

## 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(SnO<sub>2</sub>)は、WO<sub>3</sub>, S, Cu, Pb, Fe 等を含むことがあり、また錫は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(Sn 90%)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(Sn 90%)とし、この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。

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 22,127t/年、棒・線材等が 547t/年、錫合金が 155t/年輸入(2009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。ブリキは鉄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たもので缶詰などに使用されている。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ことから、最近では鉄板の錫メッキはかなり減少し、亜鉛メッキが大半を占めている。

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 はんだ(Sn63%:融点 183℃)が多用されてきたが、最近では純錫はんだや、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%の組成ではね用に用いられている。

鑄物用合金は、Sn 5~25%、P 0.05~0.5%の組成で、耐食性と耐磨耗性が優れている。青銅中の Sn 含有量は 5~25%で、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(Sn 90%)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、最近では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。

我が国の主要生産者は次のとおりである。

表 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、鉄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ており、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。青銅鋳物については、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、青銅鋳物、軸受合金などが回収され、鋼板、鋳物、軸受合金の状態でも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な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ロス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)

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)	リサイク ル率 (少量)		
はんだ	低融点合金	使用済み電子機 器等のはんだ付 け		廃機械類のリサイクル	(10年)	(少量)	G	Pbフリー化のため、需 要は増加すると推定
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、 機械類；10年	(少量)	G	亜鉛メッキの増加によ 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	(10年)	(少量)	G	電子部品中の有価物 回収に依存
ITO	透明電極	ITO薄膜(液晶や プラスチック)		ITOターゲットの回収・ 製錬処理	(5~10年)	(少量)	E	製造工程のSn含有物 リサイクルあり
化成品	化合物	廃塩化ビニール		塩化ビニールとして回 収	(3~10年)	0%	E	
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	廃電線のメッキ		電線としてリサイクル	(長期間)	0%	E	

(注) ①リサイク

( )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