

日仏海洋学会賞受賞記念講演

沿岸海洋過程の研究*

柳 哲 雄**

Physical oceanography on coastal processes*

Tetsuo YANAGI**

この度は思いがけなく日仏海洋学会賞を頂くことになり、大変光栄に思っております。私の夢は小学校1年生の時から海洋学者になることでしたので、こうして好きな海洋学をやって生活できることを非常な幸運であり幸福と思っていますが、今日のこの賞を励みにし、今後さらに世のため人のためになるような研究をしていけるよう頑張りたいと思っております。

私にとって研究とは現場でデータを取っている時、計算機と苦闘している時、論文を書いている時の緊張感そのもので、一旦論文が書きあがってしまうともう見る気もしないという所が本音です。すなわち、研究することで昨日までの自分が今日はどう変わるのだろうかということが楽しみなわけです。そんなわけですから本日も自分が過去何をしてきたかではなく、明日から自分は何をしようとしているかをお話させて頂き、皆さんの御批判を頂ければと思います。

私が1974年愛媛大学海洋工学教室の助手になりましてからここ10年余りやってきましたことは沿岸海洋過程に関する物理学ですが、私は今後は沿岸海洋において物理学、化学、生物学を単独に行うことにあまり意味はなくなると思っています。といいますのは、それぞれ個別の分野の研究が進んできたということもありますが、沿岸海洋（ここでは水深200m以浅の浅海域と考えます）という場そのものが、人間活動と非常に密接に関わり合っていて、現在はその場で現実の社会からの要請に応えらるる学問が要求されているということだと思っております。

れるなわち沿岸海洋の社会的な環境問題、管理・制御問題においてとりあげられる学問的な問題は常に沿岸海洋において物質（エネルギーも含め）はどのようにふるまっているかということです。とすれば今後の沿岸海洋学とは「沿岸海域における物質の挙動を物理・化学・生物学的に定量的に記述する学問」ということとなります。

主として種々の人間活動の結果、沿岸海洋に新たに持ちこまれる諸物質は物理的な移流・拡散によって拡がり、化学的・生物学的な変質を受けて、あるものは海底に沈降し、あるものは海底から再溶解し、やがて外洋へと拡がっていきます。しかるに沿岸海洋という場は浅く、淡水供給の影響が大きいので、物理的にはエネルギーの空間・時間勾配が大きく、化学的には物質濃度の空間・時間勾配が大きく、生物学的には種・個体密度の空間・時間勾配が大きいという非常に複雑な場を形成しています。外洋と異なり空間的・時間的一様性の保証されていない場で物質の挙動を正確に把握するためには、まずLagrange的な視点が必要です。すなわち移動する水塊と共に移動しつつ物質や生物の変質を観測しなければ、正しい答は得られないということです。さらに、このような変質の大きい場において物理・化学・生物が単独で出せる答には非常に限界があるということもあるわけです。そのような沿岸海洋の複雑さが関与した象徴的な現象として、赤潮と貧酸素水塊の発生の問題をあげることができるでしょう。

この2つの問題はいずれも沿岸海洋に投入された窒素やリンなど栄養物質の移流・拡散（海水交換）という物理的問題を背景に、栄養物質の溶存・懸濁・沈降・溶出・分解といった化学的問題と関わり、最終的には特定生物種の異常増殖、海洋生物の大量死という生物的問題を引き起こしますが、物理学・化学・生物学が単独にこの間

* 1986年5月30日 日仏会館（東京）で講演
Conférence à la remise du Prix de la Société
franco-japonaise d'océanographie

** 愛媛大学工学部海洋工学教室 Department of Ocean
Engineering, Ehime University

題の解明にあたりとしても、十分な結果を得ることが不可能なことは言うまでもありません。私達の研究室では昨年まで文部省科学研究費による環境科学特別研究に参加し、他の海洋化学者、生物学者と協力して瀬戸内海播磨灘の *Chattonella* 赤潮の発生機構、燧灘の貧酸素水塊の発生維持機構の解明を目指した学際的研究を行ってきました。これらの研究はそれぞれかなりの成果をあげることができましたが、どちらも最終的な答を得るには至っていません。その大きな理由のひとつに私達が学際的研究を行っている数年間、私達は一度も赤潮発生や貧酸素水塊による魚貝類大量死の現場を直接観測できなかつたということがあげられます。現場観測を行っておられる方には良くおわかりだと思いますが、赤潮発生などの時間的不連続現象（生物密度変化の時間勾配が大きい）を直接観測するという事は、よほどの幸運にめぐまれないと不可能なことなのです。私達は毎年約1年前からそのような不連続現象が起ると予想される時期と場所を選び、各人の予定を整調し、その1週間程度の時期に持っている人力と資金のすべてをつぎこみ観測を続けましたが、結局赤潮前、赤潮中、赤潮後の海況の微細変化といった発生機構の鍵をにぎっているであろう物理・化学・生物データを得ることはできませんでした。それらの時期以外で漁民からの赤潮発生の通報により現場にかけつけた時には、すでに事の起った後の状況しか観測できなかつたわけです。発生維持機構の解明のある程度進んだ貧酸素水塊の方はまだしも、赤潮の場合、その発生機構の鍵をにぎるこの時間的不連続点近傍の学際的データを得るといことは将来にわたってもそう簡単に可能になることではないように私には思えます。もちろん、そのための努力は続けなければなりません、私には赤潮発生という時間的不連続点近傍の物理・化学・生物過程の相互関連の中に、先述した沿岸海洋における諸問題の複雑さが集約されているように思えるのです。しかし、それを直接観測することは現段階では非常に困難なので、ここでは視点を変えて、とりあえず空間的不連続点における物理・化学・生物過程の相互関連を研究しながら、先述した新しい「沿岸海洋学」を育てていったらどうだろうかと思っているわけです。

実際の現場で時間構造と空間構造が等価であるということは、生物過程を含んだ沿岸海洋過程にはもちろんあてはまらないことでしょうが、沿岸海洋過程の複雑さを正しく理解していくという意味で、とりあえず空間的不連続点近傍の学際的研究を行うということは非常に意味があることだと思うのです。

沿岸海洋における空間的不連続構造とは、言うまでもなく沿岸フロント域のことです、沿岸フロント域は故宇田道隆博士の“siome”の研究以来、水産業にとってその重要性が認識されているのみならず、フロント域近傍では急激な物質濃度の空間勾配、生物娯集が起ることは良く知られています。しかし、この沿岸フロント域の場合もその発生時期・場所が一定ではないという一般的な認識があって、大規模な観測計画が立てにくく、フロント域近傍の学際的研究というものも今まで行われたことはなかつたと思います。一方、近年の沿岸海洋物理学の進展により、沿岸フロント域は Fig. 1 に示すようにその発生時期も場所も特定できるようになり、それぞれのフロントの発生維持機構もほぼ明らかになったと言える状況になってきました。

まず一番海岸寄りでは河川水と沿岸水の境界をなす河口フロント（Estuarine front）は一年を通じて存在しますが、河川流量と潮時によりその強さ・場所を変えます

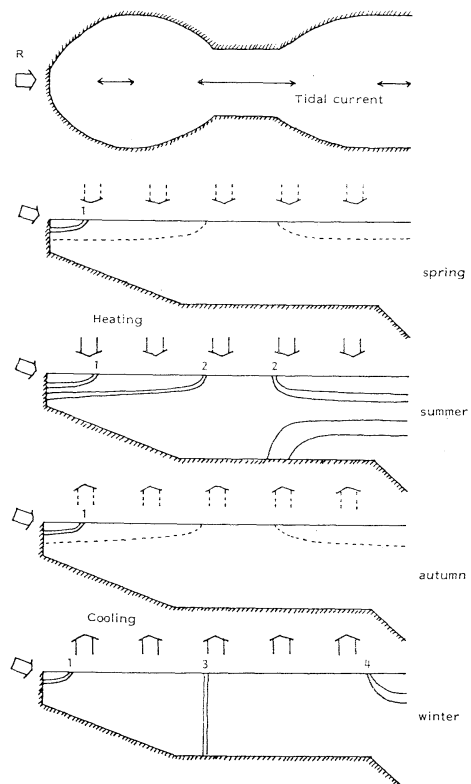


Fig. 1. Schematic representation of seasonal variations of coastal fronts. R, river discharge; 1, estuarine front; 2, tidal front; 3, thermohaline front; 4, shelf/slope front.

(柳, 1985)。春から夏にかけ海面が熱せられると, 潮流による鉛直混合の大小により成層した領域と鉛直混合した領域の境界をなす潮汐フロント (Tidal front) が海峡近傍に発生します (柳・大庭, 1985)。秋になって海面冷却が始まると潮汐フロントは消滅し, 冬にかけて沿岸海洋全域で鉛直混合が盛んになりますが, この時低塩・低温の沿岸水と高塩・高温の陸棚水との境界に密度差を持たない熱塩フロント (Thermohaline front) が発生し (Yanagi, 1980), 鉛直混合した陸棚水と熱容量が大きいため成層の残る斜面水との境界にも陸棚フロント (shelf/shoal front) が発生します (柳ら, 1986)。春になって海面が暖められ始めると, この熱塩フロント, 陸棚フロントも消滅していくわけです。これらのフロントは潮流による移動や力学的な不安定による蛇行などで多少その位置を変化させますが, 季節的にはほぼ決った強さ (水温・塩分・密度の空間勾配の大きさ) でほぼ同一の場所に存在することがわかっています (YANAGI and KOIKE, 1986) ので, 大規模な観測計画を立案することが可能なのです。

幸い本年度の環境科学特別研究で私が研究代表者となった「沿岸フロント域の物質分散過程と生物過程」という研究計画に研究補助金が交付されることが決りましたので, 単年度ではありますが, 東京大学海洋研究所, 広島大学生物生産学部, 香川大学農学部, 愛媛大学農学部の化学者・生物学者と共同して, 東京湾, 瀬戸内海西部の沿岸フロント域近傍の共同観測を行って学際的なデータをそろえたいと考えています。物理的にみた大まかな

流れの構造はすでに把握していますが, 新たに得られるであろうフロント域近傍の化学・生物データの分布を説明するためにどのような高度の物理情報が必要とされるかが私にとっては非常に楽しみであるわけです。この学際的研究の成果はいずれ機会を見て皆様に御報告し, 御批判を仰ぎたいと考えています。そのようなわけで, この沿岸フロント域の研究をひとつの軸として私は新しい沿岸海洋学を進めていこうと現在考えているわけです。

最後に私に海洋学への興味を起こさせてくれた, 笠戸湾のほとりで余生を送る両親, 研究室を根城に主に政治活動に励んでいた学部・大学院時代を暖かく見守って頂いた國司秀明教授, 研究者への途を拓いて頂いた故樋口明生教授, いつも有意義な討論をして頂いている同じ研究室の武岡英隆博士をはじめ, 多くの方々のお陰で今日の私が在ることを感謝しつつ, この講演を終らせて頂きたいと思えます。御静聴ありがとうございました。

参 考 文 献

- YANAGI, T. (1980): A coastal front in the Sea of Iyo. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **35**, 253-260.
- 柳 哲雄 (1985): 肱川の河口フロント (I) — フロントの潮時変化一. *愛媛大学工学部紀要*, **10**, 253-261.
- 柳 哲雄・大庭哲哉 (1985): 豊後水道の Tidal Front. *沿岸海洋研究ノート*, **23**, 19-25.
- 柳 哲雄・額田恭史・清水浩輔・江田憲彰 (1986): 豊後水道の陸棚フロント (I) — その構造と移動一. *愛媛大学工学部紀要*, **11**, (印刷中).
- YANAGI, T. and T. KOIKE (1986): Seasonal variation of thermohaline front and tidal front. *Continental Shelf Research*, (in press).