

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用い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使用されている。

錫の原料は錫石(SnO_2)であるが、その他に 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解前にできるだけ除去する。日本では 660 t / 年程度の精錬が行われている。錫は比較的卑なため、溶錬のときにスラグに入りやすい上、鉄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 (Sn90%) を得る。この際電気炉、反射炉が用いられ、スラグは錫を 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 (Sn90%) 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 26,000 t / 年の錫が輸入されている。従って、錫の自給率は 2.5% となる。

2004 年以降のデータはないが、表 1 は世界の錫生産量である。2004 年は増加しているのではないかと思われる。表 2 は日本の精錬による生産量である。大きな変化はなく生産量も少ない。大部分は輸入である。

表 1 世界の錫生産量 (t)

2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
277,000 ^r	281,000 ^r	241,000 ^r	209,000

(USGS2003) ^r Revised.

表 2 日本の生産量 (t) primary smelter

2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
593	668	659	662

(USGS2003)

最終製品は多くの分野で使用されている。ブリキは鉄板に錫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ふ。最近では鉄板の錫メッキは減少傾向があり、亜鉛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。しかし鉛の有害性があり、はんだの分野では、鉛フリーはんだの研究開発や実用化が行われている。はんだ中の錫量は品種によって異なるが、約40%である。

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。展伸材としての錫は3~8%で燐は0.2%でばね用に用いられている。

鋳物用としては錫は5~25%で燐は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、錫量を平均して15%とすると、13,500tとなる。

軸受合金には、ホワイトメタル（Sn90%）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。

最近では、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（In-Sn-Oの組成）透明電極が使用されていて、錫が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。

錫 需給実績 (単位：t)

区分	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
繰越在庫	3,874	4,510	2,817	1,587	2,405
生産	593	668	659	662	707
発生	73	99	35	62	91
輸入	28,126	21,501	24,937	29,136	32,158
供給計	32,666	26,778	28,448	31,447	35,361
国内需要					
ブリキ	0	0			
電線	478	296			
伸銅品	2,863	1,659			
銅合金鋳物	0	0			
はんだ・銅合金塊	11,978	10,138			
箔粉末・等	0	0			
その他	10,098	9,417			
計	25,417	21,510	7,985	7,872	7,012
青銅鋳物等					
輸出	183	150	171	176	318
需要計					

出典：日本鋳業協会誌（2001~2005年）単位は原典ではKg
平成14年(2002年)より、用途別消費量は採っていない。

9. 2 リサイクルの現状と評価

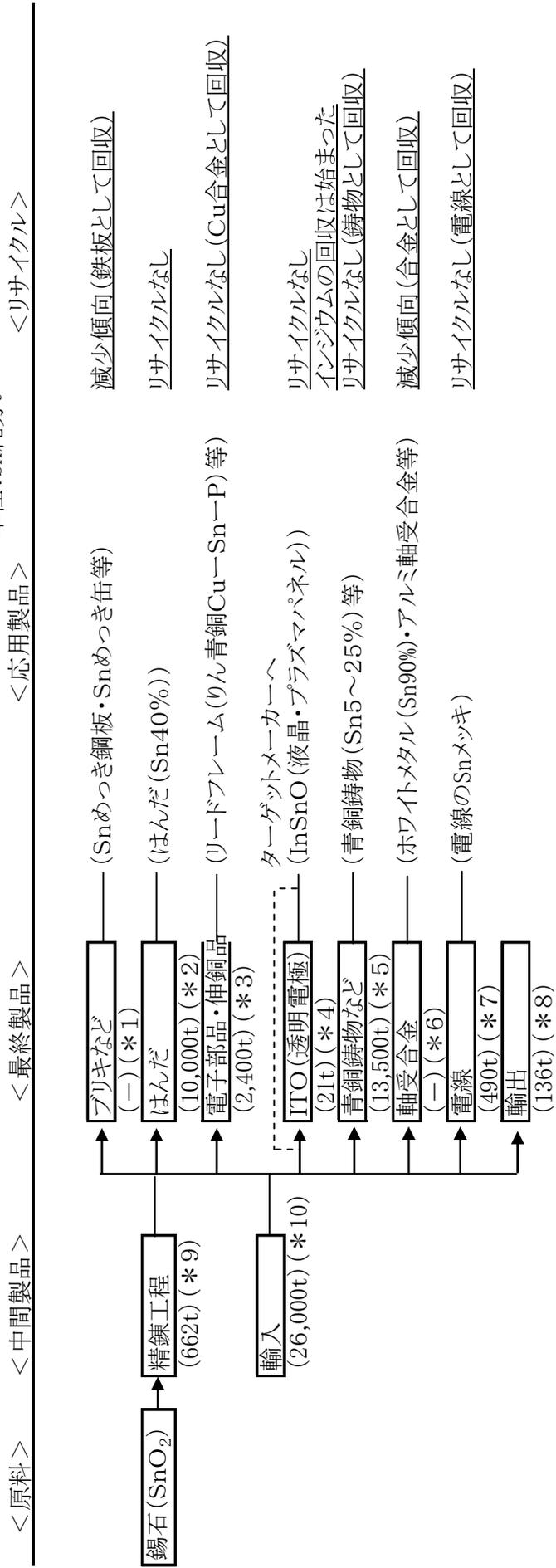
ブリキは、錫を取り出すことはなく鉄板として回収される。はんだは鉛レスのため需要が増加すると思われるが、回収してリサイクルするのは難しい。電子部品や伸銅品に使われるリードフレームについても錫を取り出すことなく銅合金として回収されている。青銅鋳物は、鋳物としてリサイクルされているが鋳物から錫を取り出すことはない。軸受合金や電線の錫メッキも錫を取り出すことなく、軸受合金や電線として回収される。

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、軸受合金などに錫を取り出すことはないが回収されている。ITO における錫は拡散してしまう可能性が高く、今後の課題である。

錫(Sn)

2004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) (鉱業便覧の最新版(平成17年版)は発行されていない)
 (*2) はんだのデータは多少増加傾向と思われる。(鉱業便覧:平成13年版)
 (*3) 伸銅品のデータ (鉱業便覧:平成13年版)
 (*4) ITO: 組成割合In:Sn%=78:4.5 Sn=360×4.5/78=21t
 (*5) 青銅鑄物: 90,000t×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)
 (*7) 電線用Snメッキ(鉱業便覧:平成13年版)
 (*8) USGS(2003)米国の輸入量を採用
 (*9) USGS(2003)
 (*10) 鉱業便覧(平成13年版)

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 形態等	リサイクル形態		リサイクル率	リサイクル現 状評価(注③) (A～G)	備考 (注④)
			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	0%	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 等のはんだ付け	(10,000t)	廃機械類のリサイクル (10年)	0%	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)	0%	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)	0%	E	ITOの使用量は今後 増加(液晶とプラズマ)
青銅鋳物(ブロンズ)	合金	使用済み鋳物	(13,500t)	鋳物としてリサイクル (10年)	0%	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	(一)	合金としてリサイクル (5年)	0%	E	今後は横ばいか減少
電線	メッキ	廃電線のメッキ	(490t)	電線としてリサイクル (長期間)	0%	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 E.経済性がない
B.添加剤として使用されている F.需要開発が十分にされていない
C.リサイクルの流通システムがない G.その他
D.効果的なリサイクル技術がない

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