

14  
て來るものだらうと思ひます。

扱て電氣爐は、何時頃から考へ出したらうかと申しますと、書物などに出て居る所で見ますとシメンスが初めて電氣爐を工業的に使ふことを考へたと申しますが、或はさうかも分りませぬ、それを繰つて見ますと今から四十八年位前になつて居ります、其頃に用ゐる初めたと見て差支ないと思ひます、丁度電解で銅を精煉し始めたのが同じ時代に當つて居ります、併し本當に電氣爐の工業的に發達しかけたのは、例の佛蘭西のモアツサン先生が金を惜まらず、電氣爐を使つて仕事をしました後と見て差支ないと思ひます、それを始めましたのが二十三年前と見ますと、多くの電爐工業は其頃以後のものだらうと思ひます、それから見ますと電氣爐は随分新らしいものであります。(以下次號)

## 硫化鐵の完全利用に就て

齋藤 大吉

今本邦鑛山圖を披きて之を視るに古生層中に胚胎せる含銅硫化鐵鑛床の分布は極めて廣域に互り、東は茨城縣日立鑛山に始まり山梨縣寶鑛山を経て静岡縣久根峰ノ澤に至り、最に大和、紀伊、飯盛鑛山を主とすを過ぎて四國に其鳳翼を擴げ別子、東山、大瀬等其内に在り、更に西するものは宮崎縣日平、檜峰等を経て熊本縣白山鑛山に其尾端を限らるゝものゝ如し、而して此等の鑛山より年々探掘さるゝ鑛量は約二百萬噸に上ると雖、其大部分は單に之を銅鑛として處理するに止まり、其成分中共に四割以上を算する硫黃及び鐵分は或は之を空中に飛散せしめて所謂鑛毒問題の素因を造り、或は之を鑛中に驅逐して空しく土中に委す、之れ化學工業の尙ほ幼稚なる本邦に於て硫酸の需要甚た盛ならざるに基くへしと雖、其硫酸製造に使用せらるゝ十數萬噸の硫化鐵の如き、其殘滓(所謂硫酸滓)は單に

之を酸性銅鑛を熔煉する製煉所に販賣して其銅分を採收するに止まり、其鐵分は同しく之を鍍中に委棄して顧みず、之れ豈に利用厚生の途を全うせりと謂ふ可けんや、今や朝野舉りて製鐵業の振興を策し原料鑛石の供給に苦心するの際、茲に此問題を提唱するも強ち無益の業にあらざる可しと信す。

#### 一、本邦製鐵業の振興と原料鑛石との關係

歐洲大戰爭勃發以來其破壞的作業に各種金屬を需要すること誠に夥しく、其價格の騰貴實に前古未曾有と稱せらる、殊に各種砲彈として戰場に委棄せらるゝ金屬の數量は到底吾人の豫期せざりし所にして、例へば客年九月佛國シャンパーヌに於ける獨佛激戰の際佛軍大砲一日一門の平均發射數は、去る明治三十八年奉天戰爭に於ける夫れに比して約九倍に相當するを見は以て其一斑を想像することを得可し、左れば歐米の製鐵工場は主として砲彈及其他軍器の製作に忙殺され又他を顧みるの暇なきものゝ如し、而して從來需要鐵材の約四分の三を海外よりの輸入に仰きたる本邦工業界は俄然として其影響を受け、昨年末の如き普通鐵材の價格平時に比して實に三倍以上に騰貴し、此高價を以てしても尙ほ其供給なきに苦み、所謂鐵の飢饉なる新熟語を耳にするに至れり、今や官民製鐵所の活躍歐米よりの新規輸入等は多量の鐵材を要する新企業の緊縮と相俟つて稍々小康を保つに至りしと雖、尙ほ其價格平時の二倍半以上にあり、今や歐洲よりする軍器の注文は踵を接して殺到し、加之内地に於ける造船業機械製作業等か未曾有の盛運に達するの曙光を認め得たるにも拘らず、鐵材不足の爲め可惜此好機を逸するの虞あるは吾人の大に遺憾とするところなり。

此形勢を逆睹せる我か工業界は大に製鐵振興策を唱道するに至り、筆に口に此機運を促進するに努めたり、殊に大阪主要の工業家を網羅せる大阪工業會は昨年五六月の交より盛に此問題を唱道し委員を製鐵所に送りて細に其現狀を視察せしめ、遂に目下の鐵材需給の關係を緩和し其製造を振興するの應急策は九州製鐵所に一大擴張を施すを最捷徑なりと議決し、猛然と輿論の喚起に努めたり

當時製鐵所が政府に提出せる六箇年計畫三千五百萬圓の擴張案は大藏省の査定する所となり、大正五年度通常豫算に計上せられざるの形勢なりしを以て、同會は屢々委員を東京に送り政府當路者同志會幹部等に交渉して盛に其復活に努めたり、亞て本年一月日本鐵鋼協會、造船協會、機械學會等の有識者は聯合して東京に製鐵振興に關する一大講演會を開き、製鐵所當路者とも意見を上下して大に社會の注目を惹けり、又議會の開會となるや貴衆兩院に於て熾に此問題を研究するに至りしを以て政府も遂に追加豫算として九州製鐵所の擴張案を議會に提出し、兩院共殆ど全會一致を以て之を協賛し且つ成る可く之を速成し併せて鋼塊鋼片等の半製品を拂下けて民間の鐵材加工業を獎勵すべしとの希望を議決せり、加之貴族院は將來に於ける本邦製鐵業の基礎を確立するの目的を以て官民有識者より成る製鐵調査會の設立を政府に建議し、是れ亦其認むる所となりて不日其成立を見んとするに至れり、余輩貴衆兩院の豫算委員會及び本會議の速記録を一讀するに及び、此國家的大問題に關する兩院議員の堅實なる議論に對し實に滿腔の敬意を表せざるを得ず。

翻つて製鐵に關する民間企業の有様を視るに釜石製鐵所を始め、大倉組本溪湖製鐵所、住友鑄鋼場神戸製鋼所、日本製鋼所、日本鋼管會社等は皆相當の擴張を行ひ、殊に釜石製鐵所の如きは目下百二十噸鎔鑪一基、二十五噸マルチン爐四基を増設して近く年産二十萬噸に達せしむるの計畫中なりと傳へらる、又新設製鐵所としては大阪に大阪製鐵會社の起るあり、九州にても亦一、二大製鐵所計畫中なりと聞く、其他小規模なる製鐵工場の目論見に至りては其數摟指に暇なからんとす、斯の如く世の大資本家か漸く此國家的事業に著目し、所謂軍器の獨立、工業の獨立を實にせんとするの機運に達せしは、全く歐洲大戦争の垂れたる實際的教訓に基くものにして吾人の實に欣快とする所なり。

如上の擴張計畫にして完成し新企業にして其緒に就くに至らば、本邦の製鐵能力も昔年ならずして年額百萬噸以上に達すること明かなりと雖、原料鑛石の豊富なる九州製鐵所及び民間一二の製鐵

所を除くの外、果して其原料を何れに採らんとする乎、當路者諸君は胸中自ら成算あるへしと雖、此原料問題は本邦製鐵業百年の謀を建つる上に於て、忽諸に附す可らざる事項なりと信す、今假りに年額百萬噸の鐵材を造るとして之れに要する鑛石は約二百萬噸に上る可し、而して其約半額は之を大冶、朝鮮及内地等に求め得可しとするも、残り百萬噸は之を如何なる方面に採らんとする乎、此件に關しては議會に於ても盛に質問應答あり、政府當局者も目下此問題に關して最善の努力を盡しつゝありとのことなれば、近き將來に於て一道の光明を認め得るの望ありと雖、吾等斯道に志すもの亦其研究に細心ならざるへからず、而して近き將來に一大發展をなすへき本邦製鐵業の原料を何れの方面に求むへき乎に就ては、本誌上先輩諸氏の名論卓説ある可しと信するか故に、單に其一小部分たる硫酸滓の利用に就て先づ歐米の實例を擧げ、亞て本邦の現狀を説き、終りに將來に對する希望を述べんと欲す。

抑々本邦に於て硫化鐵中の鐵分を製鐵業に利用するの説は決して新しき問題にあらず、往年故岩佐巖氏は別子に於て其濕式收銅法より出づる殘滓を使用して銅の沈澱に用ふへき鑄鐵を造るの試験をなし、當時其爐に使用せる煙突は今尙ほ同山端出場附近の丘上に在り、下りて明治二十五年今泉博士は別子の貧鑛當時銅三二七%、鐵四二四%、硫黃四九二六%を酸化及び鹽化焙燒に附し之れより濕式法に由りて銅分を抽收し、其殘滓を製鐵に利用するの試験を施行したり、鐵と鋼第一卷四號乃至六號參照、近來に至り硫化鐵か燐分を含むこと極めて僅少なるか故に、之れより硫酸及び銅を採收せる殘滓を利用して優良銑鐵を造る可しとの説は斯學者の屢々唱道する所なりしか、最近製鐵所技師川合得二氏は大日本人造肥料會社西川博士(虎之助氏)の研究せる硫酸滓濕式收銅法及び其燒結法を紹介し、併せて電氣鎔鑛爐を使用して此材料より燐及び銅分少き優良銑鐵を製出すへしとの説を提唱せられたり、鐵と鋼第一卷八號參照、隨て以下余の説く所多くは先輩の研究を追隨するに止まり何

等斬新なるものなしと雖、聊かなりとも斯界の参考となるを得は幸甚なり。

二、歐米に於ける硫化鐵の利用

今一九一四年ミネラル、インダストリーを案するに世界主要國に於ける硫化鐵の産額は大要左の如し。

國名	一九一三年産額	國名	一九一三年産額
西班牙	九二六、九一三	佛蘭西	三二一、一六七
諾威	四四一、二九一	獨逸	二二八、四〇五
葡萄牙	三九一、〇八三	加奈太	二〇七、五三二
北米合衆國	三四七、〇二七	其他	三、六〇〇、〇〇〇
伊太利	三一七、三三四	計	三、六〇〇、〇〇〇

右表に據れば西班牙の硫化鐵年産額は僅に九十餘萬噸に過ぎずと雖、之れ恐くは銅分に貧しき鑛石にして、之れに含銅高きものを加算するときは其量實に四百餘萬噸に上るへし、其内百萬噸は米國に、五十萬噸は英國に、百餘萬噸は和蘭、獨逸、佛蘭西及び白耳義等に輸出され、同年同國の總輸出量は實に三百萬噸に達せり、其他各國の産額に就ても亦同様の關係ありと信す、即ち歐洲に於ける硫化鐵は主として西、葡、諾三國の供給するものにして、今其代表的成分を擧ぐれば左表の如し。

成分	西班牙リオチント産	葡萄牙サントミンゴ産	諾威イッタローン産
硫黄	四八・〇〇%	四九・八〇%	四四・五〇%
鐵	四〇・〇〇	四二・八八	三九・二二
銅	三・四二	二・二六	一・八〇
鉛	〇・八二	〇・九〇	痕跡

(Lunge-Sulphuric Acid & Alkali, I. 1903, p. 52-55)

亞鉛	痕跡	〇・一〇	一・二八
不溶解物	二・〇〇	二・九四	九・八〇

即ち西、葡兩國産の硫化鐵は常に三%内外の銅を含有し且つ其硫酸分少きを以て非常に歐米各國に歡迎され、諾威産は含銅に於て稍々之れに劣るを觀るなり。

次に此等の鑛石より硫酸を造りたる殘滓即ち硫酸滓の成分を擧ぐれば左表の如し。

銅	一・六五%	一・五五%	一・〇一%
鐵	三・二二	三・七六	三・三三
硫黃	三・五三	三・六二	三・一〇
二酸化銅	二・七五	二・七〇	〇・三九
銀	〇・〇〇三七	〇・〇〇二三	—
酸化亞鉛	二・〇二	〇・四七	六・四六
三酸化鐵	七・七四〇	七・八一五	六・八〇六
石灰	〇・二〇	〇・二八	二・三〇
硫酸	六・一〇	五・八〇	六・五六
不溶解物	一・四五	一・八五	八・七四

西班牙リオチント産 葡萄牙サントミンゴ産 諾威イッタローン産 (Lunge-Sulphuric Acid & Alkali 1903, I. p. 1119)

$Cu_2S$  及  $Fe_2S_3$  として計算す

而して英國に於てはサルシス硫黃銅會社 (The Tharsis Sulphur & Copper Co.) ビード金屬及び化學會社 (The Beade Metal & Chemical Co.) 其他二三の會社が西班牙より此鑛石を輸入して其硫黃を數多の硫酸會社に賣り、由りて生ずる殘滓は總て之を自己の工場に集め濕式法によりて其銅分を抽集し、最後の殘滓は酸化鐵を主成分とするを以て之を團塊となし以て各地の製鐵所に供給せり、去る一九一二年中

20 同國に於てグレンダール式團塊法によりてのみ取扱はれたる該殘滓の數量十八萬噸に上りしと謂へば、之れに他の方法によりて燒結されたる數量を加算せば蓋し數十萬噸の多きに達すへし。(The Iron & Coal Trade Review 1912. p. 92.)

又獨逸に於ては確たる統計の據る可きなしと雖、同國に於て西班牙產硫化鐵より硫酸を採收せる硫酸滓は多く之をデュイスブルヒ市にあるデュイスブルガー銅會社(Duisburger Kupferwerke)に集めて濕式收銅法を行ひ其殘滓を各地の製鐵所に供給せり、同國にては一噸の價格約十五麻なりと謂ふ。

終に米國に於てはニュージャーシーにあるナショナル、メタラーヂック會社(The National Metallurgic Co. Inc.)は其地方にある硫酸會社より硫酸滓を集めて銅を採集し、其殘滓は之を團塊となして附近の製鐵所に送り、ピッツバーグにあるアスピンウォール工場(Aspinwall Works)はビーヴァーフオールス、チッスヴァール、クリーヴランド地方の硫酸滓を集めて其銅分を採り之を鐵銹鑛爐塵<sup>フューダスト</sup>煤と共に團塊せり、其他ペンシルヴァニア州ナトロナにあるペンシルヴァニア食鹽製造會社(The Pennsylvania Salt Manufacturing Co., Natron.)其他二三の工場も同しく硫酸滓の處理を行へり。

斯の如く鐵鑛に豊富なる英、獨、米に於てすら硫酸滓の利用に汲々たるに、鐵鑛の探究に是れ日も足らざる本邦に於て此問題を閑却するは大に時代後れの感なくんはあらず。

### 三、歐米に於ける濕式收銅法の概要

硫酸滓より銅分を採收する方法種々あるへしと雖、余は現時歐米に於て最も廣く行はるるロングメイド、ヘンダーソン法(Longmaid-Henderson Process)を左に概説せんと欲す、今其施行順序を述べ左の如し。

一、硫酸滓及び食鹽の混和竝に其粉碎

二、鹽化焙燒

三、焙燒鑛の浸出(鹽化銅及鹽化銀を溶液中に攝取す)

四、銅の沈澱(若し銀分ある時は同時に之を沈澱す)

五、鐵分に富める殘滓の團塊

今其要領を左に摘録すへし。

一、硫酸滓及食鹽の混和竝に粉碎—英國に於て盛に使用せらるゝ西葡產硫化鐵の殘滓は平均四乃至五%の硫黃、四%内外の銅及ひ一噸に付一オンス内外の銀を含有す、此ものは先つ八乃至一〇メツシユ位に碎きて食鹽の適量を混和し更に之を粉碎す、而して之れに加ふる食鹽の量は殘滓に對し一〇乃至二〇%の間にあると雖、機械的焙燒爐を用ふるものにおいてはその量を七五%に減することを得可し。

二、鹽化焙燒—焙燒は之を手働或は機械的反射爐及ひ烙爐中に行ふ、即ち先つ酸化によりて硫化銅を硫酸銅に變する時は食鹽との交互作用によりて鹽化銅及ひ硫酸曹達を生ず、又無水硫酸及ひ酸素が食鹽に作用して生ずる鹽素は大に銅の鹽化を援け同時に生ずる鹽酸も亦銅、銀及亜鉛等の酸化物を鹽化物に變するの働あり、但し鹽化銅は高温度に於て不安定且つ揮發性なるにより焙燒温度は暗赤熱を超えざるを可とす、又硫酸滓中の硫黃は此焙燒に必要なり、今其銅分を四%とせば其量は六%を超えざるを可とし、出來得可くんは兩者の同量を歡迎す、若し又硫黃分少き時は特に生硫化鐵を加ふるの要あり、次に此焙燒瓦斯は其内に亞硫酸、無水硫酸、鹽酸、鹽素及少量の鹽化金屬を含むを以て之を骸炭を満たせる塔中に導き其頂上より水を點滴して之を吸收せしめ以て燒鑛の浸出に供す。

三、焙燒鑛の浸出—浸出槽は方十一尺深さ四、五尺の木製にして燒鑛約十噸を容るゝに足る、各槽は其内に穿孔せる内底を置き其上に粗鑛を散布したる後之れに未だ冷却せざる燒鑛を盛る、次に前操業より得たる稀母液を注ぎ一、二時間之を放置したる後之を沈澱槽中に抜き、更に熱湯を以て二、三回



之を洗滌し、其稀液は次回の浸出に使用す、斯くして銅及銀の大部分を浸出したる後最後に塔中より出つる稀酸液を以て之を處理すること五六回にして殆ど銅の分量を浸出するを得へし。

四、銅の沈澱——浸出液より銅を沈澱するには屑鐵を用ふるを常とす、即ち木槽中に屑鐵を満たし其上に銅液を注ぎ其内に装置せる蒸汽管により之を熱し以て其沈澱を促進す、之に要する鐵量は略銅と同一なり、若し又浸出液中に銀分あるときは豫め銅を以て之を沈澱することありと雖銅と共に沈澱せしむるを常とす。

五、殘滓の處理——前記收銅法を終りたる殘滓は酸化鐵を主成分とし且つ銅及び硫黃を含むこと少きを以て、之を鐵鑛として處理することを得へし、然れども此ものは細粉狀を呈し熔鑛爐中に裝入すること不便なるを以て之を團塊して用ふるを常とす、今西班牙產硫化鐵より得たる最終殘滓の成分を擧ぐれば左の如し。

三酸化鐵	銅	硫黃	磷	硫酸鉛	硫酸石灰	硫酸曹達	鹽化曹達	不溶解物	計	鐵
(一) 九〇・六一	〇・二五	〇・〇八	—	一・四六	〇・三七	〇・二七	〇・六	六・三〇	九・六三	三三・四三
(二) 九五・二〇	〇・一九	〇・〇七	—	一・二九	〇・元	—	—	二・二三	九・五五	六・五七

六、收銅法經費の實例——今米國ペンシルヴァニア州ナトロナにあるペンシルヴァニア食鹽製造會社に於て硫酸滓及び食鹽の混和物二百噸を一日に處理する工場の收銅經費を例擧すれば左の如し。

	單 價	計		單 價	計
二人試料採集夫	二・五〇	五・〇〇	三人火夫	一・七五	五・二五
六人粉碎夫	一・七五	一〇・五〇	四人秤量夫及裝人夫	一・七五	七・〇〇
一人機械工	二・〇〇	二・〇〇	二人焙燒夫	一・七五	四九・〇〇
二人技師	二・〇〇	四・〇〇	一人捲上げ夫	二・〇〇	二・〇〇

二七人材料運搬夫	一五〇	四〇・五〇	硫化鑛粉	—	七〇〇
二人浸出夫	一七五	三・五〇	二〇噸石炭	一〇〇	二〇〇〇
四人銅沈澱夫	一五〇	六〇〇	五噸半屑鐵	九〇〇	三八・五〇
硫酸滓及食鹽積卸費	—	二〇〇〇	修繕、償却、役所費等	—	四〇〇〇
殘滓積込費	—	一五〇〇	合計	(此費用は硫酸滓一噸(二〇〇〇)に付一・八七弗に相當す)	三三八・二五
二一噸食鹽 <small>(硫酸滓の二二%) (弱に當る)</small>	三〇〇	六三・〇〇 <small>(百斤四十 錢の割)</small>			

右は諸般の狀況を異にする本邦に於て直ちに採りて参考に供し難しと雖、費用の五割は勞働賃なるを以て遙に之を節約し得べく、反之約三割を占むる食鹽、石炭及び屑鐵等は本邦遙に高價なるを以て、本邦の收銅經費は之れに比して稍高きを覺悟せざる可らず。(Greenawalt-Hydrometallurgy of Copper p. 266)

#### 四、歐米に於ける粉鑛團塊法の概要

目下歐米に於て粉鐵鑛、塵煤、硫酸滓等を團塊して鑄鑛爐の裝入に便するの法種々ありと雖、余は其二、三種に就て左に概記する所あるへし。

一、グリーンナワルト燒結法——此法は去一九〇四年米國グリーンナワルト(Greenawalt)氏の特許を得たるものにして七乃至一〇%の石炭或は骸炭末を粉鑛中に混和し、適當に濕潤せるものを鍋中に容れ、下方にドラフト(Down-Draft)を付けつゝ、其上部に點火するときは炭粉の猛烈なる燃燒か粉鑛を燒結して多孔性の塊狀物を與ふるものにして、其費用は米國に於て一噸當り〇・七五弗内外なり、其詳細は鐵と鋼第一卷八二四頁川合氏の論文中有るを以て之を省略す。

二、コルビー燒結法——此法も亦一九〇六年米人コルビー(Colby)氏の特許を得たるものにして、爐はセメント燒に用ふる廻轉窯(傾斜せる管狀爐)と略ほ同一形式のものにして、其下端より炭粉或は瓦斯體燃料を吹込み、其上端より粉鑛に少量の結合劑を加へたるものを連續的に裝入し、爐の廻轉に由り

て之を轉下せしむる際之を團塊するものとす、此方法に使用する結合劑は低温度(攝氏三二〇度)に於ては粉鑛を結合するの力を有し、稍高温度(六五〇度)に於ては揮發性を有し、且つ硫黄及び砒素等と揮發性化合物を造るの性質を有するものにして、タール、ピッチ、土瀝青、石油滓、デキストリン等を可とし之を絶えず爐の上端に流入する粉鑛中に吹き込み、或は滴下せしむるものとす、其量は鑛石に對し普通一%内外なり、此方法は目下米國ニューヂャーシーのニューワーク工場、ピッツバーグのアスピンウオール工場、其他三、四の工場に於て塵煤、硫酸滓等を燒結するに使用せり。(Journal of Iron & Steel Institute, London 1906, III, p. 358)

三、グレンダール團塊法——此法は瑞典グレンダール(Gröndale)氏の發明に係るものにして、其初め専ら諾威、瑞典に産する貧磁鐵鑛を選鑛して得たる粉狀物の處理に用ひられしか、近來硫酸滓、塵煤等にも亦之を應用するに至れり、此法は先づ同氏發明の團鑛機により結合劑を用ひすして幅、長さ共に六吋高さ三吋大の團塊を造り、之を連續せる車上に積みたる儘長さ百五十乃至二百尺の隧道形爐(瓦斯を以て熱す)中を徐々に通過せしめ、以て之を燒結するものにして、其最高温度は一四〇〇度に達すと謂ふ、此の如き高温度は主として硫黄を除却せんか爲め用ふるものにして、單に燒結のみを目的とせば磁鐵鑛は既に八〇〇乃至九〇〇度に於て熔著するを以て夫れ以上に熱するの要なきなり、此法は固く且つ多孔なる理想的團塊を得ると雖、其設備費及び操業費稍不廉なるの嫌あり、之を英國の例に徴するに、噸當り直接費用一圓七十錢、之れに償却、特許稅、一般費用等七十錢を加ふれば一噸の團鑛費は蓋し二圓四十錢となるへし、滿洲本溪湖製鐵所は其精選磁鐵鑛に此方法を採用するの議ありと聞けり。(Stahl und Eisen 1912 p. 576, 822)

其他獨逸に於てもシュワルツ、シューマッハー等の方法ありと雖、冗長に互るを以て之を省く、要之以上の諸法中其何れを選ぶ可きかは將來の研究に待たざる可らず。

五、本邦に於ける硫化鐵及び其利用

今大正三年本邦鑛業の趨勢を見るに同年中本邦硫化鐵の産額は約十二萬噸、價格六十萬圓にして、其價格より推せば右は含銅低き鑛石に限らるゝものにして、實際硫酸製造に使用せらるゝ硫化鐵の數量は一層多額に上るに非る乎、或る専門家は本邦に於ける硫酸滓の年産額を十二萬乃至十五萬噸と概算するものありと雖、實際は遙に之れに超越するに非る乎、余不幸にして本邦の硫酸年産額に關し正確なる統計を得るに苦みしと雖、斯界の權威たる高松博士の説に隨へば其額五十三萬噸(ポーマ五〇度)價格二百五十萬圓に達すと謂へば、若し此説に誤なしとせば本邦が一箇年に使用する硫化鐵の數量は左の計算により約三十萬噸の多數に上る可し。

硫酸(50°Bé)

530,000<sup>噸</sup>

之れを 66°Bé に換算すれば

$530,000 \times 0.6253 = 331,419$ <sup>噸</sup>

其製造に要する硫黃量(理論的)

$331,419/3 = 110,473$ <sup>噸</sup>

若し 40% 硫黃を含む硫化鐵を使用し其硫黃の 90% が硫酸となり、  
残り 10% が残滓中に行くものとすれば之れに要する硫化鐵の量  $110,437/0.4 \times 0.9 = 307,000$ <sup>噸</sup>

今之れより得る硫酸滓中の銅分を採收するときは、最終残滓の量は原鑛に對し約七二%に相當するを以て、鐵鑛として利用し得る残滓の數量は蓋し二十萬噸を下らざる可し、而して其鐵分は五〇%以上なること勿論なるを以て、之れより得る鐵材の量は十萬噸以上に上ること確實なり、之れ豈に輕々に附すべき問題ならんや。

今本邦主要鑛山の硫化鐵成分を擧ぐれば左表の如し(\*記號を附せるものは鐵と鋼第一卷八號八二九頁川合氏論文より拔萃す)

鐵	硅酸	硫黃	銅	礬土	磷
四五・三	二〇〇	四九・九	〇・三四九	—	〇・〇〇八

25 \*岡山縣柵原

硫化鐵の完全利用に就て

	鐵	硅酸	硫黃	銅	礬土	燐
*愛媛縣九町	三五・四九	一四・八五	三六・六六	一〇・三三	—	〇〇・八
*靜岡縣久根	三六・七〇	一四・四八	三九・三一	三六・〇七	—	〇〇・二
*山梨縣寶	三六・七一	七・三五	四三・七五	一・三三四	—	〇〇・五
*德島縣東山	四三・四〇	三・八一	四九・三九	三・六八	—	—
茨城縣日立	三六・二七	九・九五	四〇・五七	四・〇〇	三・〇八	—
愛媛縣別子	四二・〇〇	三・〇〇	四三・〇〇	二・四〇	二・五〇	—
和歌山縣飯盛	四〇・〇〇	三・〇〇	四六・〇〇	三・〇〇	—	—
宮崎縣日平	三五・三〇	九・五〇	四〇・六八	六・三〇	二・七四	—

  

	鐵	硅酸	硫黃	銅	礬土	燐
*柵原	六四・二五	四・五九	一・七九	〇・四九九	—	〇〇・二
*九町	四九・四三	二・三二	一・八八	一・四七四	—	〇〇・二
*久根	五二・四三	二・〇七	三・〇一	一・九五八	—	〇〇・二五
*寶	五二・六八	八・八三	三・〇三	一・九五八	—	痕跡
A 鑛山にて購買せるもの	四六・〇〇	八・一〇	六・七七	三・〇〇	七・三〇	—
B 製煉所にて購買せるもの	四四・〇四	一・七五	五・〇八	四・七七	三・五五	—
C 製煉所にて購買せるもの	五三・三三	七・九四	五・〇〇	四・〇〇	一・九〇	—
D 製煉所にて購買せるもの	四六・〇〇	一三・〇〇	三・五〇	四・五〇	—	—

以上は決して平均成分に非すと雖亦以て其一斑を推知することを得可し。  
 又此等の硫化鐵より硫酸を製造して得たる殘滓即ち硫酸滓の成分は左表の如し(\*記號を附せるものは前同様)

此等の二表に由りて之を觀るに飯盛、別子、東山等の鑛石は共に三%内外の銅を含み、硫黃及び鐵分

共に高く、且つ硅酸を有すること僅少にして、其成分恰も西、葡兩國のものに酷似す、左れば之れより硫黄及び銅分を採收したる殘滓は之を優良なる鐵鑛として利用するに好適す、又九町、久根等の鑛石は硅酸分稍高しと雖其量二〇％以下なれば敢て製鐵原料に供し難きに非ず、況んや僅に七、八％の硅酸を含むに過ぎざるものに至りては普通の鐵鑛に優るものと云ふを得可し、且つ其採掘及び選鑛に注意せは遙に其量を低下し得るの望あるに於てをや。

次に余は目下本邦に於ける含銅硫化鐵利用の有様を觀察せんと欲す。

一、硫黄——今當業者に就て之を聞くに硫酸會社に於て硫化鐵の硫黄分を購買する價格は四〇％以上の硫黄を含むもの百貫に付一圓乃至一圓三十錢なりと云ふ。

二、銅——銅製煉所か含銅硫酸滓を購買する價格算定は所により多少の差異ある可しと雖、大要左の恆式に従ふものゝ如し。

$$\left\{ (\text{銅}\% - 0.55) \times \frac{\text{當時の銅百斤の價格}}{16} \right\} - 1.50 = \text{硫化鐵百貫の價格}$$

但し〇・五五％は製煉の際鑛中に逃去るものとして原銅分より之を控除し、之れに銅一貫の倫敦相場を乗じ其商より百貫當り一圓五十錢の製煉費を控除したるものとす。

故に運賃關係を除外して含銅三％硫黄四二％内外を含める硫化鐵百貫の價格は左の計算に由り八圓七十五錢となる可し。

$$1.15 + \left\{ \frac{3\%}{0.8} - 0.55 \right\} \times \frac{55^{\text{H}}}{16} - 1.50 \left\} \times 0.8 = 1.15 + 7.60 = 8.75^{\text{H}}$$

但し一圓十五錢は百貫硫化鐵中にある硫黄の平均相場にして、五十五圓は銅百斤(十六貫)の價とし又硫化鐵百貫より八十貫の硫酸滓を得るものとす。

然るに今此硫酸滓に濕式收銅法を施し其殘滓を製鐵に使用するものとせば其結果如何と謂ふに、今假りに此收銅法か百貫二圓の經費を要するものとし(西川博士の研究によれば硫酸滓の含銅一％

を以て優に收銅費を償ひ得へしと云ふ、若し銅の價を平時百斤三十二圓とせば其一%は約二圓に相當す、銅の實收率を九〇%とせば前記成分の硫化鐵百貫の價は左式により八圓八十一錢となり前者に比して大差なし

$$1.15 + \left\{ \frac{3\%}{0.8} \times 0.9 \times \frac{55\%}{16} - 2.00 \right\} \times 0.8 = 8814$$

然るに此方法より得たる殘滓は銅及硫黃を含むこと少く且つ鐵分に富むを以て、若し適當の方法によりて之を燒結する時は直ちに之を鎔鑛爐に利用することを得へし、但し余は硫化鐵百貫より約八十貫の硫酸滓を得、更に之れを收銅法に掛けて最後の殘滓約七十二貫を得るものと計算せり(計算は省略す)

而して此粉鑛を如何なる方法によりて團塊すへきやは大に研究すへき問題なりと雖、川合氏の論文に従へば西川博士の研究になるグリーンワルト法を採用せば其燒結費一噸僅に八、九十錢なるを以て今之を一噸一圓とせば百貫當り三十七錢五厘となり、之を硫化鐵百貫より得る最終殘滓七十二貫に換算すれば二十七錢となるへし、而して今五〇%以上の鐵分を含む團鑛一噸五圓五十錢とせば(運賃を差引き)由りて得る利益は一圓二十一錢となり、恰も硫黃と略同一價格を得ることゝなるへし(二噸二六七貫とす)

$$\frac{72\%}{267} \times 5.5 - 0.27 = 1.21 \text{ (硫化鐵百貫に對し)}$$

若し亦之れにグレンダール法を應用するものとせば一噸の團塊費少くとも二圓以上を要するを以て稍、其利益を減するに至るへしと雖、此法によりて得る團塊は前法のものに比し遙に優良なるを以て幾分其價格を上すことを得へしと信す

以上は實地の經驗に乏しき余が極めて貧弱なる材料の下に計算せしものなるを以て、非難の餘地多々あるへしと雖、茲に識して大方の高評を待つことゝなせり

## 六、結 論

以上記述する所にして大誤なしとせば、目下本邦に於て年々消費せる硫化鐵より約二十萬噸の鐵鑛を得、之れより更に十萬噸内外の鐵材を造ることを得可し、之れ實に我國鐵年産額の約三分の一弱に相當す、況んや將來に發達すへき化學工業の隆盛と共に其量益増大するの望あるに於てをや、之れ吾人か大に硫化鐵の完全利用を鼓吹する所以なり、幸にして西川博士の如き熱心家ありて年來此問題を研究せられしと雖、未だ其實現を見るに至らざるは吾人の大に遺憾とする所なり、故に余は此事業の勃興を期するか爲め僭越を顧みず左に數項の希望を開陳せんと欲す。

一、含銅硫化鐵の大鑛床を有する鑛業家は單に其硫黃分のみを硫酸會社に賣り、自ら其殘滓を處理して收銅及團塊の作業を行ふか、或は硫酸會社と共同して此事業を經營されんことを望む。

二、民間に於ける此種事業の振興を期するか爲め、製鐵所は許し得る範圍の好條件の下に努めて此團鑛を買上げられんことを望む。

三、本邦内地に於ける食鹽の價格は去明治四十一年鹽專賣法の布かれたる以來非常の騰貴をなし、目下其拂下げ價格は生産の豊凶により多少の差異ありと雖、大要左の如しと聞く。

化學工業に對しては 百斤六十三錢内外 一噸十圓五十錢

鑛業に對しては 百斤一圓内外 一噸十七八圓

而して百斤六十三錢は目下内地に於ける食鹽の生産實費にして、大藏省は全く原價拂下を行へるものなりと云へば、内地に於ては實際此價格以下のものを得ること困難なりと信す、今之を前記米國の例と對照するに、同國にては一米噸僅に六圓なるを以て百斤の價格は約四十錢に相當す、左れば本邦内地鑛業家は米國に比して約二倍半高價なる食鹽を用ひざる可らざる割合なり、然るに食鹽は鹽化收銅法に要する經費の一大要素なるを以て、其廉不廉は硫化鐵完全利用の消長に關係すること實



に痛切なり、故に余は大藏當局に對し鑛業に對する食鹽の拂下價格を少くとも化學工業に對するものと同一ならしめんことを切望せざるを得ず。

反之關東州及朝鮮に於ては其拂下價格百斤三十錢内外なりと云へは若し此等の地方に製鐵業起るに至らば彼地に此事業を經營するを最も有利なりと信す。(了)

## 製鐵所に於ける「ローリングミル」(Rolling mill)に就て

布目 四郎 吉

製鐵所に現在設備せられたるローリングミル、及昨年註文を了したる厚板工場、並將に註文せんとしつゝある第二大形工場等の主要なる設備、大さ、及生産能力等を概括し、別表を作成し以て説明に代ふ、各工場に主要なる機械、補助機械等に就き詳細なる説明をなさんと欲せは到底十數頁に之を盡す能はず、他日之をなすの機會を得んことを期し、茲に工場の状態に就て大略説述せんとす。

製鐵所にあるローリングミルを其目的により左の四種に分類するを得へし。

- 一、半製品製造工場、即ち鋼片(ブラム(Bloom)ピレット (Billet))を製造するもの
- 二、製條工場、即ち棒鋼、形鋼、軌條等を製造するもの
- 三、製板工場、即ち板、薄板、及平鋼等を製造するもの
- 四、特種工場、即ち外輪(Tyre)、刃具鋼、其他坩堝鋼棒を製造するもの

### 一、半製品工場