

鑛物 及 金屬處理工場より 出る廢物と其の利用

所員 工學博士 渡 邊 俊 雄

茲には餘り遠からざる過去に於て 廢物乃至害物とせられたものが、今日では 大なる經濟價值を有する様になつたもの 及 近き將來て於て利用し得られる可能性があるものに就て述べて見たいと思ふ。

Cottrell 電氣收塵法 は此種の技術進歩を促した 近來の最大發明である。鑛物を製鍊する爐からは 種々の成分を有する微粉や 揮發性のものが飛散する。コットレルは高壓の直流を通せる 兩電極間に此等の所謂煙塵を含む煙を通じて 之を沈降せしめた。其一方の電極は 面積の狭いもの、他の電極は 廣い扁平のものにしてゐる。前者として鎖 又は針金、後者としては 之を圍んだ圓筒 又は平板を用ひ、北方を陽極としてゐる。空中には常に 少量の自發イオンがあるので 兩極間の電壓が或程度以上になると、其間にある瓦斯體は イオナイズせられ、此成生物は微粉や 揮發物につき當つて電荷を帯びしめる。陰電荷が多いために 浮遊物の大部分は 陽極に引附けられる、

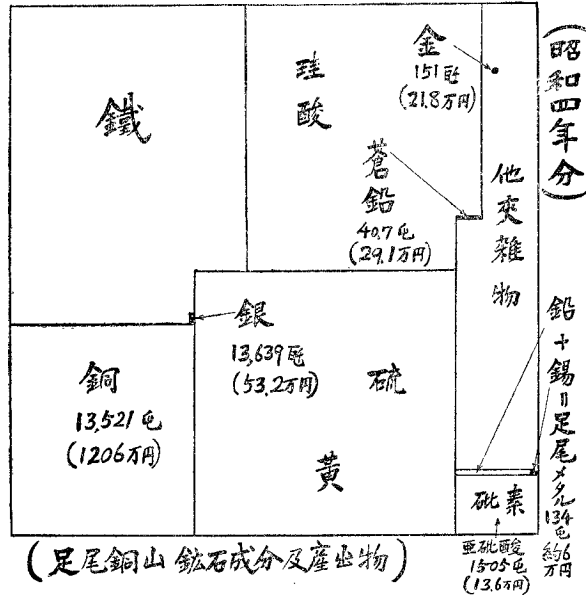
第一表 足尾銅山コットレル装置 及 其成績

瓦斯容積 220,000 立方呎 / 分 (50°C 760 m.m. Hg) ガスト集量 1日 10 噸 電氣設備 10 K. V. A. 100,000 V 整流機直結の電動發電機 8 臺、内 6 臺運轉 電力消費量 30—40 K. W.							
成 分	Cu	Fe	S	SiO ₂	As	Bi	
原 鑛	14.2	26	25	22	1.7	0.046	
ガスト	1~3	2~4			35~40	1~2	
成 分	Pb	Sn	Sb	Mn	Zn	Au	Ag
原 鑛	0.16	0.016	0.026	0.30	1	0.00005	0.014
ガスト	約 4	1~2					

即ち集塵する。之を適當な方法によつて 下に落し器外に運ぶ。

かくして得た煙塵から 足尾では多量の亞砒酸、蒼鉛 及 足尾メタル(鉛 及 錫の合

第 一 圖



金であつて 軸受合金として用ふ)を作つてゐる。第一表は足尾に於ける其装置 及 成績を示したものである。又其昭和 4 年度分の産額は 第一圖の通りである。足尾の鑛石の成分割合を面積で比較し、今日利用されてゐる 産出物の昭和 4 年に於ける數量 及 價格を數字で表はして置いた。微量しか含んでゐないものでも 1 年には如何に莫大なものになるかゞわかる。明治の央頃までは 我國は 多く粗銅のまゝ外國の電氣精銅所に送つて、其内の金銀についての代償は得なかつた様に聞いてゐる。

足尾の外 諸鑛山や工場で、此方法を用ひ 獨り 固形物にとゞまらず 硫酸の霧なども沈定せしめてゐる。第二表は我國に於ける 同法の使用先を示したのである。

釜石製鐵所では 最近之を設備して熔鑛爐から出る煙から 煙塵を除去してゐる。此煙塵の中には 第三表の如く多量の加里分を含んでゐて 貴重なる加里肥料の原料である。同所にて精製し市場に出すのも 遠からざることゝ思ふ。又此煙は一酸化炭素分を著量に含み、燃料として使はれてゐるが、其内から煙塵分を除くと 其燃料としての價

第二表 日本、朝鮮 及 滿洲に於けるコットレルの應用

銅 鉛 製 鍊 所=足尾銅山(亞砒酸, 足尾メタル, 蒼鉛を得)
 直島製鍊所, 生野鑛山錫製鍊爐, 神岡鑛山
 硫 酸 製 造 所=[1] 焙燒瓦斯の清淨——電化, 昭和肥料
 東京硫酸, 王子製紙, 新潟硫酸, 三池製鍊所, 日本硫曹
 =[2] 硫酸蒸烟の回收
 —(a) 煮詰爐——住友肥料
 —(b) 塔式硫酸製造——日室關係諸工場, 朝鮮窒素等
 セメント工場=淺野各工場, 盤城二工場, 秩父, 大阪窯業等
 製 鐵 所=八幡, 釜石
 鹽化アンモニウム製造工場=滿鐵副産物工場
 分 銀 爐=日光精銅所

値がずつと高まつてくる。且つ 釜石では其煙の一部を第二次コットレル装置にかけ、煙塵を殆ど沈定し盡して、之を 瓦斯エンデン用に使つて居る。何れも好結果を得 本年1月16日より3月17日迄の間に1,254噸の石炭を節約することが出來た。即ち 瓦斯があまり様になり、之を釜石にある 盛岡水電會社汽力發電所に送つて 其石炭の消費を節約してゐる。第三表中の冷却塔とあるは コットレルの能率をよくするため、其装置に入る前に 煙を冷却する塔である。

第三表 釜石鑛山コットレル装置 及 其成績

釜石鑛山粗瓦斯 及 清淨瓦斯の含塵量 (gr/m ³)							
粗 瓦 斯	一次清淨瓦斯	二次清淨瓦斯					
1.01	0.01	0.002					
同 鑛 山 塵 鑛 分 析							
成 分	C	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	K ₂ O	Na ₂ O	Na ₂ O
一次冷却塔 沈定ダスト	54.37	6.44	21.44	0.85	0.03	4.79	0.06
一次コット レルダスト	A室	11.59	10.64	4.37	22.09	19.38	13.30
	B室	7.88	10.46	3.50	23.88	19.38	13.88
出鉄1噸當り 3.0~6.0 疋のダストを得 15 K. V. A. 75,000 V の整流機直結の電動發電機, 變壓機 6 組, 内 1 臺豫備 處理瓦斯量 一次コットレル 125,000 立方米/時—75°C 二次コットレル 17,000 立方米/時—25°C							

日本に於けるコットレル法の特許は 以前鑛山懇話會で繼承してゐたが、今は 三井鑛山株式會社の支配下にある コットレル組合で之を取扱つてゐる。技術等に關しては 日本へ輸入せし始めから 理學士志賀潔氏 其衝に當たり、各種狀況に應ずる同氏の苦心研究は一通りではなかつた。まだまだ應用し得る工場は澤山ある様である。

Petersen 硫酸製造法 銅鑛製鍊所より出る煙の中には 著量の亞硫酸が含まれてゐる。此等の瓦斯體は コットレルを以て除くことは出來ない。普通に稱へる煙害は此亞硫酸瓦斯のために起るのである。此種製鍊爐から出る瓦斯は 亞硫酸瓦斯の含有が少なく、又其煙の量が刻々變化するので 在來の普通の鉛室法や接觸法では 經濟的に硫酸を作ることが出來なかつたが、ペテルゼンは之に成功した。

同法の化學反應は鉛室法と同一である。同法では 先づ煙より煙塵を除き 次に煙を冷却し、瓦斯洗滌等、水滴捕捉器 及 乾燥塔等を経て清淨瓦斯となし、次に小型脱硝塔、製造塔 及 吸收塔を経て大氣中に放出するのであつて、硫酸製造作用は製造塔にて行ひ、吸收塔では酸化窒素瓦斯を吸收するのである。同法の成功は化學機械の發達、其部分をなせる耐酸合金製造の發達に負ふことが大である。

四坂島製鍊所では 第1期として燒結爐、第2期として轉爐より煙を處理するに此法を用ひ、昭和4年7月 及 昭和5年5月から各操業を開始し、其最後の空中に放出する煙の中に人が顔を突込んでもよい位に 無害になつてゐる。今日では 鑛石中の全硫黃分の半分以上が捕集されてゐて、此くして煙害の本體たる亞硫酸が 急に煙突から影を潛めつゝある。之は廢物利用より 一步進んだ害物利用の好例である。

鍔の利用 鑛石を熔鑛爐でとくときに 比重の差によつて有用金屬又は 其硫化物は他の岩石分の熔融物と分離し、下上の二層に分れる。後者は鍔と唱へ 日々多量に産出する。此鍔から、八幡製鐵所では 既に早くから煉瓦 及 セメントを作つてゐるが、銅鑛からの鍔は利用の途が甚だ少かつた。熔けた鍔を鑄型につき込み、其工場用の煉瓦にする程度であつた。獨逸マンスフェルド銅山では 種々研究の結果、今日では 可なり多量の道路用舗石を賣出してゐる。

日立鑛山では船越重男君の研究により、此鍔をフューラーとし アスファルト・ブロックを作り、大正13年より製造を始め 道路舗裝用とし良好なる成績を擧げてゐる。

銅鍍の利用としては、恐らく最も發達したものと考へる。

これから未だあまり利用されてゐない 廢物のことについて御話をする。

亜鉛鍍金工場 から澤山の硫酸鐵が放流されてゐる。冬などは結晶し始める位の濃度に達してゐる。

同工場では亜鉛と鐵の合金が又可なりに産出する。鍍金の際鐵が、少しづつ、亜鉛の中へ熔けて、遂には亜鉛は鍍金すべき粘着力を失ふ。此ものは粗眞鍮の材料とし用ひ或は蒸溜して 亜鉛を分離してゐる。最後に残つた鐵は、まだ少許の亜鉛を含んでゐるが、此物は殆ど 利用されてゐない様である。之は銅液から銅を沈澱する 良好の材料である。又窓のサッシなども 作ることが出来る。

此外鍍金の熔劑として 鹽化アンモニアを使用するので、湯面に鹽化物、酸化物の混合滓が浮いてくる。これは鹽化亜鉛製造に使はれてゐる。

又同工場には、少量ではあるが、石灰と石鹼の混合物が出来、又條線の切り屑も出るが、何れも利用されてゐない。

亜鉛鍍金板の切屑は、あまり多量には出でない様であるが、米國では、之を反射爐で熱し其内の 50%の亜鉛は酸化物として 回収してゐる所もある。古屑はサッシ製造の外使ひ途がないとせられてゐるが、私は、古屑の内に亜鉛がどの位残つてゐるか今調べ中である。

葉鐵(錫力) は新らしいので 1.3% 内外、時に 2%の錫を含んでゐる。其新らしい切屑は玩具や雨傘の帽子、足袋のハゼなどの製造に利用してゐるが、最早、其儘では利用の途がないものとして 市場に出る屑板の量は可なりに多い。歐洲大戰前から 神戸製鋼所では 電解法により此等屑板から脱錫して居つたが、今は止めてゐる様である。然し現在、大阪に少くとも二ヶ所、又東京にも一ヶ所は 脱錫所があることを聞いてゐる。其方法は 直接電解法と苛性曹達を使つて錫をとかす 2 種類の様であるが、明かでない。壓搾又は液體鹽素法や四鹽化錫法は、まだ試みられてゐない様である。屑板の一部は脱錫されずに 東京附近の製鋼平爐の中に投入せられ、其代價も 普通のスクラップより高く買はれてゐる。又新設の吾嬭製鋼所では、其獨特の技術により大抵の屑物は受入れ精製してゐる。

此有様を見ると我國の葉鐵屑は 回收法もまだ幼稚であり、又脱錫せずに鐵湯中に投込まれてゐる。屑中の錫量は 其鐵(但し 屑鐵として)の價よりも高價である。又染色、捺染、絹織物 其他に第二 及 第四鹽化錫の需要も多いから、私共は只今此脱錫に就て 研究の歩を進めて居ります。古鑛は米國でも利用し得ないと云ふが、此廢物は我國にも多量に放棄されてゐる。

カドミウム 亞鉛鑛の内にはカドミウムをよく含んでゐる。細倉鑛山では 電解する前に此 カドミウムを亞鉛末で除いてゐる。其カドミウムを含んだ澱物が 年々積つてゐるが、當化學研究所に勤めて居た 仲田旭君は同山に赴任し、其澱物から純カドミウムを製造し 工業的操作をなし かなりの利益を擧げてゐる。

蒸溜法による亞鉛鑛の製鍊では、このカドミウムを 完全に除くことは出来ぬ。鉛も又混入してきて、市場にある蒸溜亞鉛は 純度 98%と云ふことも珍らしくない。眞鑛鑄物には かる品質のものでも間に合ふ。そのため眞鑛鑄物工場の煙塵中には 往々多量のカドミウムを含み、米國では副産物として 之をとつてゐるところがある。我國の同種工場の煙灰が どう云ふ成分であるか、分析する價値は十分にある。

金、銀 銅鑛中には著量の銀と 微量の金を普通含んでゐる。足尾の例は 第一圖の通りで 年産は莫大のものになる。今日浮選法が發達して、銅の實收率は非常によくなつたが、金、銀の實收率は未だ悪い。金は 50%位であらう。鉛鑛中の銀の浮選にある實收率も 60%位のこと敢て珍らしくない。足尾で 金の實收が一割多くなれば 1年に約 2 萬圓、銀であれば 5 萬圓の増收となる。此事は 現在鑛業選鑛界に於ける 時事問題であつて、諸方で研究中である。かる例はまだ澤山あるが 嚴重なる意味に於て廢物利用と云ふことには、しつくり當てはまらぬから 此位で切捨ることに致します。

萬年筆は我國から 多量に外國に輸出してゐる。これには 14 金が使はれ、又白金屬の金屬が其尖端につけてある。従つて萬年筆工場から 出る貴金屬の屑も相當に多く、此等の完全なる處理法の研究も 亦必要である。

ラメーン混式銅鑛製鍊工場 より出る廢物については 化學研究所講演集 第 2 輯に記したので 茲に之を略する。私共は同所より出でる 銅液から亞酸化銅 及 パリスグリーン製作に就て研究した。第二鹽化銅を亞硫酸瓦斯 又は沈澱銅で還元して 第一鹽

化銅とし、之を加水分解して 亞酸化銅を作るのである。此れを作ると 現在廢物となつてゐる コバルトの回收が甚だ簡單になる。即ち鐵とコバルトの分離と云ふ 手数がなくなるのである。又同工場では 銅液からの銀の回收につき 研究を進めてゐる。其他紫鑛から紅殻を製造して 市場に出してゐるが、獨逸からくる紅殻に對しては 恐らくこのものでなくては 競争することが出來まい。

石炭の燃え滓 及 クリンカー 粘結性瀝青質塊炭の燃え滓中にはまだかなりの骸炭分が残つてゐる。之を水洗し 或は磁選によつて回收して居る所も珍らしくない。クリンカー中には 多量の硅酸を含んでゐるので、テメーン工場たる 大阪製鐵株式會社では 反射爐の熔劑として試験し 好成績を得た。又クリンカーを濾過槽の假底におき 有效なることを認めてゐる。

かく細かに吟味すると 廢物は山の如くに我々の目の前に積つてゐる。廢物の種類、我國 及 外國に於ける 其利用程度、市況等を考査して、新工業を確立し 或は既成工業の利益も増進することは 我々工學者の任務であると信じて居ります。只此等廢物の分布 及 利用程度に關する調査は 我々學究にとつては甚だ 困難なる仕事でありますから、御氣がつき次第問題を提供せられんことを願ひます。

日本に於ける例はコットレルに關しては 金屬鑛業研究所 電氣收塵法に關する研究報告書 及 其補遺、日本鑛業會誌 昭和6年4月、Kiyoshi Shiga Cottrell Electrical precipitation Process in Japan; ペテルゼンに關しては 採鑛冶金月報昭和7年10月號参照のこと。