

特集

未来展望 (随想)

21世紀における石炭の高効率利用を目指して

Towards Efficient Coal Utilization
in the 21st Century

宋 春 山*

Chunshan Song

20年程前に起こった第一次石油ショックのあと、石油代替エネルギーとして石炭が再び注目をうけた。石油が石炭に比べて輸送と利用の両方も優れていることは言うまでもないが、資源量からみると前者が後者よりはるかに少ない。すでに確定した世界の全可採石炭埋蔵量が1兆400億トン (metric ton) であり、これが現在世界の年間消費量 (45億3590万トン/年) の220倍以上である。世界の石油埋蔵量が最も楽観的な予測でも9970億バレルで、これが現在の244億バレルの年間消費量の41倍に過ぎない。従って、来世紀に入ると石炭がエネルギー源として更に重要な役割を果たすと予想されるのである。

日本ではいま年間1億1500万トンの石炭を使用している。米国では石炭が最も豊富な化石燃料で、その確認化石燃料資源の90%に当たる。現在米国では年間8億4000万トン/年の石炭が消費され、そのほとんどがボイラーで燃焼され発電に使われている。最近環境問題に対する世界の関心が高まっており、従来のボイラーシステムに脱硫 (DeSOx) と脱窒素 (DeNOx) および集塵装置が付けられる様になり、また熱効率の向上と地球温暖化ガス (CO₂) の低減を目標とする新しい石炭火力発電システムが開発されている。21世紀に立てられる発電所は新しい燃焼技術 (PFBCなど) と環境保全技術 (SCRなど) を取り入れるものが多くなると思われる。

石炭は多様性に富む有機体資源である。伝統的なコークス製造プロセスに加えて、石炭をガス化又は液化して利用する方法が世界各国で検討されている。石炭のガス化による合成ガス及び水素の製造が工業的に行われているが、それによる都市ガス (SNG) の製造、さらに合成ガスから液体燃料の製造もパイロット

プラントで検討されている。また、火力発電の新しい方法として、石炭ガス化を利用する複合ガス化発電 (IGCC: Integrated gasification combined cycle) 技術が開発され、既に実用化の段階に入りつつある。IGCC法は50%近く又はそれ以上に熱効率が高く、またよりクリーンである。21世紀の初期には新規発電所のうちIGCC発電所が多くなると予想されている。米国のDow Chemical社は既にIGCC発電で自社のある化成品コンビナートの電力を供給している。

石炭液化は石油代替液体燃料の製造法として位置づけられるが、液化油は化学工業の原料にもなる。第一次石油ショックのあと石炭について米国では次の様な話がよく言われた。"As for coal, there are some good news and some bad news. The good news is that there is lots of it. The bad news is that we may have to use it." 石炭液化の研究は日本や米国にとって重要な課題であり、その技術の開発も確実に進歩している。現行の技術で石炭から造られる合成原油 (石油に相当する) の価格は1バレル31~33ドルであり、1980年代初期の50ドル/バレルに比べて大きく低下している。ところが、石油の価格は当時35ドル/バレルであったが、これがいま16ドル/バレルまでに下がり、石炭液化油の価格と平行して変動するよう見受けられる。現在石油が安く、石炭由来の合成原油は価格面で石油とまだ競争できないのが容易に理解できる。しかし、以下の事情から液化技術開発の重要性は明確である。

1970年には米国の原油生産量は964万バレル/日で、消費量は1470万バレル/日であったが、1993年には生産量は684万バレル/日に落ちたのに対して、消費量は1700万バレル/日に昇っている。日本は輸入原油に頼っているが、1993年現在の石油の消費量も539万バレル/日で、1970年の382万バレル/日の消費レベルを大きく上回っている。世界の原油消費量は1970年の4681万バレル/日から1993年の6693万バ

* ペンシルバニア州立大学燃料化学教室 Assistant Professor
The Pennsylvania State University, Fuel Science Program
University Park, PA 16802, USA

レル/日に上昇し、22年の間に43%もの増加を見せている。このように、世界が非常に早い速度で石油を消費し、その資源量が減少していると同時に、重質化して来ている。21世紀に入ってからも我々は輸送用燃料および化学原料として液体炭化水素を使用せざるを得ないので、ある時点で石油の供給が減少し、石炭からの合成燃料が選択枝の1つとなり、更には化成品のフェノールや芳香族系の化学原料源となろう。石炭を効率良く液化するために、基礎と応用の両方でバランスの取れた研究が大事である。液化自体は目的のはっきりした応用研究であるが、石炭の構造と反応性に関する基礎知見が多いに役に立つのである。

21世紀のエネルギー源だけを考える時、原子力や自然エネルギーも当然重要な役割をはたし、また核融合も利用技術が開発されれば電力の供給に想像を絶する程大きく貢献するであろう。一方、石炭、石油と天然ガスはいずれも貴重な有機炭素資源であり、エネルギー源であると同時に化学原料源である。全ての炭素資源を炭素に直しても地球の重量のわずか0.04%にすぎない。今年のノーベル化学賞を受賞したGeorge A. Olah

教授が三年程前に次のように語った：“I suggest we should worry much more about our limited and diminishing fossil fuel resources.” 石炭に携わる研究者の使命はそのエネルギー源と原料源の両面性を常に考えて、効率とクリーン性が高く、かつ合理的な総合利用プロセスを開発することである。我々は石炭から付加価値の高い化成品と高分子材料および炭素材料を造る方法についても検討しており、これらを触媒研究と石炭液化の研究と結び付けて、石炭と多環芳香族の総合利用を考えている。

更に長期的な視点から見ると、石炭液化が工業技術として実施されたとしても化学原料源とエネルギー源が永久に確保されることにはならない。歴史を振り返って見ると、新しい利用法や効率の高いプロセスの開発は有限な資源の消費速度を加速する場合がよくある。著者は、21世紀のある時点で、海水から造られた水素と大気中の二酸化炭素を用いて液体燃料と化学工業用原料を製造される可能性が出てくるのではないかと夢想しているのである。

