

鐵と鋼

第六年第一號

大正九年一月二十五日發行

製鐵原料として鐵鑛の研究

(東京帝國大學工學部鐵冶金實驗室報告第七)

倭國

製鐵事業を盛大ならしめて本邦鐵鋼の自給策を樹立することは國家の存立上に必要であるし又經濟上にも必須なることである然るに不幸にも本邦には之が製鐵原料たるべき石炭と鐵鑛に缺乏して居る否是等は多少ありとするも良質なるもの極めて少なき次第で最も遺憾なることである。

此等の點に關し識者は夙に考ふる所があるので既に先年各學會が聯合調查會を開き如何にして本邦製鐵事業の基礎を確立し得るかを研究せる時に一般に主張せられたることは本邦に完全なる鐵冶金研究所を設立して貧鑛不純鑛砂鑛の處理等を調査研究すべしといふのであつた之は其當時に要路に建白せられたことである

石炭に關しては近頃農商務省に於て新に燃料研究所を設立するの運に至つた趣で誠に慶賀の次第である此研究所は重に石炭の完全利用法に就きて調査せらるゝことと思ふが又他方には製鐵に必要な骸炭を製造することも必ず其研究の歩を進めらるゝと信ずるので兎に角に石炭に對しては一の研究機關の出来ることは大に其意を強ふする次第である。

然るに製鐵原料として他の大切なる品即ち鐵鑛の研究に關しては一向に其調査機關設立の機運に達せぬので實に心外なること云はねばならぬ元來本邦には良鐵鑛が殊に少量である之を海外に仰がねばならぬ従て或は本時は外國品を利用して戰時に際して初めて内地の鐵鑛を使用する様にしたら最も當を得たものとする論者もあるが本邦所産の鐵鑛は貧鑛や粉鑛が多いので直に之を

製鐵法に處することの困難なることが事實である、是等は今日から十分に研究して之が利用の途を講じ置く必要がある、左様でないとは或は大錯誤を來す憂がある。

本邦には約七千萬噸の鐵鑛の埋藏せられてあるとのことであるが、其内重要な種類の鐵鑛で随分と製鐵家の頭を悩ますものが多い、北海道に最も弘く存在し本島九州地方で火山所在地の附近にて多量に産出する沼鐵鑛の如き、又は朝鮮に於て重要な鑛産物たる褐鐵鑛等は何れも多量の水分を含有し又取扱に際し粉狀に成り易きもので加之に多孔質のものである、又は本邦各地に多量に産する砂鐵之は北海道や近年青森縣に於て大に世人の注意を引きしものである、又は本邦各地に於て産する珪酸質の貧鐵鑛は和歌山縣や高知縣乃至は朝鮮の北部、滿洲の各地に最豊富に大仕掛に現出して居る次第である、之が完全なる處理法の研究は大問題である、又は硫酸製造に使用せし黃鐵鑛の焚滓之は六割位の鐵分を含有する、斯く挙げ來れば本邦に於て製鐵原料に使用し得べきもので十分なる調査研究を要するものが頻々とある、之を何とかして歐米各國に於けるが如く巧妙に利用出來たなら、本邦製鐵業の前途もあながち悲觀すべきものでない。

斯く申せばとて今日迄に一般の製鐵業者に於て鐵鑛の利用法に就き之が研究を等閑に附してあるとは決して云はぬ、又今後十二分に其歩を進めらるゝことゝ信ずるが、是等の實地の工場に於て採らるゝ研究方針は是等の鐵鑛を製鐵鑛鑪に入れて直接其操業の難易を試みることである、實際の仕事としては最も千萬であるが、他方には之と同時に鐵鑛の個々に就きて其性質を十分に調査する必要があると思ふ、而して夫に應ずべき作業法を豫め講究する必要があると信ずる。

今此場合に之を軍隊の教育法に例を採ると、實地工場に於ける研究は恰も一個の隊としての訓練と同一であるが、其目的を満足に遂行せんには其前に準備として豫め兵士一人々々に就きて其動作舉動に關して長日月間の訓練を怠つてはならぬ、夫と同一で鑛石を實際に使用して満足なる作業の

成效を期せんとせば、豫め鐵鑛石の性質を調査し夫に應ずべき作業法を考へねばならぬと信ずる。歐米諸國に於ては富良なる鐵鑛の多量なる供給がある、然るに尙且つ之が研究は等閑に附せぬのである、本邦に於ては層一層此方面に我々は努力せねばならぬ。

我東京帝國大學工學部鐵冶金實驗室に於いては、一昨年來前陳の目的要領を以て微力ながら其研究の歩を進めて居る、即ち各製鐵業者の好意に依り鐵鑛の寄贈を受けて之が性質を調査して時々其報告を専門の公刊物に掲げて居る、他日其志を繼承する人士のありて之を一層に具體的に遂行せられたら、大に本邦製鐵業を益することゝ信ずる、今其報告の名稱を左に擧げる、

- | | | | |
|------|-------------------|--------|--------|
| 報告第一 | 本邦產鐵鑛の焙燒及還元に関する實驗 | 鐵と鋼 | 第四年第三號 |
| 同 第二 | 釜石產磁鐵鑛の焙燒試験に就て | 鐵と鋼 | 同 第五號 |
| 同 第三 | 北海道產沼鐵鑛に就て | 鐵と鋼 | 同 第八號 |
| 同 第四 | 朝鮮殷栗褐鐵鑛に関する實驗 | 鐵と鋼 | 第五年第八號 |
| 同 第五 | 朝鮮兼二浦褐鐵鑛に関する實驗 | 日本鑛業會誌 | 第四百十六號 |
| 同 第六 | 朝鮮兼二浦鐵鑛還元試験 | 同 | 第四百十八號 |

以上の報告の概要を掲げて我々の方にて今日迄如何なる調査を爲したかを、茲に紹介せんとする次第である。

北海道虻田產の鐵鑛を種々なる溫度に熱した際に其發散する水分を決定する爲め、同鑛石中の二種類の試料に就きて試験した、其の乙は黒味勝の褐色を帶び纖維狀を呈するもので研究の結果其の有する水分の割合は恰も標準褐鐵鑛の夫に等しきものであつた即ち $2FeSO_4 \cdot 6H_2O$ なる組成成分を有するを知られた、然るに之れに反して甲試料は褐色にして多少風化作用を蒙りたる跡あるもので、或は其一部分が分解して其の含有する化合物を失ひたるものか、又は鑛石が水中にて沈澱し生成せらるゝ

に際し、不十分に水分を含蓄せしものか、其の組成分は $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \frac{1}{2}(2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O})$ に近きものであつた、而して此等の甲乙二試料に於て其結晶化合水の發散する溫度や狀態を異にするは妙である、即ち水の放出し始むる溫度は何れも攝氏三百度附近であるが乙試料は既に三百五十度に於て殆んど完全に全部の水分を失ふに反して、甲なる試料結晶水を有することの少なき分にありては其水分の七割五分丈を攝氏三百五十度に熱した場合に出すに留まりて、残りの二割五分の水分は攝氏六百度に達したる後に始めて逸出することを認めた。

此等の事實は同一產地の沼鐵鑛にして、之を鎔鑛爐に裝入して製鐵するに際し其水分を失ふ時機に相違があることを示すので、從て其の爲めに爐の上部が冷却せらるゝ其位置に差を生ずることになるから、爐内の熱の分配狀態を考ふる時に大に意を用ゐねばならぬことで、操業上の參考になることゝ思考する。

右と同一なる實驗をワツカサツプ沼鐵鑛に就きても試みた、同鑛石にて試験に附したものは其組成分は蛇田鑛の乙試料即ち標準褐鐵鑛に等しきものであつた、之を熱するに當りては既に攝氏二百度に於て其水分の一小部が放散し、進んで同三百度になると殆んど全部の水分を失ふたことは全く蛇田の乙鑛石に近きものであつた。

右の各種の鑛石を高熱に處した場合其の鐵分の酸化程度を調査した、元來是等の沼鐵鑛は其の含有する第一酸化鐵の割合僅に二％に過ぎざるものであるから、其の多少は第二酸化鐵に順次變ずるけれど殆んど問題にならない。

鑛石の有する孔の割合即ち有孔率 (Porosity) の多少は此鑛石を製鍊することに大關係を持つて居る、今之を鎔鑛爐に裝入したとせば一酸化炭素瓦斯の爲めに爐の上部にて豫め還元せらるゝことを操業上の理想として居る、之には鑛石其自身に相當の孔の存在してあつて瓦斯が容易に其内部に進

入し得る條件を必要とする、併し又他方にありては鑛石が餘りに孔だらけてあつて其耐壓強に乏しきものであると爐内にて自ら崩壊し粉末となるので、大に爐の操業を困難にするものであるから此の二つの性質即ち鑛石の有孔率と耐壓強を調査した。

北海道沼鐵鑛は虻田産とワツカタサツブ産共に其有孔率略ぼ同様であつて、三十五乃至四十%の値を示した、之を焙焼した場合に其値は著しく増した又耐壓強も二個所の鑛石に於て略ぼ同様であつて之を焼いた時は甚しく弱き者となる、即ち生鑛の時に一方糲の面積に就き五十珎の強さを有する者も、之を攝氏七百度に熱した場合に約其二分の一に減じ、尙攝氏千度に熱して冷却したものは四分の一となるのである、然るに今鑛石を熱して其儘試験する、即ち高溫度に於ける鑛石の強さは却て丈夫になりて千度になした場合に生鑛の四倍餘に増したことになつた、實際に製鐵爐に於て鑛石は熱せられた上に瓦斯の爲めに還元作用を蒙るものであるから、又其趣を異にするものである、之には兼二浦の鑛石に就きて取調べた結果がある。

我々其の取調べに據ると北海道沼鐵鑛は其質多孔性にして、其一定容積内に極めて少許の鐵分を有するのみである、爐内に於て還元作用を受けて熔融せらるゝに際し其の占有する容積は著しく減退するものである、之が爐の操業上に大困難を招くといふことを論じた、又別に右の鑛石を還元試験に附して其の容易に還元せらるゝを明にした。

朝鮮殷栗の褐鐵鑛は多年八幡製鐵所の大切な原料である、之に就きて取調べた所を見るに先づ其の含有する濕氣分である、之を北海道沼鐵鑛に比して其趣を異にする、殷栗鑛は其種類に依り其質の緻密さに色々あるので三種の代表鑛石を採つた其有孔率に於てAは六%、B及Cは三十%以上を有して居る、其濕氣分に至りては何れも僅少である、即ち攝氏百度に十分に乾燥して放出する水分は僅に一五%に過ぎないのである、之を彼の沼鐵鑛の七%以上あるものに比すると大なる相違である、

兩者に於て濕氣分は鑛石を分析する時の様に極微粉に磨り上げたものに就き定量した、是等の濕氣分の相違の依つて來る點は、如何に微粉にしても尙且其内部の構造狀態の異なる爲であると思はれる、他日研究して報告することにした。

殷栗鑛を高溫度に熱して冷したものは其有孔率大に増加する、即ち攝氏千度に焙焼したらAは三十一%、Cは五十三%の値を有した。

結晶水の量も乾燥試料に對して九乃至十一%に當つて居る、而して其の高熱に遇ひて發散する時期は各種の殷栗鑛石に於て略ぼ同様である、即ち攝氏二百度に至り少しく水分が出て始めて三百度に於て最大發散速度を有し其以上の溫度では逃れることが段々と弱くなる。

兼二浦褐鐵鑛に於ても其の含有する結晶水の量は、略ぼ殷栗鑛石と同様であつて其發散する時期も似て居る、即ち攝氏二百度にて少し逃れ始めて、三百五十度になると既に其大部分は出てしまひ夫れ以上の溫度になるに従ひ残りが少しづつ發散する、鑛石の有する有孔率は生鑛にありては平均四十五%、又攝氏八百五十度にて焙焼せしものに於て六十一%に達した。

兼二浦鑛石の耐壓強に關しては色々試験した、生鑛は其有孔率の四十六%のもの一平方糎に就き六十二疋、又同上の三十七%のもの八十二疋を有したことになる、平均すると元來の有孔程度の一五%減をずる毎に耐壓強十疋丈を増すことに當る、今之を焙焼すると著しく其値を減ずるもので平均三十疋になつた併し高溫度に熱した儘であると仲々丈夫であつて、攝氏八百五十度にありては百五疋の強さを有して居るものもあるが、平均八十五疋の値を示した殆んど生鑛と變らない、而して高熱に於て還元瓦斯の爲めに作用せられた時の性質を知る爲に、市中にて得らるゝ石炭瓦斯にて攝氏七百五十度にて一時間鑛石を保持した所が、非常に其鑛石の強さが減じて甚だ脆弱のものとなり僅に二十疋になつて結局生鑛の夫の四分の一になつた、其際に瓦斯の爲に奪取せられた元鑛石中の酸

素の量は十三%であつて金屬鐵は僅に一%餘に過ぎぬものであつた、之は大變に實地の操業上大切な現象である、實驗數が少ないから具體的に結論は出來ぬことと思ふが、兎に角今迄人々の想像して居た様に是等の褐鐵鑛は塊の儘にて爐の中腹以下に降下するものではなく爐の可なり上の方に既に瓦斯の爲に作用せられ甚しく脆弱の者と變じ粉末に成りて居り、從て何等上部に堆積せる裝入物を支ゆる能力のなきものであることは信すべき事實と考へる、之は容易ならぬことであつて何とか之が救濟策を考へて、褐鐵鑛の如き還元するに對しては都合の良い此鑛石を十分安全に製鍊し得る途を講ぜねばならぬ、而して其後の研究の結果に依れば尙爐の上部に於て生ずべき他の化學反應の爲めに鑛石は著しく脆くなる様である、是等が相重なりて褐鐵鑛は製鍊し難いものといふこととなるのである。

北海道沼鐵鑛と朝鮮褐鐵鑛と其の有する強力を比較すると、大略同様なる有孔率を有するもの即ち鑛石中の實質の占有する部分が略ぼ同一なるに係らず、生鑛石の場合に北海道産のものを一とすれば、兼二浦産のものは二に近き強さを有し、又殷栗産の鑛石は四の強さを有する、又焙焼した場合に各々其三分の一近くになつたことになる、斯く耐壓強の著しき相違のあるのは各鑛石の實質部の性質に夫々特徴なる相違があるものとしか思はれぬ、現に鑛石の有する眞比重を比較すると北海道では三・二、兼二浦産は三・五、殷栗産に至りては三・七に達して居る、是等は又鑛石中の鐵の含有量や又は珪酸分の多少にも關係すべきも、曩に一度述べた様に粉末にした鑛石に包含せらるゝ濕氣分の相違の由つて來る原因と其軌を等ふするものとも思はれる、後日の研究を要する。

左に以上述べた鑛石の諸性質を一表に纏める。

有孔率

一、北海道沼鐵鑛	一	珪酸%	鐵%	濕氣%	結晶水%	生	鑛石、千度焙燒鑛
	四九—五七七						
	七						
	九—一三						
	三五—四〇						
	七〇—七二						

二、朝鮮般栗鐵鑛	六・七五五	一・四九一一三〇	五三
三、朝鮮兼二浦鑛	八・七五一	一一一一四五	六一(八百五十度)

耐壓強矩	耐壓強矩 八百五十度に於て	耐壓強矩 七百五十度に於て 十三%還元	眞比重
生鑛石	焙燒鑛		

一、五〇	一二一七(千度)	一	三・二	四・八	
二、二〇〇	一	一	三・七	四・七	
三、八〇	三〇(八百五十度)	八五	二一	三・五	四・六

終に臨みて附記し度きことは、是等の鑛石が夫々一個の塊となりて存在したる場合に還元瓦斯の爲めに如何に作用を受くるかの問題即ち其還元作用が鑛石の内部に進入する模様である、之は大に必要なことであつて報告第六には重に之のみを述べてあるが、尙色々實驗を重ねて居る次第であるから他日稿を更めて報告する。

曲肱軸の捻扭鍛造法並に其材質に及ぼす影響に就て

沖 信 治

目次

一 緒言
二 曲肱軸と使用材料の大きさ
三 鍛造法の概略
四 供試捻扭曲肱軸の形狀と其加工法