

鉛 鋳 石

1. 鉛鋳の種類

鉛鋳の主要な鋳石は次ぎのものである。^[1]

- (a) 硫酸鉛鋳 (anglesite, PbSO_4) (硫酸鉛)
- (b) 白鉛鋳 (cerussite, PbCO_3) (炭酸鉛)
- (c) 方鉛鋳 (galena, PbS) (硫化鉛。銀を含むものもある。)
- (d) 緑鉛鋳 (pyromorphite, $\text{Pb}_5\text{Cl}(\text{PO}_4)_3$) (鉛のりん酸塩及び塩化物)

鉛の最も重要な鋳石は方鉛鋳である。方鉛鋳は、数百 ppm 程度の銀を含んでいる。また、銀の他、金、ビスマス、アンチモン、テルルなどを微量含む。

方鉛鋳は閃亜鉛鋳、黄鉄鋳、黄銅鋳などと共に産出するため、鉛鋳床、亜鉛鋳床を一括して鉛・亜鉛鋳床と呼ばれる事も多い。^[2]

2. 鉛 (P b : lead) の特性値と概要

- ・陽子数 : 82
- ・価電子数 : 4
- ・原子量 : 207.2
- ・融点 : 327.5°C
- ・沸点 : 1740°C
- ・密度 : 11.35
- ・存在度(地球) : 8ppm ^[3]

鉛は人体に必要不可欠な元素であり、特に、骨や脊髄を構成する重要な元素である。しかし、何らかの体質・代謝の異常により、鉛が排泄されない状態になると毒性を持つ。鉛は身近なものでは、鉛ガラス、鉛蓄電池、釣りなどの錘などに利用されている。

3. 産地

鉛鋳石は世界のほとんどの地域で産出する。鉛鋳石の世界の確認埋蔵量は約 1 億 4 千万トンと推定され、国別では中国 (25.7%)、オーストラリア (20.0%)、アメリカ (14.3%)、カナダ (6.4%)、カザフスタン (5.0%) である。世界の鉛鋳石の生産量は 2005 年においては約 3,280 千トンで、主な生産国は中国 950 千トン (29.0%)、オーストラリア 760 千トン (23.2%)、アメリカ 440 千トン (13.4%)、ペルー 310 千トン (9.5%)、メキシコ (4.4%) である。^[4]

日本国内でも神岡鋳山、豊羽鋳山、花岡鋳山、小坂鋳山などの多くの鉛・亜鉛鋳山で採掘されていたが、2006 年 3 月に豊羽鋳山は採掘可能な鋳石の鋳量枯渇のため閉山し、現在では鉛を採掘する鋳山なく、鉛鋳石 (精鋳) 及び中間品である鉛地金、再生地金は輸入している。

鉛地金の世界の生産量は 2004 年においては約 6,832 千トンであり、主な生産国は中国 1,812 千トン (26.5.0%)、アメリカ合衆国 1,260 千トン (18.4%)、ドイツ 411 千トン (6.0%)、日本 283 千トン (4.1%)、オーストラリア 273 千トン (4.0%) である。^[5]

4. 輸入先国

鉛鉱石は国内では産出しないため、鉛の原料である、鉛鉱（精鉱を含む）の全量及び鉛地金、再生鉛地金の一部を輸入している。鉛鉱（精鉱を含む）の国別輸入量を表-1 に、鉛地金の国別輸入量を表-2 に示す。

鉛鉱石の輸入量は 2005 年においては約 171 千トンであった。国別の主な輸入先はアメリカ(48%)、オーストラリア(38%)、ペルー(6%)、ロシア(5%)である。

鉛地金の輸入量は 2005 年におい約 23 千トンであった。国別の主な輸入先は中国(95%)が多く、次いでメキシコ(4%)であった。^[6]

表-1 鉛鉱 国別輸入量

輸入統計品目番号			品目名	2005. 1～12 輸入実績			
項 No	号 No	細目		単位	合計	輸入国	輸入量
2607	00		鉛鉱（精鉱を含む。）	MT	171, 606	USA	81, 953
						AUSTRAL	64, 308
						PERU	10, 968
						RUSSIAN	8, 300
						BOLIVIA	6, 076
						AUSTRIA	1

表-2 鉛地金 国別輸入量

輸入統計品目番号			品目名	2005. 1～12 輸入実績			
項 No	号 No	細目		単位	合計	輸入国	輸入量
7801	10, 91, 99.		鉛の塊	MT	23, 113	CHINA	21, 879
						MEXICO	942
						PERU	258
						R KOREA	21
						USA	14

5. 鉛鉱の精製法及び誘導品の製造法

鉛を製造業者としては、主に鉛精鉱から生産する製錬（一次）業者と再生（二次）業者がある。鉛精鉱から粗鉛（Pb：97～98%）を製造する方法の主体は焼結－溶鉱炉法である。図-1 に焼結－溶鉱炉法の鉛製造プロセスの概略を示す。

鉛の原料としての鉱石は、鉛鉱単独では存在せず、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱、重晶石などを主体に、斑銅鉱、輝銅鉱、四面銅鉱などがと共に存在する。

また、金、銀の他アンチモン、ビスマス、砒素、ガリウム、インジウム、ビスマスなども含んでいる。^[7]

鉛製造プロセス

- ① 破碎・水洗・分級工程：採掘された鉱石を1次破碎した塊鉱を、水洗、ふるい分けし、更にクラッシャーにて細かく砕く。この工程において、水洗産物が分級されサンドとスライムに分けられる。このスライムを銀浮選により銀を分離する。
- ② 摩鉱工程：細かく砕かれた鉱石(サンド)は乾燥され、さらにミルにより細かくする。
- ③ 浮選工程：摩鉱を何段階もの浮選を行い、鉛精鉱、亜鉛精鉱、銅精鉱、硫化鉄精鉱、重晶石精鉱に分離する。この様な浮選工程から得られた精鉱を輸入し、鉛及び亜鉛の原料としている。

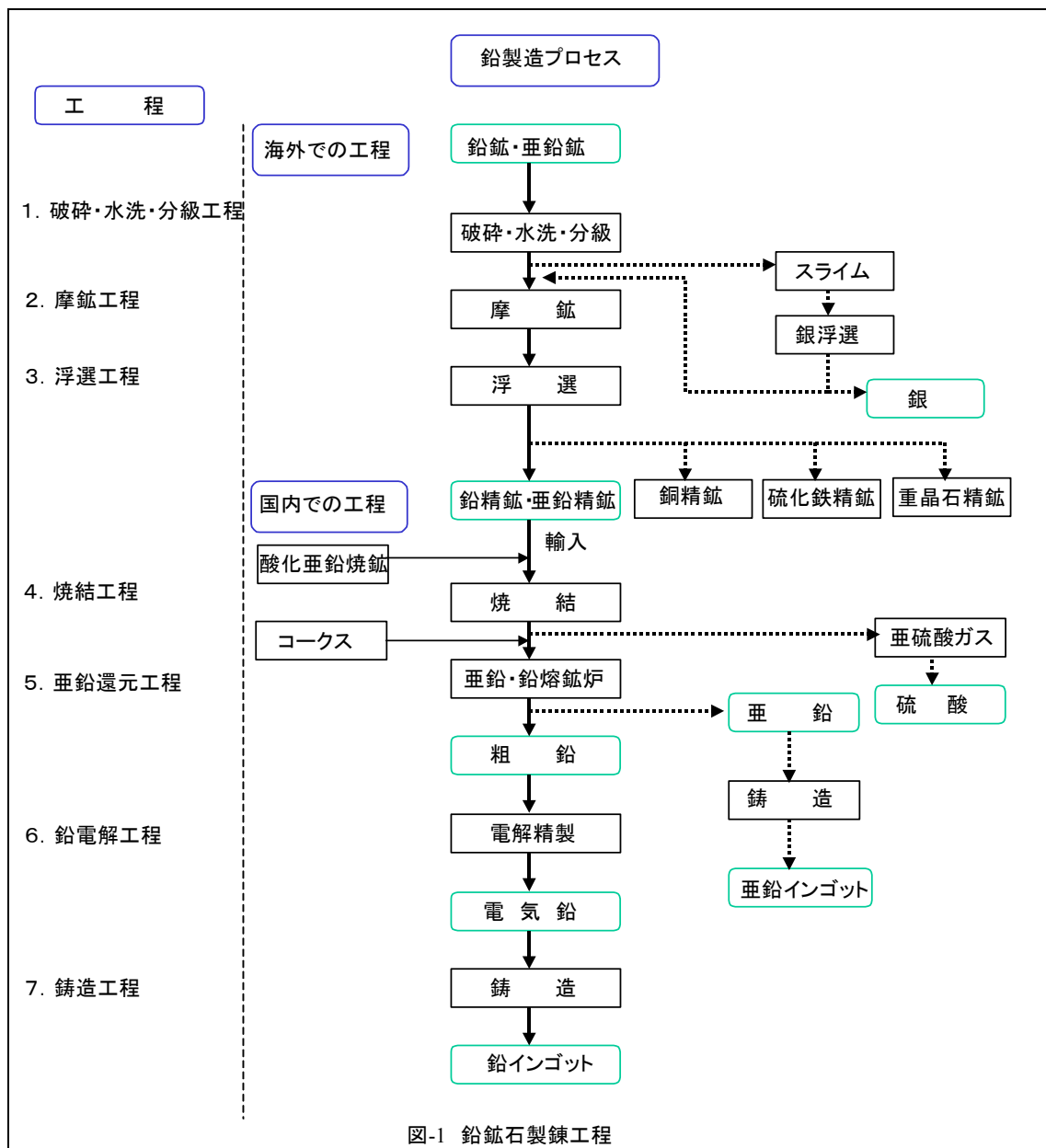


図-1 鉛鉱石製錬工程

- ④ 焼結工程：鉛精鉱、亜鉛精鉱、酸化亜鉛焼鉱を溶剤を用いて混合し、焼結機で酸化焼結する。この工程で発生する、ガスは硫酸として回収される。
- ⑤ 亜鉛還元工程：焼結工程で得られた焼結鉱を熔鉱炉に装入し、コークスを燃焼させることにより、亜鉛を還元揮発する。鉛は熔鉱炉の下部から粗鉛として取り出す。揮発した亜鉛は冷却、鋳造を行い亜鉛インゴットとして回収する。
- ⑥ 鉛電解工程：粗鉛は電解精製により高純度の電気鉛となる。
- ⑦ 鋳造工程：電気鉛は鋳造を経て鉛インゴットとなる。^{[7], [8]}

微量含有金属の分離法^[9]

- ① 亜鉛、鉄、錫、砒素、アンチモンの分離：「柔鉛法」粗鉛を脱銅炉にて脱銅した後、700～900℃に上げて空気を吹き込むか、酸化鉛を添加して Zn、Fe、Sn、As、Sb などを酸化除去する。
- ② 錫、砒素、アンチモンの分離：「ハリス法」脱銅後の粗鉛にアルカリ、NaOH、NaNO₃、NaCl などを加えて Na₃AsO₄ などの複合酸化物を生成させて As、Sn、Sb を分離する。
- ③ 銀、金の分離：「パークス法」粗鉛中の脱銀法。粗鉛を脱銅、脱錫にかけたあとで、溶融鉛に Zn を添加すると金属間化合物(Ag₂Zn₅) を生成し、温度を下げると固体の亜鉛クラストとして浮上する。残存 Cu も同時に除去される。
- ④ ビスマスの分離：「クロール・ベータートン法」溶融鉛に Ca を添加して温度を下げるとドロス (Bi₂Ca₃) が表面に浮くのでこれをかき取る。

6. 鉛鉱の最終用途

2004年における鉛の用途は蓄電池向けが168千トンであり総需要の約77%程度を占める。自動車用蓄電池、産業用蓄電池、民生用蓄電池などに利用されている。

無機薬品向けが26千トンであり総需要の約12%程度を占める。無機薬品は大半がブラウン管など管球ガラス製品用であり、その他塩ビ安定剤や塗料などに利用されている。

鉛管板及びはんだ向けが13千トンであり総需要の約6%程度を占める。はんだは錫との合金であり、用途により比率を変えて使用するが、平均的には鉛比率は30～40%である。その他に主にシートの形態で放射線遮蔽材や防音材に使用される。^[10]

表-3 に鉛の主な最終製品及び応用製品をしめす。

表-3 鉛の主な応用製品 JOGMEC：ホームページより抜粋

主要製品	主要な応用製品（用途）
鉛蓄電池	自動車用、産業用、民生用
電子電気機器	プリント基板用はんだ、電子部品、パソコン、携帯電話

鉛管、鉛板	上下水道管、ガス管
無機薬品	ガラス製品、塩ビ安定剤、TV・OAの管球ガラス
電線	地下ケーブル被覆材
その他	活字合金、遮音壁、制振シート、放射能遮蔽材、軸受け

7. 参考資料

- [1] 税関ホームページより抜粋
- [2] ウィキペディア：フリー百科事典
- [3] Newton 別冊：完全図解 周期表，株式会社ニュートンプレス
- [4] J U.S.Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2006
- [5] JOGMEC：世界の非鉄金属需給
- [6] 財務省：貿易統計, 2005
- [7] JOGMEC：日本の金属鋳業技術-2, 複雑硫化鋳の選鋳法
- [8] 住友金属鋳山株式会社ホームページ
- [9] JOGMEC：ホームページ
- [10] JOGMEC：鋳物資源マテリアル・フロー2005