

原子力発電の動向と地球環境問題をめぐる原子力土木の課題

RECENT TRNENDS IN NUCLEAR POWER GENERATION AND NUCLER CIVIL ENGINEERING SUBJECTS CONCERNING TO GLOBAL ENVIRONMENT

原子力土木委員会新立地部会 鹿島 遼一*

Ryoichi KAJIMA*

ABSTRACT: For a great part of energy, Japan is dependent on foreign countries. Thus, Japan is one of the countries which ultimately need nuclear power. Nuclear power is one of the clearest power sources from the viewpoint that it discharges a minimum of carbon dioxide through construction, operation and fuel processing. In this paper, presented are the recent trends concerning nuclear power generation in the world and in Japan, and the recent activities of the Nuclear Civil Engineering Committee relating to the global environment.

KEYWORDS: Nuclear power generation, Aadvanced siting technology, Environment enhancement

1. はじめに

リオの会議後の各国の環境対応策、なかんずくエネルギー税の動向にはいろいろ差がある。わが国の長期の電力需給見通しの中で原子力は重要な位置づけにあり、今後その比重を増して行かねばならない状況にあるが、立地困難は解決されてない。このような状況の中で電気事業審議会総合需給部会電力基本問題検討会は「共生型発電所」のコンセプトを提唱した。これは地域産業および地域の人たちとの共生を発電所のハード・ソフトの両資源の活用で図るものである。原子力土木委員会では原子力発電所の立地拡大に備えて、将来の新しい立地技術の開発と整備に取り組むとともに、地域環境との共生を目指すときに必要となる技術メニューを取りまとめている。

2. 原子力発電をめぐる世界の動向

2. 1 エネルギー税導入の国際的な動向

93年2月クリントン米大統領は、米議会で年頭教書を発表し、経済政策の一つの柱としてエネルギー新税の提案を行った。さらに、英国のエネルギー関連増税案、OECDの環境税導入勧告など環境関連新税の導入への国際的な動きが見られる。これらを、単純にリオの地球サミットの結論としての国際的な貢献の大枠に全面的に沿ったものと見なすのは正しくないとしても、目的の一部としてそれに沿う省エネルギーがあることは明きらかであり、わが国の対応にも少なからぬ影響があると見られる。

米政権のエネルギー新税は燃料の発熱量に応じて課税するものでBTU税（BTUはBritish Thermal Unitで熱量単位：252カロリー）と称する。この税の第1の目的は財政赤字の削減であり、第2は環境汚染対策である。その後の政府提案の内容を見ると、石油、石炭、天然ガス、原子力、水力に万遍なく課税する包括的側面と石油、石炭への課税負担の加重の選択的側面があり、原油1バレル当たり3.5ドル、石炭1トン当

* 電力中央研究所 我孫子研究所 Central Research Institute of Electric Power Industry, Abiko Lab.

たり5.6ドルは現市中価格の約16%と大きい。石油消費の抑制、石炭から天然ガスへの消費誘導、省エネルギー誘導が図られている。注目すべきこととして、原子力発電への課税があり、日本およびヨーロッパのいくつかの国やアジア諸国と違いがある。再生可能エネルギーである水力へも、CO₂排出の無い原子力同様に石炭および天然ガス並みの課税となっている。これは税負担のバランスを取ったものとも考えられる。4月に予算案を盛り込んだ予算教書が議会に提出され、その中でこのBTU税が歳入増加策の中核となっており、議会が認めれば段階的に実施し、96年7月には完全実施する予定になっている。

英政府3月発表の94年度予算案の中で、環境保全を目的の一つとしたエネルギー関連増税が提案されている。これは、これまで付加価値税の対象外であった家庭用燃料と電力に新たに課税するもので、主目的は財政赤字削減のための歳入増大であるが、交通および家庭での燃料使用の効率化による環境改善も目的の一つである。さらに、OECD理事会も3月、加盟24カ国に対して環境税の導入を勧告している。

2. 2 原子力発電をめぐる国際的な動向

1991年の世界の原子力発電電力量は前年に比べて約6%増で、2兆kw時を超え、総発電電力量の約17%を占めている。92年6月末現在の国別原子力発電規模は米国が最大で、原子炉基数で世界の1/4、発電規模で30%を占める。次いでフランス、日本、ドイツ、ロシア、カナダ、ウクライナ、イギリス、スウェーデンそのほかとなっている。91年のロンドンサミットでは、原子力発電がエネルギー源の多様化および温室効果ガス排出抑制のために貢献していると評価され、開発推進のために、安全性確保と廃棄物処理分野での国際協力が欠かせないことが合意された。92年のミュンヘンサミットでは、旧ソ連型原子力発電所の安全性を向上させるための支援を行うことを合意している。

米国は原子力発電規模では世界第1位ながら、73年以降の国内における新規の原子力発電所の発注は無く、開発は停滞している。これは、電力需要が伸びてないこと、1979年のスリーマイルアイランド(TMI)原子力発電所事故後の規制強化により建設工期が延び、コスト高から中小規模の電力会社にとっては火力発電所の建設の方が有利になる事情がある。原子力は91年の国家エネルギー戦略では有効に活用すべき多様なエネルギー源の一つに位置づけられた。しかし、新政権の政策においては原子力の開発予算は減額の方である。

フランスは1973の第1次石油危機以降、エネルギー政策の柱として原子力発電の推進、石油依存度の低減に努力した。その結果、発電電力量に占める原子力発電の割合は73%(91年)と世界第1位になっており、現在は電力輸出国である。

旧ソ連は原子力利用先進国であるが、チェルノブイル事故の例のように独自開発の炉の安全性について疑問が残る、改善についての支援策が検討されている。

イギリスはエネルギー輸出国であるが、長期的なセキュリティの観点から原子力開発への取り組みは早く、発電電力量の21%を占める。90年の民営化に際しては原子力は除外され、計画中の3基については再検討とし、建設中だった同国初の加圧水型軽水炉の建設継続が認められている。

スウェーデンは電力はほぼ原子力と水力で賄われてきており、電力量の52%を占めている(91年)。TMIの影響で80年に原子力発電の扱いについて国民投票が行われて、今後増設せず、運転中のものは2010年までに廃止することが決議された。88年に政府は95、96年に、運転中の原子炉一基ずつを廃止する計画としたが、これらの決定と、エネルギーの安定供給や国際競争力の維持の両立が困難であるとの認識から、88年の決定は無効にされた。しかし、2010年目途の全廃計画は依然取り消されてはいない。

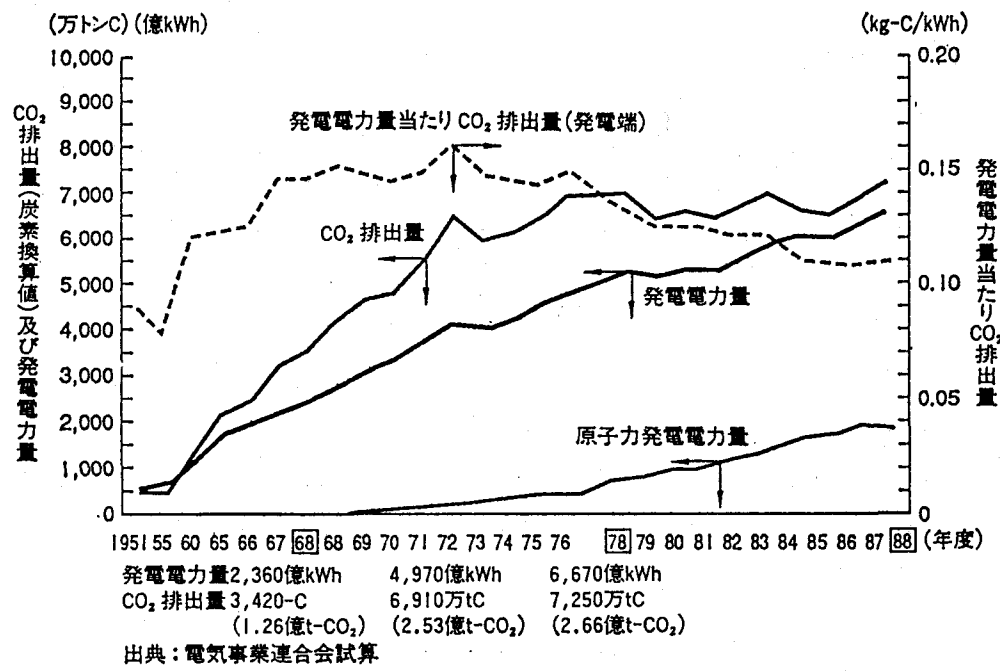
イタリアは87年の国民投票の結果を踏まえ、原子力発電所の新規建設の5年間の凍結およびすべての運転中のものの停止をした。これによる電力不足はフランスなどからの電力輸入で賄っている。

ドイツは、90年の東西統一後の電気事業の再編の中で、旧東ドイツの原子力発電所は安全性に関する疑問から閉鎖されたが、91年末の「新連邦エネルギー政策」の中では、原子力は、これにとって代わるクリ

ーンで安全な代替エネルギー源がないかぎり、引き続き重要な電源とされている。

3. わが国の動向

92年10月現在で、わが国では42基約3300万kwの原子力発電所が運転されており、米仏に次いで世界3位の原子力発電所保有国である。91年度（平成3年度）の全発電電力量の27％を原子力が占めている。わが国は、エネルギー資源に乏しく、高度成長期以降そのほとんどを輸入に依存してきたが、わが国のエネルギー供給のセキュリティの確保と二酸化炭素等の温室効果ガスの排出抑制のために、原子力は今後ますます比重の増す電源に位置づけられている。



図－1 日本の電気事業（除自家発）からのCO₂排出量の推移（文献1）

図－1はわが国の電気事業の発電電力量あたりの二酸化炭素排出量の推移を示す。¹⁾ 70年以降漸減傾向にあるのは、水力、原子力など二酸化炭素を排出しない電源の比重が高まったためである。そのほかのいわゆる新エネルギーも運転にともなう二酸化炭素の排出は無いのだが、建設等のエネルギー投入に当たっての排出量を検討すると、図－2のごとく、決して成績優秀とは言えないことが分かる。これを受けて、各発電プラントの発電原価を考慮することにより、各電源の二酸化炭素ガス削減コストが算定できる。発電プラントの運転にいたるまでの建設や採掘時のことも考えれば、完全にクリーンなエネルギーはないし、地熱、水力を除く自然エネルギーに頼れば、二酸化炭素の削減コストは原子力発電の5～24倍になる。²⁾

わが国の地球温暖化防止の為の行動としては、省エネルギーの推進、自然エネルギー開発努力は当然としても、原子力発電の拡大は欠かせないものである。87年の電気事業審議会需給部会中間報告の目標によれば、2005年の総発電電力量はこの年のその1.5倍を想定しているが、増加の全体量の80％は原子力が担うものとしている。一方、火力発電による電力量は微増にとどめるとしている。相当する原子力発電設備の増加は約3700万kwで、全設備増加の約50％である。わが国政府が90年に定めた二酸化炭素排出目標は、「国民一人あたりの排出量を2000年以降、おおむね1990年水準（約2.6トン）に抑制する」ことであるが、これを成り立たせる対策の柱のひとつである原子力発電設備の建設は、現時点では当初想定に比べて大幅に遅れている。

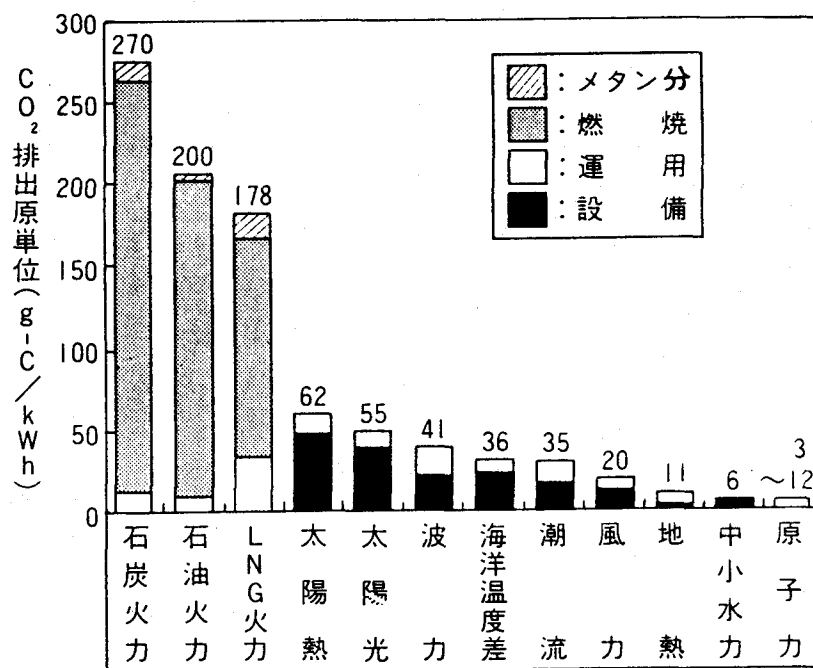


図-2 発電プラントの温暖化影響比較（文献2）

4. 原子力土木の技術課題

4.1 原子力土木の技術分野

チェルノブイルの事故を契機とした原子力モラトリアム政策、高レベル放射性廃棄物処分に対する社会的合意の未確立、プルトニウム利用に対する核拡散上の懸念などを要因として、原子力発電の利用拡大の下方修正や高速増殖炉への展開の遅れなど、原子力発電は厳しい状況にあるが、温暖化や酸性雨の要因がなく、長期的な経済成長を支える大量のエネルギー供給源として、その利用の拡大を図ることが現実的な方策であるとする。そのための土木技術関連課題は次のように分けられる。すなわち、

まず軽水炉発電の利用の拡大に関連する、

①在来型（軽水炉）発電所の新しい立地技術や立地を支援する技術および諸施策などの立地拡大方策、

②地下深部地質、地下水理、コンクリート構造の長期耐久性等、原子燃料サイクルに関わる土木技術課題、およびウラン資源の効率的な利用を目指す、

③現時点で次期の電源と考えられる高速増殖炉の免震、座屈、熱流動設計に関わる技術課題

さらに、地球環境問題に直接関わる、

④気候変化に応じた設計、運用および海域汚染などに関わる環境土木技術の課題である。

4.2 地域と共生する発電所の立地の概念と課題

近年の電源立地の困難に対する反省の一つとして、地域と共生する発電所としての立地というコンセプトが提起されている。大都会のためばかりではない、地域にとっての存在理由を問われている訳で、どういうありかたがこれに叶うのか、制度的な準備が十分かは必ずしも明かでないが、立地に関わっている土木技術者の討議を整理すると、次のキーワードにまとまる。

- ・地域に対する良きパートナーシップの発揮
- ・地域を含む社会に広く開かれた発電所

・地域の自然環境との調和

この第3のキーワードは新しい環境技術課題を内包しており、それを広く捉えれば、地球環境に関わる技術につながる可能性があると考ええる。

5. 原子力土木委員会の活動

5.1 新立地部会の活動

前章に挙げた課題の一部に相当する研究活動として、原子力土木委員会に91年度から新立地部会を設けて、新立地技術の体系化と立地支援技術の調査・開発を進めている。その内容は、次の通りである。

(1) 新立地技術の総括

海上立地、第四紀地盤立地、地下立地に関する技術の現状を把握し、体系的に整理する。

(2) 人工島式立地技術の体系化

実現性の高い立地方式の一つの重要なオプションである人工島式について、海底地質・地盤の調査システム、防波護岸の耐波・耐震安定性等に関する技術の現状を把握し、技術課題を抽出するとともに、これに関する開発成果を検討・体系化する。

(3) 立地支援技術の検討

人工島式立地を対象として、人工島背後の静穏海域の利用、人工島の緑化等に関する技術の現状を把握し、技術課題を抽出するとともに、これに関する開発成果を検討し、取りまとめる。

5.2 立地支援技術に関する研究内容について

立地支援技術の検討の一部として、藻場造成技術と潮風環境下での緑化技術に関する研究内容を示す。藻場は浅い砂地に発達するアマモ場と、それより若干深い岩場に発達する、アラメ・カジメ、コンブ、ホンダワラなどの大型海藻の藻場があり、わが国での分布で言えば、北方沿岸にはコンブ場、太平洋沿岸にはアラメ・カジメ場、日本海沿岸にはホンダワラ類藻場、瀬戸内海沿岸にはアマモ場が優勢である。現在最も情報の少ないホンダワラ藻場の造成に関する知見を収集整理するべく、天然の島の藻場を中心に調査を実施している。

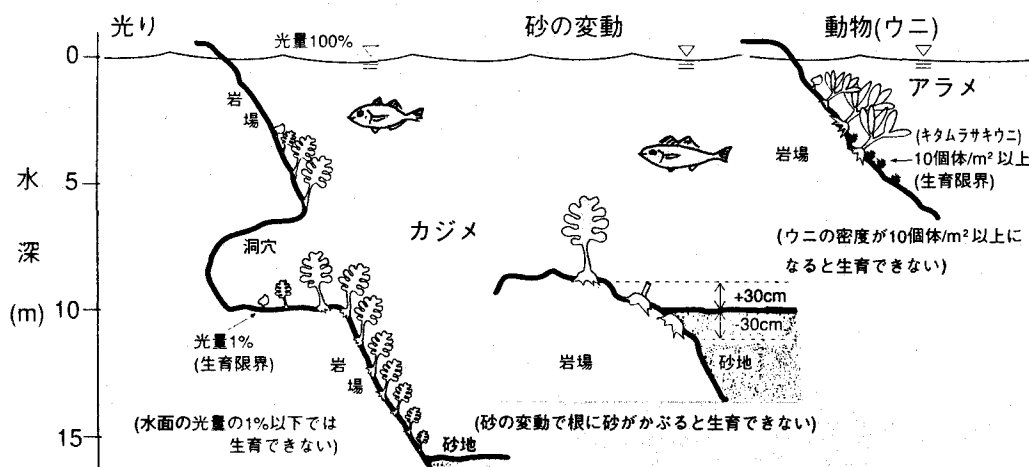
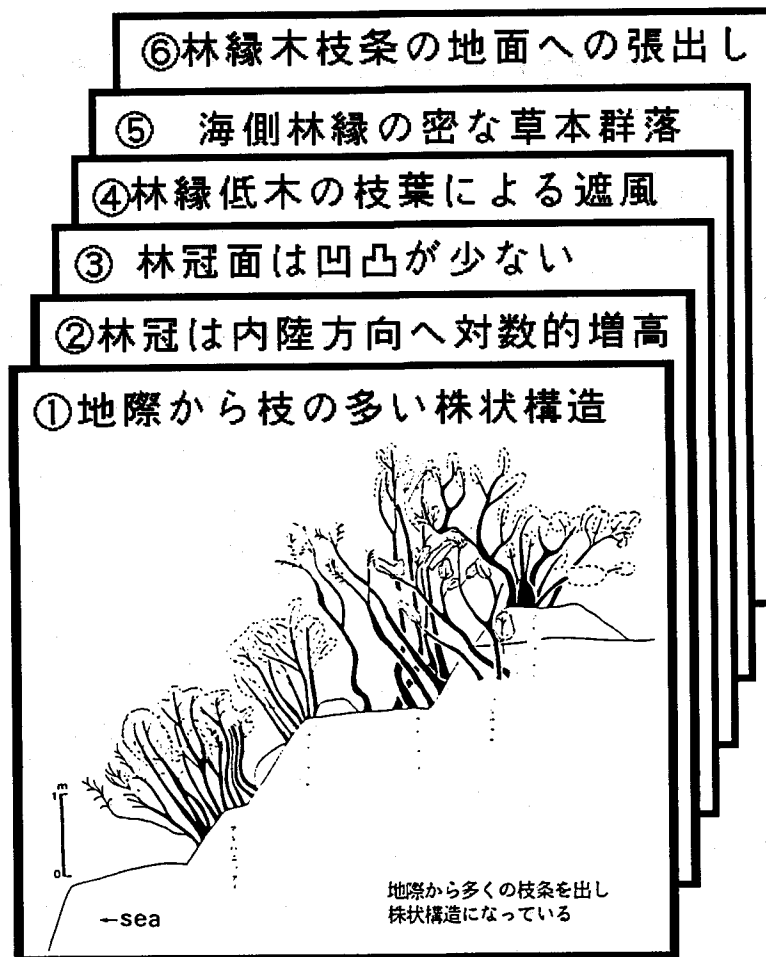


図-3 アラメやカジメの成長に影響を及ぼす主要な要因と海域の調査から見た限界条件

図-3はアラメ・カジメの生育制限要因を沿岸海域での観察から見いだした例を示している。

人工島あるいは周辺海岸における緑化技術を体系的に整備するべく、これについても天然の海岸林の状況

を調査している。



図－4 現地調査による海岸林の耐潮風性構造の模式図

図－4 は厳しい潮風条件に適応している海岸林の実態調査から、緑化の設計に役立つ知見を抽出した例を示す。

これらの自然の生態に倣う方針は、敢えて拡大して言えば、地球環境の復元に活かせる技術を生む可能性を秘めていると言えよう。

参考文献

- 1) 小林 料：電気事業の地球環境問題への対応, エネルギー, pp. 70-73, 1992年4月
- 2) 内山洋司：クリーンエネルギーへの甘い期待を打ち砕くこれだけの現実, エネルギーフォーラムNo. 461, pp. 79-83, 1993年5月