

北米における沿岸海洋環境研究の最近の動向

高 橋 正 征*

筆者は、昭和53年7月～10月、日本学術振興会の海外国際共同研究事業の援助で、カナダのブリティッシュ・コロンビア州サーニッチ入江の国際共同研究施設で行われている、マイクロコズムを使った海洋汚染の実験的研究に参加した。帰路データ整理と打ち合わせを兼ねて、米国のウッズホール、スキダウェイ、スクリップスの3海洋研究所を訪ねた。また昭和54年1月～2月、スキダウェイ海洋研究所の招待で、同研究所が主催した「大陸棚外水と隣接境界海流の相互作用」の国際ワークショップに出席し、途中共同研究の打ち合わせで、ハワイのオシアニック・インスティテュートとハワイ大学海洋研究所を訪問した。今回は、この2回の北米訪問を中心とした報告である。

200哩領海問題以来、北米では沿岸域（ここで指す沿岸域とは、200哩内全域である）に関心が集中し、米国政府は州毎に海洋研究所か、大学に海洋学部の設置を推奨した。今回私が2度にわたり訪ねたスキダウェイ海洋研究所も、それまで整った海洋部門のなかったジョージア州に新設されたもので、今年で創設10年である。当初海洋・水産2本立てで発足したのが、1971年にウッズホール海洋研から D. W. Menzel 博士を2代所長に招くや、海洋中心に体勢を整え、今や米国のホットスポットの1つになった。Menzel 所長は、同氏が学位取得以来、J. H. Ryther 博士らと築いたウッズホール海洋研の黄金時代の活力をもった研究グループを、スキダウェイ研に再現するべく頑張っている。ウッズホールでは、20年前の花形研究者達が一様に年令を重ね、各人が各分野の大家になると共に、研究室間の交流が減少して停滞してしまったというのが、Menzel 博士のウッズホールの現状評である。停滞しているとはいっても、ウッズホールを訪ねれば、高名な研究者（というよりも研究者は皆、各分野の第1人者）がオフィスを並べており、会って話をすれば学問の洞察力の見事さに感嘆するのである。察するに Menzel 博士の心配は、10年、20年後にリーダーシップをとるような研究者層（中年～若年）がウッズホールでは貧困なことにあるようである。ちなみにスキダウェイ研の研究者は所長を除くと全員40才以下で、35才前後の研究者がプロジェクト研究のリーダーシップをとっている。週休2日の米国には珍しく、7日間研究所に出勤している研究者も何人かいた。Menzel 博士と同じ頃、ウッズホールを出て、北のメイン州にビゲロー海洋研究所を新設した、C. S. Yentsch 博士も、自身の研究所の特色として研究者層の若さと、相互の連絡の密なことを強調していた。

研究者相互間でのコミュニケーションの良し悪しは、海洋研究機関にとって特に大事である。こ

* 生物科学系

これは海洋学研究が個人ではなく、常に複数人の共同作業で進められるからである。観測船で研究航海に出た場合を考えるとわかり易い。船上では自身の必要性の有無にかかわらず、各種測定と試料採取は乗船者が交代で行なう。こうした海洋学のユニークさは、昔から異質分野の研究者間での共同研究を比較的容易に実現してきた。その点で海洋学は本環境科学研究科が志向している、学際的アプローチを、海洋という対象を限定した中で、既にある程度実現してきたともいえる。少し脇道に外れるが、私がブリティッシュ・コロンビア大学にいた当時、海洋学が学問として成立するか否かの議論が一時期活発であった。1つの考え方は、海洋学という学問分野は存在せず、海洋の場で物理学や生物学研究を行なうとするもので、海洋研究所という1つの組織にまとまっていた方が研究を進める上で単に便利であるという立場である。もう1つは、海洋自体が独特な真理を内に秘めており、それを解明していくのが海洋学であるとするものである。前者を Oceanography、後者を Oceanology と区別して呼ぼうといった提案も出た。当時のブリティッシュ・コロンビア大の海洋部門は、海洋研究所と呼ばれていて、既存の各教室に所属している教官と院生が、海洋研究所内の建物内に同居して研究と院生教育が行われていた。この場合は Oceanography の立場が強い。一方、隣り町シアトルにあるワシントン大学の海洋部門は、学部組織になっていて、Oceanology の立場をとっていた。ブリティッシュ・コロンビア大も、今春から海洋学部になり、海洋学専攻の学生の一貫訓練を開始した。こうした混乱は、海洋学の学問の若さのためにおこったことであろう。古いといわれるウッズホール海洋研究所ですら、開設以来40年に満たない。環境科学は更にそれよりも若い学問で、海洋学の発展が1つの参考になると思われる。

海洋学の歴史的アプローチをみると、近代海洋学はダーウィンのビーグル号航海時（1831～36）に片鱗を認めることができる。18世紀後半イギリスの調査船チャレンジャー号が大規模な海洋調査探検を実施した。その後20世紀半ばまで世界各国が競い合って海洋に研究船を派遣し、試料採取と各種観測を行なった。

また同一点に観測船を長時間滞在させて、海況や気象状況を定期的に観測することも行われるようになった。これは天気予報に入用な資料提供ということで、人工衛星観測が始まるまで各国でかなり積極的に実施された。日本の南方定点“M”とか、カナダの“P”点などが有名である。こうした探検航海や定点観測の情報が集積して、世界の海洋の事情が次第に鮮明になってきた。

1960年代に入り、こうした現場観測だけでなく、海洋で生じている特殊現象に着目し、その機構解明のために研究船を利用する（いわゆる浮上実験所として）試みが活発化してきた。中でも注目されるのは、地球の自転の関係で大陸西海岸沿いに発生する大規模湧昇の研究のために組織された CUE 計画（Coastal Upwelling Ecosystems）である。CUE 計画では湧昇多発水域に何隻もの研究船を同時に出して、それに各分野の専門家が乗船して、多方面から湧昇現象を総合的に解析することが試みられた。その結果、各生態レベルの情報、平面拡散などを考慮して大規模な湧昇シミュレーションが行われ、その妥当性が再度各地の湧昇域で確かめられた。この頃から、海中に流向・流速や水温などを精密に連続測定・記録する装置を埋設して、数週間～数ヶ月にわたる長期自動観測が盛んに行われるようになった。

1970年前後に至り、これまで主流であった観測や現場実験中心の研究法では、問題によっては限界が明らかになってきた。ここに登場してきたのが、マイクロコズムを使って限定空間内に自然現象を再現させる方法である。これにより観測ではほぼ不可能に近い再現性テストが、海洋環境の研究でもある程度可能になった。丁度世の中は、環境問題が人々の関心を大いによんでいる時で、人間による海洋環境への各種の影響を、マイクロコズムを使うことにより再現化が可能になり、マイクロコズム法は影響研究を中心に急速に進んだ。代表的な研究計画として1973年に開始されたCEPEX計画（Controlled Ecosystem Pollution Experiment）と、1975年に始まったMERL計画がある。

CEPEX計画は、人類の活動によって各種汚染物質が海洋に拡散していった際の影響を予測して、対策検討資料をつくることを目的としている。米加により、海洋汚染の殆んどないカナダのサーニッチ入江に実験施設ができ、日英独の協力の下に、国際色豊富なプロジェクトチームが形成され実験が進められてきた。現状濃度の2～10倍程度の、WHOなどの水質基準をはるかに下まわる非毒性レベルで研究が行われるため、実験にはキメ細かな配慮が要求される。生態系に汚染物質などで攪乱を与えた場合の、生態系各構成生物の反応と、それによる生態系の構造変化の仕組み解明は、本計画が出した一大ヒットである。こうした発見を産んだ背景には、各国からの頭脳が集まったこと、米加においても珍らしいほどCEPEX実験所の機構が融通性に富んでいたこと、スタッフの激しい情熱などがあった。特に融通性と情熱は、北米システムのもっている諸費用の有効利用システムがCEPEX計画では最も効果的に作用したためと思われる。私が研究に参加している間、活発に働いている研究者やスタッフ一同に、ある種の不安の影が常時つきまとっていた。それは1口に言ってしまうと、いつおこるかもしれない研究費のストップで、いったんストップすると研究はもとよりのこと生活費も入らなくなる。精一杯努力して成果を挙げることにより研究費が安泰になるばかりか、場合によっては実力が買われて他所のよりよい職にかわることも可能になってくる。こうした危機感が研究費の効率的利用を産み、一大成果をあげるプロモーターになった。

MERL計画では、今後予想される沿岸域での海底油田採掘時の環境影響予測を第1目的としている。研究施設はニューイングランドのナラガンセット湾岸にあるロードアイランド大海洋学部構内に設置され、同大学の研究者と、全米各地から参加している研究者で研究が進められている。

1973年にオイルショックがおこり、人々の関心は一転してエネルギーと素資源に向けられた。環境問題への関心も、それまでのただやみくもに浄化してしまうのではなく、なるべく少ないエネルギーや物質利用で目的達成するように変化した。ここに1つ面白いエピソードがある。環境問題が深刻化して規制が強化された時、米国の自動車メーカーを中心にして公害防止装置をつけて、排気ガス規制をパスする方策がとられた。その結果車の燃費がガタ落ちし、その上公害防止装置の維持にかなりの負担をかけることになった。エネルギーがふんだんに供給されていた時はこれでも何とかやっていけたが、エネルギー供給の危機が叫ばれると、こうした解決法がその場逃れの解決にすぎないことが露呈した。何社かはエンジンの根本設計を工夫して、低公害、高燃費のエンジンを開発し、市場で一大ヒットをとばした。

こうした状況になって、先きにも述べたように、米国では臨海州が州毎に海洋研究部門をもち、自州域の沿岸部の海洋環境の把握に積極的に乗り出した。外洋も手広くやっていたスクリップス海洋研の研究者達も、外洋研究の研究費が断え、研究の中心を沿岸に移した。今や全米1000余名の海洋研究者の大部分が、沿岸海洋研究に主力を注いでいる。目的は沿岸域の環境と各種資源の探索、地下資源を採掘したときの水産資源などへの影響が主なところである。地域毎に学会形態の組織ができ互いのグループ間の情報交換などを実施している。米国東部は大陸が日本列島のように弧を描いて大きな湾入を形づくり、それに沿って湾流（日本の黒潮に匹敵）が北上している。南では、マイアミ大・スキダウェイ研・北カロライナ大・デューク大が一大研究グループを構成して、南西大西洋湾域で精力的に研究している。その北はデラウェア大・ジョンホプキンス大・ラモント研究所のグループ、ブルックヘブン研究所グループ、ニューヨーク州立大グループ、ウッズホール研グループ、ビゲロー研グループとつづき、カナダに入るとダルハウジー大・ベッドフォード海洋研グループがある。米国西部もカリフォルニアから、アラスカまで同様の研究グループ組織網ができてい

る。スキダウェイ研主催のワークショップでは、米国・カナダの東岸と西岸の研究グループが、南から北に向かって研究成果を披露した。このワークショップには23名が招待出席し、それに10~20名程度のオブザーバーが加わったものである。会議は俗にいう円卓スタイルで、進行プログラムはごく大まかなものしかない。長短様々な講演を議論でつないでいくといった感じであった。出席者は大半がオーバーヘッドプロジェクターを用い、そのため議場で資料が必要になると直ちに自身のファイルからひき出して説明が可能である。次々と重ね合わせたり、彩色をほどこしたり、オーバーヘッドプロジェクターの特徴をいかんなく見せられた。また、ある程度電燈をつけた状態で利用できることも退屈させない。丸2日半議論をつづけて、最後には各自が思わぬ会の発展に酔い、大いに興奮してしまった。南から北に各グループの知見を並べ、会議中の議論をつなぎ合わせると、各地域の沿岸の様子が各々の研究グループの個性を出しながらも、実に見事に南北に並んでいた。それは一連の絵巻物を見る思いであった。

私は“日本沿岸大陸棚生態系への黒潮の影響”と題して、湾流との対比の上で講演したが、内容の豊富さの上で米国チームに圧倒された感じである。研究費・設備の量や充実さの問題よりも、両者を使用していく上での自由度の差が決定的に成果に影響している感を私は深くもった。毎年11月下旬に東大海洋研究所の船舶や諸施設の共同利用申請が受けつけられ、翌春迄に採否が決定される。膨大な申請書を整理して年間計画に合わせて割り振りする作業の大変さと、できあがった計画の芸術的美事さには感嘆の他はない。幸運にも申請が受理され、計画に乗った場合、計画変更は至難の業となる。日本が誇る地球物理学者の故吉田耕造先生は、生前大規模冷水塊の研究を志しておられ、数ヶ月の時間隔で出没する冷水塊のタイムスケールが、日本の官庁の1年単位の事務のタイムスケールと全く合致せず、臨機応変に観測船を出せないもどかしさを大変に嘆いておられた。興味ある現象が出てきても時間には船を帰さねばならないし、逆に研究をする必要性が仮になくなったとしても現行システムでは出かけなければならない。私を含めて研究者側はとかく過大な自由度を要求

し、事務局側は予算の執行を理由にワクをはめることを工夫する。予算の効率的利用に力点をおいた配慮が、研究者・事務局の両者にもう少し必要のような気が私にはする。今年下田臨海実験センターに15トンクラスの観測船が配置されることになり、筑波大学もいよいよ海洋への発展が可能になった。大いに喜びとするところである。