

# Vi 寄 稿

## 1 原子力発電の水産業に及ぼす影響

谷井 潔 (東海区水産研究所)

近年の我国産業のめざましい進展は、その電力の需要の著しい増大を伴っている。その需要量を推定すると年間で次のようになる。

昭和40年	45	50	55	60
1510	2323	3611	4832	6488

(億KWH)

水力発電の開発はやや頭打ちになり、発電の主力は火力発電であろうが、原子力発電もその技術開発により経済性もやがて火力と太刀打ちできると考えられている。電力会社の計画からみて昭和50年度における原子力発電はその規模600万KWH、別に建設途上のものが約600万KWHと考えられる。さらに各種電源の組合せを考えると、他のエネルギー供給の条件が現在と大差ない限り、昭和60年度までに原子力発電は3000~4000万KWHに達するものと考えられる。一つの発電所の規模が平均100万KWHと想定するとその数は30~40ヶ所になろう。また従来の火力発電所は重油、石炭を熱源としているので、内湾に面して建設されている。しかし原子力発電所は、人心の動向等をも考慮して現在人口稀薄な外湾に面して建設される公算が大きい。

こゝで水産業の現状さらに今後の動向を考慮しておくことは問題点を明らかにするため必要なことと思われる。1938年から1963年の15年間のFAO統計をもとにした数値をみると、1938年約1,800万トンであった海産漁獲物は1963年4,000万トンに達している。地域的にみるとアジアは、1,000万トンから1,800万トンに増加している。我国だけを考えると約400万トンから約660万トンにふえて来た。1958年から1963年の漁獲物を種別にみると第1表のようになる。海外からの輸入もあるが、沿岸漁業の進展が目立っている。

第1表 種別の漁獲量(千トン)							漁獲物が水揚	
		1958	1960	1961	1962	1963	1963(%)	後どのように利
総	量	5412 (100)	6101 (113)	6609 (122)	6759 (125)	6589 (122)		用されているか
魚	類	4063 (100)	4506 (111)	5064 (125)	4961 (122)	4705 (116)	70.4	は第2表に示す。
貝	類	457 (100)	504 (110)	498 (109)	509 (111)	604 (132)	9.0	この表から、
イカ・エビ等		627 (100)	776 (124)	702 (112)	871 (139)	941 (150)	14.1	非食用原料が戦
海	草	339 (100)	386 (114)	425 (125)	501 (148)	425 (125)	6.4	前より減少して
海産ホ乳類		2	2	2	1	1		いることが理解
ク	ジラ	年平均2万頭		農林統計(1963~'64)				できる。第1表

の結果と考え合せると、直接食料となるかまたは迂回生産されるかいずれにせよ、食料としての価値は増大している。さらに第3表をみると、戦前にくらべて、動物性蛋白の摂取量は増加していることがはつきりする。増加率だけを考えると畜産製品は水産物より大きい、絶対量では水産物の方が大きい。

第2表 水産物利用配分の推移(%)

年次	総計	非食用		魚介類		海藻
		原料	合計	加工食品原料	生鮮凍	
1935	100	40	47	35	12	13
1945	100	3	87	24	63	10
1955	100	7	87	50	37	6
1956	100	7	87	57	30	6
1957	100	5	88	59	29	7
1958	100	10	84	58	26	6

(資源調査会報告19)

第3表 1日1人当り蛋白供給量(g)

種類	1934~ '62 '63			種類	1934~ '62 '63		
	'38平均	'62	'63		'38平均	'62	'63
肉類	1.0	2.6	3.1	穀類	34.0	33.9	33.9
卵類	0.8	2.3	2.6	いも類	1.6	1.3	1.2
牛乳+乳製品	0.2	2.4	2.8	豆類	6.3	7.2	7.2
小計	2.1	7.3	8.5	野菜・果実	2.6	4.3	4.7
魚介類	5.4	9.7	10.7	みそしょうゆ	7.1	4.7	4.8
クジラ	0.2	1.5	1.2	その他	0.9	0.3	0.3
海藻	0.1	0.2	0.2	合計	52.5	51.7	52.1
小計	5.7	11.4	12.1	総計(B)	60.3	70.4	72.7
合計(A)	7.8	18.7	20.6	A/B(%)	12.9	26.6	28.4

第4表 1人1日当りの食糧の量と質

	全カロリー	全蛋白(g)	動物性蛋白(g)	世界人口比率(%)
極東	2070	56	8	52
近東	2470	76	14	
アフリカ	2360	61	11	
ラテンアメリカ	2470	67	25	19
欧州	3040	88	36	
北アメリカ	3120	93	66	29
太平洋	3250	94	62	

こゝでもう一度世界の食糧事情を考えてみよう。F. W. Parker (FAO)によると第4表のような結果が得られる。

日本は動物性蛋白が21gであるので例外であるが、極東、近東、アフリカの動物性蛋白摂取量は欧米諸国にくらべて著しく悪い。

第5表 食料生産増加率(%)

	1958	1959	1960	1961	1962
世界人口 (百万人)	100 (2893)	102 (2948)	104 (3010)	106.3 (3073)	108.4 (3135)
全食料	100	102	105	105	108
肉類 (百万トン)	100 (584)	104 (607)	105 (612)	108 (629)	111.6 (652)
ミルク (百万トン)	100 (3297)	102 (3357)	104 (3430)	105.5 (3476)	101 (3332)
漁獲物 (百万トン)	100 (325)	110 (359)	117.5 (382)	128.6 (412)	137.5 (447)

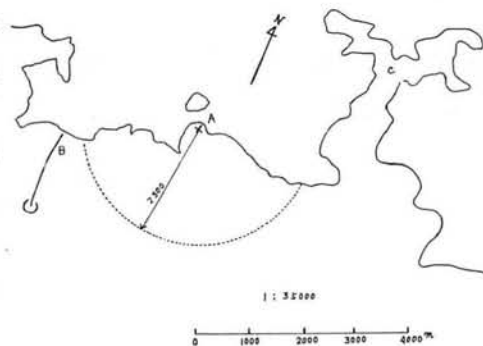
世界統計年鑑(1963)

さらに注目して、  
欲しいのは食糧生  
産の増加率である。  
第5表にみられる  
ように、1958  
年の生産を100  
としたとき、ミル  
クの増加率は著  
しく悪いのに反し、  
漁獲物の増加率は  
誠にたのもし。

以上の海産漁獲物の現状分析をまとめると、世界の人口増加に対して、海の生産性に対する期待は誠に大きいことが伺える。したがって、海洋の生物資源はひとり我々の時代のためばかりでなく、我々の子供達、孫達のため大切に維持されてゆかなければならない。

このような水産業の現状に原子力発電はどのような影響を及ぼすのであろうか。紀州南岸での例をあげて説明したい。

第1図においてAは原子力発電所の建設予定地である。Bは定置網の位置を示し、Cは真珠養殖を行なっている内湾である。今A地点に電気出力30万KWH内至80万KWHの原子力発電所を建設した場合の影響を推定するのが課題である。



第1図 紀州南岸の建設予定地。

問題点はいろいろあるが、直接的なものは二つに大別できる。すなわち一つは原子炉施設からの放射性廃棄物であり、他はタービン発電機を駆動した後の蒸気を水に戻すために

使用された冷却用海水の温度上昇の問題である。実際には物理、生物、化学、数理統計の各分野の専門家が委員会をつくりそれぞれの立場で、海況、漁況、放射能関係の諸問題を検討した。具体的に挙げると、

海況関係：原子力発電所周辺海域の海況；流れの模様、沿岸水温及び沖合海況と沿岸水温との関係、C湾の海況、外海におけるプランクトン存在量分布の特性、原子力発電所周辺海域のプランクトン密度分布、C湾及び類似湾内のプランクトン。温排水の拡散；火力発電所の放水実態に基づく予察、淡水拡散をモデルにした予察、温排水の稀釈拡散が海水加入によつておこるとした場合の予察。温排水が発電所附近の環境に及ぼす影響；取放水過程による含有生物環

境に及ぼす影響、取水口附近の海況への影響、基礎生産力への影響、発電所周辺海域のプランクトンへの影響、C湾及び類似湾の生産力プランクトンへの影響。今後調査研究を必要とする問題点およびその調査の概要。

漁況関係：環境の変化がブリの行動に及ぼす影響；水温変化とブリ魚群行動、塩素量変化とブリ魚群行動、潮目とブリ魚群行動。定置網BからA Cの中間海域にかけてのブリ浮上魚群の動跡からブリ魚群の通過経路が発電所周辺海域と一致する場合の頻度。今後の問題点及び調査事項。

真珠養殖に及ぼす影響：餌料プランクトンへの影響；復水器冷却による使用海水の昇温、温排水流入による養殖水域の昇温。アコヤガイ成貝および真珠への影響；餌料プランクトン分布量の減少、養殖水域の昇温。アコヤガイ浮遊幼生への影響；復水器冷却による使用海水の昇温、採苗漁場の昇温。今後の調査事項。

放射能による影響：原則的な問題。地域的な問題。今後とるべき措置。今後の問題点。等であつた。

なお、電力会社から呈示された諸資料のうち設計数値を挙げると次のようである。

電気出力 (KWH)	海水使用量 (T/S EC)	設計温度上昇 (℃)
80	22	7.5
80	60	7.5

各専門家の見解がさらに委員会において総合考察された結果は次のようである。

原子力発電の運転にともなう放出水に取入口より7.5℃高い状態で放出される場合、この放出水は、はじめ海の表面を薄い層（約1メートル程度の厚さ）をつくつて拡がり、ついには始めから存在する海水と完全に混合してしまふ。表層の海水温度が1℃程度以上上昇する範囲は、第1次建設計画では放水量が毎秒22トンの割合であるから、発電所を中心として半径2～4キロメートルを越えることは考えられない。特に4キロメートルの数値は安全度を充分すぎる位大きく見積つたものである。又2キロメートルの数値は、海潮流はあるが静穏な状態の場合の値で、波浪があれば混合が進んでさらに小さい値になる。いずれにせよこの半径より外側では、温水は薄い層を維持できなくなり拡散混合が充分行なわれるので、温水としての影響は消失してしまふと考へてよい。

発電所の放出口より定置網までの計算距離は、約3.4キロメートル、C湾奥部の真珠養殖場までは約5.5キロメートルである。それで放水量毎秒22トン計画によるブリ定置網への温水の影響は、海況班、漁況班のとりまとめと冬から春にかけての季節風の一般の傾向などから考えると比較的少ないものと思われる。真珠養殖場に対する温水の影響も、その放出水口からの距離が、放出水の影響範囲より外にあるので心配することは無いと思われる。

しかし漁業全体を考えると放出水口周辺では、当然海況にはかなりの変化があり、生物相に変化がおこることは、免れないであろう。

放水量毎秒60トン計画では表層海水温度が1℃上昇する範囲は、放水口を中心として半径4～7キロメートルを越えないとの数値が得られている。この7キロメートルの数値は、22トン計画の場合の最大値4キロメートルの数値に対応していて、安全度は22トン計画の場合と同じように充分すぎる位大きく想定されている。またこの4～7キロメートルの数値は、放水口からこの数値だけ離れた地点がいつも影響を受けていることを意味するものでもない。海潮流や風の向きによつて影響を受ける地点はちがうが、受ける地点はこの範囲の内側にあることを示している数値である。従つて海況、気象条件によつては、冬季のブリ漁場、夏季の真珠養殖場に若干影響があるいはあるかもしれないしまた無いかもしれない。それで今後さらに現地海況や気象等を調査し、その影響の有無を具体的に確かむことが前提条件として必要になるらう。

放射能の水産生物に及ぼす影響については、放射能除去処理は技術的に充分に行ないうる。したがつて原子炉施設設置者は、必要な放射能除去処理を確実にこなわなければならない。なお現場における放出水の拡散、生物および底質の放射能蓄積の可能性の限界などについて評価が行なわれ、その結果に基づいて設置者は公害の発生しないように施設を整備運転しなければならない。さらに県および国は、水産物を含む現場の放射能監視を恒久的に行なつて、一般とくに漁業者の不安を除くことが不可欠である。

今後調査研究すべき諸目は、各研究班の問題点として検討されたが、特に発電所を中心とする沿岸の微細海況、漁業の実態等は、いろいろな問題点を解決するに当り、その科学的根拠を深めるため、なるべく早い機会に調査研究されなければならない。

この総合考察に若干の補足をしよう。

委員会で初めに問題になつたのは、温排水の拡散範囲であつた。火力発電所の放水実態に基づき予察を(イ)、淡水拡散をモデルにした予察を(ロ)、温排水の稀釈拡散が海水加入によつておこるとした場合の予察を(ハ)とすると、次の結果が得られた。

放水量 (ton/sec)	風・海流潮流のない場合 (m)	流水のある場合 (m)	備考
22	1,300	3,900	(ロ)
	850	1,500	(ハ)
60	2,200	—	(イ)
	2,250	6,750	(ロ)
	2,300	4,100	(ハ)

これらの数値から22トンの場合、2～4キロメートル、60トンの場合4～7キロメートルの範囲を考えることになつた。

尚ブリ、真珠については次のようなとりまとめ結果がある。

ブ リ

1. 同質水塊内では水温に1℃の差があつても、その水帯内を移動できるが、異質水塊の境界

附近では魚群の移動が阻止される場合がある。

- 2 山見からのブリ浮上魚群の動跡調査結果によれば、ブリ魚群は発電所を中心とする半径2 km以内の海域に入るとは割合に少ない。
- 3 温水が上層にあるときのブリの行動については今後の研究にまたねばならない。

### 真 珠

- 1 復水器冷却による使用海中の餌料プランクトン量の減少が、各湾養殖アコヤガイの成長に、直接影響をおよぼすことは殆んど考えられない。
- 2 使用海水の流入によりアコヤガイ養殖水域の水温が約25℃を超える場合には、同貝の餌料となる植物プランクトンの分布量が減少することがある。また約28℃を超えた場合には、アコヤガイに生理的障害を生ずることがある。
- 3 使用海水の昇温およびその採苗漁場への流入が、浮遊幼生資源量におよぼす影響は、殆んど考えられない。

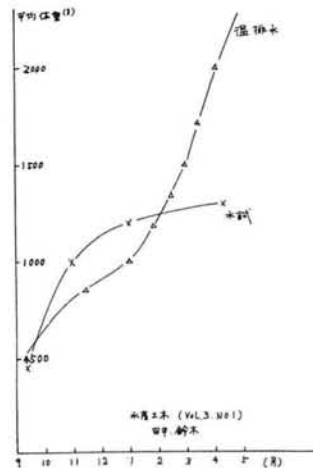
以上のような総合考察が発表された後に、このような多量の温排水を、別な観点から養魚等に利用できないかとの研究も行なわれている。クロダイ等については既に発表されているが、火力発電所の温排水を利用して冬季でもハマチの養殖が技術的に可能なことを示した例を、第2図に示す。

経済的な採算が可能かどうかは今後の問題点として残るが、冬季においても著しい成長をなし得ることを示した点で、興味深い。

しかしこのような総合考察の結果等は、結局2年後の現在も、原子力発電所予定地周辺の漁民から受け入れられず、建設は殆んど何等の進展をみせていない。発電所予定地の周辺には、定置網Bを経営する漁業協同組合がありこれをB漁協、またC湾の湾奥部で真珠漁業を営む漁協、これをC漁協と呼ぼり。

原子力発電所に比較的協力的なのは、B漁協であり、C漁協は絶対反対の立場をとっている。

B漁協とC漁協の経営する漁業形体、対象魚種、漁獲数量、金額等を表示すると、第6表、第7表のようになる。表からわかるように、B漁協は原子力発電所予定地に近接する海域からの収入が全収入に対する比率は比較的小さい。しかしC漁協では、真珠貝養殖の全漁業に対する比重は著しく大きい。真珠貝養殖の項の金額は、昭和36年度の漁獲数量118トンに対する収入金額4,500万円から、著者が推定した金額である。真珠貝養殖事業以外の収入金額が1,560万円であるのに対し、真珠貝養殖による金額は



第2図 ハマチの養殖。

第6表 B 漁業

魚種	数量 (トン)	金額 (万円)
定置アミブリ、サワラ	535	6588
アグリアミアジサバ、イワシ	5647	23727
一本釣りアジ、サバ、イカ	336	3548
マキアミカツオ、マグロ	727	9800
雑一本釣りイカ、タコ雑魚	440	1885
雑魚業タコ、雑魚	241	1257
小型マキアミアジ、サバ	239	824
エビ刺アミイセエビ	10	558
その他	—	—
合計	8181	48196
漁業就業者606人	漁業者1人当り80万円	(昭和38年度)

第7表 C 漁協

魚種	数量 (トン)	金額 (万円)
定置アミブリ、アジ	32	286
小型定置アミイワシ、アジ	125	246
カツオ一本釣りカツオ	100	417
雑刺アミイサキ	146	122
エビ刺アミ	11	220
タコツボ	76	85
真珠貝養殖	327	16400?
その他	—	—
合計	630	1560+16400?
漁業就業者約400人	(昭和33年度)	

10倍以上である。真珠貝養殖事業をすこしてもおびやかす恐れがあるかもしれないと云う現象に対しては、漁業者の危惧感、転換し得る職業が手近にないことと相俟つて、著るしく強烈である。

次に北陸地方で現在建設途上にある原子力発電所は、隣接する漁協とあまり大きな問題はない。

紀南と北陸の場合を比較すると、第8表のようである。

北陸の場合は生産額も紀南の例よりは遙かに少なく、漁獲高のうち占める沿岸性底棲有用生物の量も少ない。さらに附近に都市を控え、職業の転換の可能性は紀南の場合よりは大きい。

さらに広い意味で、原子力産業と接触する漁業者がよく口にしている言葉は、「我々が釣つた魚は買ってもらえるのだろうか」ということである。魚の買取りを決定するのは、消費者であつて、漁業は常に受身である。この種の問題はその解決は

決して簡単ではない。ひとり科学技術ばかりでなく、経済と人間心理に対する総合的な施策が基本になり、電力業界、漁業界、消費者の心がかよい合つて初めて解決のいとぐちがつく事であらう。

(以上は、昭和42年7月1日、広島大学原爆放射能医学研究所でおこなわれた“Radioecology についてのシンポジウム”において、主として、放射能関係研究者を対象として話題提供されたものの概要である。本文中、原子力発電所設置問題が、漁業に与える影響予察についての実例が紹介されているが、詳しくは、“原子力発電所建設が熊野灘沿岸海域の環境及び生物の生産に及ぼす影響予察報告書、昭和41年10月、三重県熊野灘沿岸工業開発調

査委員会漁業関係専門部会”を参照されたい。平野付記)

第8表 関係地区比較

	組合数	組合員数	漁船数	生産高	
				漁獲高 (トン)	生産額 (万円)
北 陸	6	235	193	653	8889
紀 南	8	2,801	1,630	10,623	86,840*
					157,100**

\* 漁船漁業のみ

\*\* 浅海養殖を含む

## 2 アクアラング用水中電信電話について

橋本 富寿 (芝浦工業大学)

野田 英邦 (水産庁漁船研究室)

### 1. 緒 言

潜水者と船あるいは潜水者相互の間では現在通信の方法は殆んどないので、その為の簡便な水中電信電話装置の二、三の方法について実験を行なつたので報告する。すなわち次の3つの方法について通達距離、雑音等よりその得失を検討した。

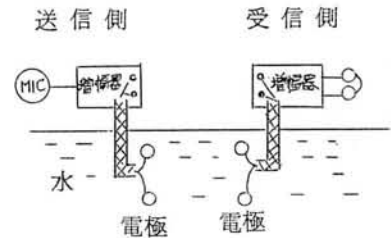
- (1) 超音波を搬送波に使う方法。
- (2) 可聴周波数の音波を放声して潜水者がこれを直接耳で聴音する方法。
- (3) 第1図の如く水中に入れた2つの金属導体(電極とする)間に音声に比例した強弱の電流を流し、他の1対の金属導体でこれを受け、増幅して受話器で聞く方法。

(1)では水中の気泡群による超音波の減衰及び水中雑音を避けるためと、小型になしうる点で200KC<sup>1) 2)</sup>超音波を用いた装置を試作し、実験した結果について述べる。(2)では潜水して聴音実験を行なつた結果について述べる。(3)では送受距離と受信利得及び電極の指向特性等について述べる。

### 2. 機 器

(1)の実験は潜水者と船との間の通信について行な

つたが、船上の送受信機は送信出力10 wattで送受波器には指向性の半減角が4°の200KCチタン酸バリウム振動子を用いた。潜水者用の送信電力1 watt、送受波器には指向性の半減角が10°のチタン酸バリウム振動子を用いた。



第1図 (3)の実験方法。