

論 說

含ニッケルクロム鐵鑛の處理に關する研究 (I)
(高温高压液化法の研究)

向山 幹夫*

ON THE TREATMENT OF IRON ORE, CONTAINING NICKEL AND CHROMIUM (I)

Mikio Mukaiyama, Kōgakuhakusi

SYNOPSIS:—The iron ore, which contains nickel, cobalt, chromium etc. in considerable amount, may be taken as resources of the metals contained as well as of iron. In view of extracting nickel, cobalt and others in the form of their salts or oxides from the ore, a wet method was adopted which used dilute sulphuric acid under high pressure. The mechanism of the process were explained, referring to the laboratory researches and some experiments on an industrial scale.

目 次

緒 言

I. 研究工程の説明

- 1. 工程の概要
- 2. 浸出に關する考察
- 3. 高温高压處理の化學反應

II. 基礎實驗

- 1. 使用鑛石
- 2. ニウカレドニア鑛石による基礎實驗
- 3. 大島鑛石による基礎實驗

IV. 工業化試験

- 1. 試験系統の説明
- 2. 加壓釜に於ける分解試験
- 3. 實驗結果と主要事項の考察

V. 總 括

I. 緒 言

我國策遂行上最も緊要なる問題の一が鐵鋼の増産にある事は今更これを述ぶるの要なし、而してこの鐵鋼——特に優良資材の製造に不可缺なる問題はニッケル、コバルト、クロム等の供給なり。由來我舊勢力範圍に於ては不幸にしてこれ等ニッケル、コバルト等の金屬資源に乏しく従つて其製鍊は容易に企劃せられざりしなり。然れども近年——文字通り近年に至り機械工業、化學工業等の進歩につれてこれ等金屬は急激に需用を増大せり。さればその原料鑛石

を遠くニウカレドニア、アフリカ等に求めて製鍊を企劃するに至れり。又他方國內資源主として蛇紋岩又は其の風化鑛石を原料とする製鍊事業を企劃實施するありてこれ等は偶々大東亞戰の勃發前に當り爾來非常なる技術的經濟的困難を克服し其の成果を得つゝある等はまことに邦家のため慶賀に堪えざるなり。

而して上記企業原料として特に蛇紋岩系統よりの風化鑛たる含ニッケルクロム鐵鑛も亦注目せらるゝに至れり。この種鑛石は大體粉土狀にして鐵の品位低きもニッケル、コバルト、クロム、マンガン等を幾何量か含有し莫大なる埋藏量を有するを特徴とし、汎く南洋及我國に分布す(キューバ他にもあり)、其の賦存量はよく一鑛床數百千萬tに及ぶと云ふ。

従つてこれを原料として各種金屬を抽出分離し、同時に良好なる製鐵原料を作るを得ば大東亞共榮圈確立にあたりて資する所蓋し大なるものあるべし。

この含ニッケル、クロム鐵鑛を利用するにあたりてこれを單に熔鑛爐原料とするも(1)團塊とするの要ある事、(2)クロム、アルミナ等高きため熔滓組成を適當とし優良なる銑を得やすからざる事、(3)鐵鋼の還元後精鍊に複雑さを加ふる事等の缺點ありて今日迄熔鑛爐には殆んど使用せられざるなり。

將に英、米國等鐵鑛、ニッケル鑛等に品質優良にして豊富なるもの多量に賦存するに於ては敢て困難なる鑛石處理

* 大東亞省囑託

を試みる必要なかりしならん。

II. 研究工程の説明

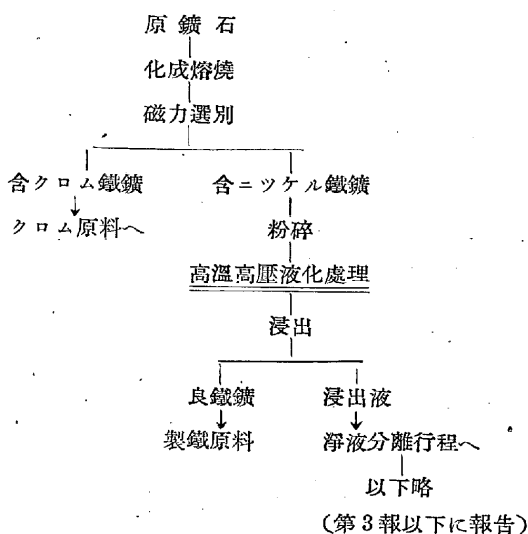
1. 工程の概要

この種含ニッケル・クロム鐵鑛は既に知られたる如く紅土とも稱せられ風化二次生成鑛なりと云ふ。其の分布は汎くニウカレドニア、モルツカ諸島、セレベス、ボルネオ、フィリッピン及我國に涉り其の埋藏量は實に大きく全く無盡藏なりと云ふ。産地によりて組成に相當の變化あれどもニッケル、クロム及コバルトの少量を含有するものにして鐵 35~50% ニッケル 0.3~1.5%、クロム 1~7% を含み不純分として礬土多く珪酸が比較的少なきを特長とす。結合水は 10~15% 程度なれども粉土状なるため吸着せる水分は相當多く一見乾きたる如き場合も 20% 以上となり往々 40~50% に達す。

筆者等はこの種鑛石よりニッケル、コバルト、クロム等を分離抽出し同時に製鐵原料を得るために次の如き工程表に従ふて操作を進むる事を工夫せり。而してここにはこの工程表中高温高壓を用ふる濕式浸出法とこれに関する從屬操作に就いて報告せんとす。

2. 浸出に関する考察

この種鑛石よりニッケル、コバルト等を得るために先づ工程表に示せる如く一部又は全部の化成焙焼によりてクロム分をクロム鐵鑛として分離す。クロムはクロマイト状な



るため鑛酸を用ひて處理するも稀薄なる酸溶液には殆んど犯さるゝ事なきを以つて含ニッケル鐵(精鑛)中のクロムは殆んど溶解する事なし。而して鑛酸を以て處理する場合は鐵、ニッケル、コバルト、礬土等いづれもよく溶解する事は周知の如し。特に常壓の下にて鑛酸と共に加熱すれば鐵

の溶解著しく(後に實驗證明あり)浸出液中に至るニッケル、コバルト等との分離頗る困難なり。

故にこの種鑛石を鑛酸を以て處理する場合にニッケル等のみを液となし鐵、礬土等と残留せしめ得ば理想的なりこの理想を實現すべき可能性ある方法は乾式法に於ては硫酸化焙燒法(別紙報文に報告す)にして濕式法にてはここに述ぶる筆者の高温高壓液化處理法なり。

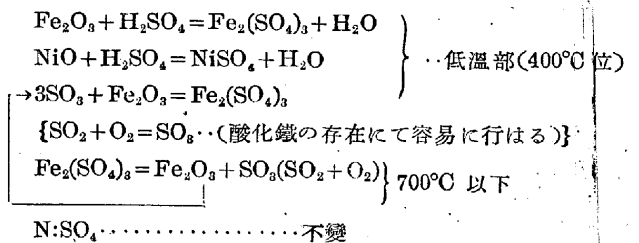
次にこの兩様式の要領を記述して参考に供せむ。

方式	乾式法	濕式法
工程		
常用壓力	大體大氣壓	大氣壓以上~數 10 氣壓
反應溫度	700°C 内外	160~200°C
反應時間	2~3 h	2~3 h
加熱方法	變容加熱	恒容加熱
硫酸化方式	廻轉補充	毎回補充

更に特長を検するにいづれも可及的少量の硫酸を以て浸出の目的を達せんとするものにして過剰なる硫酸による硫酸鐵の生成と煙其他となりて損失する量を極限せんとするは相似たり。

この問題を解決するために乾式法にては高温度にて一旦生成せる硫酸鐵を熱分解せしめて揮散する硫酸又は亞硫酸を低温部に於て吸收回收せしむるか、外にこれ等を捕捉する装置を備ふるを要す。

即ち



なる反應に依りて硫酸化焙燒は進行するものならん。この低温部に於ける吸收と高温度部に於ける發散とを同一の廻轉爐にて行はしむるには爐形並に温度分布、用材料、加熱方法等に於て十二分に研究する必要あり、特に加熱方式とガスの種類には相當重大なる關係ありてこの點重要にして未解決なる問題なり。

一般にかゝる反應を化學的に良く進行せしむるには間接加熱を良好なりとするもかゝる場合特に使用資材と加熱方法とに工夫を要するなり。

依つて筆者は右と相似の反應を濕式にて行ふ事を着想しこれが研究を行ひたり。即ち高温高壓液化法を工夫せるなり。

この高温高壓液化法に依る時はよく鐵を溶液中に至らし

むる事なしニッケル, コバルト, マンガン等を液化するを得ると共に硫酸の消費量を適當に減少し得るなり。

即ち高温高壓を用ふる事に依りて

- (1) 反應速度を著しく増大せしめ得
- (2) 加水分解作用を惹起せしめ, これを促進し得るために溶解反應は殆んど右邊に進行し鐵として液相内に存在する量を極少ならしめ得。
- (3) 共存するニッケル, コバルト等は加水分解をせず硫酸鹽 (又は他の鐵酸鹽) として存在せしむ。
- (4) 加水分解によりて生成せりと考へらる。水酸化鐵は高温高壓なるために一部脱水して非膠狀態となりこれに吸着するニッケル, コバルト鹽等を減少し且つ濾別を容易ならしむ。

(5) 恒容加熱なるため熱効率大にして連續作業に適す等の特長を發揮し得らるべし。

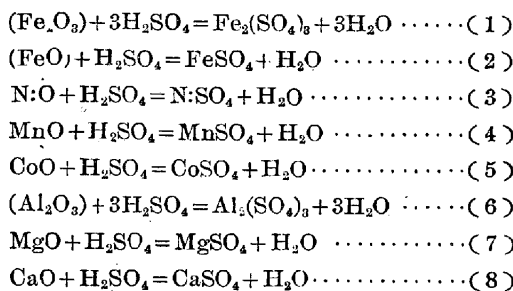
以上の事實は基礎的實驗を通して得たる發見なり。更にこれを大規模に應用して濕式法として進むべき一つの道を確實にするを得たり。

(4) に示す加水分解は第一鐵鹽にては容易におこらざるを以つてこれは反應中適當に酸化するか或は裝入前可及的第一鐵を第二鐵に變化しおく事を必要條件とす。このクロム分離行程の報文にし報告する化成焙燒の必要なる一理由なり。

3. 高温高壓處理法の化學反應

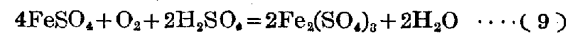
高温高壓液化法處理の特性に就きては前節にこれを説明せるを以て進んで高壓反應槽内に起る反應に就きて考察せん。次に述ぶる化學反應は大體記載の順序に従ふて行はるるものと想像せらるれども或は槽内に於て殆んど同時に生成するやも知れざるなり。

(1) 溶解反應



これ等諸反應の進行によりて硫酸量に應じて硫酸鹽を形成す。この硫酸鹽中必要なるは勿論 NiSO_4 , CoSO_4 にして他は可及的僅少なるを要し, 特に $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 等は少しも溶出せざるも可なり。

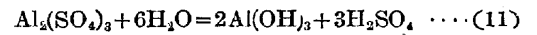
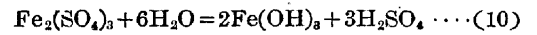
(2) 酸化反應



(9) なる反應は高温高壓なれば比較的速かに進行するなり。

これは全く次に述べる加水分解を促進せしむるが爲なり, (たゞ多量にニッケル鹽の存在する時は酸化容易に進行せずこの點なほ究明するを要す)

(3) 加水分解反應

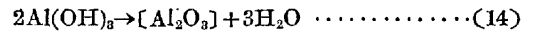
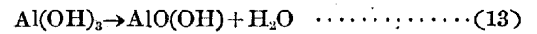
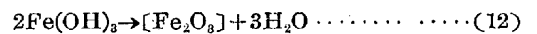


この加水分解は (10) の方 (11) より進行し易し, 即ち $\text{pH} 1 \sim 2$ 以上となれば高温高壓にては (10) の反應は進行す。又 $\text{pH} 3$ 以上となれば (11) の反應も進行する事は實驗の示すところなり。

この如き場合に於ても温度 160°C 以上を好適とするもの如し。pH 大となりて加水分解をなし (10), (11) 等の反應を生ずるに至ればこの際生ずる H_2SO_4 は Fe_2O_3 又は Al_2O_3 とよりも加水分解を容易にせざる NiSO_4 , CoSO_4 , MnSO_4 等に夫々の酸化物等より變化する事も亦合理的に考へらるるところなり。

(4) 脱水反應

高温高壓化にては珪酸 $\text{Si}(\text{OH})_4$ の如きも單に酸性加熱をなすのみにて一部脱水し, 膠狀質を變して易濾過性となる事はよく知られたる所なり。この脱水機構に就ては未だ定かなる意見あらざるやうに思はるるもこの場合にも同様の脱水作用あるなり。



(1)~(14) 式中 [] 及 () を附したるものは同一化學記號なれども其の状態を異にする事を示す。例へば Fe_2O_3 について (Fe_2O_3) は黄赤色の粉なれども [Fe_2O_3] は辨柄色となれるが如し。

更に進んで以上の反應を考察するに (1)~(8) の溶解反應は常壓にては十分に起り得べく, この研究に使用せる鐵礦にありては添加せる硫酸の大部分は鐵を溶解すべく鐵は溶解しやすきを以つて最少限鐵とニッケルとの賦存比に従ふて溶解進行するものと考へらるるを以てなり。特にニッケルが珪酸鹽等となる場合は一層ニッケルの溶解は減少すべし。而してこれは實際常壓にては唯一の事なり。

次に溶解反應はいづれの場合も當初に於て大にして漸次

減少し遂に平衡に到達す。この反應速度は温度高き程大なれば常壓より遙かに高き温度を使用する本研究工程の方が大なるべきは當然なり。特に最少量の硫酸を以て浸出するものとせば可及的反應を速かに終結し反應液の PH を 1~2 以上となすを要す。

(2) の酸化反應は又高温度なる程有效適切に進行し得るなり。

(3) の加水分解反應は常壓にても PH を大となせば除々に進行すれども、(4) の脱水反應と共に高温高壓なれば更に進行し易き事説明を要せざるなり。特に加水分解にて生じたる硫酸は稀薄なるを以て高温高壓以外にては殆んど原鑛石を浸蝕せざるなり。

以上の如き理由に依りてこの種鐵鑛石よりニッケル、コバルト等を有效適切に抽出するには最も適當せる方式の一つなりと信ず。

III. 基礎實驗

前章記載の理論を立證するために次の如き基礎的實驗を行へり。高壓反應には電氣にて加熱する實驗用 1 立加壓窯を用ゐる其他は通常の如くせり。以下これに就きて修録せむ。

1. 使用原鑛

この研究に用ゐたる原鑛石は南洋産及若狹大島産含ニッケル、クロム鐵鑛を主とし、これを或は化成焙燒せるもの或は生鑛の儘使用せり。其の組成及性状は既述の範圍にあり。實驗の進行と共に其時々ものを記載すべし。

たゞこれが粉土鑛なるため一般的概念を得るために天然のものを規定乾燥せる試料につき粒度と組成との關係を例示すべし。

第 1 表 含ニッケル-クロム鐵鑛組成例表

(イ) 大島鑛の一例

粒度	+10	10~30	30~60	60~100	-100
組成					
重量%	76.10	14.75	4.05	3.00	2.10
Ni	0.59	0.59	0.59	0.62	0.59
Cr	2.23	2.01	1.08	0.62	0.01
Fe	38.52	38.88	39.75	40.55	40.55
Mn	0.72	0.73	0.72	—	—

(ロ) 南洋産鑛石の一例

重量%	64.35	23.30	7.20	4.10	1.05
Ni	0.93	0.93	0.96	0.92	0.92
Cr	2.76	2.66	2.47	1.45	0.26
Fe	50.66	50.88	51.42	51.24	52.74
Mn	0.51	0.52	0.51	0.51	—

上記は一例にして各部に依りて相當の開きあり。且つ碎きたる後は大いに粉末を増し粒度變化著しきものなれども亦以つて天然の儘に於ける各組成成分の分布を窺ふに足るべし。

クロムはクロム鐵鑛として混入するを以つて、ある程度以上の大きさの方分離し易く Ni は均一に分布するを以つて混合法其他の適當なる方法を選まざれば分離し得ざるなり。

化成焙燒を施し選別すればその内にクロマイトは混入するもの少なし。これ等化成鑛及び生鑛を用ゐる原料とせり。

2. 南洋産含ニッケルクロム鑛石による基礎實驗

濕式法適用に關する基礎的研究には第一に南洋産化成鑛を使用せり。其の組成は次の如し。

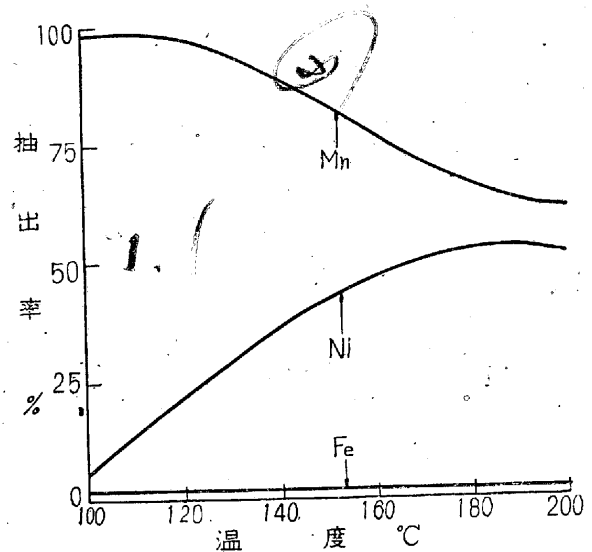
第 2 表 南洋産鑛石化成鑛組成と硫酸量

元素名	Ni	Co	Mn	CaO	MgO	Fe	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
同含有率	0.82	0.21	0.62	0.8	0.8	52.7	0.9	2.8
硫酸量	1.37	0.35	1.11	1.40	1.94	不要	不要	不要

硫酸は大體 5% 溶液として鑛石に加へたり。

i) 加熱温度と抽出液

加熱温度高ければ窯内の壓力はこれに比例するを以て反應の進行又相對的に變化す。次表は試料 -45M のもの 20g づつをとりて加熱せる場合の浸出液組成と抽出率との關係なり。加熱時間は所定温度に於て 1h とし酸素初氣壓を 6atm にて装入せり。第 1 圖はこの結果を圖示せるものなり。



第 1 圖 加熱温度と抽出率

(定条件下ニウカレドニア粉鑛)

り。これより 160°C をこせば相當に溶解進行するを知る。第 3 表はこれを示す詳細なる結果表なり。

第 3 表 加熱温度と抽出率

温度°C		100°		120		140		160		180		200	
全壓力 atm		6.8		8.8		13.2		15.0		17.8		19.8+x	
PH(反應後)		2.2		2.4		2.6~2.8		3.2~3.4		3.6~3.8		3.8	
浸 出 液	Ni	0.00043g/l	5.5%	0.0014g/l	16.6%	0.0025g/l	30.0%	0.0040	48.5%	0.0042	50.5%	0.0042	51.0%
	Mn	0.00601g/l	97.0%	0.0062	100.0	0.0065	80.6	0.0048	71.0	0.0042	67.2	0.0039	63.0
	Fe ⁺⁺	多量	多量	0.0012	0.24	0.0011	0.2	0.00053	0.1	0.00026	0.05	0.0003	0.05
	Fe ⁺	多量	"	0.0032	0.69	0.0037	0.7	0.00053	0.1	0.00041	0.08	0.0003	0.05
Ni:Fe ⁺		—		23.2%		15%		13%		10%		10%	

溶出せるニツケルと鐵との比は上の數字の如く甚少さく
高温度となれば殆んど鐵は溶解せざる事を示すなり。

更にこれを常壓下に於ける場合を比較すればニツケルの
鐵に對する比は常壓下が甚だ大きく容易にニツケルを溶出
せず又鐵鹽も加水分解せざるを示す。

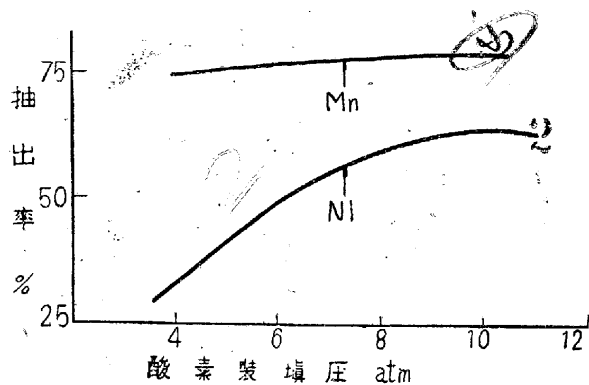
第 4 表 常壓下に於ける温度と抽出率(硫酸量計算の 2 倍)

温度°C		25° 1h		煮沸約100°C10mn		" 100°C 1h	
PH		1 以下		1.2		1.8	
浸 出 液	Ni	痕跡 g/l	≒0%	0.0010 "	12.0%	0.0032 "	37.1%
	Mn	0.00143	23.0	0.0034	54.7	0.0042	67.2
	Fe ⁺⁺	0.0010	0.2	0.0049	0.94	—	—
	Fe ⁺	0.0058	1.18	0.0133	2.38	0.0573	10.3
Ni:Fe ⁺		∞		1:14		1:15.5	

この場合沸湯の高さを定めつねに湯を注ぎ可及的液量を
一定に保ちたり、第 3~4 の兩表を比較すれば如何にこの
高温高压處理が有效なるべきかを知る。

(ii) 酸素壓の影響

加壓案内に加ふる酸化剤は種々あれども壓搾酸素亦その
一つなり。これは液中には壓に比例して溶解し、その量に
應じて酸化進行すべきものなればこの影響を検出するため



第 2 圖 酸素壓と抽出率

にこの實驗を行ひたり。加熱温度 160°C が熱時間とし、
試料はすべて (i) と同様に酸素初壓のみを變化せり。

第 5 表 酸素壓と抽出率 (1)

酸素壓 atm		4		6		8		10	
全壓力 atm		10.8		13.0		15.8		17.~	
PH		2.8~3.0		3.2~3.4		3.4~		3.6~	
浸 出 液	Ni	0.00271 g/l	33.1%	0.0040	48.56%	0.0050	61.0%	0.0052	62.9%
	Mn	0.0050	78.2	0.0044	71.30	0.0048	78.0	0.0050	80.0
	Fe ⁺⁺	0.00074	0.14	0.0005	0.1	0.0011	0.2	0.0021	0.4
	Fe ⁺	0.00074	0.14	0.0005	0.1	0.0021	0.4	0.0032	0.6
Ni:Fe ⁺		27.3%		13.0%		41.0%		61.0%	

これによれば酸素壓は餘り大となすともそれに應ずる效
果なく 5~8atm 程度にて可なる事を示す。更に第 6 表は
170°C 6atm に於て同様酸素壓を變化せしめたる例なり。
これ等によりて酸素壓は上記の壓にて又温度は高き程可な
るを知る。但しこの場合は加熱時間 1.5h 硫酸量は 1.5 當
量としこれを 10% 濃度にて處理せり。

第 6 表 酸素壓と抽出率 (2)

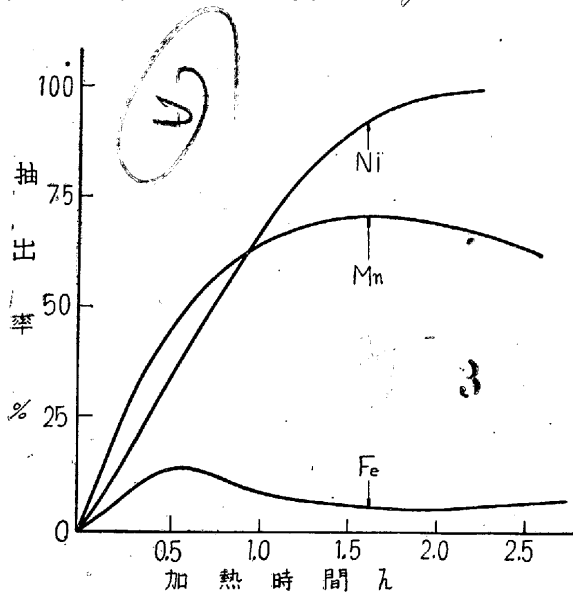
酸素壓 atm		0 蒸氣壓		1atm 空氣を 初めに入る		O ₂ 1atm		O ₂ 2atm	
全壓力 "		6.1		7.5		7.4		8.3	
PH(反應後)		1.2		1.6		1.8		2.4	
浸 出 液	Ni	0.0034 g/l	48%	0.0045	56%	0.0056	68.0	0.0058	72.0
	Mn	0.0057	92	0.0055	89	0.0055	88.6	0.0055	88.6
	Fe ⁺⁺	0.003	0.56	0.0026	0.5	0.0014	0.3	0.0011	0.2
	Fe ⁺	0.0034	0.64	0.0032	0.6	0.0031	0.6	0.003	0.6
Ni:Fe ⁺		1:0.84		1:0.70		1:0.55		1:0.50	

これより温度高ければ酸素壓は減ずるも效果に變化な
し。

iii) 加熱時間の決定

抽出(溶解及加水分解等を含む)反應に於ては反應は平
衡に到達し PH は 3 以上ともなるを要す。特に加水分解を
行はしむる時に生ずべき再溶解反應等を考慮する時は反應
は可及的迅速に平衡に到達せしむべきなり。今 2 當量の硫

酸5%溶液にて処理する場合の反應進行狀況を検出するに次の如くこの第3圖及び第7表を得たり。これによりて反



第3圖 加熱時間と抽出率(定条件下ニウカレドニア鐵鑛)

應は大體2h位にて平衡に到達するを知る。勿論この時間は濃度によりて異れども固相液相間反應なればこれと相似のものたるべき事明かなり。

この表は温度 160°C 酸素壓 6atm にて得たる結果なり。

第7表 加熱時間の決定表 (5% 硫酸)

時間 h	0.5		1.0		1.5		2.0		
全壓力 atm	13.0		13.0		13.0		13.4		
PH(反應後)	1.2		1.6		1.8~2.0		2.0		
浸出液	Ni	0.0030 ^{g/l} 34.0%	0.0053	64.5	0.0077	93.4	0.0078	95.0	
	Mn	0.0031	49.0	0.0042	65.1	0.0048	74.3	0.0038	60.5
	Fe ⁺⁺	—	—	0.0027	0.5	0.0021	0.4	0.0016	0.3
	Fe ^t	0.0081	1.5	0.0042	0.8	0.0037	0.7	0.0038	0.7
Ni:Fe ^t	290%		80%		48.4%		48.4%		

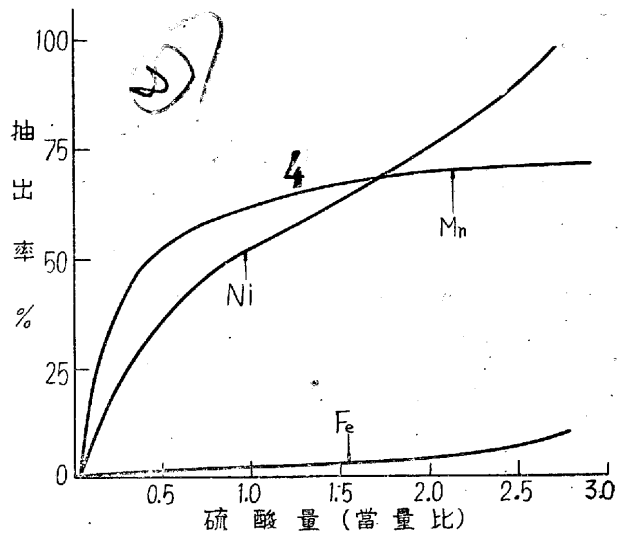
iv) 酸量と濃度との決定

可溶性礬土、苦土多きため硫酸量はつねにこれ等に吸収されやすし。依つてこの試料について添加すべき硫酸量が

第8表 硫酸量と抽出率

硫酸量	0.5		1.0		1.5		2.0		2.5		
全壓力 atm	13		13		13		13		13		
PH(反應後)	3.6		3.2		2.8		1.4		1.2		
浸出液	Ni	0.0036	44%	0.004	48.5	0.0053	64.55	0.0063	74.5	0.0077	95.2
	Mn	0.0034	55	0.004	63.	0.0042	65.08	0.0046	72	0.0046	71.5
	Fe ⁺⁺	0.0003	0.1	0.005	0.15	0.0027	0.5	0.0032	0.6	0.0037	0.7
	Fe ^t	0.0003	0.1	0.005	0.65	0.0042	1.8	0.0124	2.3	0.0286	5.4
Ni:Fe ^t	11%		13%		80%		198%		371.3%		

如何なる變化をなすや、又一定量の硫酸にて濃度が如何なる影響を及ぼすやを検出せり。前者は温度 160°C 酸素壓 6atm 加熱時間 1h とす。短時間に於けるヒンケルの溶解は硫酸量多き程大とはなるも同時に鐵の溶解も急激に増進す。第4圖にその狀を圖示せり。かくの如くなれば適當な



第4圖 硫酸量と抽出率(定条件下ニウカレドニア鐵鑛)

る酸量及濃度にてや、高温度にて長時間加熱する方浸出及び後續する淨液工程より考ふれば得策なり。恒容加熱なるを以つて加熱時間長く且温度高くとも熱損失は比較的小なり。又同時に酸の濃度(これはパルプ濃度と相互的關係あ

第9表 酸の濃度と抽出率との關係

硫酸濃度 %	2.5%		5%		10%		15		
全壓力	13.2		13.4		13.4		13.8		
PH(反應後)	3.6		3.2~3.4		2.8		2.0		
浸出液	Ni	0.0036	44.0	0.0058	68.5	0.0060	73.0	0.0067	81.0
	Mn	0.0034	55.0	0.0044	70.0	0.0046	74.0	0.0052	88.0
	Fe ⁺⁺	0.00033	0.06	0.00053	0.01	0.0011	0.2	0.0008	0.10
	Fe ^t	0.00033	0.06	0.00053	0.01	0.0013	0.24	0.0052	0.96
Ni:Fe ^t	11%		10%		21%		80%		

り)も亦影響あり。今この濃度と抽出との關係を前者と同一の條件にて得たる結果は次の如し。たゞ酸量は2當量を使用す。

これも前と同様鐵とニッケルとの相關的溶出量によつて硫酸濃度を定むべきなるを示す。

3. 大島鑛石に依る基礎

實驗

第 11 表 加熱温度と抽出率

温度°C		120		140		160		180		200		220	
全壓力 atm		8.1		10.2		12.2		14.3		16.5		18.8	
PH (反應後)		1.4~1.6		2.0~2.2		2.8~3.0		3.0~3.2		3.6~3.8		3.8	
浸 出 液	Ni	0.0009g/l	12%	0.0047	65.8%	0.0052	72.3	0.0063	89.1	0.0065	91.2	0.0065	95.0
	Mn	0.0034	53	0.0053	83.0	0.0045	84.5	0.0051	8.0	—	—	—	—
	Fe ⁺⁺	0.0113	2.2	0.0042	0.81	0.0023	0.44	0.0024	0.46	—	—	—	—
	Fe ^t	0.0123	2.3	0.0055	1.10	0.0032	0.61	0.0029	0.24	—	—	—	—
	Al	0.0067	20.6	0.0076	23.2	0.0145	44.8	0.0153	6.1	0.0184	57.7	0.0184	59.0
	Mg	0.0091	44.3	0.0117	56.4	0.0135	68.0	0.0161	77.9	0.0164	79.2	0.0164	79.0
Ni:Fe ^t		1:1.4		1:1.18		1:0.61		1:0.45		—		—	

南洋産鑛石によつて得たる基礎的根據は又大島鑛石にも適用し得べき筈なり。たゞこの場合鑛石の組成及び状態を異にするを以つて幾分の調節を必要とするならん。

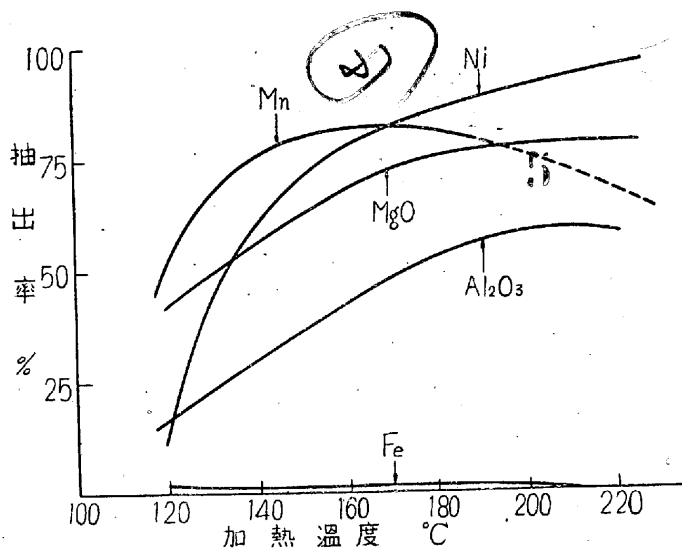
即ち大島鑛石は鐵、ニッケル、コバルト共に少く苦土及び礬土遙かに大なり。次にこの化成鑛の組成と硫酸量との關係を示さん。(2, 3, 共に Co は Ni と合同す) i) 加熱温度酸量の決定先づニウカレドニア鑛に倣ひて硫酸量 17% (10%

第 10 表 大島鑛化成鑛と硫酸量

種目	成分	Ni	Mn	Fe	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Cr ₂ O ₃
成分%		0.701	0.644	51.082	4.224	0.786	0.672	1.55
硫酸量(g)		1.17	1.14	不要	11.98	1.31	9.06	不要

減計算量 27%) とし酸素 6atm 温度を變じ、加熱時間 1.5h の場合を求めたり。

即ちこの鑛石に於ても温度の關係は殆んどニウカレドニア鑛と同様なり、MgO 及 Al₂O₃ 多きもこれも大體 Ni が殆んど大部分溶解する場合 50~60% 量が溶液中に至る。たゞ實際にはこれ等不純分が溶液中に於ける Ni との比は相當大となるを以つてその淨液工程にはより工夫を要する



第 5 圖 加熱温度と抽出率 (定条件下大島鑛石)

事となる理なり。

故に添加すべき酸量と不純分との關係で十分に定めてこれが對策を樹立するに非ざれば後の精鍊は複雑となり且つ經費を多額に要する事となる。

今工業實驗に具ふるために添加すべき酸量と抽出率との關係を酸素氣壓 6atm 加熱時間 1.5h, 温度 180°C にて求めたるに第 11 表を得たりこれによれば酸量の増加と共にニッケルの抽出率はやゝ増加すれども Al₂O₃, MgO 及 Fe₂O₃ の溶解急激に増加し、前記の淨液上の諸困難を招來するに至るなり。従つていかなる量に於て浸出すべきは他の諸條件と照合して決定すべきものなるべし。

第 12 表 大島鑛石に於ける硫酸量と抽出率

試料への H ₂ SO ₄ %	13.5%		17%		20.5%		
	PH (反應後) 3.4~3.6		3.0~3.2		1.2~1.4		
抽出率及液組成	Ni	0.00477g/l	68.0%	0.00631	89.1	0.00667	95.1
	Mn	0.00503	78.5	0.00513	80.0	0.00584	91.0
	Fe ⁺⁺	0.00084	0.12	0.00235	0.46	0.00623	1.22
	Fe ^()	0.00191	0.13	0.00286	0.24	0.00727	1.42
	Al	0.00478	21.2	0.01025	46.1	0.01828	82.0
	Ca ^(t)	0.00426	75.8	0.00493	88.1	0.00556	99.3
	Mg	0.01372	62.0	0.01716	77.9	0.01848	83.5

前述の諸實驗結果を通じて PH が 3.4~3.6 以上を示すに至れば殆んど浸出液中に自由硫酸なくまづ全部が金屬の溶解に費さるゝと云へ得べし。たゞ比較的溶解し易き Mg Ca 等の溶出は或程度避け得ざるなり。

ii) 大島鑛化成焙燒温度に就て 一般に含ニッケル、クロム鑛を處理して各種成分を抽出分離するに化成焙燒が效果ある事は既に記載する所に依りて明かなり。然れどもこの化成焙燒に於て還元温度の高下は第 II 報磁氣分離に記載せる所よりも後續する諸作業に重大なる關係ある事明か

なり。こゝには大島鑛石に對してこの化成焙焼に於ける還元温度が浸出率に如何なる影響あるやを検出する事とせり。但しこの場合は傾向を定むるものなれば常壓に於て3%硫酸を用ひその量を鑛石の25%として湯蒸上にて1hづゝ焼成物を浸出せる結果なり。

第13表 化成焙焼温度と抽出状況

還元温度 (各1h)	酸化温度 (徐々に冷却)	Ni%	Al ₂ O ₃ %	MgO%
400°C	320 以下	35.0	9.0	
500	" "	43.5	8.8	16.0
600	300 "	46.5	9.0	19.5
700	" "	42.5	9.5	23.0
800	" "	35.5	9.0	25.0
1000	" "	33.0	2.5	16.0

これによりて諸成分金属浸出のためには還元温度は500~700°C 大體600°C を中心とする事の可なるを示す。

iii) 生鑛石を直接處理する研究

含ニッケル、クロム鐵鑛を原料として各種成分を抽出するに化成焙焼を施せば種々なる利點ある事はすでに述べたる所より明かなり。然れども化成焙焼には相當量の燃料を必要とするを以つて、クロム分離の程度又は次工程の都合によりてはその實施に慎重なる考慮を要するなり。

若し焙焼を行はざる場合如何なる影響を浸出工程に及ぼすかを豫め研究するは亦重要な事柄なり。次に大島鑛等に就きて直接處理せる場合を記述すべし。

iv) 加熱温度の決定

化成焙焼鑛の處理に依りて得たる結果より略推定し得る所なれどもその化學的物理的性質は劇然と相違するを以てその實際を明かにするを要す。

この試験に使用せる大島産生鑛石の規定乾燥後に於ける組成は Fe₂ 2.27, Ni 0.61%, Mn 0.41%, Co 0.1%, Al₂O₃ 9.19%, MgO 3.37%, CaO 0.7% なり。この鑛石重量100に對して硫酸16%を加へパルプ密度50%(H₂SO₄ 約8%

第14表 加熱温度と抽出率

温度°C	120	140	160	180	200	
全壓力 atm	8.0	10.0	12.0	14.0	16.2	
PH 反應後	1.2	1.4	2~2.2	2.8~3.0	3.4	
浸出液と抽出率	Ni	0.00252 41.4	0.00324 53.1	0.004 64.7	0.0047 76.5	0.0048 78.5
	Mn	—	0.0034 78.0	0.0037 86.0	0.0042 97.5	0.004 91.2
	Fe ^t	—	0.0068 1.90	0.0078 2.20	0.0013 0.33	0.0013 0.33
	Mg	0.0061 28.3	0.0087 40.2	0.0095 43.5	0.0110 51.2	0.0112 52.2
	Al	0.0100 20.0	0.0110 21.7	0.0141 28.8	0.0167 32.2	0.030 55.0

濃度), 加熱時間 1.5h 酸素初壓 6atm とす。

大島鑛石に於ては殆んど化成鑛と同様に浸出するを得るを以つてクロムの分離にある程度の見透し立たじその儘處理して抽出後クロム多き部分のみ化成焙焼して分離するも一方法なる事を知る。

IV. 工業化試験

1. 試験系統の説明

含ニッケル、クロム鐵鑛の濕式處理に高温高壓法を採れる例を見ざるを以てこれが實施にありては、装置、燃料加熱方式、資材特に高温耐酸劑に涉りて重要にして未知なるもの多し。加ふるに工人にての経験者もあらざればその困難さは頗る大なるものあり。従つてここに述ぶる試験結果も不満足の點多し。たゞこれを通して工業實施の可能性確實なるを知るを得んか。

この種鑛石の處理に於て最も重大なる點は鐵の溶解して液中に至るを如何にして阻止するかにあり。而てこの點こそは從來知られたる濕式處理法の解決し得ざりしものなれども、この高温高壓法に依りて初めて解決するを得べく、これを前節迄に記載せる理論に基き大規模なる試験に於て實證するを得たり。以下此の大要に就きて記述せむ。

本研究の試験系統に就きては既に記述せるあり。こゝには更に進みてこれと關聯して使用せる用器等に就きて併せて記載すべし。

處理法の大要を述べれば、先づ原鑛石又は化成精鑛をボールミルにて細粉とし適量の硫酸と共に一定量を加壓釜に送り蒸氣を以て外より所定温度となる迄加熱す。實驗上は少くとも180°C内外の加熱温度を要すれども實際は汽罐壓力常用10atmならざるため(160°C程度)十分満足すべき速度を以つて所要温度迄上昇保持するを得ざりき。この事は本研究實施上の重大なる缺陷なれども設備の關係上已むを得ず。甘受するの外なかりき。

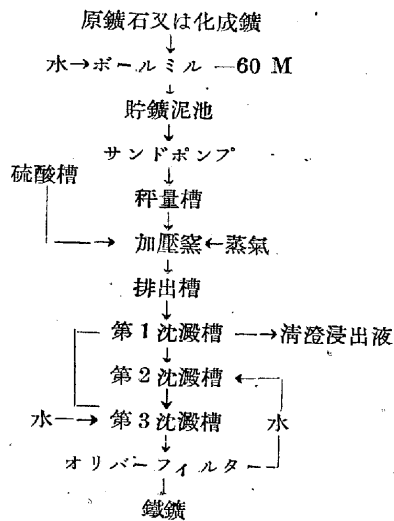
加壓釜 (autoclave) には堅型と横型との2者を使用した。前者は内容積1m³, 後者は3m³にして鉛裏付(ホモゲン)をなし攪拌装置を附す。

いづれも常用8~10atm程度にて使用すべきものなり。

次に浸出に關する運轉系統を圖示すべし。亦この運轉系統に従ふて運轉操作を説明せん。先に述べたる如くボールミルにて大體60~100M以下にパルプ濃度40%程度に碎き、貯鑛槽に湛へてこれよりサンドポンプにて秤量タンクに送る。濃厚鑛泥の一定量に對し一定量の濃硫酸を加へ

鑛泥密度を加壓室内にて大體 50% とし攪拌しつゝ加熱す
 裝填終了後酸素ポンペーより酸素を送り加壓室氣相壓力
 5 atm に至れば停止す。漸次温度上昇し最高 160~170°C
 に至れば其の儘約 1~1.5 h 放置し、次いで加熱力を減じ漸
 次冷却せしむ。温度 120°C 程度に至れば瓣を開き排出槽
 に噴出せしめたり。排出槽よりの處理液と鑛泥とは交互に
 2 列にならべたる沈澱槽に逐次送られ、こゝにて液と鑛泥

策 15 表 加熱運轉系統表



とを分離し最後にオリバー濾過機によつて脱水せり。浸出
 液は第 1 沈澱槽より淨液工程に送らるゝなり。(この淨液工
 程につきては別の報文にて報告すべし)。

2. 加壓室に於ける分解試験

加壓室に於ける分解試験は當初容易に順調に進行せず、
 工人の修熟する迄全く困難を極めたり。これら困難なる諸

策 16 表 加壓室に於ける實驗例(横型)

(精鑛 Ni 0.8, Fe. 52 酸素初氣壓 5)

装入 鑛kg	硫酸 量%	最高 温度 °C	反應 全時 間h	浸出液				Ni に関する量		
				Ni g/100cc	Fe ²⁺ "	Fe ³⁺ "	Pn	全量 kg	溶解 量 kg	全抽 出率 %
1600	14%	168	9.0	0.776	0.201	0.775	1.3	12.8	8.9	69.0
2000	"	169	10.0	1.026	0.227	0.087	1.3	16.0	12.36	78.0
1800	"	169	10.0	0.785	0.187	0.307	1.2	14.4	11.65	81.0
1700	"	168	16.0	0.475	0.160	0.121	1.2	13.6	8.3	61.0
1670	"	154	20.0	0.327	0.217	0.140	1.2	17.4	15.66	90.0
1600	"	171	17.0	0.732	0.625	0.204	1.2	12.8	10.43	82.0
1780	12	175	10.0	0.738	0.089	0.057	1.4	14.2	12.0	85.0
1760	"	169	10.0	0.667	0.441	0.280	1.3	14.1	8.0	57.0
1500	"	172	18.0	0.280	0.108	0.236	1.4	12.0	10.55	88.0
1860	"	172	12.0	0.510	0.160	0.406	1.4	14.9	10.0	67.0
1500	"	172	9.0	0.439	0.128	0.191	1.4	12.0	7.74	64.0
1700	"	170	10.0	0.854	0.077	0.474	1.3	18.6	11.15	87.0
2100	"	171	12.0	0.596	0.742	0.448	1.2	16.8	14.0	83.0
1900	"	168	14.0	0.915	0.966	0.213	1.3	15.2	13.0	86.0
190	"	166	13.0	0.788	0.584	0.172	1.3	15.2	9.2	61.0
計										
平均	128	169.9	13.0							76.0

點中主要なるものを列記すれば次の如し。

1. パッキングの取付け及補修
2. 瓣の調節と補給
3. 鑛泥運動狀況の檢索
4. 加熱により反應槽よりの導管の變化と補修
5. 排出及装入の方式
6. 反應進行の檢索

等にして項目は數項なれどもいづれも作業に修熟するに
 あらざれば満足なる結果は得られず。

この浸出に依りて得たる殘渣内の Ni 0.2~0.3 Fe 53~
 57% 程度なるも今原鑛石浸出液殘渣の組成にわたる一連
 の結果を例示すれば第 17 表の如し。

第 17 表 各組成平衡例表

(鑛石 2000 kg, H₂SO₄ 840 kg. パルプ 45% 酸素 6 atm)

成分	原鑛石		抽出液 kg/m ³		抽出率 %		殘渣組成	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
NiO	1.18	1.18	1.0	1.05	88.5	89.0	0.18	0.18
(Ni)	0.89	0.89	0.78	0.79	88.5	89.0	0.12	0.12
Fe ₂ O ₃	81.00	81.00	2.15	1.90	2.70	25.0	82.88	82.88
(Fe)	56.8	56.8	—	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	7.40	7.40	3.08	2.96	44.70	44.0	—	2.68
MnO ₂	3.62	3.62	1.32	1.53	34.0	37.5	2.10	2.10
MgO	1.05	1.05	0.66	0.68	63.0	64.0	1.80	1.68
CaO	0.41	0.41	0.11	—	48.8	—	0.56	—
Cr ₂ O ₃	4.51	4.51	0.02	0.01	0.7	0.7	6.04	—
SiO ₂	1.68	1.68	—	—	—	—	1.88	1.68

大體 2 回の平均價は相似たり。

次に若狹大島鑛石に就き化成熔燒精鑛をこれと同様の條
 件にて處理せる場合の 1 例を示せば第 18 表の如し。これ
 によれば大島鑛石も容易に溶出する事を得れどもその含有
 する Al₂O₃, MgO 等大なる事は淨液工程に影響すべきは勿
 論この浸出操作にも變化を與ふところ大なり。特に生原
 鑛石を取扱ひ得る點に於ては更にこの感を深からしむるな
 り。

第 18 表 大島化成精鑛處理例表(横型)

装入鑛 kg	硫酸量 原鑛%	反應 時間	最高 温度	ニッケル 量kg	同溶解量 kg	同溶解 率%
2000	14	8	168	13.4	10.6	79
1800	14	8	168	11.9	8.72	73
2100	15	9	170	14.1	10.41	74
1400	15	9	170	9.0	6.81	76
1600	15	8	168	10.75	9.04	84
1800	16	8	168	11.9	10.80	90
1800	16	8	168	11.9	7.11	59
1600	18	8	168	10.75	8.39	78
1700	18	8	169	11.30	9.22	81
1600	18	8	170	10.75	9.04	72

先に述べたる所により大島鑛石は化成鑛も生鑛も殆んど

第19表 大島生鐵石處理例

處理 番號	鐵石 量 kg	硫酸 原 量 %	最高 溫度 °C	時間 h	浸出液組成 g/100cc								抽出率 (%)					硫酸利用率 (%)						
					Ni	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Co	Mn	Al ₂ O ₃	MgO	Ni	Co	Mn	Al ₂ O ₃	MgO	Ni	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Co	Mn	Al ₂ O ₃	MgO	
122	130	14	180	6	0.209	0.265	0.012	0.039	0.154	0.376	0.724	76.5	86.6	81.1	14.0	50.7	8.1	10.4	7.0	1.5	6.0	23.0	41.0	
123	135	15	183	8	0.168	0.393	0.023	0.029	0.213	0.728	1.268	87.3	82.1	93.1	28.5	101.2	4.2	6.8	1.6	0.8	5.1	30.0	32.0	
124	133	15	182	8	0.175	0.369	0.093	0.029	0.177	0.645	1.014	78.4	64.0	83.3	26.5	86.1	3.8	8.9	0.8	0.6	5.0	27.2	24.2	
125	177	18	180	10	0.310	0.646	0.187	0.050	0.445	0.845	1.182	98.5	66.9	106.1	22.7	44.8	9.8	15.3	6.7	1.1	10.3	20.2	36.6	
126	195	18	181	10	0.312	0.889	0.0127	0.059	0.445	0.699	1.201	97.6	58.5	110.6	20.6	50.0	8.6	17.4	3.7	1.1	9.2	27.5	32.5	
127	140	16	180	10	0.185	0.244	0.012	0.038	0.161	0.266	1.904	61.1	76.3	76.6	14.0	90.3	5.1	6.9	5.1	1.0	4.7	19.7	57.5	
128	170	16	180	12	0.175	0.811	0.034	0.037	0.114	0.802	1.671	53.7	56.9	10.9	16.7	91.0	4.1	8.2	1.4	0.9	3.1	11.6	70.4	
129	150	20	180	12	0.264	0.462	0.138	0.046	0.468	0.962	1.538	93.0	68.7	93.7	32.9	72.1	6.7	8.7	3.9	0.8	8.9	29.4	41.5	
130	150	20	180	5	0.227	0.789	0.184	0.037	0.468	0.882	1.067	80.5	51.4	84.6	29.2	50.0	6.8	14.8	5.5	0.7	9.6	29.3	36.6	
131	100	28	182	5	0.175	0.369	0.098	0.029	0.177	0.645	1.014	106.6	92.8	109.4	33.8	99.9	4.2	9.2	3.5	0.6	4.5	27.0	19.2	
計	1480	平均	18	181	8.5	0.220	0.468	0.090	0.035	0.282	0.685	1.258	83.3	70.3	88.4	23.8	73.6	6.9	10.7	3.9	0.91	6.6	24.8	39.2
(上は堅型の結果なり)																								
1-20	1800	14	170	10	0.248	0.983	0.404	0.023	0.389	2.364	1.110	61.8	22.5	80.0	54.8	36.3	8.0	12.8	8.0	0.3	5.1	51.0	20.2	
1-21	1850	16	170	12	0.337	1.017	0.277	0.100	0.443	1.795	0.811	75.9	86.6	80.6	40.1	23.5	4.7	15.0	6.1	1.4	6.2	48.9	16.7	
1-22	1820	18	170	12	0.368	0.889	0.342	0.040	0.402	2.315	0.814	88.6	37.6	78.2	50.8	25.2	4.9	12.4	7.2	0.5	5.7	53.4	15.9	
1-23	1200	16	170	12	0.238	0.800	0.801	—	—	—	—	83.0	—	—	—	—	4.3	8.2	3.4	—	—	—	—	
1-24	975	16	170	22	0.243	0.485	0.173	—	—	—	—	95.0	—	—	—	—	6.0	1.2	5.7	—	—	—	—	
1-25	832	18	170	20	0.248	0.554	0.070	—	—	—	—	88.0	—	—	—	—	4.9	1.1	2.1	—	—	—	—	
1-38	845	20	171	20	0.200	0.542	0.128	0.026	0.230	1.592	1.351	90.7	65.6	96.7	56.9	95.7	3.7	1.3	8.1	0.5	4.1	50.5	20.0	
1-39	726	25	170	18	0.190	0.785	0.089	0.045	0.273	0.812	0.746	96.3	109.0	107.1	32.4	55.9	3.9	0.6	0.8	0.8	4.5	28.5	9.6	
1-40	458	25	170	18	0.121	0.162	0.046	0.046	—	—	—	104.7	—	—	—	—	4.1	2.3	0.8	—	—	—	—	
1-41	1000	20	168	18	0.210	0.555	0.071	—	—	—	—	71.7	—	—	—	—	2.9	8.1	0.5	—	—	—	—	
平均		18.8	170	16.2	0.239	0.677	0.234	0.047	0.398	1.770	0.965	85.6	65.0	88.5	47.0	47.5	4.2	6.8	3.7	0.7	5.3	45.5	16.3	
(上は横型の結果なり)																								

溶出さるゝ、程度を異にせるを以つて生鐵を大量に處理さる研究を行ひたり。これを例示すれば第19表となる。

抽出分離鐵鑛の組成中硫黄分は洗滌の良否と原料中の石灰量によりて移動あり。これ等は附着硫酸鹽又は石膏となりて存在するを以つて一部は燒結によりて硫黄分を除去し得れども、一部は容易に飛散せず従つて殘留する部分は熔融製鍊の際熔滓化する以外には處理法なかるべく、鐵石の組成如何に依りては考ふべき問題の一つなり。

酸處理を實施するために磷分は殆んど完全に溶液化する外殘留する割合も少なきを以て問題となすに足らざるなり。多く0.00臺なり。原鐵石中の礬土及苦土は上記の諸表よりも明知せらるゝ如く大部分溶液中に至るを以つてこの鐵鑛中には原鐵石より遙かに少量となり。爲に鐵品位の

第20表 鐵鑛(抽出殘渣)組成表

成分	水分	Fe	Ni	Co	Cr	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	S	P
鐵種										
ニウカレドニア		57.14	0.10	0.06	2.02	1.70	4.33	4.44	0.60	0.01
〃	25-30	54.36	0.16	0.06	2.06	—	—	4.26	1.23	0.01
〃		59.00	0.23	—	1.53	—	5.02	3.20	0.70	0.01
大島鐵	25-30	42-53	0.1-0.3	—	1.9-2.0	0.9	2-4	8.04	—	0.01

上昇大となるなり。次にこの殘渣鐵鑛の代表例を示さむ。

以上によりて高温高壓處理の工業化試験の大要を知るを得べし。この實驗を通じて心付きたる主要なる事項につきて記述べし。

3. 實驗結果と重要事項の考察

設備、操法其他に尙ほ種々工夫すべき問題を多々殘せどもこの高温高壓液化法こそ濕式法に於ける抽出の大道の一つたる事は實驗結果より明かなり。

今抽出率80%以上を目標とする場合如何なる事項に最も注意すべきか順次これ等を考察せんとす。

1. 加熱裝置 200°C以下の溫度に於てはホモゲン裏付けにて十分なり。特に管壁にありては鑛泥の堅牢なるもの裏付材料と結合して一種の耐熱耐酸裏付けを成し殆んど犯さるゝことなし。攪拌裝置は陶製の如き絶體的耐酸性物を外皮とするかこれと巧みなる軸との組み合わせをなす工夫をなせば一層可なるべし。

加熱器の容量増加の工夫を要す。出來得べくんは數個の組み合わせにて連續作業の可能なるが如くになし。又は連續的に化學變化を移行させ得る如き裝置を工夫するを要す。

從來の型式の加壓窯は餘りに幼稚なり。廻轉式も可ならん。

高壓用弁の構造は鑛泥による摩擦を考慮し強度(又は硬度)大にして耐熱耐酸材よりなすを要す。最も工夫すべき一點なり。

加熱方式は蒸氣加熱を可とすべくこれは直接加熱による局部過熱をさげ得るなり。たゞ加熱管の配置を工夫すべし。

2. 沈澱分離 浸出せる鑛泥は前章記載の如く裝入鑛石とは其の性質全く異り後に説明する化學膠泥とも稱すべき一種特異な性質あり。従つてこれを沈澱せしむべき沈澱及洗滌槽は從來の選鑛等に使用せる濃縮装置(thickner system)はこれを其儘用ゐるも十分なる效果なし。主として加水混合の困難なると沈澱速度の極小なるに依る。この點本研究にては未だ解決の初歩にすぎず。今後更に研究せざれば不可なり。

濃縮せるものの濾過装置も鑛山用オリバーフィルターは上記の理由によりて適當なりとは稱し難し。更に強壓力にて壓縮脱水し得る如き濾別装置の工夫が肝要なり。フィルタープレスはやゝ效果大なれども連續作業をなし得ざるが故に數10萬tの如き處理をなさんかためには全く不適當なるを免れず。

沈澱槽は浸出後の液のPH2以下の如き場合はコンクリートのみにては浸蝕されやすし。攪拌弁又は羽根と共にある程度の耐酸質なる事を要す。自由酸の完全なる除去はむづかしきを以てこの邊も十分用意するを要す。

ポンプ及導管等は沈澱槽と同様の注意を要し軟鐵、鑄鐵のみよりも耐酸質をとるべし。

3. 加熱及酸素方式 加熱に對する蒸氣及酸素につきて考ふるに數個又は一連の加熱装置を循環して使用するべく熱交換の理を兩者に就いて應用する工夫をなすべし。單獨なるは經濟的及操業進行上より採らざるなり。

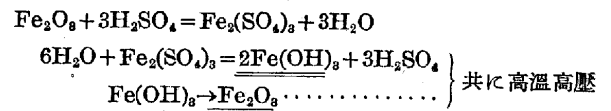
以上は浸出實驗中より得たる利害得失に對する改良的意見なり。而してこれらを充足するに非んばこの方式も完全なる成果を擧げ得ざるならん。

次に操業上に必要なる事項につきて考察せんとす。

4. パルプ密度と攪拌 化學反應を行はしむるために鑛石粉と硫酸液との重量比を云ふ。實驗上-100M 80%以上の如き細粒にては50%濃度にて幾分舍利別狀となり反應に好適なり。粒度大なればこの密度大なるも粘土は増加せざれども反應度減少するを以て徒らに大となし得ず。又

この密度は攪拌の方式と攪拌頻度とに關係す。實驗によれば20~30 rev/mn程度を最適となすべし。但しこの頻度は鑛石粒度にて相違す。

5. 化學的パルプ 化學的パルプとは鑛石等が一旦溶液となりこれより析出せる半膠狀沈澱物と溶液との混合物を云ふ。この物は生成の條件によりて種々性質を異にす。例へば



=を附したるものの混合體の如きをさす。これは膠着性ありて自然鑛石の水籤物に似たれどもこれよりも沈降し難し。今この Fe_2O_3 と Fe_2O_3 とを比較すれば前者は辨柄色にして後者は赤黄色なる外見上の著しき相違もあり。これが沈降の狀況は次の如し。

(一定なる大きさと量の試料を一定量の水と混じ一定の攪拌をなし放置する場合の沈降の高さmmにて表はす)。

第21表 沈降速度測定の一例(大島鑛)

時間 mn	5	10	15	20	30	40
自然鑛パルプ	14.5	22.5	34.0	28.0	47.0	55.0
化學的パルプ	10.0	18.0	27.0	32.5	42.0	47.5

6. 硫酸量と其の消費分布 硫酸量は前出の諸表より明かなる如くニツケルよりも寧ろ MgO 及 Al_2O_3 に費さるゝなり。 MgO は其の溶解を阻止する事困難にて原鑛の性質にては已むを得ざるも Al_2O_3 は Fe_2O_3 と同じく加熱温度と硫酸量とにて調節し得る事明かなり。これには第一に比較的廣範圍の温度調節可能なるを要す。更に淨液工程に於ける事情とを酸代價、燃料費等より適當なる抽出量との關係を求むべきなり。

7. 温度と反應時間 これは相互的關係ありて温度高ければ他はこれを短縮し得るなり。これも設備、燃料等の支配するところ大なり。以上の諸點は更に進んで研究闡明する事を要するものなり。

V. 總 括

1. 此種鑛石の處理に於て選擇的抽出を行ひてよく其の目的を達成するを得て抽出率も90%内外となす事を得たり。

2. この反應の機構を示し、これを實驗的及工業的に立證せり。

3. 原鑛の種類に應じて前處理(化成燃焼)はこれを省略するを得べし。

4. 抽出用加熱装置、分離装置等に關する必要にして十分なる條件に探求しこれを指示するを得たり。これは工業實施上頗る重要なる事項なり。

5. この濕式法による溶液其他の性質を明かにし工業實施上に於ける準備に資するを得たり。