

水 銀

水銀の利用はすでにギリシヤ時代(西暦前 500 年前後)に記録されているが わが国では 1,300 年前にさかのぼる。すなわち いわゆる飛鳥・奈良・平安の三朝文化の中にはすでに現われ 金銀のメッキ用 鏡・刀剣の研磨用溶剤 防腐・化粧品等の薬剤 朱などの顔料として利用されてきた。しかし平安朝末期から水銀鋳床の開発は急激に衰えて明治時代に及んだが その原因は鋳業政策の不備と技術の貧困および輸入に頼る傾向にあった。

近代科学の導入により明治中期以降から 次第に水銀鋳床の新しい発見および開発が盛大となり 水銀鋳床の研究が発展することとなった。とくに昭和12年(1937)にイトムカ鋳山が発見されて以来 国内の水銀の生産は飛躍的に増大し それがまた刺激となり新産地がつぎつぎ発見され 昭和19年(1944)には本邦史上最高の 245 t を記録するに至った。

敗戦とともに一時ほとんどの鋳山は休止したが 新しい用途による需要増などからつぎつぎに再興し 現在に及んでいる。

水 銀 の 特 性

水銀は他の金属にみられない数々の特性をもっている

ので 今日では化学工業・電気機械工業等には欠くことのできないものとなっている。

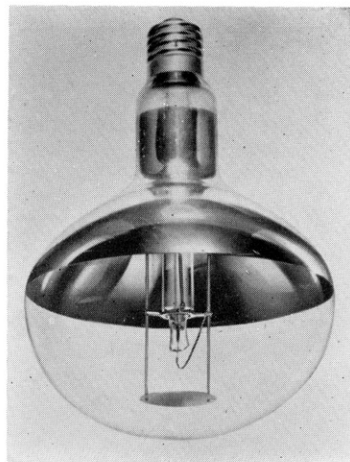
水 銀 の 物 理 的 性 質

- ・凝 固 点 -38.85°C 沸点 357.25°C (760mm Hg)で液体を保つ温度範囲が広く 常温で唯一の液体金属である
- ・比 重 $13.67(-30^{\circ}\text{C})$ $13.60(0^{\circ}\text{C})$
 $13.52(30^{\circ}\text{C})$ $13.35(100^{\circ}\text{C})$
- ・体 膨 張 率 $1.82 \times 10^{-4}(20^{\circ}\text{C})$
- ・熱 伝 導 率 $0.02 \text{ cal/cm sec. deg}$ (20°C)
 1.85×10^{-5} (203°C 蒸気)
- ・比電気抵抗 95.8×10^{-6} オームcm (20°C)
- ・粘 性 係 数 18.5×10^{-3} c.g.s. 単位 (-12°C) $15.5 \times 10^{-3}(20^{\circ}\text{C})$ $12.1 \times 10^{-3}(100^{\circ}\text{C})$
- ・表面張力 487ダイン/cm (15°C)で物体をぬらない
- ・主要スペクトル線の波長 5460.7\AA 4358.3\AA
 2967.3\AA 2536.5\AA
- ・蒸 気 圧 1.24×10^{-6} mmHg (-39°C)
 $1.85 \times 10^{-4}(0^{\circ}\text{C})$ $2.78 \times 10^{-3}(30^{\circ}\text{C})$
 $2.73 \times 10^{-1}(100^{\circ}\text{C})$ $17.287(200^{\circ}\text{C})$
 $246.80(300^{\circ}\text{C})$ $760.0(357.25^{\circ}\text{C})$
- ・音 波 速 度 1469m/sec (25°C)
- ・帯 磁 率 -2.6×10^{-6} 電磁単位
- ・融 解 熱 3 cal/g 蒸発熱 68 cal/g
- ・ -39°C 以下で白色固体となり とくに著しい圧延性を有する

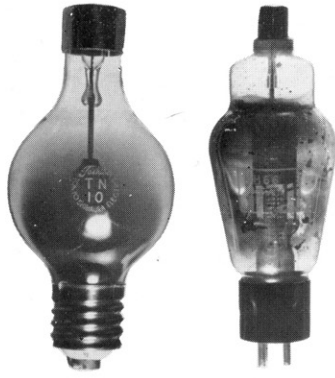


水 銀 乾 電 池 (電気試験所提供)

(人工衛星・レーダー・オートメーション・携帯用通信機等の電源に使用)



水 銀 灯 (東芝KK提供)



← 左…タンガーバルブ
右…放電管
(東芝KK提供)
……………
レトリート炉のコンデンサー →
(神生水銀鉱山提供)



水銀の化学的性質

- ・化合物は容易に還元されて水銀となり 純粋にするのが容易である
- ・ナトリウム・金・銀などと容易にアマルガムを作り熱すれば簡単に蒸気化する
- ・硫化物などは美しい赤色で これを顔料として用いると着色が簡単で変色しがたい
- ・誘導体の中には 爆発性をもつものがある
- ・触媒作用をもち 回収が容易である
- ・稀塩酸・稀硫酸に作用しない 王水・熱濃硫酸・硝酸にとける

水銀の用途

水銀を多量に使用するものから述べると(1957年度)

1. 有機合成化学工業：アセトアルデヒド・醋酸 塩化ビニール合成の触媒で年々使用量は激増している
2. ソーダ工業：水銀電解法によるカセイソーダ(副産物としての塩素)製造の陰極
3. 無機薬品工業：銀朱の原料 赤色顔料で朱肉・

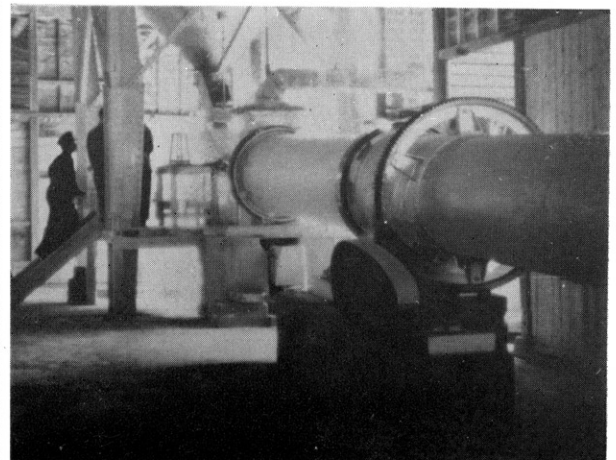
絵具・漆器等 昇汞原料となり防腐剤および乾電池腐蝕防止剤

4. 農薬と医薬：昇汞・甘汞・黄降汞・白降汞・赤降汞・赤チンキ・マーチオレート・メタフエン・フェニール醋酸水銀・エチル燐酸水銀などの消毒薬・駆梅剤・避妊薬・化粧料等の医薬 および農薬原料その他
5. 電気機械工業：整流管・タンガーバルブ・放電管・X線管・ケネトロン管・ブラウン管・光電管・超高圧水銀灯・蛍光灯などの各種水銀封入の電子管・水銀整流器・水銀ポンプ・電流断続器・継電器・特殊開閉器・晴雨計・電流計・圧力計・寒暖計・調温器・水銀ボイラー等
6. 火 薬：起爆薬としての雷汞原料
7. 塗 料：船底塗料として有毒性を利用した赤降汞および砒酸水銀
8. 金製錬その他：金製錬の混汞法材料・歯科アマルガム用 各種実験用その他

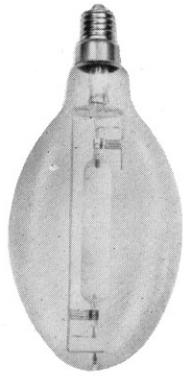
とくに新しく開けてきた用途としては



奈良県 大和水銀鉱山 (野村鉱業KK提供)



大和水銀鉱山のロータリーキルン 月産4t 99.99% (野村鉱業KK提供)



1,000W ナショナル
水銀灯
(松下電器産業KK提供)

1. 原子炉の炉心冷却剤
 2. 原子力発電・火力発電の水銀タービン
 3. 水銀乾電池 (対空レーダー Hg 99.9999%の純度が必要)
 4. 精密鋳造用
- などがある。

次に水銀の産額について国別に示すと

世 界	
イタリ-	1.845 t Hg
スベ-ン	1.249
ソ連	1.200 (推定)
メキシコ	1.030
中国	850 (推定) (6年間に5,000 t)
アメリカ	653
ユ-ゴ	503
日本	172 (1955年分 100 t 以上)

日 本 (粗 鋳)	
北海道地方	49,650 t 0.3% Hg
奈良県下	11,479 t 0.4% Hg (1958年分)

水銀鋳物

水銀鋳物として知られているものは18種類あり そのほかにも確定的でないものを含めると25種類におよぶ。すなわち 自然水銀 (Hg) アマルガム (Ag_n Hg_m など) 辰砂 (HgS) 黒辰砂 (HgS) ガダルカザー石 (HgS) オノフル石 (Hg (Se S)) ティーマン石 (HgSe)

コロラド石 (HgTe) リビングストーン石 (HgS・2Sb₂S₃) シュバルツ石 (4 [Cu₂ Hg₂] S・Sb₂S₃) モントロイド石 (HgO) 角水銀鋳 (HgCl) ターリングァ石 (Hg₂ClO) エグレストン石 (Hg₄Cl₂O) クレイン石 (Hg₂Cl₂O) モーセス石 (Hg₂N [Cl SO₄ MoO₄ CO₂]・H₂O) アミオル石 (HgTe・CuSb₂S₃) 含水銀四面銅鋳 (?) 等である。

これらのうち 採掘の主対象となっているのは わが国では自然水銀と辰砂で 外国にはそのほかにシュバルツ石 リビングストーン石が主に採掘されている例もある。

水銀鋳床の分布

世界的に見た場合 環太平洋地域と地中海・ヒマラヤ地域の二つの大きな造山地域に ほとんどの水銀鋳床が集っている。日本の水銀鋳床はこの前者の系列に属し 南はフィリピン・台湾に 北は樺太・カムチャッカに続く。この分布地域内での詳しい分布を見ると 日本でも特色ある配列を示している。

1. 東北日本外帯

- (1) 環大雪山鋳床群——イトムカ・常呂・ユ-ンベツ・竜昇殿・ウツツ・置戸・卯原内・愛山溪等
- (2) 北海道中央山脈西部鋳床群——北見・幌加内・天塩・中頓別等

2. 東北日本内帯

- (8) 東北日本内帯鋳床群——明治・碓ヶ関・八



坑内におけるドリフター (イトムカ鉱山)
(野村鋳業KK提供)



ロータリーキルンのコンデンサー (辰砂をロータリーキルンで気化した後水銀を含むガスを冷却筒に入れて濃集するコンデンサー) (神生水銀鋳山提供)

征等

3. 西南日本内帯

(4) 大和・伊勢鉱床群——大和水銀・神生・多武峰・千早・丹生等

4. 西南日本外帯

(5) 阿波鉱床群——和佐・由岐・双葉等

5. 九州浅成鉱床帯

(6) 西九州鉱床群——相ノ浦・波佐見等

(7) 南九州鉱床群——佐伯・今市等

これらのほかに 西南日本内帯に属する徳山水銀（岐阜県） 和気（岡山県）と 東北日本外帯に蛭子館（岩手県）の3鉱山が孤立している。

鉱床の産状

これら水銀鉱床に見られる特長をのべる。

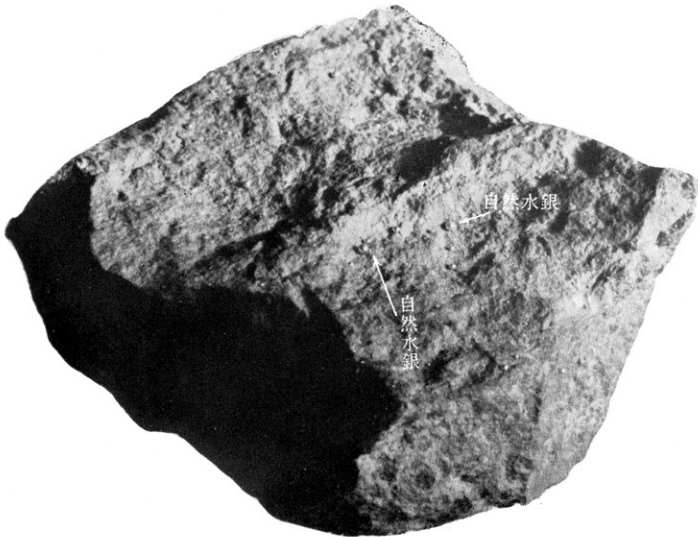
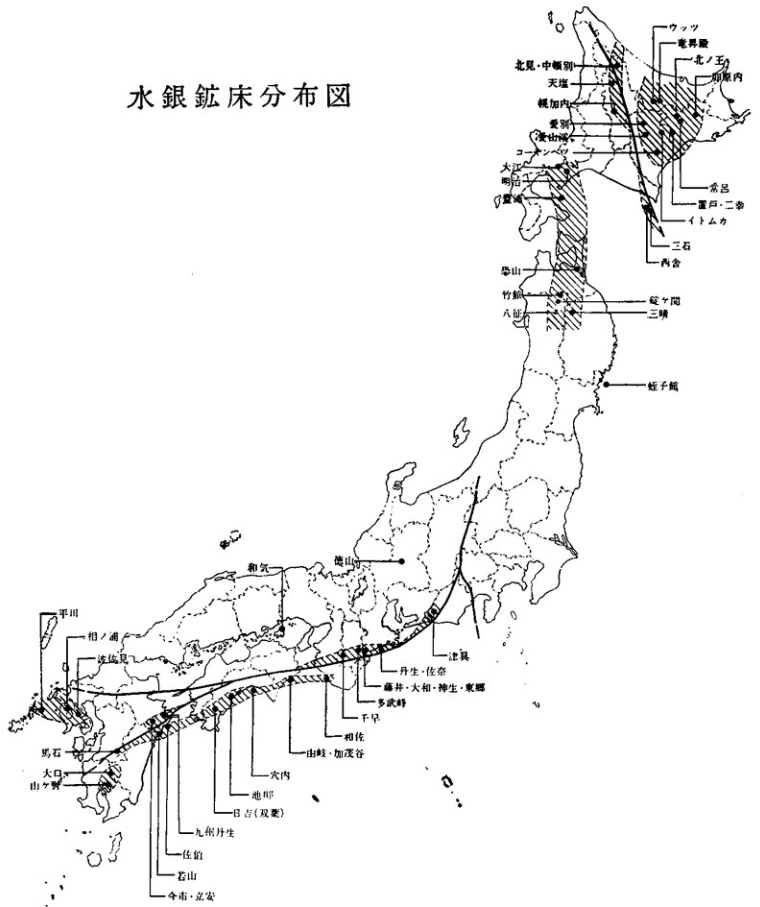
1. 母岩

(1) 第三紀安山岩類と石英粗面岩類および第三紀堆積岩——環大雪山・東北日本内帯・西九州・南九州の各鉱床群

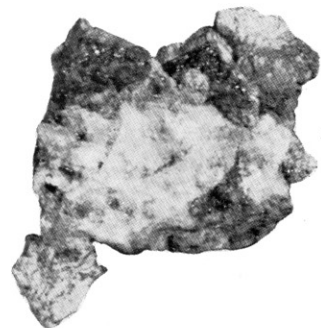
(2) 中生代またはそれ以後の地層とそれらに貫入した超塩基性岩等の火成岩——北海道中央山脈西部および蛭子館鉱山

(3) 中生代またはそれ以前の石灰岩・粘板岩・片岩・

水銀鉱床分布図



自然水銀および辰砂(イトムカ鉱山産)



辰砂の結晶(イトムカ鉱山産)

千枚岩とこれらに貫入する花崗岩類——大和 伊勢
鉍床群および阿波鉍床群

2. 形 態

大別して鉍脈 網状鉍脈 鉍染鉍体およびそれらの組合せの型を示している。水銀鉍床は一般に低温・低圧の熱水液から地表または地表近くにできたとされている。水銀鉍床が生成する際の鉍液は 母岩の割れ目を圧砕するほどの力は考えられず また化学的に母岩を交代する力もきわめて弱いと考えられ 単に既存の割れ目・空隙や破砕帯を充填していると考えてさしつかえない。したがって 大規模な破砕帯・粗粒の堆積岩中においては鉍染状となり また母岩中に割れ目・空隙が発達している時にはこれを充填して単純鉍脈(雁行する場合が多い)や複式鉍脈・網状鉍脈を作る傾向が見られる。これらの鉍脈は一般に分歧脈を構成したり 膨縮して連続性に乏しい。

3. 富 鉍 体

外国の例では 富鉍体の形成には不透過性帽岩の存在が 大きな役割をなしていることが少なくない。しかし日本では帽岩の存在は発見されず むしろ富鉍体は割れ目の形に左右されているのが通例である。

外国の例によれば

- ① 衝上断層等による構造線の発達
- ② 帽岩の存在
- ③ 空隙率の高い堆積岩
- ④ 炭質頁岩
- ⑤ 超塩基性岩
- ⑥ 超塩基性岩等より変質した
珪酸・炭酸塩鉍物質岩
(Silica-carbonate rock)
- ⑦ 石灰岩その他の有機質岩
- ⑧ 新期火山活動
- ⑨ 鉍 泉 (とくにメタンを伴うもの)
- ⑩ いわゆる opalite 等の存在
が富鉍体形成のための条件として いろいろな立場から説明されている。

これらの条件を通じて基本となるのは 構造線の発達であるといわれている。

4. 随 伴 鉍 物

普通 水銀鉍床には珪酸塩鉍物 炭酸塩鉍物および粘土鉍物等 硫化物として白鉄鉍 黄鉄鉍を随伴する。その他つぎのような随伴鉍物も見られる。

- ① 砒素鉍物——佐奈・水谷・丹生・日吉・由岐・置戸
・生長・ウツツ
- ② アンチモン鉍物——愛山溪・中瀬・津具・神戸
- ③ 金銀鉍物——西九州・南九州鉍床群・明治・北ノ王
・常呂
- ④ ニッケル鉍物——九州丹生・大橋
- ⑤ マンガン鉍物——阿波鉍床群
- ⑥ 砒素・銅・鉛・亜鉛鉍物——津具
- ⑦ 硫黄——豊浦・ユウヤンバツ・碓ヶ関・恐山
- ⑧ 電気石——蛭子館
- ⑨ 明礬石——二幸

なお 従来和気鉍山の水銀鉍物が 葉蠟石と共生するといわれてきたが 葉蠟石の生成と水銀鉍物の生成とはその生成時期が全く異るともいわれている。

選 鉍 製 錬

自然水銀は普通鉍石を粉碎し 多量の水を加え攪拌して凝集させている。

辰砂の場合は 鉍石は製錬設備とその設計に応じて最も効率の高い品位に調節している。大和水銀鉍山のよ



水かねほり(水銀探鉍夫)



丹桶の図(神宮寺所蔵)

精製水銀の容器

うに採掘の際に鉱石を調節しているもの以外は 一般に手選選鉱を行っているが ときには比重陶汰法ならびに大規模に浮游選鉱法を用いている所もある。前者は処理能率が悪く 後者は石英質物を脈石として伴う場合は成績が良い。しかし焙焼処理に比べて機械選鉱はコスト高のため実際行われている例は少ない。

製錬には 水銀が比較的低温で気化する特性を利用して乾式法が用いられている。たとえば辰砂の場合には200°Cで気化が進み 350°Cで大部分 500°C~600°Cですべてが気化する。その際 Ca あるいは Fe を加えてSO₂を固定して逸散を防ぎ 一方気化した水銀は冷却筒を通して凝結させる。したがって製錬設備は加熱炉と凝結装置から構成されている。

(1) レトルト炉

傾斜レトルト——常呂・ユンヤンベツ・神生・竜昇殿・大和水銀

回転レトルト——神生・大和水銀

(2) 直立炉

スコット炉——欧州で多く用いられている

堅型回転ヘレシヨフ炉——イトムカ

チェルマク・スピレック炉——欧州で用いられている

(3) 横型回転炉

ロータリーキルン——竜昇殿・大和水銀

今後の問題

水銀鉱床の探査は まだ満足すべき状態とはいえないし とくに既知鉱体下部の深部探査の必要が痛感されている。そのほか とくに今後の課題として

低品位鉱の処理

他種鉱床中の水銀探査と開発

新鉱床の探査

などは最も期待されるものである。

低品位鉱の処理については まず処理にさきだって低品位鉱の鉱量を調査し さらに採鉱 選鉱の技術を高めかつ焙焼炉そのものをも改造して少しでもコストを下げるが必要となろう。自然水銀処理についてもその回収法に新しい技術が必要となってくるであろう。

他種鉱床の中に水銀が発見された例は 多く紹介されたが とくに青森県恐山の硫黄鉱石中に Hg 4.2% As 5.4%との報告があるので 今後調査を進めればいっそう広く水銀の発見される可能性が強い。

新鉱床の探査は 水銀鉱床の地域性やその他の富鉱体形成の諸条件からみて 多少の困難性は伴っても 探査範囲をせばめることは可能である。これとともに他方古い地名等を参考とし 歴史的な記録からも探査する方法が採用されている。それに分光分析法を導入するなどの具体的な試みがなされているが 要するに今後も新しい方法を加えて 水銀鉱床の探査に努力することが大切である。

(鉱床部 金属課)



碓を研する図(天工開物)
〔辰砂の粉碎〕



水銀升鍊図(天工開物)
〔水銀の蒸溜〕



銀復升碓図(天工開物)