

火力・原子力発電所における温排水問題の現状と将来

齋 藤 正 彦*

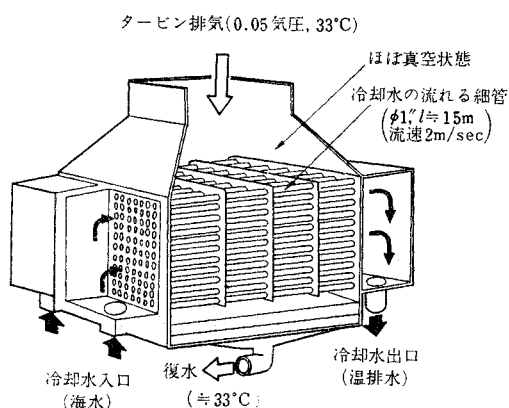
1. 温排水はなぜ社会問題化しているか

——その要因と対応の実態——

最近、火力発電所や原子力発電所の海岸立地に伴い、温排水の放流が環境に及ぼす影響について、関係各方面で多くの議論がなされるようになり、新しい発電所を建設しようとする時、必ずといってよいほど、温排水の海生生物や漁業に与える影響の有無が、問題視されるようになってきている。

温排水というのは、発電機のタービンを回したあとの低圧の蒸気（タービン排気、0.05 気圧、33°C）を水にもどすため、復水器（図一）に大量に使用される冷却用の海水で、蒸気から凝結熱をとるために取水温度より7~8°C 水温が高くなって、放水路から放流されるので温排水とよばれる。

現在、火力発電所の熱効率40%程度、原子力発電所は33%程度であるので、冷却水量は出力100万kWあたり火力で35~40 m³/sec、原子力で60~65 m³/secとなっている。



図一 復水器内部構造模式図

* 正会員 東京電力(株)技術開発研究所副所長

水温の上昇は、他の水質汚濁の原因となる有害物質とは本質的に異なり、温排水がいったん海に放流されると海水と混合して、すみやかに温度が下がってもとの海水温度にもどるので、発電所からの温排水の放流によって漁業に実質的な損害が発生したという事例はこれまで報告されていない。それにもかかわらず、温排水の影響が議論されるようになった背景には、次のような事情が反映しているからである。

① 従来は、火力発電所の建設が主体でその規模も大きくなく、しかも、臨海工業地帯の埋立地ができてから着工されるため、土地造成や他の水質汚濁の問題が表面にでて温排水はほとんど問題にされなかった。ところが最近では、とくに原子力発電所が臨海工業地帯から離れた、きれいな海の漁場の近傍に建設される場合が多くなったため、あらためて温排水が問題視されるようになった。

② 温排水の環境に及ぼす影響がまだ十分に解明されないうちに、発電機の単機容量の大規模化、発電所の集中立地化により、1発電所から大量の温排水が放流されるので、不安感がもたれるようになった。

③ 公害問題に対する世論がきびしくなって各地で反公害運動が活発になり、火力発電所の大気汚染問題や、原子力発電所の放射能の安全性問題とからめて、温排水問題が取り上げられるようになった。

④ 内陸河川立地型の火力発電所が80%を占めるアメリカ合州国の温排水に対するきびしい規制措置の公害情報が、冷却水に河川水を使っている事情の説明がないまま、わが国に導入されてセンセーショナルに報道された。

以上のように温排水問題がようやく社会問題化しはじめた昭和40年前後から、発電所の建設計画のある地域では水産関係者の間で関心が高まりつつあり、県の水産機関や漁業団体などによって、温排水の影響の予察調査が行われるようになった。そして昭和40年の後半からは、電力側も独自に、計画地点の漁業者の諒解を得て周

辺海域の気象、地形、潮流、水温、水質の事前調査が実施できるようになり、それらの調査結果から発電所の取放水方法を設計し、シミュレーション手法によって、温排水拡散の範囲を求め、建設計画について漁業関係者に説明してから、漁業補償交渉が進められ合意が得られるようになった。そして発電所運転後の温排水の影響について、県の水産試験場を主体として、漁業団体および電力側が協力して事後調査を実施するようになり、温排水問題に対応する関係者間の協力関係は徐々にではあるが改善されてきている。しかし、一般に公害・環境問題に対する住民意識はますます高まるばかりで、漁業者と電力側の交渉が妥結しても、温排水以外の問題で地域住民の反対運動が続いて、火力発電所の環境権訴訟や原子力発電所の建設差止め請求訴訟に発展している地域もあり、電源立地の確保は、まだきびしい状況にある。

2. 温排水問題に対処する行政の現状

(1) 温排水の規制に関する動向

以上のような社会情勢の推移から、昭和 45 年温排水の規制の必要性について国会において論議がなされた結果、同年 12 月、公害対策基本法と同時に新たに水質汚濁防止法が制定され、公共水域の人為的な水温変動もこれらの法体系の規制の対象とされることになった。そして温排水に関する排水基準をすみやかに定めることが付議され、昭和 46 年以降、環境庁は水産庁、資源エネルギー庁、科学技術庁等関係省庁と協力して、温排水規制の対策に着手した。昭和 47 年 7 月には中央公害対策審議会の水質部会に温排水分科会を設け、規制に関する基準について審議を進めている。

そして、審議の検討資料とするため、昭和 46 年度以降環境庁は資源エネルギー庁と共同で、敦賀・美浜の原子力発電所、高砂・姉崎の火力発電所において、温排水拡散の実態調査を実施しており、今後も二、三の火力・原子力発電所において環境調査の実施を計画中である。

(2) 電源立地に伴う環境保全のための対策

環境庁が温排水の規制の審議を進めているのは別に電源立地に伴う環境保全対策を積極的に推進するため、通産省は昭和 48 年 10 月、資源エネルギー庁に環境審査顧問会を新たに設け、原子力発電所と出力 15 万 kW 以上の火力発電所について、発電所の設置が自然環境と社会環境に与える影響について調査資料を施設者から提出させて審査し、その結果を電源開発調査審議会に報告して計画地点が決定されるという手順をふむことになった。調査資料のうち、温排水の環境に与える影響につい

ての調査事項は次のとおりである。

a) 温排水の拡散関係

① 取放水設備に関する諸元、② 対象海域の特長等に立脚する冷却水の取放水方式の選定と設備のレイアウトの検討過程、③ 対象海域における水温構成、流況等の海象調査結果、④ 温排水の拡散予測のための手法の説明とその予測結果。

b) 漁業および海生生物関係

① 海域の自然条件(地形、底質、水質等)、② 漁業実態(漁場、漁期、漁獲高等)、③ 海産生物の実態(浅海生物、魚等の遊泳動物、魚卵稚子、動植物プランクトン等)および温排水がこれらに及ぼす影響、影響に対する対策等、④ その他温排水の局地気象に与える影響等、⑤ 水温、水質、生物相について発電所運転開始前後のモニタリング計画等。

さらに、原子力委員会は、原子力発電所に対して原子炉の安全性、環境保全(温排水が含まれる)、地域開発などについて、住民の意見を反映せよというこれまでの社会的要請を受けて公聴会制度を発足させ、昭和 48 年 9 月わが国で初めて福島第二原子力発電所の公聴会を福島市において開催した。

以上のように、環境庁、資源エネルギー庁を中心として温排水の影響の現地調査が逐次進められつつあるのに加え、制度的にも環境審査や公聴会が実施されるようになり、環境アセスメントの実施体制もようやく軌道にのってきたといえる現状にある。

3. 諸外国における温排水問題の現状

欧米では、内陸の産炭地火力発電所を建設した比較的早い時代から、復水器の冷却水を確保するため、冷却池や冷却塔を設置してきており、また、流量が大きい河川では温排水をそのまま放流してもそれが環境問題となることはなかった。したがって(アメリカを除いて)、イギリスはじめ西欧のほとんどの国は、温排水を規制する基準が整っていない状況である。しかし、最近になって発電所の規模も大きくなり、原子力発電所の場合は温排水の量が多いので、河川の水温上昇について関心が高まり経済、環境の両面から調査・研究が進められるようになってきた。

アメリカ合州国においては、西欧に先んじて河岸や湖岸に火力発電所を建設する場合の批判が高まってきたため、温排水から水生生物を保護するための法規制や取放水施設の温排水対策が実施され、原子力発電所の新增設によって、さらにきびしい対策がとられるようになっていく。

合州国の場合、内陸立地型の発電所が主体となってお

り、わが国とは全く異なる立地条件であるが、現在環境問題については行政面においても対策技術面でも最も進んでおり、その実情は以下に述べるとおりである。

(1) 温排水の規制に関する歴史的過程

連邦に水質規制の動きがでてきたのが第二次大戦後であるが、実質的に有効な法律ができたのは1961年法で、当時水質規準を制定した州はごくわずかであった。1965年、水質法が改正され1967年6月までに全米各州に水質基準をつくるのが条件づけられた。

内務長官が任命した国家技術諮問委員会 (NTAC) は、1968年4月水質基準に関する勧告書を作成し、規制当局が各州から提出された水質基準案を検討する指導書とした。その勧告された基準値は表-1に示すとおりである。

表-1 アメリカ合州国における水温基準

水域別	許容上昇温度	摘要
河川	5°F(2.8°C)	各月の予想最低日流量時の水温を基準 1日最高水温の月平均値を基準 夏以外、1日最高水温の月平均値を基準 夏期準
湖・貯水池	3°F(1.7°C)	
河口・海岸	4°F(2.2°C)	
河口・海岸	1.5°F(0.8°C)	

注：国家技術諮問委員会の勧告，1968年による。

このNTACの勧告は、まずアメリカ全土の水面温度は32°F(0°C)から最高100°F(37.8°C)の範囲にわたり、緯度、高度、季節、日時、流量、水深などによって千差万別であり、全国はもちろんのこと、各州別でもとうてい一律に水温規定はできないとしている。そして、自然に起こる日間あるいは季節的な変化を保持することをねらいとして、暖水性生物および冷水性生物のそれぞれに対して、水域(河川、湖・貯水池、河口・海岸)を分けて、それぞれの自然水温を基準にして水温上昇の許容限度(ΔT)を規定する方がより妥当であるとしている。

さらに、この勧告においては、このΔTの基準に加えて、混合領域(mixing zone)を設けることを認めている。すなわち、このΔTの規制が放出点で満足しなければならないとすると、その対策のために経済的負担が大きくなるため、放水口周辺に水温上昇のある範囲の混合領域ができることはやむを得ないものと認め、この領域の幅、長さを制限し、その外側の水域では常に生物の棲息しやすい良好な水質状態を保とうということである。河川および河口水域については、混合領域の外側の通過流路は、流水断面積または流量の75%であることが基準となっている。湖、貯水池および沿岸海域に対しては、混合領域について数値的な制限は述べられていないが、混合領域はできるだけ小さくするよう必要な施策をして、その領域の境界での水温は、その水域の法定の水質基準に合致する必要がある、としている。

1970年に入って、環境保護政策法(NEPA)が制定さ

れて環境保護庁(EPA)が設立され、内務省の一部であった連邦水質管理局の機能がこれに移管された。

1972年10月、連邦水質汚染管理法(FWPCA)が制定され、新法の目標は1985年までに水域に対する一切の汚染物の放出を終わらせることとなっており、この目標自体は法的強制力はないが、目標到達までの2つの段階(1977年、1983年)は、今後、産業界が達成しなければならない義務となり発電所や工場の設置者は1977年までに、“実行可能な最善の”技術を、また、1983年までに“利用可能な最善の”技術を採用しなければならない。この1983年、1985年目標の実現は、技術、環境、経済、社会の各方面で広範な影響が予想されるので、15人委員会(大統領と上下院が任命)を設け、全米科学アカデミーをはじめ、政府、民間の研究機関を動員して評価検討を行うことになっている。

同法の特徴の一つは、発電所の熱放出については州機関の水質証明を入手すればよいことになり、従来要求されていた陸軍工兵隊の許可も、AECによる独自の審査もいらなくなる。水質基準をもたない州や、あっても不十分な州、あるいは2州の利害が対立するようなケースにだけ環境保護庁が介入することとなっている。

(3) 温排水規制に対処する対策の現状

温排水対策は、いずれの場所のいずれの発電所にも適用できる方法などあり得ないので、対策の現状については、個々のケースについて検討する必要があるが、ここでは、復水器冷却水の処理方式の状況について、1970年から1975年までに建設中または計画中の116か所の火力発電所について調査した結果を表-2に示す。この表からわかるように、これらのうちの86%が内陸立地となっており、わが国とは全く異なった合州国の立地事情を知ることができる。なお、これらのうち58%が冷却塔、冷却塔によって対策を講じているが、42%はonce-through方式(取水した水域へそのまま放流する方式)となっており、これも大河川をもつアメリカ大陸の特徴を表わしている。

次に、原子力発電所のうち、温排水の規制のため特別の技術的な対策を計画または実施している55の発電所について調査した結果を、前と同じく冷却水の処理方式

表-2 アメリカ合州国の火力発電所温排水の処理方式

立地	冷却方式	発電所数	
内陸	淡水 100(86%)	once-through	42
		冷却塔	30
		冷却塔(湿式)	28
海岸	海水 16(14%)	once-through	16

注：① E.W.誌により調査。

② 1970年から1975年までの建設中または計画中の116か所。

表-3 アメリカ合州国の原子力発電所温排水の処理方式

立地	冷却方式	発電所数	摘要	
内陸 (43)	河川 (23)	once-through	12	海域放流 2, 冷却塔併用 2, 特殊放流設備 2
		冷却塔 (湿式)	11	
	湖・池 (20)	once-through	17	人工湖 3, 冷却塔併用 1 特殊放流設備 2
		冷却塔 (湿式)	3	
海岸 (12)	once-through	11		
	冷却塔	1	詳細不明	

注: ① 1971 年, NUS Co. の調査による。
 ② 1971 年運転中または計画中の 55 か所。

により分類すると, 表-3 のとおりである。さらにこれら 55 発電所のうち, 明らかに事前調査を実施している 37 発電所について, その調査内容を表-4 に示す。

表-4 アメリカ合州国の原子力発電所環境調査実施状況

立地	水理学的	水理模型	生態学的	
内陸 (27)	河川 (13)	10	10	12
	湖沼 (14)	7	5	10
海岸 (10)	7	8	9	

注: ① 1971 年 NUS Co. の調査による。
 ② 55 か所のうち 37 か所。

水理学的調査としては, 水質(DO, PH, 濁度, BOD), 水温(船による調査, 赤外線航空写真による水温分布調査), 流況(染料拡散試験, 観測ブイ・漂流板による調査), 気象観測, 拡散のシミュレーション予測計算等を実施し, 調査資料はコンピューター解析によって, 流速, 流向, 持続時間および温度の頻度曲線を求める。

水温や流れの統計記録は, 合州国地質調査所 (U.S. Geological Survey) および陸軍工兵隊 (U.S. Corps of Engineers) から求められる。

水理模型実験としては, 湾の潮汐模型による拡散実験, 循環水ポンプ・希釈ポンプ運転時の流況実験, 温排水の拡散実験と理論計算との対比, 取放水口の位置, 放流角度等の関連における放水温度の分布に関する水理実験, jet-diffuser など, 水中放流装置の拡散効果に関する水理実験を実施している。

生態学的調査は, 周辺水域の植物プランクトン, 動物プランクトン, 底生生物, 藻類, バクテリア等の種類, 数, 分布の調査, 魚類については大きさ, 生長率, 餌の種類なども調査する。有用生物の致死温度, 水質の化学分析についても研究の対象としている。

以上の諸調査の大部分は, 電力会社自身でなくコンサルタントなどによって行われている。なお, これらの調査研究は, 州または連邦政府と協同して行われている。

4. わが国における温排水問題への対応

(1) 温排水拡散の実態の解明

従来, 原子力発電所の立地選定の条件は, 地質, 地震

歴, 海象条件が良好で, 発電所の構造物の安全設計ができることが必須条件であったが, 最近では温排水の影響が大きく取り上げられるようになり, 地点周辺の漁場環境の事前調査が不可欠となってきた。

さらに, 臨海発電所の建設計画を進めるためには, 温排水拡散の予測範囲について, 漁業者の諒解をうることが先決問題となってきた。このような状況から温排水拡散の実態を明らかにするため, すでに運転している火力・原子力発電所において, 夏, 冬の年 2 回, なるべく大潮時を選んで, 漲潮時, 落潮時の拡散範囲の水温分布調査を定期的に継続して実施している。

水温分布の調査方法は, 調査船に水温を水深別に測定する 3~6 点のサーミスター温度計を取り付け, 放水口から放射線状に, または海岸線に平行に走航して水温を連続的に日記記録する方式によっている。

測定点の位置確認は, トランシット, 六分儀, または電波測位儀による。測定は通常少なくとも 1 時間以内に終了するようにする。測定結果は図面上に測定点とその測定値を記入し, 整数値で 1°C 差ごとの等温線として描き, 水深別の水平水温分布図を作成する。また, 鉛直水温分布は, 拡散の主流軸方向の縦断面内に測定点の水深別の測定値を記入し, 1°C 差ごとの等温線を描いて作成する。以上の水温分布図を作成することにより, 温排水拡散の実態を把握することができる。

一方, 熱による赤外線放射の原理を応用した赤外線熱映像装置で, 飛行機から温排水の拡散パターンを測定する方法も開発されている。性能は, 高度 1000 m から飛行方向に幅 2000 m のゾーンについて, 0.5°C の感度で温水塊の流動状況もわかるほど詳細に, 海表面の拡散パターンを測定することができる。測定はきわめて短時間にできるので, 流れの早い地点, 排出源が複数の地点, ならびに地形が複雑な地点の測定には, きわめて有効である。ただし, 赤外線熱映像は, 表皮水温の相対温度を感知するにすぎないために, 表層水温分布図を求めるには, 調査船で表層水温を直接測定して補正作業を行うことが必要である。これまでの実績では, 調査した拡散パターンの場合, 船で測定した拡散範囲とほぼ一致した結果が得られている。

温排水の拡散予測の解析手法は 1964 年以来, 電力中央研究所を中心として電力各社で, 数理モデルによるシミュレーションの解析手法の研究開発として進められ, 新しい発電所の計画地点の温排水の拡散予測は, ほとんどこの手法によっている。

発電所の温排水拡散のシミュレーション解析手法による計算の進め方は, 拡散海域を外海, 内海および湾内に類別し, 拡散水域に設置した流向・流速計による長時間連続観測データから流速変動を統計解析し, 拡散係数を

算定するとともに、それぞれの海域の流れの特性と拡散特性を求めて拡散モデルを選定し、これに基づいて数値モデルシミュレーションによる予測計算を行っている。

現在、前述の拡散の実態調査結果を分析しながら、シミュレーションによる予測計算結果と対比して、予測手法技術の向上を図っている。

(2) 温排水の海生生物に及ぼす影響調査

温排水の環境への影響については、まだ調査した実績が少なく、十分に解明されていないため、今後海生生物に及ぼす影響について調査・研究を進めることは、温排水問題を明らかにするため最も重要な課題である。

海生生物は、その生存状況によって、プランクトン、ベントス（底生生物、海藻、貝類）、およびネクトン（遊泳魚類）の3群に分けられる。温排水が海生生物に及ぼす影響の一つは、プランクトン（魚卵、稚子も含む）が冷却水とともに発電所の復水器を通るとき、きわめて短い時間（数分間）、水流の攪乱と温度上昇（7～8℃）によって受ける影響である。もう一つは冷却水が温排水となって放流され拡散する海域でプランクトン、ベントス、藻類および魚類が、上昇水温から受ける影響である。

このうち、魚類の影響は水産業あるいは漁業権の問題として、最も重要であるが、海岸立地の場合、温排水の拡散領域は、放流海域に比べればきわめて狭い限られた範囲で魚類は自ら適温を求めて遊泳するので、影響を判定するのが難しく、その調査は広範囲にわたり長期間が必要である。

底生生物については、温排水は表層に拡散するので、放水口近辺の限られた浅海部を除けば、影響は及びにくいと考えられる。しかし、海藻類や貝類などの漁場が近くにある場合は、モニタリング調査が必要である。

プランクトンについては、海中生態系の水質浄化、酸素生産などの作用をし、海の牧草として食物連鎖を通じて魚貝類の餌料となる重要な役割をもっており、しかも、冷却水といっしょに復水器を通過して、温度の影響を受けることは他の生物群集では見られない特徴をもっているため、短期的な影響を知るのに都合がよい。したがって、発電所前面の海域を対象として、プランクトンの室内実験と野外調査が地域の水産試験場や電力会社、民間研究機関、大学などによって広く実施されている。

室内実験の方法としては、プランクトンの復水器通過による影響について、発電所の取水口と放水口でプランクトンを採集し、両者の活性の変化を増殖速度、生残率などについて比較検討を行っている。また、温度上昇の影響については、実験室の恒温槽において温度上昇の経過を再現して影響度を生残率などにより求めている。

野外調査では、季節ごとに温排水の拡散海域と温排水

の影響のない海域とでプラクトンの種類別数量、分布調査と沈殿量の比較を行っている。

以上のような調査・研究が各地で実施され、調査データが次第に集積されつつあるが、現在まではいずれも温排水による目立った変化は認められていない。

今後は、環境審査や公聴会において提案されたモニタリング計画や地元との公害防止協定の覚書に基づいて、国をはじめ地方自治体および地元漁業団体の協力のもとに、継続的な環境調査が行われるようになっていく傾向にある。

(3) 温排水の利用の促進

発電所の温排水利用の開発については、これまで魚貝養殖、蔬菜栽培、鉄道融雪など水産、農業、工業の各方面の利用案が、外国の実験例を含めて、いろいろ紹介されているが、いまだ実用規模にまで開発されたものはない。わが国においては冷却水として海水を使用しており、水産養殖がさかんである事情から、昭和38年ころから火力発電所で、温排水利用によるハマチ、クルマエビ、アワビなどの養殖実験が進められてきており、そのうち現在の実施状況は表一5に示すとおりである。

温水養魚開発協会は、原子力発電所からの温排水利用の研究を推進するため、昭和47年6月、漁連、専、電気事業が協力して設立され、東海原子力発電所を対象に研究が進められている。一方、敦賀・浜岡両原子力発電所においては県が主体となって養殖研究開発を進めている。

今後は、わが国の優れた種苗生産養殖技術の開発を温排水利用に活用して、水産資源増産を目標として、養殖場の確保と育成種の選択を、発電所の建設計画時点から総合的に検討することが必要である。

表一5 発電所の温排水利用による養殖実験

事業主体	供給元	池面積 (m ²)	魚種
温水養魚開発協会東海事業所	日本原子力発電(株)東海原子力発電所	2000	チダイ、アワビ、クルマエビ
静岡県温水利用研究センター	中部電力(株)浜岡原子力発電所	250	アユ、カサゴ、アワビ、ワカメ、ノリ
福井県水産試験場	日本原子力発電(株)敦賀原子力発電所	975	マダイ、ハマチ、クルマエビ
東北電力(株)	東北電力(株)仙台火力発電所	522	アワビ
ツルガハマ栽培水産会社	中国電力(株)下松火力発電所	7080	クルマエビ、アユ
九州林産(株)	九州電力(株)大村火力発電所	6100	クルマエビ、アユ
中部電力(株)	中部電力(株)尾鷲三田火力発電所	183	マダイ、ハマチ、チダイ、クルマエビ
四国電力(株)	四国電力(株)松山火力発電所	9000	クルマエビ

注：昭和48年12月。

5. 今後の温排水対策のあるべき姿

現在、電気事業は電源立地難に加えて、石油エネルギーからの転換、電力原価の高騰等の難問が山積しているが、国民生活に必要な電力需要を確保するためには、表一6に示す長期計画を目標に開発を進めなければならない。

表一6 昭和60年度目標電源構成計画

(単位: 万kW)

年度	昭和48	昭和55	昭和60
水 力	2152 (25.6)	3601 (22.7)	4879 (22.1)
火 力	6037 (71.7)	9808 (61.7)	11215 (50.7)
原 子 力	228 (2.7)	2483 (15.6)	6000 (27.2)
計	8417	15892	22094

注: ① 電事審, 需給部会, 昭和49年8月発表。

② () 内は百分率, ただし自家発電を除く。

これを昭和60年度について電源別にみると、78%は火力・原子力が占めており、そのほとんどは臨海に建設され、大量の冷却水を海水に依存し、その取水放水の場を海域に求めることになるのも、またやむを得ないことである。

すでにこのことを取り上げて、温排水問題に対する不安を訴える学者もある。その主旨は、わが国の温排水対策の現状を批判し、外国の事例から水生生物の影響について危惧の念を表明し、将来は温排水が莫大な量となって重大な影響がでてくるであろうというものである。

さきに述べたように、外国の温排水問題は内陸河川立地の発電所を主体としているため、影響の因果関係が比較的究明し易い事情にあるが、わが国のように海に放流される場合は、影響が短期間に現われにくい事情があり、温排水の影響を予測することはきわめて難しいといわざるを得ない。しかし、今後温排水問題について国民の理解をうるためには、わが国の事情を考えた対策を進めることが必要であることは論をまたないところであり、これまで種々調査研究を重ねてきた知見に基づいて、当面早急になすべき研究事項ならびに課題をかかげれば、以下のとおりである。

(1) 大流量の温排水拡散の実態の解明

現在、建設が進められている大規模な火力・原子力発電所が運転を開始すれば、本年中にも1地点で100 m³/sec から150 m³/secの温排水を放流する地点が出現することになる。その実測調査結果が得られれば、心配されている大流量の温排水拡散の実態が明らかになり、集中立地の適正規模や海域への影響調査について検討をするのに、大いに寄与するものと期待される。

合州国の河川立地の場合、混合領域が許される基準として、河川流量が温排水の流量の3倍となっているが、この混合領域の考え方を海岸立地の場合にどのように適用すべきかについても検討を進める材料が得られることになる。

(2) 温排水の影響の軽減対策の研究

この課題については、まだ温排水の環境に及ぼす影響について定説がない現段階において対策の効果を判定することができないので、具体的に実施するには十分検討することが必要である。

まず、何よりも立地選定にあたっては、漁場環境の事前調査を十分にを行い、できるかぎり漁場への影響を少なくすることが前提条件である。そして、温排水の拡散範囲をできる限り小さくするように、取放水施設の位置や構造について水理模型実験などにより検討し、計画を決定することである。

冷却塔による方式は欧米で採用されているが、これらはすべて河川や湖に冷却水を依存する場合であり、河川が渇水して流量が少なくなったり、夏に河川水温が高くなったり、さらに流れがなく拡散がほとんど行われなため、水温が規制値を越えるような場合の対策として用いられているものである。よって、この方式をわが国に採用する場合はきわめて特殊なケースとなり、わが国独自の条件について地点ごとに比較検討を詳細に行うことが必要となろう。

冷却池による方式は、欧米でも立地事情が好条件のところに限られており、わが国で採用する場合、新しい立地地点として100万kWあたり6~10 km²の広大な用地が平坦地に確保できるかどうか問題である。

(3) 温排水の海生生物に及ぼす影響調査の促進

発電所が運転を開始して温排水が放流されると、放水口の近辺に魚類が集まり、釣人がくるのは今では常識になっている。しかし、ノリ漁場や冷水性の魚類が温排水を好まないのも事実であり、温排水に対する不安が全く解消したわけでもない。

これまでの調査過程から、温排水がプランクトンや放水口付近の海生生物に明らかな影響を与えた事例はまだみられないが、今後、新しい発電所の建設を進めるにあたって、温排水に対する理解をいっそう深めるためには前面海域の水温、水質、生物相について運転開始前後のモニタリングを継続して実施し、生物学的・水産学的に環境の時間的・空間的变化を追跡していくことが必要である。

そして、このために、第一線で採集分析作業を担当している県水産試験場の調査員の増員と、それらをサポー

トするコンサルタントの育成強化を早急に行うことが急務である。さらに、それらをバックアップする総合臨海実験所の設立が望まれる。

6. む す び

世界に目を向けると、本年6月、第3回国連海洋法会議がカラカスで開催され、冒頭にペレス・ベネズエラ大統領は「世界の人口急増による食糧危機の到来は、食糧を海に求める時代になっている」と海の重要性を訴えており、世界の動向は自国の海産資源を保護するため、沿岸200カイリを経済水域として規制しようとしている。

このことは、たん白源の半分以上を魚類に求め、しかも、その供給量の1/3を遠洋漁業に依存しているわが国にとっては、きわめて重大な問題である。さらに、8月にブカレストの国連世界人口会議、11月にローマの国連世界食糧会議があいついで開催され、人口、食糧、海産資源、エネルギーと結んで、臨海発電所の温排水問題は単に海生生物の影響問題のみならず、水産資源の確保と関連して国の政策課題として一般国民の関心をよぶことになるであろう。

温排水問題が科学的な理解によらずに、憶測による議

論によって混乱することのないよう、きわめて平凡であるが、影響調査を長期的視点にたつて組織的に実施し、温排水について国民的合意をうるように努力することがいま最も必要とされていることである。

これまで、土木技術者は電源開発の先頭にたつて調査・計画を推進し、発電所の建設に大きな役割を果たしてきた。これからは、火力・原子力発電所の温排水問題の解決のため、水産、生物のほか、海洋、気象など各分野の研究者との協力体制を進め、パブリック・アクトランスをめざす“シビル・エンジニアリング”本来の使命達成のため、各位の活躍を期待してやまない。

参 考 文 献

- 1) 千秋信一：温排水対策の現状と研究の方向、原子力工業、20-7, pp. 12~22, 1974年。
- 2) 千秋信一：温排水問題の現状と調査研究の展望、公害と対策、9-6, pp. 13~19, 1973年。
- 3) 土木学会誌編集委員会編：特集・エネルギー問題のとりえ方、土木学会誌、59-6, 1974年。
- 4) NUS Co. : A Survey of U.S. Utility Response to Thermal effects Problemes, March, 1971.
- 5) NUS Co. : A Study of the thermal discharge situation in the United States, November, 1972.
- 6) 日本水産資源保護協会編：発電所温排水利用養魚の現状と問題点、昭和49年3月。

(1974. 9. 12・受付)

土木 雑誌 施工技術

12月号 11月20日発売 定価480円(〒40円)

特集：施工管理における自動化

施工計画・管理における自動化の現状と問題点…鹿島建設 庄子 幹雄
積算の自動化

- i) 首都高速道路公団例
- ii) 日本道路公団例
- iii) 阪神高速道路公団例

原価管理の自動化……………大成建設 竹中 達夫
品質管理の自動化……………東洋大学 中村 慶一

〔主要記事〕

ポンプ船による総掘工事 —川崎製鉄・水島製鉄所施工例—
……………川崎製鉄 堺 信介
……………東亜建設 谷脇 貢
SPC工法による橋梁架設……………浅沼組 広川 信次
地下水注入実験の解析……………国際航業 田中 正利

土質安定工法便覧

京都大学 松尾新一郎 編

A5判 734ページ 定価7000円
土壌の基本的性質から工法選定のポイント、工法の実際までを実務的に解説。工法の解説では、最新のものを含め34に分類、それぞれ第1線の技術者が体験をもとに、用途、原理、設計、施工法、失敗例、施工上の問題点などを詳述

図解土木用語辞典

土木用語辞典編集委員会 編
新書判 664ページ 定価1800円
土木技術に関する基本用語、および日常の実務に必要な業務用語、新語など約4000語を収録したわが国初の図解式ポケットディクショナリー。

日刊工業新聞社出版局

東京都千代田区九段北1-8-18 ☎03(263)2311(代表)