

特集

エネルギー輸送と貯蔵

一般炭の安定供給(特に中小口ユーザ向け)

A Stabilized Supply of the Steam Coal

坂本 徳 長*

Tokunaga Sakamoto

1. はじめに

石炭の燃焼特性は重油に比べて劣っており、これを社会のニーズ適合性に合致し、かつ重油に匹敵させるには石炭の入手、加工、燃焼及び公害防止等重油にない多くの問題、いわゆる石炭デメリットを克服しなければならない。

電力、セメント業界のようなエネルギー多消費業界では、スケールメリットによりこれらの石炭デメリットを一企業内で比較的容易に克服し、石炭転換をほぼ完了している。今後これらの業界の石炭需要量は、生産の増大により拡大され、特に問題になる点はない段階にきている。

一方、一企業当たりエネルギー消費量の少ない一般産業においては、これらの石炭デメリットを一企業内で克服するには、技術的・経済的な問題もあるが、なかでも大きな問題は、適炭(炉に適した石炭)の安定供給体制(流通機構の整備)が確立していないことである。

2. 流通機構の整備

流通は需要と供給を結ぶものであり、かつては需要が供給を創るといわれていたが、一般産業の石炭転換の場合は供給(流通機構の整備)が需要を開発する面が多分にあることに留意しなければならない。すなわち、供給が先行しなければ一般産業の石炭需要は発生し難い。しかしながら、CCS炭、CWMのように高度に加工された石炭を供給するには、ある規模の需要がまとまっていなくては企業としてなりたない、ここに中小口ユーザへの石炭流通の困難性がある。

3. 流通機構整備の必要条件

物流の原動力は「もの」があり、それを必要とする

* (社) シーシーエス振興協会常務理事
〒105 東京都港区虎ノ門5-3-20

人が存在することである。その原動力を増大するには、「もの」をより一層それを必要とする人に魅力ある「もの」にすることである。その魅力とは、品質であり、供給の安定性であり、便利さであろう。石炭の場合、求める品質の石炭が安定かつ安価に必要な量が随時入手可能で、出来得れば石炭燃焼後の石炭灰の処理からの解放であろう。

3.1 大量取扱い

今後使用される石炭は殆んど海外炭である。この石炭を輸入するには、大量に取り扱うことにより石炭購買の交渉力(バーゲニングパワー)を増大させなければならない。

また、石炭は取り扱いが煩雑で輸送費が石炭価格に比して高い。このような石炭を輸入するには、大型船による大量輸送により、輸送費の低減を図らなければならない。

表1は船型による輸送費を比較したものである。この表で大型船による輸送がいかに有利であるかがわかる。ただし、船が大型になれば集荷、港湾施設の問題があり、いわゆる小廻りがきかない不便が生じるので、一般的には豪州からの輸入では6万トン型が、また南アフリカのように遠距離になると、10万トン~15万トン型が経済的であると言われている。

表1 専用船の大型化による経済性比較

船型 積地	2万 トン型	3万 トン型	4.5万 トン型	6万 トン型	10万 トン型	13万 トン型	15万 トン型
豪州 NEW CASTLE	173	141	123	100	67	60	56
米国西岸 LOS ANGELS	185	149	125	100	71	63	59
南アメリカ RICHARDS BAY	189	149	126	100	72	64	60

出所：海外炭問題懇談会専門委員会

注) 6万トン型を100とした場合の指数による比較

3.2 貯炭

貯炭は供給の安定を担保するものであり、流通機構整備上の起点である。特に海外炭を対象とする場合、

産炭国のストライキ、炭鉱災害等による供給の途絶に対処するため、月販売量の2～3倍が必要とされている。

貯炭は流通確保の面から多い方が望ましいが、在庫金利及び保管コストの低減の点から少ない方が良い。この対策として、石炭ソースの分散化、石炭の業者間融通等により貯炭量の減少を図り、かつ供給の安定に努めなければならない。

中小口ユーザでは、用地の面から工場貯炭を極力減少しなければならない。特にCCS、CWM等の高度に加工された石炭では1～2日分のサイロ貯炭がせいぜいで、これは貯炭と言うよりはむしろ炉への円滑な送入の一工程と見なされるものである。

3.3 品質の調整

石炭は長い地質時代を一貫して固相状態であり、構成分子がよく混合しておらず、同じ化石燃料でありながら石油が均質であるのに反し、石炭は極めて不均質な物質で、一口に石炭と言っても、その性状は千差万別であると云っても過言ではない。

従って石炭を効率よく燃焼するためには石炭の特性に適した燃焼方式や、ボイラの構造を選択する必要がある。大型石炭焚ボイラではおおむねこの方法が採用されている。

しかしながら、中小型ボイラでは、大型ボイラに比べ石炭が燃えにくいこと、公害対策設備等のボイラ本体に対する割合が用地的にも、価額的にも大きい等の理由から、燃焼方式の選択に制限がある。

このため、中小型ボイラでは、ボイラの燃焼型式と相性のよい石炭（適炭）を安定的に確保する必要がある。

流通機構を整備するにはこれらの要求に対応できるような石炭の品質を確保しておかねばならない。一定品質の石炭を安定的に供給するには、大量でしかも多くの炭種の中から混炭によって各種の銘柄を作り、適炉と適炭を適切に組み合わせて、石炭の効率配分を図り、石炭ソースの拡大に努めなければならない。

(1) 混炭の意義

混炭とは異なった成分をもった複数の石炭を物理的に混合して、所定の成分の石炭を作り出すことで、混炭により硫黄分、発熱量、燃料比等の調整を行う。

(2) 混炭の効果

適炭は単一銘柄であることが望ましい。大口ユーザであれば石炭消費量が大きいこと、石炭の選択範囲が比較的大きいこともあり、望ましい成分をもった銘

柄を炭鉱（或はシッパー）と長期購入契約をして、これらの石炭を大量輸送により安定的に確保することが可能である。

しかしながら、石炭の選択範囲が狭く、かつ使用量の少ない中小口ユーザでは、望ましい成分の石炭を単一銘柄で安定的に確保することは困難である。

この対策としてとられるのが混炭による石炭成分の調整である。例えば発熱量 6,000 Kcal/kg に設計されているボイラに対して、発熱量 5,000 Kcal/kg の石炭を効率よく使用することは出来ない。しかし、この石炭と発熱量 7,000 Kcal/kg の石炭を混合して発熱量 6,000 Kcal/kg の石炭を作れば、5,000 Kcal/kg の石炭を効率よく使用することが出来る。

発熱量の場合は、ボイラの設計値と多少の差があっても使用し難い程度であるが、脱硫設備の付設されていないボイラ（中小型ボイラでは殆んど付設されていない）にとり、石炭中の硫黄含有量は深刻な問題である。すなわち、石炭の硫黄含有率が0.5%以下で環境基準をクリアするボイラに対して、0.5%以上の硫黄分を含有している石炭はいかに燃焼性がよくても使用することができない。0.5%以上の硫黄分を含有している石炭を使用するには、硫黄含有率0.5%以下の石炭と混炭して、硫黄含有率を0.5%以下にして使用するほかない。このように混炭によって、単味では使用出来ないか、または使用し難い石炭を比較的効率よく使用することができる。このように混炭は中小口ユーザの石炭供給ソースを拡大する効果がある。

(3) 混炭の限界

混炭は複数の石炭を物理的に混合するにすぎないので、混炭の結果その組成が計算上単一銘柄炭と同様になったとしても、単一銘柄炭と類似した燃焼が期待されるだけであり、全く同一の燃焼状態にはならない。燃焼は個々の石炭粒子のそれぞれ固有の組成によって行なわれる。例えば、高揮発分の石炭と低揮発分の石炭を混炭して、工業分析上では中揮発分の石炭が得られたとしても、この混合体が燃焼するときは、高揮発分の粒子が先に、低揮発分の粒子は遅れて燃焼する。しかしながら高揮発分の粒子と低揮発分の粒子を同時に燃焼させることにより、低揮発分の粒子の燃焼が高揮発分の粒子によって助長され、全体的には低揮発分の粒子は単味のときに比べてより良い燃焼をする。

灰分の場合、熔融温度の高い灰を含有している石炭と熔融温度の低い灰を含有している石炭とを混炭しても、灰の熔融温度は石炭に含有されている灰分固有の

ものであり、燃焼時には、それぞれ固有の温度で溶融し、スラッキング、ファウリングを発生する。しかしこの場合でも、溶融温度の高い灰によって、スラッキング、ファウリング現象が減少される効果はある。混炭によって作られた石炭の燃焼特性等を正確に知るには、混炭によって作られた銘柄について、必要な分析等の調査をしなければならない。

(4) 混炭方式

① スタッカーなどによる積付時の混炭

スタッカーによる積付時、一つのパイルに異種炭種を混合するもので、シェブロンタイプとウィンドロータイプの二種が代表的方式である。

この方式は、一度に多品種のものを大量に均一化できる混炭方式で、海外積出港で多く採用されている。この方式により所定の炭質に調整することは、かなりの技術と相当のスペースが必要である。

② 払出機の定量払出混炭

リクレーマ等の払出機により払出量を制御して、払出運炭コンベア上、又はバンカなどへの投入時に混炭を行うもので、本方式は設備が安く、従来の小規模石炭火力発電所などで用いられているものである。本方式による混炭精度は、払出機の払出精度によってほぼ決まるが、通常リクレーマは払出量の変動が大きいいため、高い混炭精度を求めることは困難である。

③ 混炭ホップと定量切出装置による混炭

炭質の異なる石炭をそれぞれ別個のホップに貯蔵し、これらをコンスタントフィーダーなどによって、精度よく切り出し運炭コンベア上で混炭する方法で、混炭ホップの数を混炭目的に応じて設置し、それぞれのホップからの切出量を設定することにより、所定の炭質に調質することができる。この方式は最も高い混炭精度が得られる。

4. 一般炭の標準化

4.1 標準化の必要性

現在、流通している石炭は殆んどが銘柄単位（原炭）であり、中小ユーザーはそれに分級等簡単な加工をして燃焼している。これは丁度、石油で言うならば原油で取引きされているようなもので、石炭の流通には石油の流通における精油工程なしになされているようなものである。その上石炭の価格はカロリーで定められ、燃焼コストに大きな影響のある石炭の燃焼性、硫黄の含有量及び灰の溶融温度等は殆んど考慮されていない。

このような状況では、良質炭でなくとも比較的問題なく燃焼される炉で良質炭を使用し、良質炭でなければ燃焼上問題が生じるような炉で良質炭が不足するようなことが生じ、石炭の効率配分が阻害される。

今後石炭の需要の増大（特に中小ユーザー）に備え、石炭流通の中に加工工程を加え、石炭の効率配分を図る必要がある。

この場合、石炭をしてその所を得しめるために、用途を経とし、石炭の効率配分を緯とした石炭の標準化が必要である。

これにより、需要と供給の中で価格体系が醸成され、適炭が適炉に配分され、石炭の効率利用が可能となる。

4.2 一般炭の標準銘柄表

表2は前述の考えに基づいて石炭を分類したものである。これらの銘柄炭は市場メカニズムにより、効率配分が期待出来る。

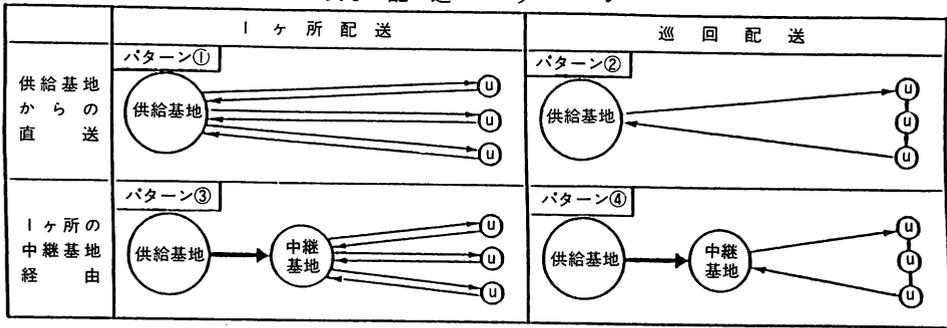
すなわち、需要の多い良質炭は高価となり、比較的品质の劣る名炭は安価となり、需給のバランスは見えざる手によって調整されることを狙ったものである。

また、一般炭がこのような銘柄で流通するようになると、ボイラの設計炭をその標準銘柄の中から選ぶことができるので、設計炭が安定供給されボイラの効率燃焼が期待できる。

表 2 一般炭の標準銘柄表

銘柄	用途	性質							価格
		揮発分 (%)	硫黄分 (%)	灰		燃焼性	粉碎性		
				含有率 (%)	溶融点 (°C)				
A	微粉炭 大型	小	大	大	中	小	小	低	
B	中大型	中	中	中	中	中	中	中	
C	小型	大	小	小	高	大	大	高	
D	セメント	極小	大	大	中	小	小	極低	
E	流動層	小	大	大	低	小	極小	低	
F	ストーカー	中	小	中	高	中	小	中	

表3 配送パターン



注, u: ユーザ

表4 距離・配送別輸配送手段

配送パターン	区間	距離		中長距離		短距離	
		大	小	大	小		
① ②	供給基地 → u	船鉄	船道	トラック	鉄道 トラック	トラック	
③	供給 → 中継基地	船鉄	船道	トラック	鉄道 トラック	—	
④	中継基地 → u	—	—	トラック	トラック		

5. 輸配送の整備

石炭の流通の中で最もコストのかかるものは配送である。この配送をコストミニマムにすることは、流通機構を整備する上で重要である。

5.1 配送ルート

中小口ユーザへの配送ルートは、供給基地からユーザまでの距離、ユーザの需要規模、ユーザの分布状況により、各種の配送手段と配送ルートが考えられるが、配送ルートは大別すると表3の4つのパターンがあげられる。また、各パターンの距離、配送量別配送手段は表4のように大別される。

5.2 配送圏

トラックの配送圏域は通常60~80kmである。供給基地と中継基地との距離は、需要の分布や配送手段により異なるが、およそ100km以上300mまでが限度である。

5.3 配送手段

配送手段は、ユーザの石炭需要量、立地条件、受入設備によって種々のものが考えられるが、現状では、短・中距離(100km以内)で、中小口ユーザ向けにはトラックが最も適している。中距離以上で、かつ大口ユーザに適したのものとしては鉄道輸送、または海上輸送である。

5.4 配送の効率化

(1) 陸上配送の効率化

中小口ユーザへの石炭の配送は一般にダンプ、微粉炭の場合はバルクローリ、トレーラー等が考えられる

が、これらは一車当りの配送量が10~15トンと小さく配送コストは高いものとなる。また日中は交通渋滞等のため配送能力が低下する。また配送距離によっては、一日の運行回数が制約される。配送コストの低減手段として次のことが考えられる。

① 車の稼働率の向上

日中だけでなく夜間配送も行なう、また空車の運行を減らす(灰の回収との組み合わせなど)。

② 車輛の軽量化

道路運送法により一車当りの重量が制限されている(全重量20トン)ので車体の軽量化による積載量のアップを図る。

③ ダンプの自動カバー設備の採用

(2) 海上輸送の効率化

輸送距離、輸送量が共に大となれば、内航船による輸送が陸上輸送よりも優位になってくる。しかし海上輸送は気象条件により輸送の制約を受ける。

海上輸送の効率化の手段としては次のことが考えられる。

① 適正船型による満載輸送

② 荷揚げ時間の短縮

③ 帰船の活用

④ お手玉方式輸送

⑤ 運航・操作の自動化により乗員の減少

5.5 石炭灰の回収

一般産業の石炭転換を円滑にするには、石炭灰の回収、処理を石炭供給業者が実施することが必要である。

一般産業からの石炭灰は、多数のユーザから少量で、かつ品質の異なった状態で排出される。これらの回収に当っては、石炭輸送車の帰車を利用し回収コストの低減を図らねばならない。また回収時において灰の処理方法についても配慮しながら回収を実施しなければならない。

例えば、フライアッシュがセメント混和剤として販

売できる場合は、フライアッシュとシリンドーアッシュとを別々に回収するが、そうでない場合は、両者を一緒に回収する。

6. IQ制度の概要と問題点

海外炭を輸入するには、輸入貿易管理令に基づき輸入割当制度（IQ, Import Quota）によらねばならない。輸入割当は必要最小限度の数量がユーザに割り当てられる。

従って海外炭を輸入するには、ユーザが自ら輸入割当申請手続きを行い自ら輸入するか、認可されたIQ券をもって、海外炭輸入業者に委託する。しかし、使法として、輸入数量割当申請手続きから輸入まで、すべてを輸入業者に委託することもできる。

6.1 制度の概要

(1) 石炭需給見通し

政府は、石炭の円滑な需給を図るため、毎年度石炭の生産者及び消費者からその生産及びエネルギー需要計画を聴取し、「需給見通し」を策定し、石炭鉱業審議会需給部会の承認を得なければならない。

この「見通し」には、輸入割当限度数量も定められており、輸入数量はこの枠内で行われる。もし、この枠を越えて輸入しなければならない場合は、需給部会の承認を得なければならない。

(2) 輸入割当数量

輸入数量の割当てを受けるには、発注限度内示書の交付を受けなければならないが、これには「輸入一般炭発注限度内示書交付申請書」を資源エネルギー庁長官に提出する。この申請者は石炭の最終消費者であって、同長官が指定したものに限られる。

輸入一般炭発注限度数量は、申請者の生産数量とエネルギー原単位からエネルギーの総使用量を算出し、石炭の使用数量を定める。石炭の使用数量のうち一定の割合は国内炭を引きとらなければならない。従って、発注限度数量は石炭の必要量から国内炭の引取数量を差引いたものとなる。

内示書の交付を受け海外炭を輸入したものは、毎月10日までに、先月分の輸入一般炭納入実績報告書を同長官に提出しなければならない。

6.2 問題点

制度は国内炭の品質調整ないしは、国内炭の供給不足を補うために、主として国内石炭生産者に輸入割当をするものとして創設されたものであり、それを石炭消費者に適用しているものである。電力、セメント業

界のような大口ユーザであれば比較的問題はないが、年間石炭消費量5千～5万トン程度の小口ユーザに適用すると次のような問題が生じる。

(1) 手続きの煩雑

輸入割当を受けるには前述の手続きをしなければならない。中小口ユーザが少量の石炭と輸入する毎に逐一前述のような手続きをするのは大変なことである。

また、輸入手続きは6ヶ月前に行なわなければならない。その後海外炭を手当てをしても、実際に石炭を入手するには更に2～3ヶ月を要する。現在のごとく経済情勢の変化の激しい時に、中小口ユーザでこのような前から石炭の使用量を計画することは困難でもある。

(2) 均質な石炭の安定的確保困難

中小口ユーザが石炭を輸入するには、大口ユーザの石炭と相積みして輸入する場合が多く、同一炭質のものを継続して安定的に入手することは困難であり、現実には輸入毎に炭質の異なった石炭が輸入される。

このような事態に対処するには、混炭により望ましい石炭を作り出すことが出来るが、中小口ユーザでは炭質を調整するために、複数の石炭を輸入することは不可能であり、独自では望ましい石炭を安定的に入手することは困難である。

(3) 一貫した輸入業務は困難

現在、海外炭の輸入は、ユーザ（電力、セメント業等）及び輸入業者が実施している。今後、発生する中小口ユーザの海外炭の輸入は、輸入業者が代行することになるが、石炭の買付けは輸入業者独自の判断ではなく、ユーザの依頼でなされる。このため、輸入時期・炭質等はユーザ毎に異なり、数量も少量であるため、計画的な買付け、大量輸送等一貫した輸入業務が出来難い。

(4) 国内炭の引取り困難

中小口ユーザが一定割合の国内炭を引取るには、炭質の面からも問題がある。国内炭は、一般に揮発分は高いので燃焼面では問題はないが、硫黄分については、一部のものを除いて含有量が多くそのままでは使用出来ない。

また、中小口ユーザの使用量を海外炭と国内炭を二系統で配送することは、配送効率、受け入れ設備等からも問題がある。

6.3 IQ制度の運用拡大

石炭の需給構造及び社会環境の変化に伴い、現行のIQ制度は運用の拡大等制度の見直しをしなければ、中小口エネルギーユーザの石炭転換は多くを望めない。

(1) IQ申請者に石炭総合供給業者の追加

大量輸送・炭質の調整は中小口ユーザ個々では不可能であり、第三者が代行することとなる。第三者としては、コールセンター業者及び今後CCS、CWM等の需要拡大に伴って、事業が開始される石炭加工業者等石炭の供給を業とし、かつその機能を充分果す能力のあるもの（以下「石炭総合供給業者」と言う）にIQ申請資格を与え、中小口向けユーザの海外炭を一括加工、供給が可能となるようにする。

(2) 効果

① スケールメリット

石炭総合供給業者は、企業努力により中小口ユーザの需要を集め、スケールメリットを活かし、輸入手続き、海外炭の購入、輸送、加工、配送及び石炭灰の回収・処理の効率運営が図れることになる。

これにより、中小口ユーザは適炭の即時納入体制が整備され、今までの煩雑さから、解放されることが期待出来る。

② 国内炭引取りの合理化

国内炭の引取りについても、石炭総合供給業者が輸入規模に応じて引取り、海外炭との価格及び品質の調整を行ってユーザに一括配送することができる。

このことによりユーザは国内炭、海外炭を別々に手当する煩雑さから解放されると同時に、自ら海外炭と国内炭との品質を調整する必要もなくなり、国内炭の流通が合理化される。

7. 石炭総合供給業者

7.1 定義

わが国において石炭供給をする場合、避けることの出来ない制約がある。すなわち①石炭の供給ソースが海外であること。②石炭には品質にばらつきがあること。③石炭は運賃負担力が少ないこと。④石炭は燃焼後に灰が発生すること等である。

これらの制約を克服する供給体制を作るには、次のような機能をもった石炭総合供給業者の存在が望ましい。

- ・大型バース及び十分な貯炭場を所有又は占有している
- ・総合的な加工（混炭・分級・微粉碎等）施設を所有又は占有している
- ・灰処理機能を有する

7.2 業務の内容

(1) 海外炭の手当て

石炭総合供給業者はサービスエリア内の需要量を想定し、商機を逸することなく海外炭を手当し、最少のコストで一括輸入する。この場合電力用炭のような大口ユーザも供給の対象となれば、より大きなスケールメリットが生じて、より有利な海外炭の手当て、より効率的な輸送が可能となる。

(2) 貯炭・加工及び配送

石炭総合供給業者は産炭国のストライキ等を考慮して、必要にして十分な貯炭を持ち、かつサービスエリア内のユーザの求める炭質をスケールメリットを生かして一括加工・調質し、ユーザの求めに応じて配送する。

(3) 灰の有効利用

石炭総合供給業者は少なくとも自ら納入したユーザから発生する灰については、自らの責任において回収・利用を図る。

以上の様な機能を持った石炭総合供給業者の存在によって、石炭ユーザ、特に中小口ユーザは、いわゆる石炭デメリットから解放され、重油なみの燃焼が可能となる。

8. まとめ

石炭の安定供給を目指すには、海外炭の輸入から石炭灰の回収まで一貫したものが望ましい。これには石炭総合供給業者またはその系列会社で責任体制を確立し、ユーザの石炭手当、加工及び灰の処理について不安をなくすることが大切である。

これには、大型港湾と大量の貯炭場を有し、海外炭の受入れ業務を行なっているコールセンターに海外炭の輸入業務・加工及び配送業務を付加して、一括し実施されるのが最も現実的である。

これらの業務は分割すればする程効率は低下し、コスト高となる上に責任体制が不明確となり、ユーザへのサービスが低下する。

参 考 文 献

1. (社)シーシーエス振興協会発行（昭和62年3月）
「中小口石炭ボイラの採択指針」
2. 資源産業新聞社刊
「コール・ノート」（昭和62年度版）