

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り、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。硬いが容易に鑄造することができる性質を持つ青銅は、ベアリングやバルブ、機械の部品材料、電子材料や電子部品に使用されている。

錫の主鉱物である錫石(SnO₂)は、WO₃, S, Cu, Pb, Fe 等を含むことがあり、比較的安定性が低く溶錬時にスラグに移行し易いことから、2段階に分けて還元溶錬を行う。

まず第1段階の鉱石溶錬では、電気炉、反射炉を用い品位の高い粗錫(Sn90%)を得るが、この時、スラグにSnが10~15%含まれる。このため、第2段階としてスラグにコークスや石灰石を加えて強還元し、粗錫(Sn90%)とし、その粗錫を小型反射炉で不純物を溶離して錫とする。この再、電解精錬を行うこともある。

我が国では、以前は国内で錫石の製錬を行っていたが、現在はリサイクルにより廃金属、錫滓、ドロス、煙灰、などから錫を650~900t/年程度回収している。一方、海外からは主にインドネシア、タイ、マレーシアから金属錫(錫塊+くず)が35,415t/年、棒・線材が872t/年、錫合金が232t/年が輸入(2010年)されている。

錫の最終製品は幅広い分野で使用されている。ブリキは鋼板に錫をメッキしたもので、錫が鉄よりイオン化傾向が小さく溶け出しにくいことにより鉄を保護するという特性を利用してもので缶詰などに使用されている。しかし、機能を満たし安価な材料の開発(ティンフリースチール、アルミ、紙パック、PETボトルなど)により飲料用途が代替されるなど、最近では鋼板の錫メッキはかなり減少した。

錫の低い融点(232℃)の特性を利用し電子・電気部品産業では低融点接合剤としてSn-Pb共晶はんだ(Sn63%:融点184℃)が多用されてきたが、2006年頃からは、鉛フリー化により純錫はんだや、Sn-Ag-Cu系などのPbフリーはんだが実用化され広く用いられている。

電子部品のリードフレームに使用されるリン青銅の組成は、Cu-Sn-Pである。また、展伸材としてはSn3~8%、P0.2%の組成でばね用に用いられている。

鑄物用青銅合金は、Sn5~25%、P0.05~0.5%の組成で、耐食性と耐摩耗性が優れている。錫の含有量が多くなるほど硬度が高くなる。軸受合金には、錫を含むホワイトメタル(Sn90%)やアルミ軸受合金が利用されていたが、最近では軸受合金自体の需要が減少している。

また、錫の応用製品の液晶パネルやプラズマディスプレイパネルの需要が増加している。これらのパネルには錫を含有するITO(In-Sn-O組成)透明電極が使用されている。しかしながら、パネルのITO膜は極めて薄く、ディスプレイ1台当たりの使用量はごく僅かである。この他、化成品として塩化ビニル安定剤の錫化合物があるが、金属量で全体の数%程度である。

我が国の主要生産者は次のとおりである。

表1 錫地金の主要生産者

主要生産者	生産品目
三菱マテリアル	錫地金
三井金属鉱業	錫地金
JX日鉱日石金属	錫地金

出典:各社ウェブサイト

9.2 リサイクルの現状と評価

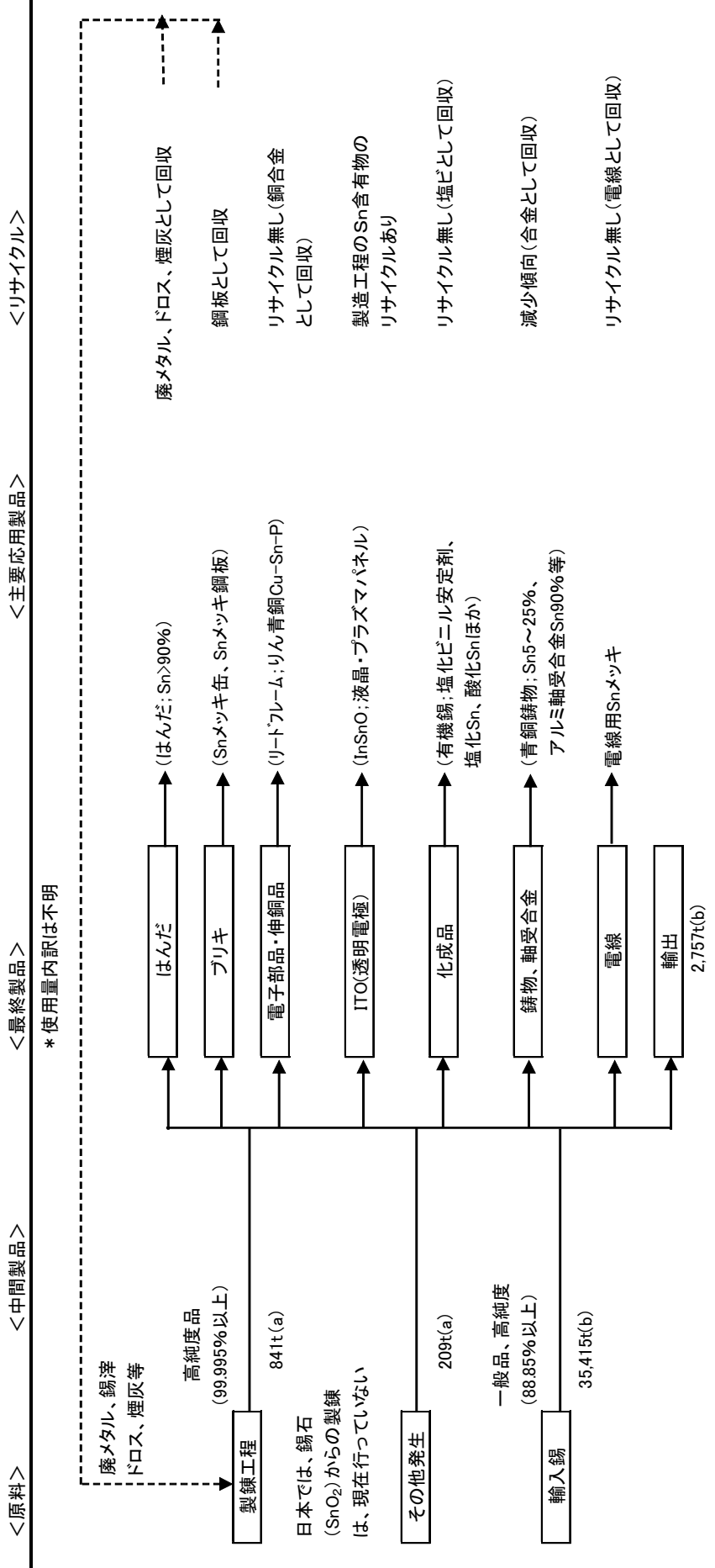
ブリキ中の錫は、鋼板として回収されている。また、はんだは鉛フリー化を背景に需要が増加し、前述のように、工程くずとしてはドロスの形で回収される。廃電子・電気基板については収集業者等により製錬所に戻されリサイクルされている。電子部品や伸銅品に使われるリードフレームについても錫銅

合金として回収されている。青銅鑄物については、鑄物としてリサイクルされているが鑄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軸受合金や電線として回収されている。

一方、ITO 透明電極が使用されているディスプレイパネルやアモルファスシリコン太陽電池などについては、今後さらに市場の拡大が期待されている製品であるが、使用済製品としては最近市場に出回り始めたところである。

錫のリサイクルについては、ブリキ、リードフレーム、青銅鑄物、軸受合金などが回収され、鋼板、鑄物、軸受け合金の状態のリサイクルされ錫が回収されている。また、ITO の錫については、ディスプレイ 1 台当たりの使用量が少ないこと等を理由にコスト的な観点から回収の対象とりにくく今後の課題となっている。一方、ITO 製造工程で発生する工程くず分の錫含有物が製錬所に集荷されリサイクルされている。

錫(Sn)のマテリアルフロー(2010)



1. 鉱石埋蔵量(Reserve) 480万純分(USGS/MCS2012)

2. 出典 (a) 日本鉱業協会資料

(b) 日本貿易統計

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		リサイクル形態			リサイクル現状 評価(A~G)(注 ②)	備考 (注③)
		形態	量	リサイクルの実態	リサイクルのサイクル(注①) (10年)	リサイクル率 (少量)		
はんだ	低融点合金	使用済み電子機器等のはんだだけ		廃機械類のリサイクル		(少量)	G	鉛フリー化のため、需要は増加
ブリキ、メッキ	メッキ	鋼板、缶のメッキ(鋼板はZnメッキが主流)		鋼板として、メッキ錫滓としてリサイクル	食品用缶;数ヶ月、	(少量)	G	代替品の増加により、錫メッキは減少
電子部品・伸銅品	合金	リードフレーム等		電子部品中の有価物の回収に伴って回収	機械類;10年 (10年)	(少量)	G	電子部品中の有価物回収に依存
ITO 化成品	透明電極 化合物	ITO薄膜(液晶やプラズマパネル) 廃塩化ビニル		ITOターゲットの回収・製錬処理 塩化ビニルとして回収	(5~10年) (3~10年)	(少量) 0%	E E	製造工程のSn含有物リサイクルあり
鋳物、軸受合金	合金	使用済み機械に組み込まれている金属		合金としてリサイクル	(5年)	0%	E	減少傾向
電線	メッキ	電線のメッキ		電線としてリサイクル	(長期間)	0%	E	

(注) ①リサイクル

()内は推定使用年数

②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無い
- D. 効果的なリサイクル技術が無い

E. 経済性が無い

F. 需要開発が十分になされていない

G. その他

③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