

石 炭

橋 本 仁 蔵

「斜陽」と「革命」について

世界的規模にわたって進展する技術革新は装置工業化による生産力の拡大と副産物の利用による多角化という途をたどり、商品のコスト低減と多種類化をもたらした。

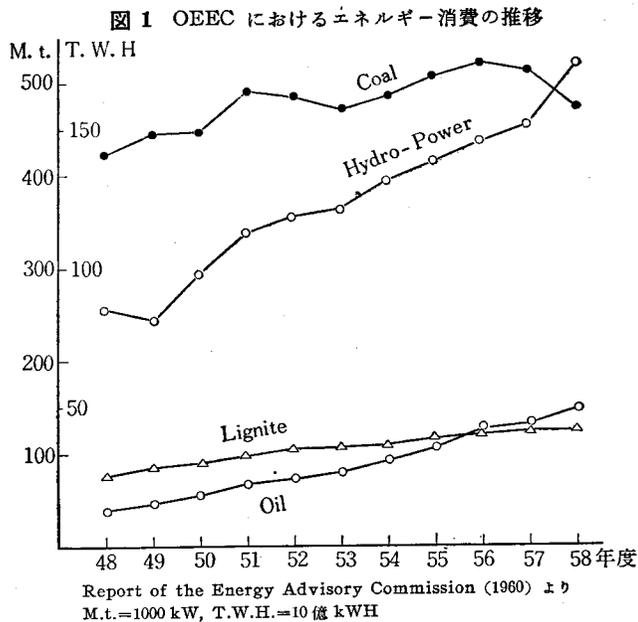
「エネルギー商品学」を担当する筆者の立場からみれば、技術革新は「単位製品あたりエネルギー消費率の減少」と「エネルギー消費新用途の増加」という表面的には相反する二面をもちながら進むと考えられる。

エネルギー消費における、これら二面の、いわばベクトル和の方向は、エネルギー生産性の向上とエネルギーコスト低減であり、換言すれば、石炭から石油への転換であった。

この転換の意味はしかし、図1から理解されるように従来の石炭使用を石油使用に全面的かつ不連続に代替するというのではなく、石炭生産が余り伸長せずに産業の生長にともなうエネルギー消費の需要増加が石油に求められるという意味である。

わが国の石炭は埋蔵量百六十五億トンといわれ、第三紀層に産する若いものであるにもかかわらず瀝青炭にまで進化し、北海道炭・九州炭ともに諸外国に比べ必ずしも自然条件として劣悪とはいえない。むしろ恵まれた条件下のわが国の石炭は、明治初期の典型的な農業国から近代的工業国への前進や、近くは第二次大戦後の荒廃からの復興など歴史的に果たした役割は大きく、古い自給的見地からは、水力エネルギーとともに国家的に頼り得る唯一のエネルギー源とされた。

日本の産業規模の小さい時期には、これら二つのエネルギー供給量は相対的には豊富であって「北海道炭—京浜工業地帯」および「北九州炭—阪神工業地帯」という地理的需給関係と、製鉄・肥料・窯業などに代表される



戦術であった。その後この臨機の処置に抜本的な対策と変更はみられなかったといえよう。戦後における経済再建とエネルギー問題は世界的な課題であって、例えば、Hartley

エネルギー多消費型の産業構造が形成された。多年にわたる他の諸産業との均衡関係の中で固定化した石炭産業は、機械化技術による合理化よりも、過剰人口という条件下に筋肉労働力を最大限に利用して、いわば前近代的な状態のもとに、国家の保護政策に安住したといえよう。

このような「石炭は掘って売るもの」であった石炭産業の中で創造的な科学技術が生れ育つことはなく、それ故に多角的な経営もみられなかった。

第二次大戦後、追放によって産業界の指導者は交替され、新しい指導者群の考え方や積極性は、後年の技術革新に際し、わが国の産業界が海外技術を大胆にとり入れ発展するための原動力ともなった。しかし、石炭産業においてとられた途は、戦後の経済復興のためとはいえず、二年間に十七万人の労働者の増員と四十五万人（昭和二十二年）に及ぶ「傾斜生産」とよばれる人海

Commission for Energy "Europe's Growing Needs for Energy" (1956 年), Energy Advisory Commission (Chairman: A. Robinson) "Towards a New Energy Pattern in Europe" (1961 年), 土屋・稲葉編「エネルギー政策の新展開」などに具体的に窺うことができる。

新油田の発見などによって世界的に石油供給が増加するにしたがって、エネルギー生産は急速に進展し、seller's market は最近完全に buyer's market に変った。ここに石油—石油はシェア争いの状態に到り、消費者選択の原則の前に、低カロリー燃料たる石炭の高価格(人件費六十パーセント)が問題とされる。

石炭産業にとって、対策の時間的余裕がないほど外部条件の変化が急速であったとはいえず、結果からみて経営者の責任は大きいといわねばならない。現在その合理化といえ、報いられることの少なかつた地下労働者の人員整理の別の表現のように考えられている。

さて、最近における論調をみると、産業経済における最重要物質であった石炭が十年に満たぬ短時間に産業進歩の桎梏と化したかの印象を受ける。それはちょうど一世紀に亘って建設された大艦巨砲を誇る艦隊が、核兵器

とロケット誘導技術の前に一朝にしてスクラップと化し、残されたものが多数の兵士の失業といった現象にたとえられる。したがって逆に云えば、古いものを多く持たぬ方が新しいものに切り換え易いという簡単な論理も成立する。

この論理で云えば、イタリアにおける最近の石油化学工業の発展に対し、石炭資源の貧弱さが逆に有利に作用したことも肯定できるし、また現在、燃料消費の八十五パーセントまでを木材に頼っているブラジルなどは、やがて原子力発電の経済採算性が十分になった時期に、最も容易に転換できるであろうとも推測される。

しかしながら、石炭産業は現在探炭技術の機械化・立坑方式化・産炭地発電・非能率炭坑の整理など、それなりに企業努力を尽しつつある。ただ、その合理化速度がおそく、外部の技術革新の速度に比べて相対的に立ち遅れつつあると考えられる。

この時間的遅れが年生産五千五百万トン(昭和三十六年)に達するにもかかわらず石炭斜陽化と呼ばせる原因ではないだろうか。筆者は「エネルギー革命」とは、実は全エネルギー消費量の増加分の、石炭から石油への代

替転換にすぎないのではないかと思う。むしろ、「斜陽」とか「革命」とかの表現は新聞紙に頻繁に誇張してあらわれるために起る一般の過剰意識ではないかと疑う。

しかし、エネルギー消費増加分の石油代替は、それ自身の問題に止まらない。

このことは、コークスと重油、石炭ガスと石油ガス、コールタールとナフサといった対比関係を考えてみても容易に理解できる。(既にエチレン年産三十万七千トンの設備能力に達する。)

石炭産業における人員整理の強行は若年層の減少と相對的に労働者の老齡化を招くし、それは企業の将来に重大な結果を与えるだろう。

石油化学を中心とする新鋭工業はカーバイドや石炭タールから製造される製品と全く同種類のを生産し得るし、(ただし経済性の優劣は、技術工程如何によって決定されよう)石炭が技術革新速度を加速して、コスト低下や多角化を合理的に達成せぬ限り、現在の動向では、エネルギーの石油代替は更に範囲を拡げ、合成化学においても、石炭の地位は完全に石油と主客転倒するだろう。重要なことは、こうした変化が種々の観点から考えて

非可逆的なものである点である。それ故、四十年ないし五十年後に石油資源が枯渇したと仮定しても、再び現在と同形式の石炭産業の繁栄が約束されるとは考えられない。次代はむしろ、核エネルギーの時代であって、石炭は化学資源となろう。

そこで「エネルギー革命」を燃料の液体化とする今迄の論点に立って考えてみる。確かに石炭は固体であるために劣位にある。採炭量年産五千五百万トンとは選炭後の量であって、ボタ山となる量も含めて地下から地上に掘り上げる量は実際には一億トンを超えるであろう。この非効率性は、ボーリングしただけで噴出する原油に比較したならば、産地―消費地距離を考慮しても高速タンカーの発達した今日、なお石炭に不利を招く。

昨年の冬には石油ストーブの空前の普及が報ぜられ、都市での石炭ストーブの使用はごく一部になってしまった。しかし灯油といえども液体のまま直接燃焼しているわけではない。着火点より遙かに低い温度で一旦、炭化水素ガスに転換し、その気体が燃焼するのであって、発熱量が高いのは水素成分が多いためにほかならない。

石炭は、したがって固体のまま採掘し、運搬し、燃

焼する限り石油に優位を占められる。また少くとも含有する酸素成分だけ重油より単位重量あたり発熱量が小さいから、石油に打ち勝とうとするだけ無駄である。製鉄やカーバイト製造に使用されるコークスは、還元剤としての原料であつて燃料ではない。固体状態の石炭は、コークスととも最早燃料と見る時代は過ぎ去りつゝあつて、むしろ後述の石炭化学の原料とならう。すなわち今後、根本的に考え方を切り換えるべきであつて、直接燃料に使用される現状は、いわば過渡期であらう。

燃料として石炭を考えるならば、それを気体または電気に転換しなければならぬ。低分子の混合物たる気体、または電子の移動形態たる電気はエネルギーとして化学的に液体の石油より一歩進んだものである。競合燃料の石油に対し、まず探掘条件において対抗するためには、技術的には中々困難であるにせよ、地下ガス化以外にあるまいし、そうして得られたガスをパイプ輸送するか、産炭地発電し、地元工業で利用するか、少くとも消費地における揚地発電しかないであらう。

石炭のガス化と電力化

石炭を加熱すると百十度Cくらい迄に水分が蒸発し、それ以後順次に揮発分を発生する(乾留)。粘結炭の場合三百七十度Cくらいでとけ始め、四百二十度C前後で最も軟化し、五百度C付近で再び固化する(コークス化)。乾留して得られる石炭ガスの主成分は一酸化炭素六・三パーセント、水素五十四・四パーセント、メタン三十一・五パーセントである。

石炭を炉中で燃焼するには、ふつう直径〇・〇八ミリメートル程の微粉炭として、空気と混合して燃やすが、微粉炭が着火すると(六〇〇度C)急激に揮発分を放出し、これが粒子のまわりに火炎を形成する。揮発分は極く短時間に燃焼するが、全燃焼時間の大部分は固定炭素の燃焼に費やされる。火炎伝搬は燃焼部分と未燃焼部分の熱伝導または、熱輻射による。火炎伝搬時間は空気—石炭比が三—五の場合、秒速二十センチメートル位である。これに対し、水素の火炎伝搬速度は毎秒二百五十センチメートル、一酸化炭素およびプロパンで秒速四十分センチメートルくらいである。発熱量は表1にかかげた値をもつ。

火炎伝搬速度が小さければ不完全燃焼を起し易く、し

(57) 石 炭

第1表 各種ガスの発熱量

ガス成分	総発熱量 kcal/m ³
一酸化炭素	3036
水素	3055
メタン	9498
プロパン	23560
ブタン	30620

機械工学便覧(4版)

一般に石炭ガス家庭燃料の発熱量は3600 kcal/m³, オイルガス 9500 kcal/m³, プロパンガス 12000 kcal/m³ 程度とみられる。

たがって熱損失となり煤煙が増す。近年都市近郊の工場による煙害が問題となつている。

通産省ガス事業統計年報によれば、昭和三十

中に三百七十二万一千トンが生産された。ほかに副生品にタール・ベンゼン・硫安がある。

昭和三十二年頃から石油精製の副産物であるいわゆるプロパンガスがボンベに詰めて市販され始め、石炭ガス配管のない都市郊外や最近では農村に到る迄、消費が拡がっている。これは一立方メートル当り二十二・三円のコスト安である(東京ガスの供給料金は一立方メートル当り約十八円)ため、経営基盤の小さい、設備近代化の遅れた地方都市ガス(一立方メートル三十二円)に比べ、その需要は急速にのびている。

五年度のガス生産量は四十五億五千二百万立方メートルで、五百四十二万八千トン(国内炭七十九・一パーセント、輸入炭十八・六パーセント)の原料炭を消費し、主用途は家庭用五十三・六パーセント、工業用十七・一パーセント、商業用二十二・五パーセントなどとなっている。

ほかにピークロード調整のためのオイルガス製造に三十二万九千キロリットルの重油を消費したが、これは前年度の四十・八パーセント増加で、ガス源流体化の傾向がうかがえる。

ガス事業はしかし依然大部分石炭乾留工業であり、その副産物として重要なものはコークスで、昭和三十五年

一方、わが国の石油精製能力は、石油連盟調べによれば昭和三十六年末、一日あたり百七万六千四百バレルに達し(昭和三十七年末、百三十六万四千バレルの見込)、米国(千五十七万三千バレル)・ソ連(推定二百二十万バレル)に次ぐ世界第三位の精製設備をもつに到ったから、今後この傾向はさらに強まろう。また、技術革新はセメント・製鉄などのコークス需要を減少し、流体化させているから副産物需要を失う。都市ガスは、今後の増産設備を三分の一の建設費ですむ重油ガス設備かLPGにより、ガス需要の増加に応ずるのである。

石炭を地下埋蔵状態のままガス化してとり出す方法は、一九一二年に英国で試みられた。その後英国、米国で試みられ、ソ連邦では一九五九年に十二・一億立方メートルのガスを得たという。

地下ガス化とは、地上から炭層まで気体通路のためのパイプを二本通し、一方から熱風を送り一度酸化させて、炭酸ガスとする。この時発生する反応熱で、次の炭層中では還元が起って一酸化炭素ができる。これは少くとも一立方メートルあたり、千キロカロリーくらいの発生炉ガスであるから、それを他方の孔から地上に取り出し、パイプで火力発電所に導く。地下ガス化法は、〇・五メートルから一メートルくらいの薄い炭層でも、また極めて深い位置の炭層でも、ガス化できるといふし、当然労働生産性を高め(三倍)、電力コストを低下(二分の一)するから、日本でも適当な場所と方法を検討すべきである。

ふつう化学工業の人件費は十数パーセントである。石炭の場合六十パーセントであり、これが石炭「斜陽」の最大原因で、根本的対策は、未経験とはいへ地下ガス化以外にはないのではなからうか。

次に従来の方法による採炭法の動向を概観すると、その工程は、①坑道掘進作業、②採炭切羽作業、③地表までの石炭運搬作業、④坑道維持作業、⑤保安排水作業に分けられ、坑外における⑥選炭作業(不純物の選別)がこれに加わる。

坑道掘進作業は穿孔により火薬を装入し岩石・石炭を爆破し、次いでこれを炭車に積み込んで、坑道まで運搬する仕事であって、坑道には落盤防止のため、棹入を行なう。この作業は地下数百メートルの悪条件下で行なわれる。圧縮空気によるさく岩機・ミリセコンド雷管・ギヤザリングローダ・シャベルローダなどの発達により一カ月二百五十メートルの掘進速度が達成されている。

採炭作業におけるドイツ式カッベ採炭技術は有名で、これによって採炭・積込が完全に機械化された。画期的な技術として、石炭を削り取るホーベルは、主に軟かい石炭に対して用いられ、六十センチ程度の薄い炭層も経済的に採掘可能となった。他に、最近国産化された石炭を切透して採掘する機種ドラムカッターがある。こうした完全機械化によって採炭切羽中の一人一日当りの旧来の能率三―四トンを八―十トンにすることができた。

運搬作業はディーゼル機関車やケーブルベルトコンベアの採用により合理化がなされつつある。この作業で重要なことは立坑の開さくである。炭坑は年々深くなつて、間もなく千メートルに達し、従来の斜坑方式は益々非効率化する。そこで当然立坑が考えられるのであるが、直径六・五メートルの立坑は日産一万五千トンの運搬能力があるといわれ、合理化効果は大きい。しかし深さ七百ないし八百メートルの運搬立坑の設定に二十億円近くを要し、これに付属する水平坑道も入れれば、三十億円の資金が必要であるという。

さて、こうした技術的合理化を行なうには当然大きな投資が必要で、それにはまず、第一に石炭埋蔵量が十分でなければならぬ。したがって、既に世界第三位に達したわが国の石油精製業を考慮したとき、徹底した機械化技術によって、労働者一人一カ月四十五トン（昭和三十六年は二十一・六トン）を達成するとともに、必然的に、埋蔵量の小さい非効率炭鉱は閉鎖し、スクラップ化しなければならぬ。また、石炭専用船を建造し流通面からの合理化も促進すべきである。一方、毎年二万五千人といわれる炭坑離職労働者は如何なる手段を講じても保障

する政策が実行されなければならない。

こうした採炭技術の合理化努力にもかかわらず、昭和三十四年から昭和三十八年にいたる石炭鉱業合理化五カ年計画における目標であった、トン当り千二百円の値下げは、資材の値上り、輸送費、人件費の上昇により達成困難といわれる。特に競争燃料の値下りがあり、石油の自由化が本年十月となつていいるから、企業の前途は容易なものではない。

次に、現行の石炭を燃料とする火力発電コストについて検討してみる。まず、地域別に石炭と重油の買入価格を表2に比較する。表から北海道・九州の産炭地では、

第2表 石炭と重油の買入価格

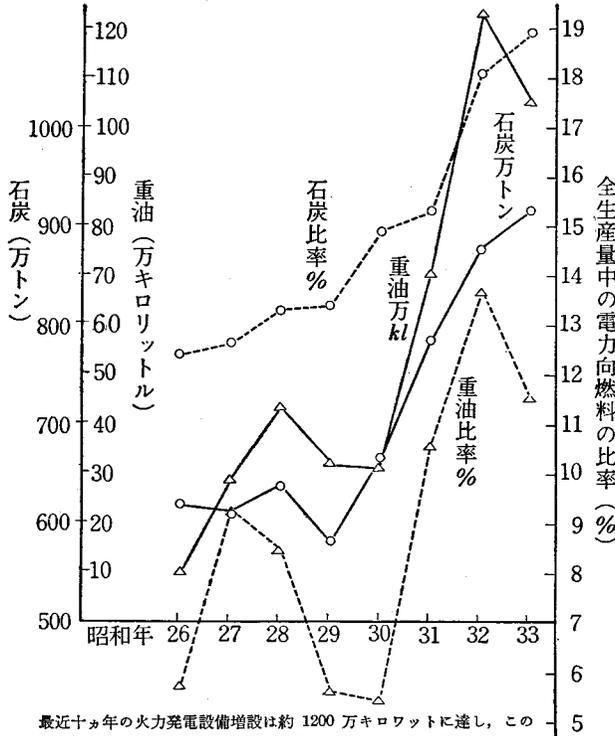
電力会社	石炭 銭/cal	重油 銭/cal
北海道	69.0	128.1
東北	94.0	93.4
東 京	96.0	88.1
東 部	97.9	83.0
中 西	92.5	89.8
関 国	71.0	88.8
中 九	69.2	97.8

(昭和 33 年下期, 電力事業連合会)

石炭は経済性を保っているが、産炭地から遠い京浜・東海・阪神では国内炭は割高であつて、重油が優位にあることがわかる。

結局、火力発電

図2 電力の燃料と全生産量中の比率



最近十年の火力発電設備増設は約 1200 万キロワットに達し、この間重油の進出は著しいものがある。昭和 29 年に水力発電と火力発電の比は 8 : 2 であったが最近 3 : 7 と大きく逆転した。

わが国の石炭と重油の近年における全消費量と火力発電に占める割合は図2のようになっている。それならば、重油価格の割高な産炭地で発電し、それを工業地帯に超高压送電する場合はどうか。最初に超高压送電について言及すると、電力とは電流(アンペア)と電圧(ボルト)の積であって、いま電流が大きいと送電途中での熱損失(送電損失)が大きいから、これをできるだけ小さく、逆に電圧を高くて電力を輸送する。最近では四十万ボ

所(二十五万キロワットを仮定)を建設する場合、重油専焼とするか、石炭-重油混焼するかが問題になるが、重油専焼にすれば貯炭場・灰処理場・石炭粉砕設備・集塵装置などが不必要になり、設備費で十六パーセント約二十五億円が節約できる。

また金利・減価償却などの資本費が減るとともに、石炭運搬費と灰捨が必要となり運転も安定化するから、維持経費の二十三パーセントが少くなる。結局電力コストは重油専焼の場合、キロワット時あたり三・六〇円、石炭専焼で四・二八円、重油二十パーセント混焼で四・二

一元となる。(一九六〇年電気事業連合会)

ルト級の超高压送電が行なわれる。

次に産炭地における低品位炭を利用する発電計画について、例えば、筑豊地区のボタ山三億三千万トンを整理し、このうち未燃焼分の一億三千万トンから二千万トンの発電用低品位炭を回収、残りを付近海面の埋立に使用するという案がある。この埋立地には石炭化学などの関連産業を誘置し、同時に工業用水を選炭汚水から微粉炭と一緒に回収する。

このような案により、北九州産炭地で得た電力を阪神工業地区に四十四万ボルト超高压送電する場合の経済性を、電気事業連合会の資料に基いてみる。

いま一キログラム当り四千キロカロリーの低品位炭をトン当り千八百円とすれば、発電原価はキロワット時当り二円六十銭となる。これに対し消費地における重油価格をキロリットル当り七千円とすれば、重油専焼発電原価はキロワット時当り二円七十八銭である。したがって電力輸送費がキロワット時当り十八銭でなければ採算はとれない。しかるに四十四万ボルト超高压送電線による最も経済性の高い条件で、送電費はキロワット時当り六十九銭ないし八十八銭であるから全く経済的に成立する

余地はない。それを可能にするためには石炭価格をトン当り八百五十三円に低減しなければならず、無理である。

そこで若松から大阪まで石炭を船舶輸送し、揚地発電した場合をみるとまず輸送費はトン当り五百七十円である。一キログラム当り六千キロカロリーの石炭を運んだとすれば、輸送費はこの石炭による電力量当りに換算して一キロワット時当り二十五銭である。したがって石炭輸送一揚地発電の方が有利である。

一方電力輸送設備の建設に百万キロワット当り三百億円の資金を要するが、海上輸送において、百万キロワットに必要な石炭三百万トンを輸送する船舶四万トンの建造費は約三十億円である。これは電力輸送の場合の約十パーセントに過ぎない。

以上のことから石炭産業の方向としては、第一に地下ガス化などの新しい途を開発するか、採炭・流通能率を向上して炭価の引下げを行うか、産炭地発電による電力を同じ地区に開発した関連産業と需給バランスをさせるかということになる。

石炭とエネルギー商品

高炭価問題は既に大正末期から需要者側から、屢々問題とされていたが、戦前から戦後数年間迄は自給自足のエネルギー経済の中心は常に国内炭であったから、外国炭や輸入原油に転換することはできなかった。

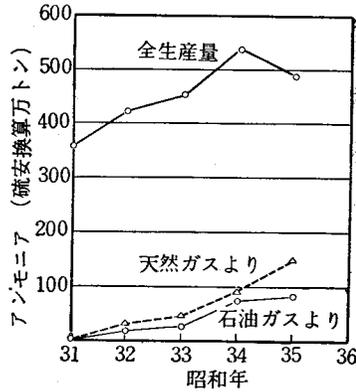
石炭業者の側から見れば、一時低価格の状態になっても、次には売手市場の時期がくることは時間の問題で樂觀してよい条件にあった。

しかし、最近のエネルギー「革命」は本質的に異なる。エネルギー多消費型産業構造のわが国の場合、石炭から石油への転換は全産業に及ぶ構造的影響を及ぼす。

特に石油は、副産物比率を容易に調整し得る性格をもち、液体のため装置化し易く、また自動制御し易いから、硫安・鉄・セメント・カーバイド・バルブなどのエネルギー商品の製造過程・生産原価に次第に力を占める。これは石油エネルギーおよび石油原料が消費構造として定着することを意味し、再び石炭へ逆行することはないであらう。

例えば、硫安肥料工業におけるアンモニア製造に際

図3 アンモニア生産量の推移



めに図3のように既に天然ガス・石油ガスに五十パーセント程切換えられている。この趨勢はますます大きくなる。

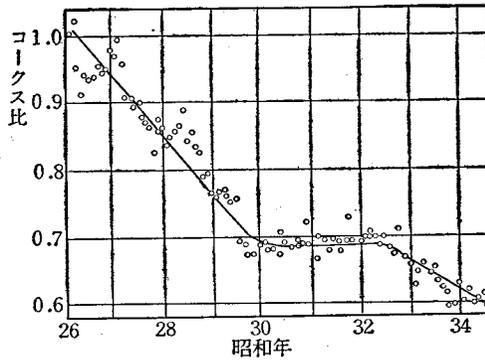
また、鉄鋼業をみると稼動中の高炉は昭和三十五年四月で三十二基となり、その生産量は最近五年間に約二倍となる。しかし、高炉が大型となるにしたがって、原料炭の消費量は増加するが輸入強粘結炭の原料割合が増すので、国産の弱粘結炭の需要はその比率では伸びない。

特に熱交換技術の進歩により、コークス比(一トンの鉄鉄を製造するのに必要なコークスのトン数)は図4のように減少しつつあるし、また、平炉による鋼塊生産では大

し、水素価格は重要問題であり、古い水の電解およびコークス・水性ガスからの水素は、電力とコークスのコスト高のた

(63) 石 炭

図4 コークス比の推移



性がある。

セメント製造原価の中、燃料費は最も大きい。理論的にクリンカー一キログラム当り、四百二十九キロカロリーの熱量が必要であって、セメント工業における燃料消費の節減は大きな課題で、ここでも高炭価が問題となっている。特に輸出セメントのFOB価格は高炭価ゆえにヨーロッパ諸国に比し、かなり不利であるといわれる。クリンカー焼成用燃料として重油の消費は未だ少量で

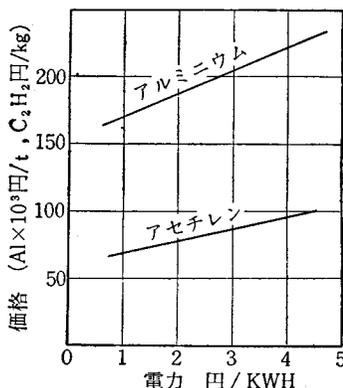
半が重油を採用している。輸入炭は、強粘結炭・弱粘結炭ともに国内炭より安価であるから、今後むしろオーストラリア炭などが使用されることとなる可能

はあるが着実に伸びている。重油にすれば、石炭の乾燥・粉砕装置が不要であるため設備費が少く、液体であるから輸送や取扱いが便利で、自動制御が容易になるためである。重油の使用は東京・東海など産炭地に遠い地区に多い。昭和三十三年にセメント生産に消費された石炭は三百三十八万トン（石炭全需要の七パーセント）重油は百九十八万キロリットルであった。

カーバイトは農業的効果をもつ塩基性肥料である石灰窒素や、メラミンなどの原料で需要は将来も伸びるであろう。昭和三十三年には八十八万二千トン生産され約二十七億キロワット時の電力を消費した。石油アセチレンが種々のガス混合物から高濃度で分離しなければならなかったために設備費が大きいのに対し、カーバイトアセチレンは、長い経験をもち単一物質として高純度に得られるから一応有利である。ただカーバイト一トンの製造に理論上二千七十五キロワット時の電力（実際には熱損失のため三千百キロワット時、熱効率五十五パーセント）が必要であるから、電力価格が大きな影響を与える。

アルミニウムも電解法によって生産されるエネルギー商品で、その一トンの生産に、電力一万八千キロワット

図5 電力価格とアルミニウム、アセチレン価格



時、石炭にして約九トンを要する。電力価格・商品価格の關係は図5から窺う

ット時を消費するからエネルギー商品である。ガラス工業はオートメーションによる板ガラス・製壘・電球・ブラウン管・ガラス繊維の大量生産と、クリスタルガラス・光学ガラスのように一個一個丹念に仕上げる品質最優先の手工業との極端な二面がある。ここでは前者について考えている。ガラス製品は燃料費の占める割合の極めて大きいエネルギー商品で次の段階によって製造される。

原料調合—溶解—澄清—成型—徐冷—加工—製品

ことができる。バルブ工業は昭和三十三年に電力二十七億キロワット時、石炭二百三十万トン、重油三十二万キロリットルを消費している。そのエネルギー消費型は化学バルブ処理用蒸気・バルブシート製造用乾燥蒸気・設備運転用電力・機械バルブ処理用電力に分類される。一口にバルブといっても亜硫酸バルブ・クラフトバルブ・セミケミカルバルブ・碎木バルブなど多種類があつて、トン当りエネルギー消費量はそれぞれ異なる。しかし例えば、溶解用亜硫酸バルブの場合、トン当り石炭一・二トン、電力八百五十キロワ

全プロセス中、エネルギー消費の大部分は溶解—澄清過程で、タンクガマの中で行なわれる。ガラス製造過程で特に重要なタンクガマの熔融能力は戦前の三倍に改良され (0.4~0.6 H²/day) 工程管理の自動制御・蓄熱室の改善などに著しい進歩が行なわれた。カマの中の反応はデリケートな melting, refining, homogenising, glass-conditioning であつて、この加熱に石炭を使用すれば、石炭の具備すべき規格はきわめて厳しくなり、屢々入手が困難であつた。ガラス工業が早い時期に熱管理が容易で、運搬・貯蔵し易く、無灰の重油に転換したことは、むしろ当然であろう。

昭和三十三年のエネルギー消費実績は、電力二十五万キロワット時、石炭四十万トン、重油三十八万トンで最近ではほとんど重油になった。

律速段階

前節において石炭・石油エネルギーと、エネルギー多消費型商品との関係を具体的に概観した。その中で主として石炭から石油への転換が熱効率の向上・工程管理のオートメーション化などをとめないながら進行していること、換言すれば「技術」革新を経済財としての商品を通じてみた。この場合の「技術」は幾重にも重なった商品の付加価値の時間的な層の中に、経済的に価値づけられた社会科学的现象としてうけとられ、さらにその層を透過して自然科学的研究成果を見うける。

例えば、ポリウレタンのフトンを見たとき綿製品を凌駕する快適な軽さ・吸湿・乾燥性の中に高分子合成技術と発泡技術を、さらにその奥に Staudinger の学説や Langmuir の吸着等温式を見出す。

一般に技術は、古い文献学的定義論を離れて、具体的に調べると、他の分野と密接な関連をもつ複合性を示

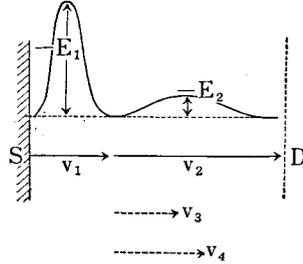
す。しかし、例えば原子力の場合は大別してそれ迄の技術対象が原子核外の電子の領域であったのに対し、原子核内の領域に属するし、特にその中で放射線化学の研究をとってみれば、これは一定の時間を経て、比較的単純な形で、放射線化学技術の進歩を代表するものと仮定してよいかもしれない。

技術的な進歩が一応仮に論文数に比例するものとし、年々研究予算が増加した昭和三十年—三十五年頃の事情を考慮して、論文数の対数値と時間とをプロットしてみると、ごく大雑把に直線関係が窺える。

同じような現象は、火力発電におけるボイラーの熱効率の向上と時間関係にもみられる。そこで筆者は模型的に、技術進歩の速度が定性的には時間、資金、対象の自然的属性に関係した一次反応速度式に近似できるであろうと考える。(定量的にはさらに検討を加えてから論じたいと考えている。)

次に石炭と原油が地下資源の状態Sから、アセチレンDにいたる過程を次に比較する。アセチレンが酢酸ビニルを経て、チューインガムやLPレコードとなった場合には、味・芸術的判断などが入るからここでは捨象す

図 6 S-D 模型図



る。SとDとの差が大き
い程、流通量の増加する
条件が増すと考えられる
(E_{10} の拡散法則の適用)。
 v であらわした量はSか
らDに向う合成ベクトル
量(速度)であって微視
的にはさらに細分され

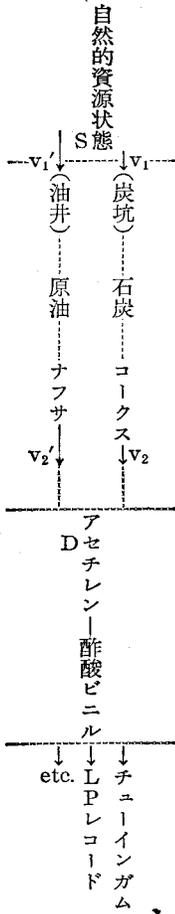
この関係を定量化しなければならぬ。また副産物の並
列的速度関係も考慮すべきであろう。経営の多角化と
は、この並列速度を増し、 M_{10} を大きくすることにほか
ならない。また v を大きくすれば価格は低下しDとSの
差を大きくするが、S-D間の平衡移動によって一定状
態を回復すれば再び限界状態になろう。幾つかの速度の
逐次のな連続関係の中で、最小のものを律速段階(E最
大の状態)とすれば、技術開発はここに指向されると考
えられる。

る。阻害要因Eが大きければ速度 v は小さくなり、Eの
符号を変えれば、それを技術開発するのに必要な資金量
の函数となる。

巨視的にみて石炭にとっての律速段階は採炭と石炭化
学にあるように思われる。

石炭の場合 E_1 は大きく、 v_1 は原油に比べて小さい。 E_1
を小さくするには前に述べたように地下ガス化があり、
技術開発資金 $f(E_1)$ が必要となる。

石炭は炭素、水素のほか酸素、窒素、イオウ、無機成
分などを含む複雑な組成の高分子化合物であって、その

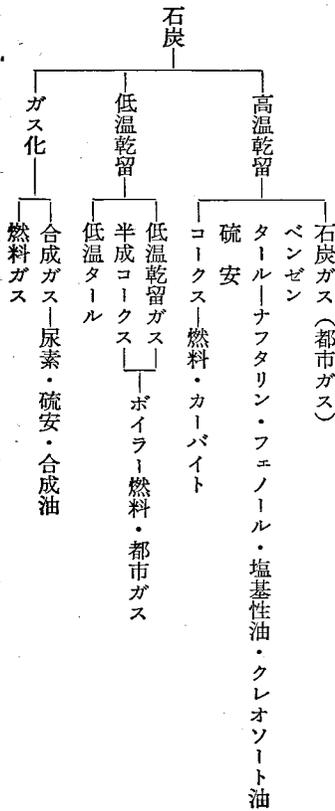


石炭化学

ままだでは利用価値は小さい。化学構造は北炭石炭研究所の見解によれば $-OCH_3$ 、 $-OH$ 、 $-COOH$ 、 $-R$ (alkyl) などを結合する六角環が、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-(CH_2)_n-$ で連結された形であり、六角環は熱に対し比較的安定であるが、連結部は熱により分解し易い。したがってこれを効果的に利用するには、現代の化学技術でとり扱い易い低分子化合物への分解から出発する。

この分解法のうち、古くから行なわれた乾留法には、粘結炭を原料とするのが有利で、千—千百度Cで乾留する高温乾留と、五百—七百度Cで行なう低温乾留とがある。

旧来の石炭加工法

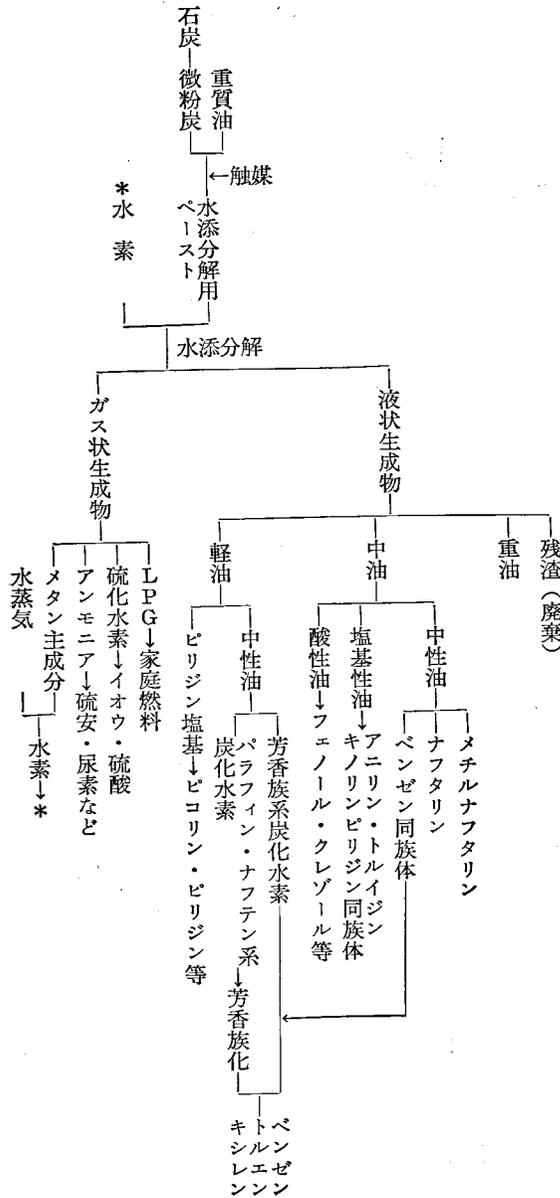


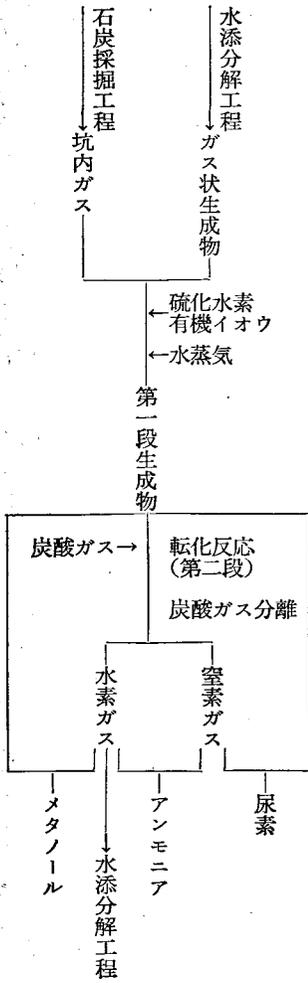
り、ガス化法は石炭に空気、酸素、水蒸気などを七百—千百度Cで作用させて一酸化炭素、水素、メタンなどにする方法でガス製造のほか、化学合成原料、Fischer-Tropsch法の原料などを得る。

北炭研で行なわれている水添分解法(石炭液化法)、メタン分解法、酸化分解法の研究は新しい意味での石炭化学で、褐炭から低度瀝青炭の若い石炭を原料として直接分解して工業原料を製造しようとするもので、昭和三十三年パイロットプラントが建設された。

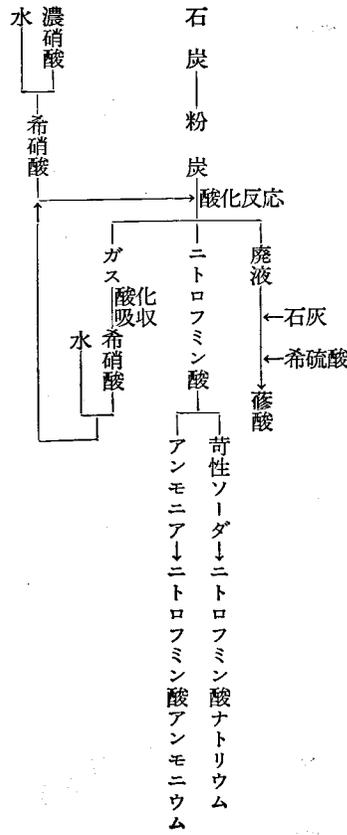
水添分解工程図

(石炭に水素を作用させて液化油をつくり、種々の改質反
応を行なわせて、芳香族系の化学工業原料を製造する。)





メタン分解工程図
 (水添の廃ガスや坑内ガス中のメタンなどの炭化水素ガスを高温で水蒸気と作用させて水素を分離生成する。)



石炭酸化分解工程図
 (希硝酸により、石炭を酸化分解しニトロフミン酸を製造する。副成品として希硫酸その他のカルボン酸類が得られる。)

全工程中、石炭から得られる生成物は、同様に石油化学によっても製造できる。問題は経済性如何にあって、それにはできるだけ工程を短縮すべく技術的に努力しなければならぬ。しかし技術的には装置材料・アルカリ等の回収・生成物の分離精製等、複雑な幾多の困難がある。

三つの表中、硝酸々化分解によるニトロフミン酸の製造が最も容易である。この際、亜炭ないし褐炭一トンに対し硝酸を〇・六一〇・七トン必要とし、この硝酸は、相当量が酸化窒素として回収できる。(五十パーセント程度)ニトロフミン酸の用途の開発が律速段階であろう。現在、石油井のボーリングに使用する泥水の粘度調整剤と

して実用され、農業における土壌改質剤・セメント陶磁器などの製造における粘土の分散調整剤などの用途が検討されているという。

メタン分解は危険な坑内メタンガスの経済的利用を意図したものと思われる。

拙稿をまとめるに際し、北海道炭礦汽船・石炭化学研究所の川村紹雄・長哲郎氏には見学・資料など多くの便宜を賜わり、通産省技官三瓶滋氏の御厚意により貴重な資料を得ることができた。また一橋大学々長高橋泰蔵教授には読書・方法論上の御体験から御教示を賜わったがそれは筆者にとって未だ経験したこともない光栄であり、今後の大きな指針となった。ここに記して厚く感謝申し上げる。

(一橋大学助教授)