

# 鐵 と 鋼 第十二年 第二號

大正十五年二月二十五日發行

## 論 說

### 砂 鐵 研 究

(大正十四年十月十八日日本鐵鋼協會創立第十週年紀念大會講演)

長 谷 川 熊 彦

#### 砂鐵研究目次

- |                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| I. 緒 論                     | 2. 電氣精鍊の原理      |
| II. 本邦砂鐵鑛の産地、化學成分、産出状態及び磁性 | 3. 砂鐵精鍊電氣爐      |
| III. 砂鐵鑛の地質學的及鑛物學的推理       | 4. 精鍊實驗         |
| IV. 砂鐵鑛の組成                 | 5. 各種製品々質及生産費   |
| 1. チタン鐵鑛及チタン磁鐵鑛            | 6. 結 論          |
| 2. 顯微鏡組織、感磁性、化學成分及組成       | X. 砂鐵鎔鑛爐精鍊      |
| V. 砂鐵鑛採取汎論                 | 1. 砂鐵鎔鑛爐精鍊梗概    |
| 1. 採取方法一汎                  | 2. 砂鐵燒結鑛還元性研究   |
| 2. 磁化焙燒及選別                 | 3. 爐床故障に關する研究   |
| VI. 野牛研究場選鑛試驗              | 4. 砂鐵精鍊鑛滓の研究    |
| 1. 野牛研究場沿革                 | 5. 砂鐵鎔鑛爐精鍊要項    |
| 2. 陸軍當時の設備及改造計畫            | 6. 精鍊に供せる設備概要   |
| 3. 砂鐵採鑛及運搬                 | 7. 精鍊用各種原料      |
| 4. 選鑛及び其能率                 | 8. 精鍊研究操業一汎     |
| VII. 砂鐵粉鑛所理                | 9. 爐床故障及其清淨     |
| VIII. 砂鐵精鍊研究汎論             | 10. 本試驗に於ける作業能率 |
| IX. 砂鐵電氣精鍊                 | 11. 鎔鑛爐取開及爐底研究  |
| 1. 電氣精鍊研究の梗概               | 12. 製品並に生産費     |
|                            | 13. 結 論         |

#### 砂鐵研究附圖並附表

第 一 圖 大正十三年砂鐵鑛區散布圖  
第 一 表 著名なる砂鐵産地及産出狀況

第 二 表 著名なる砂鐵成分  
第 二 圖 砂鐵磁性類別裝置

第三表	砂鐵粒形及磁性
第三圖	洪積層砂鐵の例其の一、二、三
第四表	鹽基性及酸性砂鐵
第四圖	(顯微鏡高真 No.10)
第五圖	( " " 11)
第六圖	( " " 19)
第七圖	( " " 12)
第八圖	( " " 4)
第九圖	( " " 25)
第十圖	( " " 30)
第十一圖	( " " 14)
第十二圖	( " " 15)
第十三圖	( " " 22)
第五表	砂鐵磁性及化學成分組合の例
第六表	青森砂鐵第八號試料磁性と化學成分 並其組成類別 其の一、其の二
第十四圖	青森砂鐵磁性, 化學成分並其組成 類別曲線 其の一A. 其の二B. 其の三C.
第七表	磁選別によるチタン酸分離
第十五圖	陸軍當時の研究作業系統
第八表	野牛砂鐵研究場主要機械一覽表
第十六圖	磁選機
第十七圖	選鐵場機械配置圖
第十八圖	製鐵所野牛砂鐵研究工場配置圖
第十九圖	野牛砂鐵研究場砂鐵選別及給水排 水系統圖
第九表	各種鑛石探掘表
第二十圖	野牛砂鐵研究場選鐵系圖
第十表	選鐵機械說明
第十一表	上鑛選別成績
第十二表	中鑛 "
第十三表	下鑛 "
第二十一圖	電氣爐形狀及配線圖
第二十二圖	砂鐵精鍊電氣爐
第十四表	鑛滓及製品分析表

第十五表	フェロチタン精鍊實驗 其の一、其 の二
第十六表	白銑鐵精鍊實驗
第十七表	フェロチタン精鍊實驗
第十八表	第一回電氣精鍊製品分析表
第十九表	砂鐵電氣精鍊日誌 其の一、其の二、 其の三
第二十表	フェロチタン、精鍊日誌
第二十一表	砂鐵精鍊實驗成品分析表
第二十三圖	鑛型鑛石還元實驗爐及附屬裝置
第二十二表	各種鑛石比較還元度
第二十四圖	各種鑛石比較還元度曲線
第二十五圖	爐底固結物中 $Ti_{10}(CN)_2N_6$ 其の一
第二十六圖	" " " 其の二
第二十三表	配合鑛滓熔融實驗
第二十七圖	配合鑛滓熔融實驗 其の一
第二十八圖	" " 其の二
第二十四表	鑛鑛爐鑛滓 $TiO_2$ 配合試料熔融點實 驗
第二十九圖	同上曲線
第二十五表	製鐵所鑛鑛爐鑛滓平均化學成分
第三十圖	製鐵所鑛鑛爐鑛滓化學成分三角圖
第三十一圖	戸畑第四番鑛鑛爐縱斷面圖
第二十六表	精鍊用鑛石分析表
第二十七表	砂鐵燒結鑛裝入變更一覽表
第二十八表	砂鐵精鍊研究作業日誌炭萃表 一、二、三、四
第三十二圖	チタン酸裝入量並鑛滓及銑鐵中チタ ン含有量變化曲線
第三十三圖	砂鐵鑛鑛精鍊成績說明曲線圖
第三十四圖	戸畑第四番鑛鑛爐壁煉瓦浸蝕狀態圖
第三十五圖	戸畑第四番鑛鑛爐底固結物之圖
第二十九表	砂鐵研究生産銑鐵數量並に分析

## I. 緒 論

本研究報告は八幡製鐵所研究所に於て研究せられたる著者の研究報告の一部にして上司の許可を得て此處に發表し汎く有識諸賢の指導垂教を乞はんとするものなり。

本邦砂鐵研究は遠因を明治初年(1. 2. 3. 4. 5)に發し次で日清、日露、歐洲等の戰後毎に問題を新にし本邦鐵及鋼の自給自足軍機獨立或は軍需動員等の論ぜらるゝと同時に世間の議論に上れり。陸軍當局は本邦製鐵所が多量の海外鐵鑛を輸入しつゝあるを見て一朝有事に際し原料供給を危惧し砂鐵に期待

する事多しと聞けり。獨り國家有事の際に於ける砂鐵利用に留らず平時に於ても官民製鐵業者が之を有利に使用するは内地の資源を開發する上に肝要事と信ず。砂鐵精鍊は舊式方法による時は何等困難なきも燃料木炭騰貴、勞銀昂騰、小規模生産等の主原因により生産費著しく嵩み洋鐵の市場に出づるに至ては對抗し能ず。新式製鐵法は骸炭を燃料とし大規模に作業せらるが故に生産費を下ぐる見込明かなれども砂鐵を前以て塊狀に變ずること並に砂鐵中チタニウムが精鍊に及す障碍のため困難なり。

著者研究の起源は大正9年9月青森縣下北郡野牛臨時軍用鐵原料研究場視察に初まれり。該研究場は陸軍省に於て創設され當時若干の研究作業を行ひ同年末設備一切を製鐵所に移管されたり。當時の製鐵所長官白仁閣下並に技監服部閣下の命令指導の下に本研究を進むる事となれり。製鐵所は作業官廠にして直接製鐵作業の經營に腐心さるゝも事情の許し得る範圍に於て此種研究を施行し原料の安定を調査する必要あり。本研究の目的は砂鐵を近世式製鐵原料となすために必要なる砂鐵の品質、其採取、團鑛及燒結、精鍊等に関し科學的及び工業的事實を確むるにあり。而して研究結果を編纂して系統的として上司に報告し差支なき部分は一般の參考に資せんとす。

砂鐵研究に關しては諸先輩諸大家の研究頗る多し今已往進歩の概況を列擧すれば次の如し。

砂鐵粉鑛所理の問題は一般粉鑛所理と大同小異にして瑞典國グレンダール博士、伯林工科大学フランク教授<sup>(10)</sup>の如き大家を初め多數の論文及び事業會社の實例ありて多種の團鑛法、燒結法發表せられたり。明治42年北海道室蘭の北隣輪西に鎔鑛爐を建設せる製鐵會社は噴火灣産砂鐵を利用する事を主目的としシユマツハ式團鑛法により團鑛を製作する設備を完成せしも事業休止のため全然廢止されたり。岸一太博士<sup>(7)</sup>は砂鐵團鑛製作の研究をなし之に關する設備を前述臨時軍用鐵原料研究場に設置し70噸の各種團鑛を製作し岸式團鑛として公開せり。瑞典及び獨逸に於ても多種の團鑛法ありて多くは砂鐵所理に應用され得可し。電氣熱<sup>(9)</sup>を應用して自動的に團鑛製作を研究せるものありて之亦砂鐵所理として興味あり。著者も亦各種團鑛を製作し其一般性質及溫度との關係を追及せり。著者の調査研究によれば團鑛は加熱溫度高き場合には熔結して硬度大なるも生産費高價なり。故に遠隔地を運搬する場合の他は適當の硬度に留め生産費を低下するを利益と認む。團鑛法以外に回轉爐燒結法は、グリナワルト式燒結法、ドワイト、ロイド式燒結法等の新式方法は團鑛法に後れて進歩し現今新設工場に於て團鑛法を設置するは極めて稀なり、之れ生産費高價なるが故なり。砂鐵に有て團鑛法を行はざる可らざる理由は頗る薄弱にして著者は極力生産費を減ずる事を主眼とせんとす。本研究に於ては回轉爐燒結法により800噸の燒結鑛を作れり。砂鐵採取方法は貧鐵鑛機械選別にして古來本邦獨特の水洗方法の他に磁氣選別方法を應用するを以て最も有效とす。著者は砂鐵の感磁性を研究すると同時に前述研究場(移管後製鐵所野牛砂鐵鑛研究場と稱す)に於て小規模の選鑛を施行し良成績を納め500噸の精鑛を得たり。砂鐵に對し系統的機械選別を施行せるは本研究場を以て嚆矢とす。砂鐵を石炭と混合して鐵骸炭を製造する方法も亦粉鑛所理の方法にして本邦製鐵界の元勳故野呂博士は此鐵骸炭問題を主張され我製鐵所に於ても20年以前に並粉鐵鑛に對して實驗せり。ヘスケット氏は<sup>(21)</sup>ニユージーラシ

ド北島に於ける砂鐵に對し本法を應用せり。株式會社常盤商會が岩手縣九戸郡内砂鐵鑛區を買收統一され之が精鍊を企てらるゝや大正9年以來巨額の資金を投して研究されつゝ有り。大正13年には骸炭窯を作り實際に相當大量を製作せり。著者は本問題に關して重きを置かざりしと雖も製鐵所骸炭窯により25噸の砂鐵骸炭を製作し研究を遂げたり。

砂鐵の精鍊は一種の含チタン鐵鑛の精鍊と考へ得るものなり。チタン鐵鑛はスカンデナビア、獨逸、<sup>(31, 32, 33, 34)</sup> 奧太利、加奈太、合衆國等に多量埋藏され大鑛山を有るが故に度々之が精鍊の聲惹起せり。Rossi氏はチタン鐵鑛精鍊問題につき前世期末より引續き最も組織的研究を連續され鑛鑪精鍊に關して有益なる資料を残されたり。同氏の報告によればチタン鐵鑛の精鍊は燃料の消費多きも不可能に有らずと。前世紀末には己に英國 Norton に於て鑛鑪精鍊施行せられたるも燃料の消費多く不經濟となされたり。北米合衆國=ニューヨーク州北部 Adirondaack 山脈地方に於けるチタン鐵鑛利用の試験は米國各地に於て數回繰返されたるに多くは鑛鑪々底高まり作業困難に終れり。<sup>(37)</sup> Simmersbach氏は之等作業に對し總括的批評を下して曰く、

- 1) 鑛滓中の  $\text{TiO}_2$  2% 以内に有ては何等困難なし。此以上に有ては難溶解となり爐底に高チタン酸の堆積物を生ず。
- 2) 鑛滓中  $\text{MgO}$  を 6% とし最高 8% 以下となすこと。
- 3) 難溶解性鑛滓に對しては重土を含有する鑛石を装入すれば救済し得。

實際問題としては Simmersbach 氏の説明に満足する能はず更に米國鐵鋼協會は New York 州 Port Henry 製鐵所に於てチタン鐵鑛の鑛鑪精鍊試験を試みたり。本試験の結果は Bachman 氏及び Cone 氏<sup>(36)</sup>により報告され此種報告中有益なる資料なり。4ヶ月間に前後2回チタン鑛を装入し連續最長期作業2ヶ月にして装入鑛石中最大  $\text{TiO}_2$  量 3.7% 鑛滓中最大量 10%  $\text{TiO}_2$  に達せり。本作業中にも爐底の故障生し困難せしと雖ども兎に角作業を繼續せり。Rossi氏は電氣爐によりチタン鐵鑛を利用せんことを研究しチタン鐵合金製造に成效せり。加奈太政府鑛山局は電氣製鐵及び製鋼を研究調査しチタン鐵鑛を電氣爐により所理する事に關し多數の論文を公開せり。之等研究試験の跡を見るにチタン鐵鑛を製鐵原料となすことは絶對不可能にあらざるも多くの障害を伴ひ且つ又燃料の消費多く不經濟とされたり。従て之が利用は後廻しとされ先づ優良並鑛石を基として製鐵するを得策とされたり。然るに本邦砂鐵利用の重要なる點は海外諸國のチタン鐵鑛と比較す可らず。

加奈太 Quebec 州砂鐵、New Zealand 砂鐵、日本砂鐵を如何にして近世式製鐵原料となし得るかは世人の注目する所なり。1914—1920年の交歐州大戰に際し鐵の需用膨大するに至つて何れも之が利用に焦慮せり。加奈太<sup>(23)</sup>に於ては調査に留まれるも New Zealand に於ては Heskett 氏<sup>(24)</sup>により砂鐵骸炭法により精鍊を試みられたり。砂鐵の實地精鍊としては Heskett 氏の研究は特筆す可きものなれども爐小規模且つ諸設備不完なりしたためか甚しき困難を経験して中止せり。蓋し鐵骸炭單味精鍊は見込甚だ少きを思はしむ。

歐州大戰前後本邦内に於ける砂鐵精鍊に至ては藤田鑛業會社、久原鑛業會社、三菱製鐵會社其他數ヶ所の會社によつて調査研究されたるも何れも報告を公開せざるが故に内容を窺知するを得ず。前掲岸<sup>8</sup>一太博士は瓦斯製鐵法により砂鐵精鍊を行はんとされしも中絶せり。臺灣總督府研究所に於ては基隆附近産砂鐵を電氣爐により精鍊し鑄鐵を作らんとされたり。門多道別<sup>(21)</sup>氏の該研究に關する報告は多數の資料を公開せるものにて有益なる參考なり。前掲常盤商會鑛山部は大正9年舊式製鐵法なる角爐を設備せしも更に昨13年久慈湊に小鑄鑛爐を築造し昨秋精鍊試験を施行されたり。同研究結果の詳細は尙公開されざるため不明なるも佳良の成績を擧げ得たりと云ふ。

砂鐵精鍊に關する机上小實驗或は精鍊研究指導獎勵の意味にて東京大學俵、桂兩教授、京都大學齋藤教授、大河内理化學研究所長を始め多數の篤學諸賢の直接間接御指導並に有益なる多數論文を發表され斯道を裨益せられたるは特筆すべきなり。<sup>(12. 13. 18. 19. 20. 22)</sup>

著者の研究は之等前人大學の研究を基礎とし更に疑問とする諸點に對して大小諸實驗を繰返し、本邦及び海外の諸實例を調査して連續6ヶ年に及べり。著者の精鍊に關する研究は鑛滓の諸性質、チタニウムの鑄鑛爐内に於ける諸性質等の理論的方面、150噸鑄鑛爐に於ける精鍊、並に電氣爐製鍊等なり。研究により製作されたる製品次の如し。

含チタン銑鐵	1,737,750噸	電氣爐銑鐵	24,908噸
含チタン、クロム銑鐵	486,590噸	フェロチタン	2,526噸
製網用銑鐵	852,470噸		

由來本問題は關係する所多方面にして理論及び實地共に解決至難の點尠からず本報告中不備の點は尙研究を繼續す可き筈なれば讀者諸賢の叱正垂教を得て著者の蒙を啓かんとす。又萬一本報告中後人の參考となり國家を裨益する部分ありとせば著者の歡喜之に過ぐるものなし。

著者の研究に當つては白仁前製鐵所長官閣下、服部前技監閣下を初めとし中井現長官閣下、向井現技監閣下、宗像前研究所長閣下各位の御懇篤なる御指導は深謝に堪へざる所なり。又著者の研究を補佐されたる研究所員永川啓三氏、村上敏雄氏、其他關係職員職工諸氏、作業工場に有て大規模實驗に多大の努力を賜りたる平川良彦氏、一本木清三氏、藤田善三郎氏、其他關係職員職工諸氏の御好意御努力に對し深甚の謝意を表せんとす。

要するに本研究は著者の微力を補ふに製鐵所各方面の人材と設備とを最も有効に利用し現狀に達せるものなり。従て此種研究として最も經濟的なりしと信ず。

此處に報告卷頭に燕言を羅列して緒論とす。

## 文 獻

### 砂鐵鑛及び其精鍊に關する近年主要件

番 號	著 者	題 目	出 所
1.	小花冬吉	砂鐵試驗方法	日本鑛業會誌 第四輯
2.	勝瀬八郎治	伯耆國鐵鑛業	" 十五號

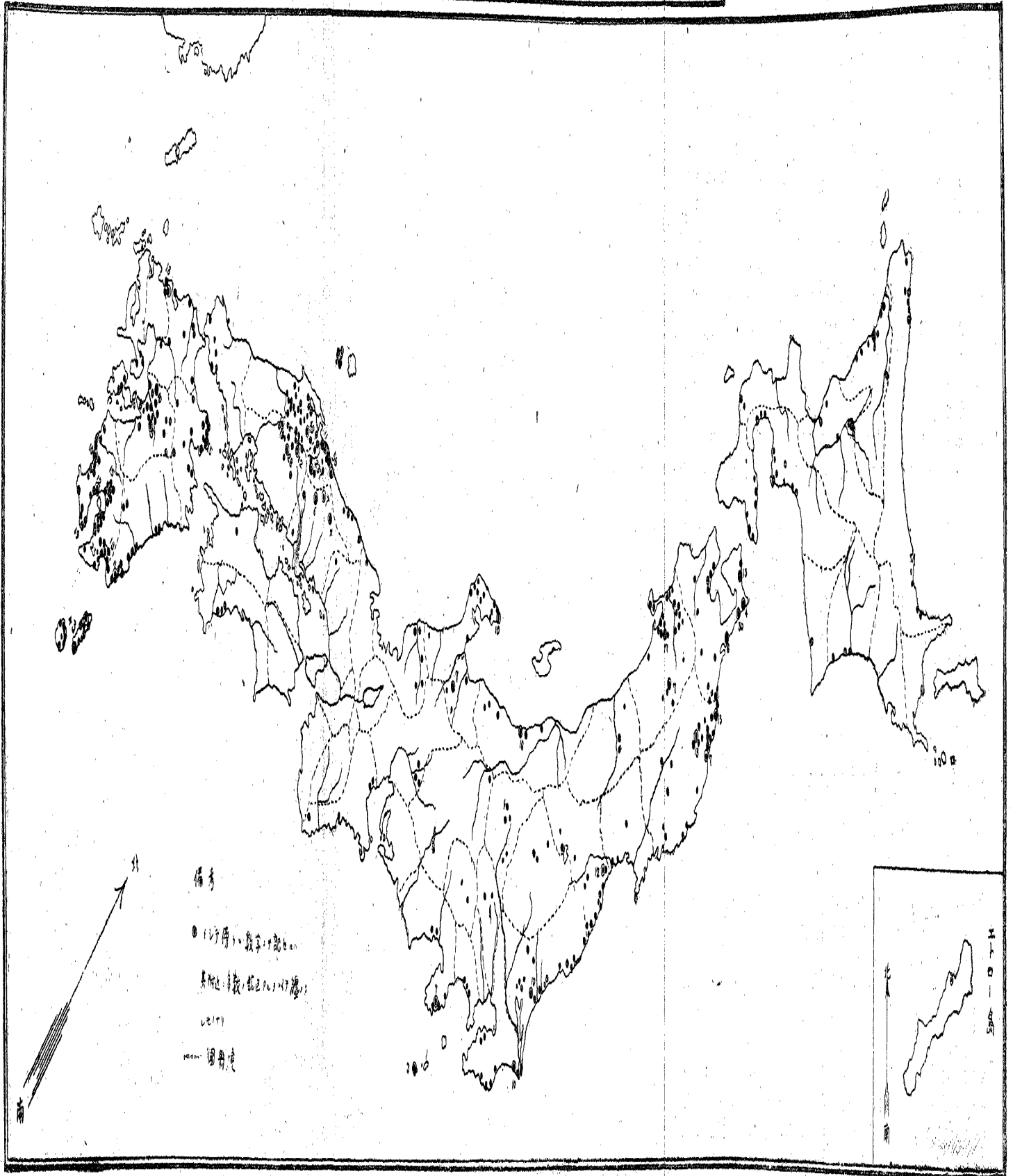
3.	〃	伯耆國福岡山鐵鑛所近況	日本鑛業會誌	四十五號
4.	武信謙治	砂鐵熔解 = 就テ	〃	百 號
5.	同上	中國砂鐵製鍊業一汎	〃	二百十四號
6.	山田賀一	中國 = 於ケル砂鐵精鍊	鐵	ト 鋼 四年四月
7.	岸 一 太	下北郡砂鐵精鍊研究		
8.	〃	砂鐵團鑛法研究	東北大學編金屬材料研究	
9.	山口、武部、大村	電流 = ヨリ鐵鑛ノ團鑛ヲ製造スル方法	理化學研究所彙報	三輯五號
10.	Franke	Handbuch der Brikett .		bereitung Bd II
11.		Brikettieren Von Eisenerzen		Stahl und Eisen. 1913
12.	岡田陽一	粉鐵鑛ノ處理 = 於テ	日本鑛業會誌	五年四月
13.	俵國一	砂鐵製鍊ノ困難ヲ述ベテ砂鐵研究者ノ進ム可キ途ヲ論ズ	工業雜誌	No. 692
14.	著 者	製鐵原料トシテノ砂鐵	鐵	ト 鋼 十年三月
15.	〃	鐵鑛鑛爐々底固結物研究	〃	十年九月
16.	〃	砂 鐵 研 究	九州鑛山學會	
17.	〃	歐米 = 於ケル貧鐵鑛所理ノ方法 = 就テ	九州鑛山學會	
18.	井梅上津克己藏	砂鐵 = 對スル磁力分離實驗	鐵	ト 鋼 十一年一、二月
19.	〃	砂鐵鑛ノ顯微鏡試驗	〃	十一年四月
20.	梅津七藏	砂鐵ノ研究 = 就テ	〃	十二年八月
21.	{門郡司四要藏}	砂鐵ノ電氣製鍊試驗	臺灣總督府中央研究所報告	
22.	岡村要藏	岩手縣九戸郡大野村砂鐵鑛地質調査報文	日本鑛業會誌	十三年十一月
23.	G. C. Mackenzie	Magnetic Iron Sands of Natashikwan Country of Saguenay province of Quebec. 1912.		
24.	J. A. Heskett	Utilizations of Titaniferrous Iron Sands. Iron and Steel Inst. 1920.		
25.	R. Durro	Über die Verhüttung Von titaneisensand. Stahl und Eisen. 1920.		

含チタン鐵鑛精鍊に關する最近主要文獻

26.	俵田中清治	海外 = 於ケル含チタン鐵鑛製鍊 = 對スル報告		
27.	田中幸雄	チタン鐵鑛ノ鑛鑛爐作業ノ二三ノ實例	鐵	ト 鋼 九年七月
28.	Ledebur		Handbuch der Eisen hüttenkunde	1906.
29.	Osann		Lehrbuch der Eisen hüttenkunde	1915.
30.	T. Turner		The Metallurgy of Iron	1918.
31.	Rossi	Smelting of Titaniferrous Ores,		Iron Age. 1836.
32.	Rossi	The Metallurgy of Titanium. Trans.		Amer. Inst. Min. Eng. 1903.
33.	〃	Titaniferrous Ores in the Blast furnace. Trans. Amer. Inst. Min. Eng.		1892-1893.
34.	〃	Titanium in Blast furnace.		Jour. Amer. Chem. Soc. 1890.
35.	Joseph T. Singewald	The Titaniferrous Iron Ores in The United States.		1913.
36.	Backman & Cone	Titanium Ores in Blast furnace.		Iron Age. 1914.
37.	Simmersbach	Die Verhüttung Titanaltiger Eisenerzen in Hochofen. Stahl und Eisen.		1914-1915.
38.	Anderson	The Metallurgy of Titanium.		Journal of the Frankline Inst. 1917.
39.	Robinson	Titanium.		Canada Dept. of Mines 1922.
40.	Goodwin	A Method of smelting Titaniferrous Iron Ores. Canada Dept. of Mine.		1921.
41.	Lyman	A Solution of the Titanium Problem.		Iron & Steel Canada. 1921.

# 圖布散區鑛鐵砂年三十正六

圖一第



II. 本邦砂鐵鑛の産地、化學成分、産出状態及磁性

砂鐵は本邦特有の鐵鑛にして其産出區域全國內に分布し其數量世界に冠たり。國內に於ける主要産地は北海道噴火灣沿岸、青森縣、岩手縣、秋田縣、茨城縣、鳥取縣、島根縣、廣島縣、大分縣、宮崎縣、鹿兒島縣等なれども尙全國到る處の海濱、河川等に自然に集積産出せり。此産出地方の概況は農商務省鑛山局の發表せる砂鐵鑛區により知らる。

鑛務署別	大正9年	11年	13年	鑛務署別	大正9年	11年	13年
福 岡	198	236	265	仙 臺	167	260	357
大 阪	687	769	751	札 幌	46	49	71
東 京	53	74	112	合 計	1156	1388	1556

之等鑛區の分布は第1回大正13年砂鐵鑛區散布圖に示せるが如し。之等産地は古來著名なる鐵の産地にして刀劍、武器、農具等を製造し有名なり。本邦の製鐵は太古以來之等砂鐵鑛により長年月に互り營まれたるが故に利用されたる砂鐵の量は莫大なる數量に上る可しと雖も尙今日に於て埋藏さるゝ之等砂鐵鑛量は數億噸の大量に上ると稱せらる。不幸にして近世式經濟的製鐵法盛大なるに及び砂鐵製鍊は不經濟なるが故に次第に淘汰され終に跡を絶んとする現状にあり。此悲境の結果砂鐵の埋藏鑛量等精査さるゝもの少く精確なる數字を缺ぐを遺憾とするも如何に少く見積るも一億數千萬噸に上ることは明かにして本邦としては重要なる製鐵原料なり。

著者の砂鐵研究の第一歩は本邦砂鐵の一般品質は如何なるかを知り其利用方針を立てんとするにあり。先づ本邦各産地にて著名なる鑛區權者に宛てゝ次の各項につき調査書を發し回答を求めたり。

砂鐵産出狀況、砂鐵分布狀況、已往採掘、製鐵作業、研究試料寄贈

砂鐵試料の寄贈を受けたるもの 29 名試料數 82 個夫々有益なる説明を附せられたるが故に第1表著名なる砂鐵産地及産出狀況 に於て概括的説明を下せり。試料寄贈並に必要事項の回答を寄せられし特志家の好意に對しては此處に深く謝意を表す。勿論本表掲載せる産地は全國各地を代表網羅せるものに非らざるが故に爾後有志の援助を得て逐次補足せんとす。次に著者の直接採集せる試料を合し 107 個の砂鐵試料を準備し調査研究せり。之等蒐集試料の化學成は第2表に示せるが如し。但し本表分析中著者の蒐集及び採取せる試料 73 個以外に信を置くに足る可き分析 30 個を加へ合計 103 個の成分を示せり。之れにより本邦砂鐵の一般品質を判定する材料に供し得可し。

第一表 著名なる砂鐵産地及産出狀況

番號	産地名	區 域	集 積 状 況	採 取 状 況	備 考
1	北海道噴火灣地方	膽振國山越郡八雲村、渡島國森砂原村、鹿部村、尻岸村、戸井村、石崎村等一帯	海岸浪打際より30間隔して带状となり集積し砂丘又は砂濱となれり	日本製鋼會社輪西製鐵所にて製鐵原料とし試験的に若干採取現在中止	推定鑛量 418.903噸 (日本製鋼會社)



2	青森縣下北郡地内	郡内東通村一圓、大畑村、風向浦村一帶海岸及丘陵	海岸浪打際に集るもの畑地に堆積し又は砂丘をなせるもの高臺地に層状をなして連続せるもの等より成り層厚5尺乃至8尺に及び濱砂鐵を除き何れも赤鐵及び褐鐵鐵を混じ變質せり、品位甚だ悪し	郡内野牛には陸軍々用鐵原料研究場設置され次て製鐵所に移され砂鐵鐵研究所となり選別研究團鐵研究と共に試料を採取せり、陸軍當時積鐵70 噸製鐵所積鐵430 噸粗鐵採掘量は約 3,000 噸に及ぶ	東通村 推定鐵量 8,497,000 噸 (鐵務署)
3	岩手縣九戸郡久慈地方	九戸郡東一帶にして北は種市嶽より南は安家川流域に及び延長約 36 基米幅員概ね 6 基米と稱せらる、尙尙北方青森縣三戸郡南方岩手縣下閉伊郡に亘れり	海拔 200 米乃至 300 米の高原性臺地に整然たる層状堆積をなせり、赤鐵及び褐鐵鐵を混じ變質せること青森縣下北郡砂鐵に同じ	常盤商會により先年來試験的に採取製鍊す又古來より之を原料として鐵器を製したるは著名の事なり	大野金間部間 22 平方基米突區域内推定鐵量 1 億數千萬噸餘農商務省技師 (岡村要藏氏)
4	岩手縣氣仙上閉伊郡地方	陸前、陸中の國境山脈間の高原性臺地及び本國境山脈に發する河川の河口及び海岸一帶現在鐵區 760 萬坪餘	高臺地は立上土砂中に河口及海濱は砂丘又は汀の土砂中に層状となり集積す	最近歐洲大戰に際し東北砂鐵株式會社により若干採取製鍊せらる	
5	秋田縣仙北郡田澤村玉川筋	玉川筋一帶及び附近原野	川岸土砂中に混じ層状をなせり、又山砂鐵は原野の土砂中に在り	東北興業會社により若干採取せられたり	
6	秋田縣山本郡地内	八郎瀧の沿岸即ち國道及鐵道線路に沿ひたる小丘一帶	表土以下 3、4 尺より 5、60 尺の深所に於て 2、3 寸より 5、6 寸の厚さか以て縞形状層に集積せり	往古鋼の製造原料として採取せり	
7	宮城縣加美郡地内	鳴瀨川上流色麻村附近 3 里餘の川筋一帶殊に河川の屈曲部附近に多く集積す	川岸の砂原に砂礫と混在す	明治十四、五年頃小島惣内氏により五年間採取製鍊せられたりと云ふ (工藤喜代治説)	
8	新瀉縣刈羽郡地内	郡内高濱町大字椎谷を中心として南は大浜に北は石地町に到る海岸一帶	濱砂中に混在す	採取したる記録なし	
9	石川縣珠洲郡地内	能登半島の尖端珠洲郡南海岸飯田町附近海岸一帶	海波の關係より冬より夏に亘り海濱砂中に集積す	採取記録なし	
10	鳥取郡日野郡地内	鳥根縣仁田郡と相隣接し郡内到處に埋没す殊に白野川流域及び其上流海拔 7-800 米突に位する中國齋脊山脈間の高原地一帶に散在せり	高原地方は山林原野の土砂中に又は河川に産するものは多くは川岸の砂礫中に時として附近田畑の盤上に見出さるゝことあり、前者は品位劣れるも後者は大抵良好質なり	往古より製鐵原料として本邦獨特の小規模法にて至る所に採取製鍊せらる	
11	鳥取縣東伯郡、西伯郡地内	東伯郡地内は由良町を中心として海岸一帶西伯郡地内は弓ヶ濱半島東海岸和田村より境町に亘る海岸一帶	海岸砂中に在り	歐州戰亂中個人經營の製鐵原料として少量採取せらる	
12	鳥根縣仁多郡、飯石郡、能義郡地内	鳥取縣日野郡砂鐵と同じく分水嶺たる國境山脈附近一帶の高地に散布し又は源を發する斐伊川其他の河川の流域にあり	高原地方は小丘、原野の土砂中にあるも河川に流出集積せるものは稍層状に堆積し品位良好たり	往古以來各所に設けられたる個人經營の製鐵原料として採取せられ日野郡同様白銑及び特種銑を製造せり	
13	岡山縣阿哲郡地内	高梁川の上流鳥取縣日野郡と脊中合せの高原山野一帶	高原山野の土砂中に在り	前同様に往古より農家の副業として採取稼行したりしも今より 20 有余年前洋鐵輸入以來中止す	
14	廣島縣比婆郡、雙三郡地内	中國山脈の南部に位する高原地の山林原野一帶	山林原野の土砂中に在り	前同様に往古より製鐵原料とし賣鐵又は製鍊のため採取せらる	

15	福岡縣糸島郡地内	同郡西北海岸可也村、野北村、北崎村、今津村海岸一帯	海濱砂中に在り	記録なし
16	大分縣下毛郡、東國東郡地内	下毛郡は東濱大新田海岸より福岡縣下に亘り東國東郡は姫島を中心として集積す	海濱砂中に在り	昔時より壁土用として採取、大阪方面に輸出せられたり
17	熊本縣菊地郡、鹿本郡地内	菊地川筋一帯にて菊地鹿本西部に亘り殊に菊地刈上流山間部に多く産出す	川砂と共に川岸に推積す	本郡長府町に製煉所を設け一時製鐵原料として採取せり
18	熊本縣天草郡地内	本郡本渡町附近海岸一帯	濱砂中に散在す	往時細川家にて製鐵原料として採取せりと云ふ
19	鹿児島縣東海岸有明灣一帯及び種子、屋久島	縣内肝屬郡、嶺嶺郡の有明灣に面する一帯殊に肝屬川、安樂川、斐田川の沿岸河口及び種子、屋久島海岸一帯	一般河口附近には2、3寸より2尺の層狀堆積もあれども時として丈餘の砂鐵丘を形成せりと云ふ種子、屋久等の島嶼の海岸に堆積するものは四季天候波浪の關係により時々其の集積箇所及び量を異にすと云へり	大正6年10月合資會社種子島製煉所の設置により本縣下の砂鐵は若干採取製煉せられしと雖も大正9年5月以來中止せり
20	鹿児島縣鹿兒島灣沿岸地帯	本縣下始良郡、肝屬郡、日置郡、揖宿郡に跨り鹿兒島灣に面せる海濱砂地内及び河川流域	海岸土砂中又は海岸小丘中に在り	株式會社羽室鑄鋼所の手により水洗後磁力選鑛を施し若干採取せられしことあり
21	鹿児島縣西海岸地方	日置郡、薩摩郡の西郡界附近一帯の海岸	海濱砂中にあり風浪の關係により尺餘の鑛層に及ぶことありと云ふ	記録なし

第二表を通覽するに含有全鐵分60%に近きもの及び30%前後の如き低品位と甚しき差あり之れ前者は若干の選別を施され後者は原産出の儘なるが故なり。第一酸化鐵分の多きは  $TiO_2$  の含有さるゝが故なり(後章説明)。滿俺及び燐の含有は不同あるも硫黄含量は甚しく少し。 $TiO_2$  の含量も亦不同あれども必ず若干量を含有し砂鐵の特長を示せり。秋田縣仙北郡田澤村玉川筋砂鐵はバナヂニウムを含有せること明白なり、其他にも含バナヂニウム砂鐵の存在は想像され得るも明かならず。モリブデンム、ジルコニウム等は未だ發見し能はず。 $TiO_2$  に就ても福岡縣遠賀郡若松蘆屋間海岸に於ける砂鐵の如きは特殊品にして  $TiO_2$  20%以上あり。

之等蒐集試料に對し篩分析を行ひ其粒形を調査し又簡易電磁石を應用して感磁性を測定し品質性状を吟味せり。篩分析には Multi-metal Co. 製標準篩及 Ro-taps 式篩分析機を使用せり。磁性を決定するには第二圖に示せるが如き磁選別装置を用ひたり。圖中説明を下せば次の如し。

使用電流は220 Volt. 1~6 amp とし電磁石の下面と F 硝子板との距離は 0~20 耗に變更せり。今或電流 I を通じ E なる solenoid 内に磁力線を生ぜしむる時はポールの附近に磁場を生ず。砂鐵粒が磁場に置かれたる場合には其感磁性によりポールに吸引せらるゝ。此吸引傾向は磁場の強さ及び砂鐵の品質により差あり。磁場の強さは

$$\text{Flux density} = \frac{\phi}{4\pi r^2} \quad \phi = \text{Total magnetic Flux} \quad r = \text{ポールより砂鐵迄の距離}$$

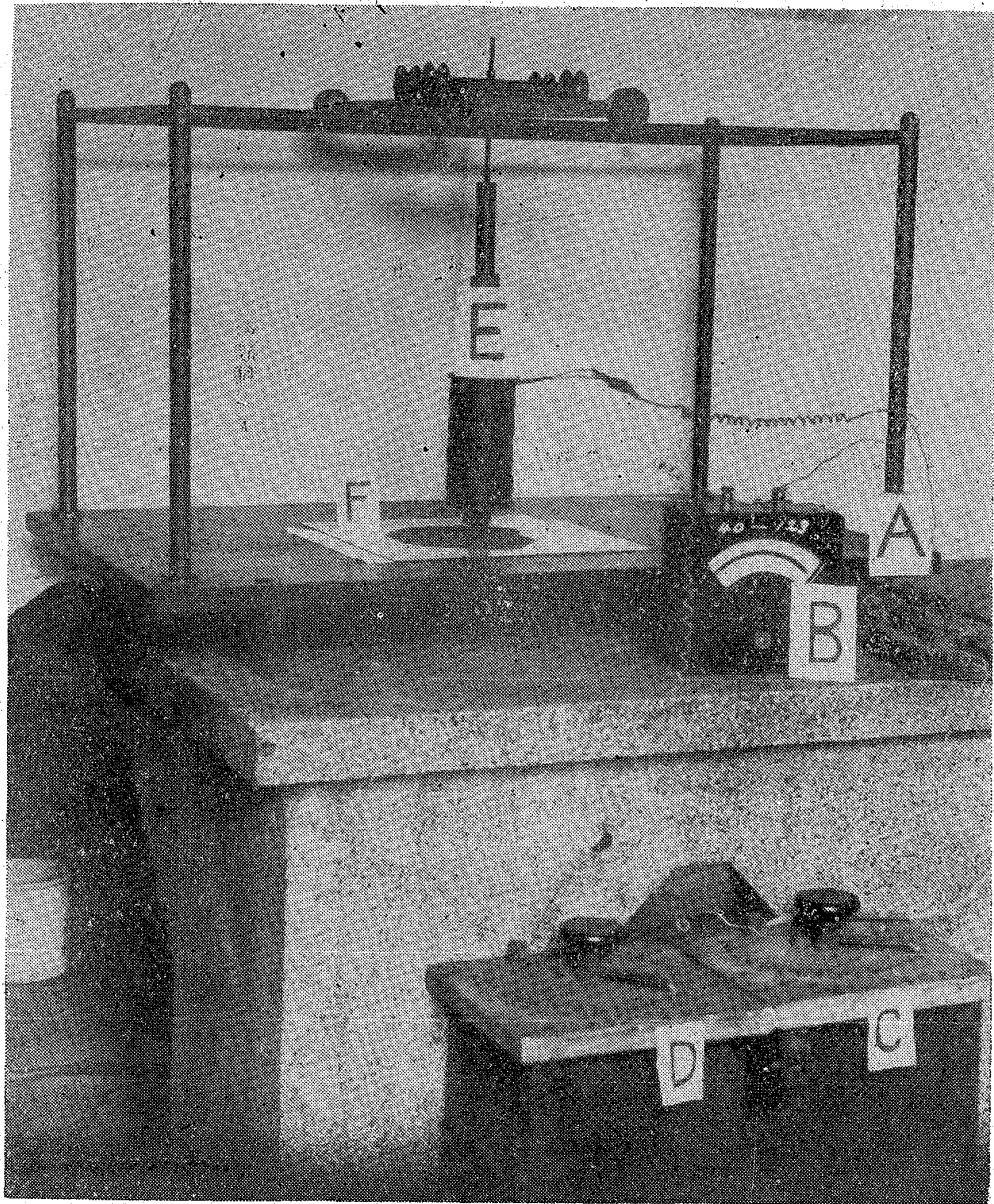
而して此  $\phi$  の値は捲數一定せる時は I により變化するものなるが故に著者の磁選別に於ては電流及び距離を變化せしめて砂鐵の感磁性を吸引量を以て類別せり。即ち

強磁性	距離20耗	電流 1~6	アンペア吸引	不磁性	0	4~6	不着
弱磁性	5	1~6	" "				
特別弱磁性	0	4~6	" "				

砂鐵の粒形及び磁性を測定せる結果は第三表砂鐵粒形及磁性に示せるが如し。

一般に砂鐵の磁性は其粒形の大小により著しく差あり。粒形大なるものは比較的吸引度悪しく小

第二圖 砂鐵磁性類別裝置



A. 木製臺及眞鍮製棒 B. 電流計 C.D. 電氣抵抗器  
 E. 電磁石及其懸垂裝置被覆銅線を鐵心の周圍に捲きて作れる電磁石にして本實驗には900回捲となせり。懸垂裝置は滑車により棒上に垂下され前後左右共自由に移動され電磁石の下面とF硝子板との距離は適宜に変更することを得。  
 F. 硝子板及砂鐵

粒は之に反す之れ其單重の差によるものなり。従て前表に於て之を考慮す可きなり。然るに選別に當ては嚴密に粒形を一定ならしむる事は不可能なるが故に磁性は原鑛のまゝ測定せり。砂鐵中磁鐵鑛は最大感磁性を有し粒形の大小如何に關係せず容易に吸引せらる、赤鐵鑛、褐鐵鑛に至ては感磁性劣る。硅砂を混じ含鐵品位不良なる場合には同様磁性不良なり。チタニウムを含有する時は其量多き程感磁度を減ず、特に磁鐵鑛中に溶解せるチタニウム以外の場合に最も著し。

以上成績を通覽するに中國産砂鐵中には極端に不純物少く強磁性90%以上のもの多く而も鐵の含

有多くチタニウムの含有量少きものあるは注意す可き事實なり。今其一例を擧ぐれば次の如し。

産地	磁選別吸引量	磁性分		品質		
		T.Fe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub> /T.Fe
島根縣飯石郡田井村三谷	76.4	67.43	37.99	65.30	1.13	1.67
〃 仁多郡三澤村後谷	75.4	66.75	25.65	66.94	1.29	1.93
〃 大原郡日登村斐伊川	86.43	69.06	26.56	60.77	0.80	1.16
福岡縣絲島郡北崎村海岸	95.80	68.22	30.31	63.84	0.83	1.07

此種砂鐵は最上品種にして燐、硫黃等の含有も亦少し。鹿兒島縣熊毛郡、大分縣下毛郡、新瀉縣刈羽郡産等は多くは強磁性にして第一酸化鐵多くチタニウムの含有も亦少なからず。青森縣下北郡、岩手縣久慈地方の砂鐵は磁鐵粒の表面を多量の赤鐵鑛及び褐鐵鑛により被覆せらるゝが故に弱磁性あり。

第二表 著名なる砂鐵成分

試料番號	産地	TFe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	P.	S.	Cu	TiO <sub>2</sub>	C.W.	鐵百分中 TiO <sub>2</sub>
2	鹿兒島縣薩摩郡川内海岸波打際	56.34	34.50	42.21	4.14	3.12	2.04	3.30	1.15	0.401	0.101	0.144	9.14	0.37	16.22
3	同 縣熊毛郡北種子村安城金嶺砂鐵區	33.16	25.01	19.55	26.80	6.04	4.75	9.60	1.54	0.172	0.111	0.120	6.04	0.34	18.24
4	同 縣同郡上屋久村宮ノ浦砂鐵區	54.22	36.59	36.68	4.50	3.96	1.78	4.12	1.19	0.191	0.092	0.120	10.78	0.33	19.88
5	同 縣同郡北種子村能野ノ濱	57.39	39.37	38.31	2.54	1.39	0.89	2.87	1.15	0.086	0.034	0.168	14.01	0.31	24.41
6	岡山縣阿哲郡千尾村井原山岳ノ土砂中	55.10	25.94	45.95	4.84	2.75	0.80	1.38	1.48	0.057	0.072	0.168	11.78	1.76	21.38
7	鳥根縣飯石郡吉田村栗原鐵區	58.28	19.45	61.70	3.42	2.39	1.33	1.11	1.08	0.059	0.059	0.168	8.49	1.11	14.57
8	同 上 非手下鐵區	57.43	26.31	52.88	4.16	2.96	1.26	2.20	1.37	0.032	0.132	0.066	8.77	0.90	15.26
9	同 上 管野鐵區	57.78	22.19	57.96	6.50	4.48	1.08	1.13	1.37	0.050	trace	0.091	5.95	1.21	10.30
10	同 縣同郡田井村三谷鐵區	65.49	26.99	63.63	3.06	3.02	0.89	0.98	0.93	0.150	0.055	0.091	1.29	0.71	1.97
11	同 縣仁多郡三澤村峠鐵區	55.83	23.79	53.39	9.10	4.82	2.79	2.63	1.16	0.059	0.071	0.049	2.89	0.83	5.18
12	同 上 楮ヶ谷鐵區	57.03	23.10	55.93	7.60	4.64	1.87	2.32	1.03	0.027	0.137	0.149	2.89	1.31	5.07
13	同 上 後谷鐵區	60.95	26.37	57.84	6.58	3.53	0.62	0.81	1.43	0.051	0.062	0.026	4.98	0.78	8.17
14	同 縣飯石郡龜嵩村山似後鐵區	56.61	24.75	53.47	13.96	3.32	0.74	0.88	0.37	0.047	0.052	trace	0.81	0.95	1.45
15	同 縣大原郡日登村斐伊川鐵區	64.61	28.45	61.04	4.63	6.18	0.89	0.95	0.47	0.108	0.007	0.039	2.89	0.55	4.49
16	新瀨縣刈羽郡石地町海岸浪打際	55.10	27.76	47.91	4.07	4.26	0.97	3.14	0.42	0.070	0.028	0.026	12.99	0.35	23.39
17	鳥根縣仁多郡島上村竹崎字細谷	61.85	23.13	62.72	5.66	3.60	0.89	1.04	0.81	0.161	0.032	0.039	4.42	0.76	7.15
18	同 縣同郡島上村大字大呂字龍駒外二字	54.11	20.21	52.69	6.38	3.26	0.71	0.65	2.72	0.065	0.055	0.039	0.06	0.99	18.59
19	同 縣同郡同村大字竹崎龜石東山下ノ毛	63.19	23.59	64.13	5.40	1.01	0.80	0.83	0.48	0.075	0.085	trace	2.17	0.91	3.49
20	同 縣同郡字斐伊川筋ヨリ大字横田中村 境ニ至ル川筋	63.72	28.60	61.54	6.18	1.20	0.80	0.77	0.41	0.112	0.142	0.026	1.13	0.69	1.77
21	大分縣下毛郡大桶村東濱部大新田一帯海岸	54.11	32.85	40.86	3.46	2.60	0.71	2.75	0.82	0.155	0.070	0.026	17.38	0.52	32.30
22	鳥取縣東伯郡由良町北盤海岸	57.13	30.07	48.26	6.02	3.20	0.93	3.11	0.11	0.089	0.089	0.039	6.70	0.32	11.73
23	廣島縣比婆郡小奴可村地内	60.42	22.56	61.31	5.42	1.60	1.59	1.56	1.01	0.169	0.159	0.059	5.79	1.03	9.58
24	鹿兒島縣輝宿郡山川村大字岡兒ヶ 水子赤水長崎	58.83	38.75	41.04	2.16	2.60	2.21	2.91	1.14	0.460	0.122	0.111	9.9	0.30	15.77
25	同 縣熊毛郡中種子村長濱	57.59	36.47	41.81	1.12	0.93	2.13	3.04	2.34	0.122	0.068	0.133	15.41	0.24	21.77
26	同 上	58.83	38.52	41.39	1.10	0.94	0.89	3.37	1.41	0.131	0.074	0.067	14.08	0.15	23.92
27	福岡縣絲島郡北崎村地内海岸砂中	68.22	30.31	63.81	2.36	1.02	1.59	0.79	0.50	0.159	0.076	0.067	0.83	0.36	1.22

28	島根縣能義郡布部村大字布部	50,66	18,01	51,71	10,44	1,94	0,97	0,77	3,69	0,131	0,042	0,067	9,11	0,81	7,98
29	同上 川筋	59,36	25,53	56,49	8,66	0,82	1,24	0,81	2,08	0,075	0,030	0,113	3,31	0,66	5,58
30	同 縣同郡比田村大字東比田字海田	65,98	30,09	60,89	3,60	0,86	1,24	0,89	1,07	0,103	0,109	0,005	1,16	0,37	1,79
31	同 縣仁多郡島上村大字山ノ奥	67,46	32,97	59,81	3,74	0,42	1,23	1,93	0,61	0,005	0,033	0,058	1,63	0,68	2,42
32	同 縣同 郡阿井村第一號真砂砂鐵	63,91	22,89	64,75	9,11	0,31	1,18	0,69	0,96	0,010	0,034	0,035	1,47	0,90	2,33
33	同 第二 同 同	32,47	20,11	66,98	8,08	0,40	0,99	0,78	1,02	trace	0,018	0,058	1,95	1,12	3,12
34	同 第三 同 赤目砂鐵	61,45	30,41	54,01	6,61	0,35	2,45	1,33	1,55	0,040	0,061	0,081	5,05	0,30	8,22
35		67,10	28,14	64,67	3,26	0,50	1,18	0,87	0,91	0,016	0,046	0,046	2,61	0,74	3,81
36	同 縣 同 郡地内真砂砂鐵	56,88	26,28	52,19	3,36	1,48	1,16	1,96	1,07	0,017	trace	0,046	10,10	2,45	17,76
37	青 森 縣 下 北 郡 地 内	57,59	21,88	58,02	7,70	1,32	1,49	0,85	1,07	0,052	0,061	0,046	6,23	1,14	10,82
38	廣 島 縣 比 婆 郡 小 奴 可 村 大 字 小 奴 可	52,27	12,99	60,29	12,48	2,06	1,41	0,98	1,89	0,042	trace	0,057	5,37	1,91	10,27
39	島 根 縣 仁 多 郡 八 川 村 大 字 八 川 鳥 越 鐵 區	53,39	23,02	58,48	8,00	1,48	2,74	0,88	0,76	0,169	0,026	0,069	3,22	1,01	5,52
40	同 縣 同 郡 同 村 臥 床 尻 官 谷 鐵 區	63,97	29,86	58,28	4,20	2,64	1,91	1,31	0,51	0,047	0,037	0,046	1,63	0,38	2,55
41	同 縣 同 郡 島 上 村 大 字 大 呂 山 奥 ネ ン ノ キ 鐵 區	52,08	25,07	46,50	5,02	3,68	1,34	1,27	1,07	0,030	0,046	0,030	12,67	1,63	24,33
42	廣 島 縣 比 婆 郡 八 鐸 村 大 字 油 木 上 石 原 間 府 鐵 區	40,38	22,71	32,49	16,40	7,00	2,04	6,03	0,94	0,060	0,052	0,040	8,70	0,93	21,55
43	宮 城 縣 加 美 郡 色 麻 村 大 字 四 釜 荒 川	51,58	11,21	55,73	5,36	5,84	1,09	0,93	1,27	0,260	0,019	0,020	11,91	1,95	23,09
44	廣 島 縣 双 三 郡 作 木 村 地 内	55,24	21,29	55,32	6,36	5,03	2,69	1,96	0,43	0,110	0,055	0,050	4,27	1,57	7,73
45	不 詳	55,24	23,39	52,98	7,48	3,38	2,69	2,43	0,64	0,070	0,093	0,045	4,53	1,26	8,29
46	不 詳	59,96	26,54	56,23	8,66	3,26	0,50	0,68	0,76	0,090	0,066	0,035	1,98	1,12	3,30
47	不 詳	58,91	26,09	55,23	7,54	3,64	0,42	0,68	1,13	0,065	0,036	0,030	3,36	1,21	5,70
特 1	岩 手 縣 九 戸 郡 大 野 村 字 水 澤 金 間 郡 大 霧 頭	23,83	7,89	32,51	37,82	6,94	0,93	2,27	1,22	0,043	0,049	0,025	5,42	5,90	18,80
2	同 縣 同 郡 金 ヶ 澤 砂 鐵	48,78	16,51	51,34	12,74	3,92	0,93	1,56	0,93	0,029	0,043	0,044	7,64	5,67	15,68
3	常 磐 商 會 鐵 業 所 同 縣 同 郡 長 内 村 大 字 小 久 慈 (第 五 番 坑)	51,78	27,28	44,83	4,16	3,48	0,74	1,46	0,93	0,062	0,032	0,019	15,93	6,74	30,86
4	同 縣 同 郡 大 野 村 字 水 澤 袖 山	38,74	9,57	44,74	20,32	6,52	0,93	1,30	1,60	0,024	0,024	0,025	8,48	6,92	21,92
5	常 磐 商 會 鐵 業 所 同 縣 同 郡 長 内 村 大 字 小 久 慈 (第 一 番 坑)	54,20	30,87	43,18	6,38	1,88	1,26	6,85	0,42	0,040	0,025	0,057	12,58	0,67	23,21
1	青 森 縣 下 北 郡 野 牛 百 尺 層 尻 岬 道 路 側	28,29	14,25	24,61	39,92	5,52	—	8,74	1,58	0,110	0,008	0,048	4,72	1,68	16,68
2	同 縣 同 郡 百 尺 層 海 岸 面	29,31	15,39	24,81	32,42	5,96	—	9,40	1,45	0,104	0,043	0,023	4,60	1,94	15,69
3	同 岩 屋 附 近 道 路 上	36,08	20,38	28,94	22,32	7,62	—	7,73	1,51	0,160	0,009	0,034	6,82	2,32	18,90

同	岩屋附近海岸砂中	45.09	29.20	33.16	13.18	3.08	—	6.81	1.28	0.068	0.004	0.069	9.92	0.28	21.62
5	同 富貴利露頭	28.34	6.56	33.23	31.72	8.84	—	4.82	1.31	0.098	0.102	0.048	4.06	5.94	14.33
6	同 工場上裏山	34.67	12.45	35.66	12.90	7.66	—	6.81	1.28	0.078	0.102	0.058	6.78	3.77	19.56
7	同 釜	57.07	31.24	46.88	3.60	4.16	—	2.06	6.91	0.071	0.008	0.069	16.54	0.55	28.98
8	同 大畑二枚橋下	54.20	31.11	42.92	5.42	1.56	1.07	4.16	0.63	0.019	0.086	0.038	1.144	0.36	21.11
9	野牛砂鐵研究場比重選別精鐵 (陸軍當時ノ製品) 十噸平均試料	55.06	31.24	43.92	4.80	1.56	0.35	—	0.67	0.023	0.005	0.074	13.55	0.73	24.61
10	同 研究場上赤色砂鐵	35.02	10.81	38.07	23.76	9.28	1.14	—	1.07	0.035	0.089	0.011	6.90	4.35	19.70
11	同 研究場沈澱池沈澱鐵 俗稱ヘド 口(陸軍當時製品)	28.51	3.59	36.77	26.46	10.94	3.16	—	1.19	0.074	0.030	0.044	3.44	9.38	12.07
	青森縣下北郡野牛大畑二枚橋シエ モン澤露頭(上)	40.84	22.83	33.03	21.84	3.23	—	—	—	0.013	0.010	—	6.25	—	15.25
同	同 大畑釜ノ澤砂鐵	39.05	18.66	35.10	21.60	5.26	—	—	—	0.075	0.031	—	6.49	—	16.62
同	同 下風呂砂鐵上鐵	53.15	25.24	49.37	6.83	3.07	—	—	—	0.036	0.006	—	10.62	—	20.00
同	同 廉橋蒲ノ澤間砂鐵	47.76	4.83	61.49	9.50	3.00	—	—	—	0.107	0.054	—	2.39	—	5.02
同	同 蛇 浦 砂 鐵	42.24	15.74	42.89	12.68	5.34	—	—	—	0.054	0.004	—	7.15	—	16.90
同	同 大 間 同 鐵	48.27	21.35	45.29	6.34	7.40	—	—	—	0.018	0.006	—	8.83	—	18.32
同	同 易 國 間 砂 鐵	48.27	25.44	40.74	7.98	6.62	—	—	—	0.016	0.006	—	7.99	—	16.55
同	同 大 畑 二 枚 橋 露 頭	50.11	22.42	46.73	6.00	2.95	—	—	—	0.009	0.036	—	7.50	—	15.57
同	同 大 谷 川 斷 崖 露 頭	31.00	25.01	16.53	33.50	7.48	—	—	—	0.109	0.143	—	3.29	—	10.59
同	同 蛇 浦 砂 鐵	49.94	30.62	37.38	7.22	3.85	—	—	—	0.091	0.044	—	7.71	—	13.87
同	同 易 國 間 杉ノ尻澤	57.88	22.42	29.24	22.50	4.90	—	—	—	0.091	0.049	—	6.11	—	16.08
同	同 桑 畑 間 谷 川 露 頭														
同	同 石 窓														

追 加 製鐵所及製鐵所以外に於て己に發表せる砂鐵分析にて信用さるべきもの

産 地	T.Fe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	P	S	Cu	TiO <sub>2</sub>	C.W.	鐵百分中 TiO <sub>2</sub>	備 考
北海道 噴火灣産	55.68	—	—	9.66	2.00	1.65	4.21	1.49	0.369	0.022	0.15	9.36	—	16.81	製鐵所分析
鹿 兒 島 縣 砂 鐵	59.19	33.50	47.39	1.04	3.72	1.07	2.74	0.77	0.012	0.016	0.057	5.94	—	10.04	〃
臺灣 淡水、基隆間海岸産	56.13	19.63	58.45	6.18	1.32	1.14	3.51	1.50	0.108	0.181	0.036	7.02	0.625	12.51	〃
北海道 渡島國 龜田郡 尻内村	43.13	21.45	37.84	21.22	4.72	1.73	7.02	0.80	0.030	0.021	0.010	5.56	—	12.89	室蘭工業所分析
同 茅 部 郡 砂 原	5.414	28.68	45.51	7.92	2.91	1.82	2.63	0.89	0.051	0.021	0.005	9.77	—	18.05	〃
同 隆 振 國 山 越	51.36	27.11	43.30	10.86	2.08	1.93	5.70	0.84	0.206	0.048	〃	8.17	—	15.91	〃

岩手縣九戸郡大野村袖山、中部層	43,18	—	1,722	—	—	5.48	trace	0.10	—	5.86	13.57	地質調査所分析
同 梅ノ木澤、中部層	47,58	—	17,10	—	—	1.15	ナシ	ナシ	—	8.03	16.88	〃
同 金間部後、最下層	40,06	—	22,04	—	—	1.86	0.02	ナシ	—	5.96	14.88	〃
同 帶島樋、B層	22,55	—	42,04	—	—	1.05	trace	0.03	—	2.41	10.69	〃
同 シノアヲト澤、上部層	21,87	—	48,54	—	—	1.01	0.02	0.57	—	1.68	7.68	〃
同 袖山、上部層	33,33	—	24,76	—	—	1.18	0.11	trace	—	4.93	12.86	〃
同 中部B層	27,93	—	38,78	—	—	2.58	ナシ	ナシ	—	5.10	18.26	〃
同 蒲ノ口、B層	29,31	—	39,91	—	—	1.10	trace	ナシ	—	5.00	17.06	〃
噴火灣砂鐵、膽振國山越部八雲村	—	27,11	43,30	10,86	2,08	0.84	0.472	0.048	0.006	8.17	—	日本製鋼所分析
同 同 龜田郡尻岸内村	—	21,45	37,83	2,22	4.72	0.80	0.069	0.021	0.013	5.56	—	〃
秋田縣仙北郡田澤村玉川筋	47,60	—	10,27	10,03	0.82	0.74	0.74	—	—	10.10	—	海軍省造兵廠分析
青森縣下北郡、入口	30,78	—	34,51	—	—	0.50	0.026	7,022	—	4.21	13.55	東京鑛務所分析
同 野牛	43,53	—	14,02	12,25	2,34	0.68	0.07	0,110	—	7.38	16,95	製 岸一太博士
同 同	36,72	—	26,73	—	—	—	0.10	0,140	—	5.78	16,73	〃
同 同	29,69	—	24,55	4,78	trace	1,45	—	0,006	0,131	4,92	16,50	東京砲兵工廠
同 同	25,41	—	41,13	—	—	—	0.05	trace	—	3.46	13,61	地質調査所
同 同	26,88	—	59,60	—	—	1.75	0.51	〃	—	5.66	21,06	〃
伯耆國礪波砂鐵(真砂)	53,03	—	6,21	4,55	0,29	0,20	1,13	0,038	—	5,40	9,30	倭國一博士
同 (同)	(0,38)	—	7,23	4,17	0,32	0,05	0,87	0,058	—	2,69	6,48	〃
出雲國仁多砂鐵(同)	59,90	31,00	51,20	8,90	0,70	0,06	0,40	2,59	0,048	0,004	8,61	福岡鑛山
同 (同)	59,80	32,00	50,00	9,40	0,60	0,17	0,07	0,32	0,014	0,003	8,89	〃
伯耆國日野同(真砂)	61,90	28,50	60,00	6,70	0,50	0,007	0,12	0,21	0,048	0,003	7,01	〃
同 (同)	57,80	37,00	41,99	10,10	1,33	0,60	0,40	0,83	0,007	0,004	10,89	〃
廣島縣落合同(赤目)	56,88	—	9,80	1,75	0,80	0,52	0,85	0,031	〃	5,82	10,23	佛國にて分析
伯耆國福威山同(赤目)	62,40	—	7,40	0,70	0,10	0,24	0,07	0,105	0,002	5,02	8,01	福岡鑛山
伊豆地方	53,39	18,90	58,35	5,95	—	—	—	0,010	0,025	16,10	30,01	大河内正敏博士
廣島縣砂鐵	59,19	33,50	47,39	1,04	3,72	1,07	—	0,77	0,012	0,016	10,03	製 鐵 所

第三表 砂鐵粒形及磁性

番 號	粒 形				強磁 性 20m/m >6Amp	弱磁 性 5m/m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> 6AMP <sup>3</sup>	不磁性
	>50mesh	50-80	80-100	100<			
<b>山 岳 之 部</b>							
島 根							
17	36,19	37,85	10,80	14,91	85,72	6,74	7,30
18	36,37	40,03	10,33	12,98	76,90	12,20	10,70
19	29,98	38,05	12,20	19,51	86,86	7,20	5,70
28	43,12	36,30	9,52	10,95	58,00	14,80	26,20
32	32,85	40,24	11,58	15,27	88,10	4,20	7,20
33	41,76	38,20	8,84	10,92	79,90	12,20	8,00
34	21,40	50,19	11,89	16,02	88,90	5,00	6,80
35	17,74	47,81	15,67	18,62	98,20	3,40	4,20
38	28,87	43,79	11,84	15,43	68,78	16,84	14,30
39	64,44	40,53	11,28	13,67	86,50	2,40	10,20
40	12,42	46,38	18,18	22,84	89,70	1,20	5,50
廣 島							
37	35,11	43,54	10,11	11,01	81,50	9,12	9,20
41	27,79	36,74	12,72	22,66	80,40	11,24	8,00
岡 山							
6	31,17	38,24	12,37	15,01	78,40	16,80	4,40
<b>山 野 之 部</b>							
島 根							
7	21,98	40,40	14,55	22,73	93,30	3,60	2,70
8	25,45	42,97	13,67	17,51	92,30	4,56	2,80
9	13,05	40,71	15,21	20,49	91,30	4,20	4,20
10	34,78	43,99	11,05	9,89	96,24	0,70	1,50
11	10,13	27,37	16,71	45,48	78,80	5,30	15,50
12	14,39	39,79	15,50	30,06	86,64	2,34	10,60
13	33,58	39,91	11,96	14,54	85,76	5,20	9,00
14	28,77	32,81	12,68	25,56	83,64	2,40	13,60
30	17,32	43,39	15,42	23,68	94,40	2,00	3,20

番 號	粒 形				強磁 性 20m/m >6Amp	弱磁 性 5m/m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> 6AMP <sup>3</sup>	不磁性
	>50mesh	50-80	80-100	100<			
31	11,54	48,43	16,86	23,04	91,60	1,80	3,20
鳥 取							
62	12,62	46,72	16,61	23,71	96,60	1,80	1,20
63	24,17	41,82	14,49	19,15	92,00	5,20	2,60
64	1,34	27,78	26,94	43,66	66,00	32,60	6,60
65	15,99	39,08	18,01	26,91	71,20	22,40	6,40
69	25,60	38,28	14,36	21,55	87,40	1,80	9,60
70	23,29	42,64	14,41	19,34	70,00	18,80	8,80
廣 島							
23	26,62	42,50	15,43	20,27	91,80	5,00	3,20
岩 手 久 慈							
53	5,89	10,53	9,42	73,78	48,80	15,00	33,00
58	22,27	42,00	15,49	25,13	82,00	9,80	6,20
特(5)	5,25	54,75	30,50	8,78	79,80	11,40	3,40
(2)	17,00	25,80	13,50	42,70	24,40	10,20	65,40
(1)	9,50	31,25	18,25	30,25	22,20	10,40	67,20
(4)	8,00	29,00	18,00	44,00	40,40	9,40	49,40
<b>河 川 之 部</b>							
島 根							
15	39,98	47,01	7,33	5,55	88,78	5,51	4,70
20	63,71	28,23	4,10	3,00	91,04	3,60	5,10
29	54,25	32,28	6,47	6,62	80,2	08,20	10,80
鳥 取							
71	47,72	4,80	6,87	4,41	46,80	16,00	7,00
廣 島							
43	26,51	46,67	12,04	14,51	87,60	4,56	6,22



宮 城  
42 10,16 42,23 21,56 26,04 57,22 11,42 30,92

秋 田  
66 22,24 39,96 15,26 20,30 84,40 13,00 2,50

熊 本  
67 29,62 49,50 11,53 9,01 85,00 6,00 10,00

青 森  
(4) 5,43 52,13 28,68 17,23 67,66 12,60 29,74

### 海 岸 之 部

大 分  
21 24,75 69,31 19,32 8,23 87,76 9,96 2,14  
55 11,24 47,33 17,46 23,85 24,42 10,80 62,40

福 岡  
27 11,05 52,23 20,33 16,62 94,80 1,00 3,80  
54 9,83 75,68 10,34 3,80 65,80 18,60 14,60

鹿 兒 島  
2 96,03 3,94 0,48 0,43 81,04 14,50 3,30  
3 74,07 23,06 2,09 0,49 45,85 14,20 39,40  
4 18,37 75,50 4,53 0,90 89,20 4,40 6,00  
5 12,14 80,00 5,80 1,62 87,54 8,40 3,20  
24 95,60 3,88 0,24 0,14 89,80 9,20 0,60  
25 8,96 56,67 18,53 15,62 84,80 10,40 4,60  
26 1,69 22,61 29,59 25,61 86,80 10,40 2,60  
72 4,19 55,90 23,33 16,43 79,80 13,00 5,80  
73 7,41 45,02 25,00 22,03 86,80 13,60 5,40  
59 1,83 39,29 27,39 31,19 88,40 8,70 2,90

島 取  
22 11,17 64,14 14,39 9,67 73,20 11,40 14,70  
53 51,43 40,08 4,97 2,93 78,82 13,60 7,40

新 潟  
16 0,84 27,82 36,31 34,90 61,36 18,30 19,80  
57 1,42 17,98 33,26 46,87 48,40 17,60 34,00  
83 0,25 9,84 24,67 64,92 95,20 4,00 0,80

青 森  
36 53,90 35,28 2,18 8,31 84,24 7,90 6,16

北 海 道  
77 31,53 60,59 1,61 5,93 89,20 7,80 2,00  
78 22,89 63,62 8,72 4,24 89,40 6,60 3,60  
79 16,34 70,09 8,11 4,82 91,20 4,40 4,40  
80 15,30 62,04 4,42 17,62 81,20 5,20 9,00

### 小 丘 之 部

秋 田  
48 1,98 71,34 19,83 6,76 59,12 32,30 7,72  
49 32,68 34,93 17,92 14,19 30,78 17,38 51,48

青 森  
51 1,83 15,17 39,29 43,11 74,50 11,90 1,330  
52 16,14 45,23 21,59 16,51 54,70 15,50 23,40  
特(1) 56,00 34,73 1,90 4,53 19,30 16,65 65,05  
(2) 69,78 24,98 1,28 3,10 26,50 25,60 49,90  
(3) 44,97 36,23 8,28 7,22 27,10 19,55 53,35  
(5) 24,68 31,85 8,18 23,38 9,60 3,80 76,60  
(6) 2,48 44,43 24,83 25,23 28,60 36,50 54,90  
(7) 2,10 10,33 26,40 61,15 78,80 16,30 4,90

北 海 道  
50 27,68 47,93 15,02 15,08 20,96 21,70 53,30  
74 1,14 30,10 23,59 44,87 88,80 4,60 6,60  
75 19,12 56,31 17,28 8,93 15,80 34,80 48,80  
76 36,48 54,02 5,68 3,70 51,80 25,80 20,80

## III 砂鐵鑛の地質學的及鑛物學的推理

砂鐵鑛の成因は噴出岩漿中に含まるゝ酸化鐵の結晶分離作用に出發せるものなり。凡ての深造岩は酸化鐵微晶を他の鑛物と同様含有するものなり。之等酸化鐵は何れも磁鐵鑛結晶なり何となれば高熱、度岩漿中より結晶折出さるゝためには  $Fe_2O_3$  となることを要するが故なり。此種磁鐵鑛粒を含む岩石は砂鐵母岩にして花崗岩、花崗班岩、角閃花崗岩、閃綠岩、安山岩等を主とす。砂鐵母岩は風雨霜雪、地下水、鑛水等の變質作用を受け特に長石類の風化脱落により靡爛せる岩石となり更に粗鬆なる土砂に變じ水流に流されて自然淘汰を受けて沈澱し山野に砂鐵層をなし、川底川邊に堆積し、更に急流洪水により海底に送られ波浪により淘汰されて波打際に集合するに至る之れ一般の經路にして陶土が鐵、マグネシウム、含有の少なき火成岩の風化によりて生ぜらるゝと大同小異なり。之等產出狀體より前掲せる第一表、第三表に擧げたる如く大凡の種別を得らるゝに至る。

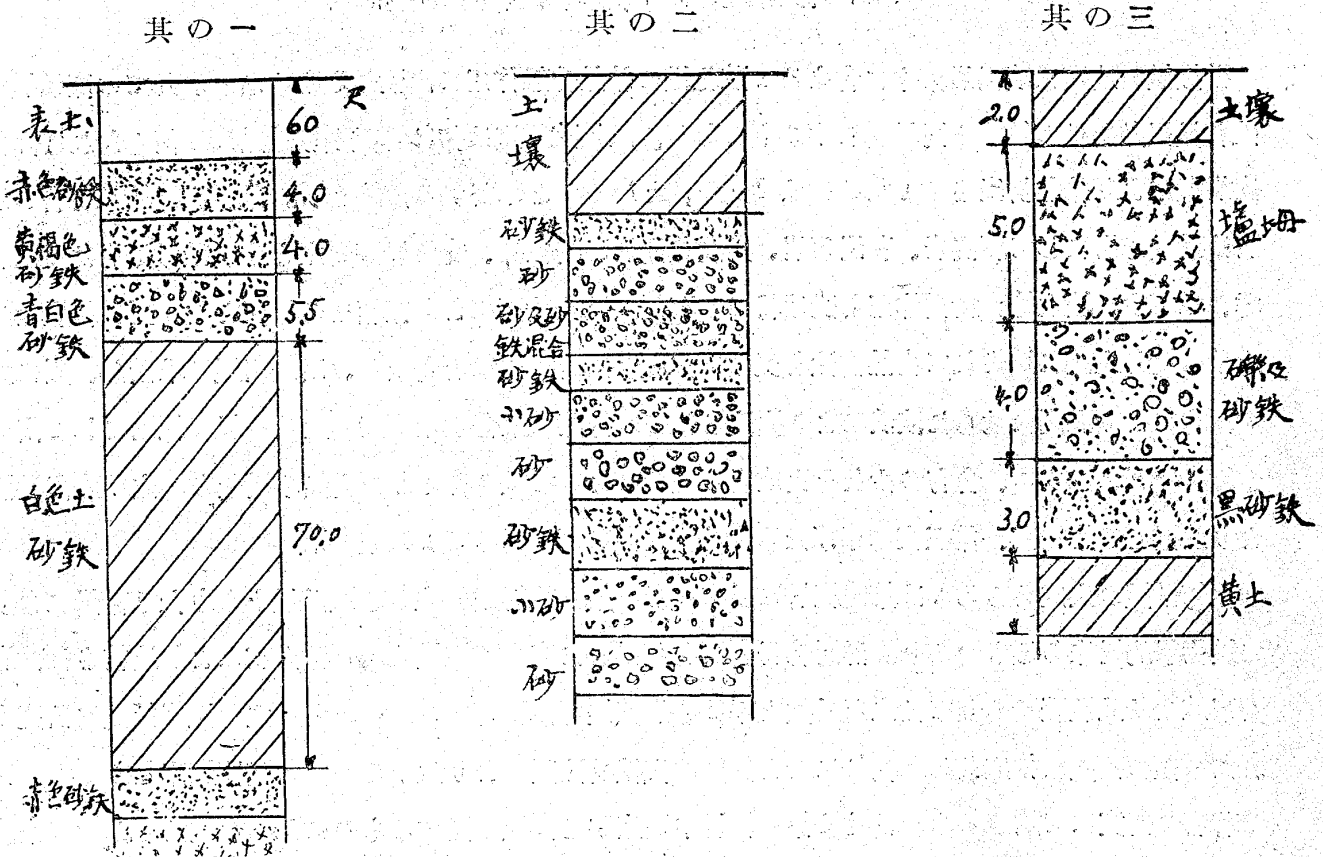
之等砂鐵の生成せらるゝは第四紀層に屬すれども第三紀層中に生成され砂岩となりたる砂鐵にありて鑛物學的興味あるものあり。群馬縣吾妻郡名久田村に產する鐵鑛は砂鐵粒珪石により連結され砂岩を形成せり此狀體にありては之を砂鐵と呼ばず岩鐵鑛と稱す可きものなれども之を顯微鏡的に研究すれば一種の砂鐵に相違なし。何れにせよ砂鐵は機械的沈澱により生ずる一種の殘溜鑛床なり。

著者の研究にて論ずるものは凡て第四紀層中に產する砂鐵に關するものにして前述せるが如き集積狀態のものなり。

川底、海底に集まれる砂鐵は洪水、風波により更に川邊、海濱に打寄せられ暴風により吹き揚げられ砂丘を造るに至る。又生成せられたる砂鐵層が地盤隆起又は溪谷低下のため現水準より遙に高き山頂或は臺地に砂鐵層を形成するに至る。之等砂鐵層の特長は水平層を示し多くは砂層、粘土層と交互せり。岩手縣九戸郡、青森縣下北郡等は高臺砂鐵層の大なるものなり。而して此種砂鐵は洪積層砂鐵に屬せり。

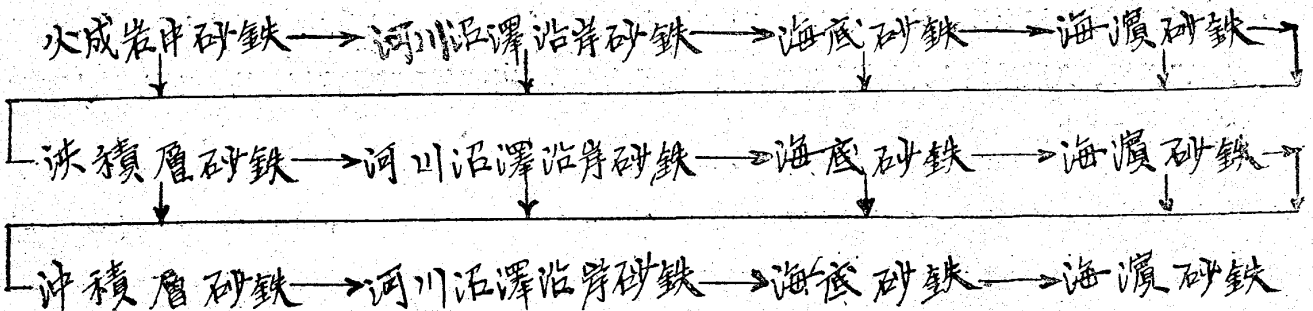
洪積層砂鐵は粘土層、礫層、黃土層、壩母層、火山灰層、砂層等の交互せるものにして小丘又は臺地を形成し石灰岩又は噴出岩の上部を覆へる場合多し。砂鐵地方の洪積層中には砂鐵を含むもの甚だ多し。而して此場合には同一場所に長年月埋沒され自然作用により化學的變化をなすを普通とす。即ち磁鐵鑛は赤鐵鑛に或は褐鐵鑛にも變質し、地下水により鐵の一部は溶解し去られ鐵液は全層を浸して赤色に變ずるに至る。又高壓下にあるが故に膠着し相當の硬度に團結せるもの少なからず。前述せる下北砂鐵、久慈砂鐵は其顯著あるものなり。今製鐵所野牛砂鐵研究場附近に於ける斷面を見るに次の如きものなり。

第三圖 洪積層砂鐵の例



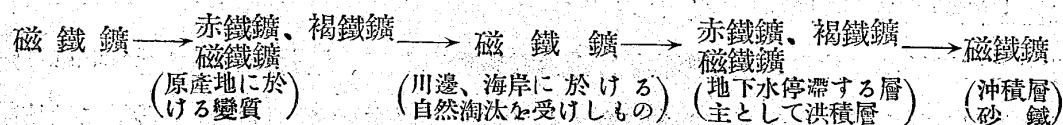
沖積層砂鐵は前記洪積層砂鐵が更に洗ひ流されて川底、沼澤、林野等に堆積するか遙に海底に運搬されたるものが波浪により打上げられ海岸波打際に堆積し或は更に海濱の土壤中又は耕地の下に砂鐵層を形成せるが如きものを總稱され得るものなり。此種砂鐵は堆積状態不規則にして明瞭なる連續層状をなすもの少し。而して此種のものには黑色砂鐵にして赤色砂鐵極めて少し。現今と雖とも自然淘汰作用により絶へず集中堆積されつゝあるものにて、大洪水の汎濫するや大集中となり小溪流にありては年々歳々堆積し、河川の流域を變ずるに至ては不規則なる砂鐵層を生ずるに至る。沖積層砂鐵は全國到る所に散在し世人の一般が熟知する本邦砂鐵は之に屬す。(第一、二表参照)

砂鐵礦は洪積層、沖積層の兩種よりなるも兩者は常に密接なる關係を有して循環生成を繰返すものなり。今此循環を系圖的に示せば次の如し。



此循環の媒介は河川、沼澤、海、風、雨等の自然作用によれり。莫大なる歲月同一作用が繰返さるゝが故に此洪積、沖積兩層は交互され堆積位置も亦此原則により推移す可きものと信ず。

以上は砂鐵層の位置の變化なれども更に品質に於ても亦循環作用を生ずるものなり。



之等の變質は同一場所に有ては循環せざるも實際は山より川に、林野に、川底、沼澤、海底、海岸砂丘、高臺等に變轉するが故に前同様の媒介により品質は循環す、但し此場合には一部の酸化鐵は水溶液となりて減耗せらる。

之等の循環變質は岩鐵鑛に於ても勿論行はる可きも砂鐵にありては特に迅速顯著なり。

洪積層砂鐵は膠着固化せるを普通とするものにして之れ其高壓下に晒さるゝにも源因するものなるが又品質の變移にも源因す。洪積層にて地下水を自由に流通するものに有ては變質作用著しからざれども、粘土層を挟むが如き場合には地下水の疎通不完全にして磁鐵鑛の一部が赤鐵鑛並に褐鐵鑛に變じ、更に水酸化鐵は水溶液となる。此褐鐵鑛及び水酸化鐵は砂鐵粒子及び硅砂、鑛物粒の接合劑となりて膠着作用を伴へり。

古來本邦砂鐵は「眞砂」(マサ)及び「赤目」(アカメ)と稱せり。前者は磁鐵鑛粒よりなり不純物少き優良品にして良鐵製造の原料とされたり、前掲極端なる低チタニウム砂鐵も亦此種に屬す。後者は磁鐵鑛粒に少部分の赤鐵鑛粒又は褐鐵鑛粒を混し。比較的の不純物多く下等品にして優良鐵製造原料となし得ず、チタニウム含有も亦少なからず。其産出額より論ずる時は後者は著しく多く今後普通製鐵原料としては後者を選ぶの止む得ざるに至る可く、前者は特殊良鐵製造原料として用ゐらる可きなり。

更に著者は砂鐵を鹽基性及酸性の兩種に分類せり。鹽基性母岩に胚胎せらるゝものを鹽基性砂鐵と稱し、酸性母岩に出發せるものを酸性砂鐵と稱せんとす。前者は鹽基性鑛物結晶粒を、後者は酸性鑛物結晶粒を含む。此名稱は多少奇怪の感あれども兩者の間に判然たる區分を存し此命名を便利とするが故に採用せり。酸性母岩とは純花崗岩にして鹽基性母岩とは輝石又は角閃石花崗岩、閃綠岩、安山岩等なり。而して夫々之等母岩は磁鐵粒を含み風化性に富み自然崩壞風化する場合には好適せる砂鐵母岩なり。從て砂鐵中に含まるゝ不純物は母岩中の不純物にして、前者中には主として硅砂にして少量の輝石、長石粒をも混す、後者は輝石族、就中紫蘇輝石を主要とし其他硅砂、長石等を混ぜり。

中國地方産砂鐵は花崗岩、閃綠岩及び花崗斑岩を母岩とせるものにて酸性及び鹽基性基源の兩者あり。古來多く採取せる砂鐵は花崗岩及び黑雲母花崗岩を母岩とし、色黒く美麗なる眞砂々鐵なり。之等酸性砂鐵の著しき産地は伯耆國日野郡、出雲國仁多郡、同飯石郡、石見國邑智郡等を主として最近福岡縣糸島郡北崎村砂鐵が當所蒐集中に有りて何れも酸性砂鐵にして眞砂に屬す。又安藝、備後、備中、美作等の地方に多く産する砂鐵は鹽基性砂鐵にして多くは赤目に屬す。岩手縣九戸郡砂鐵は角閃花崗

岩、黒雲母花崗岩等に源を發せるものにして大部分は鹽基性なれども小部分酸性なることを知る。青森縣下北郡砂鐵は閃綠岩、安山岩に源を發せる鹽基性砂鐵なり。北海道噴火灣砂鐵も亦安山岩に基源し前同様なり。鹿兒島縣、新潟縣地方砂鐵の多くは鹽基性砂鐵なり。此他地方別により夫々差異あれども一般に鹽基性砂鐵多く酸性砂鐵少し。

鹽基性砂鐵中にて鐵鑛粒に伴隨せる副鑛物粒は鹽基性鑛物にして、紫蘇輝石 (Hyperthene) 輝石、角閃石の小粒よりなり就中飴色半透明なる紫蘇輝石は主要なる特長なり。従て此種砂鐵には比較的之苦土、石灰を多く含み特に苦土は 2~10% の如き大量を含み、且つ一般に  $\text{TiO}_2$  の含量多く磷も亦多し。磷の含量多きは砂鐵の變質状態の如何、外界より浸入する機會等の場合あるが故に一概に特長となされざるも  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{MgO}$  は明瞭なり。チタン鐵鑛が鹽基性母岩に伴隨せらるゝ事は岩石學上よりも推理され得。

酸性砂鐵中に含まる酸性副鑛物の主要なるものは硅砂、雲母類、長石粒等なり。従て此砂鐵中には比較的に礬土 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) の含量多く苦土の含量少し、多くは磷の含量少く且つ  $\text{TiO}_2$  含有量多からず。後章詳述する如く特に此種砂鐵中の  $\text{TiO}_2$  は磁選別法によりて分離され得る形にあり、即ちチタン鐵鑛として獨立して存在せるものあるが故なり。又  $\text{Al}_2\text{O}_3$  は時とし少量なることあるも苦土の少きは著しき特長となし得。鹽基性砂鐵に在つては磁選別法により  $\text{TiO}_2$  を分離する割合は酸性に比し一層少し、之れチタン鐵鑛は單獨に存在せず磁鐵鑛粒中に固溶體として融合せるが故なり。

以上列擧せるが如き兩種砂鐵の此品質に關しては若干已往識者により推理されたりと雖とも著者は本研究により確定し得たることを信ず。之等の推理を確證し得たる次の實例を掲げんとす。但し磁選別並に組成等は次章に於て詳述せんとす。

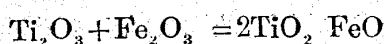
第四表 鹽基性砂鐵及酸性砂鐵 (次頁)

#### IV 砂鐵鑛の組成

##### 1. チタン鐵鑛及チタン磁鐵鑛

砂鐵中にはチタニウム含有され其存在状態如何により複雑なる組成を生ずるに至る。著者の研究によれば砂鐵鑛中のチタニウムは大部分チタン鐵鑛として存在し而も此者は遊離状態として存在する場合及び砂鐵粒と顯微鏡的緻密に混入し或は固溶體として混ざるものとあり。即ちチタン鐵鑛は磁鐵鑛粒と區別困難なる状態に混ざるものと遊離状態にて混ざるものとの二種類あり。前者はチタン磁鐵鑛と稱し後者はチタン鐵鑛と稱し得るものなり。

チタン鐵鑛 (Ilmenite) は最も普通に  $\text{FeTiO}_3$  又は  $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$  の化合物により表はさるゝものなれども已往諸説を綜合する時は  $m\text{FeTiO}_3 + n\text{Fe}_2\text{O}_3$  の一般式に表はし得べきものなり。此  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  は普通の意味の不純物とは趣を異にし顯微鏡的に區別し難き混合物なり。元來チタニウムは  $\text{TiO}_2$  のみならず  $\text{Ti}_2\text{O}_3$  としても存在し得る事は理論的及び實驗的に明かにして



第四表 鹽基性及酸性砂鐵

番號	產地	T.Fe.	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	P	S	Cu	TiO <sub>2</sub>	O.W.	PinFe	鐵百分中 TiO <sub>2</sub>
鹽基性砂鐵																
24	鹿兒島縣揖宿郡	58,83	33,75	41,04	2,16	2,60	2,21	2,91	1,14	0,46	0,122	0,111	9,28	0,30	0,7819	15,77
4	同	51,22	36,59	36,88	4,54	3,96	1,78	4,12	1,49	0,196	0,092	0,100	10,78	0,33	0,2123	19,88
25	同	57,59	36,47	41,81	1,12	0,93	2,13	3,04	1,34	0,122	0,008	0,123	15,61	0,24	0,2118	21,77
21	大分縣下毛郡	54,11	32,85	40,86	0,46	2,60	0,71	2,75	0,82	0,155	0,070	0,026	17,38	0,02	0,2885	3,20
16	新瀉縣刈羽郡	55,10	27,76	47,91	4,07	4,26	0,97	3,14	0,42	0,071	0,028	0,026	12,99	0,35	0,1289	23,39
3	岩手縣九戸郡	51,78	27,28	44,83	4,16	3,8	0,74	1,46	0,98	0,062	0,082	0,019	15,98	1,74	0,1197	30,86
5	同	54,20	30,87	43,18	6,38	1,88	1,26	3,85	0,42	0,040	0,025	0,057	12,53	0,57	0,074	23,21
1	青森縣下北郡	28,29	14,25	24,61	39,92	5,52	—	8,74	1,58	0,110	0,008	0,048	4,72	1,68	0,3880	16,68
7	同	57,07	31,24	46,83	3,60	4,16	—	2,06	0,91	0,071	0,008	0,069	11,94	0,55	0,2997	28,29
酸性砂鐵																
27	福岡縣糸島郡	68,22	30,31	63,81	2,36	1,02	1,59	0,79	0,54	0,159	0,076	0,067	0,83	0,36	0,2331	1,22
11	島根縣仁多郡	55,83	23,79	53,39	9,10	4,82	2,79	2,63	1,16	0,059	0,071	0,049	2,89	0,33	0,1057	5,18
12	同	57,07	23,10	55,93	7,60	4,64	1,89	2,32	1,03	0,027	0,137	0,149	2,89	1,31	0,1470	5,07
13	同	60,25	26,37	57,84	2,58	3,58	0,62	0,84	1,43	0,051	0,062	0,026	4,98	0,78	0,0837	8,17
19	同	63,19	23,59	64,13	5,40	1,04	0,80	0,83	0,49	0,075	0,085	Trace	2,17	0,91	0,110	3,47
20	島根縣仁多郡	63,72	26,60	61,54	6,18	1,20	0,80	0,77	0,40	0,112	0,142	0,026	6,13	0,69	0,1700	1,77
31	同	67,46	32,97	59,81	2,74	0,42	1,23	1,93	0,64	0,005	0,033	0,058	1,63	0,68	0,0074	2,42
14	島根縣飯石郡	56,64	24,75	53,47	13,96	3,32	0,74	0,88	0,37	0,047	0,053	Trace	0,81	0,35	0,0830	1,45

の如き反應によりチタン鐵鑛を生じ其階梯にて  $Ti_2O_3$  及び  $Fe_2O_3$  の存在は考へ得可きなり。

之等の理論は著者研究の實例説明に最も適切なり。

朝鮮慶尙南道狹川郡伽耶面産チタン鐵鑛の例

化學成分	T.Fe	FeO	$Fe_2O_3$	$SiO_2$	$Al_2O_3$	CaO	MgO	MnO	P	$TiO_2$
	35,14	43,31	2,10	1,84	trace	trace	1,62	0,77	0,007	49,78

$Fe_2O_3 + FeO + TiO_2 = 95,19\%$  此中 88,35% は  $FeO \cdot TiO_2$  よりなれり。

即ち  $Fe_2O_3$  FeO  $TiO_2$  の三成分を100とし夫々百分中に換算すれば

$Fe_2O_3$  2,21 FeO 45,50  $TiO_2$  52,29

更に之れを分子割合に換算すれば

$Fe_2O_3$  1,38 FeO 63,19  $TiO_2$  65,36

之等を組合はする時は 63,2  $FeO \cdot TiO_2$  2,2  $TiO_2$  1,4  $Fe_2O_3$  なり。即ち大部分は  $FeTiO_3$  よりなり少量の  $TiO_2$   $Fe_2O_3$  を残せり。此  $TiO_2$  中には  $Ti_2O_3$  の原形を有するものも考へ得可く何れも均一混合體よりなれり。次に日露戰役當時旅順港閉塞船に積みしと稱するチタン鐵鑛(産地未詳)

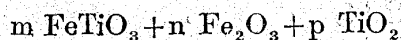
成分	T,Fe	FeO	$Fe_2O_3$	$SiO_2$	$Al_2O_3$	MgO	Mn	Cu	$TiO_2$	S	P
	34,67	33,62	12,08	1,22	5,06	6,63	1,62	0,023	48,02	0,015	0,195

前同様  $Fe_2O_3 + FeO + TiO_2 = 93,72$  此中 68,58%  $FeO \cdot TiO_2$

前同様百分率に換等すれば次の如し。

分子割合	$Fe_2O_3$	12,9	FeO	35,87	$TiO_2$	51,23
組 合	$Fe_2O_3$	8,06	FeO	49,81	$TiO_2$	64,03
		49,8	$FeO \cdot TiO_2$	13,22	$TiO_2$	8
				8	$Fe_2O_3$	

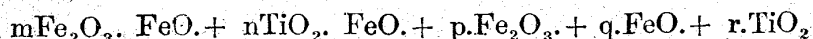
前同様の理由により  $TiO_2$  及び  $Fe_2O_3$  は  $FeO \cdot TiO_2$  と均一混合體なり。此均一混合體なることは兩試料共に顯微鏡的に斷定し得。要するにチタン鐵鑛は  $FeO \cdot TiO_2$  を基本として若干の  $Fe_2O_3$  及び  $TiO_2$  を含有することを考へ得。即ち一般式にて示せば、



の如し。之れ次節に於て説明する砂鐵の組成推理に大切なり。チタン鐵鑛は黑色美麗なる金屬光澤を有し弱磁性比重 4,5~5,0 にして磁鐵鑛の比重 5,0 に比し大差なし。

チタン磁鐵鑛は前述せしが如く磁鐵鑛  $Fe_3O_4$  又は  $FeO \cdot Fe_2O_3$  中にチタン鐵鑛を顯微鏡的の微細状態に混合せるか或は固溶體となりて混合せるものあり。磁鐵鑛がチタニウムを含有する時何故に其チタニウムはチタン鐵鑛となる可きか著者の繰返し施行せる實驗により説明せし所にして次節に述ぶるが如し。

従て此場合の組成を一般式にて推理する時は



即ち  $(m+p) \cdot Fe_2O_3 + (m+n+q) \cdot FeO + (n+r) \cdot TiO_2$

固溶體にならざるチタン鐵鑛は遊離せるものにして顯微鏡的に類別され得可きものなり（次節顯微鏡組織參照）、而も此混合結晶は内部共晶（Intergrowth）となりて存在せるを以て著名なり。此内部共晶に關して最初に發表せるは 1886 年 Becke 氏にして埃國テイロール州フィン産磁鐵鑛に就き説明せり。即ち正三角八面體に結晶せる磁鐵鑛の面に沿ふてチタン鐵鑛の板狀結晶は磁鐵鑛と交互に生長せる事を見出して説明せり。爾來此内部共晶に關しては多數の報告あり。

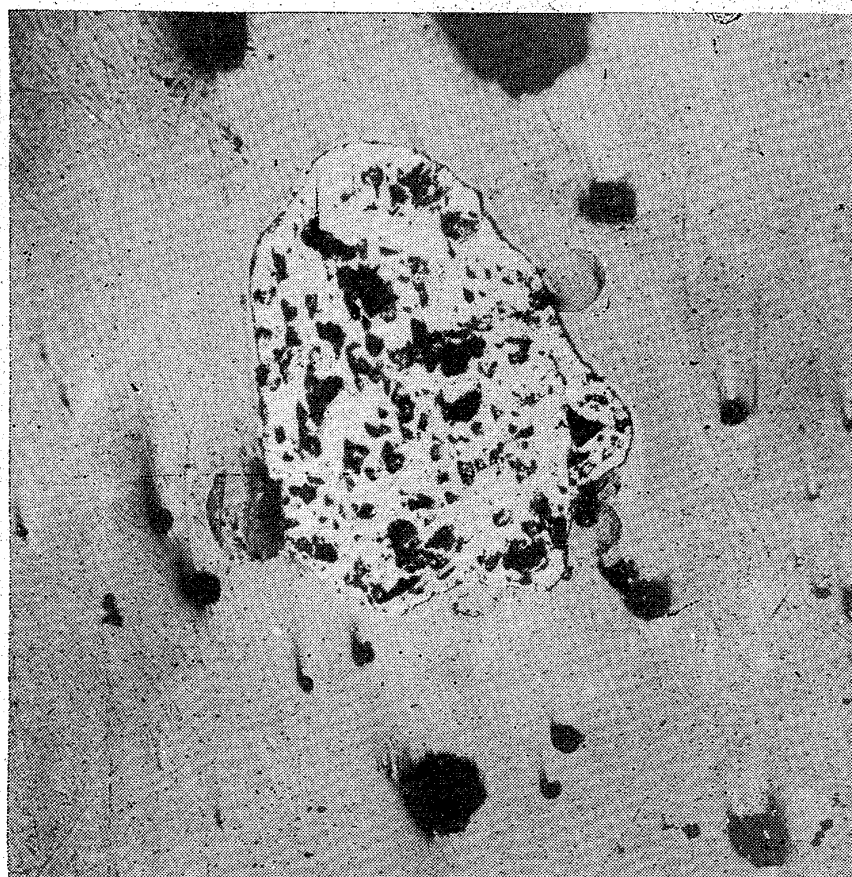
以上内部共晶體及び固溶體の兩者に分れて存するチタニウム（チタニウム）の形體は其含量及び酸化鐵の相との間に生ずる平衡によつ定まる可きものなる可し、恰も合金に於ける場合に於ける如く  $Fe_2O_3$ 、 $FeO$ 、 $TiO_2$  の平衡を推理され得るが如し。此關係によりチタン磁鐵鑛中  $TiO_2$  は次の三様に考へ得。

固 溶 體	内 部 共 晶	遊 離
$(mFe_2O_3 \cdot FeO, nFeTiO_3)$	$(pFe_3O_4, qFeTiO_3)$	$FeTiO_3$

而して之等各相の平衡する成分溫度等の研究は後日に譲る。

## 2. 顯微鏡組織、感磁性、化學成分及び組成

砂鐵を薄片として透過光線により顯微鏡検査を行ふ事は不可能事なれども鐵鑛粒に伴ふ伴隨鑛物なる硅石輝石、紫蘇輝石、角閃石、電氣石等は硝子板上に砂鐵を散布して檢鏡し得。一般には反射光線による顯微鏡により砂鐵粒並に伴隨鑛物を檢鏡する事を得。檢鏡試料製作には砂鐵を熔融硝子中に混じて



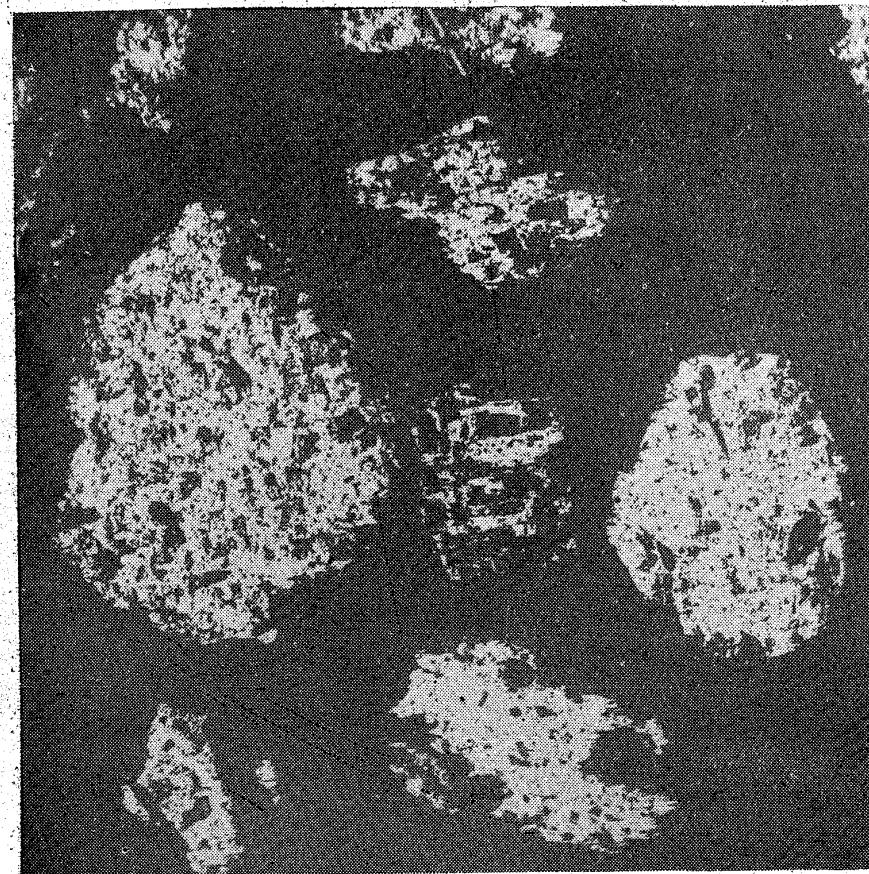
第 四 圖

冷却し斷面を研磨するか、バルサムを以て團子狀に固めて研磨するか、封臘を熱して其表面に膠着せしめて後研磨する等の方法あり、硝子中に埋むる方法は最も完全なりと雖とも研磨面に多量の砂鐵を集むること至難なり、試料製作には封臘法最も簡單にして夫々試料の特長を説明するに便利なり、研磨面は鹽酸により腐蝕し砂鐵粒に着色せしむ此檢鏡により磁鐵鑛粒の形狀及特長、チタン磁鐵鑛の形狀及び種別、内部共晶狀態、伴隨鑛物中に混ぜる砂





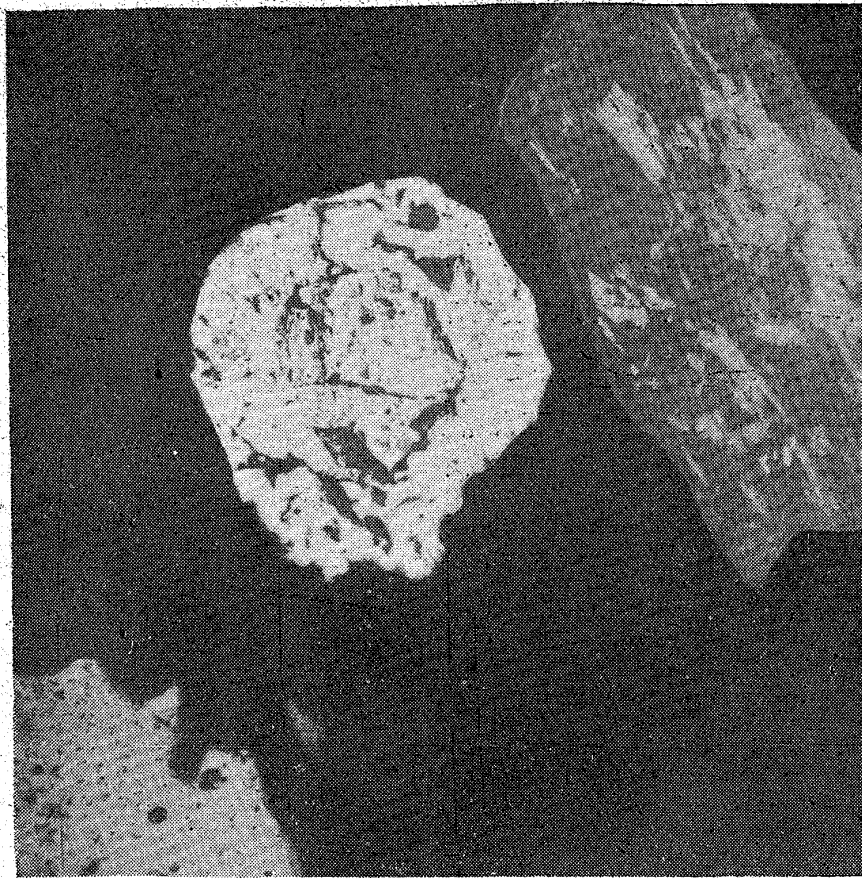
第 五 圖



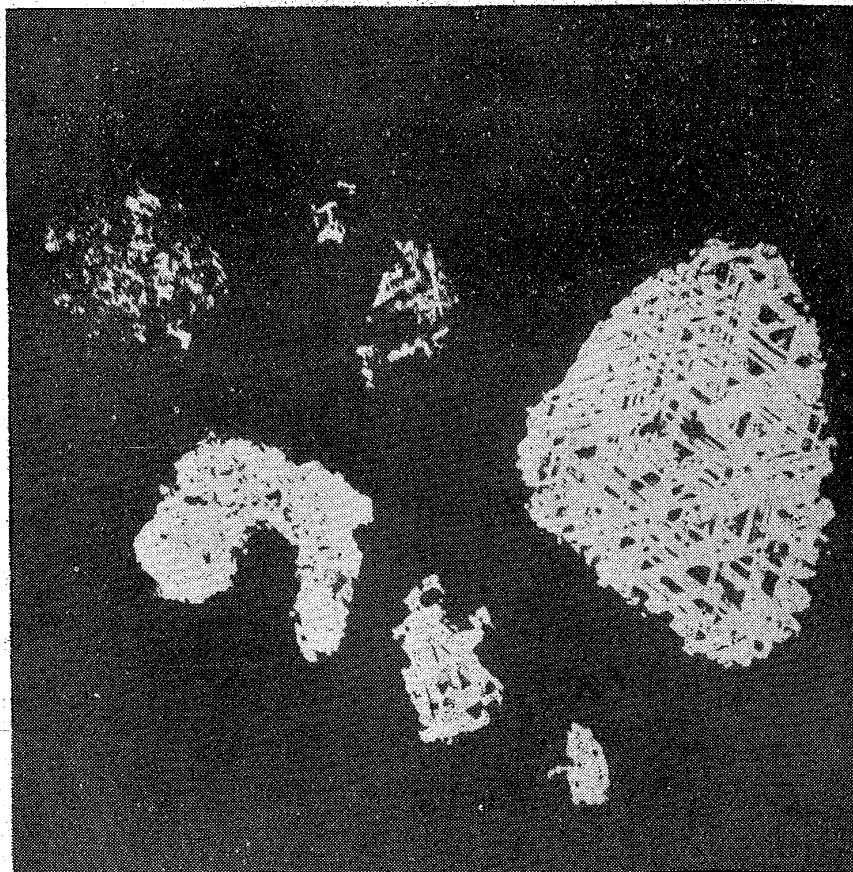
第 六 圖

鐵及砂鐵中に混ざる伴隨礦物の形狀等なり。砂鐵の顯微鏡検査を繰返して説明し得られたる要點次の如し。

砂鐵粒の表面及び内部には多數の空隙を有す、之れ鹽酸腐蝕により表はるる蝕象及び本來の空隙なり。此空隙のため形狀草莓に近似せるが故に莓狀砂鐵と名付けたり。第四、五、六回は一般砂鐵の形狀なり、青森縣下北郡野牛砂鐵にあつては磁鐵礦粒は漸次變質して赤鐵礦及び褐鐵礦に變質する物にして其作用表面より内説に浸入せり、此狀況を説明せる寫眞は第七圖の如し、前節に於て述べし内部共晶は多數の試料に於て見出さるゝも弱磁性分に最も多し。第八、九、十圖は其一例なり磁鐵礦の本來結晶なる八面體の面に並行して板狀チタン鐵礦と交互に生長し一の砂鐵粒を形成せる物にして外形は一つの磁鐵礦に相違なきも内部は複雑せる組成よりなれり。かくの如き鐵礦粒を一定面により切斷する爲に規則正しき内



第 七 圖



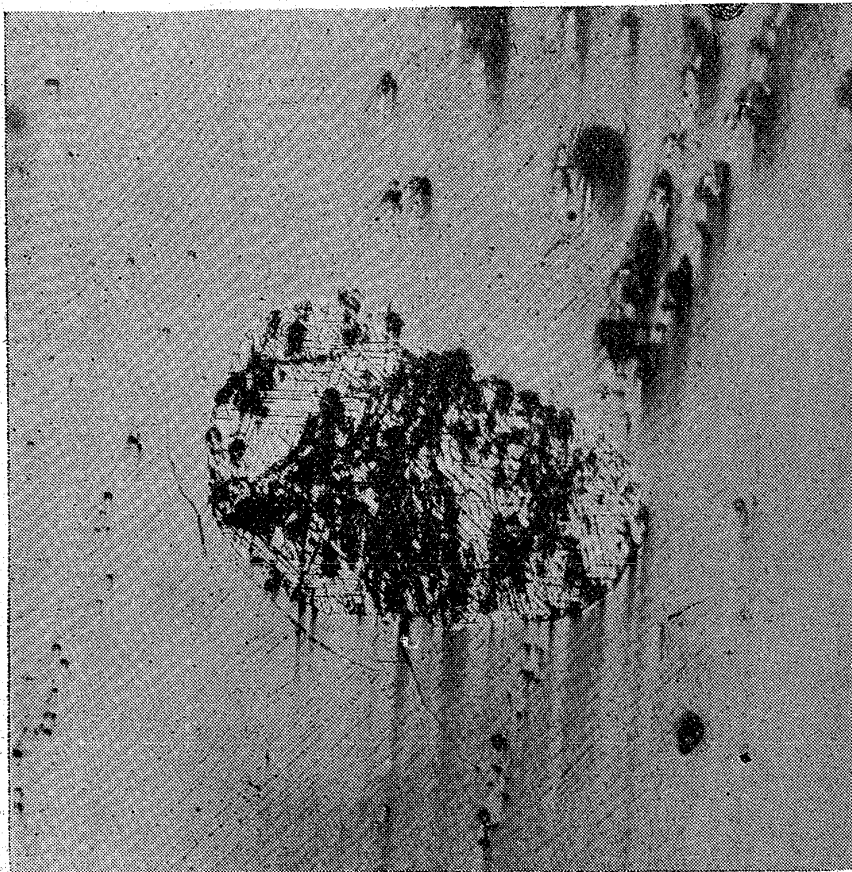
第 八 圖

部共晶の線状模様を得らるゝ之れを腐蝕する時は磁鐵鑛は容易に着色するもチタン鐵鑛は着色せざるため明瞭ならしめ得、即ち並行生長及び交叉線の状體は此特長なり。

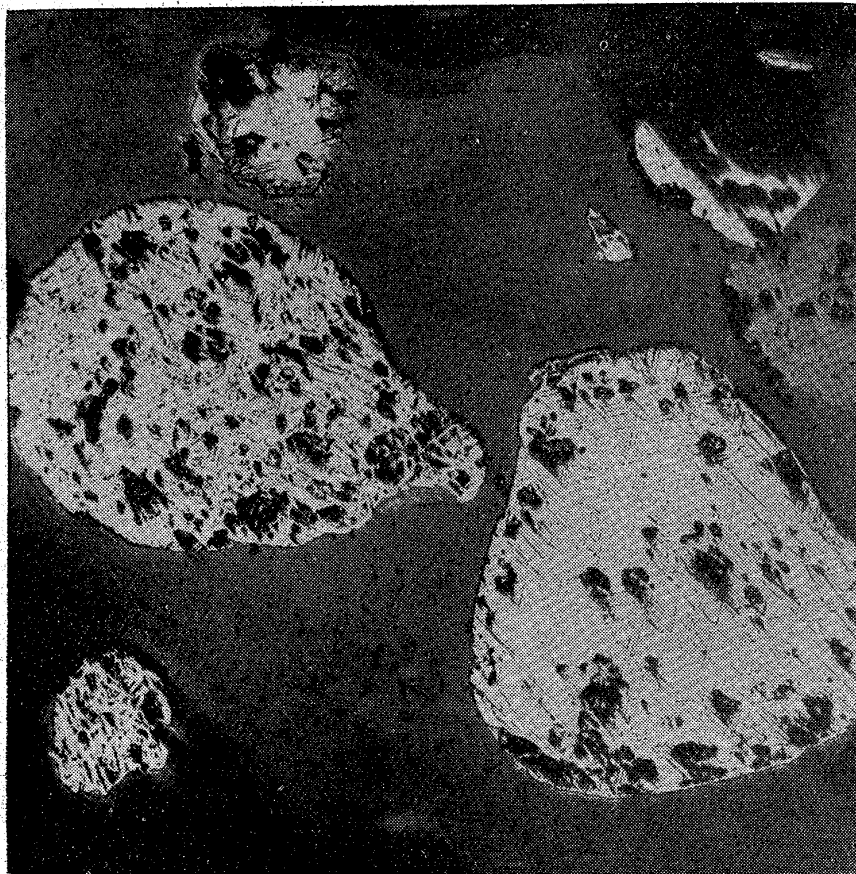
砂鐵中の伴隨鑛物なる輝石、紫蘇輝石、角閃石、珪石其他の不純物も亦同種の試験により識別され得、磁性を類別し夫々に對して顯微鏡検査をなす事は大切な事なり前述せる單純磁鐵鑛、含チタン磁鐵鑛（固溶體）、は強磁性中試料檢鏡により明瞭され、内部共晶及び赤鐵鑛を混ぜる不純磁鐵鑛は弱磁性試料中に最も著しく見出さる。伴隨鑛物類の檢鏡試料は微弱磁性又は不磁性試料につき行ひたり。此組織檢鏡及び磁性とを並行して施行せる結果砂鐵を構成する鑛物の磁性順位次の如し。

磁鐵鑛粒—チタン磁鐵鑛（固溶體）—チタン磁鐵鑛（内部共晶）—チタン鐵鑛—紫蘇輝石—金紅石—珪砂

磁鐵鑛を初め之等各種の



第九圖



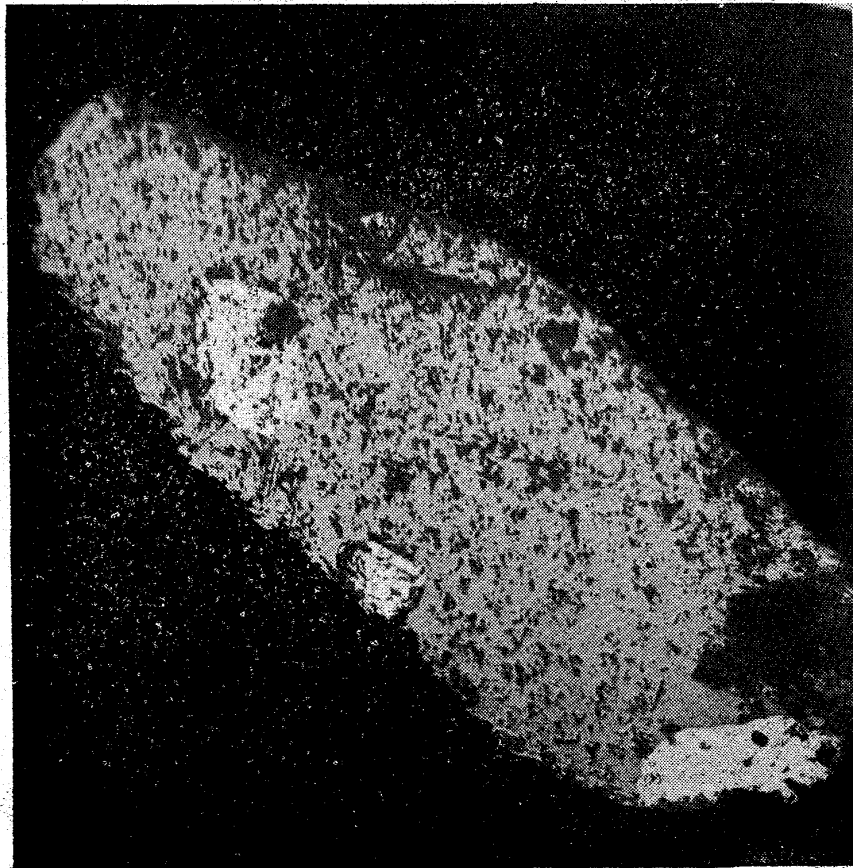
第十圖

成分は相互に混合して一粒となるもの珍らしからず。砂鐵生成に際し微妙なる自然作用により磁鐵礦の微小結晶が輝石中に混入するか逆に伴隨礦物の微量が磁鐵礦中に顯微鏡的微小片となつて混ぜるものなり。此場合には同様に磁性も變化し單純礦物の合成せるものとなる。此狀況は第十一、十二、十三圖に示すが如し。

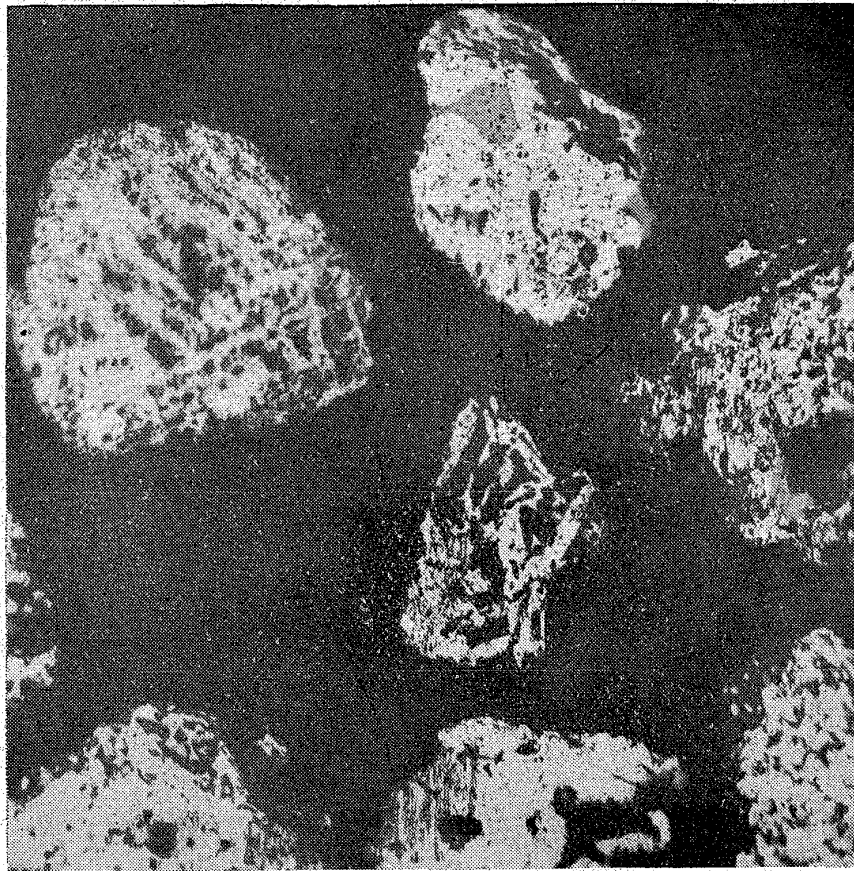
顯微鏡検査と磁性により砂鐵の組成を説明したると同様に更に化學成分と磁性とを並行して組成を明にせんとす。チタン鐵礦の分子組合に關して前掲せると同一方法により砂鐵礦の化學成分より分子組合せを試みんとす。朝鮮延平島チタン磁鐵礦、青森縣下北郡野牛第七號砂鐵の一例次の如し。



第十  
一  
圖



第十  
二  
圖



第十三圖

第五表 砂鐵磁性及び化學成分組合の例

名 稱	化 學 成 分 %			分 子 式 割 合 %			組 成 割 合 (分 子 組 合 せ 數)		
	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeOTiO <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
朝鮮延平島磁鐵礦	25.13	45.79	20.82	38.0	31.2	28.4	28.4	9.6	21.60
同上試料磁選別	—	—	—	—	—	—	—	—	—
強 磁 性	32.01	46.70	12.96	48.5	31.8	17.7	17.0	32.0	—
弱 磁 性	28.87	47.20	14.58	44.2	32.5	20.0	20.0	24.0	8.0
不 磁 性	13.13	16.37	25.12	42.2	17.2	52.7	42.0	TiO <sub>2</sub> 10.0	17.0
青森縣下北郡野牛第七號砂鐵	31.20	46.88	16.54	45.8	31.0	21.9	21.9	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> 23.9	7.1
同上磁選別	—	—	—	—	—	—	—	—	—
強 磁 性	38.28	43.20	11.20	55.6	30.2	14.7	15.0	30.0	FeO 10.0
弱 磁 性	33.12	41.92	23.98	46.5	26.5	30.3	30.0	16.0	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 10.0
不 磁 性	26.41	31.03	34.22	38.8	22.5	45.2	39.0	TiO <sub>2</sub> 6.0	23.0

第六表 青森砂鐵第八號試料磁性と化學成分並其組成類別 其の一

品名	分子比例		Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		FeTiO <sub>3</sub>		分子比例殘餘		摘 要
	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	組合分子比	百分率	組合分子比	百分率	組合分子比	百分率	FeO-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	
青森砂鐵第八號	54.2	31.11	42.92	5.42	1.56	1.07	1.16	0.63	0.019	0.086	Cu TiO <sub>1</sub> TiO <sub>2</sub> Fe
原鐵化學成分	50.3	31.4	12.0	31.4	72.8	—	—	12.1	18.2	6.9	S. Cu TiO <sub>1</sub> TiO <sub>2</sub> Fe
品名	50.3	31.4	12.0	31.4	72.8	—	—	12.1	18.2	6.9	—
品名	48.1	32.3	11.4	32.3	74.9	—	—	11.4	17.3	4.4	—
品名	54.5	29.0	12.2	29.0	67.3	—	—	12.2	18.5	13.3	—
品名	44.0	33.1	13.3	30.7	71.2	2.4	3.8	13.3	20.2	—	2.4
品名	41.2	32.1	13.9	27.3	63.3	4.8	7.7	13.9	21.1	—	4.8
品名	19.6	40.1	14.3	5.3	12.3	31.8	55.7	14.3	21.7	—	34.8
品名	20.1	33.4	16.1	13.0	30.2	20.4	32.6	11.1	24.5	—	20.4
品名	19.9	34.5	16.6	3.3	7.7	31.2	49.9	16.6	25.2	—	31.2
品名	17.1	28.2	18.4	—	—	11.1	17.8	17.1	26.0	—	28.2
品名	21.5	20.0	21.2	0.4	0.9	19.5	31.2	21.1	32.1	—	19.5
品名	24.7	17.4	21.2	0.5	1.2	16.9	27.0	24.2	36.8	—	16.9
品名	31.7	11.9	35.4	—	—	16.9	16.9	31.7	48.2	—	16.9
品名	30.1	13.5	33.4	—	—	13.5	21.6	30.1	45.8	—	13.5
品名	30.1	11.1	32.5	—	—	11.1	17.8	30.1	45.8	—	11.1
品名	28.0	9.8	40.7	—	—	9.8	15.7	28.0	42.7	—	9.8
品名	23.3	10.4	32.3	—	—	10.4	16.6	28.3	43.0	—	12.4
品名	6.5	8.2	9.3	—	—	8.2	13.1	6.5	9.9	—	8.2

分子比例の算出は化學成分百分率にて得られたる FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> の値を夫々分子比にて除し分子数の割合を出したるものなり

組合分子比は分子比例の數字を組合せるものなり

組合百分率とは組合分子比にして得たる割合を基とし再び是を重量百分率に換算するため各分子の重量を乗して得るものなり、即ち分子比例を見出す通なり

第八號試料 20m/m 1.5Amp 磁性

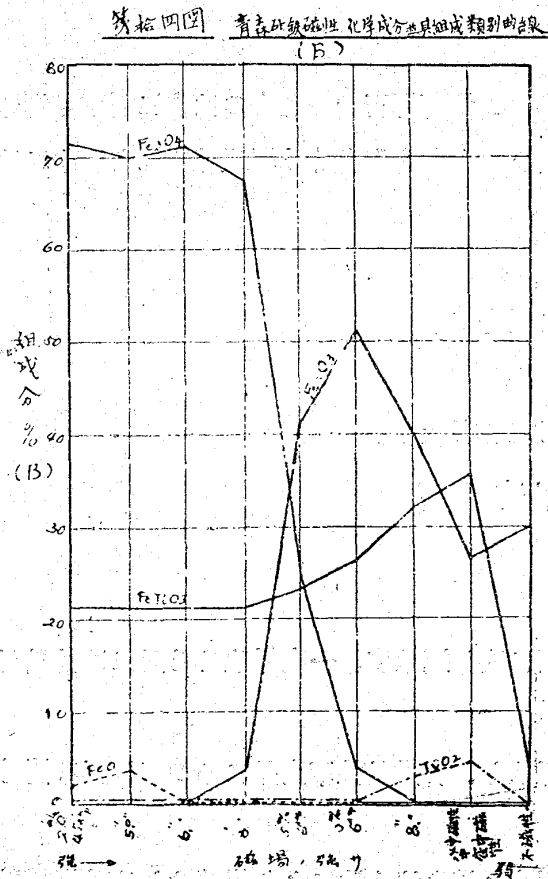
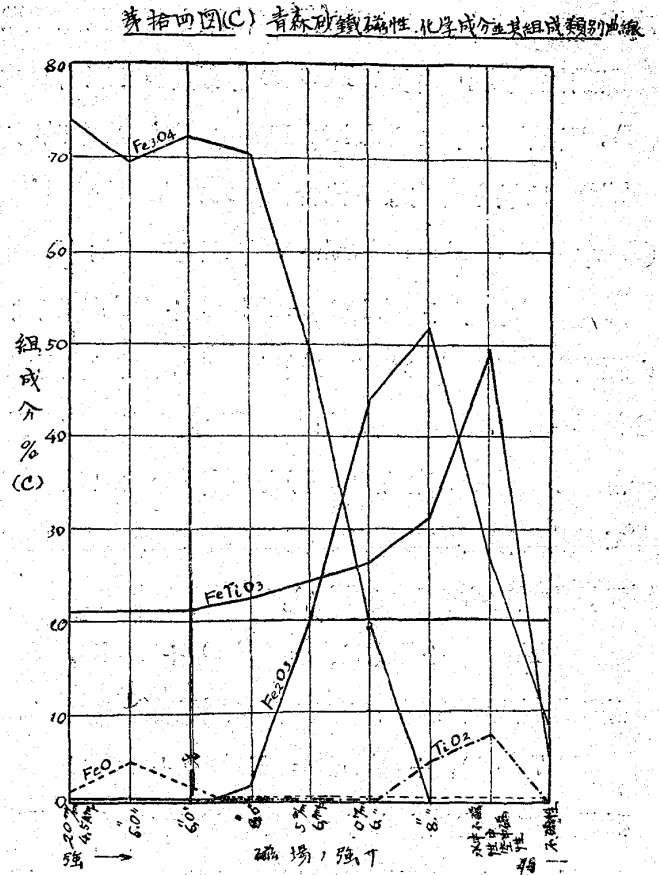
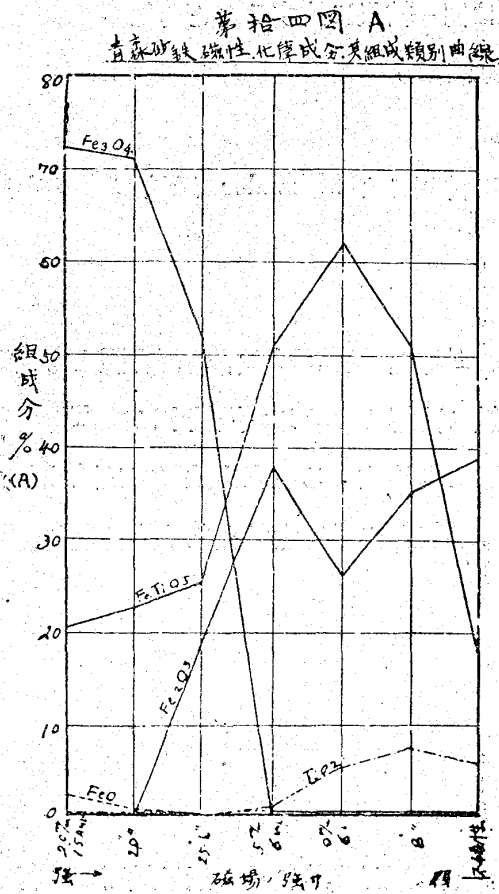
以上にて不磁性

第六表 青森砂鐵第八號試料磁性と化學成分並其組成類別 其の二

品名	磁性の強さ	分析			分子比例				組成分子比				組成百分率				備考		
		FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	FeTiO <sub>2</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	FeTiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>		計	
第八號試料を一回空中磁選別したるもの (A)	20 m/m 1.5 Amp	31.70	49.87	10.92	48.30	31.23	13.63	31.23	13.63	—	3.14	—	72.30	20.71	—	24.7	—	95.48	分子比例及組成百分率は其の同様の方法に依り計算せり
	"	33.77	4.36	11.96	47.01	30.91	14.93	14.93	—	1.17	—	71.53	22.68	—	0.84	—	—	95.08	
	"	28.34	53.59	13.60	33.45	33.56	16.93	22.47	16.98	11.09	—	—	50.88	38.32	—	0.82	—	90.02	
	5m/m 6.0	21.06	38.22	27.64	33.49	24.00	34.51	—	33.49	24.00	—	1.01	—	50.88	38.32	—	0.82	90.02	
	0m/m 6.0	23.37	25.45	38.12	40.88	15.94	49.59	—	40.88	15.94	—	6.71	—	62.11	25.45	—	5.37	92.93	
	"	23.83	31.96	33.93	33.17	21.89	42.42	—	33.17	21.89	—	9.25	—	50.40	34.95	—	7.41	92.76	
不磁性的	8.0	8.03	38.56	12.84	11.26	24.15	16.03	—	11.26	24.15	—	4.77	—	17.11	38.56	—	3.82	59.49	
	20m/m 4.5 Amp	34.70	49.36	11.42	43.30	30.91	14.26	30.91	14.26	—	3.13	—	71.56	21.67	—	2.25	—	95.48	
	"	35.62	48.32	11.20	49.58	30.26	13.93	30.23	13.98	—	5.31	—	70.06	21.21	—	3.84	—	95.11	
	"	33.03	49.36	11.44	46.05	30.91	14.23	30.91	14.23	—	0.86	—	71.56	21.70	—	0.62	—	93.88	
	"	31.22	50.40	11.32	43.46	31.53	14.13	23.33	14.13	2.23	—	—	67.90	21.47	3.56	—	—	92.93	
	5m/m 6.0	19.08	53.2	12.50	26.56	31.50	15.61	10.95	15.61	25.55	—	—	25.35	23.72	40.80	—	—	99.89	
	0m/m 6.0	13.88	54.25	14.10	19.32	33.97	17.60	6.72	17.60	32.25	—	—	3.98	26.74	51.50	—	—	82.22	
	"	15.04	40.11	19.92	20.91	25.12	24.87	—	20.94	25.12	—	3.93	—	31.82	40.11	—	3.15	75.08	
水中不磁性中空中磁性	21.74	26.48	29.18	30.26	16.53	36.43	—	30.26	16.53	—	6.17	—	45.98	26.47	—	4.94	—	77.39	
不磁性的	2.55	31.43	2.17	3.55	19.68	2.67	0.88	2.67	18.80	—	—	2.04	4.08	30.02	—	—	—	36.12	
	20m/m 4.5 Amp	35.16	51.16	11.18	48.94	32.04	13.96	32.04	13.96	—	2.94	—	74.18	21.21	—	2.11	—	97.50	
	"	36.78	48.07	11.42	51.20	30.10	14.26	30.10	14.23	—	6.84	—	69.69	21.67	—	4.91	—	96.27	
	"	34.70	50.13	11.36	48.30	31.32	14.18	31.39	14.18	—	2.73	—	72.67	21.55	—	1.96	—	96.18	
	"	32.36	50.67	11.80	45.05	31.73	14.73	30.32	11.73	1.41	—	—	70.21	22.38	2.25	—	—	94.83	
	5m/m 6.0	26.57	53.00	12.90	36.99	33.19	16.10	20.89	16.10	12.30	—	—	48.36	24.46	19.64	—	—	92.46	
	0m/m 6.0	17.33	57.61	14.52	24.12	36.08	15.63	8.49	15.63	27.59	—	—	19.63	23.75	44.06	—	—	87.47	
	"	14.78	51.96	21.38	20.57	32.54	26.63	—	20.57	32.54	—	6.12	—	31.25	51.97	—	4.90	88.12	
水中不磁性中空中磁性	23.34	26.26	33.88	32.49	16.45	42.30	—	32.49	16.45	—	9.81	—	49.37	26.27	—	7.86	—	83.50	
不磁性的	3.23	12.61	1.54	4.50	7.90	1.92	2.68	1.92	5.32	—	—	5.97	2.92	8.49	—	—	—	17.38	

第八號試料中40~50目篩に溜りたるものを水中磁選別せしもの (B)

前回の試料を水中にて再選別したるもの (C)



以上兩實驗につき觀るに延平島鑛石はチタン磁鐵鑛を主成分とせるものにして同時に遊離のチタン鐵鑛をも含み強磁性分は全然チタン磁鐵鑛よりなり。  
 $32 \text{ Fe}_3\text{O}_4 \quad 17 \text{ FeTiO}_3$   
 の如きものよりなれるを知る、又不磁性につき見るに遊離の  $\text{TiO}_2$  10%を含む可く推理され得、従て本鑛石は  $\text{Fe}_3\text{O}_4 \sim \text{FeTiO}_3$ 、 $\text{FeTiO}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  よりなれり。此  $\text{TiO}_2$  が如何なる形體として存在せるかは尙斷定し得ざるも恐らく Rutile, Anatase, Brookite の類なる可し。野牛砂鐵第七號に於ても略々之と同様に推理され得可きものなれども若干趣を異にせり。強磁性に於ては  $\text{FeO}$  を過剰に含有し弱磁性不磁性、に於ては  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  及び  $\text{TiO}_2$  を過剰に含めり、此關係は多くの砂鐵につき同様なり。

青森砂鐵第八號試料を再三磁選別を繰返し夫々分析を行ひ前掲數字と同様に計算せるものは第六表其ノ一其ノ二及び第十四圖曲線にて説明せるが如し。

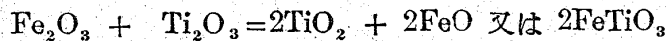


之等の實驗より見るも前同様の結果となり此種砂鐵に對しては同一結果に達することを知らる。

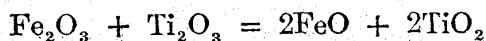
強磁性砂鐵中に特に FeO の含有量多き理由は次の如く推理さる。

A. 強磁性分中には TiO<sub>2</sub> 以外に Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 在存する疑あり。

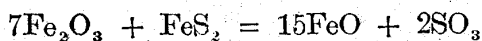
TiO<sub>2</sub> は最も安定なる化合物なれども FeO TiO<sub>2</sub> の生成に當りては Mosander 氏及び Rossi 氏 (Levy—The Rare Earth) の推理せるが如く



の經路を踏めるものにして嚴重に考ふる時は前述せるが如く Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 及び Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の混合體とも見做され得るものなり。斯の如き狀體を眞なりとせば砂鐵中磁鐵鑛に溶解せるチタン鐵鑛中には Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を一部混する事は可能なり。吾人の實驗によれば FeO を分析により決定する現在方法にては酸化を防ぎて試料を溶解するが故に何物か還元性作用を呈する場合には FeO の量は大量となるものなり。此還元性物質を主として Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に歸せんとす。



硫化鐵鑛を含む場合にも同様に還元作用を起す。



砂鐵中には硫化物は考へ得ざるが故に著者は Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に推理せり。

此 Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を化學的に檢出するは後日の研究に譲れるも、砂鐵の還元實驗に於て還元鑛石の分析に屢々此種の問題に遭遇し經驗し推理の根據を得たり。

強磁性分中に F'' を含む夾雜物あり

輝石屬中にて特に鐵、苦土、を含む硅酸鹽類は此特長あり、紫蘇輝石の如きものは之に屬す。即ち

FeSiO<sub>3</sub>, Mg Fe SiO<sub>3</sub> の如き化合物は比較的少量の F'' を含み多くは弱磁性なれども中には磁性に富めるものもあり。

次に弱磁性分中に Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の多き理由は次の如く推理さる。

a. 砂鐵中には必ず遊離の Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を含み弱磁性分中に混合す。

b. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> はチタン鐵鑛中に緻密混合狀態として存在す。

又弱磁性分中に TiO<sub>2</sub> の含まるゝは遊離の TiO<sub>2</sub> 存在するが故なり。

## V 砂鐵鑛の採取汎論

### 1. 採取方法一斑

砂鐵を採取する一般方法を列擧すれば大凡次の如し。

イ、海岸波打際に集中せる砂鐵は人夫により適宜の容器に入れ運搬す、一度採取せる跡には暴風雨等高浪の後再び集中す。

ロ、畑地、川邊、丘陵に推積せるものは之を前同様に採取し、含鐵品位不良品にあつては更に簡易なる樋流にして水洗選別す。

ハ、山岳、丘陵等にて風化岩石と共に存在するものは用水を導き注水法により崩壊せしめ砂鐵は岩

石と共に流され水溜にて簡易なる水簸により分類す更に含鐵分少き部分は樋流法を再三繰返されて鐵含有高き良品となし採取す。

ニ、洪積層又は沖積層中に存在する變質砂鐵に至つては古來之が利用を講ずるに至らざるも已往の方法を基として人力を主とする方法によるとせば前項説述せしものと同様なり。

以上は現在方法にして古來施行し來り格別の進歩なく、今日に及べるものなり。元來本邦に於て鐵鋼を大量に使用するに至れるは明治以後なるが故に其以前には需要少く又大量製産の必要なく今日より見れば多數小規模の工場散在し家庭工業に類似せり。従て一個所に於て砂鐵の大量採取の必要少く多くは少量を手肩により附近の木炭産地に運搬し精鍊せり。現在の如く大量生産を原則とし原料集中を必要とするに至つては上述の採取法は不適當なり。

上述の方法は多量の水を要せられ水流による比重選別方法なるため土地の事情により不適當の場合あり、特に注水法により一時に岩石砂鐵を人工的に崩壊せしむるは一層困難を伴ふ場合あり。單純比重選別法にせよ注水法にせよ機械力を利用し用水量を極力減少し大量採取を行ひ採取費を最低となす事重要なり。注水採掘法は砂金層に應用さるゝものなれば之を改良して洪積層砂鐵に對し有利に利用され得可し。各種砂鐵を近世式製鐵原料として利用せんとするには極力砂鐵の單價を減じ而も大量を一定場所に集中し精鍊に供せざる可らず。此點は並鑛石と同様にして砂鐵の已往採取方法にては望み少し。今著者の主張せんとする此後の採取方法の要點次の如し。

イ、海岸波打際に集中せる砂鐵は軌道により附近船着場に運搬し特別の構造を有する砂鐵選鑛場又は採取船に自働的に装入せる濕式磁力選別により分類せしめんとす。

ロ、川邊、畑地、丘陵等に産する含砂鐵土砂は其含有鐵分 30% 以上に於ては軌道により適當の場所に運搬し特に設計されたる濕式磁選機により機械選別せんとす。

ハ、風化岩石又は洪積層砂鐵は注水採鑛法により採掘し水流を利用して一定の場所に運搬し若干の水簸分類を行ひ次に濕式磁選別法にて選別せんとす。

ニ、洪積層又は沖積層中に存する變質砂鐵は其含鐵品位 30% 以下のものにあつては直接之を濕式磁力選鑛法によりて選別し、30% 以上の場合には其鐵分の存在状態又は不純物等を研究し磁化焙燒法を施行し次に選別法を適用す。

ホ、洪積層砂鐵層にして注水採鑛法に適せざるものは露天採掘法によつて表土を除き直接採掘に従ふ。

以上列擧の考案は必ずしも已往砂鐵産地の凡てに適用さるゝものに非ずと雖ども此意味にて開發する事は大量採取の要件なる可し。又之等が適合さるゝ個所が實際有望なる近世式砂鐵産地と云ふ可し何れにせよ砂鐵採取作業中にて採掘又は土砂採取は單純なものにして特別の研究を要せず適當の經營法により採掘費を下ぐることを務む可きなり。機械選別方法に至つては已往に於て見る可きものなし砂鐵選別方法に關して著者は大小多數の實驗を繰返せり。

機械選別法の理論は比重選鑛法及び磁選別法の2種なり。兩方法ともに從來一般貧鐵鑛の選別に適用され來れるものにして其機械設備及び理論に至ては別に新規なるものにあらざれども砂鐵其物に對して採用す可き様式、系統等に至ては一通り研究を要せらる可き筈なり砂鐵中已知主要鑛物を列擧すれば次の如し。

名稱		化學式	比重	名稱		化學式	比重
和名	洋名			和名	洋名		
橄攪石	Olivine	$(MgFe_2)SiO_4$	3.3~3.5	チタン鐵鑛	Ilmenite	$FeTiO_3$	4.89
輝石	Pyroxene	$Mg,Ca(SiO_3)_2$	23.3	金紅石	Rutile	$TiO_2$	4.2~4.3
紫蘇輝石	Hypersthene	$(Fe,Mg)SiO_3$	3.36~3.42	磁鐵鑛	Magnetite	$Fe_3O_4$	4.94~5.18
石灰石	Calcite	$CaCO_3$	2.7~2.73	赤鐵鑛	Hematite	$Fe_2O_3$	4.54~5.28
硅砂水晶	Quartz	$SiO_2$	2.65	褐鐵鑛	Limonite	$Fe_2O_3 \cdot xH_2O$	3.6~4.0

此他長石、雲母、硫化鐵鑛、磷鐵鑛等をも少量混ぜり。之等の鑛物は單獨となりて粒をなすもの少なからずと雖ども前編顯微鏡組織に於て述べし如く多種類が密着して一粒をなせるものあり、多年海波により、自然淘汰を受け外形圓滑なる粒となれるも多くは數種の鑛物の混合體あり。上表に明かなる如く比重 4.0 以上のものと其以下のものとは格段なる區別あるが故に之等を比重により區別することは難事にあらずと雖ども 4.0 以上に至ては困難多し。

砂鐵の粒形は前述せしが如く 10 乃至 20 目間のもの最も多し即ち 1 耗大以下を普通とするが故に之等を篩別し粒形を出來得る丈け齊一にし次に水中に於て比重選別を行ふ時は比重 4.0 以下の爽雜物を分離するは容易なり。水中に於て比重選別を行ふは砂鐵及び岩石粒が水中に於ける沈降速度の差異に基くものにして靜止水に砂鐵及び岩石粒の混合物を投ずる時は前者は迅速に沈降し後者は後れて沈降す、此沈降速度に關しては一般鑛石に對するワイスバツハ氏の推理によるものなり。樋流し、沈澱池、仕上樋等の水洗法は何れも此原理によれるものにして多量の水と廣漠なる場所を要し勞力の消費も亦少なからず。砂鐵粒中に爽雜鑛物の微粒を混じ又爽雜鑛物粒中に砂鐵の微粒を混ぜるが故に砂鐵を微細末に粉碎して後水洗するは最も合理的なれども實行に困難を伴ふと共に氣泡のために選別意の如くならず。即ち磁鐵鑛、チタン鐵鑛、赤鐵鑛等を硅砂より分離することは容易なれども尙完全ならず。且つ之等鑛物の相互を分離する事は望み難し従て此種選別方法によりチタニウムを減ずる見込なし。

青森縣下北郡野牛に於ける變質砂鐵に對して岸一太博士が計畫實施せられたる比重選別方法は已往舊式方法に比すれば面目を一新せる機械選別法にして其原理は

#### イ、上昇水壓を利用せる水壓分粒器

ロ、表面振動類別を利用せるウイルフレー式淘汰盤を使用せり、何れも銅、鉛、亞鉛、等の鑛石に對し應用さるべきものにして鐵鑛の如き大量安價原料の所理としては不經濟的なり。將來の主要選別方法としては磁選別方法によらざる可らず。

磁選別法が鐵鑛に採用せられて以來貧磁鐵鑛は此方法により盛に選別されつゝあり、獨り磁鐵鑛のみに限らず磁場に於て磁力に感じ磁極に吸引せらるゝ鑛物は同様に類別され得るものなり。Walter Crane 氏の研究によれば砂鐵を構成する鑛物の比較吸引割合次の如し但し、金屬鐵の吸引力を 100 と假定し其他のものを之と比較せるものなり。

名 稱	比較吸引力	名 稱	比較吸引力	名 稱	比較吸引力
金屬鐵	100.00	チタン鐵鑛	24.70	褐鐵鑛	0.84
磁鐵鑛	40.18	磁硫鐵鑛	6.69	珪石	0.37
		赤鐵鑛	1.32	金紅石	0.37

(Trans. Amer. Inst. of Min. & Met. Vol. 31. P. 405.)

磁鐵鑛は格段に感磁力強く吸引さるゝが故に容易にチタン鐵鑛と類別することを得可く又赤鐵鑛以下皆同様なり。此磁選別の要點は次の如し。

イ、磁場を變化せしむる時は感磁の程度を異にするが故に類別の目的に適す。即ち弱磁場に於ては最もよく磁鐵鑛を分離し得。

ロ、磁選別には先づ粒形を齊にし次に磁場に置かざる可らず之れ吸引力は其粒形により差あるが故なり。

ハ、磁極に接近する程吸引力大なり、故に強磁場に於ても磁極との距離大なる場合には弱磁場と同一結果となる。

ニ、吸引力は磁極を隔る距離、鑛物の重さ、感磁性に比例す。比重選別の場合と同様に砂鐵粒が單一鑛物ならざる場合多く混合鐵物の場合には複雑なり。

磁選別法には乾式、濕式の兩法ありて前者は粉碎鑛石を直接吸引せしめて類別するも後者は水と共に粉鑛を磁場に送りて吸引せしむ。濕式法の特長は水の抵抗丈け吸引力を減ぜらるゝが故に弱磁性鑛物は廢石中に除かるゝに至る而して鑛石の運搬は凡て水流を利用し連續作業簡易となり動力を要すること少し。

前章に於て説明せる簡易磁選別装置により嚴密實驗を繰返せるに磁選別により原鑛砂鑛中のチタニウムを減小し得るものと然らざるものとあり。前者は主として酸性砂鐵に屬し後者は鹽基性砂鐵に屬す。砂鐵中のチタニウムは磁選別法により分離し得ると論じ又然らずと論ずる兩議論は著者の研究によれば何れも誤りにあらざるも個々砂鐵に就き研究の上決せらる可き問題なり。此種實驗結果を列擧すれば第七表 磁選別によるチタン酸分離表の如し。

第七表 磁選別によるチタン酸分離 其の一

番號	産地	原鐵中全鐵	原鐵中チタン酸	原鐵に於ける全鐵百分チタン酸	原鐵の磁選別性中チタン酸	同上磁性分歩留	同上原鐵に換算するチタン酸	同上磁性分歩留	同上原鐵に換算するチタン酸	同上磁性分歩留	同上原鐵に換算するチタン酸	同上磁性分歩留	原鐵の儘別にチタン酸除去100-P	原鐵二百細粉にして磁選別にチタン酸除去割合	備考	
2	鹿兒島縣薩摩郡川内内地内 海岸浪打際	56.34	9.14	19.22	5.55	9.10	59.50	3.30	36.14	1.31	2.11	75.00	0.98	10.72	89.28	分離容易
4	同 縣熊毛郡上屋久村 宮の浦鐵區	54.22	10.78	19.88	11.11	18.69	86.60	9.62	89.24	11.37	18.62	48.00	5.46	50.65	10.76	分離稍困難
5	同 縣 同 郡 北種子村 熊野の濱	57.39	14.01	24.41	12.90	21.19	79.80	10.29	73.45	12.58	20.67	85.20	10.72	76.52	26.55	分離困難
6	岡山縣阿哲郡山岳の土砂中	55.10	11.78	21.38	8.66	14.27	42.40	3.67	31.15	6.43	15.14	20.60	1.32	11.21	18.85	容易なる磁性分歩留不良
7	島根縣飯石郡吉田村 栗原鐵區	58.28	8.49	14.57	7.72	12.93	79.80	6.16	72.56	6.11	9.71	66.80	4.08	48.06	27.44	分離稍々容易
11	同 縣仁多郡三澤村 峠鐵區	55.83	2.89	5.18	—	—	57.63	—	—	1.13	1.70	64.30	0.72	24.91	—	分離容易
12	同 縣 同 郡 同 村 緒谷鐵區	57.03	2.89	5.07	—	—	76.70	—	—	2.49	3.86	81.70	2.03	70.24	—	分離困難
13	同 縣 同 郡 同 村 後谷鐵區	60.95	4.98	8.17	—	—	73.60	—	—	1.37	2.07	70.00	0.93	19.28	—	分離容易
14	同 縣飯石郡龜嵩村 山似後鐵區	56.64	0.81	1.45	—	—	51.20	—	—	0.08	0.12	50.10	0.04	49.38	—	分離稍々容易
15	同 縣大原郡日登村 斐伊川鐵區	64.61	2.89	4.49	—	—	77.50	—	—	0.08	0.12	81.00	0.06	2.03	—	分離容易
16	新瀉縣刈羽郡石地町 海岸浪打際	55.10	12.99	23.39	—	—	48.70	—	—	9.98	16.89	42.30	4.22	32.49	—	分離稍々容易
17	島根縣仁多郡島上村大字竹崎 崎字細谷	61.85	4.42	7.15	—	—	47.20	—	—	1.45	2.14	66.40	0.96	21.72	—	分離稍々容易
18	同 縣 同 郡 同 村 大字大呂 字下龍の駒外二字	54.11	10.06	8.59	—	—	33.14	—	—	3.70	5.85	66.40	2.46	24.45	—	分離稍々容易
20	同 縣 同 郡 宇梁伊川筋より 大字横田中村境に至る川筋	60.72	1.13	1.77	0.85	1.25	65.40	0.56	48.70	0.94	0.62	85.70	0.55	48.67	51.30	分離稍容易
21	大分縣下毛郡大楠村 東濱部大新田一帶の海岸	54.11	17.38	32.30	15.91	27.84	71.30	11.34	65.25	16.07	28.30	45.20	7.26	41.77	34.75	分離稍容易

22	鳥取縣東伯郡由良町 地盤海岸	57.13	6.70	11.73	—	—	55.40	—	7.46	12.18	55.20	4.11	61.34	—	38.66	分離困難
23	廣島縣比婆郡小奴可村 地内	60.42	5.79	9.58	—	—	68.20	—	4.08	6.33	73.60	3.00	51.81	—	48.19	分離稍々困難
24	鹿兒島縣薩摩郡山川村大字 岡兒ヶ水子赤水長崎	58.88	9.28	15.77	—	—	38.20	—	9.74	16.13	53.00	5.16	55.60	—	44.40	分離困難
25	同 縣熊毛郡中種子村長濱	57.59	15.41	26.77	—	—	59.40	—	15.18	26.20	42.20	6.41	41.89	—	58.13	分離稍容易
26	同 縣同郡 同村 浪打際	58.83	14.08	23.93	—	—	35.32	—	15.56	25.86	54.20	8.43	59.87	—	40.17	分離困難
27	福岡縣糸島郡比崎村地内 海岸砂中	63.22	0.83	1.22	trace	trace	38.2	—	0.84	1.24	59.20	0.50	60.24	100.00	39.76	〃
38	島根縣能義郡布部村大字 布部字雲谷	50.66	9.11	17.98	—	—	6.60	—	2.06	3.23	12.80	0.26	2.85	—	97.51	分離容易なるも磁性分歩留不良
29	同 縣同郡 同村川筋	59.36	3.31	5.38	trace	trace	59.30	—	2.20	3.42	58.00	1.28	28.67	100.00	61.33	〃
30	同 縣同郡 比田村大字東 比田字流田	65.98	1.16	1.76	trace	trace	57.40	—	—	—	63.00	—	—	100.00	—	〃
32	島根縣仁多郡阿井村(眞)	63.01	1.47	2.33	1.37	—	8.00	1.10	0.84	—	83.80	0.70	47.62	25.17	52.38	分離稍容易
34	同 縣同郡 同村(赤)	61.45	5.05	8.22	1.53	—	86.20	1.32	3.97	—	93.00	3.69	73.07	73.86	26.93	〃
35	島根縣仁多郡地内(眞)	67.10	2.61	3.89	1.53	—	91.00	1.39	1.83	—	94.00	1.72	65.90	46.74	34.10	分離困難

第七表 磁選別によるチタン酸分離 其の二

番號	地 産	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	原鐵中全鐵	備 考
2	鹿兒島縣薩摩郡海岸浪打際 川内地内	56.34	9.14	16.22	5.55	9.10	59.50	3.30	36.14	1.31	2.11	75.00	0.98	10.72	63.86	89.78	原鐵の儘 目細紛し て磁選別 によるチ タン酸除 去割合 TiO <sub>2</sub> の 分離状況 分離容易
4	同 縣熊毛郡上尾久村 宮浦鐵區	54.22	10.78	19.88	11.11	18.69	86.60	9.62	89.24	11.37	18.62	48.00	5.46	50.65	10.76	49.35	分離稍困難
5	同 縣同郡北種子村 熊野の濱	57.39	14.01	24.41	12.90	21.19	79.80	10.29	73.45	12.58	20.5	85.20	10.72	76.52	26.55	23.48	分離困難
6	岡山縣阿哲郡山岳の土砂中	55.10	11.78	21.38	8.66	14.27	42.40	3.67	31.15	6.43	15.14	20.60	1.32	11.21	18.79	88.79	容易なるも磁 性分歩留不良

7	島根縣飯石郡吉田村 栗原鐵區	58.73	8.49	14.57	7.72	12.93	79.80	6.16	72.56	6.11	9.71	66.83	4.03	48.06	27.44	51.94	分離稍容易
11	同 縣仁多郡三澤村峠鐵區	55.03	2.89	5.18	—	57.63	—	—	—	1.13	1.70	64.30	0.72	24.91	—	75.09	分離容易
12	同 縣同郡 同村緒谷鐵區	57.03	2.89	5.07	—	76.70	—	—	—	2.49	3.86	81.70	2.03	70.24	—	29.76	分離困難
13	同 縣同郡 同村後谷鐵區	60.95	4.98	8.17	—	73.60	—	—	—	1.37	2.67	70.00	0.96	9.28	—	80.72	分離容易
14	同 縣飯石郡龜嵩村山似後鐵區	56.64	0.81	1.45	—	51.20	—	—	—	0.08	0.12	50.10	0.04	49.38	—	50.62	分離稍容易
15	同 縣大原郡目登村 斐伊川鐵區	64.61	2.89	4.49	—	77.50	—	—	—	0.08	0.12	81.00	0.06	1.08	—	97.92	分離容易
16	新瀨縣刈羽郡石地町 海岸浪打際	55.10	12.99	23.39	—	48.70	—	—	—	9.98	16.89	42.30	4.22	12.49	—	67.51	〃
17	島根縣仁多郡島上村 竹崎字細谷	61.85	4.42	7.15	—	47.20	—	—	—	1.45	2.14	66.40	0.96	21.72	—	78.28	〃
18	同 縣同郡 同村大字大名 字下瀧の駒外二字	54.11	10.06	8.59	—	33.14	—	—	—	3.70	5.85	66.40	2.46	24.50	—	75.55	〃
20	同 縣同郡 斐伊川筋より 大字横田中村裏に至る川筋	60.72	1.13	1.77	0.85	1.25	65.40	0.56	48.70	0.64	0.92	85.70	0.55	48.67	51.30	51.33	分離稍容易
21	大分縣下毛郡大楠村 東濱部大新田一帯の海岸	54.11	17.38	23.30	15.91	27.84	71.30	11.34	95.25	16.07	28.30	45.20	7.26	41.75	34.75	58.23	分離稍容易
22	鳥取縣東伯郡由良町 地盤海岸	57.13	6.70	11.73	—	—	55.40	—	—	7.46	12.18	55.20	4.11	61.34	—	38.66	分離困難
23	廣島縣比婆郡小坂可村地内	60.49	5.79	9.58	—	—	68.20	—	—	4.08	6.33	73.60	3.00	51.81	—	43.19	分離稍困難
24	鹿兒島縣埴管郡山川村 大字岡兒ヶ水子赤水長崎	58.83	9.28	15.77	—	—	38.20	—	—	9.74	16.13	53.00	5.16	55.60	—	44.40	分離困難
25	同 縣熊毛郡中種子村長濱	57.59	15.41	26.77	—	—	59.40	—	—	15.18	26.20	47.20	6.41	41.89	—	58.13	分離稍容易
26	同 縣同郡 同村浪打際	58.83	14.08	23.93	—	—	35.32	—	—	15.56	25.86	54.20	8.43	59.87	—	40.17	分離困難
27	福岡縣糸島郡北崎村 地内海岸砂中	68.22	0.83	1.22	trace	trace	33.20	—	—	0.84	1.24	59.20	0.50	60.24	100.00	39.76	〃
28	島根縣能義郡布部村 大字布部子雲谷	50.66	9.11	17.98	—	—	6.60	—	—	2.06	3.23	12.80	0.26	2.85	—	47.15	分離容易なるも 磁性分歩留不良
29	同 縣同郡 同村川筋	59.36	3.31	5.38	trace	trace	59.30	—	—	2.20	3.42	58.00	1.28	28.67	100.00	61.33	〃
30	同 縣同郡 北田村大字東 北田字流田	65.98	1.16	1.76	trace	trace	57.40	—	—	—	—	66.09	—	—	100.00	—	〃
32	島根縣仁多郡阿井村(真)	63.01	1.47	2.33	1.37	—	8.00	1.00	74.63	0.84	—	83.80	0.70	47.62	25.17	52.38	分離稍容易
34	同 縣同郡 同村(赤)	61.45	5.05	8.22	1.53	—	86.20	1.32	26.14	3.97	—	73.00	5.69	73.07	73.80	26.93	〃
35	島根縣仁多郡地内(真)	67.10	2.61	3.89	1.53	—	91.00	1.39	53.20	1.83	—	94.00	1.72	65.90	46.74	34.10	分離困難

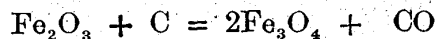
磁選別により分離さるゝチタン酸の割合を推理すに當り磁性分の歩留及び磁性分中全鐵の含量如何を考慮するは重要なり。原鑛石の儘又は粉碎せる後に磁選別せるものを比較するに其成績必ずしも一定せず鑛石の種別により。夫々研究す可き問題なり概して原鑛石の儘にて篩分け微細粒は磁選別によりチタン酸の分離良好なれども原鑛を特に粉碎して後選別せるものは成績宜しからず。

## 2. 磁化焙焼及び選別

變質砂鐵鑛の磁選別にて大缺點は磁鐵鑛分は便利に選別集中さるゝも赤鐵鑛、褐鐵鑛分は吸引されざるために徒に鐵分を流失するにあり。例は青森縣下北郡赤色砂鐵は其含有鐵分中約60%は磁力を有する酸化鐵にして40%は磁性を有せざるものあり。従て鑛石中含有全鐵とする時は

$$30 \times 60 = 18\% \quad \text{磁性鐵分} \quad 30 \times 40 = 12\% \quad \text{不磁性鐵分}$$

更に磁選別の能率を90%とし結局回収さるる全鐵分は16%にして14%は廢鑛中に去らる。精鑛中含有鐵分55%を得んとすれば粗鑛3.4 噸を所理して漸く1 噸精鑛を得るに至る。従て此以下の劣等粗鑛に至ては尙一層不良成績なり。此場合に還元焙焼を行ひ磁性に變じ次に選別せんとするは大切なり。之れ磁化焙焼の目的にして



の如き反應を行はしむ。著者は磁製圓管を装入せる實驗用電氣爐にて木炭未及砂鐵を混じて管内に装入し加熱還元せしめ著しく磁性分の増加を注目せり。

品 名	焙焼温度	原鑛全鐵	磁性分		弱磁性分		不磁性分		磁性分中 鐵回收%
			%	全鐵	%	全鐵	%	全鐵	
青森縣下北	原 鑛	35.0	39.4	58.73	22.0	32.5	38.4	—	66.0
郡野牛赤砂	600	—	37.5	56.67	45.5	27.6	17.5	—	60.6
鐵	700	—	54.5	50.94	41.25	20.61	4.25	0.79	80.2
	800	—	32.25	58.24	46.26	33.36	21.5	—	60.0

本實驗によれば 700 °C は最良の成績なり。獨り木炭のみならず瓦斯、石炭等も同一目的に應用され得可し本法の實際方面は目下研究中なれば後日結果を報告せんとす。

## VI 野牛研究場選鑛試験

### 1. 野牛研究場沿革

青森縣下北郡砂鐵は其發見沿革を詳にせずと雖も舊幕時代より既に之を採取精煉せる事は口碑により明かなり。同郡野牛沼附近海岸産砂鐵を人馬又は牛脊等により木炭の産地なる蒲野澤、石持、猿ヶ森、野牛等に運搬し之を精煉したる遺跡は諸々に發見せらる。之等の小精煉場により製鐵さるゝ状態にて明治 23—4 年頃迄繼續され鐵市場の状況如何により稼業せり。各工場共に鍊鐵を造り延鐵として秋田、山形方面に輸出せり。精煉の技術は岩手縣九戸郡地方より傳來せるものなり。當時下北郡内一圓に森林を以て覆はれ燃料木炭供給無盡にして住民の生業も亦振はず木炭焼並に砂鐵吹を漁業の副業となせり従て當時は安價なる勞銀にて高價なる鐵を製造せり。然るに洋鐵輸入されて普及し鐵價低下し勞銀昇騰し木炭の需要は逐日増加し其價も從て騰貴し遂次經營不可能となり廢業せり。之等往



時の製鐵に在つては海岸に存する自然淘汰の富鐵のみを採取し丘陵中に存する洪積層變質砂鐵に至ては全然利用せらるゝに至らず。明治維新當時は本郡内は廣漠たる原野にして特に東通村の如きは人口稀薄なる密林に過ぎざりしものが時勢と共に漸次山林は葳截され土地は開墾されて住民は漸次農業を主とするに至れり。明治23—4年の交以後は一切放棄されたるも歐洲大戰勃發以來鐵鋼自給問題喧傳せらるに至り之等劣等鐵石を調査し砂鐵鑛區を出願するもの續出せり。大正6年以後醫學博士岸一太を初め藤田鑛業會社關係者等に多數の鑛區を許可せらるゝに至れり次で大正8年岸氏の主唱になる陸軍省臨時軍用鐵原料研究場野牛工場設置され大に世人の注目を曳けり。該研究場の目的は本邦内地の鐵鑛埋藏量少く支那及び南洋より多量の鐵石を輸入さるゝため陸軍當局は軍用鐵の自給獨立を主張せしに歸因せり。

野牛研究場の設立は大正8年秋決定され9年3月工事完成せり其主なる設備次の如し。

選鑛工場	1棟	ポンプ室	"	事務所	"
團鑛工場	"	發電室	"	倉庫	"
熔鑛石場	"	沈澱池	"		

本研究場は陸軍省兵器局に屬し委員制度となり岸氏を初め本省並に砲兵工廠技術官事務官によりて工場建設及運轉開始を行はれたり。然るに幾何ならずして9年4月砲兵工廠に移管され研究作業を開始せり。本研究中には種々の困難を経験され僅に兩3ヶ月間の作業のみにて中止せり。此研究作業中最も困難を生ぜしは熔結爐の運轉にして其他選鑛、團鑛工場機械の故障及び其能力豫定に達せず圓滑なる作業を連續し能はざりし事等なり。之れ工場開始の當初にあるが故に従業員の熟練を缺きしと其他諸種の事情によりてならん。其後陸軍は本研究場を製鐵所に移管せんとされ相方協定の上大正9年末設備一切を製鐵所に屬せしめ陸軍は研究を打切る事となれり。製鐵所は内部の事情の許し得る範圍に於て爾後の砂鐵研究を獨力にて進む事とし研究方針其他一切を陸軍及び岸氏の手より分離せり。

陸軍當時は研究場を建設し一通り機械を運轉し團鑛を製作し之を熔結し各種團鑛70噸を作れり。製鐵所は尙進んで野牛砂鐵採取を完全にし大量生産の實地研究を遂げ近世式製鐵業に適する安價原料となし得るや否を確め更に本砂鐵を以て精鍊法を完成せざる可らず。岸氏は本研究場の南方3哩の地に劣等褐炭鑛區を所有し之を採掘して團鑛熔結用燃料に使用し更に製鐵用石炭となさんとしたり。又野牛附近一圓東通村内森林より木炭を集め木炭銑鐵を精鍊するとも稱せり。然るに製鐵所は所内一般作業經費の關係にて多額の研究費を投じて本砂鐵研究に従ふ事能はず、況や石炭採掘又は利用、木炭銑鐵精鍊所設置等の理想に進む事能はず。又之を國家的見地よりするも夫等の必要なし。著者は大正9年9月本研究場視察以來命を受けて砂鐵研究に従事して今日に及べるものにして此間製鐵所は研究費の許し得る範圍内にて極力研究に従事し來れり。大正12年6月末より本研究場作業開始の準備に着手し、7月末より11月7日迄選鑛作業に従ひ大量生産の實地作業を繰返せり。此間選鑛實作業延93日採掘87日間に達せり。

著者は野牛研究工場の運轉に先立ちて野牛砂鐵の本質を研究し之を基礎として選鑛に關する豫備研究を施行し已往設備の根本的改造を計畫せり。之れ已往設備の不完全を改むると共に新機械を追加せんとせるが故なり。之等著者の計畫中にて經費の都合にて選鑛場のみを實地に運轉することゝし其他

は中止せり。

之等研究作業に於て野牛砂鐵鑛床の狀況其採掘法、選別法等に關して多くの事實を経験し得たり。特に準備實驗中に於て着目し能はざりし多數の事實を見出し得たり。

第八表 野牛砂鐵研究場主要機械一覽表

番號	品 目	頁 數		用 途	
		陸軍作業時 當	現 在		
1	瓦斯發生爐	1基	同	熔結爐加熱用	
2	タール分離器	1臺	同	瓦斯中タール分除去用	
3	鎔結爐	1基	同	團鑛燒結用	
4	石灰爐	1基	同	濁水清淨用消石灰製造用	
5	送風機	1臺	同	瓦斯發生爐送風用	
6	扇風機	1臺	同	鎔結爐送風用	
7	汽機	1臺	同	鎔結爐内臺車運轉用	
8	汽罐	1基	同	汽機運轉用蒸汽發生用	
9	螺送混鑛機	1臺	同	團鑛用配合鑛石ノ混合及選鑛用	
10	壓搾機	1臺	同	團鑛壓搾製造用	
11	ホル盤	1臺	×	工 作 用	
12	鋸盤	1臺	々	工 作 用	
13	渦卷唧筒	1臺	×	1) 選鑛用水揚水用 2) 五吋唧筒ヲ購入シ四吋ト取換使用トセリ	
14	△直流發電機	1臺	×	同	點燈及磁選機勵起磁動力用
15	○水槽	1箇	×	2 箇	選鑛場給水貯水用
16	△粉碎機	1臺	×	同	砂鐵鑛粉碎用
17	○假設ロール機	—	×	1 臺	砂鐵鑛粉碎の粉碎機豫備用
18	圓筒篩	4臺	×	同	給鑛石ノ洗滌及粒形齋一用
19	○磁選機	—	×	2 臺	磁力選鑛用
20	△分類器	4臺	×	4 臺 3 臺	淘汰盤給鑛量調節用新設三臺使用
21	淘汰盤	5臺	×	同	比重選鑛用
22	五十馬力石油發動機	1臺	×	同	選鑛工場機械運轉動力用
23	二十五馬力石油發動機	1臺		同	壓搾機運轉動力用
24	二十馬力石油發動機	1臺	×	同	揚水唧筒施盤ホル盤運轉動力用
25	十馬力石油發動機	3臺	×	1 同	送風機發扇風機發電機運轉動力用

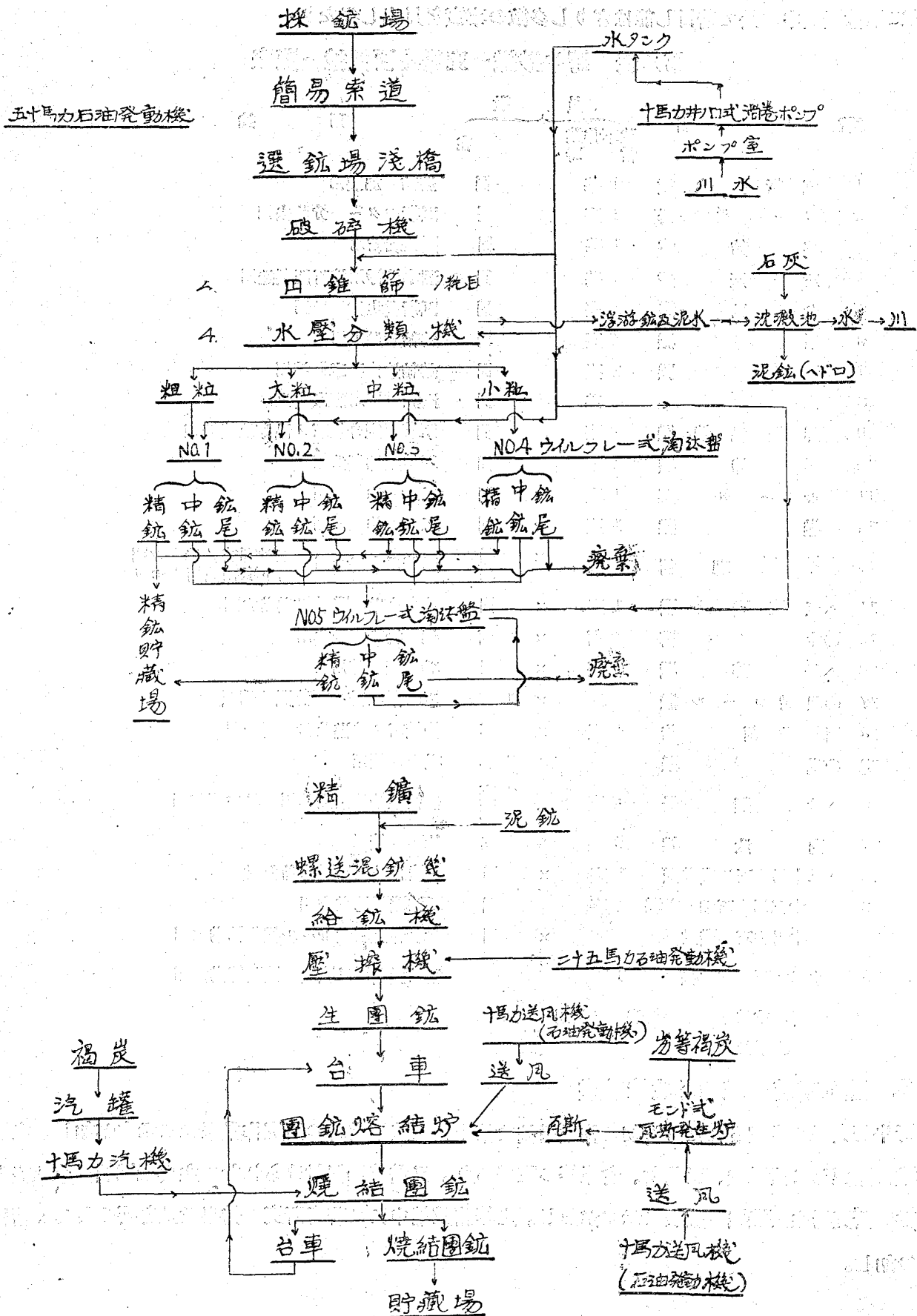
△改造 ×製鐵所ノ使用セシモノ  
○新設

## 2. 陸軍當時の設備及改造計畫

野牛研究場の建設されたる當初の作業系統は第十五圖陸軍當時の研究作業系統に示すが如し。之等作業に關連して發電室、事務所、倉庫等の設備あり。又當時に据付けられたる主要機械類は第八表野牛砂鐵研究場主要機械一覽表に示すが如し。之等諸設備中にて著者研究の結果改造を要せらるゝ諸點次の如し。

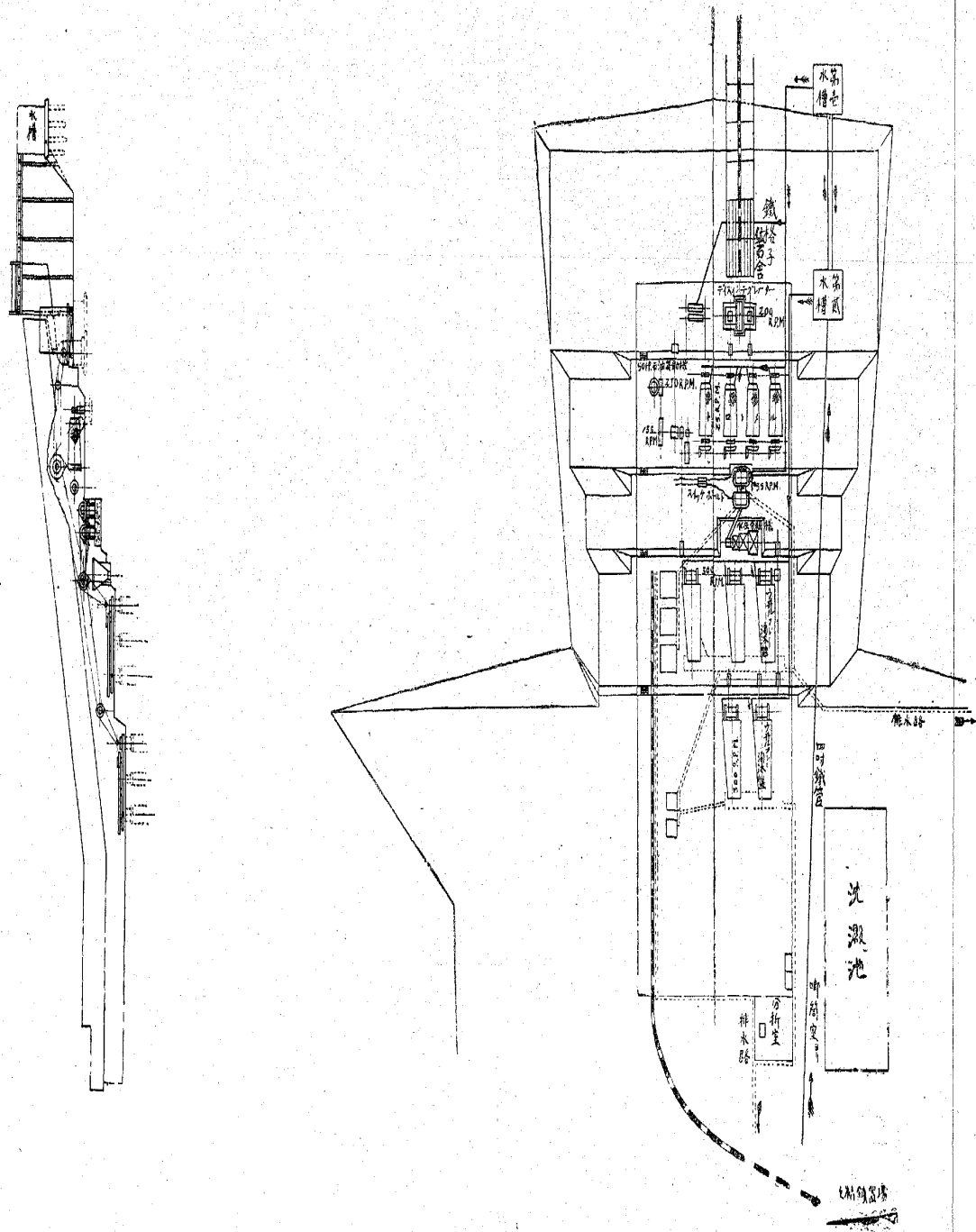
第十五圖

陸軍當時の研究作業系統



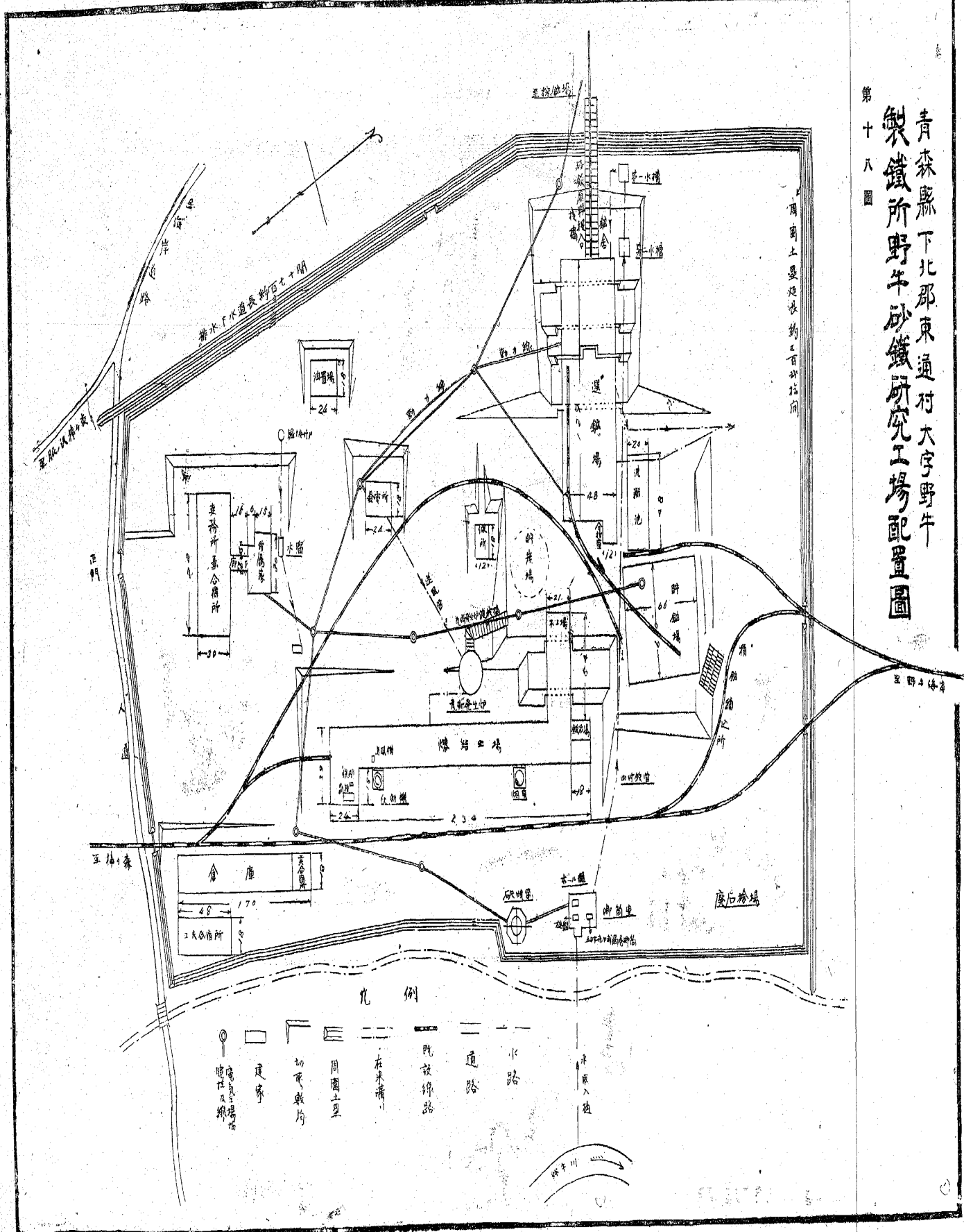
第十七圖

選鑛場機株配置圖



青森縣下北郡東通村大字野牛  
製鐵所野牛砂鐵研究工場配置圖  
第十八圖

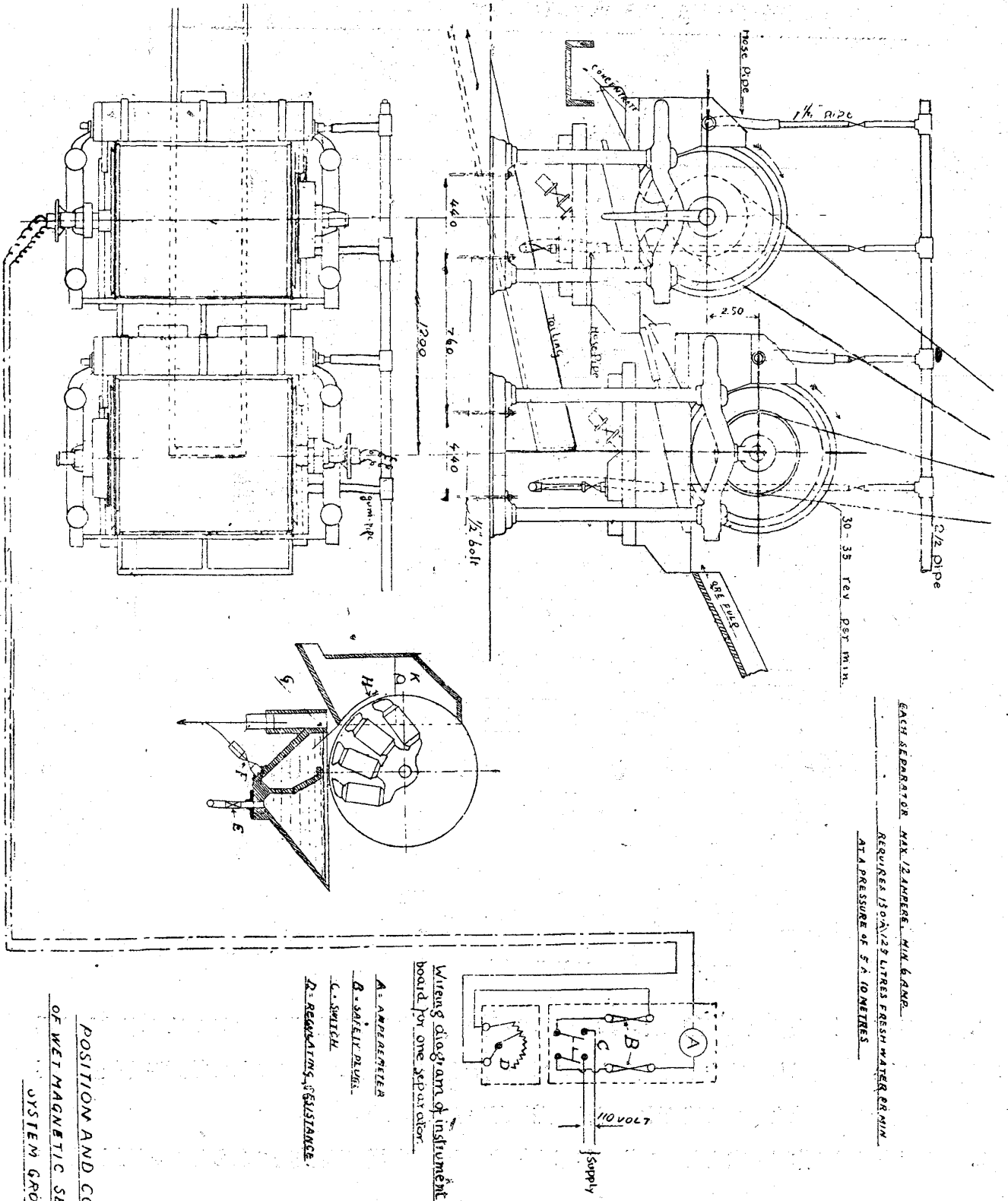
圖上主要地物約二百餘名



凡例

- 建築
- 周圍土界
- 切取敷地
- 在米溝
- 既設線路
- 道路
- 水路
- 水庫入流
- 砂鐵研究工場
- 煉鐵工場
- 倉庫
- 製鐵所
- 洗滌池
- 砂鐵研究工場
- 廢后檢場

第十六圖



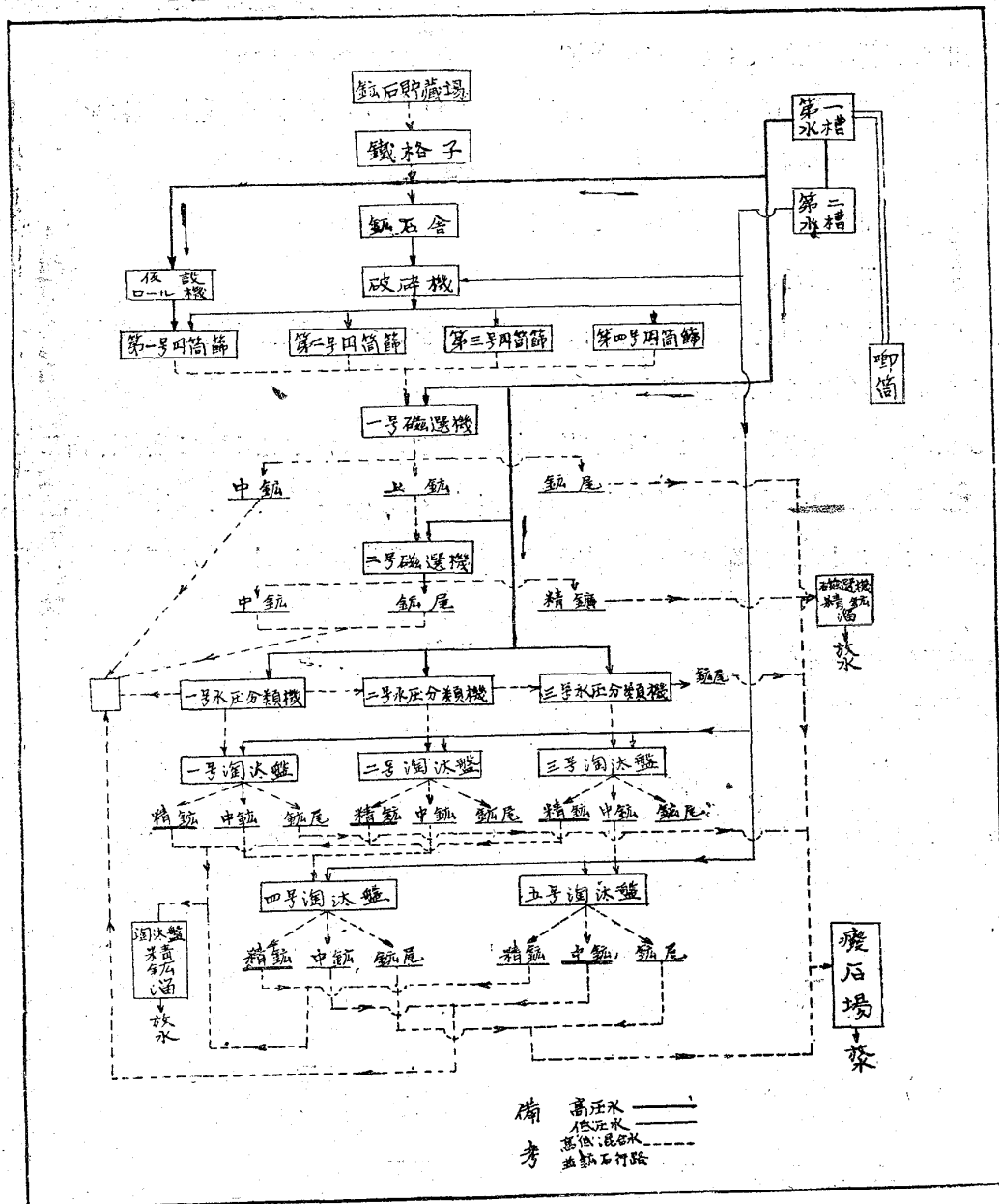
EACH SEPARATOR MAX. 12 AMPERE. MIN. 6 AMP.  
 REQUIRES 150 A/22 LITRES FRESH WATER PER MIN.  
 AT A PRESSURE OF 5' 10 METRES.

Wiring diagram of instrument board for one separator.

- A. - AMPERE METER
- B. - SEPARATOR
- C. - SWITCH
- D. - REGULATING RESISTANCE.

POSITION AND CONNECTIONS  
 OF WET MAGNETIC SEPARATORS  
 SYSTEM GONDAL

第九圖  
野午砂鐵研究場砂鐵鑛選別及給水排水系圖



1. 選別の原理は全然比重選鑛による如くせるも砂鐵鑛の選別は比重選別のみにては能率甚しく悪しく實際の規模に實現し能はず。特にウルフレー式淘汰盤は生産能力微少にして故障多く經費を要することも亦多く大量生産には適せず。著者は磁選別法を採用せり。
2. 水壓分類機は作用不完全なるが故に其構造を改め上昇水壓作用を完全にならしむる装置に變ずること。
3. 破碎機内に水を通じて濕式粉碎操業を行はしむること。
4. 壓搾機に給鑛装置を完備すること。
5. 熔結爐は不完全の點多く次の諸點を改造せり。

瓦斯焚口を完全なるバーナーとし二段併列とす、従て焚口部は煉瓦積を全然改造す。煙道瓦斯の煙突吸出を完全ならしむるため排風機を使用すること。團鑛台車が爐内を通過する際台車と爐體との連結部を完全にし熱及び煙の絶縁状態を完備する事。

6. 揚水量を増加するため已往4吋ポンプを5吋ポンプに変更し新に9尺立方の水タンク1個を増設し水の供給を完全にする事。

7. 採鑛場、運搬設備、鑛石舎、棧橋等の改造。

8. 事務所及び倉庫の修繕。

之等改造の趣旨に基きて設計し必要なる圖面一切を準備せり。前述各項目中にて45.のみは經費の關係にて終に實現せざりしも他は全部實行せり。

新規据付磁選鑛機の構造は第十六圖に示すが如し。改造せられたる選鑛場の機械配置は第十七圖に示せるが如し。又製鐵所が研究作業を行へる野牛砂鐵研究場の全體を説明せるものは第十八圖の如し著者の改造せる砂鐵選別系圖は第十九圖に示せるが如し、前掲第十五圖と對照すれば改良の要點明かなり。

### 3. 砂鐵採鑛及び運搬

野牛研究場は洪積層砂鐵層鑛區内にて野牛川溪谷に位置せるが故に此附近砂鐵を採掘し選別する目的なり。下北郡砂鐵全體としては沖積層砂鐵より洪積層砂鐵は遙に莫大なる鑛量よりなり、而も野牛附近は此洪積層砂鐵の大量埋藏さる、著者は之れを野牛式砂鐵と稱せり、野牛式砂鐵は赤色變質砂鐵にして含鐵品位10~30%にして膠着し脆弱なる砂岩に類似し最も堅實なるものは之を彫刻して墓標となし得。層の厚さ6~8尺にして略々水平なれども表面地形により多少の起伏あり、地表に露出せる處あると共に又數尺乃至20數尺の表土を以て覆はれたる場所あり。品質及び層の厚さ種別等場所により不同なり。

著者の研究に於ては精鑛品位含鐵55%を標準として精鍊研究に必要な大量選別を目的とせり。之の選別研究を完成すると共に大規模精鍊の目的を達せんとするが故なり。

選鑛設備の改造新設に着手すると同時に6月29日より採掘計畫に着手し、先づ工場上鑛床全面に涉り表土の厚さを知るために規則正しく小孔を穿ちて探鑛し表土の厚薄を知り其薄き部4個の露頭を見出し之を連絡する直線を以て工場上採掘場となせり。此露頭は其直下鑛石積込場地並より110尺の高さにあり、鑛層は走向略々南北傾斜6~10度西、層の厚さ5~10尺なり、露頭直下を20尺の垂直距離にて三段に分ち第一、第二、第三採掘場とし階段採掘法となせり。各段には軌道を設け其延長

第一採鑛場	47 間	第二採鑛場	57 "	第三採鑛場	60 "
-------	------	-------	------	-------	------

とし第三採鑛場の直下に鑛石落場を設け鑛石の貯藏に用ひたり。

採掘計畫完成後7月15日より採掘に着手せり、採掘には主として唐鍬を用ひ硬質のものは鶴嘴を用ひ、一般に採掘容易にして普通の土工と差異なし、先づ第三採鑛場の全延長に及び取開き採掘し次



に第二第一の順序に進めたり。即ち最初は鑛層の厚さ品質等不明なりしたため下方より採掘して探鑛せしむも下部は品位不良なりしたため順次放棄して上部第一と主採掘場となせり。露頭別に云へば八幡露頭、豊山露頭、白仁露頭、高見露頭（便宜上著者の命名）の順序に進めり。採掘に従事せる工夫毎日10—15名を使役し運搬には引拔トロを用ひ1臺600疋を積載せり。毎日の採掘額平均57.8噸にして1日1人採掘工夫當4.2—6.7噸なり。

此種野牛式砂鐵以外に上等品位の黒砂鐵鑛層を探鑛により發見して採掘せり。採掘場は工場西南方約10町稻先平澤地にして之を洞海澤と命名せり。表土6尺の下に2尺の黑色上鑛層を採掘することを目的とし選鑛場に至る運搬遠距離なるために中鑛以下は全部放棄せり、特に黑色砂鐵層は地下水の通路となれるが故に多量の湧水あり。大規模採掘に有つては完全なる排水施設を要せらる。洞海澤の採掘は凡て下向採掘にして湧水と泥土及び玉砂利の混合等のために困難多く前者に比し著しく採掘能率不良なり。1日當總計採掘量21.67噸1日1人當採掘量2.99噸に達せり。此種上鑛は斯の如く含鐵品位50%前後にして時としては選別を要せざるものあり、然るに低地にして露頭不明瞭、層の延長厚さ等を決定するに困難多く採掘費も亦高價なり著者の採掘せる場所は地域狭く到底大量生産の見込なし。

第九表 各種鑛石採掘表

露頭名稱	總 噸 數	上 鑛 40%以上	中 鑛 20~40%	下 鑛 10~20%	廢 石 10%以下
八 幡 露 頭	249,544				
第 一	211,937 100,	0	202,911 95,74	9,026 4,26	0
第 二	37,607 100,	0	0	0	37,607 100,
八幡及豊山中間露頭	352,258				
第 一	9,037 100,	0	9,087 100,	0	0
第 二	343,171 100,	0	0	36,425 10,61	306,746 89,39
豊 山 露 頭	672,851				
第 一	398,782 100,	0	275,041 68,97	123,741 31,03	
第 二	143,280 100,	0	33,013 23,04	110,267 16,96	0
第 三	130,789 100,	0	0	0	130,789 100,
豊山及白仁中間露頭	874,023				
第 一	782,813 100,	0	488,570 62,41	294,243 37,59	0
第 二	91,210 100,	0	91,210 100,	0	0

白 仁 露 頭	270,618			
第 一	244,874 100,	0	202,732 82,79	42,142 17,21
第 二	25,744 100,	0	0	0
高 見 露 頭	878,447 100,		804,274 91,57	74,173 8,43
總 計	3297,741 100,	0	2106,838 63,89	690,017 20,92
				500,886 15,19

(野牛式砂鐵及上鑛砂鐵層の狀體は第三圖參照を要す)

之等採掘鑛石を選鑛場に運搬集中するには工場には貯鑛場より軌道により延長約100間を運搬せり。然れども軌道の勾配及びカーブ等にて圓滑なる運轉不可能なることあり、特に雨天には運搬甚だ困難を感じ。毎日2臺の運鑛車にて工夫4人にて運搬し、又別に貯藏場にて大塊鑛石を破碎し次に積込めるが故に之等を合併して運搬能力次の如し。

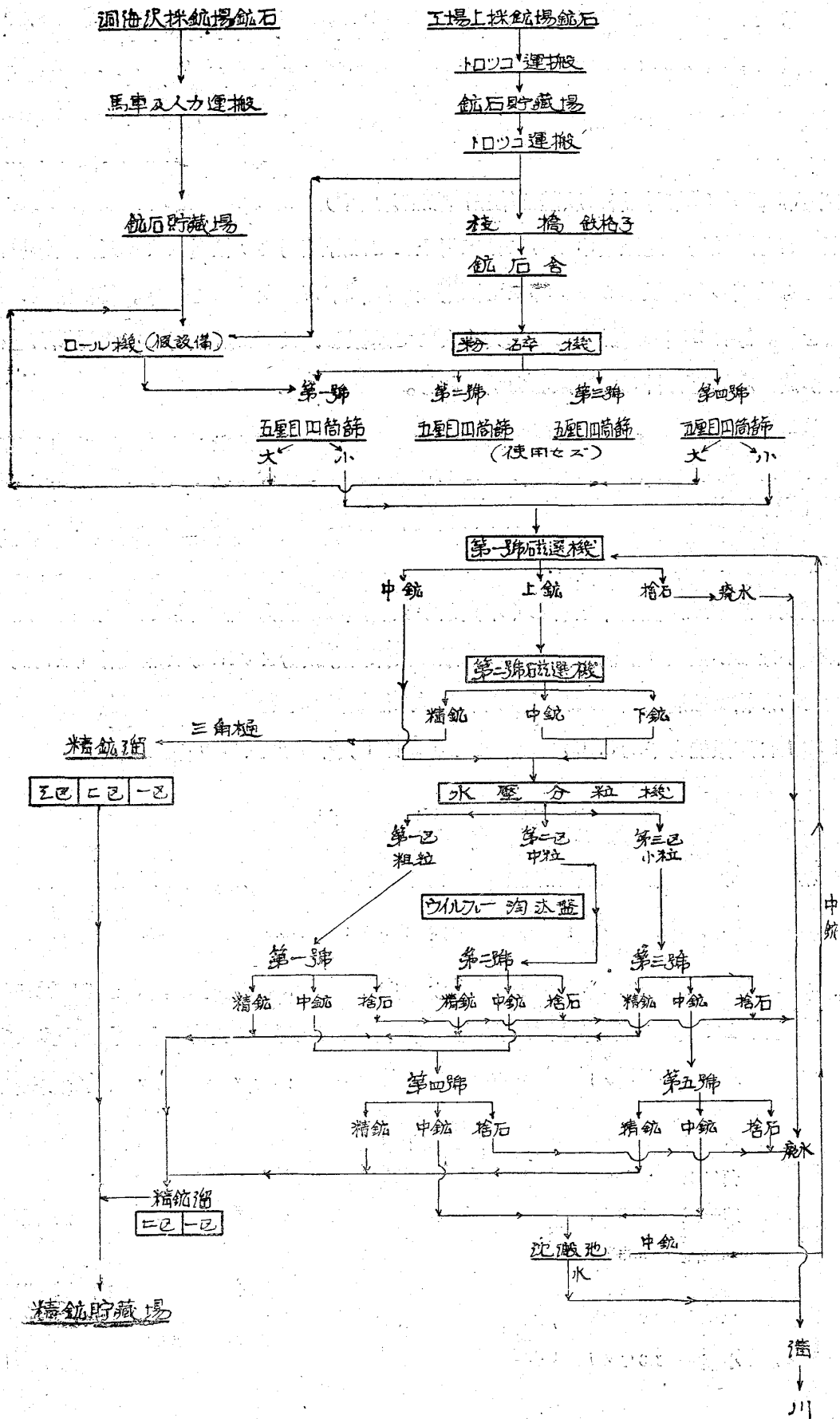
	延 日 數	延 人 員	運搬臺數	總 噸 數
	75,8	960,5	4,248,5	1,955,33
一 日 當		12,7	59,0	25,796
一日一人當			4,4	2,036

即ち採掘能力に比し此運搬能率は著しく不良なり又選鑛場の能力と連絡して適宜に運搬せる選鑛場鑛石舎の容量小なるが故なり。洞海澤上鑛の運搬には澤内貯鑛場より工場露頭附近は荷馬車により曳き上げ次に石油箱又は唐米袋に入れ通稱犬車と呼ぶ橇類似の車を1臺2人にて急勾配を輓曳運搬せり。馬車1臺1日運搬能力平均8.108噸犬車により1日1人平均運搬2.500噸なり。

第十表 選 鑛 機 械 說 明

名 稱	寸 法	使用個數	回 轉 數	能 力	用 水 量	摘 要
粉 碎 機	胴經 1.321" 粘 全高 1.626" 〃 全長 2.930" 〃	1	右 153 左 210	一時間 3.500噸	每分立方尺 4.1	品位上昇するに從ひ破碎困難なり
ロ ー ル 機	經 508" 〃 長 305" 〃	1	右 82 左 84	2.067"	1.79	調車二個を使用し臨時に製作せるもの
圓 筒 篩	長 4.012" 〃 長經 1.225" 〃 短經 915" 〃	2	13	3.000"	3.87	四基中二基を使用せり砂鐵中塊及草根木皮を篩分く
磁 選 機	ドラム { 經 766" 〃 長 665" 〃 }	2	第一號 44 第二號 41	最大給鑛 8000"	6.05	電力は直流 110ボルト 12 amp
水 壓 分 粒 機	角錐上邊ノ長サ 第一區 300" 〃 第二區 400" 〃 第三區 500" 〃	1組		1000"	1.0	假製作のもの
淘 汰 盤	盤 面 長 4.865" 〃 太幅 1.842" 〃 小幅 1.314" 〃	5	{ 上段 3 下段 2	235 241	50"	2.03 磁選機選別を經由せるため淘汰盤に来る給鑛極少し從て其能力少し

第二十圖 野牛山鐵鉈研究場選鉈系圖



運搬せる鑛石總量は選鑛に供したる鑛石量にして採掘せる鑛石の總量は尙此以上なり。前述せし如く最初採鑛場取開に當り採掘せし鑛石中には品位劣等にして到底選鑛に價せざるものありしが故に夫等は放棄せり。概して鑛石の品位豫想に反して不良にて選鑛能力甚しく不良成績に終り採掘せる鑛石の總量及び種別は第九表の如し。

#### 4. 選鑛及び其能率

本研究場選鑛設備は前述せるが如く陸軍當時の施設を改造増補せるものなれども根本原理を改めたるため作業狀況全然變ぜり。諸機械の連絡流樋の傾斜等をも根本的改造の必要あれども長時日と經費とを要せらるゝが故に凡てを假設備となせり。此一時的設備のため後節に記述せる如く作業上尠なからざる不便と困難とを伴へり。

選鑛系圖は第二十圖に示せるが如し、又使用せる機械の名稱及び實用せる成績を示せば第十表の如し。選鑛場原動力は池貝工作所製 50 馬力石油發動機 (Semi-Diesel Engine) にして輕油を使用せり。發動機の總運轉 93 日延時間 847 時間 55 分輕油使用量 1 時間當り 2.7 升實使用馬力大凡 14 馬力の如し。發電用として Westinghouse 社製 7 キロワット直流發電機及び之を運轉す可き池貝工作所製 10 馬力石油發動機あり實使用馬力 4.7 馬力の如し、電流は直流 110 ボルトにして磁選機及び電燈用に使用せらる。選鑛用水を得るために井ノ口式 5 時渦卷ポンプ 1 臺を運轉するために同上様式石油發動機 20 馬力を使用せり、此實使用馬力 15.0 馬力なり。選鑛用水の配給には最も苦心せる其の一つにして、野牛川より。地下樋により導き唧筒により工場土木製タンクに貯水し諸機械に分配供給せり。用水の配給は第十九圖に示せるが如し。

大正 12 年 7 月 25 日機械の試運轉を行ひ 27 日より選鑛作業を行へり。給鑛、給水、機械の調節等凡て作業に熟練せる従業員少きたため多大の困難を生じたれども次第に練習を経て順調に作業することを得たり、原鑛石は最初劣等鑛石に就き初め順次中鑛及び上鑛を取扱へり。諸設備の故障と原鑛石品位劣悪のため選鑛能力豫定の如く大量となし能はざりしは遺憾なり。全作業期間 93 日中後半は運轉好況にして 1 日 15 噸以上に達せし事尠なからず、全作業期間使用原鑛石 23,542,848 噸、精鑛量 735,304 噸 (含水量共) に達し、此歩留 31.25% 1 日平均 (8 時間作業) 精鑛量 7,906 噸なり。(此原鑛石量及び精鑛數量は凡て計算推定にして後節に説述するが如く八幡に輸送後實秤せしものと大差あり)。使役人員は最小限度にて能ふ限りの勞務に就かしめ最多數 14 名最小數 7 名、内職員 1、職長 1、金工 4、男工 6、女工 2、なり。

選鑛能率は給鑛せる鑛石の品位上中下により甚しく差異あり又運轉状態に従ても差あり。全作業を通し毎日平均成績を三種別とし列記せるものは次の如し。

第十一表	上鑛選別成績表
第十二表	中鑛
第十三表	下鑛

今之等の平均値を比較すれば次の如し。

	上鑛	中鑛	下鑛
精鑛實收率	81.98	25.50	17.05
鐵分	92.01	54.36	55.56

即ち歩留は上鑛最良にして中鑛、下鑛は之に次げり、上鑛は主として磁鐵鑛よりなり而も原鑛品位優良なるが故にして中、下鑛は夫夫赤鐵鑛及び褐鐵鑛を混じ磁選別不能なるが故なり。此歩留により精鑛に對する必要なる原鑛量を決定することを得。之等選鑛に生ずる廢石中には磁性鐵鑛の一部及び不磁性鐵鑛分の大部其他硅砂粘土等を含み全鐵分 15% に達することあり、之を沈澱池に導きて沈澱せしむるも全鐵分を 30% に上し得るのみにして吾人の現状に有ては之を所理する設備なきため一切を放棄せり。

原鑛石中のチタニウムは前述せしが如く一部分は磁性鐵分中に混じて精鑛中に入り一部分は不磁性分となり淘汰盤により回收され、チタン鐵鑛を多量に含む高チタン精鑛となれり。本作業を通して約 10 吨のチタン精鑛を得其  $TiO_2$  含量 27% に達せり。磁選機精鑛は黑色磁鐵鑛となり淘汰盤精鑛は赤褐色不磁性鐵鑛となる豫定なりしも實地作業の結果は之に反し磁選機にては赤鐵鑛を被覆せる磁鐵鑛なるが故に赤色を呈し淘汰盤に有てはチタン鐵鑛のため黑色を呈せり。磁選機精鑛中には  $TiO_2$  11% 以上となることなく一般には 7~8% にして、此以上は不磁性分中に分離さる。

本研究作業により推理し野牛選鑛場の設備は尙不備の點尠なからず。今將來に於て改良さるべき主な點次の如し。

- a. 探鑛及び運搬設備を改造し鑛石の供給力を容易ならしむること。
- b. 選鑛場内設備の改善を要せらるゝ點
  - イ、破碎機給鑛口改造
  - ロ、完全なるロール機据付
  - ハ、圓筒篩金網張り替
  - ニ、水壓分粒機改造及び金屬製に改むる事

- ホ、淘汰盤の修繕
- ヘ、破碎機以下の各機械の据付を變じ各機械間を連絡する木樋の傾斜を増大する事
- c. 磁選機、水壓分粒機より浮游し去る褐鐵鑛分及びチタン酸分を回收する方法を講ずる事
- d. 淘汰盤を改良し能率を増さしむること

今回の研究作業にて諸機械の能力作用等を明にし得たりと雖も精鑛單價著しく高價にして之れを以て製鐵原料を得るは甚しく不經濟にして現状に有ては見込少し、之を改良すると共に少くとも一晝夜 30 吨の生産能力とし原鑛中の鐵分 30% 前後の鑛石を採掘し最善の能率にて選別し生産費を極力低下せざる可らず。

第十一表 上鑛選別成績表 (鐵分40%以上)其一

月 日	給 鐵			磁選機精鐵			テール精鐵			鐵分量 數分量	精鐵量 合計	鐵分量 合計	精鐵實收率 (鐵石步留)率(%)	備 考
	噸數	品位	鐵分量	噸數	品位	鐵分量	噸數	品位	數分量					
10 18	25,000	53.34	13,334	20,540	60.63	12,453	0	0	0	20,540	12,453	82.16	93.39	
" 20	16,818	56.15	9,443	13,943	59.24	8,260	0.976	40.56	0.395	14,919	8,655	88.71	91.66	
" 21	23,779	54.91	13,057	21,962	39.16	12,993	1.482	43.74	0.649	23,444	13,642	98.59	104.48	
" 24	22,317	53.78	12,002	21,816	60.19	13,131	1.352	44.88	0.607	23,168	13,738	103.81	114.46	
" 25	24,761	48.57	12,026	22,120	59.49	13,159	1.082	43.29	0.468	23,202	13,627	93.70	113.31	
" 26	14,717	50.09	7,372	11,021	60.13	6,627	0.551	42.81	0.236	11,572	6,863	78.63	93.10	
" 28	13,239	54.81	7,256	9,037	61.60	5,585	0.649	44.88	0.291	4,716	5,876	73.39	80.98	
" 29	10,192	54.34	5,538	7,717	61.01	4,709	0.330	44.82	0.143	8,049	4,857	78.97	87.70	
11 1	24,278	50.17	12,180	19,864	58.76	11,672	1.208	42.31	0.511	21,072	12,183	86.80	100.02	
" 2	13,697	53.85	7,376	10,606	59.13	6,271	0.806	44.17	0.356	11,412	6,627	83.32	89.85	
" 3	32,962	57.03	18,798	24,552	59.89	14,704	1.584	45.16	0.715	26,136	15,419	79.29	82.03	
" 4	22,601	48.91	11,054	14,366	59.04	8,482	0.738	45.25	0.334	15,101	8,816	66.83	79.75	
" 5	8,631	51.02	4,404	6,450	59.14	3,815	0.168	42.24	0.071	6,618	3,886	76.68	88.24	
" 6	29,200	50.75	14,819	20,135	58.71	11,821	0.230	42.34	0.097	20,365	11,918	69.74	80.42	
" 7	1,570	51.00	0,801	1,065	59.85	0,637	0.020	48.22	0.010	1,085	0,647	69.11	80.77	
合 計	283,762	--	149,460	--	--	--	--	--	--	236,402	139,207	1229.73	1880.16	
平 均														

第十一表 上鑛選別成績表 (鐵分40%以上)

月 日	給 鐵			磁選機精鐵			テール精鐵			鐵分量 合計	精鐵實收率 (鐵石砂留)率(%)	備 考		
	噸數	品位	數分量	噸數	品位	鐵分量	噸數	品位	數分量					
10 18	25,000	53.34	13,334	20,540	60.63	12,453	0	0	0	20,540	12,453	82.16	93.39	
" 20	16,818	56.15	9,443	13,943	59.24	8,260	0.976	40.56	0.395	14,919	8,655	88.71	91.66	
" 21	23,779	54.91	13,057	21,962	59.16	12,993	1.482	43.74	0.649	23,444	13,642	98.59	104.48	
" 24	22,317	53.78	12,002	21,816	60.19	13,131	1.352	44.88	0.607	23,168	13,738	103.81	114.46	
" 25	24,761	48.57	12,026	22,120	59.49	13,159	1.082	43.29	0.468	23,202	13,627	93.70	113.31	
" 26	14,717	50.09	7,372	11,021	60.13	6,627	0.551	42.81	0.236	11,572	6,863	78.63	93.10	
" 28	13,239	54.81	7,256	9,067	61.60	5,585	0.649	44.88	0.291	9,716	5,876	73.39	80.98	



10	41.674	26.60	11.085	10.242	57.01	5.896	0	0	0	10.342	5.896	24.82	53.19
11	16.106	29.26	4.713	6.069	61.53	3.734	0.050	50.49	0.025	6.119	3.759	32.99	79.76
12	24.067	20.48	4.919	9.062	56.89	5.155	0.307	35.56	0.109	9.369	5.264	39.01	107.01
13	25.010	20.27	5.070	5.703	53.69	3.062	0	0	0	5.703	3.062	22.80	60.39
14	24.028	20.98	5.041	5.469	59.17	3.236	0.345	39.65	0.137	5.814	3.373	24.20	66.91
16	24.372	26.16	6.376	5.852	53.34	3.122	0.150	38.05	0.057	6.002	3.179	24.63	49.86
17	36.835	24.36	8.973	7.884	50.49	3.981	0.250	39.65	0.099	8.134	4.080	22.08	45.49
18	28.283	20.80	5.883	7.158	53.51	3.830	0.250	43.62	0.109	7.408	3.939	26.10	66.96
19	53.424	24.71	13.204	10.388	50.14	5.209	0.291	37.69	0.109	10.882	5.318	19.98	40.28
20	27.479	26.31	7.230	6.071	57.61	3.498	0.216	36.80	0.080	6.287	3.578	22.88	49.49
21	37.833	27.38	10.359	7.524	51.56	3.869	0.270	35.20	0.095	7.774	3.961	20.55	58.27
22	28.559	23.29	6.651	6.403	56.26	3.609	0.200	41.78	0.084	6.603	3.963	23.12	38.27
23	32.129	21.51	6.911	8.718	54.05	4.712	3.250	42.14	0.105	6.968	4.817	27.91	69.70
25	34.603	24.88	8.613	7.013	52.81	3.662	0	0	0	7.013	3.662	20.29	42.52
26	37.036	24.01	8.892	8.496	52.45	4.456	0.345	31.82	0.109	8.839	4.565	23.87	51.34
27	40.598	26.31	10.681	9.840	60.27	5.931	0.147	48.18	0.071	9.987	6.012	24.60	56.19
29	32.496	21.51	6.990	6.731	56.72	3.818	0.184	35.58	0.067	6.705	3.885	21.25	55.58
30	37.937	23.11	8.767	7.699	50.85	3.95	0.170	33.07	0.056	7.849	3.961	20.69	45.18
1	34.857	20.81	7.251	6.087	50.13	3.051	0.464	34.65	0.161	6.551	3.212	18.79	44.48
2	45.048	21.69	9.771	7.137	51.11	3.648	0.598	39.65	0.237	7.735	3.885	17.17	29.76
3	48.530	27.07	13.113	7.335	46.76	3.470	0.100	34.85	0.035	7.485	3.465	15.32	26.42
4	48.120	22.22	10.692	8.467	47.49	4.021	0.320	33.42	0.107	8.787	4.128	18.26	38.61
5	42.707	24.36	10.403	8.213	51.70	4.243	0.464	41.25	0.191	8.677	4.431	20.32	42.65
6	50.480	23.47	11.848	7.757	53.25	4.131	0.490	40.74	0.200	8.247	4.311	16.14	36.55
8	56.631	23.29	13.189	9.471	50.49	4.782	0.228	35.56	0.081	9.639	4.813	17.13	86.87
9	3.666	52.98	1.942	80.864	54.49	5.918	0.150	32.53	0.049	11.014	5.907	24.03	52.18
10	14.905	55.29	8.244	26.076	58.49	15.252	0	0	0	26.076	5.252	24.14	79.37
12	3.963	51.91	2.057	10.558	54.23	5.726	0	0	0	10.558	5.729	30.36	52.67





砂 鐵 研 究

"	4	6.081	17.18	1.445	0.240	63.36	0.153	0.050	50.17	0.025	0.290	0.178	4.77	17.03
"	5	10.915	15.29	1.669	2.376	55.00	1.307	0.258	38.29	0.099	2.634	1.406	24.13	84.24
"	6	14.969	15.60	2.320	1.584	51.75	0.801	0.100	56.89	0.057	1.684	0.859	11.32	37.03
"	8	19.871	13.39	2.661	1.166	56.11	0.651	0.074	43.02	0.032	1.240	0.686	6.24	25.78
"	9	13.667	16.86	2.304	5.136	53.27	1.671	0.150	41.77	0.063	3.286	1.734	24.04	75.09
"	10	16.494	16.36	2.698	1.650	57.72	0.953	0.141	44.99	0.064	1.791	1.016	10.86	37.66
"	11	20.829	19.82	4.128	2.031	69.23	1.000	0.109	43.78	0.048	2.140	1.048	10.27	25.39
"	14	21.038	16.37	3.423	3.555	56.85	2.021	0.130	45.32	0.059	3.685	2.082	17.52	60.77
"	17	33.490	18.53	6.169	3.713	55.62	2.065	0.040	45.32	0.018	3.753	2.083	11.21	45.88
"	18	14.518	17.13	2.487	2.455	55.41	1.360	0.100	45.42	0.045	2.555	1.405	17.60	56.49
"	21	16.654	16.89	2.813	1.872	60.15	1.126	0.123	45.42	0.056	1.995	1.182	11.98	42.02
"	22	24.870	17.92	4.457	4.750	60.15	2.857	0.100	41.49	0.045	4.850	2.902	19.50	65.11
"	23	34.478	17.75	6.120	5.322	58.09	3.092	0.157	44.94	0.071	5.479	3.163	15.89	51.68
"	24	36.114	14.01	5.060	7.616	57.68	4.393	0.084	48.82	0.026	7.670	4.419	21.24	89.33
"	25	39.693	19.78	7.852	6.517	52.53	4.423	0.213	44.50	0.095	6.730	3.518	16.95	44.80
"	28	9.918	16.69	1.665	1.700	50.88	0.850	0.100	43.49	0.014	1.800	0.394	18.15	54.02
"	29	17.565	15.66	2.751	2.250	59.44	1.112	0.030	37.90	0.011	2.280	1.123	12.98	40.82
9	15	23.043	17.07	3.933	6.729	53.69	3.613	0.100	39.47	0.040	6.829	3.653	29.64	92.81
"	28	25.709	16.54	4.418	8.834	57.25	5.040	0.220	32.89	0.073	9.014	5.113	38.79	115.73
合 計	446.862	—	—	76.077	—	—	—	—	—	—	76.188	42.271	347.31	1205.43
平 均	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17.05	55.56
上、中、下鐵總計	2352.848	23.4	616.477	—	—	—	—	—	—	—	735.504	413.934	2928.59	5466.70
總 平 均	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31.25	64.03