump	10.15	6.80	3.41	1.57	1.05	0.16	1.15	24.29	9.18		33.47
Bolivia	Underground	1.00	11.53	4.68	5.99	0.92	0.00	8.81	32.93	5.12		38.05
	Onshore dredge	1.82	5.01	4.39	4.64	3.53	0.00	10.16	29.54	4.77		34.30
Australia	Underground	0.83	6.00	5.23	2.04	2.54	1.30	2.64	18.53	0.67		23.00
	Offshore dredge	2.13	10.27	8.05	5.70	3.64	0.15	1.52	31.47	0.22		31.69

Source: ITC Data

な生産企業の経営に直接的に影響力を行使し得るような方向になりつつある。しかしながら、政府資本の参加は国営化への道を拓くものではなく、資本のマレーシア化を進めるもので、一定期間の後に政府資本の民間への解放を行うとしている。

マレーシアの錫鉱業の最大の問題は、永年の採掘の結果、良質な鉱床が少なくなっていることである。政府は、民間企業主導で探鉱開発を進める基本的方針を維持しているが、一方、錫の市場価格の低迷も加わって、探鉱投資は十分に行われておらず、マレーシアの錫生産の将来は必ずしも楽観できるものではない。特にマレーシアには、インドネシア、タイにおけるように、コスト的に有利な海底鉱床の存在が、地理的、地質的な条件からあまり大きく期待できない。

陸上では、大規模な二次鉱床である Kuala Langat 鉱床が確認されているが、鉱層が深部に賦存していて、生産には厚い表層の剝離が必要とされるためコスト的に高く、開発には5~10年を必要とすると見積られている。

マレーシアは、今後コスト的に高い露天掘、坑内掘の生産比率が増加せざるを得ないものと見られ、世界の錫生産におけるマレーシアの地位は、相対的に低下していくものと思われる。

## 2. インドネシア

1976年に設立された国営企業 Perusahaa Terbatas Tambang Timah (P. T. Timah) は、国内の生産の90%を支配しており、錫の探鉱から錫地金の販売まで行う世界最大の錫生産企業である。P. T. Timah は、石油の採掘、精製を独占する国営企業 Pertamina とともに、インドネシアの国営企業では最も経営内容が良好で探鉱、採鉱、製錬、販売の各面において計画的、系統的な経営を進めている。錫市況の低迷にもかかわらず収益を維持し、近代化のための投資を着実に実施している。

インドネシアの錫の埋蔵量は世界で最大で、現在の年産30,000tの生産水準を少なくとも25年間維持するに足る鉱量を持っている。生産地帯であるスマトラ島東部のパンカ島を中心に、コスト的に安いオフショア・ドレッジ採掘の生産を伸ばしているが、雇用対策上コストの高いグラバルポンプによる生産も、一定水準は維持してゆかねばならないという国営企業としての問題もかかえている。

1979年4月に作成された第三次開発計画では、1984年の生産目標は年産36,600tと設定されている。この目標は、生産能力の点では十分達成し得るものと見られるが、国際市場の動向と、国際錫理事会 (International Tin Council ; ITC) の政策によって左右されよう。

インドネシアでは、1977年以降、国内で生産された精鉱はすべて国内で製錬され、地金の形態でのみ輸出が許可されている。

インドネシアは錫の埋蔵量も多く、コスト的に安いドレッジ採掘の対象となる海底二次

鉱床が主体であることから、将来の生産増加余力を十分にもっており、コスト競争力も最も高い。

### 3. タイ

タイは最近まで、鉱物資源の開発について外国資本に門戸を開放して、市場経済原理を基本とする自由な政策を維持してきたので、錫鉱業の発展は外国資本の手によって進められてきた。現在、タイの錫生産の大部分は、イギリスの Billiton 社を中心とする外資系 4 社によって行われている。しかし、1970 年代後半から、産業資本のタイ化政策が打ちだされ錫鉱業の分野でも、政府資本と外資企業 Billiton 社との合弁による Offshore Mining Organization (OMO) が設立され、近代的なドレッジによる採掘生産が開始された。比較的鉱物資源の乏しいタイにおいて、錫鉱業は鉱業の主力であり重要な輸出産業である。特に、生産の中心である南部タイにおいては、雇用面からも地域経済においても、中核的な産業になっていることから、生産企業の資本のタイ化は政策的に大きな意義を持つものである。これはマレーシアと同様、錫鉱業の国有化をめざすものではなく、タイ資本の育成を目標としたものである。

タイ錫鉱業の最大の問題は、サクジョンボートによる不法採掘と、マレーシア、シンガポールへの精鉱の密輸出である。これらの犯罪は 1976 年以降急激に増加し、政府は防止対策に頭を悩ませている。税の減免、精鉱買上げ条件の改善、取締まりの厳格化などの対策にもかかわらず、効果はあまり上っていないといわれている。不法採掘によって海底鉱床が荒され計画的な生産が困難になり、密輸による外貨収入と税収の減退が問題となっている。

タイの錫の資源量は海底鉱床を主体として、インドネシアに次ぐものと推定されている。探査活動は南部タイの西海岸地域において、民間企業、OMO、国連の CCOP の手によって活発に行われており、確認された埋蔵量は増加しつつある。

タイの錫製錬は、イギリス資本の THAISARCO が独占的地位を占めているが、中小規模の新しい製錬所の建設や、THAISARCO 社の製錬所の能力増強も計画されている。この計画が完成すれば、製錬能力は年間 35,000 t で、タイで生産される精鉱はすべて国内製錬が可能となる。

タイの錫生産は、資源的には恵まれて潜在的生産力は大きいですが、主力をなすタイ南部の西海岸の海底鉱床は、季節風地帯であることから波、風、潮流など海象条件が季節によって悪くなるので、生産の季節変動が甚だしい。耐候性が高く採掘深度の大きいドレッジの技術開発が進めば、タイの錫鉱業は低コストで大規模採掘による増産を行い得る潜在力を十分に持っている。

#### 4. ボリビア

ボリビアにおいては、1952年にすべての大きい金属鉱山は国有化され、国営企業 Corporación Mineral de Bolivia (COMIBOL) によって経営されている。錫は鉱業国ボリビアの主力輸出産品で、国家経済上極めて重要な地位を占めている。COMIBOLの錫鉱山の生産量は国内総生産の70%を占めているが、残りの30%は民間資本による中小鉱山の生産で、労働者数名という小規模鉱山の生産が主体をなしている。ボリビア政府は、鉱山の国有化と同時に、中小鉱山の精鉱を対象としていた製錬所も国有化して、国営企業 Empresa Nacional de Fundiciones (ENAF) を設立した。その後、ENAFは製錬能力を拡張してCOMIBOLの鉱山よりの精鉱も製錬するようになり、精鉱の輸出量は激減した。

ボリビアの精鉱生産の95%は、高原の一次鉱床を対象とする坑内掘の鉱山から産出するが、鉱石の品位が低く不純物を多く含み、採掘条件が一次鉱床に比べて悪いので、生産コストは世界の錫生産国の内で最も高い。加えて、政治体制が不安定で経済情勢も良好でないことから、錫の生産主体であるCOMIBOL、ENAFの経営方針に一貫性がなく、経営内容は良くない。したがって、生産設備の更新投資が少なく老朽化が著しい。また、長期的安定生産を確保するための探鉱が十分行われておらず、主力の大鉱山は、長年の採掘の結果、切羽は深部に移行し鉱石の品位の低下、粉鉱化が著しく、採掘コストは増加の一途である。

稼行対象となる確定埋蔵量の枯渇、鉱石の低品位化、生産設備の老朽化によって、ボリビアの錫生産の世界市場における比重、競争力は低下しているので将来の見通しは決して明るいものではない。

#### 5. オーストラリア

オーストラリアの鉱業生産の中で、錫生産は比較的低い順位にあるものの、世界第5位の生産量を保っている。錫生産量の75%が、ニューサウスウェールズにあるAberfoyle LimitedとタスマニアにあるRenison Limitedの2鉱山で生産される。中でもRenison Bell 鉱山は、世界最大の坑内掘錫鉱山である。

Australian Bureau of Mineral Resourcesは1985年までに、錫精鉱の生産は18,000 t/年に増加するものと予測している。ただしこの水準で生産を続けるには、現在の埋蔵量では不足であり、一層の探鉱開発が必要である。

錫精鉱生産量に対して、製錬能力は不足しており、精鉱の60%が主としてマレーシアに輸出されている。製錬所建設の計画はあるが、具体的には進んでいない。

## V. 生産における技術革新

### 1. 採鉱技術

革新的採掘方法が出現することは予想されないが、各採鉱法において、生産コスト引下げのための技術改善が進められている。

主として、中小鉱山で用いられるグラベルポンプは、噴射ノズルの形状、材質の改善およびスラリー輸送方式との結合で、生産性が向上している。現在、噴射圧力 80~120 psi、噴射ノズルの大きさ 2~3 インチ、ポンプ容量 3,000~6,000 ガロン/分が標準的な能力で、スラリー濃度は 10~18% 程度である。今後もポンプの高能力化による生産の効率化は進むと予想される。

二次鉱床の大型採掘方法として用いられているドレッジャーは、初期にはバケット容量 5 ft<sup>3</sup>、採掘量 4,000 yd<sup>3</sup>/月程度の能力であったものが、次第に大型化が進み、現在バケット容量 30 ft<sup>3</sup>、採掘量 1,000,000~1,500,000 yd<sup>3</sup>/月の装置も出現している。オフショア・ドレッジでは、採掘深度が 1955 年頃には 17 m であったが、1975 年には 21 m、現在では 45 m にも達している。バケット方式から、エアーリフト方式、サクショポンプ方式への転換も研究されており能力アップ、採掘深度の増大がさらに進むであろう。採掘深度の増大は、当然ながらコストアップをもたらす要因であるが、大型機械の採用によってコスト上昇を相殺することができる。一方、採掘深度の増大は採掘可能量の増大を意味するので、きわめて重要である。さらにオフショア・ドレッジャーは、採掘時に風、波、潮流の影響を受け易く、現在のところ海岸線から 9 km 程度が操業範囲の限度であるが、今後、耐候性、耐波性の改善が十分期待され、海岸線より遠い沖合での採掘が可能となろう。これもまた、採掘可能量の増大に寄与することとなる。

### 2. 製錬技術

製錬技術の進歩は、低品位鉱や古い尾鉱よりの錫の経済的回収、不純物や有価金属の混在する複雑鉱の処理、製錬スラグ中の錫の回収など、錫回収率の向上、錫以外の有価金属の回収によりコストを切下げるとともに、経済的に処理可能な埋蔵量の増加を旨としている。

熔錬においては、低品位鉱よりの錫の経済的製錬を目標としてプラズマ・アーク炉、サイクロン炉、Sirosmelt プロセスが最近研究開発されている。

プラズマ・アーク炉法は、パイロットプラント試験がオーストラリアで行われ、錫精鉱だけでなく錫を含有する酸化物ダストの処理に適していることが判明した。

サイクロン炉法は、ソ連で銅、鉛製錬用に実用化されている KIVCET 法を錫製錬に応用したもので、サイクロン炉を用いて鉱石を高温中で急速に熔解する方法である。この方法

は、ボリビアの Vinto 製錬所でソ連の技術援助により最近操業に入っている。低品位鈹の処理に適している。

Sirosmelt-プロセスは、オーストラリアの CSIRO 社で開発されたプロセスで、ランス・パイプを用いて鈹石を溶体中へ吹込み、効率良く熔解する方法である。低品位鈹の処理だけでなく、スラグの処理にも適しているといわれる。

他に、オーストラリアの Aberfoyle 社によるマット・フューミング法が、パイロットプラントでテストされている。低品位鈹中の錫を、硫化物として揮発させる方法である。

精製法としては乾式法に対して、高純度錫の製造も可能な、従来も一部で行われてきた電解精製法が見直され、いくつかの製錬所で採用されている。

真空精製は、ソ連、メキシコ、オーストラリア等で操業されているが、砒素、アンチモン、ビスマス、鉛等の除去、特に従来法で除去し難かったビスマス、鉛の除去率が高いという特色がある。

スラグの処理法としては、低品位鈹処理に向いているプロセス、すなわちプラズマ・アーク炉法、Sirosmelt-プロセス等が検討されている他、従来行われてきた硫化物によるスラグフューミング法に対して、塩化揮発法が提案されている。

## C. 消 費

### I. 地金消費量

計画経済圏を除く自由世界の地金消費量は、1968年から1973年までは増加傾向にあったが、1973年の198,900 tをピークに、オイルショックと世界的に長期の景気低迷に加えて、錫の代替化が進行したため、消費は以後減少傾向となり、1980年に160,400 t、1981年には153,600 tと低落している。

1981年においてアメリカの消費は自由世界の26%を占め、続いて日本19%、ドイツ連邦共和国9%となっており、アメリカ、日本、EC諸国の消費合計は全体の70%以上を占めている。地金の生産国として、マレーシア、インドネシア、タイ、ボリビアの開発途上国の4カ国が80%を占めるのと対照的に消費国は先進工業国が70%を占めて、生産国と消費国がはっきり2極化されているのが、錫の市場の特徴である。

計画経済圏における消費量は、1973年において、ソ連25,000 t、中国13,000 t、ドイツ民主共和国3,000 t、その他の国々8,000 t、合計49,000 tと推定され、これは自由世界の消費量の30%に相当する水準となっている。

Table C-1に自由世界における国別一次錫地金消費量を示す。

### II. 部門別消費

自由世界の主要消費国12カ国の部門別消費は、1968年に、ブリキ45%、半田23%、耐摩耗合金8.5%、ブロンズおよび真ちゅう9%であったが、1980年にはブリキ38%、半田25%、耐摩耗合金7%、ブロンズおよび真ちゅう6%となり、ブリキ、耐摩耗合金、ブロンズおよび真ちゅうの比率が下がり、半田およびその他の用途、なかでも化学用の比率が上がっている。

Table C-2に主要消費国合計について部門別消費量を示す。

アメリカでは、1968年にブリキ49%、半田25%、耐摩耗合金6%、ブロンズおよび真ちゅう6.5%であったが、1980年にはブリキ37%、半田26%、耐摩耗合金5.5%、ブロンズおよび真ちゅう4.8%と変化している。その他の用途の中で、化学用は1968年の3%から、1980年には10%に伸びている。

Table C-3にアメリカにおける部門別消費量を示す。

日本においては1968年にブリキ47%、半田31%、耐摩耗合金6%、ブロンズおよび真ちゅう8%であったが、1980年にはブリキ39%、半田35%、耐摩耗合金3%、ブロンズおよび真ちゅう5%と変化している。その他の用途の中で、化学用で代表的用途である塩化ビニールの安定剤は、6%で変化はない。

Table C-4 に日本における部門別消費量を示す。

消費市場の中心である先進工業国では、前述のアメリカ、日本の消費動向に代表的に見られるように、主要消費市場であるブリキの代替化が進行して、大幅に消費が減退している。

また、構造用材料としての合金も、他の材料との競合から減少傾向にある。しかし、電子工業、電気機械工業の進展とともに、半田向の消費は横這いないしは増加しつつある。その他の用途では、塩化ビニールの安定剤を中心として化学工業用の消費が、大きく伸びているのが注目される。

### III. アメリカの戦略備蓄

1930年代にアメリカは国家安全保障の見地から、錫を戦略物資として、政府備蓄を開始した。アメリカには錫の国内資源が乏しく、しかも錫生産国が東南アジアおよびラテンアメリカの数カ国に集中していることから、戦争時には、輸入が途絶する可能性が最も高い金属であったためである。アメリカの戦略備蓄は、発足当時は1カ月の消費量相当分であったが、第二次世界大戦が東南アジアにおよぶにつれて、備蓄を急速に増加させ、大戦終了時には国内消費量の約1カ年相当分に達した。戦後も、米ソ冷戦、朝鮮戦争によって東南アジアの政治的不安定が続いたので、1955年まで備蓄買付けが続けられ、備蓄水準は当時の自由世界の2年分の消費量に相当する355,000 tに達した。

冷戦の緩和とともに、1956年以降、備蓄買付けは中止され、さらに備蓄水準の切下げのため、1962年から1968年まで、92,300 tが市場に売却された。このアメリカ備蓄錫の市場への売却は、世界市況を混乱させる結果となり、生産国よりの非難が高まったので一時中止された。1973年になって、政府は財政負担の軽減に迫られ、備蓄水準を235,000 tから40,640 tに低下させる計画が作成され、再び放出が行われたが、1978年に備蓄が203,700 tになった時に放出は再び一時中止された。

その後、1980年に再び備蓄削減計画が改定され、35,600 tの削減が決定され、この内5,000 tはITCの緩衝在庫に売却編入され、残量は3年間で市場に放出することになった。

この市場放出計画は、世界市場の需給緩和による市況悪化を背景とする生産国の強い抗議にもかかわらず、1980年7月実施に入り、1980年に25 t、1981年5,920 tが市場に売却され、1982年も5,000 tが予定されている。

アメリカ政府の備蓄機関であるGeneral Services Administration (GSA) の名をつけた、通称「錫のGSA備蓄」は、現在でも自由世界の1年分の錫消費量に相当する大規模なものであり、アメリカ政府の備蓄政策が世界の錫市場の動きに、大きく影響する要因となっている。

錫の工業材料としての重要度は、相対的に低下し、錫生産国の政治、経済情勢の安定化

Table C-1 Primary Tin Metal Consumption of the Free World

(MT)

Country	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
South Africa	1,685	1,913	2,062	1,950	2,202	2,284	2,329	2,322	2,319	2,049	2,000	2,010	2,101	2,023
Argentina	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,500	1,600	1,000	700	700
Brazil	2,179	2,265	2,500	2,300	2,310	2,420	3,502	4,300	4,520	5,300	5,800	5,413	5,012	4,888
Canada	4,319	4,317	4,640	4,800	5,120	5,235	5,425	4,250	4,849	4,950	5,255	4,675	4,507	4,064
Mexico	1,600	1,600	1,640	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,800	1,800
USA	59,804	58,656	53,878	52,814	54,366	58,075	52,439	43,620	51,767	47,596	48,403	49,496	44,342	41,000
India	4,270	4,470	4,800	4,000	3,000	4,600	3,000	2,850	3,000	2,713	2,576	2,464	2,282	2,787
Japan	22,657	25,880	24,710	29,300	32,341	38,676	33,817	28,115	34,676	29,685	29,453	31,219	30,879	30,494
Korea, Rep. of	282	323	394	633	538	948	636	821	1,400	1,800	2,073	1,849	1,761	2,207
Taiwan	280	280	507	520	520	600	720	720	800	1,300	1,300	1,300	1,300	1,400
Belgium/Lux.	2,744	3,033	3,000	2,923	3,332	3,533	4,179	4,352	2,966	3,267	3,067	2,413	2,601	2,195
Czechoslova.	3,970	3,030	3,420	3,450	3,500	3,500	3,804	3,400	3,500	3,052	3,224	3,200	4,900	3,200
France	9,663	10,689	10,500	10,450	10,930	11,701	11,266	10,340	10,200	10,678	9,912	9,660	10,052	9,024
Germany, FR	11,278	13,430	14,062	14,202	14,392	15,847	14,539	11,958	14,844	14,115	13,535	13,655	14,271	13,693
Hungary	1,428	1,220	1,245	1,450	1,300	1,253	1,284	1,300	1,503	1,573	1,700	1,400	1,200	1,400
Italy	6,300	6,800	7,200	7,200	7,500	8,400	9,300	6,300	5,900	6,200	6,800	6,000	5,800	4,300
Netherlands	4,199	4,910	5,467	4,980	4,900	4,830	4,385	3,583	3,805	3,556	3,667	4,761	5,188	4,400
Poland	3,300	3,960	3,532	4,680	4,215	4,835	4,450	4,300	5,096	4,680	4,616	3,873	3,309	2,204
Romania	2,412	2,276	2,567	2,450	2,860	3,255	3,055	3,055	3,125	3,150	3,200	3,000	3,000	3,200
Spain	1,975	1,699	3,040	3,860	3,206	4,500	4,500	4,700	4,600	3,738	4,530	4,057	4,250	4,400
UK	17,420	18,059	16,950	16,425	14,649	16,600	14,459	12,164	13,500	12,681	12,154	11,094	6,445	7,418
Australia	3,909	3,735	3,837	3,875	3,464	4,273	4,293	3,258	3,646	3,762	3,572	3,387	2,845	2,570
World	180,300	187,200	185,600	189,400	192,000	214,200	200,100	173,900	194,300	184,100	186,400	185,800	174,700	165,600

Source: ITC, Tin Statistics, Monthly Statistical Bulletin

Table C-2 Tin Metal Consumption of the World\*

(MT)

Use	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Tinplate	67,000	63,400	65,000	61,100	65,000	67,700	54,000	61,000	58,500	55,200	54,800	50,700
Tinning	6,400	6,900	6,600	7,000	7,000	6,500	5,500	6,200	5,900	5,900	6,200	5,800
Solder	34,800	35,100	35,300	39,600	45,100	34,200	31,400	37,000	33,200	32,700	35,300	33,600
Bronze and brass	13,200	12,300	11,400	11,100	12,700	11,600	9,800	9,700	9,200	10,000	10,700	8,000
White metal, etc.	12,700	12,200	12,100	12,500	13,300	13,400	12,000	11,900	11,300	12,700	13,600	9,900
Other	17,300	16,300	18,200	21,300	26,200	22,300	17,800	23,900	22,800	22,900	23,600	25,100
Total	151,500	146,200	148,600	152,600	169,300	155,700	130,500	149,700	140,900	140,400	144,200	133,100

\* Includes Brazil, Canada, USA, India, Japan, Austria, France, Germany, FR, Italy, Switzerland, UK and Australia

Source: ITC, Tin Statistics, Monthly Statistical Bulletin

Table C-3 Tin Metal Consumption in the United States by Use

Use	(MT)												
	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Primary tin metal													
Tinplate	27,316	25,530	24,049	21,408	21,608	22,686	18,869	20,766	18,539	17,280	17,929	16,346	13,207
Tinning	1,467	2,113	2,274	2,573	2,582	2,518	1,879	2,284	2,291	2,349	2,498	2,531	1,556
Solder	12,590	14,133	14,171	17,167	19,076	11,559	10,669	13,506	12,173	12,952	13,249	11,653	9,256
Bronze and brass	3,373	3,441	3,061	3,145	3,562	3,617	2,626	2,860	2,833	3,012	2,709	2,147	1,640
White metal, etc.	3,473	3,790	4,061	4,516	5,729	4,994	4,513	4,618	4,222	5,514	5,336	2,451	1,501
Other	10,121	4,871	5,198	5,557	6,518	7,065	5,064	7,733	7,538	7,296	7,775	9,214	7,964
Total	58,340	53,878	52,814	54,366	59,075	52,439	43,620	51,767	47,596	48,403	49,496	44,342	41,000

Table C-4 Tin Metal Consumption in Japan by Use

Use	(MT)												
	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Tinplate	12,292	10,592	13,728	13,845	15,612	15,688	11,890	14,574	13,202	9,115	12,371	12,655	12,226
Tinning	681	655	553	528	764	695	578	922	864	776	1,061	1,218	1,396
Solder	8,147	8,583	8,896	10,569	13,182	10,565	10,418	12,711	9,665	7,157	9,644	10,234	10,878
Bronze and brass	2,010	1,985	2,215	2,225	2,362	1,411	1,290	1,541	1,162	966	1,285	1,586	1,521
White metal etc.	1,274	1,256	1,105	1,028	1,157	1,404	1,085	1,163	1,012	621		816	855
Other	1,476	1,639	2,803	4,145	5,599	4,054	2,854	3,765	3,760	3,193	5,059	4,710	4,003
Total	25,880	24,710	29,300	32,341	38,676	33,817	28,115	34,676	29,685	21,828	29,569	31,219	30,879

Source: ITC, Tin Statistics, Monthly Statistical Bulletin

によって、アメリカの錫の戦略物資としての備蓄の意義は大幅に低下しているので、アメリカ政府は財政負担を軽減するために、各種の戦略備蓄金属の全般的削減と、より戦略的重要性の高い他の金属に備蓄の中心を変更する方針をとっている。しかしながら、錫の場合、GSAの蓄積放出が世界市況の悪化をもたらし、錫生産国である東南アジア、ラテンアメリカの国々の経済に大きな打撃を与えることになるため、アメリカ政府としては、政治的に慎重な配慮をせねばならない立場にある。

国家財政負担の軽減と、生産国への政治的配慮という矛盾する二つの圧力が、アメリカ政府のGSA備蓄錫の市場放出政策に大きく作用しているため、今後、アメリカ政府の財政困難が高まるならば、常に、GSAの錫の市場放出がありうるものと判断すべきであろう。

Table C-5 GSA Disposals

Year	(MT)			
	Commercial Sales	Upgrading and Sales to AID etc.	Grand Total	Cumulative Total
1968	36	3,515	3,551	92,276
1969	-	2,081	2,081	94,357
1970	-	3,087	3,087	97,444
1971	-	1,764	1,764	99,208
1972	-	367	367	99,575
1973	19,570	698	20,268	119,843
1974	23,507	-	23,507	143,350
1975	584	-	584	143,934
1976	3,643	-	3,643	147,577
1977	2,677	-	2,677	150,254
1978	331	-	331	150,585
1979	-	-	-	150,585
1980	25	-	25	150,618
1981	5,920	-	5,920	156,538
1982 Aug.	3,950	-	3,950	160,488

Source: ITC, Monthly Statistical Bulletin

## IV. 消費における技術の進歩

### 1. ブリキ

ブリキは伝統的には、薄鋼板を錫熔触浴の中を通過させて、表面に錫の被膜を形成させるドブ漬法で生産されてきたが、1937年に電気メッキ法が開発され、より薄くて良好な錫の被膜の形成が可能となったため、急速にブリキ生産が普及した。電気メッキ法によってブリキの重量当りの錫消費量は大幅に低下したが、その後も電気メッキ法の技術向上が絶えず進められ、最近の統計によれば、1970年のブリキ1t当りの錫消費量は平均6.2kgであったのが、1980年には5.3kgと低下している。

一方、第二次大戦の錫不足を契機として、錫を使用しない耐食性薄鋼板の新品種の研究開発が行われ、Tin Free Steel (TFS) という代替材料が出現した。特に電解クロム酸処理によって、鋼板の表面に金属クロムとクロム酸水和物からなる被膜を形成したクロム酸処理 Tin Free Steel (TFS-CT) は、1960年代後半から、アメリカ市場で飲料用缶として需要を拡大している。

ブリキのもう一つの強敵はアルミニウムで、材料価格の安定性、良好な成形加工性、軽量性によって、1960年以降飲料缶を中心として、ブリキの市場を代替しつつある。

ブリキの主要用途である食缶および容器は、先進国においては所得の向上、消費生活の多様化とともに、需要は急激に増加しつつあるにもかかわらず、ブリキ生産における錫消費料節減、TFSの出現、アルミニウムの代替によって、ブリキ用の錫消費量は停滞から減少傾向に向かっている。

アルミニウム、TFSによるブリキの代替化は、炭酸系飲料缶を突破口として進んできたが、食品用缶、いわゆる缶詰缶では食品の色、味、香の保有性から、ブリキ缶の信頼性が高いので、急速な代替化は進行しないものと見られる。

### 2. 半田

半田は食缶および容器の製造において、接着材料として使用されてきた。食缶は胴、上ぶた、底ぶたを半田付けした3ピース缶が主力であったが、缶成型加工技術の進歩により、胴と底ぶたを一体化し、上ぶたのみを接着する2ピース缶が出現し、急速に普及しつつある。これにより半田接着部分が減少し、半田の消費は低下している。この他、半田付けの代りに、圧着、化学接着剤、溶接などの技術も採用されつつあり、半田の使用量はますます低下する傾向にある。ただし、食缶の半田付けでは、接着部分から食品への鉛分の溶出が問題となり、錫含有量の高い半田の使用が進んでいる。

電子機器の配線や回路は半田の有力市場であるが、機器の小型化、回路の集積化が進展し、プリント基板回路から、シリコン基板を用いたLSIの使用へと進んでいるので、半田

接着部分の減少、新しい回路コネクタの開発によって機器当りの半田使用量は大幅に低下しつつある。しかし一方では、錫含有量の高い半田の使用比率が上昇したこともあり、電子機器の生産の急速な成長とともに、電子工業の半田の消費は漸増傾向にある。

### 3. 合金

減摩合金の分野では、モーター自動車エンジン等の量産軸受に使用されてきた錫基ホワイトメタルが焼結銅鉛合金、あるいはアルミ錫合金へ、小型の軸受では樹脂軸受への材料の転換が行われている。

内燃機関の大型軸受には、粗悪油に対する耐蝕性および機械的性質の点から、錫基ホワイトメタルの使用が今後も続くと思われる。

銅合金では、比較的錫含有量の多い青銅が、錫の少ない洋白、高力黄銅、オンスメタル、錫を含まないアルミブロンズに代替されつつある。

### 4. 化学工業用錫化合物

化学工業では何種類もの錫化合物が使用されているが、この内有機錫化合物は、比較的新しく用途が開発されたものであるが、今後も有機錫化合物は新市場の開発が期待される。

有機化合物の中で、ジオルガノ錫化合物は、塩化ビニールに透明性および熱と光に対する安定性を付与したり、発泡ポリウレタン製造の触媒となる性質を有したり、ガラスに混入することにより導電性を与えたりするのに使用されている。トリオルガノ錫化合物には殺菌力を有するものがあり、この性質を利用した用途が開かれている。錫の用途の中で、化学工業用錫化合物は、技術革新による新しい市場開発が最も期待できる分野である。