

石井修三訳「和蘭国製鉄論」 (現代語訳)

石井修三子孫・相原修氏提供資料

4、翻譯本資料（抄）

和蘭国製鉄論（現代語訳）

石井修三 訳

嘉永二年（一八四九）

ソヴィエツ

ト鉄

○第一問 オランダにて製造する鉄は、ソヴィエツト国及びその他の国にて製造された鉄のよう

に精巧でないと言うことは事実か。

○第二問 あるならば、その精巧でない理由はなぜか。

○第三問 若し精巧ならざる理由がその製法であるならば、外国の鉄が善くなったように、如何にして製造すればよろしいか。

第一問の答

オランダ鉄
は粗悪品か
フランス鉄

オランダ国の鉄を強弱二種類に分類できる事はさておき、その上、好みの品、所謂強鉄なるもの、まだフランス国の領地であつた頃のロイキ地方、ナーソン地方で精錬された鉄、且つ又、近年のロイキ地方での鍛工技術で作られた強鉄と称する物全てが、鉄砲の身金など大きな強度を必要とする機械には使用できないほど粗悪品であり、それに代わつて、ドイツ国の鉄を用いて造られている。すべて鳥銃の筒中は、大抵オランダ文字の E M C と刻印され精錬された扁鋼鉄で造られている。これはエイセルヒント地方で精錬された物と言われている。

又、オスミユント地方で製造された物は、極めて高価であるが最良の品質であり、時として用いることもあるが、その品は甚だ乏しいと言う。

又、アルムベルグ地方の鉄を用いることもある。これはロイキ地方の鉄商を經由して入っているが、アレムベグ地方の鉄は昔は使用されたが、近來はその粘堅の質が劣るとして、今は使用されていない。

オランダ鉄
は鉄質が均
等でない

オランダ国で製造された強鉄と称されているものは、大きな弾力を必要とする機械類には用いられていない。理由は、その鉄の強弱ではなく只その鉄の合成が強弱均等でないためである。何故ならば鍛えた厚さ四く六センチの鉄板を試しに砕いてみると、一方は極めて硬く是を容易に破損することは困難であり、しかも、是を砕くときに裂け目に皺しゅうへきの小粒紋が現れる。是は外国の善い品と殆ど同じで大変気密である。

しかし、もう一方の品は、一打で破損でき、破れた処に皺襞紋は無く、只、光沢のある一面のみであり、是は粗悪鉄の証で、鉄分子が密に融合していないためである。

然し、オランダ国に於いても、ある処の鉄炉で製鉄された物は特に粗悪であるが、他のある処の鉄炉で製造されたものも、左程粗悪とは言えず、その鉄で車の鉄輪、鉄軸等を作り輸送用の大車に使用することも可能である。

それはさて置き、南方の鉄商人総てが外国の鉄をオランダ国に取り寄せていることは極めて善くないことであり、国益にならない。これを禁止すべきである。オランダ国の品も又、外国の品と異ならず、きわめて力を必要とする機械の製造に使用可能である。しかして鉄の強弱を試す試験が行われずその試験を行うことも好んでいない。

その方法は、重さ六〇〇ポンド（アムステルダム秤）の鉄環を、九八ドイム（レインオンント尺度）の高さの三角柱から鉄片端に落とす。このようにしても、スエーデン、ドイツの善鉄は破損しないと言われている。是らの事から事考えて見れば、例えオランダ国の鉄商人がわが国の鉄を賞賛しようとも外国の鉄と比較できない。

強度の試験
スエーデン
ドイツ鉄

であるから水車、鉄砲など激烈な勢いを要する機械類には安心して使用し難い。

第二問の答

異物が混入

した原鉱石

鉄の品質とその製造方法の精粗による理由を論ず。

凡そ今日、諸国で鉄坑及び金坑と言われるものは、本来の金属鉱山でなく、洪水や地変等で処を移す物も多い。その証は、金坑を掘るのに海獣亀甲や木葉樹皮の化石の混入するものが多い。これらの事から見て鉄塊中に異物が混入せざるを得ない。

したがって、鉄鉱山を選ばなければならない。その中には殊に硫酸（ズワーフルシユール硫酸）、ボスポール（燐素）と誤すが動物の体の骨に多く含まれており、海獣化石に多く含まれている）等の様に、最も鉄に害のあるもので、混入すれば鉄質を悪化させることを知る必要がある。

この様に異物の混入するものは、その鉄質が粘強性を失い只硬く脆いものとなる。甚だしい場合は、金鑪で扱い難いものもあり、であるからその原鉱石を選別する場合は、再分離し難いものや、酸化物が混入していない鉱石を選別することである。

しかも、オランダ国では鉄工により分離する技術が未知であり、どのような異物が鉄原鉱石に混入しているか吟味することはできない。

現在は只、熔化の難易と熔解する鉄の分量にのみ眼を向けているので、自ずから、鉱石に異物が混入しているので、精鍊した後で良質な銑鉄でないことを知ることである。

又原鉱石を掘るのに、鉱夫は労力を厭い、深く掘らずに只浅い処の物のみを掘っている。

良い鉄は原

鉱石の品質

人は深い鉱脈に良質のものがあることを知っていても、これらの選別術が無いためにこの様な結果となっている。

凡そ、鉄の精鍊は、原鉱石の品質に斟酌すること。決して同じ製法で色々の原鉱石を精鍊してはいけない。原鉱石によつて差異があるのに、製鍊分離術が解明されていないのに、その原鉱石の成分、原鉱石に混和しているものは何かを論じなければ、その鉄が精密でないことは自明である。

若し、その原石を良く洗い砕き、清潔にしてから炉で焙らなければ速やかに溶鉱しない。

且つ又、異物を洗浄しなければ上記のような清潔堅固の鉄は得られない。

南方の諸鉄工業は、精密鉄の生産に意を注がず、その鍛鉄の増産のみに励んだ。

その理由は、ベルギー地方が未だフランスと合併しない間は、鉄の商売は盛んであった。

その鉄の善悪はさて置き、その地方で生産された品は可不可なく、総て良品としてフランス地方に送り、わが国では延べ板、釘などその他小器に用いる品のみ仕入れ店にて商っていた。

右のように、オランダには善鉄が生産されないのは、その原鉱石の質が悪いのと、精鍊法が精密でないことであるが、しかし、わが国で決して良質鉄が得られない訳ではない。鉄鉱山は未だ掘り尽くされてはいない、且つ、その精製に心を用いないためである。

それ故に、誠心からこの点を検討して欲しい。

○第一、先ず分離してその原鉱石に含まれるところのものを探鑿すべきである。その原鉱石に含まれる成分を、掘り出し抗の名称、地名、採掘商人の名称を逐一目録にして置く事、その上でその原鉱石を分離して置き、別々に製鍊を試みる事。

その結果、どの地方の鉄は混和物が少ないが、どの地方の鉄は混和物が多く、製鍊困難であると言ふことを知ることができる。

リユキムビュルグ地方は鉄坑が多くあり、その他、サンプル地方、アース地方の間には善坑が多くあり、最も大量に鉄を生産する鉱山は、「エイスマリアル」「フライレ」「フロレンチ」坑等である。その他の地方にも多くの鉄坑があるが、鉄元素が同じ成分で結晶していない。ゆえに、分離によつて探鑿することである。

サムフレ地方、アース地方生産の鉄は、異物混合が少ない事が分離試験によつて理解できる。ハッスセンフラツ地方産の鉄は、粉で練つたように赤い皮があり、焼くと零々三六分減量する。

原鉱石の分

析成分割合

分離術で次の成分に分離できる

酸化鉄（鉄に酸気含むもの） 零七八二分（78、2%）

硅土（Kizelaaride） 零々三〇分（3%）

石灰 零々八三分（8、3%）

明礬土（alunarde） 零々三九分（3、9%）

苦土（talkaride） 零々 八分（0、8%）

% 零々分

と翻訳

磷酸鉄

この分子に混合した鉄原鉱石を溶解すれば、真の鉄分が零九一八分（91、8%）得られると言ふ。右の原鉱石は良質の物であるが、その中に混和している苦土磷酸は鉄のために甚だ害ある物である。何となれば、他のケーセル石灰明礬土は、甚だ多く混在していなければ鉄を溶解する場合に

硝子紋を発生させ却つて益である。

これによつて熔解する場合は、苦土を取り除くことができる。ホスボール（燐素）は古くより鉄のために害ありとされていたが、今はこれを取り除く技術が発明され格別恐れるにたりない。

その方法は、鉄を熔解流動させ、その中に細粉した石灰石を投入するとこれによつて燐素が鉄より分離できる。何となれば、燐素は鉄と化合するより石灰と化合しやすいので、その燐素は却つて石灰と化合して鉄より取り除くことができる。

○第二、総て諸国で生産される鉄を良く吟味することが緊要である。

世間で良品を産出と言われる鉄坑も、必ずしも良鉄ではない。また下品鉄を生産する鉄坑も必ずしも下品ではない。すでにスエーデン地方から産出される鉄は、世間では良質と言われている物の中にも多くの燐素、或いは、マンガ（茶碗の黒薬）等を含んだものもあり、これ甚だしく鉄に害あるものである。良く分析技術によつて吟味することが肝要である。

磷酸 燐素

第三問の答

不良鉄は製

法が粗悪

上質鉄の乏しいのは、鉄質が良くないのみならず、その製法が粗雑であるとの論。

○第一、鉄鉱石を良く洗浄せず、その上、熔解し難いクワル石類及びその他の硬い石類を除去せずに粉砕し、これを熔り鑄造するために異物が混入し不良鉄が生産される。

○第二、溶鉱炉で原鉱石を熔ることをしない理由は、恐らく熔かす前に燃料を多く費やし、熔かす前に火室の中で原鉱石が乾燥しすぎるためであると言ふが、この説は正しくはない。

来る。これによつて次一の火室にて鍛えるは、最初一の火室で鍛えるよりも多くの滑沢の面を残す。これによつて解かる事は、弱いふいごは、風を送ることが弱く、炭を焼く力も弱く鉄の酸化中に炭化鉄の一部を残す。この滑沢あるものを水中に投入すると錆びる。

然れば即ち、炭化鉄を含むものは和合の力が小さいことは明らかである。よつてこれから見ると、弱いふいごは、強いふいごよりこの滑沢面が多く現れることを注意すれば、元来善鉄にはこの滑沢が無いので原鉱石を多く積みいれ、ふいごの弱い事は良くないことを知る。

又、風力の弱い時は、原鉱石に含む異金属は火力が弱いため蒸散せずその害は甚しい。例えば、亜鉛は大方の鉄鉱石に混在しているが、これは火力が強ければ鉄の解ける時に飛散し、

火室の上蓋に煤と一緒に固着して石状の塊を作るがこれが酸化亜鉛である。尚、火力が激しい場合は硫黄アルセニッキが鉄中に混じっていると、その火力によつて大方飛散し去るが、余りの揮発性のない金石類は鉄と共に熔けて、ふいごの気管に半焼けの石灰状となつて鍋に廻り浮かぶ。この様に火力が強いた方が良くいっても、強すぎると又害がある。何となれば、炭が速く焚きすぎ鉄の溶解が早すぎて充分に熔けず、その上ふいごの勢いが強すぎると鉄中に酸気を多く含むので、その後、ふいごにかけて諸種の製品を作る鑄造する場合に良くない。

溶解鉄の鍛練の方法

○第五、溶解した鉄を鍛練する方法は諸種あるが、総てが良いとはいえない、次のものは一般的なものであり、以下記述する。

適宜鍛冶場を設営し、その中に二基のふいごを設置する。その掛け歯車を用い、ふいごの気管を

鑄造すべき鉄の端に当て木炭を激しく焚いて、鉄を除々に溶解させ滴々と鉄の平鍋に流失させる。その内に冷えて塊となる。適宜、適当に堅く成つた時、鉄に着いた炭を洗い、釘抜きのような道具で鉄砧のうえに載せ、水力で動く重く大きな槌で打つて、四角な鋼鉄に鍛冶する。

それによつて、流動物質や異物は四方に四散し除出される。ここに記載した方法は、漏れが多く却つて鉄中の異物を除去させるのに不適である。

その方法に工夫を加え、周囲を塗り固めた火室にて鑄て振り動かし、鉄の上に淀み集まつた泡を取り去り清浄にし、その後、火室の丸天井に気抜き管を挟み、火気が中半冷めて鑄鉄が固まりとなるまで冷却させ、それから火室より出して残りの異物を駆除する。

又、英国に於いては、普通の火室を用いるが、平鍋は少し深く、ここで鉄を熔かし平鍋より出して鉄板上に置き、冷水を注ぎ異物を鉄中より除き清浄にした鉄を再び四方を覆つた火室で溶解し、塊となつてから、四、〇〇〇ポンド、五、〇〇〇ポンドの重い槌、或いは、溝のある鉄輪の間に入れ鋼鉄とする。

英国の製鉄事情

この方法は漏れは少なく便利ではあるが、疑問もある。この様に鉄輪にて圧搾するのみで再三頻繁に槌で打つた物の様に、異物を駆き去ることが可能だろうか。凡そ、数回溶解させ鉄中の酸気も自ずから飛散し、又、重い槌で頻繁に打鍛すれば、鉄中の軟弱の部分も消え異物も飛散し、紋理も良く親和して善鉄となる可と思う。

又、鉄輪の中に挟んで圧搾することは、鉄の紋理が堅く長く良く和合するので、長い材で両端に強い力の働くものなどは良い結果とならう。但し、この種の鉄質のものは、扁平に四方に力の働く

凡そ、火室中に蒸気があり、火力を弱め熔解速度を遅らせ、次に二時間ほど後に入れる原鉱石と火力は同じではない、これによつて熔化勢も等しくなく、従つて、鉄質も均等でない部分も生ずる。事前に焙り置く事は良い方法であり、さらに焙る事によつて原鉱石中に水分が蒸散するのみならず、その中に含まれる炭酸硫黄などの揮発分子を蒸散除去し、硬い鉱石も減量し火気高度が鉄中に浸透し熔解速度を速め真鉄が生産できる。

○原鉱石を焙るには種々の方法がある。地上の炉壁の間に堆積し焙る方法、焙り子で焙る方法、火で爆する方法、火室の屋根下で焙る方法。露天に堆積する事がわが国は一般的に行われているが、最も悪い方法である。何となれば、露天に堆積し風雨雪に曝すと、堆積中に蒸熱も多く不同の熱気を発するので、一部は内部が硝子状ともなり、焙る効果がなくなる部分が生ずる。

又、風雨雪は火力を減じさせ多くの燃料をついやしても充分な焙りの効果がない。露天冷湿状での焙りは害があると言うのも、多くの水蒸気が発生するので火力が減じ焙る効果を減却するためである。

スエーデン
の製鉄事情

スエーデン地方では、火室を作りその屋根の下に適宜穴を掘り、その下で焙り暴風雨雪の害を防ぐと言う。原鉱石を焙る方法として、第一に適切な温度としてその中で異物を収縮破砕することが要点である。但し、高温すぎて硝子状に焼きすぎではいけない。そのような状態では、すでに破砕したものも、炭気や温気がその中に浸透しにくくなり、鉄の酸化を妨げる結果となる。

○第三、鍛鉄のためには良質の原鉱石を選ぶのみならず、その分子の混和状態を探索しなければならぬ。しかし、鍛鉄工の多くは分析技術を知らず、只これまでに覚えた意識の推量で善悪を分

離し鉄質に余り心を用いず、只生産量のみを求めるために精品が生産されない。

その他、良質の原鉱石を用いる時は、この鉱石に適した熔化薬を選びその鉱石の質によつて別々に積み重ね混和する事が良い。

その薬は細沫の石灰土、清潔に乾燥したケレイ(粘土)等である。この薬を原鉱石の質に応じて各列に混ぜ順次火室に入れること、さもないと、原鉱石の質によつて早く溶解するものと、遅く溶解するものがあり、それによつて鉄質の強度に不均一が生ずる。

(注・ケレイ Klay とは結麗土、又は粘土と訳す)

火室は昼夜同じように順次燃焼させなければいけない。原鉱石を前もって混和して置くこと。この事を知らない鍛冶職人らは新たに火室に積み込むことを忘れ、驚いて急いで熔け易い鉱石を多く火室に投げ入れ炉の弊害を償おうとする。これによつて、甚だ質の悪い鉄を生産する結果となる。

○第四、鍛鉄工業は、只、鉄が大量に捌けるのみを目標にして、ひたすら大量生産のみを心がけてきたので、さらに大型の火室として風を大量に送り込むふいごを作らず、只鉱石を積むことのみを心をついだ。これは大変害が大きい。このことは、生産量を多くするためには、ふいごを大きくするのみならず、水車を回転する水力も増大させなければならない。

炭素Ⅱ炭気
酸素Ⅱ酸気

ふいごが小さければ、火力を吹き寄せ炭気を鉄中に透入させるための酸気を充分に喚起鼓舞させることが少ない。次の実験を記す。

コウビン地方の二箇所の鉱炉の実験で、ふいごは同じでない。一つは一ミユート(一時の一二〇分の一Ⅱ注・一分間)に四六二フット(立方)の風を送る。もう一方は三〇〇フットの風を呼起出

器にも鉄の紋理が堅く強く和合しているので、横には左程強い可否は案じ難い。長い紋理は、必ずしも強鉄の証ではない。燐素が鉄中に混合するものは、四方を覆った火室で再び鑄直することが有益である。

何となれば、温湯中に鑄鉄を入れ、石灰石の粉末を入れ、燐素と良く混合するように侵蕩すると、石灰と燐素は合い親しみ合合して鉄より分離して鉄は清潔となる。

この様な鑄鉄は、石灰が焼け燐素を分離し、従って、他の異物も鑄鉄より除去され鉄の上面に泡として浮遊して分離できる。但し、鉄を冷凝して槌で打つ前に、燐素が除去されたか否かを良く吟味して、若しその中に燐素系が残留している気配がある時は、再び石灰沫を投入し、燐素系を取り除くまで繰り返す。この事情を良く理解すれば、わが国の鉄といえどもその製品に善美なものを得ることができ。製鉄工は鉄を鑄するのに良く留意し、縄炭の質を選び、ふいごの強弱に応じた原

凡そ、原鉱石の善悪を選び、鍛鉄についても前述のように分離術の原理に従い、処々要点に留意し鉄質の善悪を見極め、国内に産する原鉱石の目録を良く吟味すれば、鍛錬の技術向上に効果があらう。

オランダの
鉄質向上は

わが国（オランダ）で製錬した鉄は、精鉄でないことは一般であるが、それぞれの工程に心を注ぎて鉄の生産に勉めれば、わが国でも善美な鉄を作りだすことは可能であるが、この様に心を用いる生産者は少ない。只、ナーマン地方の某、ロイキ地方の某ら数人に過ぎない。

ナーマン某が心を注いだ品は、足軽鉄砲の身金に用いることのできるほどの善鉄が生産でき、こ

れを武器仕込み店に送って試したところ、ドイツの善鉄EMCの文字を刻したものに劣らないという。

ここで鍛じた鉄をロッテルダム地方に送り、大変喜ばれたというが、その礼状の文面は「汝の生産した鉄は外国製品と同様に大変善美である」とある。同人の鍛じた鉄をアントワイルペンにも送った。そこはスエーデン、イングランド等の鉄を多く商うところである。

ナーマン鉄と外国の鉄とを比較して、落したり、打ち砕いたりしてその強弱を試したところ、スエーデン、イングランドの品に劣ることなく、その上さらに砕けた面についても外国の製品と比較したところ、色も黒からず紋理も清潔であった。

また、ビヘルト某の鍛じた鉄は、昔は砕け易く脆かったので鉄商人は余り尊ばなかったが、昨今はこの人も、前述の製法に意を注ぎ、粉末石灰を加えて燐素除去し、清潔にして大変善美鉄となった。でここで鍛じた鉄は、一ドイム（イングランド尺度）の重い槌で打ち砕いたところその破砕面に強い小粒の破砕紋理が現れた。

燐素を石灰
で除く

この鉄をロイキ地方に多く送り、ここでモルチイルの鉄柄のハーク杯を作った。

これらは大きな弾力が必要とする道具である。この鉄を、重さ六〇〇ポンドの鉄輪を凡そ一八ドイム（寸法名）離して置いた三角の二本の鉄の柱の上に落とし、その強度を試したところ、その鋼鉄は曲がりもせず破砕もしなかった。

この様にこの人が製錬した鉄が、かくも強靱であることは、皆前に述べたような製法に従って製鉄法を練磨したからである。