

海洋開発によって来たるべき時代

東海大学教授

宇田道隆

▶はじめに

私は昭和2年東京大学の物理を出てから約42年間海洋の道を進んでいるということになるが、始めは農林省水産講習所にはいり、昭和4年から中央水産試験場で仕事をした。その間に、水路部の嘱託も兼任して、北洋の氷の調査だとか、水中の音の伝達に関連した海洋構造の調査などもやったことがある。また2回応召して、陸軍砲兵少尉として大陸にも南方にも行って終戦まで従軍したが、最後は広島で原爆を受けた次第である。海洋气象台にはいったのは昭和17年の秋であり、神戸の海洋气象台長を仰せつかっていたが、終戦後は長崎に海洋气象台を新たに建設するよりの藤原咲平中央气象台長の命令で、昭和22年完成とともにその台長となった。後に元の水産試験場が変わって東海区水産研究所というのができ、その所長となったためにまた水産関係に帰った。しばらくして東京水産大学の教授になり、本年3月定年となったので、現在東海大学の教授として海洋学を教えている。

私の専門といえば、海洋学と海洋気象と、水産関係に長くいたので水産海洋学の方面も長くやってきているわけである。国際会議やいろいろな関係で

海外に出かけ、また昭和30年ごろから海洋関係の国際共同調査にも関係するようになったので、本日はなるべく広い見地から皆さんの参考となるように「海洋開発によってきたるべき時代」について、現在どんな問題があり、今後それがどのように進展して行くであろうか、というような問題を中心に話してみたいと思う。

▶海洋に関する基礎的なことから

「海」という問題に私は40年来取り組んでいるのだが、なかなかわかりにくいものである。ということは、陸上のことと違って、目で見ることが困難なことがらが多い。私が航海しても、幾日間も波ばかり見ているほかは時々あほう鳥が飛ぶ風景とか、たまたまいるかがはねるのを珍しく感ずるくらいで、通っている海の底などはまったく見えないし、状況を知る由もないのが一般である。

海洋調査では船上からおもりをワイヤーでおろして測深・採泥し、採水器で各水深の海水温度や塩分・ガスなどを測るが、広い海のホンの一部、針で突いたくらいの部分しかできないのである。仮に私が深海魚であって海底にいるとして、高い上のほうに風船のようなものが浮いていて、それが細いひもをおろしてきて上げたり下げたりしている。それを何十海里もの間隔でやっているのを見ていることになる訳である。だから、海底についてわれわれが知っている程度は月の表面の状況よりもわかっていないのだと言われるのである。実際に今でもギョー（平頂海山）という浅瀬などはこの幾年かの間で新しいものが数多く発見されている（浅瀬の発見は超音波の測深による）。また海溝や海淵も、その深さが年々更新されている。現在最も深い所は1万1千メートルを越えている。最近までピチアズ海淵というのが11,030メートル深であった。これは軍艦満州が大正11年重松良一艦長のもとで計測した9,812メートルというのが最も深かった（ワイヤーによる測深）場所の付近だが、そ

の後その付近で10,864メートルというのが見つかって、チャレンジャー海淵と言っている。それが前述のビチアズ海淵の発見によって更新され、最近ではさらに深い所がフィリピン海溝中のミンダナオ沖で発見された。英国の測量船クック号が見つけたもので、11,100メートルと測定したのである。こうした計測の数字も種々な更正が必要であるが、ともかく海底のでこぼこというものは、まだよくわかっていないというのが実情であり、これを明らかにするための真剣な努力がなされつつある。その中心となっている機構には、I. H. B. こと“International Hydrographic Bureau”（国際水路局）がモナコにある。これには日本の水路部が非常に大きな貢献をしているのである。海底の図面をなぜ作るのかというと、皆さん方が採鉱や施設の建設のために測量と図面を必要とするごとく、海底から鉱物を採るということなどをやろうとすると、やはりはっきりした位置と等深線を示した図面がなくてはならないからである。ところが、まだほんとうに完全な図面はごく沿岸のものしかない。それを作るために非常な努力をしているわけである。その位置を出すにしても海上ではなかなかむずかしいものであって、今までは陸測・天測、最近ではローランとかデッカとか電波の標定ができるのだが、さらに人工衛星による位置を出すことにまで進展した。これが最も正確で、従来ローラン・デッカで洋上1海里程度の誤差であったものが、0.1海里程度の精度までになってきた。海洋学のほうでも最近になって、サテライトを使う航海位置の測定が、アメリカあたりで段々に進められてきており、ソ連でも着手したそうであるが、残念ながら日本ではまだそれをやっている船はない。人工衛星そのものが、日本ではまだあがっていないこともあろうが、おいおいそうした方向に進められていくことは確かであろう。ともかく、いろいろとわからないことがたくさんあるということ、まず認識してほしいと思う。

▶ 海洋における生物について

漁礁などばかりではなく、海中にどんな生物が生息しているかについても、

海中では透視がきかないのでよくわかっていない。Sea Serpent とか物すごい大きなイカがとれたとか、いろいろな話があるが、ソ連の5500トン級のビチアズ号という調査船が、1950年ごろから太平洋でいろいろな海洋調査に従事している。その船はドイツの商船を改造したもので、科学者が60人ぐらい、女性が2~30人も乗っている調査船なのだが、それが1年のうち半年ぐらいは航海しつづけている。その船が航海するごとに、超深海の（海溝で6000m以上の深さのところ）生物の新種を見つけだしている。なかには、ひものように長いポゴノフォーラと称する、今まではまったく知られなかったすばらしい門綱の生物が得られたこともある。

こうして続々と新種の生物が見つかっていることから、いったい何が海の中に生息しているかを断言し得る人はまだ無いのである。ふつうの採集網ではかかからないものもあるかも知れないし、まったく予想もできないような変わったものもいるかも知れないのであって生物学者の興味の的となっている。

人間の血液はヘモグロビンであり、塩分がはいっていて、その組成は海水のそれに非常に近いのである。その意味から人間の祖先に当たるものがある時代には海にいて、それが陸に上がったから、こうなったのだというのが、一応の説になっているような次第で、人間そのものも海に縁があるわけである。大昔、地球ができて、最初のアミーバができてから非常に長い時間を経て進化して、人間ができたといわれているが、同様に、現在でも新しい生物が海中で生まれてきているのではないかといっている人もあるくらいである。

▶ 海洋開発の現状と歴史

そういうわけで、海に関することは、わからないことが非常に多いのである。

それは要するに海中では透視ができないことが最大の原因であって、その透視に対しては現在では超音波が最も有力なものとされている。その意味で、日本でも防衛庁で真剣に研究されており、諸外国でも大国はみなその研

究に取り組んでいる次第である。それには敵潜水艦の発見とか機雷探知なども含み、また海洋の構造によって音波の屈折などもあるから、その方面の学術的研究も含めて、その全般を Military Oceanography とか Defense Oceanography (防衛海洋学) などと呼んでいる。これは隠れた存在で、あまり発表されないのであるが、非常に大きなものである。アメリカがこの面では非常に進んでいるが、その陰になっているのは海軍であって、非常に大きな費用をかけて推進している。現在海洋開発ブームといわれているが、それはここ数年前から非常に盛んになってきたものである。このブームの起因となったことは、故ケネディ大統領が1961年ごろ議会に送った教書で、アメリカが世界で優位を保ちつづけるためには、極端にいえば、アメリカが生き残って行くためには、海を徹底的に研究しなければいけないと述べたことによるもので、アメリカが TENOC (海洋学10年計画) 10 Years Oceanography という計画を樹立したのが1955年ごろである。

こうしたことが起こってきた以前はどうであったかといえば、われわれ日本関係を中心にして述べると、日本でも戦前は海洋学については他国に比べても非常に盛んであった。しかしそれを始めたのは欧米が先であった。それは I.C.E.S. "International Council for the Exploration of the Sea"

(国際的な海洋探宷審議会) を、1902年に第1回会議として開いた。これには北欧の各国が参加して、共同して海洋開発をやろうとしたもので、日本でもその会議に出席した水産局の岸上博士の報告に基づいて、北原多作技師らが努力されて日本に輸入されたのであった。海軍では明治2年から測量が始まっており、水路部がその任に当たり、沿岸測量から始めて、大正年間にはいってからは、外洋へ太平洋の西のほう半分について赤道まで拡大されたし、気象関係では岡田武松先生が大正9年に神戸に海洋气象台を創設せられて、それ以来气象台のほうで、函館・長崎・舞鶴に海洋气象台、そのほか海洋気象部・洋上定点観測などと、いろいろ大きな事業が起こった。水産局、気象庁、水路部、そのほかに大学が、海洋開発に取り組んできたのである。

I.C.E.S. が、その意味で日本に大きな影響を及ぼしたことは確実と言える。こうして戦前は、前述の各機関が協力して取り組んでいたのだが、戦争になって一時中断の形となった。終戦後、1955年（昭和30年）に始めてアメリカの呼びかけで、NORPAC というのが日・米・加の3国で北太平洋の共同調査をやった。その時は、北緯 20° 以北の太平洋について、夏いっぱいかかって徹底的に調査した。つづいて、1956年に EQUAPAC といって赤道方面海域の調査をやった。1957年～1959の間に I.G.Y. “International Geophysical Year”（国際地球観測年）として、全地球的観測が行なわれ、わが国でも宗谷が南極まで出かけて昭和基地を建設したりしたのは、その一環としての作業であった。これは全世界の共同作業として、海洋および気象などの観測も同時に行なったのである。1959年～1965年に I.I.O.E. として国際インド洋調査が行なわれた。これが行なわれることになったのは、1959年に SCOR という国連の学術連合のなかにある海洋特別委員会が発案したからであるが、それは、海洋のなかで最も暗黒な海は印度洋であることから提案に至ったものである（参考・米国ラモント研究所のHeezen 博士作成の海底地形図）。1960年に、海洋開発調査のための国際的な機関を作ろうということになって、コペンハーゲンで会議があった。私もそれに出席したのだが、松井大使が日本首席代表として出席した。

その結果、1961年に I.O.C. “Intergovernmental Oceanographic Commission”（政府間海洋学委員会）というのができたが、これは現在でも年々パリで総会が開かれている。IOC の諮問委員会に相当するものが SCOR（海洋学特別委員会）である。水産のほうでは F.A.O.（食糧農業機構）というのがあり、これも A.C.M.R.R. “Advisory Committee on Marine Resources Research”（海洋資源研究諮問委員会）というのを持っており、IOC は SCOR と ACMRR とによってささえられている形となった。

この仕事はもっと発展させる必要があるとのことから、1966年国連総会の時に “Resources of the Sea”（2712号決議）というのが決議されて、非常に大

がかりな各界・各国の動きが起こってきた。その前に日本では、1965年から現在まで続いている機構で、C.S.K. (黒潮協同調査) というのをやはり IOC の事業としてやっている。大西洋でも、1963年から赤道大西洋の合同調査 (ICITA) が行なわれている。ほかにもほうぼう海域に分かれてやっているが、いずれも国連の IOC が中心になっている。もともと IOC はユネスコに属していたのであるが、発展の必要性から、FAO, WHO (世界気象機構), IAEA (世界原子力機構), W.H.O. (世界保健機構) などを加えて、一括、国連機構の一部に包含して、IOC を拡大した形として発展している次第である。その理念として、海洋は世界共通のものであるという見地に立って、その開発には国際的な協力態勢を整えつつあるのである。

かくのごとくにして、水産資源の開発による食糧の確保とか、気象調査の拡大によって、海陸の平和安全確保にも貢献しつつある。なかでも鉱物資源は、海洋にきわめて大きな豊庫があることが、最近どんどん発見報告されている。たとえば、アフリカの沿岸水深20~30メートルの海底に陸上の数倍も多いダイヤモンドの堆積鉱床があり、陸上よりも効率のよい採掘法で船上から採砂して選別しているし、ビルマ・タイの沿岸では宝石各種や錫を、アメリカではアラスカの沿岸で金・白金などを採っている。

日本の沿岸には砂鉄が多いようであるが、まだ十分利用してはいないようだ。浅海には以上のようなたくさんのものが発見され、開発に着手しているが、近年、深海にもあることが発見されている。その例として、3000メートルぐらまでの大陸斜面海底に燐灰土の良いのがあることがわかった。カリフォルニア沖では特に良い燐灰土のバンクが発見され、現在その開発をやりつつある。さらに深海になると、マンガン団塊 (Manganese Nodule) が一面にあるのだが、特に赤道方面からタヒチ方面にかけて非常に多く良質のものがある。マンガン・コバルト・ニッケルとかの非鉄金属の各種が団塊になって、大きなバンクの頂の面に分布している所が多い。これらの分布は、広く海底写真にとられている。

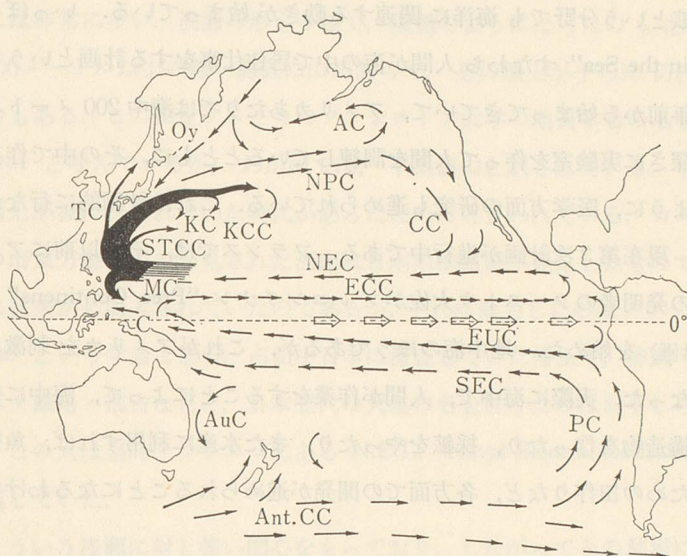
こうした資源に対して、採掘の技術は非常にむずかしいのであるが、それもアメリカで着々と成功しつつある。そこで、日本その他にも呼びかけて、共同でやろうとっているのだが、日本でもすでにその呼びかけに応じて石油・天然ガスなど手近にあるので（いわゆる大陸棚で、水深200メートルぐらいまで）その利用を計るべく、いろいろな所でその事業が始まっている。東支那海・ボルネオ方面・アラスカ方面などでも提携のもとにやっている。しかしながら技術的にはアメリカのほうが優れているのは確かである。今まで、海中のことは日本ではあまり関心を持たず、専門的研究も少なかった。ごく簡単な秋田沖あたりだけでわずかにやっていた程度であった。私の友人の新野弘博士がこの方面に大変熱心に取り組んでおられることもあり、これから日本も段々に追いついて行くと思うが、提携といっても、こちらに研究や技術がなければ同等にはなかなか扱ってもらえない場合が多いから、やはり優れた技術をおくればせにでも持たなければならないのである。

アメリカでは、ロッキードとかいろいろな大会社がいずれも海洋研究所・海洋部を設けて真剣に取り組んでいる（もちろんそれには、海軍のほうからの種々なコントラクトもあり、支援されている）。たとえば、潜水船にしても、Alminant などのように6,000メートルまで潜航できるものなどもできている。アメリカのほかに深海のことを盛んにやっているのはフランスで、皆さんの承知している、例のバチスカフなどはその現われで、10,000メートルまで潜航し得る能力を持っていて、実際に10,000メートルの海底にも生物（魚類・ナマコなど）がいることを見てきているのである。日本では例の「ヨミウリ号」が300メートルまで潜航できる程度である。私も末広・新野博士たちと度々これで潜航して、300メートルまでの海中の状態は数回にわたって見たが、海洋学を学んでも、実際に見る海の状況はおもしろいものであり、なるほどと思うことが非常に多く、潜航するたびに何か獲物が見つかるような気がしている。現在600メートルまで潜航可能な「深海」という船を科学技術庁で作ったので、これがこれから活動を始めることになる。

▶ 海洋の状況と今後の開発の趨勢

潜航ということについては、現に原子力潜水艦が北極海の氷の下をくぐって一挙に向こう側に抜けるような、非常に長距離の活動をやり、ミサイルを水中から打ち出すというぐあいに、戦争様式も変わってきたのである。ところで原子力潜水艦を海中に止めておいた場合、その艦はその海流によって流されるのである。その海流は海面のそれとは異なるもので、最新赤道潜流というものが発見された。それは赤道付近の水深100メートルぐらいのところを、西から東に最強3kts(注1ktノットは毎時1850mまたは0.5m/secの速さ)の速度で流れているもので、1952年偶然の機会から発見されたものである。それは、アメリカのハワイ水産研究所の調査船が日本式のはえなわ漁法でまぐろをとっている時、船自体は表面の海流で西の方向に流れるにもかかわらず、100メートル下に入れたのはえなわのほうはどんどん東に流れていることを発見した。驚いて正式に調査したところが、明らかに大きな赤道潜流があることが判明した。赤道潜流(Equatorial Undercurrent)は黒潮にも匹敵する大きな流量を持っており、“もし潜水艦がこの潜流に乗ってアメリカ沿岸に達して、ミサイルでも発射されたら大変なことになる”。とアメリカで心配したほどである。これに類する赤道潜流が大西洋でも発見されたが、その流速は2.5ktsぐらいである、またインド洋でも、多少季節風の関係で変化を生ずるがやはり潜流が発見されている。そこでアメリカとしては、海洋資源開発利用の見地から、また防衛の見地からも、海洋の研究をやらねばならないということで、前述の1960年ごろから盛んにやり出したのが海洋開発倍増計画といって、予算的に全部その額を倍にして、したがって人員その他も倍増し、非常に積極的な活動をやっているのだが、最近1970年から10年計画としてIDOE“International Decade of Ocean Exploration”というのを作り、自分自身の計画は確立させたが、同時に国連に呼びかけて、EPIC“Expanded Program of International Co-operation for the Ocean Research”

太平洋海流略図



説明： OY…親潮 AC…アラスカ海流 NPC…北太平洋流
 TC…対馬暖流 KC…黒潮 KCC…黒潮反流
 STCC…亜熱帯反流 CC…カリフォルニア海流
 MC…ミンダナオ海流 NEC…北赤道海流 ECC…赤道反流
 EUC…赤道潜流 SEC…南赤道海流 PC…ペルー海流
 AUC…オーストラリア海流 Ant.C.C.…周南極海流

(海洋開発国際協力拡大計画) というもので科学的な面の強力な推進を計ろうとしている。そのために、国連の機構も改めて拡大していこうという一連の動きが出ている。それによって鉱物のほうがまず始まろうとしている。その次の年にはマルタが、“小国のために大国だけに甘い汁を吸われては困る、小国にも同じ機会を与えよ。”というようなことを言って、海洋資源の平和的利用を、1967年の国連総会に提言している。

以上のように、海洋開発は国際的に非常に大きな動きになってきているのである。そして、その波動が日本には佐藤・ジョンソン会談などによって伝わってきて、現在ウェスティングハウス社などの呼びかけとなって表われて

きている。その影響で、石油とか天然ガス採掘の動きが起こり、また掘さくとか採鉱という分野でも海洋に関連する動きが始まっている。いっぽう、“Man in the Sea” すなわち人間が海の中で居住仕事をする計画ということが、数年前から始まってきていて、アメリカあたりでは海中200メートルぐらいの深さに実験室を作って人間を訓練しているとともに、その中で作業ができるように、医学方面の研究も進められている。これは計画的に行なわれていて、現在第3次計画が進行中である。フランスでは、それ以前にアクアラングの発明者のクーストウ大佐がプレコンチナン“Pres Continens”（大陸棚の計画）を始めた。地中海のほうであるが、これがアメリカを刺激したことになる。実際に海中で、人間が作業をすることによって、海中にいろいろな構造物を作ったり、採鉱をやったり、また水産に利用すれば、魚類の養殖のための田作りなど、各方面での開発が進められることになるわけである。

日本でもその方面のことをやろうというのであるが、あまり進んでいない。ただ東海大学で、海中観測のために第1東海大学丸という130トンぐらいの古船を使うことになった。第2世（650トン）ができたので第1世を利用することになったのだが、焼津の沖合数十メートルの深さのところ沈めて漁礁として、常に人がアクアラングで行って船中の耐圧室に出入りをし、長期間そこに住んで魚類の行動などを観測しようということに決まった。こうして、おくれればせながら日本も始めようとしているわけである。このように海洋への人間進出は、岸沿いに東京湾方面から大阪方面にかけての臨海工場地域建設から、さらに沖の大陸棚のほうまで波及しようとしている。日本はりっぱな工業国になったので、以上のような進出によってまた新しい問題が提起され、各種の産業に影響を及ぼすようになっていくと思う。

以上のように、新しく人間が海洋に進出して生活圏を広げていくというのが世界的な傾向である。この動向はすでに一歩進められて、もっと深海にまで進まんとする動きが始められている。その当面のねらいは浅瀬である。世

界の海洋では、すでに浅瀬が非常にたくさん発見されている。ことに南洋方面には非常に多い。浅瀬の形も多様で、環礁のようになったのもあれば、1,000メートル以上の深い海底に山があって、その頂上が平らに切れているものもある。この山をアメリカのプリンストン大学の地質学者の名をとって、Guyot と呼んでいるが、わが国では、平頂海山と訳されている。平頂なのは頂上が波に洗われていた時代があったためだと言われている。カムチャツカの南東方海洋中で発見された海山は日本の水路部が発見したもので、海図には従来から記入されていたのであるが、それに命名したのはアメリカの R. Dietz という学者である。占領中日本に滞在していた博士で、神武・綏靖・安寧・雄略・推古などと、日本歴代の天皇の名を付けたのはおもしろいと思う。この人は当時サンジエゴにある N.E.L. “Naval Electronics Laboratory” に属していた。

こういう浅瀬に対し強い関心をもっており、したがってその利用についても非常に研究が進んでいる。そのひとつは、洋上で浅瀬にケーブルといかりで固定する基地である。ケーブルは海水に腐食されない粘り強い合成樹脂製で、海水とほぼ同じ比重だから重量的にも問題はなく、それに使ういかりも、ハリケーンでも動かないほどのものができている。したがって、研究の重点はこうした材料の開発にある。その基地の上面から飛行機の発着さえできるように見込んだが、現在は気象・海象などの調査パイとして使用されている。漁業者たちもそこを漁業基地に利用できる。また海山の比較的浅い所では、まぐろなども集まり、珊瑚などもあるし、マンガン鉱もある。しかもその面積は相当に広いのである。このようにして基地ができて発展していったら、人間の居住もできるようになって行くことは、そこに陸地ができたのと同じことになる。また、最近の雑誌に掲げてあったが、FLIP “Floating Instrument Platform” といって、大きな船の形をしていて、浅瀬に行ったら、いっぽうに水をバラストに入れて、船体を垂直にする。ちょうど海中に建てられたビルのような研究室もでき上がっている状況である。

ところで、こうしたものの発達は、その研究や基地の建設など大きな費用が必要であり、したがって弱小国家が個々ではとてもできないことである。たとえば、領海3海里説を唱える日本の沿岸3海里沖に、米・ソあたりに勝手に海洋基地を作られても文句が言えない、ということは、公海の原則からいって仕方がないのである。

こうしたこともあって、昨年から世界海洋の科学的開発作業の一環として、IGOSS “Integrated Global Ocean Station System”（全地球海洋ステーション組織）という相談会が開かれ、前述の海洋基地をはじめ移動する海洋調査船などをいっさい含めて、各国が協力して調査・研究をやろうということになった。本年もその作業会議が開かれて、明年中（1969年）各国が基地その他のやろうとする計画を提出することになったのである。わが国でも、当然日本周辺を受け持ってやろうということになっているが、なにぶんにも、ひとつの海洋基地を建設するのにも大型船を建造するくらいの費用がかかり、また、その膨大な維持費も考えなくてはならないのだから、どこまで実際にやれるかなどの点は、まだ問題が残されていることは事実である。しかし、積極的に投資して基地を作れば、国際的に貢献することはもちろんだが、わが国としても、気象・水産・鉱産など各分野にわたって得るところも、また、きわめて大きなものがあり、発言権もでき、投資に見合う以上の利益は十分あげ得て余りあることも事実だと言えよう。

▶ 海洋開発と気象

世界的な計画に基づいて、基地を設けたり調査船を配置したりすることによって、海洋開発に乗り出すと、共通的に気象データの充実により、また、海潮流その他の海象観測・漁ろう水産・鉱産など各方面の技術が飛躍的に進歩するであろうことは、すでにその一部が実行されている結果からも明らかであるが、特に気象について言ってみると、気象予報がなかなか適中しない現在、ことに春秋はなかなか適中しないし、長期予報が成功しない。やはり

海洋の観測データの不十分なことによるものが、最近ようやく気象関係者一般にわかってきて、気象関係全般の海に対する関心が著しく高まってきているのである。

岡田武松博士が、先見の明をもって海洋気象台を開設させたことが、今日ようやく実を結ぶぎざしを示したというところであるが、そもそも地球表面積の3分の2を占める海洋は、太陽熱によって膨大な量の蒸発が行なわれ、その蒸発の潜熱と水蒸気とが陸上の万象に及ぼす影響は多大なものがある。光と水とは、人類はもちろん、一般動植物の生育上、必要欠くべからざるものであるが、その水は、海水の蒸発、陸上の河川・湖沼の水、また木の葉などからも蒸気化したものが降水となって供給され、循環現象となっているのである。海洋における蒸発による水分は、他のものに比し量的にみて、格段に大量であり、それが陸上にきて、山脈その他により、また上昇流による断熱冷却・凝結によって降水となる量は、きわめて大きいのである。したがって、海水の蒸発が陸上の天象・地象に与えられる影響は、他のいっさいのものより格段に大きいと言える。

ところが、その海洋自体、したがって蒸発自体が常に変動しているのである。私は外国で講演するとき、よく“Ever Changing Ocean”（常に変動する海洋）ということばを使って話している。その海洋の変動は、また太陽放射によって変動するのであるが、太陽の変動は、太陽から地球に飛来する粒子の変動 (Solar Wind) が、超高層部で電子の帯電変化を起こす。それが大気圏に影響して、いわゆるベルリン現象という著しい突然熱昇温の変動となって、直接地球表面に熱変化を与えているのである。その影響が蒸発の変化となり、潜熱の変動は海流の変動を生起して、魚類の移動・生産量を変え、陸上の風雨供水や、干ばつの原因となる。こうした一連の現象が解明されるにつれて、気象が海洋の変化に左右されることが関係学者全般に理解されるに至ったので、これらのことについての研究は、ますます盛んになって、世界的な研究組織として、G.A.R.P. “Global Atmospheric Research” (地球大気

開発計画) というものや、気象関係で連合してやる W.W.W. “World Weather Watch” (世界気象監視) というものもできて、研究とともに事業的にも動いている。また I.H.D. “International Hydrological Decade” (国際水文十年計画) というものも、国連ですでに始められている。さらに I.B.P. “International Biological Program” (国際生物調査計画) のなかに 海洋のセクションがあって、生物の現状調査と、それらが人間社会の影響でどんな大変化を示しつつあるかを調査しつつある。この変化は、最近特に著しいものがある。ことに日本などはきわめてはなはだしいもので、この十数年間の変化には驚くほかはない。工業が盛んになると同時に、人間そのものにも大きな変革をきたしつつあることは、皆さんよく承知されているところである。人の心まで変化しつつあることも同様である。

▶ 海洋汚染の問題

さらに、今ひとつの問題に海洋汚染ということがある。現在国連の非常に大きなテーマのひとつになっている。昔は、海といえば不要なものは勝手に捨てる場所とされていたのであるが、今ではそのままではいけないということになってきている。ことに石油が出現して、非常に大きな消費を見るにいたって、その運搬のために数十万トンのタンカーが出現した今日、たまたまトリーキャニオン号というタンカーが英国西岸で座礁して、数万トンの重油が流れ出したため、非常に多くの海岸生物が死んでしまうし、付近の海は水泳もできず、観光地は重油汚染で人がこなくなったりして、大きな国際問題となった。日本などはまだ小さな事件がぼつぼつ出ている程度であるが、東京湾口などで、現在就役中の大型タンカーなどが座礁でもしたら、漁場壊滅で、補償もできないほど大変なことになる。極端に言って、火災でも起こすと、臨海工業地帯・湾内船が全滅する可能性さえ出てくるのである。ともかく海洋汚染の問題は、もはや一刻も放置することはできない情勢なので、国連でも、非常に真剣に取り組んでいる。日本でも、船舶の油についての基準

をつくったと聞いている。人間の生活ということをまじめに考えれば、良識ある人にとっては当然考えられるべきことである。

以上いろいろなことが同時に国際的に始められていて、一国だけを考えるのではなくて、同時に世界の繁栄を考えなくてはならない時期にきているのである。

▶ 海洋利用の概括

海洋について、いろいろな問題が起こっているが、要はその活用についてこれを積極的に、かつ人類の共存共栄のためにいかにするかということであって、活用し得る分野を概括すれば、

イ 食糧資源

ロ 鉱物資源

ハ 水資源としての活用→海水の淡水化

海水を、塩と真水とに選別して活用するもので、選別法のためには熱は原子力の余熱を利用するのが最もよいこととされている。海水の淡水化は、日本でもビックプロジェクトとして、最近取り上げられたが、アメリカではすでに数年前から実用化されている。

ニ 海水及び底質の化学工業資源

ホ 海水・波浪、潮汐力・水温上下差によるエネルギー資源

ヘ 観光・レクリエーション・スポーツに活用

最近話題に上っている海底公園なども、そのひとつである

ト 運輸交通

従来もそのとおりであったが、最近航空その他の発達にもかかわらず、なんとしても大量の輸送は海洋利用にまさるものはない。もっと速く、もっと大量の物を、大洋を横切って運ぶこと、つまり海のハイウェイ化や、立体的運輸（海中輸送）など構想もできている。

▶水産について

現在世界人口は32億余であり、今世紀の終わりには60億を越えるといわれている。水産についてみると、食糧資源という点では

1955年の漁獲高 2500万トン

1966年の漁獲高 5300万トン

となっており、優秀な蛋白資源でこんなに増加するものはない。うし、ぶた、にわとり類ではこれほど増加させる余地もないし、にわとりを増産するためにも、いわしのフィッシュミールを使っているのだから、畜産の増加にも魚資源の恩恵を受けているのである。将来人口が60億~70億となった場合（あと30年ぐらしかないから、当面の問題といえる）食糧が不足すると大変なことになる。だから人口問題も、人類社会のひとつの大問題である。しかも東南アジアなどのように貧しい国ほど人口増加率が高い。いっぽう世界の歴史によれば、飢えるということが最も多く騒動の因をなしている。そこで、食糧確保の意味での水産の増加可能程度が問題となる。この見通しについていろいろ説があり、なかには8000万トンまでしか増加しえないという人もあるし、また10数億トンまで増加できるという人もいる。だが常識的にいって、2~3億トンはそんなに手を加えなくても、紀元2000年までに増加できると言える。ただし、前述の汚染を放任しておいたり、乱獲をやったりしたらだめであろう。これらのことを規制していけば、以上のとおりに人口増加を上回る食糧を水産で供給できるというのが、一般の学者の一致した見解になっている。その漁獲高増加の内容をみると、今までのところは新漁場開発というのが多い。たとえば、ペルー・チリあたりをみると、まずペルーでは沿岸20~30海里のところ「かたくちいわし」が物すごくとれている。年高900万トンくらいであるが、日本は世界の各漁場からの水揚げを集計して、現在700万トンくらいだから、生産量では、日本はペルーの次である。（内容的にはもちろん日本が世界一である）ところが、ペルー漁場は数年前までは、4

万トン程度の水揚げしかなかったのであるから、ここ数年間に200倍も増加しているわけである。これは、漁獲について国連で援助したということもあるが、また、海流が暖いことにもよる。チリも同様で、現在200万トン近い水揚げをやっている。これも少し以前は1万トンも獲っていなかった。その他の地域で漁獲高の増加したのは、アメリカの沿岸である。日本の船も、現在その西岸から南岸のほうの沖合にも出漁している。印度洋周辺とか、だいたい南半球に増加がみられる。

そもそも南半球は、水産の宝庫であると同時に、他の海洋資源もまた南半球に宝庫がある。つまり、これまでの文明から離れたところであって、この意味から、新しい文明地域が南半球にだんだんできていくであろうということも考えられる。さらに南極圏は、非常に資源的に可能性がある所と見られている。特に暴風圏とかいって、従来なかなかはいれなかった方面に、*Euphausia Superba* (あみ) がある。くじらの食料となっているものだが、これは人間の食糧になるというので、ソ連が現在研究して、ペーストなどを作って試験している。そこでも1000万トンくらいは獲れると思われるが、問題は、食べられるものでなくてはならないことである。現在でも、貧しい国の人で、さかなを食べない民族がいる。しかも、その数はきわめて多いのである。これは経済的な原因にもよるが、一面、民族の習慣によるものでもある。したがって、これらの民族には、従来食べている食糧に混ぜて食べさせるようなものというので、さかなの濃厚蛋白(FPC)が研究試作されている。無色無臭のうえに、それ自体にはあまり味がなく、しかも栄養価の非常に高いものができている。

それにしても、水産行政として海洋汚染防止の問題は十分に徹底させる必要がある。私自身、魚貝類は好きであるが、最近は汚染があるので用心をするようになった。いわゆる水俣病のようなことが起こってくると、日本は水産資源にせつかく恵まれていながら、さかなに縁のない国となって、遠洋から輸入するしかなくなってしまうおそれがないでもないのである。ところが

工業振興をはかりたいばかりに、汚染の方面にはなるべく触れないようにしているばかりか、関係の研究に対しても、どうも協力したがない傾向がいつぼうにある。これは私どもから見て、どうもふしぎな気がしてならないのである。したがって汚染防止について水産関係からいろいろ言われても、民間に徹底しない点があるように思う。厚生省・通産省・農林省など各省まちまちである。この点もう少し先進国に学ばねばいけないと思う。カナダに滞在していたこともあるが、かの国は、日本のように沿岸にびっしり漁場があるわけでもないのだが、パルプ工場ひとつ建てるについても、十分にその影響を考え、調査し、場所的にも設備的にも規制指示を与え、民間でもそれを守って工場建設をやっているのである。日本では、漁場が密接しているにもかかわらず、地方振興のため工場誘致をやり、いいかげんな許可を与えて、スモッグ・汚水のたれ流しをする。そのために、いよいよ人が困って病人が出たら、なぐり込みをやったり、遂には四日市のごとく人が住めなくなるようになって、始めて誘致をやめて断わるようになる。そんな点にどうも科学性が欠けているのではないかと思う。やはりカナダなどで私が見たようなやり方は、少し時間はかかるようだけれども、また、あんまりむずかしい条件では工場は建たぬというようなことになるかも知れないが、やはり、将来のことを考えてやるべきではないかと思う。

▶むすび

科学と産業との調和ということが、わが国の発展上、最も必要なことと思う。海洋開発については、資源的な問題のほかに、潮汐の力を利用することや、海流・波浪の力の利用、あるいは海の上下の水温差を利用するなど、エネルギーとしての利用もだんだんできるようになると思う。いずれも調和のとれた発達が必要であり、その研究開発に当たっても、業種のバラエティーのある皆さんに関心を持っていただき、健全なる発展を期していただきたいと思う。そうでないと、経済的には発展するかも知れないが、人間の心にゆがみが残って、やがて利害の衝突から混乱を生じ、社会不安となって、産業

も教育もその根底をこわす結果となってしまうことをおそれるのである。こうしたことについて、今までの日本のやり方については反省すべき点が多々あるのではないかと思うし、今後は新しい考え方に立ち、科学的基礎に基づいて、世界のために、またそれがわが国にも利益をもたらすような方策を研究して、実行せねばならないと思う。

最後に付加しておきたいことは、海中で仕事をすると、生物が付着して困る。生産汚損 (Fouling) という現象である。また金属腐食 (Corrosion) という現象がある。これらの問題には各国ともに悩まされ、したがって非常に力を入れて研究をしている。これらは外国ではもちろんやっているが、わが国でも自分たちで研究しなければならないと思う。材料・材質の、海洋現場での研究がある。さらに今後非常に大きな問題になりそうなことは、原子力工業の発達に伴って排出されるべき温排水の問題である。このエネルギーの利用産業についての発想も、たいせつだと思う。温排水を利用する養魚や漁場造成などである。その他、航空機による海上観測もすでに大きな進歩を示しており、赤外線による連続温度測定や、海潮流の写真測定、特に人工衛生の写真影響技術の急速な進歩により、海面のみならず、海底の透視写真撮影も可能となり、今や台風の写真撮影などととも、探る調査から、見る気象、見る海洋へと移行しつつある次第である。水産資源にしても、えび・かつお・まぐろ・いわしなど、各国ともその資源開発に必死の競争をつづけている状況において、海国日本としては、陸上領土の拡張などは考えずに、万国共通の広大な海洋の開発に指向して、万国とともに楽園をそこに求めて行くことにせねばならないと痛感する次第である。

質 疑 応 答

問：海水の栄養分は、水深が深くなるとその程度が高くなると聞いているが、底の海水を上層に持ち上げることができれば、魚類の繁殖に効果的だと思われる。お話のなかのチリー沖の海流の現象などは、自然にそれが行なわれているのではないのか。

答：そのとおりである。風が表層を吹き払って、下層の水が浮き上がってくるのである。それを人工的にできないかとの説もある。

問：さきほどの、温排水を深い所で放出すれば、自然に対流ができて、魚類繁殖に良いのではないか。

答：大変良いアイディアだと思う。ただ問題になるのは、温排水はごく沿岸である。パイプを沖までやらねばならない。私どもが温排水の問題で、このことを言うと、工事費が大変だからといわれてしまうが、その工事費に見合う利益がある見込みがつけば、実現すると思う。

問：現在では、逆に漁業補償を取られることになっているので、漁民の利益になるどころではないのだが。

答：よほどよく漁民に納得させることができないと、その面からも実現困難だと思う。

問：東海村の排水には魚が集まるので、文句を言っておりながら、漁民たちはさかなを獲りに来るそうだが。

答：さかなの量の問題だともいえる。また、魚の種類によって、温水に集まるものと、集まらぬものがある。

問：いささかとっぴなアイディアだが、深海の温度が低い水と表層の暖かい水との、温度差を利用する発電装置を作って、深海の低温水で冷却して放出すれば、発電と、魚類の繁殖との、一石二鳥とはならないだろうか。さらに、赤道あたりで、これをやって、オーストラリアあたりからボーキサイトを運んで、そこで精錬すれば、運賃も安くなるし、公害もないし……。

答：将来は、そうしたことによって、海洋開発が進められていくことになる。もちろん、小規模な実験を重ねた上での話であるが。温度差の場合、400メートルの水深で4°Cであり、表面が28°Cであるとすれば、暖かい水を低圧で蒸発させて水力にして、冷却するのに下層の冷水を使うとかいう方法なのであるが、その場合に、そのエネルギーの使い方を研究すれば、多元的な動力源となり得ると思う。

問：温度差の問題は、さかなの面からだけ唱えるのでなくて、エネルギー源として、広い視野から見た利用法について、提唱する必要があると思うが。

答：そのとおりである。それには、やはり協同研究でやる必要がある。

問：日本の政府はなかなかそこまではいけそうにない。

答：協同・協力という問題では、政府というよりも、日本人そのものの考え方に問題があろう。長い歴史のしからしめるところで、やはり自分が、一城の主にならないと承知できないという風潮があるから……。政党なども、皆そうではないか。

問：海洋気象台の、仕事の範囲は。

答：だいたい気象に重点があり、気象予報について、海を活用するということであるが、海自体の科学的な広い分野の研究によって、その成果を産業界に活用することも含まれている。創業は、岡田武松博士が、やはり海運界からの要望を受けて、神戸海洋気象台はそれらの寄付でできたものである。ちょうど、欧州大戦直後（大正9年）であったが、寄付を募ったところ、予定の倍額くらい集まったそうである。

問：現在、海洋気象台はいくつあるか。

答：4か所である。函館・神戸・長崎・舞鶴である。気象庁に、海洋気象部というのがある。

問：今でも、洋中で島を発見したというような、報告がくることがあるか。

答：島としての発見は、極洋で氷におおわれていたものの発見くらいで、一般の公海では、空中写真もあることだし、今はない水面下のものは、まだたくさん発見されている。

意見：大正13年に、軍艦満州で、紀州の

潮岬の南500海里に、やしの木が3本生えた孤島があるとの、海図上の報告によって探しに行ったが、それはなくて、水深5000メートルのところに孤立して、最浅部710メートルの山が海中にあるのを見た。

答：あれは孤立した海山で、紀南堆といっている。私もその後、その西方で発見したが、それは蒼鷹堆と命名された。

問：太平洋の海水を干してみると、壮観だと思う。たとえば、千葉県の野島崎の沖30海里に、大きな絶壁がある。富士山と、その地点とを結んだ横断面を想像すると、大変な地勢だと思うが。

答：あの絶壁は非常に大きなもので、アメリカのコロラドの、グランドキャニオンより大きなものである。あの斜面の一角がくずれると、地震が起こる。相模湾地震や関東大震災、また三陸の大津波などは、こうした斜面のがけくずれが原因である。特に、今の話の絶壁が、いつも大地震を起こしている。これによる地震は、陸地に起こる地震と異なって、大きな振幅を持ち、津波が起こる。したがって、被害も甚大である。関東大震災の原因は、日本海溝から分岐した相模湾中央のがけの一角がくずれて起こったものである。

問：近頃、日本の水産会社は魚が獲れないので、だんだん丘に上がってくる傾向のようだが、今日のお話では、まだ漁獲に余裕があるように思うが、これはまだ漁区が見つからない

ためなのだろうか。

答：遠洋でもやっていることは確かなのだが、近海のほうが、やはりむずかしくなったので、その部門だけが苦勞して、その結果その勢力が丘に上がったのである。また、経営面から見て、漁労だけではむずかしいので、食品のほうにも多角的に進んでいくというのである。

問：新漁区の発見・新漁労法の開発という面で、われわれ機械メーカーとして、協力しなければならない面があるか。

答：その方面で最も成功したのが、機械のほうでは魚群探知機・集魚灯、漁具ではナイロン繊維などであろう。今後も、まだいろいろな問題があると思う。日本でも、ようやくソーナ(SONAR)という水平探魚ができた。これは、アメリカあたりが進んでいたようだが、やはり海軍がバックして、金を注ぎ込んでできたものようだ。通信のほうでも、ソファア(SOFAR)といって、何千海里も通信のできるものもある。もう少し音などを使って、海の中がすっかりわかるように、われわれは目を持たねばならない。自分が海中にはいって、直接目で見ること、または、それに匹敵するものが必要である。深海では、まだ、あまりやっていない。アメリカの水産庁では、原子力の中水調査船を計画しているが、相当に高価なので、まだ実現していないようだ。200メートルぐらいの深度までのものらしい。かつお・まぐ

ろの追跡用だという。

問：海は作業上、生物付着・さび・エロージョン・海流・波・風など、いろいろ陸上と異なる現象があると思う。その基礎的研究が必要だと思うが、水深によって影響が異なるか。

答：生物付着・エロージョン・さびなどは、表面付近が最大であり、深くなると水圧問題が大きくなる。深い所では、生物の影響力はあまりない。

問：海洋基地としての「浮島」は、何の材料が主として使われているか。

答：専門外でよく知らないが、特殊金属・発泡材料やプラスチックなどよく使われている。その他、きわめて多様である。「マリン・テクノロジー」というソサイティができていて、刊行物がすでに4回くらい出ている。

第1回会合に私も出席したが、非常に大きな会合で、数社社の製品の展示場もあった。外国では、それだけ熱心であり、進んでいる。日本も、早くそうならなくてはならないと思う。この分野では、現在がルネッサンスで、ぶんどり競争時代といえる。材料研究による展示品が、非常に多かった。やはり、大きくなると鉄材が使われねばならぬから、そのさび止めなどが研究問題であろうし、強化ガラスだけでも、驚くべき種類が展示されていたのを、覚えている。

その会議の議事録ができていて、公表されている。

マリンテクノロジーソサイティに注文すれば入手できる。

問：水中写真の状況は.

答：6000メートルぐらいまでの記録はある (Eggerton Camera).

意見：水に浸した写真機 (フィルムも含

めて水に浸したもの) がある. 問題は照明で, ストロボなのだが, 水圧に耐えるものがなかなかできない.