

- 8) 赤潮生物ライフサイクルが大増殖の場合、時に短絡された系統をとり、急増を起すことも考えられる。

## 6 瀬戸内海シミュレーションとその意義

鬼塚 正 光 (工業技術院公害資源研究所)

表題は非常に大きなテーマで、小生のような若輩には力不足で荷が重すぎる。このように大きな表題はもっと研鑽を積んだ人によって載くべきである。コンビナーはこの点十分理解しておられるが、あえて与えられたのは1つは未熟を承知の上で勉強するようと、他方は瀬戸内海の水理模型実験施設を中心とした研究調査の立案者の1人として、シンポジウムにその内容を公開、討議する機会を与えられたものと理解している。

シミュレーションについては電力中央研究所の和田先生が数値実験をもちい、また、水理実験については京都大学防災研究所の樋口先生が沿岸海洋シンポジウムその他でその意義と限界について述べられているので、基礎的な事項についてはふれない。

しかし、シミュレーションの第1段階としてはそれぞれの方法を採用しても原型について精度良く模型で再現し、条件を変えてその効果を予知するには、まず原型についてよく理解しなくてはならない。

さて、表題に関して手法とその意義を求めめるために沿岸海洋分野だけに限って過去の調査、研究成果を総括的に評価すれば、沿岸水域の環境に対し、総体的な観点に立った調査、研究資料は少なく、現在までの研究は環境保全に対処するに、余りに科学的なポテンシャルを欠き、今日的な課題である公害と水産海洋の間の関係について学問的にも、政策的にも対処することができない状態である。

そこで今日まで行われた研究方法、及び成果の総括から環境保全のため従来からの研究を総合、発展させ、環境科学—水産漁場学として新しい研究や手法を早急に確立する必要がある。このことは沿岸水域の諸現象の明確な把握が行われないために海洋における汚染に対して対処できない最大の要因となっていることは自明である。従って関心をこの点に向け、特に大きな流入河川を有する内湾においては特にその河口水域における従来からの無計画な地域開発に伴う環境破壊を防止し制御するための方策を確立していかなければならない。これらを対象とする海域の特性を解明、理解する手段として現地調査はもちろん、簡便法として先述の数値実験及び水理模型実験が考えられよう。

これらの簡便法としてのモデル実験の意義は的確な原型の把握にもとずき現象を正確に将来目的とする事象を予測することは前述の通りであるが、現在では水理模型は海岸工学などで実施している実験の範囲を拡張し、実験の限界に挑まねばならない。

同様に数値実験についても高潮など波の問題、又、最近では温排水などの拡散の問題について研究が進められているが、広く環境科学に対する応用はやっと着手された段階である。

現地地点においては、まず現地調査方法の根本的な改善から始めなければならない。その理由は沿岸水域での水の微細構造は外海に比して時空間的に非定常であり、我々が求める Time Scale でも半日、1日、15日、1ヶ月、四季、年といった scale で大きく変動し、海域の特徴を決定しており、これらの影響をうけることは理解しながらも、これまでの方法ではその重要性を解明できていない。

従来から実施している海洋観測法の沿岸水域への適応性、計測機器の使用法及びそのデータの吟味の欠如からその信頼性ならびに適用性について十分注意しなくてはならない。

このように、データを普遍的に整理するためにはデータを取り出す過程をそこで観測する対象により規格化する必要がある。

以上のように、現在までの沿岸水域の調査、資料、特に瀬戸内海について海況、水質等の資料をシュミレーションする観点から眺めるとこの水域で現在まで調査、研究された資料の普遍性にかけられていることが痛切に感じられる。これら一連の作業の段階から今日の水産海洋の研究上の問題があることが理解される。

これを要約すれば沿岸水を「流動する場」であるとした問題意識とそれに立った調査、研究が進められたことにまとめられよう。

さて、経済企画庁の新総合開発計画によると、経済発展段階に即応して新たな国土開発計画が要請されており、その瀬戸内海メガロポリスは極めて重要な役割を担うと報告されている。この瀬戸内海は工業開発のみならず公園としての資源、豊富な漁業資源の場として国家的に重要性を有する多目的海域になっており、真に国民のための長期的展望に立った計画がなされ、また実施されなければならない。したがって、その利用の多面性に基き、水産開発、工業開発、埋立計画等にあたりは海洋環境保全の観点から科学的な万全な体制のもとに調査、研究を進めることが国家的に緊急な課題となっている。

しかし、繰返し述べるよう瀬戸内海の特性的については余りにも未知のものが多く、局部的な問題に対しては検討されているが、今後瀬戸内海を開発するには総合的にとらえなくてはならない。たとえば、内海と外海との海水の交換、物質の拡散、分解など、生物、化学的、物理的な現象の微細構造を理解し、長期的な展望が必要となる。

さて大局的な海洋における交換と物質の拡散等について将来の事象を理解する場合、数値実験と水理模型実験があることは述べたが、瀬戸内海については速水等が数値実験を実施して海洋汚染の総合的判断をする資料を発表している。さらに大型水理模型実験については現在、通産省において立案されている。これらの資料を参考にしてどのような理解が得られるのか考察してみよう。

まず塩分、水温、透明度、平均潮位等の既存の資料を整理し、さらに一次元の拡散方程式の解析解を求め、数値実験の結果から得られたものについて要約すると、

- 1) 瀬戸内海の塩分は豊後水道及び紀伊水道より内に入るに従って低くなる。周防灘も低く、関門海峡からの交換はあまり大きくない。
- 2) 長期間にわたる平均塩分の分布を説明するのに一様な拡散係数を求めると  $1.0^7 \text{ cm}^2/\text{sec}$  のオー

ダーになる。

- 3) 内湾に物質を連続的に放出するとき、各地点で同じ負荷量のもを投入すると、外海に近い伊予灘に放出する場合、外海との交換が大きく濃度は低くなるが、内海中央部の備後灘、燧灘、備讃瀬戸等に放出すると、内海における濃度は高くなり、その影響は広い範囲に及ぶことが求められた。

以上、結果の一例を述べたが、報告書を熟読されるならば瀬戸内海が人工的な要因で汚染を安易に発生せしめることができることを理解できよう。

以上は現在までの資料と簡単なモデルから導かれたものであるが、少なくとも今後の考察に基準として大筋は大きく変らないであろう。

次に瀬戸内海大型模型について述べよう。従来の瀬戸内海の水利模型は局部の模型が取扱われ前述のように汚染について総体的に論じる場合、全体を含む大型水利模型によって総合的かつ、広域的に研究する必要がある。本実験施設で取りあげる研究テーマは次のものがある。

1. 瀬戸内海の周防灘、大阪湾等広域汚濁に関する研究

大規模工業開発地帯としての周防灘、工業開発都市汚濁が加わる大阪湾を中心とする従来よりスケールの大きい規模による広域的な汚濁に関する研究を進める。

2. 瀬戸内海全域の汚濁に関する研究

瀬戸内海沿岸の都市化による広域汚濁、コンビナート大型化に伴なう広域的な汚濁、等これらの重合も含め瀬戸内海全域にわたる汚濁に関する研究をする。

3. 上記問題に関する予防方策の開発研究

1. 2. の結果等にもとづく工業開発規模、企業業種の組合せ、配置、工場排水の排出方式、方向、位置等に関する最適な方式等の予防方策を開発研究して行く。

4. 埋立による海域に対する諸影響と埋立計画の立案

海流を著しく好ましくない方向へ変化させたり拡散を悪化せしめる埋立計画を未然に防止し、最適な計画を立てる。

5. 相似論及び相似技術の研究

6. 測定、解析技術の開発と高度化

7. 拡散理論及び数値モデルの開発研究

大気で実施しているごとく汚濁の拡散についても適用可能な理論拡散式、数値モデル式の開発を行なう。

8. 密度差による拡散現象及び温水拡散現象の研究

瀬戸内海へ流入している河川等の影響を検討し、今後問題となる温水の拡散現象について研究する。

9. 応用的な研究範囲としては

(1) 海洋開発に関する研究

(2) 海上火力発電、海底火力原子力発電基地の研究

- (3) 河口の漂砂現象、河口処理、河口閉塞等の研究
- (4) 大型タンカー等の運行保安の研究
- (5) 航路浚渫に関する研究
- (6) 港湾、防波堤の建設に関する研究
- (7) 水産資源開発及び保護、産卵場に対する研究
- (8) 塩水、淡水の交換等に関する研究
- (9) 干拓地建設地に関する研究
- (10) し尿等の海洋投棄の影響に関する研究

### 大型水理模型の概要

現在計画されている大型水理模型の概要は次のようである。

1. 対象海域：瀬戸内海全域、紀伊水道と豊後水道及び流入河川を含む。
  2. 縮尺；水平縮尺  $1/2000$   
鉛直縮尺：未定
  3. 模型材料；防水モルタル
  4. 起潮機：3台
  5. 観測クレーン：4台
- 等である。

### 模型の有効性について

水理模型の役割について瀬戸内海については明らかでないので、公害資源研で実施している東京湾の実験例から推定して載くことにする。映画及びスライドから内湾における海況は地形によって大きく変化することが東京湾の場合については理解できる。

現段階では東京湾内における循環流や混合現象の問題を定量的に取り扱うことは困難であるが、ここで淡水のみを用いて行った模型実験の流況が、原型の流況と比較してみると比較的よく類似する理由について考察する。

少なくとも流況が原型と類似する場所では密度の変化に基づく流動運動（密度流等）の作用が比較的小さいものと考えられる。東京湾北部の流況に対しては河川感潮部の水の出入がきわめて大きい役割を演ずるようである。

全河川を完全に閉鎖すると、潮汐の1周期について平均した場合に恒流として検出されるような移動はきわめて微弱になるので、湾北では河川部がなければ、潮流はそれ自体では大きな恒流を生じない。河川感潮部内の水の潮汐による流動は

- (1) 感潮流の水の流動は湾内に強大な乱流混合を生ずる。すなわち、潮流エネルギーの一部が乱流エネルギーに変換し、さらにその一部は垂直混合によって、水の位置のエネルギーの増加に用いられる。
- (2) 導流堤等によって河川感潮部の水が加速され、水の流れが湾曲すれば、その流れの湾曲によ

る遠心力が恒流の運動エネルギー源となる。

東京湾の中央部では富津岬以南の浦賀水道の激しい湾曲地形の影響のため、強力な乱流と湾曲した流れを生じ模型の内湾のこの海域では比較的安定した反時計まわりの恒流を生じている。この恒流は湾北において恒流等が変化してもその影響は受けにくい。

瀬戸内海では淡水の流入が多く、空間的に密度の変動があることを考慮して海水を用いた密度場を再現して水理実験を進め、実験精度を高めるよう施設を整備する計画である。

### 参 考 文 献

たとえば

速水頌一郎、宇野木早苗、中野猿人、渡辺信雄、「瀬戸内海における海水の交流と物質の拡散」、  
P 6 8, S 4 5. 6

通産省立地公害部（東海大、海洋）、「瀬戸内海大型水理模型について」、P 2 7, S 4 5, 1  
瀬戸内海水産開発協議会、「公害にさらされる瀬戸内海の漁業—現状と対策—」、P 1 0 3,  
S 4 5. 5

通産省公害保安局公害部、海上保安庁水路部、「瀬戸内海水質汚染防止のための海流資料」、  
P 5 9 8, S 4 5. 8

江村富男、鬼塚正光、太田一之、「水理模型実験による廃水拡散の研究（Ⅱ）—東京湾の流況について  
の二三の考察—」、第16回海岸工学講演会論文集P , S 4 4. 1 2.

## 7 海洋汚濁研究の国際的動向

敦 賀 花 人（東海区水産研究所）

I O C は 1 9 6 7 年 8 月 に 作 業 委 員 会 を 持 っ て 海 洋 汚 濁 に つ い て 検 討 を 行 な い、汚濁はその起因および現象が多様であり、諸分野の研究者の総合された対応と国家的、国際的対策が必要なことを認識して要約下記の問題点を提起した。すなわち汚濁分質の分析法およびその海洋における挙動と運命、生物が受ける影響などである。I M C O は 激 増 す る 石 油 の 海 上 輸 送 と そ れ に 伴 う 事 故 に 対 処 す る た め に 油 濁 防 止 条 約 の 改 訂 お よ び そ の 基 盤 と な る 科 学 的 資 料 の 整 備 に 努 力 し て き た。F A O は 海 洋 汚 濁 が 漁 業 に お よ ぼ し つゝ 有 る 影 響 を 憂 慮 し て 国 連 諸 機 関 と 協 力 し つゝ 汚 濁 防 止 に 関 す る 調 査 研 究 を 行 な っ て き た。

こ の よ う に 海 洋 汚 濁 は 諸 種 の 分 野 に 関 連 す る 問 題 な の で 関 係 諸 機 関 が 参 加 し て 「海 洋 汚 濁 の 科 学 面 に 関 す る I M C O / F A O / U N E S C O / W M O / W H O / I A B A の 合 同 専 門 委 員 会（略称GESAMP）が設けられ、1969年3月、1970年3月に2回の会合が持たれた。すなわち、これまで国連関係の諸機関によって個別に行なわれていた海洋汚濁の科学的検討が一つにまとめられたわけである。この委員会の関連事項の主なもの

1) 各機関への汚濁の科学面についての助言