

# 鐵 と 鋼 第二十四年 第十 號

昭和十三年十月二十五日發行

## 論 說

### 貧鐵鑛を基礎とする製鐵及製鋼

(日本鐵鋼協會第 19 回講演大會講演 昭和 13 年 4 月)

長谷川 熊彦\*

#### IRON AND STEEL PRODUCTION BASED ON POOR IRON ORE.

*Kumabiko Hasegawa.*

*SYNOPSIS* :— In this paper, general consideration referring to some scientific points on the poor iron ore in Manchukuo is given and certain problems regarding it's utilization are dealt with. The successive increase in the demand is abruptly altering the status of the iron and steel works in Manchukuo. The present iron industry of that country is based on poor ore containing 35-40% Fe and 48-38% SiO<sub>2</sub>, because of the scarcity of rich ore whilst there is an enormous amount of well-known poor ore. The nature of the Anshan type poor ore, which productive range is the greatest extending from Anshan to the northern part of Korea, is quite special in view of containing free SiO<sub>2</sub> as quartz and very fine crystals of magnetite and hematite which are intimately mixed in the banded structure with quartz. As regards the utilization of the ore, many problems are considered at present. The magnetic concentration and smelting of sintered ore are successfully under operation for many years at the Showa Steel Works, Anshan. A great expansions of the plant is now carrying out at the Anshan and Penhsihu Works.

#### 目 次

##### 緒 言

1. 鐵鑛品位と其利用價值
2. 滿洲及北朝鮮に於ける製鐵
3. 鞍山式貧鐵鑛の特長
4. 地方的特殊研究問題

#### 緒 言

本文は滿洲及び北朝鮮に埋藏する純石英を不純物とする所謂 縞狀鐵鑛を基礎とする大規模製鐵及び製鋼に関する一般的考察である。今や我國は國防資材を初め諸般事業のため鐵及び鋼の急激なる増加に迫られ過去に於て想像し能はざりし大量生産に驅られて居る。本邦内に於ける諸重工業の増産擴張に當ては多く其原料供給の問題附帶し論難さるる事は止むを得ぬ事である。滿洲に於ては從來製鐵所附近に産する鑛石に就き企業され、先づ富鑛の開発より始め次に貧鑛の利用により大量生産に向ひ其傾向は現在情勢に

順應し益々擴大されつゝある。之等の貧鐵鑛に基く製鐵製鋼の特殊性に就き最近の情勢を説述せんとするものである

#### 1. 鐵鑛品位と其利用價值

鐵鑛は其含鐵品位を以て第1次價值とさるゝを常とし伴隨する P S Mn SiO<sub>2</sub> CaO MgO Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等は、附帶品質として第2次的に取扱はれて居る。最初開發さるゝものは高品位優良鑛石で鐵分 60~70% の如きもので之を基礎として製鐵業は營まれ、次で同質のものを遠隔地より運搬さるゝ事となつて居る。P S 等を含まざる純鑛石より鐵鋼を製鍊する事は生産量の少き時代にして、過去 100 年以來鐵鋼の多量生産に移さるゝに従ひ鑛石の供給不足となり最優良品質を目的となし能はざる事に移て居る。今日の大規模工場に於ては鑛石の受入安全數量と其單價とを考慮に入れたる上にて品質を取捨さるゝ事となつて居る。即ち不純劣等鑛石を取扱ひ良質製品を生産する事に急速に進められ來て居る。此關係は地方的事情に基くものにして夫々研究工夫の結果利用價值を決定さる可きものである。

\* 旅順工科大学

現在富鐵又は貧鐵として取扱はるゝ鐵品位を見るに大凡次の4種として考察され得る。

- 第1種 貧鐵鐵, 25~40% Fe 鐵石の組成により選別適否の條件にて最低品位限度定めらるゝ。滿洲に於ては約 35%以上を採用されて居る。
- 第2種 並鐵鐵, 40~55% Fe 富鐵とも云はれて居る。直接熔鐵爐に使用さるゝ。
- 第3種 富鐵鐵, 55~68% Fe 熔鐵爐又は製鋼爐に直接使用さるゝ。
- 第4種 超富鐵, 68~72% Fe 前同様熔鐵爐又は製鋼爐使用の他に海綿鐵原料となし得。特に  $PS$  の如き不純物を含まぬものは、純銑鐵、純鐵等の原料として貴重性を有する。

第1種の利用價值を考慮する時は第4種の如きは高度の評價を許さる可きで寧ろ特殊の用途を主眼とさる可きものと思ふ。然るに各種鐵石共に爐に使用さるゝ迄に若干の處理を要せらるゝ場合がある、特に貧鐵に至ては破碎、選別、燒結、團鐵等の手数を要せらるゝ。爐に使用さるゝ單價と其品質とが平衡する場合に初て有價值とさる可きである。此關係を一般的に示せば次の如くなる。

$$V = M + N + P + K$$

$V$  …… 製鍊所受入鐵石又は燒結、團鐵等の單價。

$M$  …… 鐵石原產地採掘費、所要貧鐵鐵採掘費。

$N$  …… 破碎、選別、焙燒、燒結其他一般處理經費。

$P$  …… 一切運搬費。

$K$  …… 鐵石供給者の豫定さるゝ、一般費 金利 消却利益等。

製鍊所に於て指定さるゝ最大限度の  $V$  を定めらるゝとすれば自然他の條件を推定さるゝ事となる。假に富鐵を供給するとせば  $N$  を零となし得るため  $M$  又は  $P$  を増加し得る事となる。又貧鐵を選別して使用するとせば  $N$  を大にするため  $M$  及び  $P$  を減少せねばならぬ事となる。 $V$  を含鐵品位に基き指定さるゝ時は之等全般に通じて貧鐵の利用價值及び富鐵の運搬限度等を研究さる可きである。並鐵以上のものにして處理を要せざる場合は主として運搬費に犠牲を拂ひ鐵石の遠距離集中手段となる。特に水上輸送は陸上輸送の約 10 倍の遠距離に延し得る。若し貧鐵鐵を大規模に採掘し其原價を最低ならしむるとせば之が處理に經費を投ずるも近距離輸送の場合には價值を見出し得る事となる。夫々富貧鐵石各箇の場合につき經濟的條件を決

定さる可きで自然に制限を受くる事となる。英國に多量採掘さるゝ不純粘土質炭酸鐵鐵は其品位 30% 以下の場合にも一度之を焙燒するのみにて熔鐵爐に使用され、獨逸ルール地方製鐵所に於てミネツト鐵石品位 40% 以下なるも鐵石中に石灰分を多く含み自熔性を具備するため其儘之を熔鐵するが如きも其一例である。最低品位 25% に於て尙且つ磁選別により利用價值を認めらるゝ場合 瑞典、米國等に傳へられて居るは何れも地方的特殊事情に迫らるゝものである。即ち品質及び經費を調査し技術的に研究工夫さるゝ場合初て合理的價值に到着するもので必ず其埋藏量大にして大規模に取扱ふ事が重要條件である。

鐵以外の不純物として表はるゝ2次の因子に至ては、今日何れも技術的に解決されたる問題なるが故に之又使用者の評價により解決さる可きものである。 $PS$  の如きは少量なる程優秀なるに相異なきも多き場合と雖も鹽基性法により精製さるゝ事となる。貧鐵鐵を處理する場合には鐵分を濃縮すると共に  $PS$  共に減少さるゝ利益ある。 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $MgO$  等は、勿論鐵品位と對稱するもので間接的で鐵分により評價さるゝ時其内に合併されて居る。 $Mn$ 、 $CaO$  に至ては製鐵に有益成分なるため鐵品位に追加して價值を上げらる可きである。

現在使用さるゝ鐵鐵は酸化鐵、炭酸鐵の形なるため評價比較的簡單なるも更に 珪酸鐵 珪酸鐵複鹽 鹽化鐵等の形に於けるものを利用する時期に至れば一層複雑となる。

製鐵鐵及び鋼の材質用途は世界共通性で其市價も亦世界共通であるに反し原料鐵石は地方的に大に不同分配の状態である。原料鐵石は常に地方的事情に支配され一定し得ぬものである。従て地方條件により鐵石の價值を自然に定めらるゝ如く技術的經濟的研究工夫を繰返さるゝ事となる。

## 2. 滿洲及び北朝鮮に於ける製鐵

朝鮮及び滿洲は日本に對し 鐵鐵 銑鐵 鋼片 鋼材等の何れかを供給する如く取扱はれ來て居る。先づ朝鮮鐵鐵は日本に移入され次で本溪湖及び兼二浦銑鐵を運搬され、鞍山製鐵所の内容確立さるゝに至り更に銑鐵を追加移入され、昭和製鋼所の成立するや鞍山より銑鐵及び鋼片をも移入さるゝに至る。朝鮮鐵鐵は現在盛に日本に送られ滿洲は全然自家鐵石のみにより生産され鐵石は輸出又は輸入されぬ。之朝鮮は水運の便あるため必要に應じて鐵石の輸出入を行ひ得る特點を有するも滿洲は陸運の距離遠きと鐵

石の品質条件とにより輸出する事を得ざると共に輸入の必要も亦惹起して居らぬ。今次の劃期的増産に際し日本に於ては東洋諸國の鐵鑛を輸入集中する必要を生じ自然朝鮮鑛石をも増産して運搬さる可きも滿洲及び之に類似条件にある北朝鮮鑛石は現地に於て製鍊され銑鐵又は鋼に變じて日本の需要を充す可き情勢に置かれて居る。特に滿洲に於ては國內並に北支方面に供給さる可き鐵及び鋼をも生産されねばならぬ。大陸に於ける重工業の根幹を滿洲に置かれんとする情勢は次第に著しくなりつゝある。

滿洲及び北朝鮮に於て新興しつゝある製鐵業を見るに何れも貧鐵鑛の大規模開發に基くものである。大正10年以後鞍山に於て貧鐵鑛處理及び燒結鑛による製銑に就き研究され昭和3年第3熔鑛爐を起業する頃には技術的經濟的共に確信を得らるゝに至る。昭和8年以後鑛石法により貧鐵鑛に出發する製鋼法に成功する事となり益々貧鐵鑛を經濟的に利用する基礎を定めらるゝ事となり日本及び滿洲を通じて鋼材の需給調節に躍進しつゝある現狀に到着したものである。刻下の事情は鋼の材質善惡を論難さるゝ一面と必要大量を迅速に供給す可き量の一面とを示し、特に後者は最も切迫せらるゝ問題である。斯の如き狀態に有ては必ずしも鑛石を日本に集中せずとも製鍊の條件を具備する地方に工場を建設する事は有利と思はるゝ。貧鐵鑛を處理し其精鑛又は燒結鑛を日本製鐵所に供給する事は滿洲に有ては不必要で寧ろ不合理と思はるゝ。何となれば鑛鑛以外に石炭石灰石苦灰石耐火粘土等の製鐵に必要な大量原料に恵まるゝ滿洲は寧ろ日本より大規模製鐵に適當せる事情にあるとも云ひ得る。若し各種原料單價が日本内地製鐵所の受入單價に比較し安價なる場合には地元にて製鍊するは最も合理的と思はるゝ。本溪湖炭撫順炭復州粘土甘井子苦灰石の如きは今後益々大規模に日本に運搬さる可き狀態にあるが故に滿洲の製鐵業は益々振興さる可き運命にあると思はるゝ。北朝鮮は石炭の供給なきため過去に於ては滿洲の如く迅速に企業化さるゝに至る居らぬ。然れども鑛石の大規模生産を實施さるゝとすれば滿洲又は日本との間に石炭及び鑛石の有無交換をなす時は製鐵工場を建設し得ると思ふ。

上述せる如き事情の根據となる點は滿洲及び北朝鮮には鐵鑛特に貧鐵鑛の莫大量を埋藏し居る事である。今過去に於て知るゝ著名なる貧鐵鑛を列舉すれば次の如きものである。

鞍山を中心とする貧鐵鑛は最も著名なるもので大孤山を主とし王家堡子西鞍山東鞍山櫻桃園關門山其他數ヶ所に露出せるもので其區域廣大に涉るを以て有名である。最初品位38%以上として考慮され埋藏量約四-五億噸と云はれ、其後調査され又其品位を若干遞下し六億噸とされて居る。若し更に25%迄遞減し得るとすれば驚く可き大量に達し得るものと考へられて居る。弓長峯に於ては60%以上の富鑛約20,000,000tを埋藏すると云はれ然も其附近には貧鐵鑛帯を伴ひ38%以上として三-四億噸とされて居る。昭和製鋼所設立當初に於ては弓長峯富鑛は製鋼用として約150,000t採掘され來れるも現在は熔鑛爐配合鑛石として使用されつゝある。從て昭和製鋼所に於ける將來の鑛石供給は貧鐵鑛選別により燒結鑛又は團鑛に此富鑛30%以下を配合せるものを基礎とさるゝと聞いて居る。

安奉線歪頭山は未だ着手されざるも大貧鐵鑛床で30%以上として150,000,000tと云はれて居る。

安奉線廟兒溝は本溪湖煤鐵公司に於て富鑛を採掘し特に磁選別により低磷鑛石を得らるゝ事に於て著名である。此富鑛帯は採掘と共に其賦存區域明瞭となり現在5,000,000tを埋藏すると云はれ其附近一帯に貧鐵鑛を埋藏し34%以上とし約二億噸と發表されて居る。

咸鏡北道茂山に於ては40%前後の貧鐵鑛約一億噸を埋藏するとして著名となつて居る。近來其品位を遞下し30~40%を採掘するものとし著しく其量を増し此地方一帯を合計する時は恐らく數億の量に上るものと推稱されて居る。

此他安奉線橋頭附近、本溪湖附近及び撫順附近等にも類似貧鐵鑛の存在注目されて居る。以上列舉せる鑛床は近似せる石英質鑛石よりなり10數年來明瞭にされ居るもので其利用價值に就て疑問とされ來たものである。大孤山より遠く朝鮮半島脊梁山脈に達する曠大なる前寒利亞珪岩層中に胚胎さるゝ含鐵鑛片岩に屬する之等貧鐵鑛は珪石赤鐵鑛又は磁鐵鑛の微晶互層となり縞狀組成をなすため縞狀鐵鑛とも呼ばるゝ。而も之等貧鐵鑛を基礎とし若干の富鑛をも伴ふもので地方により其性狀に差異を見出さるゝものである。此類似性に基き其代表は鞍山にあるが故に假に之等を鞍山式貧鐵鑛と呼ぶ事とする。現在滿洲に於ける大規模製鐵は之等の貧鐵鑛を基礎として考慮されつゝあるもので其鑛量莫大なるため期待さるゝものである。

并

3年前より東邊道臨江附近大栗子溝に發見されたる赤鐵礦超富礦は調査の結果約 30,000,000t と云はれ其附近老峇山脈一帯には貧赤鐵礦の露頭を發見されて居る。此地方の鐵礦は現在交通の便に乏しく未開發の状態にある。貧鐵礦に至ては現狀不明とされ居るも恐らく莫大なる鑛量に上るものと想像さるゝ。又西南滿洲に接近する河北省に有ても 40% 以下の鑛石約一億噸は已に發表され居り將來滿洲に發見さるゝ貧鐵礦と共に利用價值を考究さる可きものと思ふ。

前述せる如き廟兒溝、弓長峯、大栗子溝超富礦及び滿鐵本線開原奥地に産する赤鐵超富礦等は高級製鐵原料として利用され海綿鐵法或は低磷銑鐵法として考察され滿洲に於ける特殊鋼製造として考察さる可きものである。貧鐵礦を選別して超富純鑛を得るものとすれば之れ又特殊原料として考へ得る可能性を有する。

以上略述せるが如き滿洲及び北朝鮮の事情は世界に其類例を見出し得ず。滿洲独自の開發になるもので一大抱負の下に昭和製鋼所及び本溪湖煤鐵公司により畫期的増産計畫遂行されつゝある事は慶賀の至りである。之れ過去に於ける研究に基けるもので恐らく將來に對しても亦地方的條件に關し研究を繼續さる可きものと思ふ。

### 3. 鞍山式貧鐵礦の特長

滿洲の現在並に近き將來の大規模製鐵製鋼は前述せる如き鞍山式貧鐵礦を基礎として實現さる可きものと思ふ。之が利用の根本手段は過去に於て實行され來た磁選別方法によるものを主眼とさる可きで更に昨年來クルップ法による熱選別方法も亦出現して居る。何れにせよ此種鑛石の類似せる特長は興味ある問題である。多數の研究者により取扱はれ來た之等貧鐵礦の科學的調査の結果を綜合して少しく一般的考察を試みんとする。

#### 本貧鐵礦は純石英を不純物とする事

第1表は鞍山を中心とする少數分析結果の例である。多數の事實を綜合して考察すれば此種鐵礦は磁鐵礦分及び赤鐵礦分の共存にして其夾在する割合は地方的に不定である又一地方に於ても局部的に不定である。鞍山區域に於て特に不同あり廟兒溝に於ては磁鐵分多く茂山に至ては大部分磁鐵礦よりなるものである。

$SiO_2$  は大部分遊離状態で純石英の形で存在して居る。

第1表 貧鐵礦の特長例

種別	全鐵	$FeO$	$Fe_3O_4$	$Fe_2O_3$	$SiO_2$	其他計(P+S計)	備考
大孤山	35.4	9.68	30.77	18.60	48.40	2.230	0.067 *
西鞍山	43.00	1.81	5.84	55.44	38.20	1.269	0.064 *
東鞍山	35.91	1.50	4.83	46.37	47.73	1.257	0.057 *
鞍山精礦	58.87	21.25	63.50	13.42	17.65	0.526	0.056 *
鞍山尾礦	13.45	2.50	8.06	1.90	79.38	1.010	0.049 *
廟兒溝	35.41	11.36	36.60	13.62	48.73	1.619	0.089 ◎
茂山	41.14	17.46	56.26	0.62	37.79	4.780	0.145 △
同	44.36	18.35	59.12	2.29	34.85	3.640	0.105 △

備考 \* 昭和製鋼所後藤有一氏研究資料中の例

◎ 本溪湖煤鐵公司尾崎眞一氏調査資料

△ 日本製鐵會社大原久之氏研究資料

珪酸鹽として存在する微小鑛物としては陽起石を主とし其他 雲母 綠泥石 燐灰石 方解石 苦灰石 電氣石 長石等を少量含んで居る。大孤山鑛石に就き研究されたるものを見るに鐵分の珪酸鹽として存在するものは僅に 1.4% に過ぎぬ。S, Cu 等の特に少き事も亦特長である。即ち  $SiO_2$  を除外して觀る時は此種鑛石は著しき純良品種と云ひ得る。若し此遊離珪酸を選別分離するとせば優秀鑛石として取扱はる可きものである。 $SiO_2$  以外の不純物合計は鑛床の局部に於て不同あるも鞍山附近及び廟兒溝に於ては 1.3~2.0% と考へ得る、茂山は稍々其量多く 5% に接近して居る。今鞍山附近の鑛石に就き磁鐵礦分、赤鐵礦分及び  $SiO_2$  含量を計算により推理すれば第2表の如くなる。本表は全鐵を  $Fe_3O_4$ 、 $Fe_2O_3$  の兩者に分析結果より算出し其合計を

第2表 貧鐵礦中  $SiO_2$  推理(1)

	全鐵	$Fe_3O_4$	$Fe_2O_3$	$\frac{Fe_3O_4 + Fe_2O_3}{2}$	$SiO_2$	其他計
大孤山	35.40	30.77	18.60	49.37	48.4	2.23
〃	37.28	33.43	18.53	51.96	46.3	1.74
〃	38.22	10.02	43.96	53.98	44.7	1.23
〃	39.34	44.50	10.07	54.57	44.6	1.82
西鞍山	43.00	5.84	55.44	61.29	38.2	1.27
東鞍山	35.91	4.83	46.37	51.20	47.7	1.25

鑛石鑛物とし之に  $SiO_2$  を以て貧鐵礦の大部分とし尙不足せる小部分は  $Al_2O_3$ 、 $MgO$ 、 $CaO$ 、 $FeS_2$ 、 $P_2O_5$ 、……等の鑛物組成としたものである。全鐵中に對する磁鐵部分の割合著しく不同で磁鐵分 9~80% の如きもので 60% 前後のもの多く其他は非磁性鐵である。第1表に掲げたる廟兒溝は 74%、茂山は 98% である。今 磁性鐵 / 全鐵割合 及び  $SiO_2$  以外の夾雜化合物合計を一定状態と假定する時は全鐵品位の變化と共に貧鐵礦中の  $SiO_2$  量を計算により推理する事を得る。第3表は此意味による推理  $SiO_2$  量である。

之等の假定は鞍山附近の既知事實に基けるものにて概念的に過ぎざるも廟兒溝鑛石に就ても類似の値を得らるゝ。

第3表 貧鐵礦中 SiO<sub>2</sub> 推理 (2)

全鐵	磁鐵/全鐵	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	其他	SiO <sub>2</sub>
38.0	0.6	53.2	2.0	44.8
35.0	"	49.0	"	49.0
32.0	"	44.8	"	53.2
30.0	"	42.0	"	56.0
28.0	"	39.0	"	58.8
25.0	"	35.0	"	63.0
38.0	"	54.1	1.3	44.6
35.0	"	51.1	"	48.9
32.0	"	46.6	"	53.1
30.0	"	42.7	"	56.0
28.0	"	39.9	"	53.8
25.0	"	35.6	"	63.1

鑽石礦物の粒形は著しく異なる事

本來此種礦床は珪岩層中に一次的に磁鐵礦微粒晶を生じ次に其の一部2次的に赤鐵礦に變じたものである。石英微晶及び鑽石微晶は交互に明瞭なる縞狀を呈する場合多きも然らざる不規則介在の場合もある。之等鑽石礦物の粒形は地方的に甚しく不同あり又一地方に有ても局部的に不定である。之等は珪砂の沈積、鑽石の生成、動力的變動等が地方的に若干相異なるがためである。此粒形の微小なる程磁選別以前に粉碎さるゝ粒度を微細とする必要を生じ不利益條件である。鑽石研磨面を反射顯微鏡により調査する時は粒形を決定し得るが故に顯微鏡寫眞に就き綿密に粒形を測定する事を得る。今大孤山鑽石5種に就き行はれたる粒形測定の一例は第4表に示せる如きものである。即ち微細鑽石は0.04mm以下多量を存し更に0.01mmの如きものも少ない。鞍山式縞狀鐵礦中、大孤山は其粒形最も微細である。歪頭山、廟兒溝は著しく其形大い、茂山は最も大にして0.8~1.0mmに達する有様である。

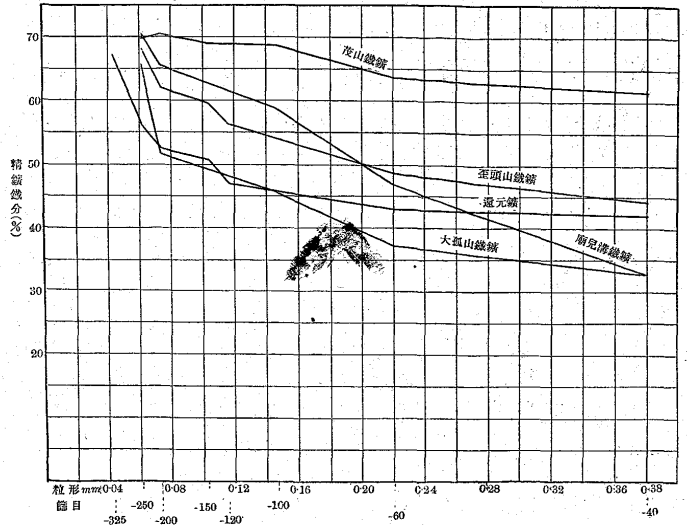
第4表\* 大孤山鑽石種別及鑽石礦物粒形測定値 (重量%)

種別mm 重量%	(重量%)					備考
	-0.04 小粒	+0.04 -0.07	+0.07 -0.10	+0.1 大粒	-0.07 小粒	
1	39.0	35.9	12.7	12.4	74.9	0.07mmは200目 篩0.1mmは150目
2	18.3	41.7	23.9	16.1	60.0	篩に相當する
3	51.8	33.3	6.3	8.6	85.1	最小粒度
4	5.9	13.2	12.2	68.6	19.1	最大粒度
5	22.4	20.9	17.8	38.9	43.3	
6	13.8	23.3	14.2	48.7	37.1	

\* 昭和製鋼所後藤有一氏研究資料摘録

粉碎度及び磁選別効果:— 鑽石礦物の粒形に種々の場合ある事は磁選別の効果を著しく變化せしむるに至る。鑽石試料を粉碎し之を篩分し種々粒形に就き磁選別を行ふ時其精礦品位を以て選別効果と認むる事を得る。實驗結果の一例を挙げれば第1圖の如きものである。曲線により明かな

第1圖. 粉碎度と磁選別效果試驗曲線



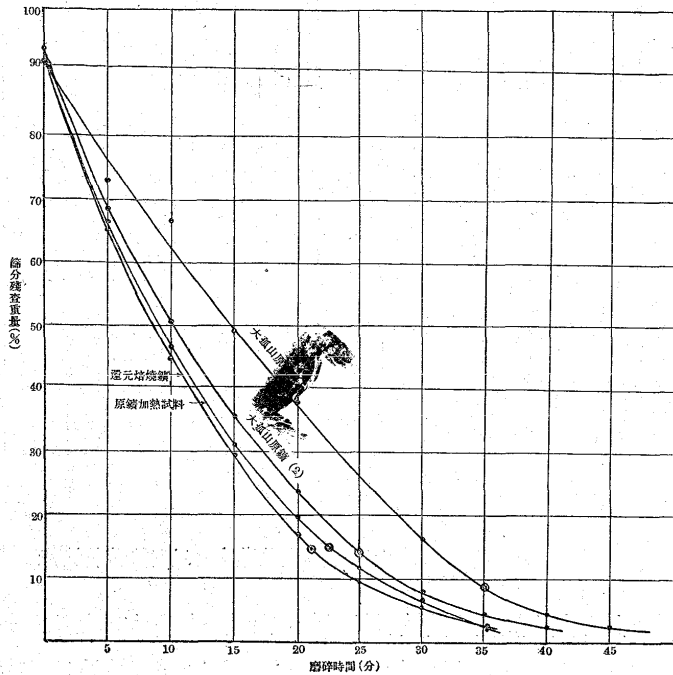
昭和製鋼所後藤有一氏研究資料摘録

る如く茂山鐵礦は其鑽石粒1mm前後の如き大粒なるが故に0.38mm 40目程度に碎かるゝ場合に選別結果は容易に60%以上品位に達せしめ得るが故に他の3種試料と比較する事能はぬ。歪頭山及び廟兒溝は0.2mm以下に碎かるゝ時は品位を上げ50%以上になし得、更に0.1mm、150目以下に碎かるれば60%以上になし得る。大孤山鑽石は前表に於て述べたる如く0.04mm粒のもの相當多量に存するため200目程度となり初て50%に達し得るも更に60%となすには250以上微粉碎する必要あり。還元鐵は粉碎の點に就き若干利益あるため最初良結果を示すも結局50%以上の品位を目的すれば大孤山鐵礦と同様である。

以上の如く粒形により選別成績甚しく變化を生ずるため夫々産地別に就き鑽石を精密に調査されねばならぬ。大孤山の如く微細末粉碎の必要ある場合は甚しく不利條件である。現在知られたる此種鑽石にて茂山を除けば磨碎機により熱心に粉碎されねばならぬ。選別に當り機械的に磨碎するが故に此方面に就き研究されねばならぬ。

ボールミル磨碎實驗:— 前述せる如く鞍山附近の鑽石の選別には0.04mm以下の微細粒を相當含むがため磁選別精礦の品位を擧ぐるとはかくの如き極端的磨碎を要する。之等の磨碎工學の研究は重要事項である。選礦費の遞減能率の増進に關する改良進歩中磨碎關係は主要部分に屬する。鞍山式鑽石の磨碎は石英の處理とも云ひ得る。磨碎能率を精確に現す事は至難事なるも簡易なる方法により比較數字を見出し得る。昭和製鋼所研究所鑽石研究室に於て行はれし一實驗は小形試驗ボールミル實驗の一例で比較値を示すものである。一回試料20kgとしボールミル内

第2圖 磨碎比較實驗



昭和製鋼所後藤有一氏研究資料

の球 80 kg とし磨碎を試たものである。試料は 20mm 以下小塊とし回轉により磨碎さるゝ進行狀況を 5分毎に毎  $cm^2$  4,900 目篩により篩分け其殘渣割合を決定し更に磨碎を繰返した。第2圖曲線は殘渣%を時間と共に減少する狀況を示すものである。約 0.07mm 以下(180 目)に粉碎するためには試料により時間の差異を生じて居る。此結果を見るに大孤山鑛石(1)は磁鐵鑛分少き純糲狀硬質品にて最も磨碎困難にして(2)は磁鐵分多き糲狀不明品にして比較的容易である。(1)鑛石を 800°C に加熱し空中冷却せるものは著しく容易に碎かれ又作業工場に於て行はるゝ還元焙燒處理を行はれたるものは若干磨碎率を増加して居る。之等 4 試料に就き見るに殘渣割合 15% 附近迄は鑛石の品質により進行明瞭なるも其以後は進行遅々として原試料の特長を減殺して居る。特に加熱鑛石と還元鑛石とは逆に區別を認め難き迄に至て居る。此現象は恐らく微粉狀態に於ては磨碎效果減殺さるゝためであらう。各曲線に於て a b c d 點を取れば此磨碎進行の順調なる極限を示すので之等に相當する時間は夫々 35 25 22 21 分を示し磨碎可能性を表すものである。而も此場合の殘渣は 8.5 14.0 15.0% となり之等のデヴィス式磁選装置による選別結果は精鑛品位 60% に達して居る。本試験は磨碎進行を比較せる一實驗に過ぎざるも前述せる 200 目以上の細粒に磨碎さるゝ必要ある此種鑛石に對しては磨碎機械並に其作業方法等に就き研究改良さるゝ必要ある事を明かにし得

る。昭和製鋼所選鑛工場に於ては之等の諸點に關し多數の實地試驗を繰返されつゝある。

磁選別效果:— 磁選別效果は前掲せるが如く原鑛中に存在する磁鐵分の割合、鑛石鑛物粒子の大小、焙燒方法磨碎方法等により著しく差異を生ずるもので夫々與へられたる鑛石に就き適當なる處理方法を確立さる可きである。鞍山に於ては長年實作業により多くの經驗を積まれ又將來に對しても亦能率増進に關し改良さる可き多くの問題を殘して居る。大孤山鑛石の選別結果は最近著しく改善され精鑛品位 60% に達し鐵分回收率 80% 前後となり尾鑛品位 13~15% の狀態である。之等は機械の改善に負ふ處大であると思はるゝ。過去の技術は鞍山に於て最も顯著であるも將來は更に南坎に於ける本溪湖煤鐵公司の選鑛場を初め茂山其他に於ても實施さるゝ有様であるが故に此後未知の實地數値を發見さるゝ事と思ふ。還元焙燒方法 選鑛機械 選鑛系統等は此後鑛石の特長に基き研究改善さるゝとし精鑛品位を 60% 鐵分回收率 80% 以上を確立する事は可能と思はるゝ。尾鑛品位を 10% に減ずる事は過去の磁選別による時は不可能であるも將來には不可能とは云へぬ。貧鑛の大量採掘を進めらるゝに従ひ經濟の許し得る範圍内にて原鑛石の含鐵品位を遞減する事も亦考へ得る。第5表は假定を主とし若干の計算を試たる磁選別效果の推理である。

第5表 鞍山附近鑛石磁選別推理

原鑛品位 假定	原鑛中 SiO <sub>2</sub> % 假定	精鑛品位 假定	選別鐵分 回收率 % 假定	精鑛 100 對原鑛所 要量	生成尾 鑛量	尾鑛 品位
40	41.9	60	83	180.7	80.7	15.2
38	44.8	〃	〃	190.2	90.2	13.6
35	49.0	〃	82	209.0	109.0	12.1
32	53.2	〃	81	231.4	131.4	10.7
30	56.0	〃	〃	246.9	146.9	9.6
假定	假定	假定				假定
40	41.9	60	90.0	166.6	66.6	10.0
38	44.8	〃	88.4	173.6	73.6	〃
35	49.0	〃	85.7	200.0	100.0	〃
32	53.2	〃	82.5	227.2	127.2	〃
30	56.0	〃	80.0	250.0	150.0	〃

前表中の選別鐵分回收率及び尾鑛品位は現在實施の數字より佳良成績なるが故に之を以て企業の基礎となす能はざるも研究の基準とはなり得ると思ふ。

鞍山式貧鑛の選別處々に起業さるゝに當り其效果の現在以上に改善さるゝ事を望むものである。

#### 4. 地方的特殊研究問題

貧鐵鑛を基礎とする製鐵鋼法は前述せし如く地方的特殊事情に基くもので世界共通の經營及び技術と其趣を異にす

るものが多分にある事を明にした製鐵業の一般趨勢は大鑛床を大規模に採掘し機械的處理及び運搬等により鑛石の原價を最低ならしむる事、技術の改善により燃料の遞減を實行する事、合理的に動力を發生し又之を利用し能率を最大ならしむる事、遺利副産物の回収利用を完全ならしむる事、化學工業 機械工業 電氣工業 金屬工業 其他姉妹工業と完全なる連絡提携をなす事等は主なるもので凡て大資本大規模工業に移る事となるものである。貧鐵鑛を基礎とする場合には一層此傾向を著しくさるゝ。即ち經營の立場より又は技術の方面より富鐵鑛の場合に比し痛切なるものがある。従て自由競争に基く經濟的企業としては其實現性は一部分制限さるゝも國策的見地による場合に初て強化さるゝ事と思ふ。滿洲に於ける現在及び將來は此特殊事情に向て躍進しつゝあるものである。此意味にて地方的特殊研究問題を列擧され得る。

選鑛法：— 原石鑛の性状を不斷に研究し合理的處理を工夫する事は凡ての貧鐵鑛に對し同様であるが各鑛床に就きても局部的變化を注目する必要は當然である。鞍山式貧鐵鑛に有ては石英の處理主要部分なれば其性状の研究は大切である。熔燒 磨碎 磁選等の基礎を研究し能率向上に向ふ可きである。即ち 鐵分回收率向上 精鑛品位の向上 尾鑛品位の遞減 尾鑛の利用方法等に連關する多數問題は將來に残され居ると思ふ。熱選鑛法に關しては爐の壽命、鐵塊歩留並に品質等に關してクルツプ法により試験する可き情勢にあるが故に其經濟的價値は遠からざる内に明瞭となるであらう。本方法により貧鐵鑛處理の目的を經濟的に解決さるゝとせば過去の事情は更に變ぜらるゝであらう。此他熱選鑛による手段は將來工夫を期待さるゝ。

製鉄法：— クルツプ法の經濟的價値範圍を決定するは重點である。此他酸性熔鑛法の原理を採用し酸性貧鐵鑛を直接使用する事も亦現在注目されて居る。過去の鞍山燒結鑛の成分を吟味するに  $Fe$  57%以上  $SiO_2$  18%以下となす事は困難にて自然鑛滓を酸性となし其量をも増加し來て居る。酸性熔鑛法により熔鑛爐能率を増進する實例に對照し幾何點迄貧鐵鑛直接裝入を實施し得るかは重要なる問題である。即ちルツベ富鐵鑛、燒結鑛、團鑛、貧鐵鑛等を幾何點迄有利に配合使用し得るかは此後進められんとしつゝある問題である。銑鐵中の  $S$   $Si$   $P$   $Mn$   $C$  等の調節に就ても亦從來熔鑛作業單獨に取扱れ來れるも爐外熔融状態に於て平爐との間に増減精製されんとする傾向を示しつゝある。 $S$  に就

ては最も簡単に熔銑鍋内にて脱硫され得る事を確められつゝある。

之等の諸點に基き爐の生産能力及び經濟的限度、設計的技術方面等に新工夫を廻らさる事となる。

製鋼法：— 滿洲内製鋼所は日本に於ける如く巨額屑鐵を國外より輸入する事は陸上輸送の關係にて實現不可能と思はるゝ。鞍山に於ては最初より豫備製鍊爐を備ふる鑛石法を採用され大規模銑鋼一貫作業を實施され來て居る。之れ直接貧鐵鑛には關係なきが如きも熔銑の品質制限を寛大になし得る點、豫備製鍊による補足等は貧鐵鑛による缺點を恢復する事となる。前述せる如き熔銑脱硫を初め 脱珪 脱磷其他の手段を今後研究の必要を生ずるかと思はるゝ。貧鐵鑛原價を最低ならしむるも 其處理 熔銑處理 豫備製鍊等にて手敷を必要さるゝとすれば製銑及び製鋼を合併して其能率を考慮さる可きものと思ふ。

クルツプ法ルツペを屑鐵代用品となし其使用限度を決定する事、其他海綿鐵を使用する製鋼等は將來尙研究を要せらる。

熱經濟に出發し燃料遞減、能率増進を主眼とし混合瓦斯の使用、鋼製品材質の優劣問題等は當然地方的に解決さるゝ。特に貧鐵鑛は  $SiO_2$  除外すれば有害元素少量なるが故に鋼質の優良なる點を主張し得るかと思ふ。

製鋼反應に關しては多數研究者により追究されつゝあるが故に上述せる事項は基礎實驗と相俟て將來著しく改善さるゝと思はるゝが故に大規模製銑及び製鋼に於ては若干の技術的進歩により經濟的採算に向けらるならん。

特殊鋼：— 貧鐵鑛より出發し特殊鋼を製鍊する事は奇怪の如きも不可能とは云へぬ。即ち貧鐵鑛の選別に多くの犠牲を拂ふ時は超富鐵鑛を得る事は不可能ではない。現に一實驗によれば  $Fe$  71%  $SiO_2$  1.5%  $P$  0.02%  $S$  0.05%の如きものを得られてゐる。之等品質を得る見込は鞍山式貧鐵鑛の特點と云ひ得る。此超富鐵鑛を原料として海綿鐵を作り次に特殊鋼となす事も一方法である。又貧鐵鑛より出發せる極軟平爐鋼を基鐵として特殊鋼を製鍊する事も又一方法である。特殊元素鑛物中滿洲に現在明かなるものは  $Ti$   $V$   $Mn$  に過ぎず其他鑛物の發見は期待されて居る。

石炭及び電力：— 石炭及び電力の 安價 大量供給 に就ては日本以上優秀と思はるゝが故に貧鐵鑛に基く缺點は大に補足さるゝ。