

変形さるべき二三の生産工業

石 井 頼 三

尙に貿易不振の声を聞く。輸出は時に消長あり、これも一時的現象であって、直ちに憂うには及ばぬかも知れぬ。しかし資源の少い東洋の孤島に多数の人口を擁し、年数百万トンの食糧を輸入しなければならぬわが国として、世界経済に孤立することはむしろ不可能のことであり、物を生産し、輸出の形でこのバランスをとる以外に方法はなさそうである。貿易事情の消長の如き、その原因には幾多の複雑なる因子が含まれていて、単なる需要供給の關係のみで簡単に説明することはできないことと思うが、基本的にはその生産費を低めて他の交流に備えることがなければ問題になるまいと思う。

わが国の産業が終戦直後の混乱から立ちなおるために、他国の援助を受けたことも世の不安に伴う特需によって逼迫した経済面を仲継ぎしたことも、過渡的な場合としては致し方がないことであつたが、いつ迄もその様なものに依存できないことは明白である。わが国貿易の不振の原因の一つは、世界の状況の変化に起因している。従来の原料供給国及び製品の市場が、以前のようなでないことが挙げられる。わが国の従来の市場が他国に奪われた外に市場とした国々が、それぞれ新しく自国に工業を振興して、物を生産する傾向に出ていることである。この如き状態

に置かれることは、時日の早いと遅いとの差はあれ、何れの国もたどるべき道に入ったのであるから、この傾向は阻止することもできないであろう。むしろわが国としては如何にして製品のコストを低下させるか、如何にしてより優良なる製品を生産するかに重点を置いて対処すべきであると思われる。このコストを下げるという意味では国内資源の開発ということと関連する。これにはその生産技術に新しい創意工夫も要することであろうし、又現在行われている技術面の適当なる組合せによっても達成せられる。

わが国の製品の価格の高いのは、その原材料の高価に起因するところが多い。例えば製鉄等に於て、国内鉱石が貧鉄で処理が困難であるから、使用鉄石の七六％は海外依存である。又これに使用するコークスは強粘結炭を必要とする関係上コークス用炭の四三％を海外から輸入している。而も高価な輸送費をかけて遠く米國その他から輸入している。この様にして生産した鉄鋼が世界市場で他と対等に競争しうることは至難の事と言わねばならぬ。ここに国内資源の開発の問題が生じる。

資源は常に生産技術に関連を持つもので、その技術の変化と共に変化するものである。資源が貧弱であるということは、裏から言えば生産技術が貧困であるということになる。鉄の場合でいうならば国内に有り余る鉄化合物が利用できないというのは、欧米技術の直輸入に依るため、原料もそれに適応するものを必要とするからであって、独自の生産技術が発達すれば、鉄石を海外に求むることは避けうる。このことはアルカリの原料塩についても言えることで、周海尽く食塩の宝庫であることを、これをかえりみずして海路はるばる食塩を運ぶの愚も同じである。この如きことはその他にいくつも例を挙げることができる。むしろ生産技術の発達によって凡ての資源を自国で供

給するということはできない。例えば磷肥の原料である磷鉱は技術の進歩によるも、これを国内で供給することはまずできない。カリ肥料も同様である。これらのものは高度に海外に依存しなければならぬ。

その故自国の生産技術を発達させて、資源を尽く自国内のもので補充し、生産品のみ海外に輸出するという如きは、事実不可能のことであり、又ここでその様な狭隘なる論を試みようとするものでもない。わが国は明治中期に紡績の棉作を放棄して完全なる海外依存の方針をとり、一毛の紡績用綿を有せずして世界有数の綿業国となった。棉作を放棄したことが綿業国となったとも言える。自作の棉花の保護のため、劣質にして高価なる綿を使用するという様なことがないから、その結果として優良にして廉価な原料を自由に選択購入し、それによって良品を生産出来たという意味においてである。これはわが国が棉作には適しないが綿工業には適した条件を供えていたためと思われる。この様な場合特に進んで困難を排し棉花を自国に作る必要はなかったであろう。これはその生産が技術よりもむしろ天恵条件によりて著しく左右されるからである。同じ例を生糸を産せぬ米国が世界の絹業国であることにも見ることが出来る。米国は幾度か自国で生糸を生産しようと試みて失敗に終り、有数の絹業国とはなつたが生糸の生産国とならなかつた。それは米国としてはむしろ賢明であり、又そのことの為に結果的に見れば合成繊維の出現を見て生糸の輸入を大中に阻止している。農産製品或はこれに関連を持つ製品の場合にはその生産は気候・風土に依存するところが多い。その気候風土を克服して同じ様なものを作ろうとする努力は劣多くして効少きことで、これはむしろ有無互に交流せしむべきものであるが、食料品以外は生産技術の発達によりてそれらの代用品を創成し、天然原料を互に交流するといふべき方は何れも減少の傾向にあって以前の様でない。何れの国もその生産技術

よって自国の資源により物を生産しようという傾向にある。しかし生産技術の発達によって、新しく資源を開発するということは、実は容易に行われることではない。これは生産に当っての目標である。これをもって今わが国の自立経済確立に、直ちに間に合わせるといふことは期待できないものである。もっとも一朝一夕に成らないものであるからこそ、絶えず考慮し、絶えず努力を払わなければならぬ問題であるが、目下の問題としてはむしろ生産形式の検討をして、現在知られた知識を基盤としてこれらを改訂し、合理的の形体をとり、併せて資源開発を行うべきものと考ええる。生産形式は時代と共にその要求によって変形さるべきものである。今後如何なる方向をとるべきか二三の化学工業の例につき考究して見たいと思う。

硫安はわが国の化学工業製品の花形である。終戦直後の疲弊からいち早く立ち直って、ここ数年来その生産額は戦前最高額を上廻っている(昭和二十七年一八五六万トン)。これはわが国が硫黄の資源に恵まれていることと、わが国農家の反当肥料の使用量が多いことに、起因している。この硫安によりわが国の食糧事情を恢復し、余力あって硫安の輸出を試みている。輸出を廻っては今尙国内に問題があることは周知の通りであるが、とも角輸出が論議されるに到ったことは、それだけ生産が増加したことであり、将来は更に多量の輸出を期待することができる。しかし硫安は肥料としては再検討なされるべきで、その硫酸根は肥効性なく、時に土壤を酸性化して有害となる問題がある。このため硫酸を用いない窒素肥料すなわち硝安・塩安・尿素・液安の如きものが漸次生産されつつあること、又それが真の意味にて正しい形の窒素肥料であることを知らねばならぬ。むしろこれらのものにも、その肥効性について、その取扱方について若干の問題があることはあるが。

硝安についてこれを見るに、合成アンモニア工業を基礎とするもので、ここに生じたアンモニアの一部を空気を
用いて酸化して硝酸とし、これをアンモニアと化合させて作るものであるから、資源的に見ると原料として問題にな
るのは合成アンモニアに要する原料だけといえる。これは全く硫黄資源を用いず、しかも肥料として窒素の含有率
の高いものを得るのであり、硫安をこれらにより漸次交替せしむべきでわが国の窒素肥料として将来性あるものと
言わねばならない。むしろその吸湿性により特別の取扱を必要とすること、その硝酸根は水田用として若干の制約
を受けることはありうる。

尿素はアンモニアと炭酸ガスとを原料として生産するものである。生成物質中の窒素はもはやアンモニウムの形
ではないが、施肥によってこれを再生して肥効性をもつ。尿素は最初合成樹脂原料として、注目されたけれども肥
料として用いるに至って急に量産されるようになった。

合成アンモニアの原料は空気から分離した窒素と、水を分解して得た水素とである。この水の分解には電力の豊
富な地方では水の電気分解によるが、世界的にはコークスを用いて分解する方が多い。わが国では両様行われてお
るがむしろコークスを用いた方法すなわちガス法の方が多い。この水素を得るは必ずしも電力を用いずともいいの
であるから電力は電気特有の作用を必要とする場所にあて、ここはむしろコークスによるガス法を採用すべきであ
ると考える。コークスによって水を分解すれば、目的の水素と外に同量の一酸化炭素を生じる。この一酸化炭素は
更に水と作用させて水素を得ている。ここに同時に炭酸ガスを得るのであるが、問題はこの炭酸ガスにあるのであ
って、これを空气中に放出すれば、それまでのことであるが、この炭酸ガスは何としても活用しなければならぬ。

すなわちこの炭酸ガスと合成アンモニアとを原料として尿素を生産することが最も望ましいことである。このガス法において副生する炭酸ガスはこれをアンモニアと化合させて尿素としてなお余りある。アンモニア一トンを得るに炭酸ガス九七〇立方メートル（七〇パーセント回収するとして）を得るのであるが、このアンモニアを用いて尿素を作るとき、炭酸ガスは六六〇立方メートルで足りる計算である。換言すれば副生炭酸ガスを利用してアンモニアを尽く尿素に変化することができる筈である。硫酸を生産する代りに尿素を生産すれば、硫酸を少しも使用することなく、それに匹敵する窒素肥料で而も土壌を酸性にさせない尿素を得ることができるのであり、同時に硫酸は他の化学工業に廻すこともできる。この方式の尿素の生産には、アンモニアはガス法によるという制約が生じるけれども、これはわが国の現状がその通りになっているから問題はなく、残存する電解法によっているものも、資本の回収老設備の改装に伴い漸次ガス法に改むべきものと考える。

しかるに実際わが国での現在の有様を見るに合成アンモニアの大部分は硫酸とされている。すなわち昭和二十七年の生産を見るに硫酸一八五・六万トンに対し、尿素五・六万トンである。アンモニアに就て言えば尿素に使用されるアンモニアは全アンモニア生産量の約一・五%である。アンモニアを尽く尿素に変えうるだけ十分なる炭酸ガスを有しながら、それに用いるものこの如く僅少である。他に炭安・液安とするもの少しはあるが、これら炭酸ガスの大部分はいたすらに空気中に放棄しているのが現状である。もとよりこれら炭酸ガスの高度利用をするためには、多くの施設費を要し、資金回収の意味もあり急に実行することは困難であるかも知れないが、硫酸工場は尿素生産工場に変形される線に副ってゆかなければならない。

尿素の合成はアンモニアと炭酸ガスを加圧釜に入れて反応させるが、尽くは反応せず、若干は未反応のまま残るものである。これは更に循環させ、再び反応させる形式もあるが、或は又未反応のアンモニアはこれを別途に硫酸に反応させて、硫酸とする如きゆき方もあり、硫酸から尿素への転換の過渡期としては、この方法はむしろ実情に即したものだと思われる。この方法によると尿素一トンの生産につき、副生硫酸四トンを生成するが、尿素の一トンは肥効的には硫酸二トンに匹敵するから、この方法を採用すれば、現在の硫酸の三分の一を尿素に変換することができる。尿素合成工業は米国にあって、Du Pont社の独占事業の窺があり、僅かにその他 Allied Chemical社及び Mississippi Chemical 社がこれに続こうとしているに過ぎない。わが国でも東洋高圧砂川工場にて廿二年始めて生産され続いて同社大牟田工場、日新化学の新居浜工場等において、生産されているにすぎない。米国でもアンモニアの生産量の約四・七パーセントを尿素に変換している現状で、これはわが国の尿素の生産量の十数倍に当るけれども、尿素への変換率は必ずしも高いとは言えない。尿素の内、殊に肥料用尿素としては米国はわが国の約八倍である。これらは意外にその開きの少いことを感ずるのであるが、米国においては硫酸がその大部分を尿素に代えることはむしろ予想できない。というのは米国ではアンモニアを硫酸とせず、そのまま液体アンモニアとして施肥しているからである。わが国では肥料用として液体アンモニアを用いることは不可能のことである。それは窒素肥料を要するものの大部分が水田であり、この水田に液体アンモニアを施肥することはできないことであり、液体アンモニアを運搬する鋼製耐圧ポンベも、これを運送する自動車も施肥に応ずることはできない。凡ての点で事情を異にするわが国であるから液安を利用することは到底できない。米国ではこの様に液安を使用できるから、

肥料用尿素をそれ程必要としないのである。わが国では液安が使用できないのであるから、硫安を避けるとすれば、第一に尿素を生産する途を講じなければならぬ。

価格の点では硫安に対して窒素のパーセント当りほぼ同額になっているが、これを米国の価格に比較すれば一倍半に近い。生産が始められてから日時が少なくて技術的にも改良の余地あること、又需要量も少ないのでこの価格をとっているが、将来需要が増加し、技術が進歩すれば、硫安の価格よりも低下することができるとは思われる。

塩安はその肥効性についても問題があり、塩安の構成成分たる塩化水素とアンモニアを直接に化合して生産するよりな方法は採算上むろん工業的には採用し得ない処であり（この点硫安と異なる）、これはアンモニアソーダ法（ア法）によるソーダ灰の生成の際の副産物である塩安を、そのまま肥料として利用する形式以外にはないものと思われる。そうなれば塩安の生産高はア法ソーダ灰の生産高に支配されることになる。ソーダ灰とほぼ等量の塩安を生ずるのであるから、ソーダ灰の生産高を三〇万トン（昭和二十七年二〇・二万トン、外に苛性ソーダとしたものを含めると約三〇万トン）とすれば塩安も最大三〇万トンに限られることになる。塩安が出廻ればその有利さがソーダ灰の生産にも影響を及ぼし増産となることも考えられるから、多少は上廻ることになる。しかるに実際廿七年の生産高は僅かに二万トンに過ぎない。アンモニアが貴重な化合物であった時代に出現したア法では、この塩化アンモンを更に石灰によって分解し、再生するアンモニアを循環して使用する形式をとったのであるが、それは当時としては当然であり、それによって採算が成立したのである。しかもソーダ灰となるべき炭酸根は石灰石の分解によって得る炭酸ガスを利用し、その分解によって得た石灰をアンモニアの再生に利用したのであり、ア法と石灰石とは密接な関係に

あったのである。しかし時代は變つて來ている。ア法工場を合成アンモニア工場（敢えて硫酸工場と言わず）と連結せしめなければならぬ。ガス法によるアンモニア合成工場をソーダ灰工場に連結すれば、炭酸ガスの問題は石灰石から解放されることになる。又同時にア法において複雑にして手数のかかるアンモニアの回収循環をさせる必要もなく副生した塩安はそのまま肥料としてこれを流用することもできる。前述の如くガス法によるアンモニアの生産では二容のアンモニアの生成に対し一・五容の炭酸ガスを生ずる。このアンモニアを用いて重曹を作るに炭酸ガスは当量を要するから、炭酸ガスが不足する計算になるけれども、実際には重曹を焙焼してソーダ灰をつくる時、炭酸ガスを放出し、その量は始めに用いたものの半ばに達するので、これを従來行われている如く回收利用すれば、炭酸ガスは不足しない計算となる。

これを要するに將來のア法ソーダ灰製造工場はアンモニア系窒素肥料工場と結合して、石灰石を駆逐し、塩安を肥料の販売経路に乗せることにしなければならない。この様にしてソーダ灰工場が高価なる外塩を使用するハンデイキャップをうすめることができるであらう。しかし窒素肥料工場の如き巨大な工業に比してわが国におけるソーダ灰工業は規模も小さいのであるから、窒素肥料の形体を全面的に変更することはできないことであり、前述の如く自ら限度があるものである。

硫酸の他の一つの大きい用途に過磷酸石灰がある。これは磷鉍を粉末にして硫酸を作用させて得るものであるが、過石をつくる過程は化学工業と言えぬ程簡単なものであるが、利用する硫酸の量は大きい。それゆゑ過磷酸石灰の工場というも実は硫酸製造の工場と農家需要期の關係から必要となる巨大な倉庫とがその主体である。磷鉍中の不

溶性磷酸は過石となつて水溶性となる。硫酸を用いないでつくる磷肥である熔成磷肥は磷鉱と蛇紋岩とを電気炉で加熱融合し、生成した塊を粉碎して製品とするものである。蛇紋岩は珪酸とマグネシアとの化合物で、むろん肥効性はないが、この処理によって磷鉱の石灰がマグネシアに置換され、このものが水には溶けないが、植物の根毛の分泌物によって可溶性となり吸収されるものである。この磷肥の生産には硫酸を使用しないから、硫酸を生産するための巨大な設備を必要とせず、又製品が水に不溶性であるから、特別な倉庫を必要とせず製品は野天に放置しても変質しないのであり、この点で輸送も著しく簡単となる。蛇紋岩はわが国には豊富に存在するが、問題はむしろ電気炉である。硫酸を使用するものと比較してコストの上で何れが有利かという問題がある。

この磷肥は早く米国に出現したが現在は生産閉止の状況にあり、わが国でも価格の点で必ずしも順調な路を歩んでいるとは言えないが、昭和二十五年四万吨、二十六年七万吨、二十七年一三万吨という如く生産は年々に拡大されつつある。これに対するわが国の需要高は年四五万吨と推定されているから、過剰電力の利用等によれば、恐らくはこの需要高の程度までは生産可能と考えられる。施設面の如きも、かつての海綿鉄製造、焼成カリ肥料の製造の施設を利用している現状であるから、過石の領分を次第に侵略してゆくことは疑いないところである。

過石は現在年百数十万吨（昭和二十七年一二八〇万吨）を生産するから四五万吨熔成磷肥で置換するとせば、肥効が同じものとして約 $\frac{1}{3}$ をこれにふりかえることになり、このため硫酸を約二〇万吨節約或は他に向けることができることになる。問題は前述の如く電力であり、これについて一言すれば、現在の生産高が現在の電力としては許容される範囲であるが、大きく見て電源開発は今後のわが国をとるべき最も重要な方策であり、已に実行に移

されているのであるから、この發展と共に、熔成燐肥の増産は期せられる。又電力事情が許されぬとしても現在大幅にわが工業界に取り入れられている重油を用いて、加熱融合させても生産されうるので、發展の余地は十分にありうる。

熔成燐肥の一つと見るべきものに焼成燐肥がある。これは戦後TVAあたりで始められたもので燐鉱石を細粉にし、重油で焚焼したままのものであり、他に何も加えていない。この加熱の処理によって、燐鉱石に含まれる燐分が肥効性を生じてくる。恐らくは燐鉱石中の石灰が同じく鉱石中に介在する他の成分に置換されたものと考えられる。これは硫酸を使用せぬ点では熔成燐肥と同様であり、更に他のものを要せぬ点でも結構なものである。ただ問題は焼成に要する重油で、重油が輸入品目の重要なものである今日、たんに硫酸を節約するために重油を使用するというのでは、資源的に見てあまり意味のないことである。若し重油に替えるに他の燃料例えば石炭の如きを活用できるような工夫の下に、この焼成燐肥が生産されるならば、これに越したことはない。石炭を以って如何に重油に交えるかが今後の問題となり、それによっては焼成燐肥は最も有望なるものとなり得る。

鉄鋼の生産は一国の産業の中軸をなすものである。製品である鉄鋼を外国から輸入してこれに加工して製品とするゆき方もあるが、国内で生産されることは、それに附随して各種の産業が起ることとなり、何れの国も競って生産している。わが国も鋼五百余万トンを生産しているけれども、現代の製鉄法による生産様式に適する鉱石、或は石炭には恵まれず大巾に輸入していることは、頭初に述べたとおりである。すなわち資源的に見るとわが国は製鉄に適しているとは言えない有様である。わが国の鉄鋼が高価となり、海外の需要に応ずることが困難であり、国内

にあつてもこれを用いて生産する諸製品が何れも高価となる。むしろ国内資源を用いれば直ちにコストが低下するというものではなく、強いて国内の貧鉄を用いると、そのために多くの処理を必要とし、かえってコスト高となる。そのゆえに原料輸入が続いているのであるが、しかし事実多量に存在する鉄の資源が利用できないのは一に技術の貧困によるものである。

わが国の鉄資源としてそのまま近代製鉄に利用される鉄石を釜石、倶知要で産出しているが、その量は僅かである。今ここに資源的に問題とすべきは硫酸滓である。硫化鉄鉱 (Ironpyrite) を焼いて生ずる亜硫酸ガスは硫酸の原料とし、残渣である焼滓 (酸化鉄) を製鉄原料に利用する。硫化鉄鉱は年二百数十万トン (昭和二十七年二五・九万トン) を産出するが、これから得る焼滓は年百万トンに及び、これを製鉄原料と見るとわが国使用鉄石年六〇〇万トンの中重要な成分と見ることができる。しかし現在この焼滓を尽く製鉄に利用していない理由はこの中に含まれる微量の銅が、製造された鉄鋼の中に残留し、素材を悪質にするためである。この焼滓から銅を分離して製鉄に利用することもあるが、必ずしも採算上成立しているとも言はれない。これらを解決することが現下の急務であり、その結果として、わが国所要鉄六〇〇万トンの中一〇〇万トンを供給するとせば、これは大きい貢献と言わねばならぬ。

この硫酸滓の完全利用について更に開発すべきは硫磁鉄鉱 (Pyrrhotite) の利用である。このものは東北、北海道地方の銅山で発掘される赤黒い鉄石で、鉄・硫黄を含み微量の銅・ニッケルを含有しており、磁性を有するのでこの名がある。現在用途のないものであるが銅鉄の採掘の際、鉄脈の間をこれで埋めているので、掘り出しを余儀

なくされているものである。鉄・硫黄を含む点は、パイライトと同様であるが、その含有量は鉄四〇%まで硫黄三〇%までで、何れもこれを燃焼して硫酸の製造に利用するには、硫黄の含有量が不足し、焼滓を製鉄に利用するには鉄分が少し不足しているので、利用されずいたずらに厄介視されている現状である。わが国の銅は海外のものに押され気味であるが、このピロタイトの利用が完成されれば、銅の回生が可能のみならず、製鉄・硫酸製造の方面にも大きい貢献をもたらすものである。このピロタイトの含有量が数千万トン乃至三億トンと推定されるだけ、これに対する期待は大きい。如何にしてこのピロタイトを利用するかは、今後の問題であるが、現在は一つにはこれを焼いて得る亜硫酸ガスを濃厚にしようとする研究、それによる硫酸製造の試み、その焼滓から酸処理によって銅分を取り去ること並に残渣中の鉄につき濃厚なものにする研究、次で製鉄原料とする研究が行われている。一方にては高炉製鉄とは全然異った湿式製鉄法もこれについて研究が行われている。ピロタイトの利用完成は不断の努力の結果によるものであるが、恐らくは在来の方法の改良の程度では解決されぬものであろう。これらの問題はわが国のみが直面している問題で、外国の研究の結果を待ってこれに適用しようとしてもそれは恐らく百年河清を待つ類である。どうしてもこれはわが国で完成しなければならぬ。ところによれば、硫酸滓を有利な製鉄原料とする一方式ができれば、そのため硫酸も安価に生産しうることにもなるが、それが既成硫酸組合から圧迫を受けて成立しないということも考えられる。新しい方式が生れると、旧来方式による生産者が一団となって、これを圧迫するは工業史にしばしば見る処であるが、大きい見地から見れば如上のことはあってはならないことである。このピロタイトの利用の法に流体焙焼炉によるものがある。流体焙焼炉とはアメリカのドル会社 (The Dorr Co.) の創案にな

るもので、固体と気体との反応を効果的に行わせようとするものである。炉の底部からガスを送入し、炉に入っている粉末状の固体を躍動させて渦流を生じさせて反応させる。この操作により固体は恰も液体のように反応する流体焙焼炉と言っても、内容物がただ流動するというだけで、固体が液体となるものではない。又高熱によって各固体末が焼結するようになってもならない。この炉は石灰石の焙焼その他炭酸塩の炉焼に利用すると効果的であり単に炭酸塩の分解のみならず、金属の酸化鉱石の還元、他の鉱石の焙焼等に利用されると、あまり熱を上げないでしかも十分に变化して目的のものとする事ができる。

殊に燃料価格が問題となる場合、炉の温度の調節が大切である場合、或は送り込むガスの組成が狭い範囲に限られていたといった場合、この炉を使用すると殊に効果的であると言われている。この炉を使用するについて最も大切な制限というのは、反応を起させるとき、温度が高すぎて、固体末を溶かしたり、互に融着させたりしないようにすることである。

この炉は磁硫鉄鉱処理のため考案されたものではないが、わが国の磁硫鉄鉱を利用するには好適のものであると言える。この炉がわが国で創案されなかつたことは遺憾であるがこの炉をわが国の磁硫鉄鉱に利用するとしても幾多の問題はある筈であり、それらの研究は何としても今後のわが国の技術陣に課せられた仕事である。磁硫鉄鉱の粉末を炉に装入し、下部から空気を送入して躍動させて燃焼させ、生じた亜硫酸ガスは硫酸とする。躍動して燃焼するので、よく反応し、亜硫酸ガスの濃度が大きくなって硫酸の製造に利用できる。磁硫鉄鉱の中に含まれている硫化銅は、この処理によって硫酸銅に変化している。従つてこの焙焼残渣を水で処理すれば、銅は硫酸銅として溶出

してくる。この硫酸銅の溶液から電解によって電気銅を析出させる。一方硫酸銅を溶出した残渣は酸化鉄を主体とするものであるから、これを製鉄原料とする。硫酸滓をいきなり製鉄原料とするのに比較して銅を含有しただけ有用なわけである。若しこの流体焙焼炉がわが磁硫鉄鉱の問題を解決してくれるなら、その收穫は如何程大きいかわからない程である。今後はこの磁硫鉄鉱が硫酸・銅・鉄の生産面に関連するようにならなければならない。

製鉄に要するコークスは強粘結炭から作るが、この強粘結炭がわが国には少く、僅かに九州の或る一角で産出しているにすぎない。従って外国炭を多量輸入し(昭和二十七年は二七七・八万トン)これと国内炭と混合して製鉄用コークスを製造している。わが国の炭価は世界的に見て高価であり、燃料炭の地位までこれを重油に奪われつつある現状である。燃料炭の方は一時的現状かも知れないが、コークス原料炭はいかにしてもこれを海外に仰がねばならぬ有様である。しかしわが国でも角石炭を産出するのであるから、それを原料としてコークスを作ること、すなわち非粘結炭、弱粘結炭をコークス化することが第一に行われなければならない。粘結の原因を探究する研究、これを工業化する実施などの研究が行われるべきで、石炭の僅かの性質の差を利用し僅かの処理の差によって目的を達することが出来るものと考える。タールから得た中油を非粘結炭に加えて乾溜し、潰裂に堪えるコークスを得る方法が室蘭製鉄所で創案され、室蘭始め各製鉄所において実施されている。この如きは国内資源開発の点から最も好ましいゆき方である。一段の進歩を見せないのは国内炭の高価に災されての事と考えられるが、これは更に方法の改良により量産に移し、国内消費のコークス全部を供給するまで変形されなければならない。

わが国の現在知られている埋蔵量だけでも、今後百数十年を支えることができる。これを諸外国に比較すればむ

るん少量ではあるが、今後百年の燃料の問題は今日の知識を以てしては推断することはできない。要は今後のため地下に蔵しておく必要は少しもないので、採掘し、或はこれに加工して、各方面のことに利用すべきである。

一方このコークスの節約の意味も含めて製鉄上問題となるは酸素製鉄法である。熔鉱炉を用いて鉄鉄を製造する場合、空気を送入してコークスを酸化し、その発熱によりて反応に必要な温度に到らしめるが、空気中にある窒素はむしろ厄介なる混在物で、空気中に存在する量がその五分の四に及ぶだけ、これを加熱するために熱を消費されることになり、熱の損失となる。空気の代りに酸素を使用すれば、それだけコークスの節約となる。しかし問題はそれだけでなく、酸素使用により当然の結果として熔鉱炉の高さを減少することができ、これらは炉の建築費の減少になる。更にわが国としてもっと大きいのは、軟質コークスが使用できることである。普通熔鉱炉は高さが三〇米にも及び、この中に充填したものの重さが大きくなり、コークスも硬質のものでないと使用できない。これは既に記載した通りである。その硬質コークスが自国で多く産せられないのに、若し鉄を作るに軟質コークスで足りるとならば、これはわが国の石炭を用いて製造することができるのであり、資源的に見て外国に依存する必要はなくなる。又熔鉱炉の上部から逸出するガスは熱交換に利用しうることは普通の場合と同様であるが、これはその中に含まれる一酸化炭素等の含有パーセントが濃厚であるため、これを化学合成の原料とすることも可能であり、これらを考えれば、酸素製鉄法への転換は主要な問題である。

例えば空気中の酸素の濃度を二六パーセントにすれば鉄一トン当りコークス二〇〇kg減少し、(普通は鉄一トンにつきコークス一トン)この酸素の濃度を高めることによって必要なコークスを五〇〇kg位にすることも可能である。

同時に同一時間における出銹率も増加する。日産三〇〇トンの熔銹炉に一時間二千立方メートルの酸素を送入し、空気に
よる燃焼を補助するとき、空気中の酸素のパーセントは約二五となり、コークスの使用量を十数%減少、出銹増加
の外、脱酸作用が効果的に行はれ、マンガンの歩留りも向上する。その他微細なことを記述すれば、炉頂ガスの中
の灰分が減少すること、炉頂ガスの中のカロリーも高まることなどの利点も挙げられる。又送風機より送入風量の
減少すべきことは当然である。酸素三五パーセント以上になると熱風炉を使用せぬ製鉄作業も可能となり、五〇パ
ーセント以上の場合これに水蒸気を併せて送入すると、水蒸気が分解して生じた水素の生成により、残存窒素ガス、
一酸化炭素をも含むアンモニア合成用の原料ガスが得られる。この熔銹炉からアンモニア合成用の原料ガスを得る
という如きは、今直ちにわが国に適用出来るとは思われぬ。これらは今後の研究問題であるが、吹き込む空气中
の酸素のパーセントを高めることは、收得する点が多く考慮の余地はないのであるから、製鉄業者の実地採用を望
むものである。

空气中の酸素のパーセントを高めることは単に製銹のみならず、製鋼の場合にも利益をもたらしものである。平
炉の場合における燃料の節約、製鋼能率の向上、鋼の品質の向上が期待せられる。

さて一方においてここに使用する窒素はいかにしてうるか。窒素肥料工場においては、アンモニアと石灰窒素と
いわず、空気より窒素を分離した残りの酸素がある。若しこれと提携できるならばコストの上で有利なることは
前記の通りである。肥料工場からの酸素の大部分は利用されずに、再び空气中に還流されている現状であるから、
これを用いることも一応は考えられるが、酸素の必要な量は肥料工場の窒素の場合と均衡しない。硫酸二〇〇万ト

ン中の窒素は四二万トン、石灰窒素四〇万トン中の窒素は一二万トンで合せて窒素としては五四万トンである。然るに銑鉄五〇〇万トン生産するにコークス五〇〇万トンを要し、このコークスを一酸化炭素まで変化するに必要な酸素は七〇〇万トンとなり、これだけの酸素を空気から分離するとせば、一方に二八〇〇万トンの窒素を得ることになる。すなわち熔鋸炉を全酸素式に変えると、二八〇〇万トンの窒素を遊離することになりその窒素を肥料工場に使用するとしても、全能力を挙げてその内僅かに五四万トン、全体の二パーセントを消化するにすぎない。そのゆえ現在の窒素肥料工場での使用を考えて、酸素製鉄法を考慮することは無理である。しかし逆に酸素製鉄を採用する製鉄所に附随して、窒素肥料工場の運転を考へることは可能である。この場合も遊離される窒素の内使用するパーセントは僅かであるから、窒素肥料の方面に使用するゆえに酸素製鉄の方面に及ぼす好影響は期待するほど大きいものではない。これはむしろ酸素の遊離方法の改良の方に依存する処が大きい。酸素と窒素との分離はもはや液体空気から両者を分溜するといった方法ではなく、酸素のみを液化し、酸素は気体のまま分離し、この酸素も最後は気化させてその気化熱で全体の気体の温度を下げて分離を容易にし、又気体の膨脹には仕事を伴わしめて気体の温度を下げるに資する等、両気体の分離法は次第に進歩し、以前必要とした高圧は僅かに六気圧で足りる現状である。酸素の供給はむしろその分離法の改良にかかっている。

酸素製鉄法の全面的採用は今後の問題であり、それに達する迄に幾多の障害の横たわることとは予想されるが、それによって必ずしも硬質コークスを要せず又コークスが大中に節約されることを思えば実行に移すべきものであり、そのコークスは弱粘結炭である国内炭からも製造する形をもってゆかなければならない。酸素製鉄法はわが国の石

炭を利用しうる点に強みがある。又半ば酸素を混入して利用する際、若干の硬質コークスを必要とするが、それとも国内炭に適宜の加工を施して硬質コークスを作ること、そのことのために前述の如く石炭にタールから得る中油を加えて乾溜してコークスを得る方法の如きもその一つである。むしろタールは染料・医薬・爆薬等の化学工業の原料として重要なものであるが、化学技術が進歩した今日、これらの製造にタールのみがあずかるものでもなく、石油或はアセチレンを原料として合成することも可能である。

石炭乾溜で得るタール中からは前述の如く有用薬品を得るのであるが、これらのものは化学技術の発達によって石油類から合成せられるようになった。すなわち米国においては石油を分解し、得た水素アセチレンを原料とし、前記のもの以前合成樹脂・合成ゴム・合成繊維も生産され、化学製品の二五―三〇%は原料を石油から得ているが将来は更に五〇%にも及ぶであろう。かくの如く石油系炭化水素を基礎とした化学工業は盛んであるから、わが国も石油を輸入し、これを分解し、その分解生成物を更に合成して、種々の化学製品を作ることは一応考えられるが、しかし石油はわが国では貴重なるものであるから、石油として最も価値の大きい使い方、燃料・薬剤等とし、化学製品の製造原料としては、わが国としてはアセチレンを基とすべきである。アセチレンはわが国情には適したものであるから、まずこれを生産し、これを出発点として、これから種々の化学製品を合成してゆく化学工業が、わが国の化学工業の基とならなければならない。

アセチレンを主幹とする化学工業は合成化学工業の一部であり、米国の如く石油・天然ガス等が豊富に産出し、これを基としている処ではあまり重要ではないが、わが国の如く、いわゆる資源に恵まれていないところでは当然

盛んとならなければならぬ。カーバイドからアセチレン、このアセチレンを水と反応させてアセトアルデヒド、これは更にアセトン・醋酸に変化することもできる。

今わが国で宣伝されているレッペ反応とはアセチレン及び一酸化炭素を主体とし、これらを圧力・触媒を用いてたくみに組合せて、種々の化学製品を得るものであり、この変化にあずかる一連の化学反応をいう。これは従来全然存在しなかつた反応を含み、又従来から知られているものでも更に高能率にすることができた。独乙はわが国と同じく資源には恵まれていない国であり、殊に石油の産出しない国である。しかも科学技術の盛んであるからここにこの反応がおこり、工業化されたのは当然といえる。このレッペ反応によってわが国の化学工業も回生を計らねばならぬが、原料たるアセチレンはその原料は石灰石・コークス或は無煙炭・電力である。又一酸化炭素はコークスと水で得られる。今石灰石は問題前とし、電力は電源開発による期待がかけられ、コークスもこの程度のもものは堅牢さを要求しないから国内炭でも生産しうる。資源的に見て最もわが国にふさわしい方法である。外国を待たずして、早くこの種の研究並に実施が国内で行はれていなければならなかつたもの、わが国に早く出現すべくして出現しなかつたもので、今はむしろレッペを借用してわが国のコークスと電力からレッペ反応の一連の生成物、殊に合成樹脂・合成繊維その他化学製品の原材料を合成することが、今後のわが国のゆき方であらう。

(一九五三年十月)

参考文献

明日の日本と資源 総理府資源調査会事務局

レッペ反応 J・Wレッペ著(佐久間昇訳)

化学と工業、6、四四三

統計月報 東洋経済新報社