

旧「満州」鞍山製鉄所の経営発展と生産技術

——原料資源条件との関連を中心に——

奈 倉 文 二

一 はじめに

現代世界鉄鋼業はソ連・日本・アメリカ・ECの「4極構造」とはいえ、いわゆる「中進製鉄国」の成長は目覚ましく、世界経済全体の動向においてもNICs（新興工業国群）の発展が注目されている。これら新興国の発展は先進国からの技術導入・技術援助によるところ大であるが、「技術移転」（Technology Transfer）が成功するか否かは、言うまでもなくすぐれて当該国の歴史的社会的諸条件（とくに産業・市場構造、原料資源、労働力等の経済的諸条件）如何にかかっている。昨今、日本の戦前以来の「近代化」・「工業化」の経験が脚光を浴びているのは、こうした背景に基づくものである⁽¹⁾。

本稿の直接的検討対象は、旧「満州」（中国東北部）鞍山製鉄所である。同所は、戦前日本帝国主義の「大陸経営」と関連して、「満州」開発の中核的役割を果たした半官半民の国策会社満鉄（南満州鉄道株式会社）により設立されたものであり、戦前日本鉄鋼業史において官営八幡製鉄所（1934年以降半官半民の日本製鉄傘下）と並んで極めて重要な役割を果たしたことは周知の通りである。ここでとくに注意しておく必要があるのは、鞍山製鉄所の場合、既に日本の「勢力圏」に入っていた半植民地「満州」に原料基盤を確保し、現地に直接資本を投下して成立した「原料資源立地型」製鉄所であったことである。同所の設立・発展過程においては、当時の先進鉄鋼業国ドイツ・アメリカからの技術導入、八幡製鉄所等からの技術援助を受けるが、「技術移転」に際しては原料資源条件

との関連がとくに重要な意味を有したのである。そこで本稿の鞍山製鉄所の経営発展の考察に際しては、生産技術の改善のあり方と原料資源条件との関連にとくに留意することとする。

なお筆者は、満鉄・鞍山製鉄所時代（1933年5月まで）の同所については、既に経済・経営史的に考察した。そこでは言わば「発展」の側面を日本鉄鋼業史上に果たした役割との関連において強調したが⁽²⁾、他方で、主として1937年以降の戦時鉄鋼増産計画との関連においては言わば「限界」面を重視する見解が支配的である。この両者の見解はいかに接合するのか否か。こうした問題に接近する上でも原料資源条件との関連における生産技術改善のあり方という本稿の中心的視角は重要な意味を有するであろう。考察対象時期は、本稿の視角との関連から貧鉄処理法の工業化（1926年）以降とするが、上記研究状況との関連においては昭和製鋼所・鞍山製鉄所成立（33年6月）以降37・38年頃までが主として問題となろう。

(1) 国連大学『人間と社会の開発プログラム研究報告：技術の移転・変容・開発——日本の経験プロジェクト——』1978～83年、等。本稿の原型は当初同プロジェクトの一環として構想された。筆者は、アジア経済研究所・同プロジェクト受託チームの御協力のもとに元鞍山製鉄所関係者に御参集戴き、1982年4月、2回にわたり座談会を開催した（出席者一覧は本稿末尾〔付記〕参照）。以下、本稿で同座談会の内容を利用する場合「座談会記録Ⅰ・Ⅱ」と略す。「技術移転」の概念は未だ十分確立したものではないが、さしあたり斎藤優『技術移転論』文真堂、1979年等を参照。なお本稿で

は資料表現等を除き年号は西歴を用いる。

- (2) 拙著『日本鉄鋼業史の研究』近藤出版社、1984年、とくに第2章第3節。なお堀切善雄「鞍山製鉄所の生産技術」（土地制度史学会関東部会報告、1982年4月）は、1928年までの同所について貧鉄処理等の生産技術の未確立を強調された。
- (3) 松本俊郎「満州鉄鋼業と日本の総力戦体制(I)」(『岡山大学経済学雑誌』第13巻第2号、1981年8月)、同「満州五ヶ年計画期の鉄鋼増産計画(I・II)」(同誌、第15巻第1・3号、83年6・11月)、大竹慎一「鉄鋼増産計画と企業金融」(『経営史学』第12巻第3号、1978年6月)、等。

二 鞍山製鉄所発展過程の概観的特徴

まず鞍山製鉄所の発展過程の概観的特徴を明らかにし、以下の検討課題をより明確にしておこう。

1 満鉄・鞍山製鉄所⁽¹⁾

満鉄は鞍山一帯の鉄鉱床発見(1909年)直後より鞍山鉄鉱と自社の撫順炭を基本原料とする製鉄業計画を企図していたが、鞍山製鉄所設立(1916年10月)に具体化するに至る前提条件としては鞍山一帯の鉄鉱採掘権の獲得を必要とした。即ち、いわゆる「対華21ヶ条要求」に基づいて締結された「日支協約」(1915年5月)付属「南満州ニ於ケル鉄山採掘権ニ関スル交換公文」により、満鉄は「中日合弁振興鉄鉱無限公司」を設立し、同公司名義により鞍山一帯の鉄鉱採掘権を獲得した。鉄鉱採掘会社を日中合弁の別会社組織としたのは日本側の単独採掘権は認められなかったからである。したがって形式的には鉄鉱採掘は「振興鉄鉱無限公司」において行い、満鉄・鞍山製鉄所は同公司より使用鉄鉱石の供給を受けるという関係であるが、実態は同公司是「満鉄とは異名同体」と言われる存在であった。

鞍山製鉄所は第1次大戦期に日産200トン高炉(溶鉄炉)2基を建設し、1919年4月に操業を開始した。しかし、大戦終了後の「鉄価下落」のもとでは1基のみの操業(2基相互補修)が続き、

当初予定の歴大な鉄鋼一貫計画も中止を余儀なくされていた。その間、鞍山製鉄所は莫大な「欠損」の連続であり、当時同所は「満鉄の癌」と呼ばれていた程である。

同所の不振の最大要因は鞍山一帯の鉄鉱石の大部分が貧鉄(含有鉄分30~40%)であったことにある。したがって、同所の存立にとっては何よりもまず貧鉄処理法の開発が課題とされた(もっとも使用コークス問題も撫順炭のみでは粘結力不足のため強粘結炭の配合が課題とされたのでその内容については後述する)。

鞍山鉄鉱の大部分を占める貧鉄の多くは赤鉄鉱で殆ど磁力を帯びていない。その夾雑物の殆どは珪酸であり(「含鉄珪岩」と呼ばれる程)、硬度は極めて高いため破碎し難く、鉄石粒は細微であった。つまり通常の選鉄法(比重選鉄法、磁力選鉄法など)にとっては極めて悪条件を備えていた。そこで、同所では独特な貧鉄処理法の開発が模索され、成功を見た。即ち、梅根常三郎技師のもとに開発された「還元焙焼法」(別名「磁化焙焼法」という貧鉄処理法である。鞍山製鉄所は、この独特な貧鉄処理法の工業化を歴大な資本投下により実現した(1926年選鉄工場完成)。これにより同年7月以降高炉2基同時操業が可能となり、鉄生産高は増大していく。つまり、貧鉄処理法の工業化は、以後の鞍山製鉄所の生産力発展の基礎的条件として極めて重要な意義を有したのである。したがって、選鉄工場における貧鉄処理の工程(焙焼・選鉄・焼結)と作業実績の具体的検討は以下の重要課題である。

なお、貧鉄処理法の工業化により、鞍山一帯の鉄鉱石のうち大孤山貧鉄の採掘高が急増するが、大孤山貧鉄採掘の本格化に際しては新たな発破技術の採用を伴っていたので、その内容についても後に検討する必要がある。

鞍山製鉄所が不況下の連年欠損という時期に歴大な資本投下により貧鉄処理法の工業化を実現し得たのは、同所が国家資本系の満鉄傘下にあったことによるところ大であった。鞍山製鉄所の場合、さらに「満鉄コンツェルン」としての特質を十全

に発揮した諸方策が実施された。即ち、山本条太郎満鉄総裁下の「鞍山製鉄所の更生策」である（1927・28年実施）。その概要は、自社の石炭価格及び鉄道運賃を殆ど原価並み扱いとしたこと、鞍山製鉄所の「水膨れ」資本（大戦期に建設した高価格設備）の徹底的切捨てなどである。これらの諸措置により同所の生産費低下と利益の計上（1927～29年度）が可能となった。しかも、満鉄は、他方で第3高炉（当時日本最大規模の500トン高炉）を建設し（28年1月着工、30年3月火入）、銑鉄年産28万トン計画を実現した。つまり、鞍山製鉄所は、1920年代後半から30年代初頭にかけて、貧鉱処理法の工業化に伴う高炉2基同時操業、大胆な「更生策」、大規模第3高炉建設を相次ぎ実施し、銑鉄生産高の増大をもたらすとともに、製造銑鉄の品質改善をも実現する（この内容は後にやや具体的に検討する）。こうした諸措置は「満鉄コンツェルン」傘下であったが故に可能となったものであるとともに、日本市場におけるインド銑鉄防遏という「製鉄国策」に沿うものだったのである。

(1) 鞍山製鉄所の発展過程に関する基本文献としては、鞍山製鉄所庶務課『鞍山製鉄所事業概観』1930年、昭和製鋼所『昭和製鋼所綱要』（以下『綱要』と略）1935年、同所『昭和製鋼所廿年誌』（以下『廿年誌』と略）1940年、満州製鉄鉄友会編『鉄都鞍山の回顧』1957年、同会編『満州製鉄小史』1971年、満鉄編『南満州鉄道株式会社十年史』1919年、同『第二次十年史』1928年、同『第三次十年史』1938年、等があるが、本項の満鉄・鞍山製鉄所時代の発展とその評価については、全て前掲拙著（とくに第2章第3節）による。

2 昭和製鋼所・鞍山製鉄所の成立と銑鋼一貫計画の実現

満鉄・鞍山製鉄所は、既に第3高炉建設と並行して「製鋼計画案」を立案し、日本政府の認可も得ていた（1929年1月）。この製鋼計画は満鉄多年の懸案であるが、中国輸入関税引上げの動向に対処し、満州を含む中国における鋼材需要に応ぜ

んとするものがあった。満鉄は、この計画に基づき直ちに製鋼及び分塊工場設備をドイツのクルップ及びデマグ両社に注文した。しかし、この製鋼計画認可直後、中国側の輸出税引き上げ声明に直面して、山本満鉄総裁は、別箇の銑鋼一貫経営の製鉄所を設立する計画を樹立した（同年5月）。即ち昭和製鋼所設立計画である。その内容は、本社を京城、工場を新義州（朝鮮北部の「満州」との国境沿い）とし、銑鉄50万トン、鋼塊57万トンを生産するという完全な銑鋼一貫計画である。そして、昭和製鋼所自体は同年7月4日設立された。しかし、その直後内閣交替により山本満鉄総裁は辞任し（後任仙石貢）、浜口内閣は満鉄の投資・貸付、株式引受等を新たに政府の認可事項としたことにより、昭和製鋼所新義州工場建設計画は中止を余儀なくされ、以後工場設置位置をめぐる新義州・大連・鞍山等が比較検討されるとともに、各地域で激しい工場誘致運動が展開し、「昭和製鋼所立地問題」として世論を賑わした。この間ドイツより購入した工場諸設備は大部分大連に到着しながら空しく待機となっていた。

この「昭和製鋼所立地問題」は、「満州事変」の勃発（1931年9月）と「満州国」建国（翌32年3月）という客観情勢の変化により急展開を見せる。即ち、「日滿産業政策上及国防上」「満州に製鋼事業実現の必要」が痛感され、軍部及び満鉄諸機関において従来の計画は白紙還元して検討された（とくに満鉄経済調査会は「昭和製鋼所の事業は鞍山に於て開始すべし」との計画を作成し関東軍に報告）。これを受けて昭和製鋼所及び満鉄・鞍山でも事業計画の変更が検討され、工場位置を鞍山にすること、その他所要事業費・生産能力・製品品種・販売市場等の「主要基礎条件」を立案の上、「鞍山製鋼計画案」を決定した（同年9月）。

この「鞍山製鋼計画案」のうち「主要基礎条件」については、関係各方面との意見調整もスムーズであったが、残る問題は「内地輸入銑鉄・鋼片に対する関税と之に対する政府助成金の問題」であった。しかし、本問題は「日滿ブロック化」が重要国策となるという情勢のもとでは決定的な障害

となる問題ではなかった。即ち、銑鉄については32年6月の関税改正時点において「満州」銑鉄の輸入については別途助成の手段が考慮されており、実施はやや遅れたものの、ほぼ関税引上げに見合う「満州製鉄業補助金」の増額措置が講ぜられた⁽³⁾。この「銑鉄関税増差額」の補給は差当り満鉄・鞍山製鉄所に対して交付されるものであるが、昭和製鋼所・鞍山製鉄所に継承されることは前提とされた。鋼片についても、資料的に定かでないが、大蔵省との折衝の結果一定の助成金が交付されることになったため、計画書の一部を改定し、33年4月改めて昭和製鋼所事業開始につき政府の認可を得た⁽⁴⁾。

こうして鞍山製鉄所は、満鉄より33年5月末日をもって分離されることとなり、6月1日をもって昭和製鋼所・鞍山製鉄所が成立した（昭和製鋼所本社も京城から鞍山に移転、資本金1億円、払込2500万円、全額満鉄出資、社長伍堂卓雄）。同所成立直前の「製鋼計画」は、鞍山における製鉄能力40万トンを目安とし、これに既に準備していた製鋼圧延設備を増設して鋼片20万トン、鋼材13万3千トンを生産するというものである（成立直後の「製鋼計画」は銑鉄45万トンを目安として半製品を含む鋼材35万トンを生産する計画である）。いずれにせよ、鋼材が比較的少量に抑えられ、銑鉄・鋼片の生産に重点が置かれたのは「日本に於ける鉄鋼製造業及消費市場との関係」が考慮された結果である⁽⁵⁾。即ち、昭和製鋼所は、元来満州を含む中国市場への鋼材供給を目的としていたとはいえ、現実の中国鋼材需要はさほど期待できず、製品の大半は対日供給となるという予測のもとで、日本における鋼材市場での競争を回避することを余儀なくされたのである。屑鉄製鋼法を採用している国内の製鋼圧延メーカー（あるいは単純圧延メーカー）の発展により、いわゆる「鉄鋼アンバランス」がもたらされているという日本鉄鋼業の生産構造の特徴との関連において、国策的な鉄鋼会社・昭和製鋼所の「製鋼計画」の内容が決定されたことに注意しておこう。

なお、昭和製鋼所は銑鉄一貫作業の開始に先立

ち、弓長嶺鉄山（遼陽東方17～18km、3鉱区）を獲得している（33年2月飯田延太郎より採掘権買収、同年3月満日合弁弓長嶺鉄鉱無限会社設立）。弓長嶺の富鉱を製鋼工程で使用するためである。

さて、「製鋼計画」に基づく製鋼圧延工場の建設は順調に進捗し、1935年3月製鋼工場、4月鋼片並びに鋼材圧延工場が相次いで完成し、ここに昭和製鋼所・鞍山製鉄所は待望の銑鉄一貫作業を開始した。この銑鉄一貫作業開始に先立ち、34年10月、昭和製鋼所は「第2期増産計画」を樹立し（同年12月認可）、翌35年4月建設に着手した。その完成後の生産能力は銑鉄70万トン、鋼塊58万トン、鋼材28万5千トンである⁽⁷⁾。銑鉄一貫作業開始にあたっての生産技術上の改善、製鋼・圧延作業の特徴と作業実績は以下において検討されよう。

- (1) 前掲『綱要』9～10頁、前掲『廿年誌』7～14頁、前掲『鉄都鞍山の回顧』17～19頁、前掲『満州製鉄小史』15～17頁、等。なお「立地問題」の本格的検討はここでは割愛するが、当時の文献の中で本問題に言及したものとして、田中貢『鉄鋼及機械工業』栗田書店、1931年、219～228頁、小島精一『日滿統制経済』改造社、1933年、387頁、とくに関東州案を主張したものとして篠崎嘉郎『昭和製鋼所と関東州関税制度に就て』1929年12月、同『昭和製鋼所私議』1930年4月、などがある。また、水津利輔『鉄鋼一代今昔物語』（鉄鋼短期大学出版部、1974年、89～96頁）も本問題を回顧している。
- (2) 前掲『廿年誌』18～19頁。
- (3) 前掲拙著、第4章第3節。
- (4) 前掲『廿年誌』19頁。なお、昭和製鋼所・鞍山製鉄所成立と前後して、満州国の重要産業「一業一社」方策に基づき、同所と本溪湖煤鉄会社との合同案が関東軍を中心に計画されたが、大倉財閥、昭和製鋼所ともに態度決定に至らなかった（村上勝彦「本溪湖煤鉄会社と大倉財閥」（大倉財閥研究会編『大倉財閥の研究』近藤出版社、1982年、第5章））。
- (5) 前掲『廿年誌』18～20頁。
- (6) 前掲拙著、第3章第5節。

(7) 前掲『廿年誌』20頁。

3 昭和製鋼所の増産計画と「満業」傘下への編入

昭和製鋼所の銑鋼一貫生産は、1935年から37年にかけて、第2期増産計画の実現も相俟って軌道に乗るが、37年には一層の増産計画（第3期及び第4期計画）を樹立する（同年3月及び12月日本政府認可）。その概要は、第3期計画は600トン高炉2基（年産40万トン）の銑鉄増産計画であり（後700トン高炉2基、年産50万トンに変更）、第4期計画は銑鉄年産50万トン（700トン高炉2基）、ルッペ（粒鉄）20万トン、鋼塊50万トン、鋼材30万5千トンである。両計画が完成すれば、昭和製鋼所の累計年産能力は、銑鉄170万トン、ルッペ20万トン、鋼塊108万トン、鋼材59万トンという龐大なものとなる。ここで行論との関係で注意しておくことは、第1に日本本国の「銑鉄飢饉」のもとで商工省の要請（いわゆる小川案から伍堂案へ）を受けて銑鉄偏重の増産計画となったことであり、第2に本計画は「満州産業開発五ヶ年計画」と密接に関連していることである。しかも、重要なことは「五ヶ年計画」の立案・策定過程（36年秋から38年初頭）において日中戦争の勃発（37年7月）に直面し、「五ヶ年計画」の根幹を成す鉄鋼部門の拡充が急務とされ、昭和製鋼所第4期計画の銑鉄年産50万トン（700トン高炉2基）は当初「五ヶ年計画」第3年度（39年度）に予定されていたものが、第3期計画の高炉2基と同様、第1年度（37年度）に直ちに着工と変更されたことである⁽¹⁾。そして、製鉄設備は「異常の速度を以て」⁽²⁾建設された（38年9月から39年2月にかけて相次ぎ完成）。したがって昭和製鋼所の製鉄部門は一挙に肥大化し、ここに以後の製鉄並びにその原料部門の困難性が伏在していたことが推察されるが、この点は行論において明らかにされよう。

次に、昭和製鋼所の経営組織上の変化について付言すると、同社は1937年12月、日本国法人から満州国法人へ転換し、満州国会社法⁽³⁾その他一切の満州国法規のもとに置かれた。なおこれに先立ち、鉄鉱採掘部門の組織変更が行われた。即ち、従来

「振興公司」名義で採掘に当たっていたが、満州国鉱業法制定施行に伴い、昭和製鋼所は同公司名義の11鉱区の租鉱権を取得した（37年3月）。また、弓長嶺鉄鉱の採掘権についても、満州鉱業開発会社（35年8月設立、採掘権取得）と租鉱契約を締結⁽⁴⁾（37年4月）、租鉱権者として採掘に当たった。

昭和製鋼所は、満州国法人への転換直後、更に重大な組織変更が生じた。即ち、満州国重工業の総合的開発及び統制確立のため、日産の満州への移駐と満州重工業開発株式会社管理法の公布・施行（37年12月）により満州重工業開発株式会社（満業）が設立され⁽⁵⁾、昭和製鋼所も満業の指導・統制のもとに置かれることになったのである。具体的手続きとしては、翌38年5月、満鉄の所有する昭和製鋼所株式200万株中110万株が満業に譲渡され、昭和製鋼所の取締役会長（6月新設）として満業社長の鮎川義介が就任した。さらに、同年9月、昭和製鋼所の倍額増資（資本金1億円→2億円）にあたり、新株200万株全部を満業が引き受けた結果、昭和製鋼所総株式400万株中満業持株は310万株（全体の77.5%）となった⁽⁶⁾。

つまり、昭和製鋼所は満鉄傘下から満業傘下へ移行したのである。満業傘下へ移行したことに伴う昭和製鋼所・鞍山製鉄所の経営上の問題として、行論との関係で注意しておくべきことは、原料炭問題が後に深刻化する要素が発生したことである。即ち、撫順炭鉱は引き続き満鉄に残されたため、昭和製鋼所は自社の原料炭を失ったことを意味し、しかも、撫順炭鉱を除く殆ど全ての満州内炭鉱を掌握した特殊会社満州炭鉱株式会社（満炭）と満業との関係が円滑でなかったことである⁽⁷⁾。

なお、昭和製鋼所は、その後39年6月には株式会社昭和製鋼所法に基づき特殊会社に改組された。同法によれば、会社役員を選任及び解任、定款の変更、利益金処分、社債の募集並びに会社の合併及び解散の決議は全て満州国の認可を必要としたが、他方、社債の発行は払込資本金の2倍まで可能となることなどの特典を有していた⁽⁸⁾。

(1) 前掲松本「満州五ヶ年計画期の鉄鋼増産計画」。「満州産業開発五ヶ年計画」の立案・策定過程に

については、原朗「1930年代の満州経済統制政策」(満州史研究会『日本帝国主義下の満州』御茶の水書房、1972年)、同「『満州』における経済統制政策の展開」(安藤良雄編『日本経済政策史論』下、東京大学出版会、1976年)。鉄鋼部門との関連については、村上勝彦「本溪湖煤鉄公司发展の概要⁽³⁾」(『東京経大会誌』114号、1979年12月)。

- (2) 前掲『廿年誌』21頁。
- (3) 前掲『廿年誌』22頁。
- (4) 前掲『廿年誌』2頁、20頁。
- (5) 詳しくは、前掲原朗「『満州』における経済統制政策の展開」、等。
- (6) 前掲『廿年誌』22頁。
- (7) 前掲原朗「『満州』における経済統制政策の展開」。なお、日満商事設立(1936年10月、満鉄商事部、満炭営業部、撫順炭販売会社合併)以降、昭和製鋼所による撫順炭購入並びに製品販売の大部分は同社を経て行われ(内地向け鋼片、鞍山関係会社分のみ直販)、37年12月以降は全て同社経由(銑鉄は同社を経て銑鉄共販に)となるが(昭和製鋼所『製鉄事業報告書』康德4=1937年度、同『株式会社昭和製鋼所概要』1938年1月)、日満商事と満業との関係も不円滑であった(同上原朗論文)。
- (8) また、同社は「ジェネラル・モーゲージ」による社債発行(社債債権者は会社財産に対し優先弁済を受ける権利を有す)を満州国で初めて採用(前掲『廿年誌』22頁)。

三 生産工程と作業実績

1 鉄鉱採掘——とくに大弧山貧鉄の露天掘と効率化——

前述のごとく、昭和製鋼所は満鉄・鞍山製鉄所時代から振興鉄鉱無有限公司名義で鞍山一帯の鉄鉱採掘権を獲得していた。即ち、東鞍山、西鞍山、大弧山、桜桃園、王家堡子、関門山、小嶺子、鉄石山、白家堡子、一担山、磊子山(新関門山)、眼前山⁽¹⁾の12鉱区である。これに加えて昭和製鋼所・鞍山製鉄所成立直前に弓長嶺鉄山を買収した。

鉄鉱埋蔵量は、1920年頃の調査では鞍山一帯で概算7億トンであったが、34年頃の調査では20億2千万トン、これに弓長嶺の約7億トンを加えると27億2千万トンという莫大な量である。ただし、その殆どは貧鉄である。満鉄・鞍山製鉄所操業当初は、東西鞍山、桜桃園、王家堡子、大弧山より二次的に生成した富鉄(及びやや成分の劣る「並鉄」)を採掘・使用していたが、貧鉄処理法の工業化以降は大弧山貧鉄の採掘が圧倒的になり、29年以降の富鉄の採掘は僅かに王家堡子のみとなり、他は富鉄の残量少なく暫し休山された⁽²⁾。

大弧山貧鉄の採掘は露天掘りで行われたが、その本格化に際しては液酸発破法(液体酸素爆薬による発破法)が開発・採用された。液体酸素爆薬とは液体酸素を可燃性物質に吸収させ点火させると可燃性物質が瞬間的に爆発状態になるという原理を応用したものである。鞍山製鉄所(大弧山露天掘)において特徴的だったのは、可燃性物質としてコークス副産物のタール蒸溜の残渣であるアンスラセンを原料とする特殊な煤煙を用いたことにある。この液酸発破法は、地山を崩壊させる坑道発破(大割発破)に使用されただけでなく、大塊鉄石を小割する覆土発破(小割発破)にも用いられた。この方法は久留島秀三郎の発明によるもので、開発当初こそ危険であったが(とくに後者の覆土発破)、漸次改良後安全となり、安価で(とくに煤煙が言わば⁽³⁾廃物利用のため)爆破力強力なため盛んに採用された。

液酸発破法による大弧山露天掘の効率化は鉄鉱原価の低廉化に大きく貢献した。即ち、大弧山貧鉄のトン当り採掘原価は、採掘当初の1.1円から30年頃には0.5円前後と半減し⁽⁴⁾、さらに第1表に見るごとく、35・36年には0.3円にまで低下したのである。採掘量も銑鉄・焼結鉄増産に伴って増大し、とくに後述の第2・第3選鉄工場建設に伴って急増した。もともと、それらに使用される原鉄石は選鉄工場の能率向上・原価低廉化のため予め大弧山において100mm以下に破碎されるので(これを「第2貧鉄」と呼ぶ)、採掘原価は従来の貧鉄よりもその分だけ高価につく。なお、38年以降

第1表 鉄鉱石採掘量及び原価の推移

単位 { 採掘量：千トン (千トン未満四捨五入)
原 価：トン当り円

	大孤山貧鉱		大孤山第2貧鉱 ⁽¹⁾		王家堡子富鉱 ⁽²⁾		弓長嶺富鉱	
	採掘量	原 価	採掘量	原 価	採掘量	原 価	採掘量	原 価
1930 (昭和5)	503	0.55	—	—	169	2.71	—	—
31 (〃 6)	531	0.46	—	—	145	2.52	—	—
32 (〃 7)	670	0.63	—	—	142	2.93	—	—
33 (〃 8)	714	0.32	—	—	132	3.50	—	—
34 (〃 9)	(820) 778	(0.41) 0.38	—	—	(110) 118	(3.73) 3.81	—	—
35 (〃 10)	(1,400) 1,081	(0.25) 0.30	(480) 310	(0.44) 0.51	(100) 110	(4.06) 4.42	(120) 121	(4.96) 5.28
36 (〃 11)	(1,440) 1,348	(0.27) 0.29	(480) 531	(0.47) 0.56	(90) 102	(4.20) 5.56	(200) 261	(4.75) 4.72
37 (康德4)	(2,050) 1,810	(0.33) 0.36	(1,071) 822	(0.55) 0.66	(100) 102	(5.39) 6.71	(360) 424	(4.25) 4.43
38 (〃 5)	(2,196) 1,757	(0.46) (0.65) 0.54 0.91	(972) 803	(0.73) (0.96) 0.88 1.11	(203) 212	(6.57) (7.88) 5.99 8.05	(654) 736	(4.36) (4.64) 4.73 5.36
39 (〃 6)	(1,789) 1,252	(0.84) (1.22) 1.23 1.75	(790) 566	(1.62) (2.08) 1.77 2.81	(226) 165	(8.07) (9.35) 9.26 10.24	(950) 823	(5.31) (5.65) 5.96 6.63
40 (〃 7) 上半期	(723) 716	(1.30) 1.12	(377) 307	(2.05) 1.62	(50) 55	(10.30) 10.30	(390) 401	(5.95) 5.73

出典) 1933年までは「昭和製鋼所」業務課「業務管理資料」1934年4月(一橋大学所蔵「水津資料」B-I-9)。

34年以降は「主要製品生産高並工場原価趨勢表」(「水津資料」A-I-3)。

注) ()内は予算(予定)。38・39年度原価欄左側は上期，右側は下期。

(1) 大孤山第2貧鉱とは，第2・第3選鉱工場に送られる以前に大孤山において100mm前後に破碎された鉱石を言う。

(2) 原資料では，33年までは単に「富鉱」となっているが，29年以降王家堡子以外の富鉱は採掘を中止していること，34年以降は「桜桃園富鉱」となっているが，桜桃園鉱区の富鉱は採掘休止中であり，桜桃園採掘所管轄の王家堡子鉱区の富鉱採掘と解されること，の二点から「王家堡子富鉱」と表記した。

なお，昭和製鋼所『作業統計』康德6年度(1939年度)の数値は年度によりやや異なり，39年にはこのほかに貧鉱として弓長嶺5千トン，桜桃園263千トン，西鞍山145千トン，東鞍山32千トンの記載がある(原価表示はなし)。

採掘高の停滞・減少，原価の上昇が見られること，とりわけ採掘高が予定高に比してのみでなく絶対量としても減少を見せることは鞍山製鉄所の以下の生産工程に重大な影響を与えることを行論との関係で注意しておこう。

また，富鉱について補足しておくとして，後述の製鋼工場の生産開始に伴い，弓長嶺富鉱の採掘が開始されている。富鉱の場合の採掘は概ね坑道掘りであるため，露天掘りに比して採掘原価が高価につくのは当然であるが(後掲第7表の「人件費」等の「作業費」の相違に注意)，弓長嶺富鉱の場合は採掘量・原価とも38年頃までは比較的順調である。

(1) 前掲『廿年誌』29頁。最後の眼前山の採掘権の獲得年月は不詳だが，最初の5鉱区は1916～17年

に試採掘権を，次の3鉱区は21年に採掘権を獲得(同書2頁)。

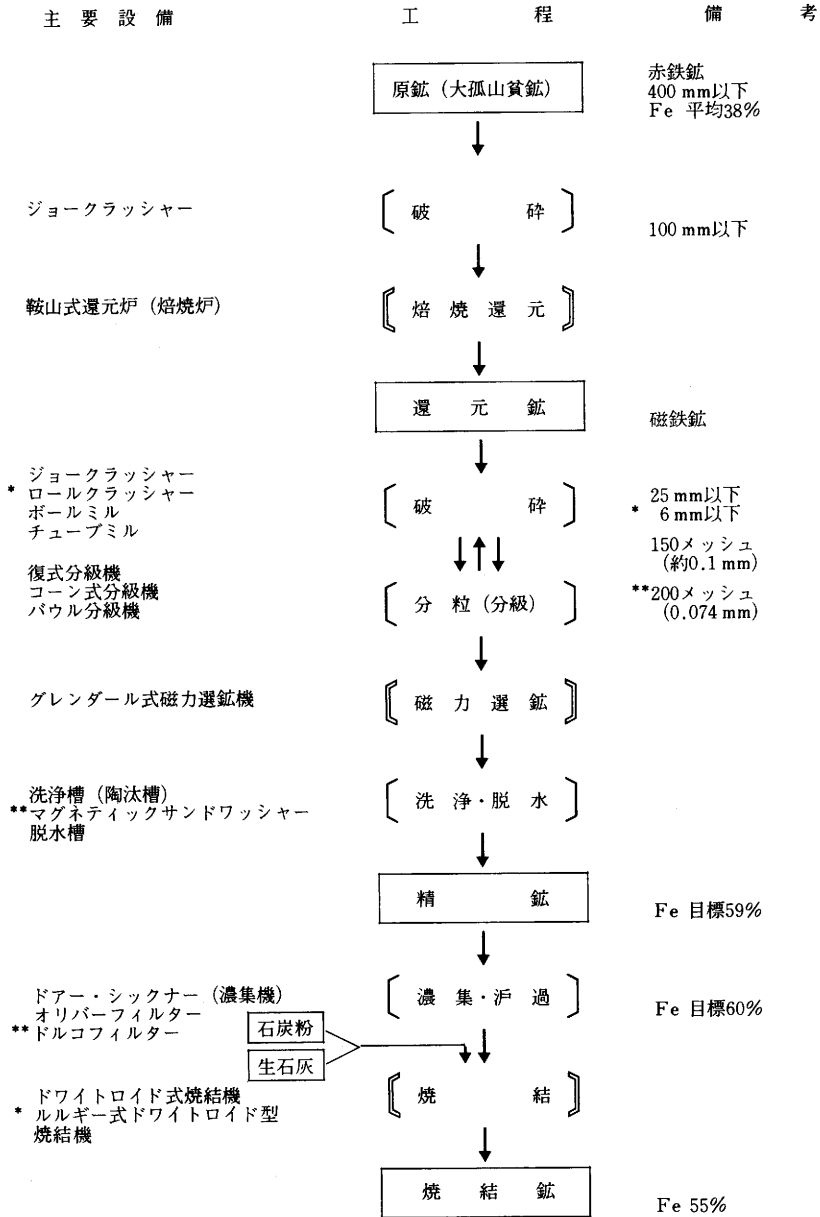
(2) 前掲『廿年誌』29頁。前掲『綱要』14頁。

(3) 液体酸素製造機械はハイランド式(能力1時間270kg)・リンデ式(1時間50kg)各1基である。液体酸素発破法の特許取得は康德4(1937)年であるが，その使用は大孤山貧鉱露天掘直後からのようである。以上前掲『廿年誌』26・30・37頁，前掲『綱要』15～17頁及び「座談会記録I・II」。技術的に詳しくは，採掘部「発破教範(第1)」，液体酸素爆薬の部(『鞍山鉄鋼会誌』第59号，1936年4月)及び久留島秀三郎『空気の液化とその利用』相模書房，1950年。

(4) 前掲拙著，271頁。

(5) その採掘法は，王家堡子の場合下向階段掘り

第1図 選鉱工場作業工程・設備概要図



(出典) 『昭和製鋼所綱要』27~46頁, 『昭和製鋼所廿年誌』65~79頁より作成。

(注) * 印 第2選鉱工場, ** 印 第3選鉱工場建設に際して増設・改築がなされたもの。

あるが、貧鉄山にはほぼ垂直に走っている富鉄帯のみを言わば「抜き掘り」し、弓長嶺富鉄の場合はシュリンケイジ式であった（前掲『廿年誌』42～43頁及び「座談会記録Ⅱ」，とくに石橋良造氏の発言）。

- (6) ここで石灰石について補足しておく。鞍山製鉄所は当初火連寨の石灰石を使用していたが、これは珪酸分高かったため（鞍山鉄鉱が高珪酸質なので石灰石は珪酸極少が望ましい），1932年以降甘井子（大連付近）の石灰石を使用した。これは元来は新義州製鋼所計画に際して確保されたものであり，鞍山からは遠いが品位良好（珪酸分少ない）なため鞍山製鉄所用として使用された（前掲『廿年誌』58～59頁，前掲『綱要』19～20頁，「座談会記録Ⅱ」）。

2 選鉄工場の工程（焙焼・選鉄・焼結）と作業実績

前述のごとく鞍山製鉄所は「還元焙焼法」（「磁化焙焼法」という貧鉄処理法の工業化を実現したことにより，歴大な貧鉄の利用が可能となった。したがって，その貧鉄処理が実施される選鉄工場の工程（焙焼・選鉄・焼結）は，同所の生産工程全体のうち最も基礎的なものである。その工程の概要・主要設備は以下の通りである（第1図参照）。まず原鉄の貧鉄（殆ど大弧山貧鉄，鉄分平均38%，大きさ400mm以下）が砕鉄機で100mm以下に破碎された後還元炉（焙焼炉）に装入され，加熱還元作用により磁化焙焼が行われる。この焙焼工程で非常に硬い原鉄の赤鉄鉱（ Fe_2O_3 ）が磁鉄鉱（ Fe_3O_4 ）に変化するとともに，水封・急冷されて破碎しやすくなる。その還元鉄を選鉄工程では再び砕鉄機により25mm以下に破碎した上でボールミル及びチューブミルにより150メッシュ（約0.1mm）以下に粉碎する。その間，分級機（クラシファイヤー）により分粒され，150メッシュ以下の粉鉄のみが磁力選鉄機にかけられ，含鉄分高い精鉄と尾鉄（大部分夾雑物）とに分別される。精鉄は洗浄槽（淘汰槽）で洗浄され，さらに水分が除去される。焼結工程では水分が除去された精鉄に石炭粉及び生

石灰を混入して焼結機により焼き固められて焼結鉄となり，ここに初めて高炉装入可能な人為富鉄が製造される⁽¹⁾。

上記の選鉄工場の工程自体は第1選鉄工場の建設（1926年）以降基本的には変化がない。しかし，鉄増産に伴い選鉄工場も生産能力の増大が計られるとともに，種々の改善が行われた。即ち，第1選鉄工場建設当初の焼結鉄年産公称能力は40万トン（日産1100トン）であったが，実際の生産高はその7割以下に留まっており，第3高炉建設とともに選鉄諸設備の増補工事が行われた（30年8月完成）。その結果翌31年度に初めて公称能力に近い38万6千トン余を生産し得た（もともとその後不況により生産減少，40万トンを超えたのは34年，第2表参照）。他方，ボールミルの運転事故防止，焼結機の漏風減少，通風強化等の改善措置も実施された。さらに鉄鋼一貫計画とともに年産26万トンの第2選鉄工場が建設された（35年7月作業開始）。第2選鉄工場の機械的諸設備は第1工場に比してかなり改善された⁽²⁾。

これらの改善措置にもかかわらず，品位良好の精鉄は必ずしも十分には得られなかった。その根本原因は鞍山鉄鉱の鉄粒が極めて微細（概ね200メッシュ=0.074mm以下）だったことによる。第1選鉄工場は粉碎度150メッシュを目標としたが実現せず，第2工場では150メッシュまで粉碎し得，精鉄の品位も第1工場より優れていたが，鉄分60%の精鉄を所定量製造し得なかった。そこで，第2期増産計画に伴う第3選鉄工場（年産40万トン）建設に際しては，この改善が企図された。種々の試験の結果，マグネティックサンドワッシャー（磁石鉄粉洗浄器，磁力脱水四分器，磁力淘汰槽）を採用して磁力選鉄機と組み合わせれば，200メッシュに粉碎した貧鉄から60%品位の精鉄が得られた。そして，米国式の強力な分級機を購入し，上記の磁選方式の組合せ及び新式脱水機を備えた第3工場の作業開始（37年7月）により，初めて鉄分60%の精鉄が製造可能となったのである⁽³⁾。

選鉄工場の作業成績は1933年頃までは必ずしも⁽⁴⁾ 捗々しくなく，前述のごとく焼結鉄生産高は34年

第2表 コークス・焼結鉱・銑鉄生産高及び原価の推移

単位 { 生産高：千トン (千トン未満四捨五入)
原 価：トン当り円 (小数第2位四捨五入)

	コークス		焼 結 鉱		鉄	
	生産高	原 価	生産高	原 価	生産高	原 価
1930 (昭和5)	319	10.7	316	3.9	288	28.4
31 (〃6)	310	8.9	386	4.1	269	24.3
32 (〃7)	306	9.1	375	4.5	300	26.2
33 (〃8)	307	10.2	348	6.2	312	27.6
34 (〃9)	(350) 357	(9.5) 10.3	(400) 412	(5.3) 5.4	(340) 347	(29.4) 28.9
35 (〃10)	(470) 480	(11.9) 11.5	(660) 501	(5.4) 6.4	(460) 472	(24.9) 25.5
36 (〃11)	(520) 540	(11.3) 11.6	(660) 589	(5.6) 6.4	(470) 492	(25.9) 24.6
37 (康徳4)	(708) 718	(13.2) 13.8	(910) 718	(6.6) 8.1	(680) 677	(30.1) 32.7
38 (〃5)	(1,080) 876	(14.4) (16.7) 17.5 20.2	(1,060) 746	(7.6) (8.5) 8.2 10.4	(1,040) 713	(31.3) (37.5) 40.0 48.6
39 (〃6)	(1,762) 1,140	(19.8) (26.1) 22.9 32.9	(1,075) 580	(10.0) (10.4) 13.0 18.7	(1,440) 878	(46.4) (69.9) 55.3 71.4
40 (〃7) 上半期	(650) 597	(30.7) 35.6	(420) 370	(13.7) 14.2	(500) 482	(65.5) 70.0

出典) 1933年までは(昭和製鋼所)業務課「業務管理資料」(一橋大学所蔵「水津資料」B-I-P),

34年以降は「主要製品生産高並工場原価趨勢表」(「水津資料」A-I-3)。

注) ()内は予算(予定)。38・39年度原価欄左側は上期,右側は下期。

第3表 焼 結 鉱 品 位

単位：%

	原 鉱 石 鉄 分	焼 結 鉱 品 位		
		鉄 分	硅 酸 分	石 灰 分
1927 (昭和2)	38.85	53.88	22.26	1.26
28	38.34	54.55	21.81	1.06
29	36.56	54.07	21.95	1.01
30	39.12	55.07	20.52	1.04
31	38.21	54.96	19.77	1.73
32	38.52	54.72	20.60	1.52
33	38.12	54.77	20.95	1.53
34	38.71	54.52	20.70	1.64
35	37.94	53.52	20.78	1.78
36	36.71	54.04	19.25	2.19
37	36.57	54.43	18.15	2.39

出典) 『昭和製鋼所廿年誌』83頁。

に初めて公称能力40万トンを超えたが、その品位の改善は第2・第3選鉱工場の建設を期期として。即ち第3表に見るごとく、焼結鉱の品位と原鉱成分との関係は35年から37年にかけて改善が顕著であり、原鉱品位の低下にもかかわらず、焼

結鉱中の鉄分はほぼ同率であり、有害な珪酸分が減少し、有効な石灰分が増加した。生産高も第2・第3工場建設に伴い増大傾向にあるが(第2表)、第3工場建設後の生産高は能力に比して大分劣る。とくに38年以降は予定高を大幅に下回り、他方、原価は同年下期以降予算に比して大幅に上回る。これは選鉱工場自体が銑鉄大增産計画に対応し切れなかった面もなしとはしないが、生産高が予定高を大幅に下回ったのは、むしろ後述のごとく、原料炭・コークス問題がネックとなって高炉が十全な能力を発揮し難くなったことが主因であった。なお、37年の原価内訳を見ると(後掲第8表)、他工場と比べると「原料費」の構成は小さく、「補修費」「発熱費・電力費」等の「作業費」の構成が大きく、37年に既に増大傾向にあったことが注目される。つまり、原鉱石等は低廉であったにもかかわらず、前述のごとき多段階の工程を必要とし、ボールミル等の諸設備の補修費が嵩むため、

飛躍的増産の要請のもとでは「作業費」の増大をもたらし、その結果焼結鉬原価全体を上昇させたものと推察される。

- (1) 詳しくは梅根常三郎「鞍山鉄鉬の利用と選鉬設備」(前掲『綱要』所収)。
- (2) 破碎機としてロールクラッシャーをも採用して6mmに破碎した上でボールミルに給鉬したこと、ボール及びチューブミルの改善、伝導装置の簡略化、強大なルルギー式焼結機を採用したことなどである(前掲『廿年誌』62~67頁)。なお前掲第1図参照。
- (3) 詳しくは前掲『廿年誌』68~69頁。
- (4) 業務課「業務管理資料」1934年9月(一橋大学所蔵「水津利輔氏旧蔵資料」,以下「水津資料」と略、B-I-9-1)は、26年から33年までの選鉬工場の作業成績について「生産設備能率・製品品質・歩留率等ノ発達力割合ニ渉タシカラサルコト」と指摘している。
- (5) もっとも既に36年度からこうした関係が萌芽的に発生している。昭和製鋼所『昭和11年度事業概要説明書』によれば、焼結鉬増産にもかかわらず、生産高・品位が予定を下回り原価が予定を上回ったのは、第1工場の設備事故、ガス不足、原鉬石不良等(それらに伴う選鉬能率低下、原料費増加、補修費膨張)によるもので、第2工場は順調であったという。
- (6) 選鉬工場改良・増設後も種々の難点が存在した。粉碎・選鉬された鉬石も珪酸分が高く、選鉬能率を高め精鉬の品位を向上させるためには微粉碎せねばならず、微粉が多くなると焼結が困難になること、淘汰槽のアテンダンスが容易でなかったこと(バルブによる給水調整が悪いと尾鉬の方に精鉬が流れる)、ボールミル等の消耗が激しく補修費が嵩むこと、焼結鉬も焼けむらが多かったことなどである。こうした困難を解決するため後に団鉬工場も建設された(1939年)。団鉬(粉鉬を煉瓦型に焼き固めたもの)の場合は品位は向上するが、龐大な手間とスペースを要する(「座談会記録I・II」,とくにIIの浜田武士氏の発言)。

3 コークス製造——コークス炉と原料炭——

満鉄・鞍山製鉄所は、創業当初よりコークス用基本原料炭としては自社の撫順炭を使用した。撫順炭の特長は灰分が極少なことであるが、他面、⁽¹⁾撫順炭のみでは粘結力不足のため、強粘結炭の本溪湖炭(大倉財閥支配の本溪湖煤鉄公司所有)を配合した。コークス炉は当初コッパース式4基(1基40窯計160窯)であった。その後第5基として深水式コークス炉(鞍山独自の考案)を建設したが成績不良のため作業中止し(1930年)、他方で第3高炉建設に伴い第6基(コッパース式50窯)を建設するとともに(30年2月作業開始)、第5基もコッパース式に改良した(33年2月作業開始)。コッパース式炉ではスタンプチャージ方式(搗固式=装入炭を前もってスタンプし窯の側面から装入する方式)を採用していた。撫順炭と本溪湖炭との配合割合は5:5、7:3などの試行錯誤を経て1924年頃には8:2に定着した。⁽²⁾

昭和製鋼所の鉄鋼一貫計画に基づく新コークス炉建設に際しては当時欧州で評判の高かったオートー式コークス炉を採用し(ドイツ・オートー社に特許料・図面料を支払・購入)、第7基目のコークス炉として建設した(36窯,1933年9月着工,35年1月作業開始)。その後同炉を36~39年と増設したのでオートー式炉は合計12炉団(1炉団36窯)432窯となった。⁽⁴⁾オートー式炉ではトップチャージ方式(炉上装入方式=スタンプせず直ちに炉上の装入口より装入)を採用したため極めて能率が良かった。⁽⁵⁾しかし他面、後者の方式では前者に比して粘結力が落ちるので、本溪湖炭の配合割合は前者の場合の20%に対して30%を要した。

オートー式炉は副産物回収蓄熱式のコークス炉として当時最新式のものであった。同炉の最も重要な特長は、複式(コークスガス・高炉ガスいずれも使用可能)のため副産物回収後の余剰コークスガスを熱経済の見地から主に製鋼作業に供し、それに代えて高炉ガス(コークスガスに比べて発熱量は約 $\frac{1}{4}$ ないし $\frac{1}{5}$ だが発生量は非常に多い)を使用し得たことである。⁽⁶⁾しかもオートー式炉の場合、炉本体に加え付帯設備が優れていたため(例

えばレバーシングウインチ=高炉ガスとコークスガスを切り替える装置), 複式であっても操業が非常に容易であり(ガスや温度の調節など), ヒートコンサンプションが少なく熱効率が良かったという。とくに高炉ガスの使用も可能であり, 熱効率が非常に良かったことは, 後述の「熱管理」とも関連して重要なことである。

実際のコークス生産高並びに原価は第2表の通りである。全体として36・37年までは良好な成績を挙げている。とくに生産高の増加は予定高を上回っており, 原価は35年を除き予算をやや上回っているが, 37年まではさほどの上昇を見ていない。なおコークス原価の大部分は撫順炭・本溪湖炭の原料費である(後掲第8表参照)。また, 第4表に見るごとく, 歩留りも37年までは60%前後と安定している。原料炭の使用も37年までは殆ど撫順炭と本溪湖炭だけである。その配合割合は, 表中に示していない24~29年はほぼ8:2であったが, 30~34年(コッパース式のみ)の操業期間は本溪湖炭の使用割合が2割を大分超えている。この理由は定かでないが, 何らかの原因で生じた撫順炭の粘結力不足(とくに龍鳳炭の出炭減)を本溪湖炭の増加により補ったものと推察される。オート一式炉の操業が開始された35~37年は撫順炭と本溪湖炭の使用割合は平均するとほぼ7.5:2.5であ

るが, この頃はコッパース式の場合8:2, オット一式の場合7:3と明確に使用割合を区分していたという。

なお本溪湖炭は撫順炭に比して灰分が多い(注1参照)。しかし本溪湖炭の使用割合の若干の増加はさほどコークス灰分の増加に直接連なっていない⁽⁹⁾。言うまでもなく, 高炉操業にはコークス灰分が少ないことが極めて重要な条件である。原料炭の確保が十分な間は, 撫順炭と本溪湖炭との配合割合を上記のごとく区分して品位良好なコークスを製造し得たのであるが, 38年以降高炉能力急増に伴うコークス大增産の要請のもとでは, 従来のごとく品位良好な撫順炭(とくに龍鳳炭)と本溪湖炭を必要量だけ確保することは到底困難となる。北票炭・密山炭・中興炭と炭種が拡大するに伴い, 灰分が急増するとともに歩留も悪化し(第4表), 実生産高も38年以降予定高を大幅に下回り, 原価も高騰する(第2表)。38年以降のこうした原料炭・コークス問題が高炉操業上の最大の問題となっていくのである。

(1) 撫順炭は西から東に行くにしたがい揮発分が漸減する。東端の龍鳳炭は揮発分が少なく粘結度が出るので(弱粘結炭), 製鉄用原料炭として使用可能であった。その龍鳳炭と強粘結炭の本溪湖炭とを配合すれば品質優良なコークスを製造し得

第4表 装入炭量 配合割合、灰分、歩留

	装入炭量 (千トン)	配 合 割 合 (%)				歩 留 (%)	灰 分 (%)	
		撫 順	本 溪 湖	北 票	密山その他		原 料 炭	コークス
1930 (昭和5)	558	74.6	25.4	—	—	57.1	9.10	11.39
31 (〃6)	514	74.1	25.9	—	—	60.3	8.64	11.41
32 (〃7)	504	71.6	28.4	—	—	60.6	9.02	13.01
33 (〃8)	522	70.8	29.2	—	—	58.8	8.69	13.69
34 (〃9)	594	70.9	29.0	0.1	0.0 ⁽¹⁾	60.1	9.70	12.70
35 (〃10)	790	75.8	24.2	—	—	60.8	8.72	13.77
36 (〃11)	909	76.5	23.5	—	—	59.4	9.04	13.04
37 (康德4)	1,189	73.35	26.65	—	—	60.3	9.87	15.94
38 (〃5)	1,527	61.1	23.2	15.6	—	57.4	12.58	21.15
39 (〃6)	1,979	45.3	18.7	24.6	11.4 ⁽²⁾	57.6	15.22	(上期) 21.66
40 (〃7) 上期	1,007	35.0	15.4	28.7	20.9 ⁽³⁾	不詳	不詳	19.77

出典) (昭和製綱所) 銑鉄部庶務係「創業以来実績表」(「水津資料」A-I-3)

注) 1) 原資料では0.62となっているが, 同年上期は使用されず, 下期0.04であるので, 年度計は0.02の誤りと解される。

2) 内訳: 密山2.03, 中興3.83, 通化1.65, 炸子0.03, 鶴岡0.03, 開平2.83, 杉松崗0.10, 井陘0.83, 鶴西0.01。

3) 内訳: 密山6.04, 中興4.66, 通化2.00, 鶴岡0.12, 開平5.77, 杉松崗0.05, 井陘2.29。

- た。龍鳳炭の灰分は極めて低く（採掘直後でも12～13%）、洗炭も容易であった（洗炭後は8%前後）。他方、本溪湖炭の灰分はやや多く「洗粉」で16%前後である（前掲『廿年誌』179～181頁、「座談会記録Ⅱ」、とくに小池元二氏の発言。ただし事実誤認の部分は補正。以下コークスに関する「座談会記録Ⅱ」は同氏の発言による）。
- (2) 小池元二「オットー式骸炭炉の乾燥及び作業状況に就て」（『鞍山鉄鋼会雑誌』第55号、1935年10月）、星原実「骸炭製造設備と作業の特性」（前掲『綱要』所収）。
- (3) 前掲『廿年誌』174～177頁、銑鉄部「創業以来実績表」（「水津資料」A-I-3）、「座談会記録Ⅱ」。
- (4) 以上、前掲『廿年誌』185頁、前掲小池「オットー式骸炭炉の乾燥及び作業状況に就て」、燃料協会『日本のコークス炉変遷史』1962年、「座談会記録Ⅱ」。
- (5) スタンプチャージの場合は搗固作業に17～20分を要し、装入及び押し出しの両作業に約30分を費やすため、1時間当りのコークス窯出しは2本12トン未満であるのに対し、トップチャージの場合は6本60トン以上のコークスを製造し得た（前掲『廿年誌』190頁）。後者の場合、1時間に約8本（8炉）製造できたとも言ふ（「座談会記録Ⅱ」）。
- (6) 前掲『廿年誌』187頁。オットー式炉の導入は満州・日本国内を通じて昭和製鋼所が最初である。鞍山でオットー式炉導入当時、日本のコークス炉及び付帯設備は極めて幼稚であったが、オットー式炉が刺激になり、その後急速に進歩した。とくに当時日本のコークス炉では高炉ガスは使えなかった。もっとも日鉄式（大野式）炉が高炉ガスをも使用した日本で最初のコークス炉と言われているが、これは高炉ガスが辛うじて使えたという程度であって、ヒートコンサンプションも多く、操業し難くトラブルも多かった。スムーズに高炉ガスを使えるようになったのは鞍山が初めてである。また、鞍山でオットー式炉採用後はヘアーピン式（ガスの燃焼経路がヘアーピン型）が普及した。ヘアーピン式は日本の黒田式炉が最初とされているが、それ以前にドイツで採用されていたという

（「座談会記録Ⅱ」）。

(7)(8)「座談会記録Ⅱ」。

(9) やや後の数値と思われるが、原料炭の配合割合を上記のごとく順守した場合は、コークス灰分はコッパース式で13.16、オットー式で13.25と、後者が若干増加したに過ぎない（前掲『廿年誌』179頁。なお、昭和製鋼所『作業統計』康德6＝1939年度をも参照）。

4 高炉操業の特性と製銑実績

言うまでもなく、鞍山製鉄所の主要な生産工程は製銑（銑鉄製造）工程である。前述のごとく、貧銑処理法の工業化実現に伴う高炉2基同時操業、第3高炉建設、さらには第4高炉建設を画期として銑鉄生産は増大した（第5表参照）。質的な作業成績の面で重要な意味を持つコークス比並びに銑鉄中の珪素比率も次第に低下した（第6表参照）。とくに貧銑処理法工業化実現（1926年）と第3高炉完成（30年）とを画期として低下していることが注目される。以後33～35年と質的改善も進展するが、その過程は容易なものではなかった。とくに原料条件に規定される高炉操業上の独特な工夫と高炉自体の改良とを要したのである。

即ち、まず鉄鉱石は貧銑処理後の焼結銑を主原料とし、天然富銑（王家堡子、弓長嶺等）を一部配合するが、ともに珪酸分が多く塩基度が少ないため、石灰石の使用量を高め、銑滓量も増加し、燃料費の上昇を余儀なくされる。主原料の焼結銑は溶解容易という利点があるが、微細な精銑を焼結したものであるため、焼け方に不同が多く、脆弱で微粉が多く高炉内の上昇ガスの流通を障害しがちであった。コークスは灰分が低いという利点があるが、粘結性にやや劣る撫順炭を主体とするので組織が軟弱で炉内の荷重に耐え難いという弱点を有していた。鞍山製鉄所の高炉操業は、これらの欠点を最小限としつつ最高能率を発揮させる必要があった。炉況変調（懸滞、通風不良等）の際には焼結銑を富銑と切り替えて復旧を早めるということもあったが、弓長嶺銑石は硬度微密な磁鉄銑のため「生降り」が生じ易く大量使用は却つ

第5表 高炉別出鉄高

	単位 千トン (千トン未満四捨五入)								
	第1	第2	第3	第4	第5	第6	第7	第8	合計
1926(大正15)	98	69							165
27(昭和2)	103	100							203
28(〃3)	108	117							224
29(〃4)	94	110	6						210
30(〃5)	—	115	174						288
31(〃6)	—	108	161						269
32(〃7)	109	57	134						300
33(〃8)	133	—	180						312
34(〃9)	142	26	179						347
35(〃10)	140	150	182						472
36(〃11)	144	158	190						492
37(康德4)	136	157	188	196					677
38(〃5)	87	129	157	183	91	43	2	19	713
39(〃6)	—	106	—	145	153	153	156	165	878

出典) 昭和製鋼所「作業統計」康德6年度(1939年度)

第6表 高炉作業成績諸指標

	平均日産 出鉄高(トン)	出鉄高	銑鉄中	原料炭比率	コークス比率
		能力(%)	銑素比率(%)	(製造銑鉄1トン当り)	
1926(大正15)	452	89.9	2.44	2.08	1.16
27(昭和2)	556	92.6	2.07	1.89	1.12
28(〃3)	615	102.5	2.13	1.85	1.12
29(〃4)	577	94.3	2.21	2.15	1.23
30(〃5)	790	98.8	1.98	2.08	1.11
31(〃6)	736	92.2	2.27	2.02	1.05
32(〃7)	823	96.8	2.11	1.76	1.10
33(〃8)	855	100.6	2.08	1.70	1.01
34(〃9)	950	100.8	2.04	上期 1.91 下期 1.82	1.02
35(〃10)	1,289	103.1	1.81	1.84	1.01
36(〃11)	1,347	107.7	1.97	上期 1.95 下期 1.10	1.06
37(康德4)	1,915	103.7	2.02	1.86	1.06
38(〃5)	1,954	80.0	不詳	2.28	1.21
39(〃6)	2,399	63.1	不詳	2.45	1.28

出典) 銑素含有率は「昭和製鋼所廿年誌」103頁。他はすべて前掲(昭和製鋼所)銑鉄部庶務係「創業以来実績表」。

注) 原資料の原料炭比率は1934年は2.725, 36年は2.242となっている。しかし、これは原資料の月別、半期別の数値から明らかな誤りと判断されるので、ここでは採用しない。

て能率を低下させた(弓長嶺富鉄は主として製鋼に使用される)。

また、高炉は吹き下ろし・改造の度に炉容が拡大されただけでなく、構造そのものが装入原料に見合った形に改善が加えられていった。その概要のみを言えば、第1及び第2高炉は当初純然たるドイツ式であったが、漸次米国型及び鞍山の考案が採用されて折衷式となった(炉底、炉頂及びシ

ャフト下部並びに「朝顔」の構造強化、そして、とくに羽口の改善)。これらはいずれも珪酸分高い鞍山鉄鉄の利用に伴う事故に対処するものであり、とくに焼結鉄鉄使用に対応する改善措置であった。第3高炉は当初「大能力主義」により純然たる米国式(設計・操業方法とも)を採用した結果、炉底煉瓦の破損頻発し、32年7月操業開始後2年4ヶ月で改築を余儀なくされた。

第7表 主要製品（原料供給部門を含む）生産費内訳（1937年度）

原料費	鉄		石		焼結	コークス	銑	鉄	塊	鋼	鋼	片	軌条及大形鋼材	小形鋼材	線材及びスチール	薄鋼板
	柘榴石	高純鉄	高純鉄	高純鉄												
(カゴコ内原料)	柘榴石	高純鉄	高純鉄	高純鉄	(鉄鉱石)	(無煙炭)	(鉄鉱石)	(鉄)	(鉄)	(鉄)	(鉄)	(鉄)	(鉄)	(鉄)	(鉄)	(鉄)
7.24	(4.15)	(1.99)	(0.18)	(0.88)	2.15	13.09	27.72	4.80	12.56	44.55	64.03	64.03	63.03	65.07	95.78	83.66
0.07	(1.88)	(0.77)	(0.08)	(0.58)	(0.76)	(0.76)	(1.10)	3.86	4.32	(2.03)	(1.14)	(1.14)	2.15	(3.45)	(22.91)	(17.82)
7.45	(0.48)	(0.29)	(0.04)	(1.57)	(0.09)	(0.09)	(0.14)	36.44	61.51	(0.32)	(0.17)	(0.17)	74.69	(0.86)	(4.67)	(4.17)
0.74	(0.29)	(0.22)	(0.06)	(1.84)	(2.93)	(2.93)	(3.15)	3.76	4.34	(2.49)	(1.53)	(1.53)	4.00	(2.96)	(19.75)	(6.76)
6.71	(0.29)	(0.22)	(0.06)	(1.84)	(2.93)	(2.93)	(3.15)	32.68	57.17	(3.18)	(0.82)	(0.82)	4.00	(1.70)	(6.36)	(5.87)
	(0.29)	(0.22)	(0.06)	(1.84)	(2.93)	(2.93)	(3.15)			(3.78)	(—)	(—)	4.00	(—)	(—)	(—)
	7.24	3.50	0.38	5.03	4.40	4.40	4.80			(12.56)	3.89	3.89	70.69	9.64	56.18	50.12
	0.07	0.86	0.03	0.92	0.78	0.78	3.86			4.32	0.65	0.65	2.15	0.86	11.17	2.85
	7.45	4.45	0.42	8.10	18.27	18.27	36.44			61.51	68.57	68.57	74.69	75.57	163.13	136.63
	0.74	0.02	0.06	0.04	4.52	4.52	3.76			4.34	6.22	6.22	4.00	3.93	28.77	15.96
	6.71	4.43	0.36	8.06	13.75	13.75	32.68			57.17	62.35	62.35	70.69	71.64	134.36	120.67

出典) 昭和製鉄所「製鉄事業報告書」康德4年度(1937年度)。*印: 実際は柘榴石原価は0.47円。*印: 実際は柘榴石原価は0.47円。(1)の内訳不詳だが、前年度は「焼結鉄」6.34、「鉄鉱石」4.14。(2)の内訳不詳だが前年度は鉄鉱石20.90、屑鉄6.48。**印: 「大連ノモノ」(第1表の「大孤山鉄」に該当)。(3)の内訳不詳だが前年度は鉄鉱石20.90、屑鉄6.48。昭和製鉄所「事業報告書」昭和11年度=1936年度)。

さて33年以降の作業実績について言えば、出銑高は高炉の相次ぐ増設により当然増大したが、37年までは内容的にも全体として良好である(第6表)。高炉能力に対する実生産高も100%を越え、銑鉄中の珪素比率とコークス比は35年が最低であるが、以後37年までは漸増に留まっている。銑鉄原価も36年までは減少し続けており、しかも「予算」以下の好成績である(第2表)。銑鉄原価の大部分は原料費(焼結鉄を主とする鉄鉱石及びコークス)であり、とくにコークス費が原料費の過半を占める(第7表)。なお、これらの原価は副産物収益を考慮しない直接原価であり、これを考慮すれば銑鉄原価はさらに若干低下する(2)。製銑作業が最も順調であったのは35年下期から36年上期にかけてとされるが、36年度の「作業成績」によれば、同期は高炉改築期にあったが補強工作・炉命延長により各炉とも好調であり、銑鉄不足の折から製品規格も寛大であったため、操業技術の進歩と相俟って予定以上の生産を挙げ得たという(4)。37年には第4高炉(600トン炉)が加わったため(第2期増産計画完了)増産がもたらされたのは当然だが、「作業成績」も「好調」であったという(5)。

以上のごとく、33年以降37年までの高炉操業は増産過程で内容的にも全体として良好であったが、38年(とくに下期)以降は急激に悪化する。同年9月から翌39年2月までに700トン高炉4基が逐次完成したため(第3期・第4期計画に伴う)、銑鉄年産能力は僅か半年余りで70万トンから170万トンへと一挙に100万トン(2.4倍強)増加した。しかし、生産増は予定に満たず、原価も「予算」を遙かに上回った(第2表)。とくに原料炭の量的質的確保は困難となり、上述のごとき原料条件を十分考慮した高炉操業は到底不可能となり、原料炭比率・コークス比は急上昇する。高炉能力に対する出銑高の割合は38年80%、39年63%という低率を余儀なくされたのである(第6表)。その結果、銑鉄トン当り資産額は37年までは低下傾向にあったものが、38年から上昇していく(とくに「実産高純当資産」は38年に急上昇(6))。

(1) 「座談会記録I」, 『廿年誌』102~123頁。詳し

くは浅輪三郎「銑鉄製造設備と操業の特性概況」(前掲『綱要』所収),同「昭和製鋼所の高炉設備及作業に就て」(『鞍山鉄鋼会誌』第64号,1937年9月)。鞍山の高炉操業の困難は気候条件(気温・湿度変化等)や労働者の作業能率(技術的に幼稚な「満州人農民」を使役)によるところも大であった(『廿年誌』91頁)。

- (2) 「副産物販売益」は1935年には銑鉄トン当り0.69円であったが,36年1.18円,37年3.00円,38年下期4.03円と増加し,それだけ「銑鉄総原価」の低下をもたらした(昭和製鋼所『製鉄事業報告書』昭和10年度,同『事業概要説明書』昭和11年度,昭和製鋼所経理部主計課「自康德4年度至康德7年度銑鉄原価調」康德6(1939)年12月(「水津資料」C-III-1-4)。
- (3) 前掲『廿年誌』109頁。
- (4) 昭和製鋼所『事業概要説明書』昭和11年度。ただ,生産高が前年度及び予定を上回ったこと,原価(24.59円)も前年度より減少し得たことは前掲第2表と同様であるが,「予算」に対しては若干の「昂騰」(0.90円)と指摘し,その原因をコークス比上昇(コークス灰分増加,高炉安全操業に基因),焼結鉍原価高及び品位不良,コークス原価及び製鋼計画付帯償却費増に求めている。これらはいずれも予定(「予算」)に比してのことであるが,38年以降全面的に問題となることが既に萌芽的に生じていることに注目しておきたい。
- (5) 昭和製鋼所『製鉄事業報告書』康德4(1937)年度。銑鉄の主な販売先は日本であり,鉄価高騰のもとで販売単価は57円強であった(後掲第9表)。運賃等の販売諸掛が不明のためトン当り利益は不詳だが,先の工場原価(第2表,第7表及び注2参照)との差は相当大きい。
- (6) 37年を100とすると38年は270(「公称能力相当資産」は130)。「昭和製鋼所銑鉄相当資産趨勢表」1941年(「水津資料」C-I-3-6)。

5 製鋼・圧延作業の特徴と「熱管理」

昭和製鋼所の製鋼作業において何よりも特徴的なのは,鉍石合併法という製鋼法が採用されたこ

とである。鉍石合併法とは予備精錬炉と平炉(鉍石法による)とを併用する製鋼法である。この方法の利点は,予備精錬炉を使用することにより(その分だけ時間を要するが)銑鉄中の珪素分等の不純物が除去され,塩基性平炉操業の際の屑鉄の消費割合が極小(10%程度で可能)とされるとともに,品位良好な鋼が得られることである⁽¹⁾。

この鉍石合併法は,鞍山製鉄所の原料条件に適合的な方法であるとともに,「製鉄国策」に沿ったものであった。即ち,高珪酸品質の鞍山鉄銑を原料とする鞍山鉄銑は珪素分が高くなりがちであり,製鋼にとって予備精錬が不可欠であったのだが,同時に輸入屑鉄(主としてアメリカ屑鉄)に依存しないで可能な製鋼法として採用されたのである。

実際の工程は,まず銑鉄が混銑炉を経て予備精錬炉(300トン炉2基,37年7月1基増設)に装入され(少量の鉄鉍石,石灰石なども装入),珪素・マンガ・燐などの不純な酸化物が石灰と化合し鉍滓となつて除去される(1回の精錬時間は約6時間)。次いで予備精錬炉で精錬された溶銑(半銑)が,予め鉄鉍石・屑鉄・石灰等が装入・加熱された平炉(傾注式100トン平炉4基,37年7月同150トン炉2基増設⁽³⁾)に装入され,製鋼される(1回の製鋼時間は8~9時間)。製鋼過程で装入される鉄鉍石としては主として弓長嶺の富鉍が使用された。鋼塊(良塊)トン当り原料使用中の実際の屑鉄使用割合は10~14%(銑鉄58~62%,鉄鉍石17~21%)であった(1936~39年実績⁽⁴⁾)。これは自家発生屑に余裕があったためである。昭和製鋼所は,この鉍石合併法採用の結果,製鋼用屑鉄は全て自家発生屑のみで賄えたのである⁽⁵⁾。

昭和製鋼所の製品鋼材の品質も優れていた。とくに使用原料が銅分が極小であったため,粗鋼・鋼材の銅分が極僅少値であり,靱性に富んでいたことが特徴的である⁽⁶⁾。

実際の作業実績も製鋼・圧延作業は極めて良好であった。1935年の作業開始直後に「早クモ鋼質優良ナリトノ定評ヲ得⁽⁷⁾」て国内製鋼業者より半製品の注文が殺到した。翌36年には本格的生産に入

り、増産・能率向上の結果、製品原価も各製品とも前年度より低減し、「予算」に比しても鋼片・軌条・小形鋼材原価が低下したので、鋼塊・薄板が上回ったにもかかわらず、全体としては「予算」以内に収め得た。⁽⁸⁾生産増・原価低下の趨勢は第8表においても明らかである。とくに生産高は順調に増加しているが、原価は37・38年には品種により「予算」を上回ったことを意味しているに過ぎず、鉄価高騰のもとでは製品トン当り利益は相当であったと推察される。第9表に見るごとく(37年実績)、大部分日本向けの鋼片(当初予定通り対日供給を銑鉄・鋼片に留める方策に基づく)の販売単価が極めて高価であり、殆ど地売の鋼材では軌条・線材・スケルプ(鍛接管材)・「黒板」・「亜鉛鍍板」が高価である。販売諸掛が不詳のため確たることは言えないが、これら品種の販売益は高かったものと推察される。ただ「線材及びスケルプ」と薄板の工場原価は他品種に比して高いこと(第7表)に注意しておこう。もっとも39年以降は鋼・鋼材原価昂騰も顕著である。ただ製銑以前の工程の作業実績が既に38年下期から量質とも急激に悪化したのに比べるとまだ「良好」の部類に属する。この点は、製鋼作業が軌道に乗った36年以降39年まで一貫して鋼塊の歩留りが良好であったことからも推察し得る。⁽⁹⁾

なお、銑鋼一貫経営の単純製銑または製鋼経営より優れた利点は、言うまでもなく熱効率の向上、副産物収益増加等である。昭和製鋼所の副産物(硫安・ベンゾール・ナフタリン・粗タール等)は、製鋼作業開始後順調に増大し、コークス原価・銑鉄原価低減に寄与したが(とくに前節3の注2参照)、ここで特記すべきことは同所の「熱管理」技術である。

熱管理の目的は、余剰エネルギー(高炉ガス、コークスガス等)の有効利用とエネルギー配給の合理的化により、燃料費節約・生産費低下をはかることにある。この技術は当時ドイツが最先端であったが、昭和製鋼所は銑鋼一貫計画の具体化とともに熱管理所を設置・計画した。その内容は、

第8表 鋼・鋼材生産高及び原価の推移

年次	鋼塊		鋼片		軌条及び大形鋼材		小形鋼材		線材及びスケルプ		薄板		板	
	生産高	原価	生産高	原価	生産高	原価	生産高	原価	生産高	原価	生産高	原価	生産高	原価
1935(昭和10)	(227) 212	(45) 49	(196) 191	(53) 59	(16) 14	(100) 104	(12) 27	(88) 78	—	—	(7) 10	(180) 149	(7) 10	(180) 149
36(〃 11)	(350) 364	(41) 43	(307) 329	(50) 50	(50) 57	(68) 63	(50) 58	(65) 61	—	—	(35) 34	(107) 112	(35) 34	(107) 112
37(康德4)	(520) 516	(54) 57	(458) 456	(62) 62	(75) 93	(77) 71	(57) 77	(75) 71	(24) 20	(86) 134	(35) 41	(124) 121	(35) 41	(124) 121
38(〃 5)	(620) 585	(57) 61	(539) 521	(64) 68	(130) 138	(77) 77	(70) 80	(78) 77	(50) 49	(94) 99	(40) 45	(132) 121	(40) 45	(132) 147
39(〃 6)	(620) 522	(71) 83	(536) 459	(80) 94	(140) 131	(93) 107	(74) 78	(94) 105	(64) 71	(105) 122	(45) 41	(155) 172	(45) 41	(155) 179
40(〃 7) 上半期	(280) 259	(93) 98	(242) 226	(104) 110	(70) 71	(121) 125	(36) 37	(118) 124	(38) 32	(129) 141	(22) 21	(184) 193	(22) 21	(184) 193

出典)「主要製品生産高並工場原価趨勢表」(一橋大学所蔵「水津資料」A-I-3)。
注)各年度()内は予算(予定)。38・39年度原価欄左側は上期、右側は下期。

第9表 主要製品販売数量・価額・単価 (1937年度)

	数 量 (千トン)	価 額 (千円)	単 価 (円/トン)
鉄 鉄	212	12,273	57.77
内(日本向)	(134)	(7,642)	(57.09)
(地 売)	(68)	(3,885)	(57.14)
鋼 片	200	33,870	169.37
内(日本向)	(161)	(28,577)	(177.60)
(地 売)	(39)	(5,247)	(355.62)
軌 条	73	8,406	194.92
内(地 売)	(690)	(8,003)	(115.23)
管材及び大形	24	4,542	194.88
内(地 売)	(23)	(4,539)	(194.92)
小形鋼材	76	10,794	142.40
内(地 売)	(56)	(8,138)	(145.03)
(社 用)	(19)	(2,624)	(134.80)
線 材(地 売)	5	972	194.94
ス ケ ル プ	2	300	194.23
内(地 売)	(1)	(254)	(195.07)
黒 板	13	2,739	208.29
内(地 売)	(10)	(2,014)	(204.87)
(海 外)	(2)	(538)	(229.63)
亜鉛鍍板	29	7,442	256.29
内(地 売)	(28)	(7,143)	(256.74)
軌条継目板	3	354	125.07
内(地 売)	(3)	(338)	(123.12)
屑 鉄	13	1,156	92.14
内(地 売)	(11)	(963)	(85.66)
鋼 材 計	236	36,704	155.65
内(地 売)	(207)	(32,365)	(156.52)
(社 用)	(24)	(3,369)	(139.90)

注) カッコ内は各品目の主な仕向地のみを表示した。

単価(価額/数量)は、数量・価額を四捨五入する前の数値を元に算出されたもの。

出典) 昭和製鋼所『製鉄事業報告書』康徳4年度(1937年度)。

高炉ガスを精洗浄したのち中央ボイラー、オートー式コークス炉及び熱風炉に送り、コークスガスと混合し、混合ガスとして製鋼工場に配給し、他方、コークスガスは選鉱工場に配給されるとともに、上記混合ガスとして製鋼工場方面に送られるというものである。この計画実現にとって重要な前提条件はガス源泉のコークス工場の改善であった。即ち、前述のごとく新コークス炉(第7基)建設に当っては、高炉ガスの利用も可能な複式炉で熱効率も良いオートー式炉が採用・建設された。同炉建設直後には破損事故も生じたが、オートー社より派遣された技師のもとで修理された後コークスガスの円滑な配給が可能となった。この熱管理計画は、製鋼・圧延工場建設当初からガス管配備・管理センターによる計測(需給バランス・カロリー計算)等の用意周到な準備を経て、鉄鋼一貫作業開始とともに実施に移された。これにより昭和製鋼所は工場全般の燃料を高炉ガス及びコークスガスの余剰エネルギー⁽¹¹⁾をもって賄うことが可能となったのである。

- (1) 塩基性平炉操業の場合、炉床(強塩基性のマグネシヤ煉瓦製)保護の上から装入鉄は珪素分が少ないことが要求されるとともに、珪素分の少ない屑鉄を多量に必要とする。当時日本国内の大部分で採用されていた屑鉄製鋼法の場合には屑鉄使用割合は5~7割(鉄鉄・屑鉄市況いかんで異なる)、日鉄八幡などで採用されていた鉱石法の場合でも屑鉄を3割以上必要とした(八幡では一部鉱石併法を採用)。
- (2) 予備精錬過程での成分変化の主なものは(1937年実績)、珪素1.78→0.02、マンガ→0.20、燐0.20→0.08である(前掲『廿年誌』142頁)。なお、同書133頁には作業一例として、より顕著な成分減少例が示されている。
- (3) 当時海外では200トン以上の傾注式炉(タルボット炉)が出現していたが、日本国内では八幡製鉄所の100トン炉が最高であった。なお同式炉の場合、固定式に比して低炭素鋼の製造も比較的容易であり、また作業も容易であった(前掲『廿年誌』135・143・148頁)。

- (4) 昭和製鋼所『作業統計』康德6年度(1939年度)より算出。
- (5) 以上、前掲『廿年誌』132~148頁及び「座談会記録Ⅰ」。詳しくは久保田省三「昭和製鋼所製鋼法の選定について」(『鞍山鉄鋼会誌』第56号、1935年10月)。それによれば、採用した製鋼法の正式名称は「予備精錬炉と回転式平炉との合併銑鉄鉍石法」である。
- (6) 銅分は製鋼過程で除去され難く、銅分が多いと鋼材を脆くする。永らく八幡製鉄所の主原料であった中国大冶鉍石は銅分が多いのが欠点であり、アメリカのスクラップを使用しても銅分が多く入るという弱点を免れ得ない。昭和製鋼所の場合、これら銅分の多い原料を使用せず、本溪湖炭が低燐、低硫であったことも作用し、さらに鉍石合併法により製鋼過程で珪素分等の不純物を除去し得たので、製品の鞍山鋼材は低銅・低燐・低硫として優れていた。実際、シートバーを日本で薄板製造用として使用した場合、良く伸び、製造し易かったと言う(「座談会記録Ⅰ」。各種鋼材の成分については前掲『廿年誌』148頁)。
- (7) 昭和製鋼所『製鉄事業報告書』昭和10年度。
- (8) 昭和製鋼所『事業概要説明書』昭和11年度。鋼塊原価が「予算」を上回ったのは「特別償却」と銑鉄単価の「増加」(この点は前節注4記載のごとく前掲第2表と異なる)によるものであり、薄板については熟練職工不足によるもので下半期には全能力を発揮し得た(同書)。
- (9) 「線材及びスケルプ」と薄板の原価が他品種に比して高いのは工程が複雑で熟練を要するためである(第7表の「作業費」の高さに注意、うち前者は「人件費」・「補修費」が高く、後者は「人件費」・「ロール費」が高い)。当時の薄板製造技術は人力に依存するところ大であり、高度の熟練を要した。とくに折畳み・剝離作業の繰返しを必要としたからである。作業開始当初は八幡製鉄所等から百名内外の熟練工の「割愛」を受けたが、まもなく職工の指導・訓練(とくに「満人」熟練工の訓練)により技術修得がなされ、諸設備改善と相俟って、昭和製鋼所の薄板製造は2年間程のうちに

- 飛躍的な向上が見られた(『廿年誌』168~169頁)。
- (10) 「出鋼量対装入鉄」99~100%、「良塊対装入鉄」96~97%、「良塊対出鋼量」96%(前掲『作業統計』)。
- (11) 前掲『廿年誌』234~235頁、福井真「熱管理施設」(前掲『綱要』)及び「座談会記録Ⅰ」。この「熱管理」は当時の最新技術のため、昭和製鋼所は、福井真(初代熱管理所長)をドイツに派遣・技術修得に当らせた。計器類などは全部ジーマンズ製を購入した。熱管理の実施は東洋で最初の試みであり(八幡製鉄所よりも先行)、操業に際してはドイツ人技師の指導を受けた。当時八幡においては、薄板工場や戸畑工場加熱炉の燃料としては既に混合ガスを使用していたが、部分的使用に留まっており、総合的なシステムとして混合ガスを使用したのは鞍山が初めてという(「座談会記録Ⅰ」)。

四 戦時の経営と原料条件——結びに代えて——

以上の検討結果から明らかなごとく、昭和製鋼所は戦時増産計画のもとで、とくに1938年下期以降、様々な問題を露呈していた。しかし、経営状態(損益動向・財務状態)を見る限り、この間の状況も比較的良好である。即ち、昭和製鋼所の損益の推移は第10表に見るごとく、順調に利益を増大させており、利益率(対払込資本金年率)も上昇している(とくに36年以降)。35年以降は積立金(法定積立金並びに特別積立金)の計上と株主配当を実施し得た(配当率は35年3%、36・37年6%、38年上期以降7%)。もっとも総損金の内訳を見ると(本表には記載を省略)、利子支払(「利息支出」)が社債発行に伴って増大している。しかし、収入(「総益金」)増大傾向のもとでは全体として経営を圧迫する程のものとはなっていなかったものと判断される。他方、諸設備建設に伴って当然ながら「設備資産」・「建設勘定」が増大し、総資産額も一貫して増大している。しかし、当該期間に資本金払込・増資が行われたの

第10表 昭和製鋼所・営業成績諸指標 (損益・資産・負債等) 単位：千円 (千円未満四捨五入)。利益率 %。

	期			損			益			期						
	総	損	金	差引	利益	率	総	設備	建設	貸	資本	法定	特別	社	借	入
	益	金	金	引	金	(%)	資産	資産	勘定	立	立	立	立	債	入	金
	金	金	金	金	金	率	額	額	定	金	金	金	金	債	金	金
	金	金	金	金	金	率	額	額	定	金	金	金	金	債	金	金
1933(昭和8)	20,240	19,471	770	1.3	104,663	26,971	14,335	60,000								
34(9)	17,309	15,084	2,225	2.7	108,940	26,544	38,397	82,000								
35(10)	24,657	22,735	1,922	2.3	121,886	67,803	5,450	82,000					10,000			
36(11)	45,227	37,819	7,408	9.0	145,825	86,235	967	82,000	300			1,000	28,000			
37(康徳4)	89,737	76,571	13,166	14.8	164,324	74,764	15,890	89,000	700			2,500	28,000			
38(5)	52,192	44,252	7,940	12.7	273,645	84,265	12,064	125,000	1,400			9,500	28,000			
上	52,985	44,800	8,185	10.9	281,071	134,023	1,631	150,000	1,900			13,500	27,500			2,900
下	61,671	52,063	9,609	11.0	338,416	166,443	11,787	175,000	2,400			16,500	76,700			2,900
39(6)	78,182	68,436	9,746	9.7	367,138	194,564	26,124	200,000	2,900			19,500	95,900			2,900

出典) 昭和製鋼所「営業報告書」第6~14回より作成。

注) 1933年から34年にかけて収支規模が減少しているのは、33年までは総益金・総損金のそれぞれに同額の「製鉄原価収入」・「製鉄原価経費」を含んでいたためである。設備資産中には製鉄・製鋼・軋山(37年以降)・付帯設備のほかに「財産権」を含む。本表の設備資産額が「昭和製鋼所廿年誌」(331頁)等の「事業費」に一致する。

で、固定資産額(「設備資産」及び「建設勘定」)は払込資本金の枠内に概ね収まっている。当該期間の資金調達は社債発行によっても行われたが、前述のごとく、他方で積立金の計上・増大もあって、財務状態は悪化していない。ただ39年になると社債が急増し(社債・借入金依存率は24~27%に増大)、資金調達のある方が萌芽的に問題になりつつあった。

この間の営業状態が良好であったのは、鉄鋼価格が一貫して上昇傾向にあったからである。日中戦争勃発以降の鉄鋼統制価格も、何よりも鉄鋼材の量的確保が優先されたために相次いで引き上げられていった。むしろ最大の問題は、戦時鉄鋼増産計画が、当該企業の生産技術や原料条件を十分考慮することなく強行されたことにある。この点は、昭和製鋼所の製鋼・圧延部門が比較的良好であったのに対し(製鉄部門肥大化の裏面として相対的困難小)、第3・4期増産計画による高炉完成(1938年下期)直後に製鉄工程及び原料供給部門に一挙に問題が露呈してきたことに明らかである。

高炉の急激な肥大化(700トン炉4基一挙完成)に伴い、高炉操業自体の困難も増大したが、何よりも重大な障害は原料供給部門が対応できなかったことにある。種々検討してきた結果から明らかのごとく、鞍山製鉄所の製鉄作業は独特な原料資源条件に規定されるところ大であった。

高炉装入鉄石は貧鉄処理後の焼結鉄を基本とするが、既に1938年以降大弧山貧鉄の採掘高が絶対量としても停滞・減少する状況のもとで、29年以降富鉄残量少なく休山となっていた東西鞍山・桜桃園等の鞍山一帯の鉄鉱採掘が今度は貧鉄を中心に再開されるが(とくに39年以降)、大弧山貧鉄(露天掘の効率化による相対的低廉さ)の減少を補うことは不可能であり(量・質・価格面で)、弓長嶺富鉄の供給減も相俟って42年以降は龍烟等「北支」鉄鉱石の購入・依存率拡大を余儀なくされていく。

大弧山貧鉄の採掘減は当然のことながら焼結鉄の減少・質的低下に連なる。選鉄工場の操業は独

特な工夫のもとに行われており、大幅増産要請と供給原鉱低下（量質とも）のもとでは種々の難点（三の二の注6参照）が露呈し、品位良好な精鉱・焼結鉱（鉄分大・珪酸分小・焼けむら小など）の所定量製造は不可能となり、故障続出し、補修費等も膨大となる⁽²⁾。

鉄鉱採掘・焼結鉱製造より逸早く深刻な形で表れたのは原料炭・コークス問題であった。即ち、1938年下期の高炉能力肥大化直後から従来のごとき撫順炭（とくに龍鳳炭）と本溪湖炭を必要量確保・配合することは困難となり（前者の老朽化、後者の本溪湖自身の鉄鉄増産のもとで鞍山への配給減少）、原料炭需要急増のもとではまず何よりも量的確保が第一義的になり、一挙に炭種が拡大し、灰分急増・歩留悪化・生産減・原価高騰が顕在化し（前掲第2表・第4表）、高炉操業上の最大の問題となる⁽³⁾。しかも、満州炭鉱（満炭）による石炭開発・増産は早くも38年から行き詰まり、とりわけ北票・密山の粘結炭増産が進捗しなかった。前述のごとく、昭和製鋼所は満業傘下に入って以降自家経営炭を欠いたため「原料炭配給改善ニ関シテハ全量外部依存ノ関係ニ在リテ当社自力ニ依リ解決シ難キ状態」にあり、石炭増産の課題は特殊会社満炭に委ねられていたが（満炭から日満商事を通じて購入）、満業と満炭、満業と日満商事との関係が不円滑であったことも作用して、昭和製鋼所にとって満州内粘結炭の「増配」は殆ど期待薄となり、39年以降中興炭・開灤炭（開平炭）・井陘炭・正豊炭等の「北支」強粘結炭への依存度を強めて行く。「資源自給圏」の拡大（「日満支ブロック化」）は満州鉄鋼業にとっても必至となっていた。にもかかわらず、昭和製鋼所の石炭確保は輸送問題もネックとなり「依然配給好転セス」、休止中の第1及び第3高炉の「火入ハ当分望ミ薄」という状況であり、「減産ノ真因ハ全ク石炭ノ質的量的配給不円滑」にあつた⁽⁴⁾。

以上のごとく、原料炭不足・品位低下・価格高騰を始めとする原料資源条件の悪化により昭和製鋼所の高炉操業は決定的障害に陥る。原料価格の高騰は鉄鉄・鋼材原価の上昇をもたらすが、鉄鋼

材の量的確保が至上命題の戦時経済のもとでは鉄鋼原価の上昇に対応して相次ぎ鉄鋼統制価格を引き上げて行く（年1回の予定が半年毎、3ヶ月毎と）。昭和製鋼所にとって日満商事を通ずる鉄鋼統制価格上の問題（市場の動向を直接把握不可能など）も発生する⁽⁵⁾が、鉄鋼統制価格上の最大の問題は補助金散布等により鉄鋼企業に利潤保証しつつ統制価格を運用した結果として円系通貨のインフレ促進要因となり、結局は戦時経済そのものの破綻をもたらす要素となったことである。しかし、昭和製鋼所の作業実績の検討結果から明らかなごとく、1938・39年頃迄の同所にとっての最大の問題は鉄鋼価格上の問題ではなく、原料資源条件を無視した増産強行策にあつた。こうした事態のもとでは、同所の第5期及び第6期増産計画（「満州産業開発五ヶ年計画」の「修正計画」と対応して樹立、39年5月認可）の縮小改訂から事実上の中止に至る過程は、⁽⁷⁾「欧州大戦」の勃発（39年9月）に伴う諸困難が加わったにせよ、言わば必然であつたと言えよう。⁽⁸⁾

- (1) 以上、前掲『廿年誌』38・42頁、前掲『作業統計』康德6年度、（満州製鉄株式会社）東京事務所「最近六ヶ年間ニ於ケル鉄鉱石出鉱実績」1944年（推定）（「水津資料」B-I-15-5）、前掲松本俊郎「満州鉄鋼業と日本の総力戦体制（I）」。
- (2) 「座談会記録I・II」。なお、満州製鉄（1944年4月設立）時代に新方式の選鉱工場が大孤山に建設されたが、ほぼ完成の頃終戦となる（前掲『鉄都鞍山の回顧』35頁）。
- (3) 「前前期央ヨリ漸次深刻化シ来レル石炭供給不足並其ノ品質低下ノ事実ハ本期ニ入ルモ些モ改善セラレス却テ益其ノ度ヲ増シ、為ニ生産作業ハ著シク制限ヲ蒙リ鉄鉄其ノ他各種製品共所期ノ生産ヲ遂ケ得サリシ」（昭和製鋼所『営業報告書』康德6（1939）年上期）。
- (4) 昭和製鋼所『事業概況付録』康德7（1940）年8月。前掲松本俊郎「満州鉄鋼業と日本の総力戦体制（I）」。日本鉄鋼史編纂会『日本鉄鋼史』（稿本）第5巻第6分冊、1953年。黒松巖「満州鉄鋼業の発達」（満州建国大学『研究期報』第3

輯, 1942年)。樋口林三「満州製鉄業の経営的記録」(『福岡大学研究所報』第2号, 1958年7月)。

コークス用原料炭として本溪湖炭は最良であり、開瀾炭も優れていたがやや劣り、密山炭・中興炭は大分品位が落ち、北票炭は単味では良いが配合用としては「相性」が悪かったという。1939・40年頃にはもはや運賃コストは問題とせず、何とかコークス製造可能なものであれば全て確保・使用するという状況であり、したがって、コークス品位の低下は必然であった(「座談会記録Ⅱ」)。

なお、本稿においては労務関係については割愛したが、1938～40年にかけて「技術員及び熟練労働者益々私底」となり、とくに「満人労働者」は移動頻る頻繁で、新規募集困難のみならず、労働力低下のため所要労働力の保持至難となり、労賃昂騰と相俟って事業経営上「憂慮スヘキ状態」となった(前掲『事業概況付録』康徳7年8月、「座談会記録Ⅰ」)。

- (5) 前掲『日本鉄鋼史』第5巻第6分冊。
- (6) 前掲松本俊郎「満州鉄鋼業と日本の総力戦体制(I)」。
- (7) 前掲松本俊郎「満州五ヶ年計画期の鉄鋼増産計画」。1940年には「金融閉塞」状態となり資金計画も困難になる(年度当初は増資2500万円・社債7500万円を予定したが、実際には社債3000万円のみ)。これを借入金増加によって補うもその穴を埋め切れず、昭和製鋼所の増産計画は資金計画の面からも破綻する(以上、前掲『事業概況付録』康徳7年8月、前掲大竹慎一「鉄鋼増産計画と企業金融」)。
- (8) なお、昭和製鋼所の製品のうちユニークなものとしてルッペ(粒鉄)がある。これは第4期増産計画に基づくもので、昭和製鋼所はドイツのクルップ・レン法の技術導入により(1937年クルップ社より特許購入)レン炉4基を建設した(うち2基は39年12月操業を開始)。この方法は、粉貧鉄、粉石灰及び粉コークスを原料として一挙にルッペを得るというもので、言わば廃物の有効利用であること、高珪酸鉄鉱でも比較的有利に処理されること、製品が屑鉄代用品として使用されることな

どの点で注目される。鞍山のルッペ製造の技術的困難は回転炉の煉瓦が落ち易かったことにある(炉壁煉瓦にドイツの場合の石英変岩と異なり純粋な珪石煉瓦を使用したため)。製品は硫黄分が高く製鋼原料の品位としては不十分なものであったが、アメリカのスクラップが入手不可能な情勢のもとで、大部分は日本国内に送られ平炉・電気炉に屑鉄代用品として使用され、鉄鉱原料逼迫のもとでは一部高炉にも装入された。前掲『廿年誌』86～87頁及び「座談会記録Ⅰ」(とくに原田静夫氏の発言)。

[付記] 1982年4月10・29両日の「座談会」出席者は以下の通り(敬称略:括弧内に表示した満鉄または昭和製鋼所入社年順)。第1回:福永源夫(1928年), 原一貞(33年), 古河精華(34年), 重住克巳(34年), 多田徳治(35年), 原田静夫(35年), 菊池敏治(37年), 政川友治(40年), 渡辺慎介(40年), 隅谷三喜男(41年)。第2回:小池元二(29年), 浜田武士(29年), 石橋良造(31年), 原一貞(33年), 政川友治(40年)。第1回目の司会の労を取って戴きました隅谷三喜男東京女子大学学長, 2回にわたり幹事役を努めて戴きました政川友治日興産業相談役を始め、貴重な体験談と資料を提供戴きました出席者の皆様に深甚の謝意を表します。と同時に、当方の種々の事情により本来の国連大学プロジェクトに活かせませんでしたことを「座談会」出席者の皆様並びにアジア経済研究所・同プロジェクト受託チーム林武・多田博一両氏にお詫び申し上げます。また、飯田賢一東京工業大学教授には本来のプロジェクトから本稿作成に至る過程で多大な御助言を戴き、「水津資料」の利用に際しましては一橋大学経済研究所日本経済統計文献センターの御協力を得ました。なお、筆者は1983年8月「日中産業技術発展史技術交流訪中団」(団長山崎俊雄阪南大学教授)の一員として鞍山鋼鉄公司を訪れる機会を得た。その際の印象については「撫順・鞍山・本溪見学記」(日中科学技術文化センター『中国産業動向』10号, Vol.3 No.621, 1983年10月)を御参照戴ければ幸いです。