

# 銅 鉱

## 1. 銅鉱の種類

銅の生産に使用される主要な鉱石は次の様である。<sup>[1]</sup>

- (a) 緑塩銅鉱 (atacamite,  $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ ) (天然の水酸化塩化銅)
- (b) 藍銅鉱 (azurite,  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ) (塩基性炭酸銅)
- (c) 斑銅鉱 (bornite,  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  又は erubescite) (銅及び鉄の硫化物)
- (d) 車骨鉱 (bournonite,  $\text{CuPbSbS}_3$ ) (銅、鉛及びアンチモンの硫化物)
- (e) ブロシャン銅鉱 (brochantite,  $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$ ) (塩基性硫化銅)
- (f) 輝銅鉱 (chalcocite,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ) (硫化銅)
- (g) 黄銅鉱 (chalcopyrite,  $\text{CuFeS}_2$  又は copper pyrites) (銅及び鉄の硫化物)
- (h) けいくじゃく石 (chrysocolla,  $\text{CuSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) (含水けい酸銅)
- (i) 銅藍 (covellite,  $\text{CuS}$ ) (硫化銅)
- (j) 赤銅鉱 (cuprite,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ) (酸化第一銅)
- (k) 翠銅鉱 (diopside,  $\text{Cu}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18}) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) (けい酸銅)
- (l) 四面銅鉱 (grey copper ore、しばしば銀を産出)、四面安銅鉱 (tetrahedrite,  $(\text{Cu, Fe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$  又は fahlerz) (銅及びアンチモンの硫化物)、四面砒銅鉱 (tennantite,  $(\text{Cu, Fe, Zn})_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ ) 又は硫砒銅鉱 (enargite,  $\text{Cu}_3\text{AsS}_4$ ) (銅及び砒素の硫化物)
- (m) くじゃく石 (malachite,  $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ ) (塩基性炭酸銅)
- (n) 黒銅鉱 (tenorite,  $\text{CuO}$ ) (酸化第二銅)

これらの中で、輝銅鉱、黄銅鉱、銅藍、赤銅鉱、四面銅鉱及び斑銅鉱は重要な銅鉱石である。黄銅鉱は最も重要な銅の鉱石・鉱物であり、微量の金、銀、錫、亜鉛などを含み、少量のニッケルやセレンを含むものもある。これら貴金属は貴金属回収プラントで回収されている。

## 2. 銅 (Cu : copper) の特性値と概要

- ・陽子数 : 25
- ・価電子数 : -
- ・原子量 : 63.546
- ・融点 : 1083.4°C
- ・沸点 : 2567°C
- ・密度 : 8.96
- ・存在度(地球) : 75ppm <sup>[2]</sup>

銅は薄く伸ばすことができる展性・延性という特性がある。また、熱と電気の伝導率が金属の中では銀について高いため、調理用鍋や電線として利用されている。銅と他金属との合金には、青銅や真鍮など多くの種類がある。日本から出土する銅鐸は約 2000 年ほど前の弥生時代につくられた青銅器である。このように銅は人類が古くから生活に利用してきた元素である。

### 3. 産地

銅鉱石の世界の埋蔵量は、約4億9千万トン(純分)と推定されている。国別の埋蔵量はチリ(31%)、アメリカ(7.1%)、インドネシア(7.1%)、ペルー(6.1%)、ポーランド(6.1%)、メキシコ(6.1%)、中国(5.3%)である。銅鉱石の2007年における世界の生産量は約1560万トン(純分)と推定されている。国別の生産量はチリ(37%)、ペルー(7.7%)、アメリカ(7.6%)、インドネシア(5%)、中国(5.9%)である。<sup>[3]</sup> 日本では足尾銅山、別子銅山、日立銅山などの大鉱山をかかえ輸出国であったが現在は、これらは全て廃鉱となった。

### 4. 輸入先国

銅鉱山で採掘される銅鉱石の平均品位は1~2%前後であるため、銅純度を高め、品位30%前後とした銅精鉱を輸入している。銅原料として、銅精鉱のほか、中間製品である電気銅、最終製品である電線や伸銅の形態で輸入している。銅精鉱を含めた銅鉱の輸入量は2005年度においては約432万トンであった。国別の輸入先はチリ(45%)、インドネシア(19%)、オーストラリア(10%)、カナダ(9%)である。上位4ヶ国からの輸入は約83%を占める状況である。<sup>[4]</sup> 表-1に銅鉱、表-2に銅含有中間製品の国別輸入量を示す。

表-1 銅鉱国別輸入量<sup>[4]</sup>

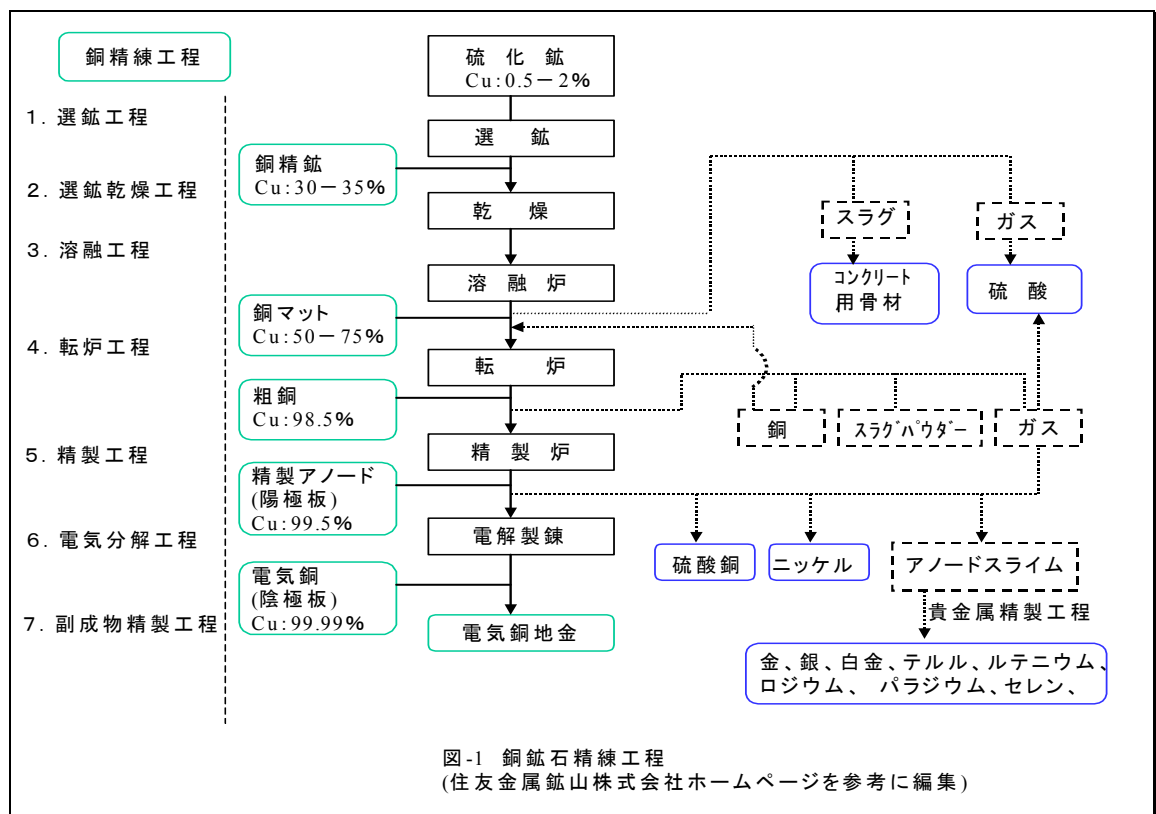
品目名	2005. 1~12 輸入実績				
	単位	合計	輸入国	輸入量	比率
銅鉱(精鉱を含む。)	トン	4,320,036	チリ	1,938,791	44.9
			インドネシア	824,990	19.1
			オーストラリア	428,102	9.9
			カナダ	387,785	9.0
			パプアニューギニア	280,923	6.5
			ペルー	249,054	5.8
			フィリピン	67,356	1.6
			アメリカ合衆国	57,139	1.3
			アルゼンチン	32,989	0.8
			トルコ	15,220	0.4
			コロンビア	11,324	0.3
			メキシコ	11,111	0.3
			ブラジル	10,519	0.2
			ロシア	3,912	0.1
タンザニア	821	0.0			

表-2 銅含有中間製品の国別輸入量

品目名	2005. 1～12 輸入実績				比率
	単位	合計	輸入国	輸入量	
銅のマット及びセメントカッパー	トン	1,977	ベトナム	1041.869	52.7
			マレーシア	545.066	27.6
			台湾	390.222	19.7
粗銅及び電解精製用陽極銅	トン	2,434	メキシコ	1432.663	58.9
			チリ	999.6	41.1
			大韓民国	1.5	0.1
精製銅又は銅合金の塊	トン	77,021	チリ	35,336	45.9
			ペルー	16,975	22.0
			大韓民国	6,898	9.0
			その他	17,813	23.1
銅の屑	トン	102,858	フィリピン	17,489	17.0
			アメリカ合衆国	16,729	16.3
			シンガポール	15,086	14.7
			その他	53,554	52.1
銅のマスターアロイ	トン	825	フィリピン	364	44.1
			アメリカ合衆国	307	37.2
			シンガポール	122	14.8
			その他	32	3.9
銅の粉及びフレーク	トン	2,695	中華人民共和国	1,230	45.6
			オーストラリア	387	14.4
			英国	284	10.6
			その他	794	29.5
銅の棒及び型材	トン	6,504	大韓民国	2,697	41.5
			マレーシア	1,368	21.0
			フランス	1,357	20.9
			その他	1,083	16.6
銅の線	トン	14,079	マレーシア	5,110	36.3
			台湾	2,847	20.2
			中華人民共和国	2,408	17.1
			その他	3,714	26.4

## 5. 銅鉱の精製法及び誘導品の製造法

銅鉱の製錬方法としては乾式製錬と湿式製錬とに大別される。乾式製錬では硫化銅鉱を原料として使用し、湿式製錬では酸化銅鉱のような浮遊選鉱で濃縮できない鉱石などを酸またはアルカリで浸出し、溶媒抽出—電解採取法(SX-EW)にかける方法などがある。日本では乾式製錬が主流である。図-1 に乾式製錬の工程を示す。銅鉱石には硫黄をはじめ、ニッケル、金、銀、白金などを含有しており、これらを副産物として回収している。



銅の製錬工程は次の様である。

- ① 選鉱工程：硫化銅を破碎・選別して銅成分を濃縮する。銅成分が 0.5～2.0% 硫化銅を品位 30～35% まで高め精銅を得る。
- ② 乾燥工程：ロータリードライヤにて精銅に含まれている水分を除去する。
- ③ 熔融工程：熔融炉では硫化銅にケイ酸及び酸素を吹き込み硫黄と鉄を除いて銅成分が 50～75% 含まれる銅マットを生産する。
- ④ 転炉工程：銅マットを転炉に装入し、ケイ酸と酸素を入れ不純物を取り除き銅成分が 98% の粗銅を生産する。
- ⑤ 精製工程：粗銅を精製炉に装入し、粗銅中の酸素を除去するために還元剤となるブタンガスやアンモニアを吹き込み銅成分が 99.5% の陽極板（アノード）を生産する。

⑥電気分解工程：最後に電解精製を行い銅成分が 99.99%の純度が高い電気銅を生産する。

この電気銅は電線と伸銅品（板、条、管など）に加工し、さまざまな産業で利用されている。

⑦ 副成物精製工程：溶融工程から発生するスラグはスラグサンドとして海砂の代わりにコンクリート細骨材用途に利用されている。転炉工程から発生するスラグはスラグパウダー（鉄精粉）として利用される。電気分解工程で発生する硫酸銅、ニッケル及びアノードに含まれる貴金属やレアメタル類は、電解槽底部に溜まり、貴金属精製プラントを経て金、銀、白金、セレン、テルル、パラジウム、ロジウム、イリジウム、ルテニウムなどが回収される。また、製錬時に発生する二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)は回収され硫酸の製造に利用される。これら副成物はエレクトロニクス関連、歯科医療、装身具、化学薬品、医薬品などに利用されている。<sup>[5]</sup>

## 6. 銅鉱の最終用途

銅鉱から製錬を経て銅が生産され、電線、伸銅品や鋳物などに加工され、さまざまな産業分野で利用されている。また、副産物として得られる二酸化硫黄からは硫酸、スラグからは貴金属・レアメタルなどが得られ利用されている。

銅の用途としては電線と伸銅品が主で、他には少量の銅鋳物などがある。電気銅の約 53%(80 万 3 千トン)は電線に、残りが伸銅品(72 万 5 千トン)に消費されている。銅の主要製品分野別では、電気・機械分野が 41 万 4 千トン(27%)、自動車・船舶分野が 18 万 4 千トン(12%)、建設分野が 17 万 4 千トン(11%)、金属製品・鉄鋼分野が 16 万 8 千トン(11%)、通信・電力分野が 9 万 7 千トン(6%)が主な消費分野である。<sup>[6]</sup>

表-3 に銅の利用分野別消費比率、表-4 に銅の最終主要用途を示す。

表-3 銅の利用分野別消費比率<sup>[6]</sup>

銅利用分野	電線消費量 (千トン)	電線消費量 (比率)	伸銅消費量 (千トン)	伸銅消費量 (比率)	電線・伸銅 合計比率
電気・機械	160	10.5	254	16.6	27.1
自動車・船舶	127	8.3	57	3.7	12.0
通信・電力	97	6.3	-	-	6.3
その他機械	8	0.5	140	9.2	9.7
建設事業	150	9.8	24	1.6	11.4
金属製品・鉄鋼	-	-	168	11.0	11.0
その他	261	17.1	82	5.4	22.4
合 計	803	52.6	725	47.4	

表-4 銅の最終主要用途先

主な銅の用途	主な最終用途
電気機器	リードフレーム、半導体素子、コネクタ、プラグ、スイッチ、スイッチ部材、ソケット、プリント基板、パソコン、携帯電話、ロボット、太陽電池など
建築	建築用金具、配管、継手、屋根板、電線・ケーブル など
冷凍空調機器	エアコン用伝熱管、配管、冷凍機用伝熱管 など
輸送機器・部品	自動車ワイヤーハーネス、端子など電装品、リニアモーターカー、ヘリコプターなど
産業機械	復水器、蒸発器など産業用熱交換部材、モーター など
ガス、石油機器	湯沸器、風呂釜の熱交換部材、バルブ、コック など
精密機械	時計、カメラ、光学機器、理化学機器、医療用部材 など
船舶	アンカーチェーン、プロペラ、取水管
日用品	鍋、釜、食卓用品、装飾品
その他	ガラス部材

## 7. 参考資料

- [1] 財務省貿易統計 関税率表解説
- [2] Newton 別冊：完全図解 周期表，株式会社ニュートンプレス
- [3] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries 2008
- [4] 財務省：貿易統計，2005
- [5] 住友金属鉱山株式会社ホームページ <http://www.smm.co.jp/> 2010年2月
- [6] (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアル・フロー2005