

## 9 錫 (Sn)

## 9. 錫 (Sn)

### 9. 1 マテリアルフロー分析

錫は古代より知られている元素である。錫と銅から作られる青銅は古代からもちられていた合金の一つである。現代においては青銅は、硬いが容易に鋳造することができる性質をもつもので、ベアリングやバルブあるいは機械の部品材料として用いられている。最近では電子材料や電子部品にも以下に述べるように使用されている。

表 1 世界の錫生産量 (t)

	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年
Australia	10,011	9,146	9,602	6,268	6,500
Bolivia	12,417	12,464	12,298	15,242	15,000
Brazil	13,202	13,773 <sup>r</sup>	14,200 <sup>r</sup>	14,200 <sup>r</sup>	14,200
Burma	149	212	212 <sup>r</sup>	190 <sup>r</sup>	200
Burundi	18 <sup>e</sup>	7	4	-- <sup>r</sup>	--
China	80,100	99,400	95,000	62,000 <sup>r</sup>	50,000
Congo(Kinshasa)	50	50	50	20	40
Indonesia	47,754	51,629	61,862 <sup>r</sup>	88,142 <sup>r</sup>	70,000
Kyrgyzstan	250	300	300	300	350
Laos	404	408 <sup>r</sup>	490 <sup>r</sup>	366 <sup>r</sup>	360
Malaysia	7,339 <sup>r</sup>	6,307	4,972	4,215	3,359 <sup>4</sup>
Mexico	4	4	8	9 <sup>r</sup>	10
Niger	32	22	9 <sup>r,e</sup>	11 <sup>r</sup>	20
Nigeria	3,300 <sup>r</sup>	2,760 <sup>r</sup>	2,870 <sup>r</sup>	2,800 <sup>r,4</sup>	2,000
Peru	59,191	70,901 <sup>r</sup>	69,696	38,815 <sup>r</sup>	38,800
Portugal	2,200	1,200 <sup>e</sup>	1,200 <sup>e</sup>	1,000	1,000
Russia	2,500 <sup>r</sup>	2,500 <sup>r</sup>	2,000 <sup>r</sup>	1,300 <sup>r</sup>	2,000
Rwanda	248	276	169 <sup>r</sup>	197 <sup>r</sup>	140
Spain	2	3	2	2	2
Thailand	2,712	1,930 <sup>r</sup>	1,950 <sup>r</sup>	1,130 <sup>r</sup>	817 <sup>r</sup>
Uganda	(6)	(6)	18	-- <sup>r</sup>	--
Vietnam	4,000	4,100	4,500	4,500 <sup>r</sup>	4,600
Zimbabwe	1	-- <sup>4</sup>	-- <sup>4</sup>	--	--
Total	246,000 <sup>r</sup>	277,000 <sup>r</sup>	281,000 <sup>r</sup>	241,000 <sup>r</sup>	209,000

(USGS)

<sup>e</sup> Estimated. <sup>r</sup> Revised. --Zero

<sup>1</sup> World totals and estimated data are rounded to no more than three significant

digits; may not add to totals shown.

<sup>2</sup> Table includes data available through July 18, 2004

<sup>3</sup> Includes content of tin-tungsten concentrate.

<sup>4</sup> Reported figures

<sup>5</sup> Concentrate gross weight reported, estimated 62% tin content.

<sup>6</sup> Less than 1/2 unit

錫の原料は錫石( $\text{SnO}_2$ )であるが、その他に  $\text{WO}_3$ 、S、Cu、Pb、Fe 等を含むことがあるのでこれら不純物を溶錬前にできるだけ除去する。日本では 660t/年程度の精錬が行われている。Sn は比較的卑なため、溶錬のときにスラグに入りやすい上、Fe との分離が難しいので、2 段階に分けて還元溶錬を行う。まず第 1 段の鉱石溶錬では歩留を考えず品位の高い粗錫(Sn 90%)を得る。この際電気炉、反射炉が用いられ、スラグは Sn を 10~15%を含む。次にスラグにコークスや石灰石で強還元して、粗錫(Sn 90%)とする。粗錫を小型反射炉で不純物を溶離して錫とする。この際電解精錬を行うこともある。一方、インドネシア、中国、タイ、マレーシアから 25,000t/年の Sn が輸入されている。従って Sn の自給率は 2.5%となる。

最終製品は多くの分野で使用されている。ブリキは鉄板に Sn をメッキしたもので、多方面で使用されている。例えば缶詰などに使用されているブリキは、鉄に錫メッキしたものである。錫は鉄よりイオン化傾向が小さいので溶け出しにくく鉄を保護する。しかし、ブリキに穴があいてしまうと中の鉄が溶け出してしまう。最近鉄板の錫メッキは減少傾向があり、Zn メッキが多くなっている。

錫の融点は 232°C と低くはんだ(Sn : 40%、Pb : 58%、Sb : 2%)に利用されている。しかし Pb の有害性があり、はんだの分野では、Pb フリーはんだの研究開発や実用化が行われている。はんだ中の Sn 量は品種によって異なるが、約 40%である。Pb フリーはんだの開発で、はんだの需要は増加傾向と思われる。

電子部品のリードフレームに使用されるリン青銅は、Cu-Sn-P の組成である。展伸材としては Sn は 3~8%で P は 0.2%でばね用に用いられている。

鋳物用としては Sn は 5~25%で P は 0.05~0.5%で耐食性と耐磨耗性が優れている。青銅は、銅の強度を増すために錫を混ぜた合金(Cu : 95~75%、Sn : 5~25%)である。錫の含有量が多くなるほど硬度が高くなる。

青銅鋳物の生産量を 90,000t とし、Sn 量を平均して 15%とすると、13,500t となる。

軸受合金には、ホワイトメタル(Sn 90%)やアルミ軸受合金の需要があるが、軸受合金としての用途は少ない。

最近、液晶パネルやプラズマパネルの需要が増加しているが、それらのパネルには ITO という(In-Sn-O の組成)透明電極が使用されていて、Sn が 4.5%含有されている。このパネルの分野は液晶、プラズマ、その他の方式が激しい競争をしているが ITO は液晶にもプラズマにも、使用が可能であるので増加すると思われる。

その他、少量であるが、Sn はホワイトメタルやアルミ軸受合金の軸受材料に使われ

ている。

## 9. 2 リサイクルの現状と評価

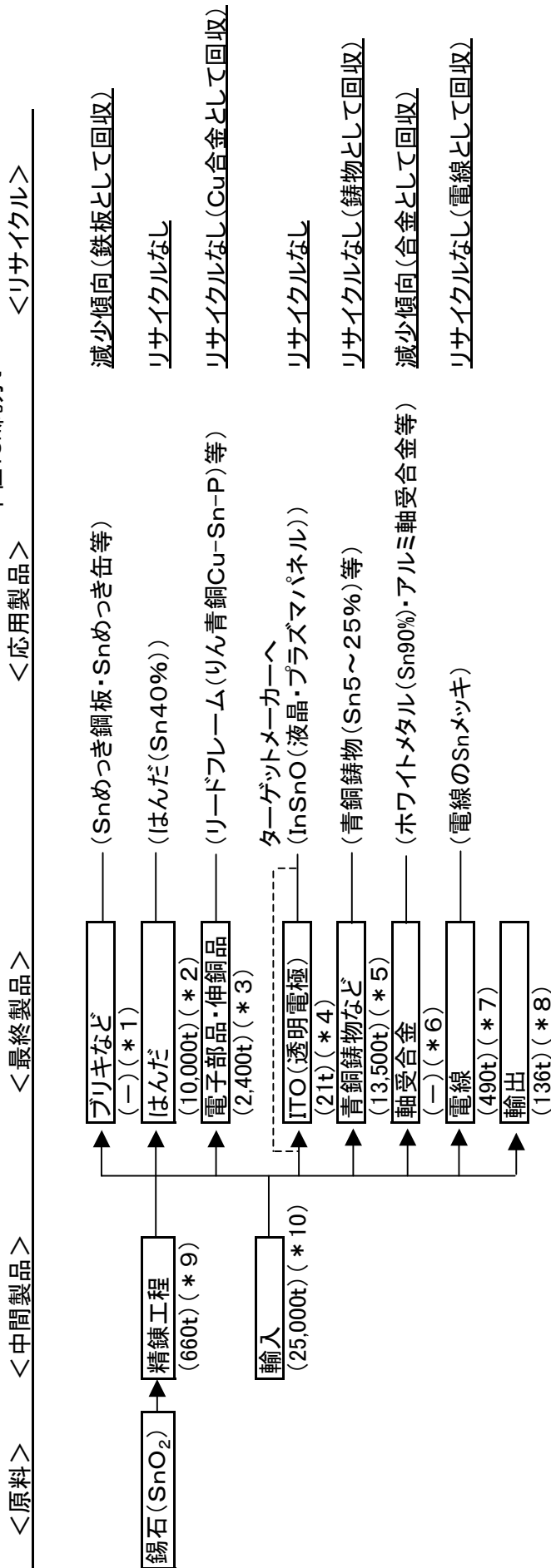
ブリキは、Sn を取り出すことはなく鉄板として回収される。はんだは Pb レスのため需要が増加すると思われるが、回収してリサイクルするのは難しい。電子部品や伸銅品に使われるリードフレームについても Sn を取り出すことなく Cu 合金として回収されている。青銅鋳物は、鋳物としてリサイクルされているが鋳物から Sn を取り出すことはない。軸受合金や電線の錫メッキも Sn を取り出すことなく、軸受合金や電線として回収される。

ITO の透明電極はディスプレイパネルやアモルファスシリコン太陽電池でありこれらが使用済み品となる。液晶テレビやプラズマテレビは最近市場に出された製品であって、使用済み品が出回りはじめるところである。メーカーでは生産台数の伸び率が大きく、今後さらに市場の拡大が期待されている。

従って、ブリキ、リードフレーム、青銅鋳物、軸受合金などはそれぞれが回収されて鋼板、鋳物、軸受合金などに Sn を取り出すことはないが回収されている。ITO における Sn は拡散してしまう可能性が高く、今後の課題である。

# 錫 (Sn)

2003年ベース  
単位:Sn純分t



- (\*1) 鉄板の錫メッキは減少傾向。亜鉛メッキが多い。(鉱業便覧:平成13年版を使用)
- (\*2) はんだのデーター現在は多少増加傾向と思われる。(鉱業便覧:平成13年版を使用)  
鉱業便覧の最新版(平成17年版)は発行されていない。
- (\*3) 伸銅品のデーター(鉱業便覧:平成13年版を使用)
- (\*4) ITO: 組成割合In%:Sn%=78:4.5 Sn=360x4.5/78=21t
- (\*5) 青銅鑄物: 90,000t x 0.15%Sn=13,500t(青銅鑄物の生産を9万tと仮定)(素形材(2005)Vol.46 No.1 p.58を参考)
- (\*6) 軸受合金は少ない(鉱業便覧:平成13年版を使用)
- (\*7) 電線用Snメッキ(鉱業便覧:平成13年版を使用)
- (\*8) USGS(米国に輸出)
- (\*9) USGS
- (\*10) 鉱業便覧(平成13年版)を参考

錫(Sn)

リサイクルの現状

主な応用製品	利用形態	使用済み品の存在形態/量		リサイクル形態		リサイクル現 状評価(注③) (A~G)	備考 (注④)
		形態等	量(注①)	リサイクルの実態	リサイクルのサイクル (注②)		
ブリキ	メッキ	鋼板、缶のメッキ (鋼板はZnメッキが 主流)	(一)	鋼板としてリサイクル	製品による。 食品用缶(数ヶ月)～ 機械類(10年)	E	亜鉛メッキの発展の ために、Snメッキは 少ない
はんだ(Pbレス)	低融点合金	使用済み電子機器 等のはんだだけ	(10,000t)	廃機械類のリサイクル	(10年)	E	Pbレスのため需要が 増加すると思われる
電子部品・伸銅品	合金	リードフレーム等	(2,400t)	(5～10年)	(10年)	E	
ITO	透明電極	ITO薄膜(液晶や プラズマパネル)	(21t)	ITOターゲットの使用	(5～10年)	E	ITOの使用量は今後 増加
青銅鑄物(ブロンズ)	合金	使用済み鑄物	(13,500t)	鑄物としてリサイクル	(10年)	E	今後は横ばいか減少
軸受合金	合金	使用済み機械に 組み込まれてい る廃電線み電線	(一)	合金としてリサイクル	(5年)	E	今後は横ばいか減少
電線	メッキ		(490t)	電線としてリサイクル	(長期間)	E	横ばい

(注)①量の単位:  
( )内の使用量純分  
その他は発生量純分

②サイクル:  
( )内は推定使用年数  
その他は実リサイクル年数

③現状評価  
A. 応用製品が消耗品である  
B. 添加剤として使用されている  
C. リサイクルの流通システムがない  
D. 効果的なリサイクル技術がない  
E. 経済性がない  
F. 需要開発が十分にされていない  
G. その他

④リサイクルのボトル  
ネックと解決の難易  
度。毒性、保管の危  
険性の有無など