

講 座

放射性同位元素と土木工学 (V)

—原子力と土木工学 (その2)—

正 員 工学博士 安 芸 峻 一*

2. 原子エネルギーの利用

おそらく日本ほど工業国として困難なエネルギー問題に当面している国はないのではなかろうか。私達は将来の日本のエネルギーの量、質、価格の問題を検討して、新しいエネルギーの導入を考えなければならない。日本のエネルギーの80%は今日石炭と電力とによつて供給されている。さらに電力についてみても水力と火力との組合せによつて使える電力となつている。従つて将来の予測はこの組合せがどうなるかによつて決められるものであり、この予測は容易ではない。

石炭については今後の技術的改良を見込んでも、今日程度の価格をもつてすれば、年産5500万t程度と云われている。需要先渡し価格は今日1000kcal当り70銭から90銭であつて、大体アメリカの倍、ヨーロッパより20~30%上廻っている。将来大巾な価格低下を望めないと云われている。

日本の包蔵水力は前にも述べたように大体2200万kWであつて、現在770万kW開発されているから、現在の開発速度を続けるとすると、1975年には全部開発し終ることになる。この場合の水力による発電電力量は年間1030億kWhと推定せられており、そうするとその年稼働時間は約4700時間となる。

今日の電力の販売価格は水火併用で1kWh当り5.4円程度であるが、1960年頃には1kWh当り6.5円から7.0円程度になり、その後開発されるものを含むと、より高価になるであろう、と云われている。

石油や天然ガスの国内生産は今日石油に換算しておよそ50万klで、自給率は5%に過ぎない。しかし今日石油については100万klを目途とする探査が進められており、将来は石油、天然ガスで150万kl程度までは供給されるであろうと云われている。薪炭は主として家庭で消費されているのであるが、その量は今日およそ2200万tであり、日本の事情からいつて、これ以上の供給は望めない。むしろ減らざるを得ないのではないかと。

これによると、将来日本におけるエネルギー供給可能量は、年間国産のものは石炭に換算して約15000万t内外であろう、と考えられる。これが1975年には5000万tの石炭に相当するエネルギーを新たに国内で求めるかあるいは輸入しなければならぬとい

* 総理府資源調査会副会長、東大教授

うことを示した根拠である。私は前回にも述べたように、実際に供給可能なエネルギー量はこの数字をかなり下廻るのではないかと思つている。私達はこのエネルギー供給量の不足に対し、輸入に努力するとともにその消費効率の向上と地熱、太陽熱式あるいは風力等のエネルギー源の拡大に努め、さらに今後の事情に応ずる工業構造の再検討などを行わなければならないであろう。これと同時に原子エネルギーの利用が問題として登場する。

(1) 原子炉 今日考えられる原子燃料の原料はUだけである。このうち分裂しうるものは0.7%だけであつてこれは同位元素 U_{235} である。 U_{235} が分裂すると、他の部分の U_{238} を合成して Pu_{239} をつくる。この同位元素もまた分裂しうるものであつて、これは今日兵器に使われている。 Pu_{239} はまた U_{238} と組合わせて使われているが、この場合も U_{238} は Pu_{239} となる。従つて原子炉の型式によつて異なるのではあるが、原子炉内に生産される新たな分裂物質は燃えた量とはほぼ等しいか、あるいはいくぶん少ない。しかし Breeder 型のもは熱のほかはこの転換に消費されるものよりも多くの分裂物質をつくつている。

今日原子炉の操作に当つて技術上最も困難な問題とされているものは、消費した燃料の取除き、燃料物質の経済的製作に関連した問題や灰の浄化とか処置に関するものであつて、原子エネルギーの将来の商業的利用の可能性はこれらの問題の解決ができるかどうかということと価格がどうなるのかという問題であるであろう。高温の熱をどうしたら経済的に取り出すことができるかということも重要な問題であると云える。

今日自由国家群ではおよそ30の原子炉が動いていると云われている。原子炉は大体小型実験炉、多目的式大型実験炉、産業用原子炉と分けうと思われるが、世界的に見れば今日は大体その中間の段階にあるものと思われる。

小型実験炉に属するものは今日アメリカで云われている、swimming pool type とか boiling water type、closed tank type であり、大体学校の実験室に置かれる程度のもので、出力0から数百kW程度のものである。昨今アメリカ政府からの提供方申し入れにより問題をおこしている程度の濃縮ウランはこの程度の実験炉を目途とするものである。この種のものは設備

も小さく、簡単に炉の建設費は数万ドルから数十万ドルほどであると云われている。

大体実験炉は強い放射線を受ける減速剤、熱の取入れ剤とか燃料を包む面の作用の試験とか、高温の場合の腐食とか、あるいは放射性同位元素の生産に用いられるものである。さらにこのうちには産業用原子炉への中間段階と云われるようなものも含まれるであろう。この場合にはその試験は主として燃料の製造の価格とか燃料取換えの時間を長くする方法とか、あるいは低価格の冷却剤とか減速剤で高温中からできるだけ多くの熱を取り出すことのできる方法などが問題となつている。1954年にアメリカの原子力委員会は次の5つの型式を定めて5年間に2億5000万ドルの研究費でどのような型式の炉が産業用として適当であるかということを知るために計画をたて、着手を見るに至つているが、答えとしては別の型式のものが求められるのではないかとさえ云われているほどである。

a) Pressurised water reactor: 現在ピッツバークの近郊に造られている6万kWのもので、燃料としては濃縮ウランを用いることになつている。燃料は固体で、冷却剤、減速剤に軽水を用いるという。

b) Boiling water experimental reactor: アルゴンヌの国立研究所で建設中のもので、出力は5000kWである。

c) Sodium graphite reactor: North American Aviation Co. で製作中のもので、これは熱だけを出すものであり、出力は5000kWで、減速剤には石墨を用い、燃料は固形で、冷却剤に液体金属ナトリウムを用いることになつている。

d) Experimental breeder reactor: アルゴンヌで製作中のものであつて、出力は15000kWであり、燃料としては固体の濃縮ウランを用い、冷却剤は液体金属ナトリウムを用いることになつている。

e) Homogeneous reactors-experimental: オークリッジの国立研究所で製作中のもので、きわめて少量の熱を出すものと16000kWの出力のものがある。トリウム原子炉といわれるもので、燃料は液体である。これが大体今日の原子炉の段階ではなからうか。各国でいろいろな型式の、規模の実験用原子炉がいろいろな目的で動いている。大体それぞれの性能もわかつてきていると云われ、小型のものはすでに商品化している。そしてアメリカの例をみると、今後5年くらいすると、産業用の原子炉もそれぞれの性能がはつきりしてくるものと思われる。

(2) 発電原価 原子力による発電原価は今日のところではまだよくわからないというのが本当のようである。アメリカでは現在1kW当りの建設費は400~600ドル程度と云われているがまだはつきりしていない。さらにまだ材料の使用可能年限が不明であるし、燃料の製作費やその燃焼経過をもつと明瞭にする必要があると云われている。従つて原価償却の具合がわか

らないのだと云う。

危険に対する保険料もわかつていない。おそらく産業用の発電所が数年間運転されないかぎり、推定はなお不明確であろうと云われている。従つて本当に推定にすぎないのであるが、今日考えられているところでは5~8万kW程度のもので、1kWh当り12ミルから30ミル程度ではないかと云う。Consolidated Edison Co. がニューヨークのピークスキルで目論んでいる10~20万kWの発電所の原価は1kWh当り大体7ミルから8ミルであるといわれ、今年発表された10カ年計画によるイギリスの原子力発電所の発電原価はほぼこれと同様であるという。これも1954年にアメリカの原子力委員会が発表したところのものであるが、これによると1975年頃までには30万kW程度のもので、4ミルから7ミルになるであろうと云われている。そうするとこの頃になつて石炭火力の発電原価は大体この程度のものになると考えられるので、原子力発電は石炭火力と競争できるようになるであろうと云われている。

日本のエネルギー事情はさきに述べたとおりであり、その将来は明るいとはいえない。私達はその量だけでなく、その質とか価格にもつと関心を払わなければならないであろう。今日のところはたとえ高能率の火力発電所が新たに建設されてきても、水力と火力との併用価格では今日よりはより安くなるとは思えない。むしろ高くなる。水火併用されて使いうる電力が供給されているのであるから、併用の内容によつてはポテンシャルがあつてもこれを十分に使いこなせるとはかぎらない。私達はこの問題のなかで原子エネルギーの利用を考えなければならないのである。組み合わせられた物理的あるいは経済的な考察の上に巨額な建設費が問題となる。この上に時間が一つの要素としてはいつてくる。私達は原子エネルギーの利用については実際的にまだ初歩的な知識しかもつていない。私達は今日の経済事情のもので、限られた年限に、アメリカにくらべればずつと短い期間となるであろうが、その間にまだ明瞭な見通しを持つことのできない産業用の原子炉を造り上げなければならないのである。しかも私達に入手可能な燃料とか構造材料を最も有利に使いうる原子炉の構造は私達自身が決めるものでなければならない。これを可能とするその第一歩は原子力技術者の養成であり、材料についての検討などであつて、小型、大型の実験炉から産業用原子炉へと、時期に即して正統的な研究を積み重ねてゆかなければならない。各国は今日の事態に到達するまでに巨額な研究費を投じ、人員を養成してきた。限られた時間と資金で目的を達しようとするならば、外国の援助をも期待しなければならぬであろう。しかし日本の原子炉は私達が十分に使いこなさうものでなければならぬことは当然である。(完結)