

鉛亜鉛の含銀硫化混合鑛の濕式 冶金法に關する研究 (二)

渡邊俊雄、仲田 旭

第一編 神岡鑛石處理に關する研究 (承前)

(三) 焙燒鑛の溶解實驗

第 八 表

焙燒鑛は先づ稀硫酸溶液にて處理し、酸化亞鉛を溶解し、溶液より電氣分解に依りて亞鉛を回收するのであつて、一方溶解殘滓より鉛及銀を回收するのである。

亞鉛の濕式電氣製鍊法に就ての種々定量的研究は、其實際的操業と相待て既に幾多⁽⁸⁾の發表あるから、本研究に於てはこれを行はず、單に稀釋硫酸溶液に對する該焙燒鑛中酸化亞鉛の溶解及鐵或は銅の溶解狀況の相違を試験し、以て溶解作業には單式溶解法を行ふべきか、或は複式溶解法を採用すべきを確かむるための實驗を行つた。以下實驗に就て述べる。

實驗VII 溶解液中の遊離硫酸量と各成分の溶解狀況並に硫酸鉛成生率

先づ800°Cにて焙燒完結せる處の閃亞鉛焙燒鑛5瓦をとり、これを各濃度の異なる酸性硫酸曹達溶液各200c.c.中に溶解せる場合と、又これと同一量の遊離酸を含む硫酸溶液200c.c.中に溶解せる場合の亞鉛、鐵、銅等の溶解狀況を見、尙同時に其溶解殘滓を飽和食鹽水溶液に處理して、溶解せる鉛から其各々の場合に於ける硫酸鉛成生率(鉛溶解實收率)を見た。其結果は次の如くである。

NaHSO ₃ 溶液 200c.c. 焙燒鑛添加量5瓦溶液加熱 90° C.					
濃 度 (%)	遊離酸 (%)	溶 解 率(%)			硫酸鉛成 生率 (%)
		亞 鉛	鐵	銅	
0	0	10	0	0	60
5	2.0	93	9.0	60	97
10	4.0	95	25.0	85	99
15	6.0	95	52.0	88	99
20	8.0	95	56.0	90	99
25	10.0	95	80.0	93	99

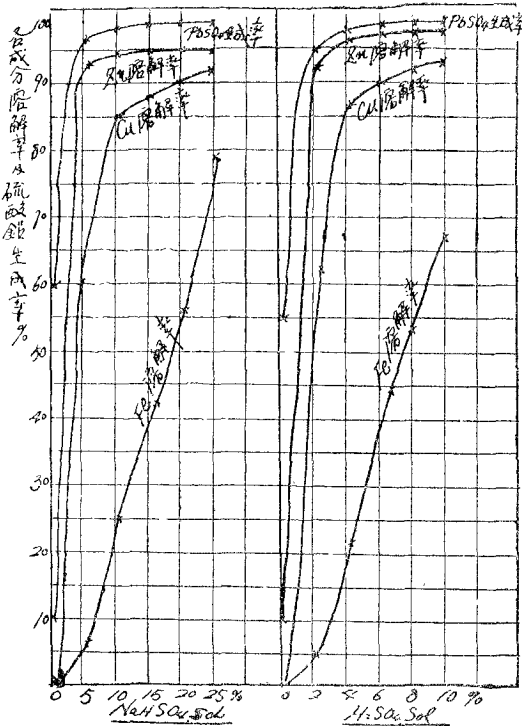
第 九 表

H ₂ SO ₄ 溶液 200c.c. 焙燒鑛添加量5瓦溶液加熱 90° C.				
濃 度 (%)	溶 解 率 (%)			硫酸鉛成 生率 (%)
	亞 鉛	鐵	銅	
0	10.0	0	0	55.0
2.0	91.8	5.2	63	95.0
4.0	96.8	22.1	87	98.8
6.0	96.8	45.0	90	98.8
8.0	96.8	53.1	92	98.8
10.0	96.8	67.1	94	98.8

此れを曲線に示せば第七、八圖の如くである。

溶解時間は30分、この間空氣攪拌しつ溶解す。此結果で見ると如く酸化亞鉛は其溶液

第七圖 第八圖



中の酸度に比例して鐵よりも著しく溶解速度大である。亞鉛が溶解し猶其處に遊離酸が存する時は其量に比例して鐵の溶解は著しく増加する事を示して居る。銅も鐵に比して溶解し易い。又一方鉛の大部分は此際溶液中に過剰の遊離酸が存在しなくとも、硫酸鉛となる事を示して居る。即此結果によれば焙燒鑛中鉛は60%内外の硫酸鉛と40%内外の酸化鉛の状態で存するものであつて、此酸化鉛は亞鉛溶解の際に容易に硫酸鉛となるのである。又本實驗の結果は焙燒鑛の溶解の時には餘り大なる濃度の硫酸溶液を用ふる必要がないことが分る。

實驗VIII 溶解時過剰の燒鑛を溶解せる場合の亞鉛及鐵の溶解狀態

10%硫酸溶液 50c.c.、溶解溫度90°C.、溶

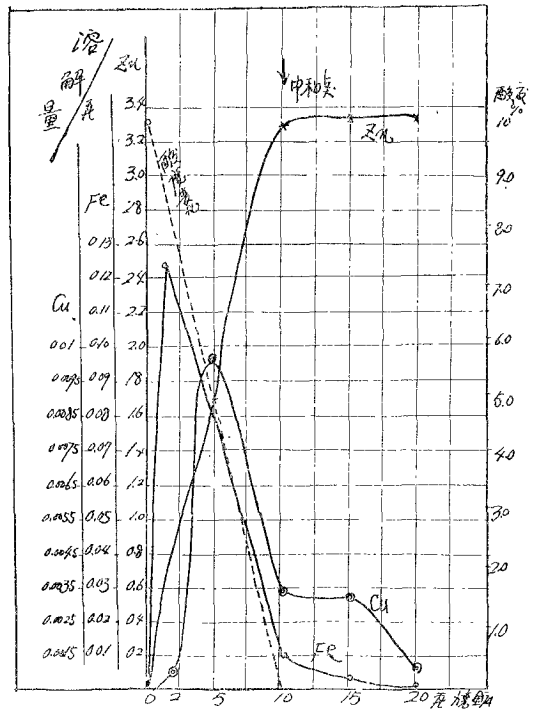
解時間30分、溶液は其蒸發に伴ひこれに水を加へて恒容とする。其實驗結果は次の如くである。

第十表

溶解燒鑛量 (瓦)	溶解量 (瓦 50c.c.)		
	亞鉛	鐵	銅
2	0.70	0.125	0.0008
5	1.69	0.075	0.0098
10	3.30	0.010	0.0028
15	3.30	0.0065	0.0028
20	3.30	0.0037	0.0014

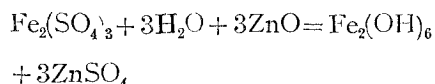
此れを曲線に示せば第九圖の如くである

第九圖



此實驗結果に見るも前同様であつて、遊離硫酸量に比して、燒鑛溶解量が少ければ少い程溶液中に溶解する處の鐵の量は多く、これに反して遊離酸量に比して燒鑛溶解量が大なれば大なる程鐵の溶解量は少い。而

して遊離酸が遂に中和せられたる後も猶其處に酸化亞鉛が存在せば一度溶解せる鐵は



となつて、水酸化第二鐵として沈澱する。

猶他の不純物の多くに就ても此の傾向はある。鐵が溶液中第一鐵として存する時はこれを第二鐵に變せしめ安定な水酸化第二鐵として沈澱せしむるを要する。

溶解實驗に關する結論及操業上の注意

上記實驗結果より見るに、焙燒鑛中の酸化亞鉛を溶解するに當つて、2% 附近の稀硫酸溶液を用ひ、しかも其際丁度其遊離酸を中和するに充分なる量の酸化亞鉛を含有する燒鑛量を加ふる時は、溶液中に溶解する鐵の量は最も少い。乍然實際の操業ではこの如き稀硫酸を用ふる時はその液量のみ増加し甚だ不便を感ずる。従つて10%附近の濃度のものを少くとも選ぶ必要がある。従つて單一溶解操業を行はんとせば溶解の時に加へる燒鑛量は、鐵を出來得る限り少く溶解するためには、勢ひ加ふる燒鑛量を増加する必要がある。かくせば亞鉛の溶解實收率に損失を來すは當然である。又亞鉛の實收率を極度に向上せしめんとせば、勢ひ鐵を多量に溶解し硫酸の損失を來すのみならず、其後の操業に於て石灰等を用ひてこれを水酸化第二鐵の形として沈澱しなければならぬ。其沈澱は其濾過作業等を著しく困難ならしめるのみならず多量の濾過滓中に附着して失はれる所の硫酸亞鉛の量も又増加する。此等の關係よりして單一溶解法は其調節頗る困難と思はれるのである。

依つて複溶解法即中性溶解法と酸性溶解法を結合し、最初の中性溶解法では比較的濃度が大なる硫酸溶液を用ひて、その酸を中和するに充分なるよりも稍々過剰の酸化亞鉛を含む燒鑛を加へて溶解し、此際鐵の溶解を極めて少くし、次に其溶解殘滓中の過剰の亞鉛を溶解するに酸性溶解法を用ひ其溶液の酸度を2乃至3%の如き稀硫酸溶液を用ふるが最も適法と思はれるのである

(10) 溶解試驗に就ては既に多くの發表ある故に本試驗はこの程度に止めたのである。

(四) 亞鉛溶解殘滓中の硫酸鉛の處理

實驗IX 飽和食鹽水溶液に依る硫酸鉛の溶解試驗

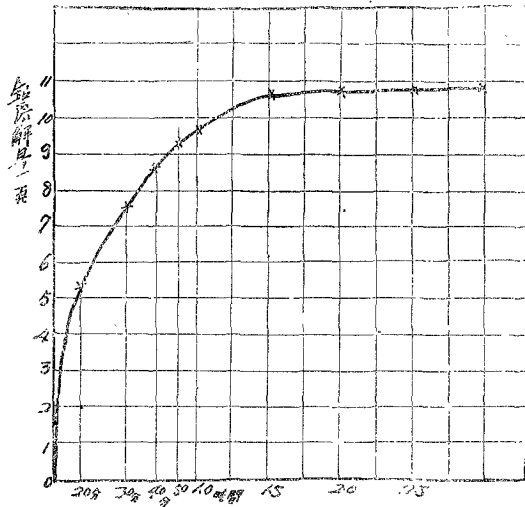
今100c.c. 中35瓦の食鹽を溶解する食鹽飽和溶液に100瓦の硫酸鉛を加へ90°Cに常に恒容狀體にて加熱し、硫酸鉛が時間と共に溶解する量を求めた。其結果は次の如くである。

第十表

溶解時間(分)	硫酸鉛溶解量(瓦)鉛として
20	5.6
30	7.7
40	8.8
50	9.5
60	9.8
90	10.8
120	10.8
150	10.8
180	10.8

此れを曲線に示せば第十圖の如くである

第十圖



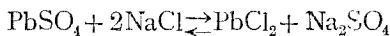
即ち一時間半後には平衡に達する其時の状態は35瓦の食塩を含有する飽和溶液中硫酸鉛として16.20瓦、鉛として10.8瓦を溶解す(但し90°C)。これより見るに一噸の食塩はその飽和溶液の状態で0.46噸の硫酸鉛を分解する。即換言せば一噸の鉛に對して3.3噸の食塩の存在が必要である事になる。

而して一方其の化學反應は

$PbSO_4 + 2NaCl = Na_2SO_4 + PbCl_2$ に基くものであるから、一噸の硫酸鉛が鹽化鉛となるには0.38噸の食塩が消費される。即ち1噸の鉛を得る爲には0.56噸を要する事になる。依つて $3.3 - 0.56 = 2.74$ 噸の食塩は再び次の操業時硫酸鉛の溶解に供せられうる筈である。

硫酸鉛溶液より鹽化鉛の回収

實驗X 硫酸鉛分解溶液として食鹽溶液を用ひたる場合



なる反應に基いて、飽和食鹽水中に硫酸鉛を溶解する時は、明らかに一つの複分解反

應にして質量作用の法則に従ひ、各々の濃度に依つてこの反應の方向が決定するは勿論である。此反應に於て若し過剰の食鹽が存在すると鹽化鉛はこれと作用し大部分は $NaCl + PbCl_2 = NaPbCl_3$ なる複鹽を生成するのである。若し溶液中鹽化鉛として存する時には、溶液を冷却する事に依つて容易に之を結晶析出することが出来るが該複鹽はこれを0°Cに冷却するも結晶析出せず、又これに硫化水素を通ずるも硫化鉛の沈澱を生ぜずして、單に該溶液に水を加へ稀釋する事に依り、即加水分解に依りてのみ直ちに鹽化鉛として結晶析出するのである。

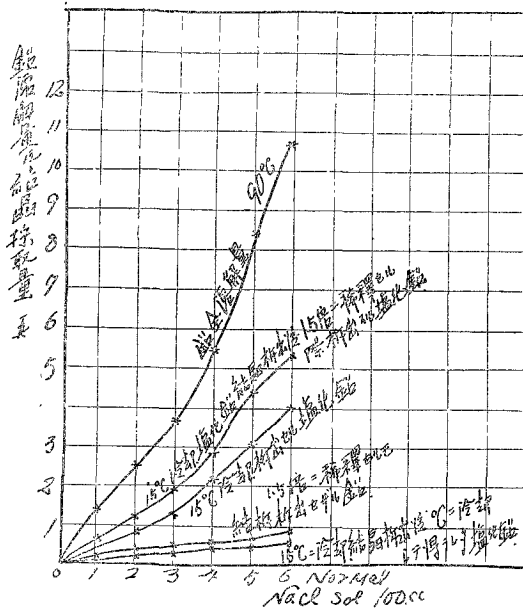
今各 100c.c. の各濃度の食鹽飽和溶液の各々に20瓦の硫酸鉛を加へ、一時間恒容で攪拌しつゝ、90°Cの溫度に保ちたる後溶液を二つに分ち、溶解せる全鉛の量を定め、次に溶液を 15°C に冷却して其際沈澱析出する鹽化鉛の量を定め、更に溶液を0°Cに冷却し析出した鹽化鉛の量を求めた。次に溶液を室温とし全容積の半部の水を加へて稀釋し其際析出した鹽化鉛の量を求めた。其結果次の如くである。

第十二表

100c.c. 溶液中食鹽の濃度 (N)	溶解せる鉛 (瓦)	鉛溶液を15°Cに冷却し析出せる鉛 (瓦)	鉛溶液を0°Cに冷却し析出せる鉛 (瓦)	溶液量の半にて水に稀釋せる析出せる鉛 (瓦)	猶溶解状態にある鉛 (瓦)
1	1.48	0.6	—	0.72	0.16
2	2.86	1.1	—	1.36	0.40
3	3.76	1.2	—	2.60	0.56
4	5.56	2.2	—	2.72	0.64
5	8.46	3.1	—	4.56	0.80
6	10.80	4.0	0.8	5.20	0.88

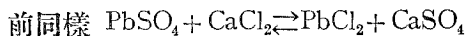
之を曲線に示せば第十一圖の如くである

第十一圖



この結果より見るに、食鹽飽和溶液 100 c.c.中に 90°Cに加熱溶解せる硫酸鉛の量は、鉛として 10.8 瓦、今この溶液を 15°C に冷却し得る、鹽化鉛の量は鉛として 4.0 瓦、即全溶鉛の 37%、次に溶液の半分の水を加へて稀釋する際析出する鹽化鉛の量は鉛として 5.2 瓦、即全鉛の 48% に當る。故に食鹽飽和溶液にて硫酸鉛を加熱溶解せる溶液より鹽化鉛を析出する場合は、該溶液を室温となしこれに全溶液量の半分量の水を以て稀釋する事に依り 37 + 48 = 85% の鉛を鹽化鉛として析出せしむる事が出来るのである。此れ以上水を加へて稀釋するも其の効果は尠ない。

實驗 XI 硫酸鉛分解溶液として鹽化カルシウム溶液を用いたる場合



の反應に依り、鹽化カルシウム濃溶液は、硫

酸鉛と働きて鹽化鉛を生じ自己の過剰中にと

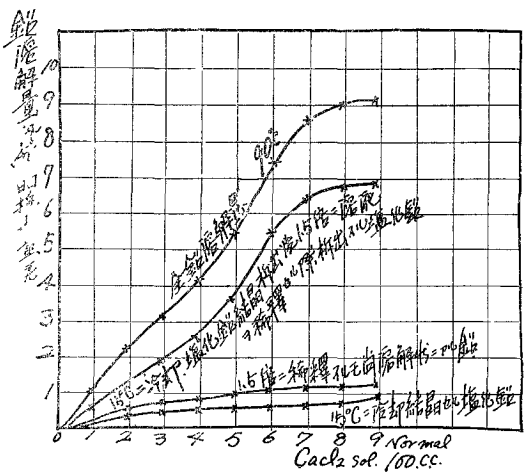
かす。
今前實驗と全く同様なる實驗を行ひ、即 100c.c. の各濃度異なる鹽化カルシウム溶液の各々に 20 瓦の硫酸鉛を加へ、90°C に加熱しつゝ溶解せる溶液の全鉛溶解量及溶液よりの結晶析出状況を見たるに次の如くであつた。

第十三表

100c.c.の溶液中鹽化カルシウムの濃度 (N)	溶解せし鉛 90°C (瓦)	鉛溶液を 15°C. にて冷却し析出せる鉛 (瓦)	溶液量の半ば丈の水にて稀釋せる時析出せる鉛 (瓦)	猶溶解状にある鉛 (瓦)
1	1.13	0.16	0.72	0.24
2	2.32	0.32	1.36	0.64
3	3.20	0.40	1.92	0.88
4	4.08	0.56	2.48	1.04
5	5.52	0.64	3.76	1.12
6	7.52	0.72	5.60	1.20
7	8.64	0.72	6.72	1.20
8	8.88	0.80	6.88	1.20
9	8.72	1.04	6.48	1.20

之を曲線に示せば第十二圖の如くである

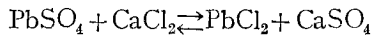
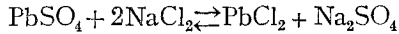
第十二圖



此場合も前と同じく鹽化鉛は鹽化カルシウムと複鹽をつくり、爲めに水にて稀釋加水分解せざる時は溶液を冷却するも鹽化鉛として大部分は結晶析出せざるものである

上の兩實驗の比較及溶液の處理

上の兩實驗に於ける化學反應は次の如くである。



此鹽化鉛が過剰の食鹽又は鹽化カルシウム溶液にとけるのである。

前の兩實驗の結果に現はれてゐる様に硫酸鉛を溶かすには食鹽の方が、鹽化カルシウムよりも少量にて済み、且つ其單價も彼れの七分の一位であるから、食鹽を使用する方が有利である。併し食鹽を使用する時は硫酸曹達を生じ、この物は溶解状態にて溶液中に存し、爲めに母液を繰返し溶解作業に使ふ時には溶液中に、これが漸次蓄積し、其硫酸鉛の分解が漸次困難となる。然るに鹽化カルシウム溶液を用ふる時には、硫酸カルシウムなる不溶性沈澱物となり、溶液より鹽化鉛の結晶を析出する前に之を除くことが出来る。即前者の如く硫酸根を蓄積する恐れはない。此點は鹽化石灰利用の長所であるが、併し前に述べた不利な點があるから、吾人は食鹽を使用し、而してその溶液中の硫酸曹達を除くべき適當の方法を考究する必要がある。

溶液中の硫酸曹達を除却するに次の方法がある。

(1) は鹽化鉛を結晶析出せしめたる後その母液を 0°C に冷却し硫酸曹達を結晶析出

せしむる法。⁽¹¹⁾

(2) は鹽化鉛結晶析出後其母液に鹽化カルシウムを加へて硫酸カルシウムとして除き一方同時に食鹽を再生せしむる法。⁽¹²⁾

兩法に於て前者は大量の溶液を冷却装置に依り 0°C の如き低温に冷却結晶せしめるのでその操業は簡單とは云へぬ。後者は丁度溶解した鉛の相當量丈の鹽化カルシウムが消費され、同時に $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{CaSO}_4$ の反應により、前に消費された量だけの食鹽を再生する。故に鹽化鉛より鉛を回収するに當つて、其副産物として鹽化カルシウムを作り、再びこのものを使つて溶液から硫酸根を除く様にすれば、最も有利なる方法であると考へられる。これに就ては別に後節で述べる。

尙茲に一言したいのは、硫酸鉛を食鹽又は鹽化カルシウムの飽和溶液で分解させた溶液から鹽化鉛を析出するには、前實驗の様に大量の水で稀釋しなければならない。かく多量の水にて稀釋したものは、それを再び硫酸鉛の分解に使ふには豫め十分濃縮する必要がある。このために又多量の燃料を要する。故に吾人は、斯く稀釋する事なくして、溶液より鉛を完全に而も簡単に沈澱せしむる事に就て、幾多の實驗をなしたのち、之について二つの方法を考案した。之に就ては後日追て發表する事にする。

(五) 鹽化鉛より金屬鉛の回收

テイトン法にては鹽化鉛として結晶せしめず、陽電極とし炭素板、陰電極として廻

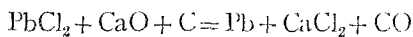
轉電極を用ひ、原液を直に電解し海綿狀鉛としてこれを回収するのである。然るに海綿狀鉛は之を再び熔融する際に酸化し易いから、直接原液を電解するよりも寧ろ一度鹽化鉛として得たるものを熔融電解し、直ちに熔融金屬鉛として得る方が、有利であるかとも考へ得られる。

鹽化鉛の熔融電解は簡單であつて、550乃至600°Cで熔融せる鹽化鉛を炭素電極を用ひ1平方粉につき100A位の強電流密度で電解する事が出来る。其電流能率は96~97%に達すると云はれてゐる。

此電解の際陽極より出る鹽素は石灰に吸收せしめ漂白粉を作る。併して漂白粉より簡単に鹽化カルシウムを作るには、漂白粉に粉炭を混じ、粉炭の燃焼溫度に加熱すると

$\text{Ca}(\text{Ocl})_2 + \text{C} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2$ の反應を起し其有効酸素を失つて鹽化カルシウムとなるこの鹽化カルシウムは前述せる硫酸鉛を分解した後の溶液中の硫酸根を除くに使用する事を得るのである。鹽化鉛の熔融電解の研究に就ては詳細なる文獻⁽¹³⁾があるから、それに關した研究は行はなかつた。

猶又鹽化鉛より鉛を得る他の方法として還元熔融法がある。即鹽化鉛に石灰及粉炭を加へ、600°C附近に熔融すると急激に次の化學反應が起り



CO瓦斯を盛に發生して、上層に流動性の鹽化カルシウムが浮び下層に金屬鉛を分離する。かくして得たる鉛は純粹である。尙此際生ずる鹽化カルシウムは前同様硫酸

鉛の溶解劑とし使ふ事が出来る。

鹽化鉛より鉛を回収する方法として其工業的價値は操作及實收率から云つて、此熔融還元法が最も適するものと考へる事が出来る。本法は1925年 Snyder 及 Crystensen⁽¹⁴⁾ 兩氏に依つて考案せられ米國特許を得て居た事を後に知つた。

(六) 銀の回収

原鑛中の硫化銀は酸化焙燒によつて金屬銀となりて焙燒鑛中に存する事は、既に焙燒の項で述べた通りである。併し此金屬銀は燒鑛の稀硫酸處理の際にも、又其溶解殘滓を飽和食鹽水にて處理する時にも不溶解のまま、殘留する。濕式冶金操作順序としての我々の原案は、テイトン氏法の如く先づ焙燒鑛を稀硫酸で處理して酸化亞鉛を溶解し去り、次に其殘滓を乾かした後鹽化焙燒を行つて鉛及銀を鹽化物となし、このものを飽和食鹽水にて加熱溶解し、溶液より金屬鉛に依つて銀を沈澱し、最後に前述の様に操作して鉛を回収する豫定であつた。其可能性を確むるために銀の鹽化焙燒實驗を行つたが以下その結果に就て述べる。

實驗XII 硫化銀の鹽化焙燒

粉狀金屬銀1瓦 食鹽5瓦(計算量の10倍)
粉末 SiO_2 5瓦, Fe_2O_3 5瓦。

を混合し電氣爐で一時間加熱した。此混合割合は前に述べた鑛石の鹽化焙燒のときの状態に似せたのである。即硫酸鉛滓に食鹽を加へて鹽化焙燒し、銀が鹽化するや否やを見たのである。種々の溫度で一時間焙燒したものを500c.c.飽和食鹽水溶液にて加

熱溶解し、 NaAgCl_2 なる複鹽として存する溶液から銀を定量して其鹽化率を見たのである。其の結果は第十四表の如くである。

第十四表

焙焼温度(°C)	銀の鹽化率(%)
200	0
300	8.6
400	8.6
500	13.5
600	19.8
700	30.0

即銀は餘り鹽化しない。

實驗XIII 實驗(I)の混合物に5瓦の硫黄を混じたる場合

第十五表

焙焼温度(°C)	銀の鹽化率(%)
200	5.2
300	8.0
400	10.2
500	12.5
600	25.0
700	40.0

即 $2\text{NaCl} + \text{S} + 2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cl}_2$ の反應に依つて生ずる Cl_2 を作用せんとしたるものである。

實驗XIV 硫化鐵を混じたる場合

調合 粉狀銀 1瓦, 硫化鐵 10瓦,
食鹽 5瓦, 珪酸 5瓦。

結果

第十六表

焙焼温度(°C)	銀の鹽化率(%)	鐵の鹽化率(%)
400	15.0	痕跡
500	25.4	5.8
600	79.0	12.0
700	90.0	痕跡

この結果によるも硫黄を加へるよりも硫化物を加へた方が遙かに銀の鹽化率が高い

實驗XV 漂白粉と共に焙焼せる場合

装入 粉狀金屬銀 1.0瓦, 漂白粉 10.0瓦。

結果

第十七表

焙焼温度(°C)	銀の鹽化率(%)
200	15
300	32
400	38
500	54
600	全部熔融状になる

この實驗と同時に硫酸鉛に及ず漂白粉の影響を見た。即硫酸鉛30瓦漂白粉78瓦を混じ焙焼せる結果は第十八表の如くである。

第十八表

焙焼温度(°C)	鹽化鉛生成率(%)	酸化鉛生成率(%)
200	4.5	95.5
300	5.5	94.5
400	6.5	93.5
500	7.0	93.0
600	全部熔融状になる	—

之によれば硫酸鉛を漂白粉と共に焙焼する時は、其大部分は酸化鉛となつて食鹽溶液には溶けない。故に銀及鉛の鹽化焙焼又は硫酸鉛の溶解には漂白粉を用ふる事は出来ない。

實驗XV 電解鹽素に依る場合

粉狀金屬銀を1瓦とり、加熱しつつ、電解によつて生じた陽極鹽素瓦斯を通じたのである。種々の温度で一時間通じて加熱せる

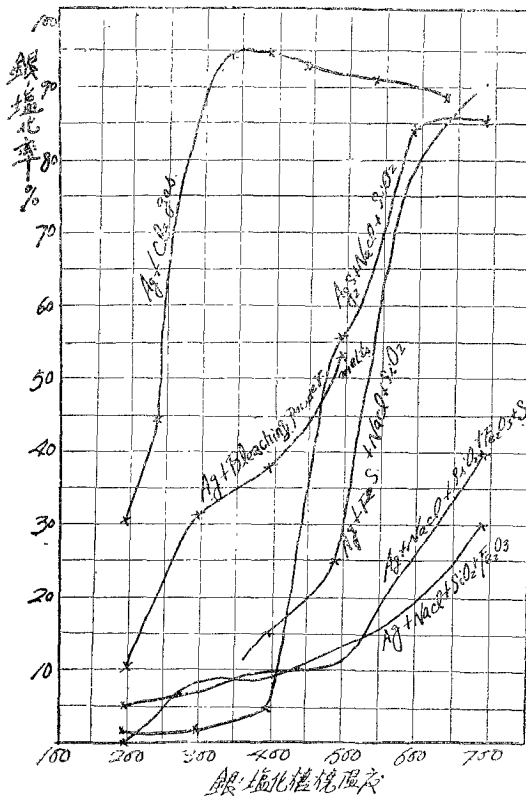
結果は次の如くである。

第十九表

焙焼温度(°C)	銀の鹽化率(%)
200	30
300	45
350	95
400	92 半熔融す
500	91
600	85
700	85
800	80

此結果を見ると 350°C 附近で加熱しつ、鹽素瓦斯を通じた時は、銀は容易に鹽化作用を受ける。以上各實驗中此場合が最も良結果を得た。上記各實驗結果を曲線に示せ

第十三圖



ば第十三圖の如くである。鹽素を用ひて鹽化作用を行ふに當つて、400°C 以上の高温では、出來た鹽化銀は熔融し、其内部の銀の鹽化作用を遅緩せしめる傾向がある。又かく高温にすると鹽化銀が揮發して損失を招くおそれがある。此場合硫酸鉛は何等の影響をうけない。

(七) 鉛及銀の回收實驗に
關する結論及實際操業上に
於ける考察

焙焼鑛の亞鉛溶解殘滓中全鉛の95%以上硫酸鉛として存する鉛は、該殘滓に過剰の食鹽飽和溶液を加へて熱すれば容易に之を溶かす事が出来る。併し此際銀は殆ど溶解しない。銀を鉛と同時に溶解せしむる爲めには、亞鉛溶解後其殘滓を乾燥し、之を特殊爐にて 350°C 附近に加熱しつ、鹽素瓦斯を通じ、銀を鹽化銀として置く必要がある。若し鹽素を用ひず、食鹽焙焼のみに依て銀を可溶となすには、相當量の硫化鐵を加へる必要がある。斯くして銀を鹽化銀になした後、過剰の食鹽飽和溶液を用ひて殘滓を加熱溶解し、溶液中より先づ鉛を用ひて銀を沈澱し、次に稀釋法に依つて鹽化鉛を析出せしめ、一方母液は鹽化カルシウムを加へて硫酸カルシウムとして硫酸根を除き他方食鹽を再生せしめ、之を濃縮して再び溶解用に復歸せしむることが出来る。

併して此鹽化鉛から鉛を得るに、若し鹽素を銀の鹽化焙焼に用ひる必要があれば電解法によらねばならぬ。之に反して鹽素の必要がなければ、鹽化鉛は熔融還元法に依

つて處理し同時に鹽化カルシウムをつくりこれを母液の清淨に用ふる様にすればよいのである。而しながら此處に考ふべき事は銀の鹽化焙燒である。即ち以上述べた操業法に於て亞鉛溶解殘滓中の銀を鹽化焙燒する爲めには、之を一度乾燥する必要があることになつてゐるが、實際上此乾燥と云ふことは仲々手間と經費を要する仕事である又鹽化焙燒では硫酸鉛は何の影響も受けない。又此鹽化焙燒の操業には炉底に塊が粘付くなど種々の困難がある。

此等の事情に鑑み、我々は他の方法により収録することにつき研究を進めた。即ち亞鉛と鉛を取去つた後、其殘滓を青化法で處理することが、有利であると云ふ結論に到着した。之については編を改めて述べることにする。

引用文獻

- (1) 採冶月報 (第六年第四號)
- (2) Liddell. Hand Book of Non-ferrous Metallurgy. Vol. II.
- (3) 同上及 Eng. & Min. Jour. (Jan. 10. 1925)
Schnabel. Metall Hütten-kunde. Vol. I
Oldright, G. L. Min. and Met. (July 1924) 346
- (4) Liddell. Vol. II.
- (5) Eng. & Min. Jour. (June 13. 1925)
- (6) Liddell. Vol. II
Varley Thomas 等 Bull. 211. U. S. Bureau of Minc. (1923)
Layng, 等 Eng. & Min. Jour. (Nov. 12. 1921) 764
- Varley, 等 同上 (June 11. 1921) 276-278
- Ralston, 等 同上 (June 3. 1922) 957-958
- (7) Zine-ferriteに關する文獻
Liddell, Vol. II.
Ralston, Electro Deposition and Hydromet. of Zinc. 31
Bull, Canadian, Min. Inst. (July 1917)
- (8) Liddell, Vol. I.
Ralston, Elec. Dep. and Hydromet. of Zinc.
Metall und Erz. (Heft 13. 1928) に亞鉛濕式冶金に關する文獻を網羅す。
- (9) Ralston, 前述の著書 47
- (10) Liddell, Vol. II. 及 Ralston 前述の著書
- (11) Chem. and Met. Eng. (Oct. 20. 1920)
- (12) Eng. and Min. Jour. (Jan. 10. 1925)
- (13) Lorenz: Elektrolyse Geschmolzen Salz (1:2)
- (14) Snyder-Christensen. Eng. and Min. Jour. (July 4. 1925)