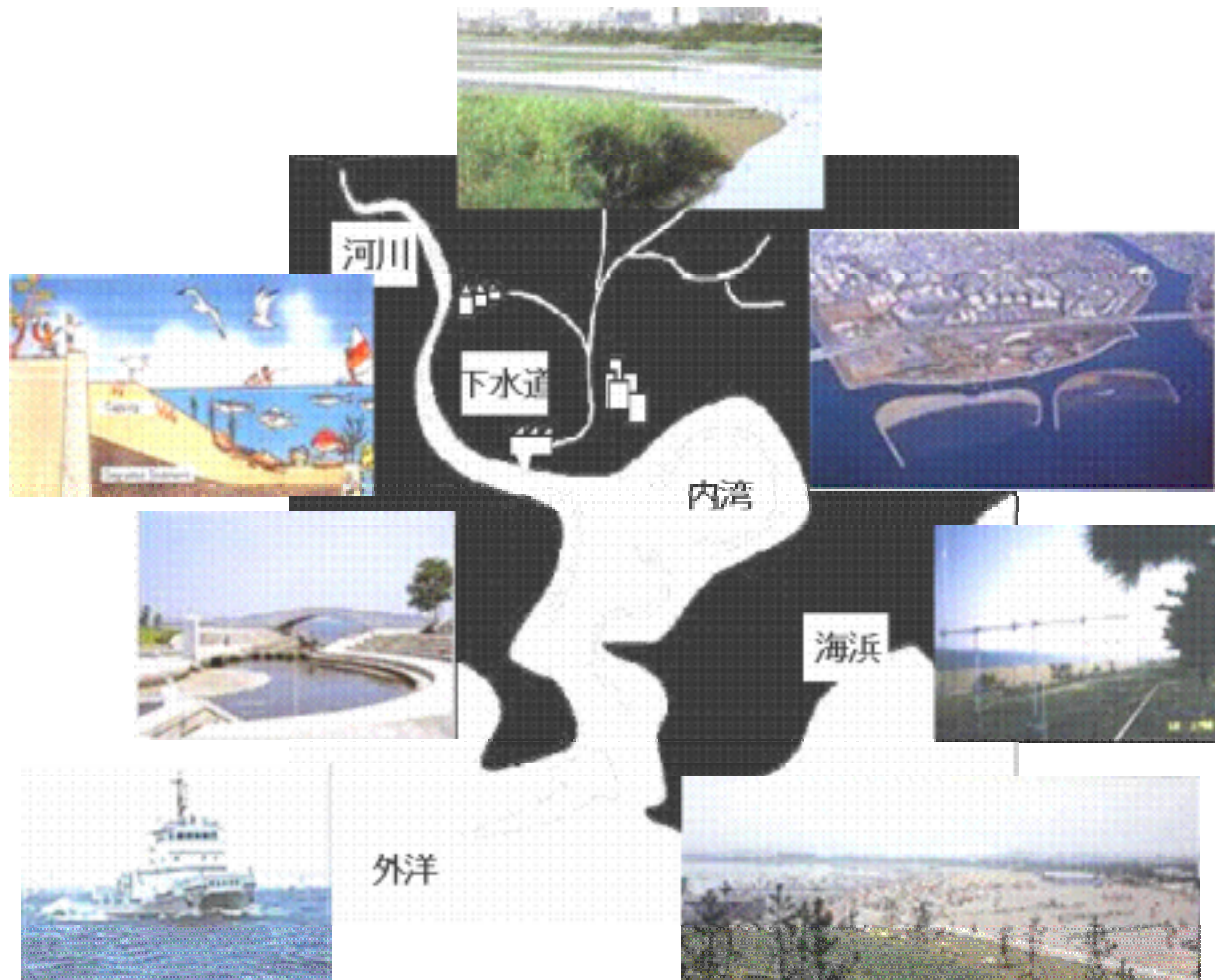


第4回東京湾シンポジウム報告書

The 4th Tokyo Bay Symposium Report of the Symposium



平成15年2月22日パシフィコ横浜
主催: 国土交通省国土技術政策総合研究所

22 February 2003, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan

Organizer:

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM),
Ministry for Land, Infrastructure, and Transport (MLIT), Japan

第4回 東京湾シンポジウム

The 4th Tokyo Bay Symposium



会場の様子



福手副所長 開会挨拶



参加者との質疑応答



総合討論の様様

目 次

開会挨拶

国土技術政策総合研究所（国総研）	副所長	福手 勤	...3
------------------	-----	------	------

開催趣旨

国総研沿岸海洋研究部海洋環境研究室長		古川 恵太	...4
--------------------	--	-------	------

第1部：生態系再生の試みとその評価

「ポタニー湾 - その環境管理の変化 - 」			
ニューサウスウェールズ大学水圏研究センター長		Ron Cox	...7
「マングローブ生態系の保全・再生のNGO活動から学んだこと」			
（財）国際マングローブ生態系協会 事務局長		馬場 繁幸	...9
「海洋環境の経済評価」			
国土技術政策総合研究所 沿岸海洋研究部沿岸域システム研究室長		鈴木 武	...11
「環境の生態学的評価方法」			
鹿島建設技術研究所 環境技術研究部水域環境グループ長		田中 昌宏	...13

主催者挨拶

運輸施設整備事業団基礎研究課長		今出 秀則	...16
-----------------	--	-------	-------

第2部：内湾域の環境管理のためのモニタリング・モデルワークショップ

東京湾における物質循環モデル			
九州大学応用力学研究所		柳 哲雄	...17
東京湾における物質循環			
東京水産大学海洋環境学科		石丸 隆	...19
広域多定点観測による東京湾におけるアサリ浮遊幼生の動態について			
運輸施設整備事業団派遣研究員		粕谷 智之	...21
HFレーダによる東京湾・相模湾流動モニタリングと統合モデルへの応用			
国総研沿岸海洋研究部環境研究室		日向 博文	...23
DBFレーダによる沿岸流動モニタリングとモデルへの応用			
（財）電力中央研究所		坂井 伸一	...25
「外洋予報モデルの現状と将来展望 沿岸域の海況予報に受けて」			
地球フロンティア研究システム 気候変動予測研究領域		宮澤 泰正	...27
内湾域における底生生物の現状とモニタリング・モデルの必要性			
瀬戸内海区水産研究所		浜口 昌巳	...29

閉会挨拶

国総研 沿岸海洋研究部 沿岸海洋研究部長		細川 恭史	...31 ~ 32
----------------------	--	-------	------------

Contents

The Objective of this Symposium	...4
The First Session: Attempts to Recover Ecosystems and their Assessment	
1) "Botany Bay---Changes in Control of Its Environment" Ron Cox, Hydrosphere Research Center, New South Wales University	...8
2) "Lessons Learned from NGO Activities for the Preservation and Recovery of Mangrove Ecosystems" Shigeyuki Baba, Chief of the secretariat, F.J.P. International Society for Mangrove Ecosystems	...10
3) "Economic Assessment of the Marine Environment" Takeshi Suzuki, Head of Coastal Zone Systems Research Division, Coastal and Marine Research Department, National Institute for Land and Infrastructure Management.	...12
4) " Ecological Evaluation Methods for the coastal Environment" Masahiro Tanaka, Group Manager of Marine and Water Environment Group, Environmental Engineering Department, Kajima technical Research Institute	...14
Second Session: Monitoring and Model Workshop for Control of the Bay Area Environment	
1) A Model of Material Cycle in Tokyo Bay Tetsuo Yanagi, Dynamics Simulation Research Center, Kyushu University	...18
2) Material Cycle in Tokyo Bay Takashi Ishimaru, Department of Ocean Science, Tokyo University of Fisheries	...20
3) Short-term spatial and temporal variations in abundance and size-frequency distribution of planktonic larvae of clam <i>Ruditapes philippinarum</i> in Tokyo Bay Tomoyuki Kasuya, Transport Technical Researcher, Corporation for Advanced Transport & Technology	...22
4) HF Radar Monitoring of Currents in Tokyo Bay and Sagami Bay and its Application to an Assimilation Model Hirofumi Hinata, Coastal and Marine Department, National Institute for Land and Infrastructure Management	...24
5) DBF Radar Monitoring of Coastal Currents and Its Application to Models Shin-ichi Sakai, Environmental Science Department, Abiko Research Laboratory, Central Research Institute of Electric Power Industry	...26
6) The Status Quo and Future Prospect of Ocean Forecast Models --- Toward Coastal Ocean Forecast Yasumasa Miyazawa, Climate Variations Research Program, Frontier Research System for Global Change	...28
7) The Status Quo of Seabed Creatures in Bay Areas and the Necessity of Monitoring Models Masami Hamaguchi, Seto Inland Sea Region Marine Laboratory	...30

開会挨拶

国土技術政策総合研究所（国総研）

副所長 福手 勤

おはようございます。ただいまご紹介いただきました国土交通省国土技術政策総合研究所副所長の福手でございます。今日は第4回東京湾シンポジウムのご案内を差し上げましたところ、年度末のお忙しい中、また土曜日という貴重な休日の朝早くから、このように多くの方にお集まりいただきまして、主催者の一人といたしまして、まず厚く御礼を申し上げたいと思います。

主催者の一つであります国土技術政策総合研究所、これは省庁再編の一環といたしまして、一昨年の4月に発足した研究所でございます。旧建設省の土木研究所、建築研究所、それと旧運輸省の港湾技術研究所の政策、企画、立案の部門が一緒になりましてできました約400名の職員からなる研究所でございます。この研究所ができて、横断的な研究を積極的にやっていきたいと思います。その横断的という意味は、旧建設省、旧運輸省といういろんなプロジェクトの枠がございますが、その枠にとらわれない研究所として対外的に大きな枠組みで研究を行っていくという研究を幾つか立ち上げてございます。そのうちの代表的なものが「快適に憩える美しい東京湾の形成に関する研究」というものがございます。こういう我々の研究所にとってみて代表的な研究テーマの一環として、今日のシンポジウムを企画させていただきました。この研究の一環として、既にこれまで3度のシンポジウムをさせていただいております。本日は第4回目ということになります。

4回目の開催に当たりましては、もう一つの主催者であります運輸施設整備事業団にも名前をいただいております。これは、運輸施設整備事業団の基礎的研究推進制度という制度がございますが、その一環としてこの国土交通省、我々の研究所と一緒に研究を進めております。この研究といいますのは、「東京湾における総合的な環境管理予測システムに関する基礎的研究」というものでございます。そういうことで、今回、国土技術政策総合研究所と運輸施設整備事業団の連名で4回目の今日のシンポジウムを開催させていただく運びになったわけでございます。

また、話は少し変わりますが、現在、都市再生プロジェクトの海の再生の一環として東京湾の再生ということで、「東京湾再生推進会議」が立ち上がっておりますし、また昨年の6月には、「東京湾再生行動計画」の中間報告（案）ができ上がっております。また現在、最終案の取りまとめの作業が進んでいるというふうにも伺っております。その「東京湾再生行動計画」の中で、計画の成果を少しでも一般の人に理解していただくという目的で、東京湾の中7か所のアピールポイントというものが設けられているようでございます。そのうちの一つが、このみなとみらい地区のこの周辺でございます。そういう場所を今回お借りし、このようなシンポジウムを開かせていただくことができるようになりましたのは、主催者といたしまして厚く御礼を申し上げたいと思いますとともに、また本日、皆様の活発な意見交換並びに情報交換をしていただければ幸いです。

今日のシンポジウムは、東京湾という冠をつけたシンポジウムでございます。ただ、ここで得られます成果、また、交換してより高度な情報にブラッシュアップできると思いますが、そのような成果といいますのは、決して東京湾一つにとどまらず、我が国のほかの内湾であったり、また海外の同様なことで活動しておられるところとも、またいろんな技術交流ができるのではないかというふうにも思っております。

最後になりますが、この機会をおかりしまして、東京湾のプロジェクト、さらにはこれを発展させた様々なプロジェクトをこれからいろんな場面で推進していくことになると思いますが、また、ぜひ皆様のご協力をいただきながら、よりよい施策に結びつけていければというふうに考えてございます。

今日は午前、午後長丁場のシンポジウムでございますが、お時間の許す限りご参加いただきまして、活発な意見交換をさせていただければと思います。よろしく願い申し上げます。

開催主旨

国総研沿岸海洋研究部海洋環境研究室長
古川 恵太



国土技術政策総合研究所では、美しく憩える東京湾を取り戻すために、基礎的な環境データの取得による現況の把握、モデルによる環境の変化の予測技術の開発を通して、環境施策の提言を目指した研究を行っています。その中で、広く関係者と情報を共有し、よりよい研究を遂行するために東京湾シンポジウムを開催しており、第4回を迎えた今回は、東京湾における生態系再生のヒントを得るべく、午前（第1部）においては、生態系再生のプロジェクト例およびその評価方法について国内外の研究者より紹介いただきます。午後（第2部）においては、「内湾域の環境管理のためのモニタリングモデルワークショップ」として、様々な角度からの環境のモデル化の事例や、環境管理についての議論を紹介していただくとともに、そうした科学的議論における役割分担等について総合的な議論をおこなうことを予定しております。

THE OBJECTIVE OF THIS SYMPOSIUM

Keita Furukawa
Marine Environment Division, Coastal and Marine Department,
National Institute for Land and Infrastructure Management

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has been studying hard in the hope of recovering a beautiful and comforting Tokyo Bay, aiming to propose new environmental policies for it, based on the understanding of its status-quo by collection of basic environmental data and the development of technologies for projection of environmental changes with models. In this connection we have been organizing the Tokyo Bay Symposium, to share information with other related organizations and institutes and thereby improve the quality of study. In this, fourth symposium's Morning (or First) Session researchers, both domestic and overseas, will talk about instances of ecosystem recovery project and ways of their assessment. And in the Afternoon (or Second) Session, which is dubbed Workshop for Monitoring Models for Control of the Bay Environment, they will talk about instances of making models of the environment from various viewpoints and discuss ways of proper work sharing in this scientific exploration in a broad perspective.

第1部

生態系再生の試みとその評価

The First Session: Attempts to Recover Ecosystems and their Assessment

ボタニー湾 - その環境管理の変化 -

Ron Cox ニューサウスウェールズ大学水圏研究センター長



ボタニー湾は、シドニーの中心街より15 km南にあるシドニー第2の湾であり、市街地の1/3の流域圏をもつ。ボタニー湾およびその流域の環境・衛生・公共アメニティーの状況は数十年の間、劣化し続けている。こうした傾向は、国際空港の建設、シドニー港の発展、製油・化学工業の立地、下水排水、海底砂採取、住宅の建設などに起因すると考えられます。

ボタニー湾は、英国に発見されたときに、その動物・植物相の豊かさから名づけられました（Botany: 植物学）。も場や塩性湿地、マングローブ林、沿岸林、海岸や鳥、植生、魚や、底生動物などが失われ、水質が劣化してきているという認識のもと、科学的調査に基づいた再生事業が現在進行中です。その事業は、長期的に持続可能な開発を目標とした流域を包括する管理計画に基づいています。こうした事業および計画は、国、州、地域の政府や関係機関、市民に広く指示を得ています。今回は、複合的な科学的プログラムの概要および、いくつかのケーススタディを紹介したいと思います。

Botany Bay---Changes in Control of Its Environment

Ron Cox

Director, Hydrosphere Research Center, New South Wales University

Botany Bay is Sydney's second largest bay, 15 km south of its central town, whose catchment area accounts for one third of the city's urban area. For the past scores of years Botany Bay and its catchment area have been deteriorating in terms of environment, hygiene and public amenities. This tendency seems to arise from the construction of an international airport, the development of Sydney Port, the emergence of oil refineries and chemical companies, sewage drain, sand mining at seabed and housing construction.

Botany Bay derives the name from its richness in botanical and zoological variety admired at the time of its discovery by Britain. Under the recognition that algae colonies, chlorine wetland, mangrove woods, coastal forests, beaches, birds, plants, fish and seabed fauna have been dwindling away and that the quality of water there has been worsening, restoration projects are now under way based on scientific researches. Those undertakings have started from management plans covering the catchment area as a whole and aimed at long-term sustainable development. The operations and plans are receiving wide support from the national, state and municipal government, their affiliated organizations and the citizens. Here I would like to present an overview of the combined scientific programs and several case studies.

マングローブ生態系の保全・再生のNGO活動から学んだこと

馬場 繁幸 (財)国際マングローブ生態系協会 事務局長



20世紀はマングローブにとっては受難の世紀であり、熱帯の多くの国々の沿岸地域からマングローブ林が失われてしまいました。また、島嶼諸国の幾つかでは、地球温暖化による海面上昇の影響であろう海岸侵食や海水の陸域への進入がみられています。

今日、多くの国々でマングローブ林の再生や保全に取り組んでおりますが、太平洋の島嶼諸国をはじめとする小さな国々では、それらの活動を推進する人材を確保することが容易ではありません。

アジア・太平洋地域の沿岸生態系の保全・再生を中心課題として再利用可能な天然資源の持続可能な利用について「アジア・太平洋地域での21世紀国際協力の方向性を見いだそう」と、わが国がユネスコ(UNESCO)に資金を拠出して3年間(2001年から2003年)の事業(Project of Asia Pacific Co-operation for the Sustainable Use of Renewable Natural Resources in Biosphere Reserve and Similarly Managed Areas: ASPACO project)が行われています。

このASPACO事業や、私ども国際マングローブ生態系協会(International Society for Mangrove Ecosystems: ISME)のこれまでの経験から、海外での事業を推進するにあたっての問題点や難しさについて思いつくことを紹介させて戴きます。

Lessons Learned from NGO Activities for the Preservation and Recovery of Mangrove Ecosystems

Shigeyuki Baba

Chief of secretariat, F.J.P. International Society for Mangrove Ecosystems

The twentieth century was an age of disaster for mangrove and mangrove forests were lost from many coasts in tropical countries. And in some islandish states we see retreat of coastlines and flooding of seawater into the land, probably due to the rise of sea level induced by global warming.

Today many countries are trying to recover or preserve mangrove forests but for small countries like Pacific island states it is not easy to find personnel capable of directing such activities. "In order to find the direction of the 21st century international co-operation in the Asia Pacific region" in the sustainable use of renewable natural resources with the recovery and preservation of coastal ecosystems in the Asia Pacific region as its main objective, the Project of Asia Pacific Co-operation for the Sustainable Use of Renewable Natural Resources in Biosphere Reserve and Similarly Managed Areas (ASPACO Project) has been under way for three years from 2001 to 2003, thanks to the fund our country provided UNESCO with.

Here I would like to present problems and difficulties, of my own choosing, involved in carrying out international projects, predicated on what we have learned from the ASPACO project and the experiences of our International Society for Mangrove Ecosystems (ISME).

海域環境の経済評価

鈴木 武 国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部沿岸域システム研究室長

市場や代理市場の存在しない環境対策を貨幣評価する方法にCVM(仮想評価法)がある。各種環境対策に対するCVMの適用はかなり一般的なものになりつつあるが、湾域レベルの海域環境対策に対する適用事例はまだ多くない。一方で、CVMは対象事業に対する人々の意識を調査するという側面を併せ持つため、地域における環境対策の受容性を推し量る上で有効なコミュニケーション・分析手段となりうるという指摘もあるが、そうした意味での適用事例も多いとはいえない。こうした課題認識の下、大船渡湾の水質改善対策を対象にCVMを実施した。そこで得られた知見は、東京湾の海域環境問題を考える上でも参考になると思われるため、その事例を紹介する。

Economic Assessment of Marine Environment

Takeshi Suzuki

Head of Coastal Zone Systems Research Division, Coastal and Marine Research Department,
National Institute for Land and Infrastructure Management

Contingent Valuation Method (CVM) is one of methods for measuring environmental value, which has neither its market nor its surrogate market. Although to apply CVM to various environmental projects is becoming rather general, application to bay-scale environmental changes does not seem so much. It is pointed out that CVM may become communication and analysis method for conjecture about public acceptance to environmental projects in the region, because CVM has the function of surveying people's attitudes toward the projects. Applications of CVM to conjecturing people's attitudes are not so much, either. Under this view, CVM was executed to value the projects for improving water quality in Ofunato Bay. I show the case study of Ofunato Bay for the reference of water quality issues in Tokyo Bay.

環境の生態学的評価方法

田中 昌宏

鹿島建設技術研究所環境技術研究部水域環境グループ長



2003年1月1日自然再生推進法が施行され、我国の自然再生が本格的にスタートした。この法律は、NPOを始めとする多様な主体の参画と創意による地域主導の新たな形の事業として、自然再生事業を推進するものである。したがって、自然再生の具体化の第一歩は、市民が主体となって自然再生の方向性あるいは目標についての“合意形成”を図ることである。次に、工学的観点からは人工化あるいは劣化した自然を具体的に再生していく新しい技術（設計・施工技術）の確立が必要となる。合意形成、自然再生の設計・施工技術の確立に共通して必要となるのは、我々が「自然を共通の尺度で見る」ことであり、そのための有力な手段の一つが、自然環境を定量的に評価する技術である。

本報告では、これまでの環境評価手法を整理すると共に、今後沿岸の自然再生に必要な評価手法について考察する。自然再生においては、生物の多様性が豊で、食物連鎖、物質循環が“自立した生態系”を再生することが重要と考えられる。筆者のグループでは、内湾の自立した生態系を再生する基本として、二つの“生態系の連続性”に着目している。一つは、かつての内湾の姿である岸沖方向に「ヨシ原 - 干潟 - 藻場」が連続する沿岸であり(林ら,2002) (図1参照)、もう一つは、ベントスの再生産において重要な空間的に離れた干潟相互の関係、すなわち「干潟ネットワーク」(風呂田,2000) (図2参照)である。報告では、ヨシ原、干潟、藻場の個々の場の具体的な生態環境の定量的評価手法(HSIモデル)を紹介し、次に上記の連続性の評価について考察する。

[引用文献]

林 文慶ら(2002)：沿岸域における複数生物の生息地環境評価 - 生態系連続性の配慮に向けて - ,水工学論文集,第46巻, pp.1193-1198.

風呂田利夫(2000)：内湾の貝類,絶滅と保全 東京湾ウミナガ類の衰退からの考察,月刊海洋,号外20, pp.74-82.



図1 沿岸の自然再生のイメージ
(ヨシ原-干潟-藻場の連続性)

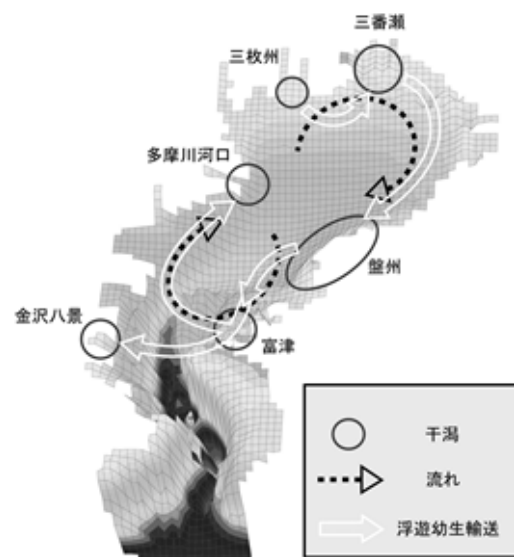


図2 干潟ネットワークの概念図

Ecological Evaluation Methods for the coastal Environment

Masahiro Tanaka
 Group Manager of Marine and Water Environment Group
 Environmental Engineering Department
 Kajima technical Research Institute

With the enforcement of Law for Nature Recovery Promotion on January 1, 2003 the movement of restoration of nature has started in our country on a wide scale. The law aims to promote programs for nature recovery as new forms of community-run undertakings based on the participation and ingenuity of various organizations, such as NPO's. "Consensus Building" on the goal of nature recovery must be the most important first step to put it into practice. From the engineering point of view, the establishment of new technologies, i.e. in designing and construction, is to be needed to reinstate the destroyed or degraded nature. What is commonly required in the consensus building and the establishment of new designing and construction technologies for nature recovery is to have a common measure evaluating the nature, and ecological evaluation methods must be an effective tool for this.

My report intends to review the existing methods of ecological evaluation and to discuss the new methods, which will be needed for recovery of nature in coastal areas. What is important in nature recovery seems to be the reconstruction of "an independent ecosystem" complete with chain of food, material cycle and bio-diversity. Our group has focused its attention on two kinds of "ecological continuities" as the bases of restoration of bay ecosystems. One is the inter-relations among reed field, tideland and seagrass bed, which was once common on the bay coast (Lim et al, 2002) (See fig.1). The other is the ecological network among remote coastal wetlands, which is important for the reproduction process of benthos on the larval planktonic stage, or "tideland network" (Furota, 2000) (See fig.2). My report deals with instances of applying a quantitative ecological evaluation method (HSI Model) to reed field, tideland and seagrass bed respectively, and goes on to present an idea how to evaluate the ecological continuities.

References

Boon Keng Lim et al.(2002): Habitat evaluation procedure for reed field, tidal flat and seagrass beds with focussing on their ecological relations, Annual J. Hydraulic Engng, JSCE, Vol. 46, pp. 1193-1198.
 Toshio Furota: Bay Shellfish---Their Extinction or Preservation, What a Study of Dwindling Horn Shells in Tokyo Bay Tells, Monthly " Ocean ", Special Issue No. 20, pp.-74-82

Fig.1 Visual Representation of Nature Recovery in Coastal Area (Sequence of Reed field-Tideland-Seagrass Beds)

Fig. 2 Conceptual Chart of Tideland Network

第2部

内湾域の環境管理のための
モニタリング・モデルワークショップ

Second Session

Monitoring and Model Workshop for
Control of the Bay Area Environment

主催者挨拶

運輸施設整備事業団基礎研究課長 今出 秀則



ただいまご紹介にあずかりました運輸施設整備事業団の基礎研究課長をしております今出でございます。単なるお金の出元ということだけで、このような立派な席でご挨拶の機会を与えていただきまして大変光栄に思っております。古川室長どうもありがとうございます。

せっかくの機会でございますので、ちょっと私どもの事業の宣伝をさせていただきたいと思っております。この運輸分野におきます基礎的研究事業というのは、できたてほやほやのパンフレットを今日持ってまいっておりますけれども、平成9年度から開始されまして、当時10個の研究プロジェクトから始めております。その中の一つに「東京湾の渦流動に関する研究」というプロジェクトを平成9年度から始めさせていただきまして、当時の港湾技術研究所の海洋環境部と柳先生、それから東工大の灘岡先生のチームで11年度末まで研究プロジェクトをやらせていただいております、10個ある当時の研究プロジェクトの中では最も高い評価を受けたプロジェクトの一つでございます。その発展系と申しますか、12年度から東京湾におけます、今日午後ずっとご発表をいただきますけれども、総合的な環境管理、予測システムの研究プロジェクトが始まりました。それには東京水産大の石丸先生のチームが新たにご参画されてプロジェクトが進んでございます。

この気象、水門生態モデル等を統合しましたシミュレーターで、観測データも入れて、私どもから見ましていいなと思っておりますのは、そういう結果をインターネットで配信していこうというご計画に基づいております。細川部長様からのお話なんかを伺っておりますも、将来、東京湾でいろいろな開発ですとか、環境保全事業をやっていく際に、より精度の高いアセスメントの基盤的なツールを開発したいという一貫した政略に基づいたお考えを聞かせていただきまして、私のような門外漢の者にとりまして非常に意義は理解しやすいといいますが、私どもの運輸分野におきます基礎的研究推進制度に、どんぴしゃり目的意識がはまるという研究プロジェクトだというふうに考えてございます。

皆様ご承知のとおり、運輸施設整備事業団というのは特殊法人というカテゴリーの法人なんですけれども、一昨年ぐらいから特殊法人というのは諸悪の根源みたいと言われていまして、私どもの事業も例外ではなくて、こんなちっぽけな事業はやめてしまったらいいじゃないかとか、基礎的研究は重要だ重要だと言うけれども、研究成果は果たして世の中の役にきちんと立っているのかというようなご批判をいただいて、それに対して説明をしていたわけなんですけれども、その説明の際に、こういうふうに役に立っていますよという具体的な事例としてこのプロジェクトはいつも使わせていただきまして、私個人としまして、結構恩義を感じているプロジェクトでございます。

幸い、超逆風の中でも15年度も一応前年並みの予算の確保ができる目処が立ってございます。実は2月12日から4月8日締切りで来年度の新規採択課題の募集を開始してございます。海洋環境の分野につきましては、15年度の募集に際しまして、重要な柱の一つというふうに位置づけられてございます。どうぞ皆様こういう応募要領も受付のところにおいていただいておりますので、ご興味ございましたら後で見ていただいて、どしどし研究テーマの応募をしていただければと思います。

宣伝でご挨拶に代えさせていただきます。どうもありがとうございました。

東京湾における物質循環モデル

柳 哲雄 九州大学応用力学研究所



1. はじめに

松村ら(2002)は東京湾内11点で1998年3月から1999年3月まで毎月1回行ったCTD観測結果と各層採水に対する各態リン・窒素濃度観測結果に、湾奥・湾央、上・下層4個のボックスモデルを適用して、リン・窒素収支解析を行い、興味深い結果を得た。しかし、彼らの解析はボックスを出入りする物質フラックスがボックス内のどのような生化学過程により決まっているかを明らかにすることは出来ない。そこで、彼らと同じボックスを用いた数値生態系モデル(林・柳、2002)計算により観測値を再現することにより、ボックス内で生じている生化学過程を定量的に明らかにするとともに、東京湾におけるリン・窒素循環過程の特性を明らかにすることを試みる。

2. 計算結果

4ボックスのDIP、DOP、植物プランクトン態P、POP、DIN、DON、植物プランクトン態N、PONの計算された季節変動を観測値とともに図1(a),(b)に示す。湾内の生化学過程の影響を最も受ける植物プランクトン態P、植物プランクトン態Nの再現に重点が置かれている。

この生態系モデルではリン・窒素循環を同時に計算しているが、最初、植物プランクトンの窒素とリンの取り込み元素比をレッドフィールド比である16:1で計算したところ、計算結果は観測結果を再現できなかった。チューニングの結果、東京湾では植物プランクトンの窒素とリンの取り込み元素比を12:1とすると、計算結果は観測結果をよく再現できた。このことは東京湾内のDIN/DIP比が通年16以上であるのに対して、PON/POP比が10-15であること(松村ら、2002)とよく対応している。

また計算結果を観測結果と一致させるために、リンと窒素で変えた主なパラメータは懸濁有機態から溶存有機態への分解温度係数をリンより窒素の方を1/4に小さく、溶存有機態から溶存無機態への分解温度係数をリンより窒素の方を1/2に小さくしたことである。これより、窒素の方がリンより有機物から無機物への分解速度が小さい、すなわち無機化されにくいことがわかる。

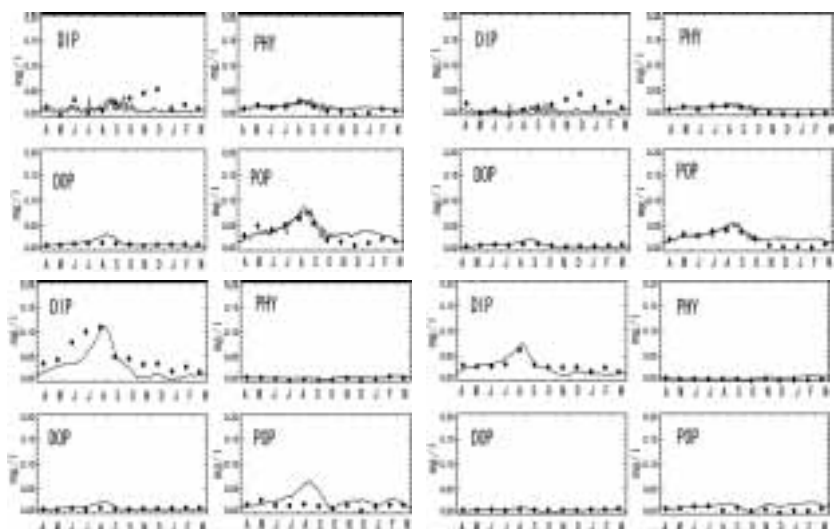
3. おわりに

今後、計算結果を詳細に解析して、東京湾におけるリンと窒素の循環過程の特性を定量的に明らかにしていきたい。

参考文献

- 林 美鶴・柳 哲雄(2002)：周防灘と大阪湾奥部の低次生産構造の比較。海の研究, 11, 591-612
- 松村 剛・石丸 隆・柳 哲雄(2002)：東京湾における窒素とリンの収支。海の研究, 11, 613-630

図1
東京湾上層 (Box1,3) と下層 (Box2,4) のリン(a)と窒素(b)の季節変動。
丸印は観測値



A Model of Material Cycle in Tokyo Bay

Tetsuo Yanagi

Dynamics Simulation Research Center, Kyushu University

1. Prologue

Matsumura et al. (2002) obtained intriguing results by analyzing the budgets of phosphate and nitrogen, applying four box models, of the bay head, mid-bay, upper stratum and lower one, to the observed CTD and phosphate and nitrogen concentrations once a month at eleven points in Tokyo Bay from March, 1998 to March, 1999. However, their analysis fell short of clarifying what biochemical processes inside the boxes determining material flux. Therefore, by reconstructing the observed numbers through a numerical ecosystem model (Hayashi and Yanagi, 2002), we try to determine the biochemical processes in the boxes quantitatively and clarify the characteristics of the phosphate-nitrogen cycles in Tokyo Bay.

2. Computational Results

As for DIP, DOP, phytoplankton-P, POP, DIN, DON, phytoplankton-N, PON of the four boxes, the computed seasonal changes, together with the observed numbers, are shown in Fig. 1(a) and (b). They focus on phytoplankton-P and N reproduction. By this ecosystem model, where phosphate-nitrogen cycles are simultaneously computed, the major parameters set differently between phosphate and nitrogen to get the same computational and observational results are the coefficient to the temperature of decomposition from particulate organism form to dissolved one, in which nitrogen is made one fourth as high as phosphate and that to the temperature of decomposition from dissolved organism form to dissolved inorganic one, in which nitrogen is made one half as high as phosphate. From this it is clear that nitrogen has a slower speed of decomposition from the organic to the inorganic than phosphate.

3. Epilogue

What remains for us to do is to analyze the computational data in detail and determine the characteristics of phosphate and nitrogen cycles in Tokyo Bay quantitatively.

References

Mitsuru Hayashi and Tetsuo Yanagi (2002): A Comparison of Low Level Production Structure between Suo Sea and Inner Osaka Bay, *Umi-no-Kenkyu*, 11, 591-612

Takeshi Matsumura, Takashi Ishimaru and Tetsuo Yanagi(2002): The Accounts of Nitrogen and Phosphate in Tokyo Bay, *Umi-no-Kenkyu*, 11, 613-630

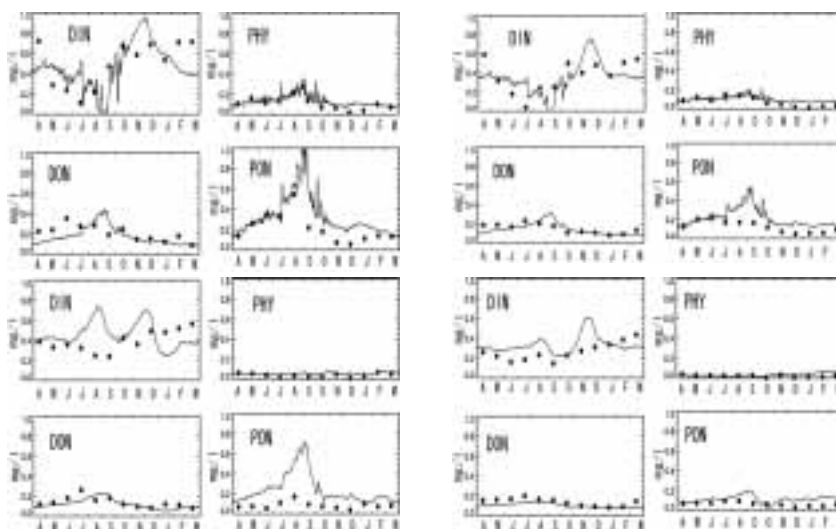


Fig. 1

Seasonal changes of phosphate (a) and nitrogen (b) in the upper stratum (Box 1, 3) and lower (Box 2, 4) in Tokyo Bay

東京湾における物質循環

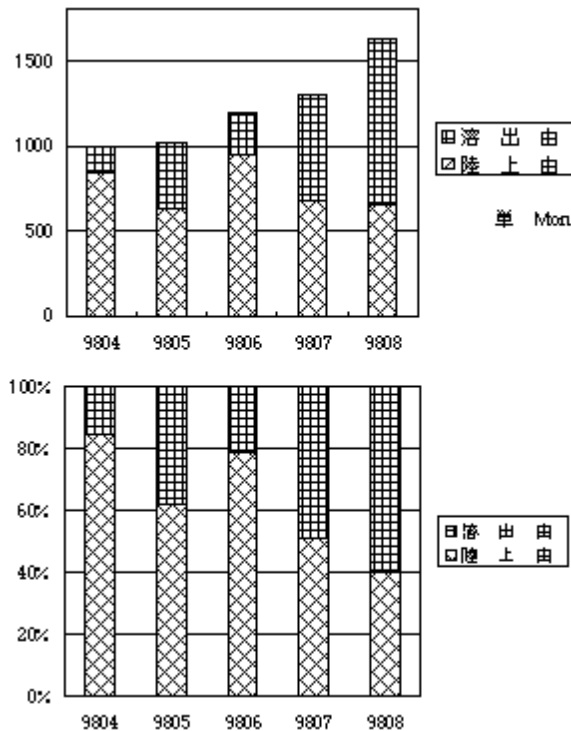
石丸 隆 東京水産大学海洋環境学科



東京湾では、高度経済成長期の1960-1970年に、汚濁が著しく進み、その後下水道や処理場の整備により、有機物が直接海域に流入する1次汚濁型から、一旦無機化され、海域に流入した窒素やリンを利用して植物プランクトンが大量に有機物を生産する（CODの内部生産）2次汚濁型へと変化した。その後流入する窒素やリンの量は減少していないため、有機汚濁は改善されていない。われわれは、東京水産大学練習船「青鷹丸」による調査を毎月行っており、今回は1989年から1998年の10年間の栄養塩濃度の変化と、窒素とリンの挙動について研究した松村（2000）の結果を中心に、東京湾の物質循環の特徴について紹介する。

1979年と1999年の20年間の原単位法による発生負荷の見積もりでは、窒素は76%、リンは53%に減少し、また流入負荷はそれぞれ93、64%に減少している。一方、東京湾における実測値では、窒素はやや減少したもののリンではほとんど変化しておらず、またクロロフィル濃度も変化せず、植物プランクトンの増殖を栄養塩が制限しない状態が続いている。東京湾では、海底にトラップされる窒素やリンの割合が高く、夏季における溶出が赤潮発生に寄与していると考えられる。特にリンは溶存酸素濃度が高い状態では底質中の鉄水酸化物に吸着され、貧酸素化すると溶出すること、窒素に比べて供給される割合が低いため、冬季にはほとんど植物プランクトンに摂取されて沈降するため、夏季の溶出量は陸水からの供給量を上回る（図参照）。このため、東京湾の環境回復のためには窒素ばかりでなく、リンの流入負荷を大幅に削減し、有機物の海底への沈降・堆積を抑制して貧酸素水塊の発生を抑える必要がある。

ボックスモデルによる収支の計算では、多量の窒素の挙動が不明である。これは、われわれの調査で測定していない底層高濁度水中に存在し、それとともに外洋に流出するか、あるいはイベント的な流出による部分が大きいと考えられる。その見積もりは今後の課題であり、HFレーダーの常設による流況の監視や、海底設置型の連続観測システムなどによる底層水の挙動のモニターなどが必要である。



Material Cycle in Tokyo Bay

Takashi Ishimaru

Department of Ocean Sciences, Tokyo University of Fisheries

Organic pollution in Tokyo Bay much progressed in the years 1960-1970, the period of Japan's high economic development, and after that, due to the improvement of sewer and treatment facilities, the nature of it changed from the primary type, in which organic matter directly flows into the sea, to the second, in which phytoplankton produce organic matter in large quantities, utilizing flowing-in nitrogen and phosphate (internal production). However, because the total volumes of nitrogen and phosphate flowing in have not decreased, organic pollution in the bay has not been improved. We have been conducting monthly investigation by RT/V Seiyo Maru, are here going to present some characteristics of material cycle in Tokyo Bay, focusing on changes in concentration of nutrient concentrations for a ten-year period of 1989-1998 and Matsumura's observations (2000) on the behavior of nitrogen and phosphate.

According to our estimate, based on the source-by-source counting method, of the production load over a twenty year period of 1979-1999, nitrogen was reduced to 76% and phosphate to 53 % and with the inflow load, nitrogen to 93% and phosphate to 64%. However, the real readings at the bay indicated a slight decrease for nitrogen but little or no change for phosphate and they also showed that chlorophyll concentration remained almost unchanged and that the situation in which the growth of phytoplankton went on unlimited by nutrient's conditions had been continuing. In Tokyo Bay nitrogen and phosphate are trapped at the seabed at high percentages and dissolution from them seems to be contributing to the occurrence of red tides. In case of phosphate in particular, what with its property of being absorbed into ferro-hydroxides in the bottom mud under high levels of dissolved oxygen and coming out under low levels and with the fact that almost all of the amount is taken in by phytoplankton in winter, because of its relative scarcity in supply to nitrogen, only to sink to the bottom, the volume of its summertime dissolution surpasses the total amount supplied by inflow from the land (See the fig.). Therefore, for the recovery of the environment of Tokyo Bay it is important to reduce the inflow load of not only nitrogen but phosphate substantially and thereby limit the amount of organic matter going down and accumulating at the bottom and the occurrence of low-level oxygen water masses.

In our computation of their accounts based on a box model the behavior of a large amount of nitrogen remains unclear. This may probably be because it is out of the reach of our observation, located in a high-turbidity bottom layer of water, and flows out into the outer sea with its movement or largely on some special occasions. The estimation of it should be our future task and for it the monitoring of currents by HF radar installed permanently and that of the behavior of bottom layer water by a continuous observation system placed at the seabed will be important.

Fig

Dissolution-derived

Land-inflow derived phosphate

広域多定点観測による東京湾におけるアサリ浮遊幼生の動態について

粕谷 智之 運輸施設整備事業団派遣研究員



アサリ *Ruditapes philippinarum* は日本各地の干潟や浅場に生息する代表的な食用二枚貝であり、近年では、濾過食者としての高い海水浄化能力により、環境改善の面からも同種の重要性は高まっている。しかし、アサリの資源量は全国的に激減しており、その主な原因として、東京湾では、アサリの主要な生息場所である干潟や浅場の埋め立てによる消失が挙げられる。高度に開発が進んだ東京湾においてアサリ資源を回復させるには、生息場所の造成や資源保護区域の設定が有効と考えられるが、それには周期性浮遊生物であるアサリ幼生が何処で生まれ、そして何処に行くのかをしっかりと把握する必要がある。そこで、アサリ浮遊幼生の移流経路を解明するための基礎データを得ることを目的として、東京湾に約3.5 kmの間隔で設けた65測点で、幼生の出現密度を2001年8月2、6、10日の日程で計3回測定した。幼生の最大出現密度は、D型幼生では2510個体 m^{-3} 、殻頂期幼生では2725個体 m^{-3} であった。殻長頻度分布の経時変化から、東京湾におけるアサリ浮遊幼生の殻長成長速度は1日当たり12~15 μm 、浮遊期間はおよそ10日間と推定された。孵化後間もないと考えられる殻長100 μm 以下の幼生は、盤洲、富津、三枚洲~羽田、横浜そして市原周辺の海域に多く分布したことから、これらの海域がアサリ幼生の発生源と考えられ、自然の干潟や浅場だけではなく、港湾域もアサリ幼生の供給場所として機能していることが明らかとなった。同一のコホートと考えられる8月2日に優占した殻長110 μm の個体群と、8月6日に優占した殻長160~170 μm の個体群の出現密度の水平分布を比較した結果、分布の中心は羽田~三枚洲および盤洲周辺の海域から、湾中央部に移っていることが明らかとなった。8月6日の東京湾では、強い北風により引き起こされた湧昇フロントが湾中央部に観察されたことから、アサリ浮遊幼生の水平分布には物理的な収束機構が作用していることが示唆された。

Short-term spatial and temporal variations in abundance and size-frequency distribution of planktonic larvae of clam *Ruditapes philippinarum* in Tokyo Bay

Tomoyuki Kasuya

Transport Technical Researcher, Corporation for Advanced Transport & Technology

The clam *Ruditapes philippinarum* is one of the most commercially important bivalves to the Japanese as food. It is abundant on the sand-mud sediments of tidal flats and shallows from Hokkaido to Kyushu. Recently, however, the standing crop of the clam has decreased in Tokyo Bay as well as in other coastal and inlet water areas in Japan. This may have been the result of the destruction of habitats as coastal areas underwent further development. Because most of the tidal flats and shallows in Tokyo Bay have disappeared, habitat restoration for *R. philippinarum* in the bay is being investigated. Artificial shallows and tidal flats should be constructed, and the clam's larval supply areas should be protected. For this to be effective, it is important to understand *R. philippinarum* larval advection during the planktonic stage. That is, where do they come from and go to?

As the first step in clarifying the larval transport processes of *R. philippinarum* in Tokyo Bay, short-term spatial and temporal variations in abundance and size-frequency distribution of *R. philippinarum* planktonic larvae were investigated. To do so, measurements were taken at 65 stations throughout the Tokyo Bay area on August 2, 6, and 10 in 2001. The size-frequency distributions of the larvae indicated that the growth rate (shell length) was 12–15 $\mu\text{m d}^{-1}$ during the summer in the bay. Based on the large numbers of small D-shaped larvae found shortly after hatching in waters around the Banzu, Futtu, and Sanmaizu–Haneda areas, it can be deduced that the spawning populations in these areas probably contribute greatly to the larval supply in the bay. Small larvae were also found in abundance around both the Yokohama and Ichihara port areas, suggesting that these regions also play an important role in larval transport into Tokyo Bay. In addition, the abundant spatial distribution variations of the cohort, observed on August 2 and 6, demonstrated that larval populations were concentrated within the central area of the bay, where a distinct upwelling front induced by strong southwestward wind was found on August 6. These findings indicate that physical processes, such as divergence and convergence in the frontal area of the bay, seem to greatly influence the advection of *R. philippinarum* planktonic larvae in the bay.

HFレーダによる東京湾・相模湾流動モニタリングと統合モデルへの応用

日向博文 国総研沿岸海洋研究部海洋環境研究室



(1) 相模湾への黒潮系暖水波及

相模湾に設置したHFレーダの観測結果、および黒潮流入流出モデルを用いた計算結果に基づいて、大島西水道から黒潮系暖水が流入した場合の相模湾表層循環流の空間構造とその変動特性について検討した結果を紹介する。観測期間中（2000年12月～2001年3月）、黒潮流路は基本的に非大蛇行離岸流路型であったが、典型的な大蛇行流路型に近い流路をとる場合、黒潮系暖水が大島西水道から湾内へ流入し、湾中央部に反時計回り、大島北東部に時計回りの循環流が形成される。この時、黒潮前線部は北東 - 南西方向の風により生じるエクマン輸送の働きによって、10日前後の周期で小規模な（10-15km）離接岸を繰り返す。ただし、この時、黒潮流軸はほとんど動かない。この小規模な離接岸は大島西水道からの暖水流入の強度を変化させ、その結果、湾内の2つの循環流も10日前後の周期で盛衰を繰り返す（図1）。さらに、暖水流入が強化され循環流が発達した場合には、暖水の一部が東京湾湾口部にまで到達し、湾口部において沿岸フロントが形成される。

(2) 東京湾湾奥部の流動観測と同化モデルへの応用

観測データをモデルへ同化する場合、データの誤差評価が重要となる。通常、HFレーダーデータの誤差を評価する場合、表層付近に流速計を係留し、両者のデータを直接比較する方法が一般的である。しかしながら、東京湾の場合、長期間流速計を係留するのは不可能であるし、たとえそれが可能であっても表層に係留した流速計のデータがどの程度正しいのか、という疑問が残る。そこで、ここでは、HFレーダーの観測結果を用いて誤差を評価する方法として、経験的固有関数(Empirical Orthogonal Function: EOF)を応用した例を紹介する。まず、具体的な方法、つまり固有値の大きさに基づいて“意味のある(物理)”モードと“意味のない(誤差)”モードに分離する方法(Selection Rule N:Preisendorfer, 1988)について述べ、“意味のない”モードの統計的性質について説明する。続いて、“意味のある”モードをナッジング法によってモデルへ同化した計算例を紹介し、最後に東京湾における流動モニタリング方法について提案する。

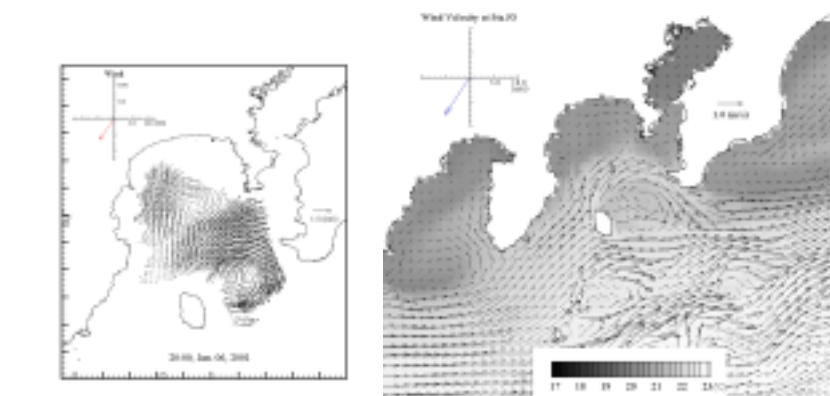


図1 北東風時における表層流況（HFレーダ（左）と計算結果（右））

HF Radar Monitoring of Currents in Tokyo Bay and Sagami Bay and its Application to an Assimilation Model

Hirofumi Hinata

Coastal and Marine Department, National Institute for Land and Infrastructure Management.

(1) Flowing of Kuroshio Warm Water into Sagami Bay Here I am going to present my analysis of the spatial structures, and their fluctuation properties, of the surface circulations in Sagami Bay when Kuroshio warm water is flowing into the bay through Ohshima West Channel, based on the results of an observation by HF Radars installed at Tateyama and Chigasaki and those of numerical experiments using a Kuroshio inflow/outflow model. During the observation period of December, 2000 to March, 2001 the Kuroshio's path was basically offshore non-large-meander type. But when the Kuroshio takes the path similar to typical large-meander path, Kuroshio warm water flows into the bay through Ohshima West Channel, forming circling currents there, counterclockwise at the bay center and clockwise at the northeast of Ohshima Island. In that situation the front of the Kuroshio continues small-scale (10-15 km) fluctuations of offshore/onshore movement with a cycle of about 10 days owing to Ekman convection caused by northeast/ southwest winds. Meanwhile, the axis of the Kuroshio remains almost completely stable. Due to these fluctuations strength of warm water inflow continues to vary, with the result that the two circling currents reiterate growing and waning by the cycle of about 10 days (Fig. 1). Also, at the time of stronger inflow of warm water and thus intensified currents, part of the warm water goes as far as the mouth of Tokyo Bay and forms a coastal front there.

(2) Observation of Currents at the Head of Tokyo Bay and Its Application to an Assimilation Model

When observed data are to be assimilated into a model, evaluating data error becomes important. In assessing error in HF radar data, it is a common practice to use a current meter placed near the surface layer and compare the two sets of data directly. However, in Tokyo Bay a long-term mooring of current meters is impossible and if possible, the question remains to what extent the data gained by current meters set in the surface layer can be correct. Therefore, as a means of assessing error, using HF radar observation data, I here demonstrate how Empirical Orthogonal Function (EOF) can be applied to it. First, so as to be more precise, I dwell on a method to separate "meaningful (physical)" mode and "meaningless (error)" mode (Selection Rule N: Preisendorfer, 1988) and explain the statistical properties of "meaningless" mode. Then, I give an example of computation through which "meaningful" mode is assimilated into a model by Nudging Method. And finally, I propose a way of monitoring currents in Tokyo Bay.

DBF レーダによる沿岸流動モニタリングとモデルへの応用

坂井 伸一 (財)電力中央研究所



我が国では、(独)通信総合研究所が中心となって、1980年代後半より海洋レーダの研究・開発が実施され、他の研究機関との多くの現地観測を通じ、表層流速観測装置としての性能評価が行われている。しかしながら、これまでの国内の海洋レーダは、狭ビームにより順次方向を変えながら観測を繰り返す方式を採用しているため、1回の観測に1時間~2時間を要し、内湾域や海峡部など流れ場の時間変動が激しい海域へ適用する場合に、時間分解能の面で課題が残されていた。

(財)電力中央研究所は、(独)通信総合研究所との共同研究を通じ、2001年に短時間観測が可能なDBFレーダを開発した。DBFレーダは、複数のアンテナで同時受信した信号から、信号処理の段階で任意の方向の受信電波を形成できるデジタル・ビーム・フォーミング方式により、15分間隔の表層流速観測が可能となっている。中心周波数は41.9MHz(VHF帯)、レンジ方向の距離分解能は500m、最大探知距離25km、方位方向の分解能は 13° ~ 17° 、流速の分解能は2.13cm/sである。

DBFレーダを伊勢湾北部海域の流動観測(2002年2月18日~2月26日)に適用し、同時に実施した西部海域と東部海域の2定点における水深1mの電磁流速計の観測データと比較した結果、相関係数は0.7~0.8程度、標準誤差は5cm/s~10cm/sとなった。DBFレーダの測定水深が30cm程度である点を考慮すると、両者はよい対応を示していると考えられる。次に、DBFレーダの連続観測データを塩分の輸送方程式を考慮した準3次元沿岸流動モデルとナッジ法によるデータ同化モデルに適用し、伊勢湾湾奥部の流動場の時間変動を推定した。同化モデルによる3次元流動場の推定結果を、同時期に実施した4測点におけるADCPのスポット観測データと比較した結果、表層から3m層までの流速分布が改善された。また、表層~2mにおいて見られた時計回りの鉛直流速分布、および2m以深において見られた反時計回りの鉛直流速分布が、定性的に再現できた。しかし、木曾三川前面の測点において見られたS字型の流速鉛直分布を再現することはできなかった。この点については、モデル分解能、データ同化手法、塩分観測データの品質などが原因と考えられ、今後の課題である。

DBF Radar Monitoring of Coastal Currents and Its Application to Models

Shin-ichi Sakai

Environmental Science Department, Abiko Research Laboratory,
Central Research Institute of Electric Power Industry

In our country the study and development of oceanographic radars have been conducted since the late 1980's under the leadership of Communications Research Laboratory (CRL) and their performance as current meters for the surface layer has been under scrutiny through frequent on-the-spot observations implemented in collaboration with other research organizations. However, because the system of Japanese oceanographic radars consisted of a narrow beam gradually changing its direction for continued observation, one round of observation used to take one to two hours and they were lacking in time resolution when they were to be used in zones where temporal changes in currents are great, such as bay or strait areas.

Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI) developed a DBF radar capable of short-time observation through study with CRL in 2001. The DBF radar can complete one round of observation of surface current speed every 15 minutes by a digital beam forming system, which can form the radio waves for any given direction while processing signals which plural antennae have simultaneously collected. Its predominant frequency is 41.9 MHz (VHF band), range-direction resolution 500 m, maximum reach 25 km, direction resolution 13° - 17° and current speed resolution 2.13 cm/s.

We used a DBF radar for observation of currents in the northern area of Ise Bay during 18-26th of February, 2002 and compared the data with those collected synchronously by a radio current meter set at 1m depth at two fixed points in the western and eastern area. The correlation coefficient was 0.7-0.8 and the standard error 5 cm/s-10 cm/s. In view of the fact that the measurement depth for the DBF radar was about 30 cm they seem to correlate fairly well. Next, we applied the continuous observation data by the DBF radar to a quasi three-dimensional model of coastal currents, inclusive of salt conveyance equation, and a data assimilation model based on Nudging Method in order to infer temporal changes of the currents at the bay head. When the inferences of three-dimensional current movements are compared with the data gained by concurrently implemented ADCP spot observation using 4 measurement spots, the current speed distribution for the surface-to-3m depth layer was improved. Also, the clockwise vertical current speed distribution from the surface to 2m depth and the anticlockwise vertical current speed distribution further down could be qualitatively reproduced. However, the S shaped vertical current speed distribution observed at the fixed spot in front of the Kiso three rivers could not be reproduced. As possible causes for it we may think of matters of model resolution, data assimilation method and quality of salt observation data, which should be subjects of our further inquiry.

「外洋予報モデルの現状と将来展望 - 沿岸域の海況予報に向けて - 」

宮澤 泰正 地球フロンティア研究システム 気候変動予測研究領域



日本南岸における黒潮流路の短期変動の解明と予測を主な目的として、地球フロンティア研究システムで開発されている海洋変動予測システムについて紹介する。

近年の観測およびモデル研究が示唆するように、日本近海の中規模渦活動は、黒潮流路の数カ月程度の変動に対して大きな影響を及ぼすと考えられている。黒潮流路変動の予測のためには、黒潮そのものと、中規模渦の双方がモデル内でよく再現される必要がある。最近の海洋大循環モデル研究の進展は、高い水平・鉛直解像度で密度成層や海底地形を正しく表現することが黒潮や中規模渦の再現にとって重要であることを示した。また、10年間にわたって稼働し続けて輝かしい成功を収めたTOPEX/POSEIDONなどの人工衛星による海面高度変動の定期観測は、黒潮流路や中規模渦の位置の現況推定を可能にした。さらに人工衛星が観測する海面水温の高度化も精力的に進められており、海洋内部の高密度定期観測を指向するARGOフロートの全球海洋への展開も開始された。今日では現場観測データを含めた広範なデータ流通の促進とインターネットの発達により、これらの観測データがリアルタイムに近い形で容易に入手できるようになっている。こうした、海洋大循環モデリングと海洋観測、計算機と通信の技術の発達により、黒潮流路の短期変動のリアルタイムに近い力学的な予測を現実の課題として考えることが可能になった。

地球フロンティア研究システムの日本沿海予測可能性実験(JCOPE)グループは、高解像度海洋大循環モデルを開発して黒潮流路変動の研究を行ってきた。特に、過去の黒潮流路海洋大循環モデルを開発して黒潮流路変動の研究を行ってきた。特に、過去の黒潮流路変動の予測実験について一定の成功をみた。一連の予備実験の結果、日本南岸での顕著な黒潮蛇行の発生については2ヶ月程度の予測可能性があることが示唆された。より長期の予測可能性を調べるために、生じた蛇行の振幅および安定性と初期値の誤差の関連に着目しアンサンブル予報実験による解析を進めている。さらに、蛇行発生以外の様々な黒潮流路変動の様相を詳細に調べるために、準リアルタイムの予測実験を行い、結果は逐次ウェブ上で公開している (<http://www.jamstec.go.jp/frsgc/jcope/>)。このような海洋変動の日常的な予測(「海の天気予報」)は予測結果の現場海域検証実験とあいまって、より長期の気候変動を予測する大気・海洋モデルの改良に貢献することが期待される。

ここでは、海洋変動予測システムの現状を述べ、さらに予測精度の向上を目指して行なわれている改良の試みと、沿岸への展開を視野に入れた将来展望についても報告する。

The Status Quo and Future Prospect of Ocean Forecast Models --- Toward Coastal Ocean Forecast

Yasumasa Miyazawa

Climate Variations Research Program, Frontier Research System for Global Change

I here describe an ocean forecast system developed in Frontier Research System for Global Change for purposes of analysis and prediction of short-term change in the Kuroshio path south of Japan.

As is suggested by recent observations and model studies, meso-scale eddies considerably affect the short-term (a few months scale) Kuroshio path variation. For prediction of the Kuroshio path variation, both Kuroshio and meso-scale eddies should be well simulated by the model. Recent development of ocean general circulation model indicates that it is important for simulation of the Kuroshio and meso-scale eddies to well represent density stratification and the topography with high horizontal and vertical resolution. Also, owing to the monitoring of sea level changes by satellite altimetry such as the TOPEX/POSEIDON, which was in operation for 10 years with great success, the realtime estimation of the Kuroshio path and meso-scale eddies has become possible. Furthermore, sophistication in the observation of sea surface temperature by satellites is being vigorously promoted and ARGO FLOAT, whose job it is to do high density subsurface observation periodically, has begun to be deployed in oceans all over the globe. Today, due to the progress in exchange of extensive data, including in-situ observation data, and the development of the Internet observational data are readily available, mostly in realtime. It is now possible to think of near-real time dynamical prediction of the short-term Kuroshio path variation as a feasible goal thanks to the development of ocean general circulation model, oceanographic observation, and computer and communications technology. The team for Japan Coastal Ocean Predictability Experiment (JCOPE) in Frontier Research System for Global Change has been studying the Kuroshio path variation using a high-resolution ocean general circulation model of its own development. In particular, it has developed an ocean general circulation model to study the Kuroshio path in the past and achieved in hindcast experiments of the Kuroshio path variation. These experiments suggested to predictability by about 2 months of the appearance of any notable Kuroshio meander. For longer-term predictability the team has been focusing its attention on the relationship between the amplitude and stability of the meander and the errors in initial state and examining it through ensemble forecasts experiment. Also, to make a detailed study of various aspects of the Kuroshio path variation besides the meandering, it is conducting near real-time forecast experiments and announcing the results continually in its WWW site (<http://www.jamstec.go.jp/frsgc/jcope/>). These routine forecast of oceanographic changes (ocean weather forecast), matched by on-the-spot check-up trials, are expected to contribute to the improvement of atmospheric-oceanographic models to predict longer-term climatic changes. Here I report the status-quo of ocean forecast models and improvement attempts to upgrade forecast skill further. I also suggest future prospect with a view to extending the project to coastal ocean problems.

内湾域における底生生物の現状とモニタリング・モデルの必要性

浜口 昌巳 瀬戸内海区水産研究所



内湾域の底生生物の主役であるアサリの漁獲量は、1980年代の15万トンピークにして年々減少傾向にあり、最近では4万トン前後に落ち込んでいる。この減少傾向は日本だけでなく韓国も同様であり、韓国では1990年代初頭を境に減少してきている。この減少原因の解明のために様々な研究が行われてきたが、未だに結論が出ていない。これまであげられた原因については、埋め立て等による干潟の減少、汚染物質等の影響、餌生物の減少・変化、乱獲等がある。これらのうち干潟の減少は実際の減少した面積とアサリの減少量が合わないという理由で破棄されているが、これは単なる成貝の生息域の減少という理由であり、幼生の着底等を考慮した場合、また違った解釈が出てくるものと推測される。一方、¹についてはかつて農薬等の流入によってアサリが大量へい死した経緯もあり、まずは農薬、ついで船底塗料の成分であったTBTO、そして環境ホルモン物質と時代とともに対象が変わってきている。現在では、TBTOと環境ホルモン物質については、それぞれプロジェクト研究が進行しており、いずれ結果が公表されるであろう。また、いくつかの寄生体の報告がなされたが、それらがアサリの生態に及ぼす影響は現在でも明確でない。²については近年、各地で外海水が内湾・内海域に流入する例が報告されており、これによってアサリの餌と結びつく沿岸域の一次生産体系が変化してきていると考えられる。そこで、ある海域ではアサリの成長のために十分な餌の生産が行われないために、アサリが着底し、ある一定のサイズまでは成長するが、それ以降はへい死するのではないかと考えられている。³については、ある県の報告によると、着底した資源量のほぼ100%近くが漁獲されているという試算がされている場合もあり、このような事例をみると乱獲による減少という説は真実味を帯びる。かつて高い漁業生産をあげていた地域でもアサリの資源加入は数年に一回であった地域もあり、乱獲による資源量に及ぼす影響はかなり大きいといえる。これらの知見を総合し、あえてアサリの漁獲量の減少原因について推測するのであれば、まず、1980年代の漁獲量の大部分は乱獲によって支えられていたのではないかとということである。これによって産卵する親貝が減少し、供給される幼生の数や回数も減少する。アサリのような多産型の生態戦略を取る生物にとって幼生の供給量が経ることは即座に資源量の減少につながる。また、アサリのように浮遊期が3週間近くある生物は、幼生を介した地域個体群の関係(生物学的ネットワーク)が意外と広範囲にわたると推測される。したがって、ある地域の資源量の増減は周辺の地域にも影響するものと考えられ、これに部分的には汚染物質や感染症が影響する可能性がある。さらに、近年では温暖化による水温上昇によって貧酸素水塊の発生の時期が長くなるとともにその規模が大きくなっており、加えて外海水の流入によってアサリの生産を支えてきた内湾・内海域の一次生産構造の変化がアサリ資源の減少に拍車をかけているのではないかと推測される。このような仮説のもと、今後望まれるモニタリング方法や研究体制については、アサリ等が生息する干潟が存在する極浅海域の海洋環境モニタリングを基礎とし、それにその海域における一次生産体系の評価、幼生のネットワークの再評価、アサリの着底場所としての底質環境の調査等を一括して行う必要がある。特に、海洋開発等の影響評価については海域において幼生のネットワークを解明することが不可欠で、国土技術政策総合研究所と水産総合研究センターが共同で取り組んだ“東京湾アサリ浮遊幼生調査”のような調査手法が有効ではないかと考えられる。

The Status Quo of Seabed Creatures in Bay Areas and the Necessity of Monitoring Models

Masami Hamaguchi

Seto Inland Sea Region Marine Laboratory

Japan's total catch of short-necked clams, the most notable of sea bed creatures, has been dwindling year by year after reaching a peak of 150,000 tons in the 1980's. This tendency is not limited to Japan only, but it is also observable in South Korea, where the decline began in the early years of the 90's. To determine the causes of it, various research attempts have been made, but no definitive conclusion has been reached as yet. What we now regard as suspects are 1) decrease of tideland due to reclamation 2) effects of pollutants 3) decrease and change of feed organisms and 4) overcatching. Out of these tideland decrease is often dropped for the reason that the decreased area does not correlate with the decreased catch volume. However, because the decreased area here refers only to the habitat for grown-up shells, we may probably have a different view when such elements as larvae bottoming are taken into consideration. As for 2) the object of research has been changing with the passage of time: first, it was agricultural chemicals, since there was a time their inflow caused mass extinction of shells, next, TBTO, a component of the ship bottom paint, and then hormone disrupting chemicals. At present, for the study of TBTO and hormone disrupters special projects are under way and we will know the results before long. Also, there are reports about several kinds of parasites but it still remains unclear how they are affecting the ecosystem of short-necked clams. As for 3) in many parts of the country instances of outer sea water flowing into the bay or inland sea area have recently been reported and it is considered that the coastal primary production system related to short-necked clams' feed has been altered by it. Therefore, it is conjectured that in some marine environment they can grow up to a certain size, after bottoming, but die out because the production of the feed is too scarce for their growth. As for 4) there was a case where one prefecture estimated in its report that nearly 100 % of the bottomed total was being caught and such an example persuades us into believing that overcatching is really the cause. Because there were areas which boasted of their big fishery catches but could count short-necked clams' into them only every several years, overcatching seems to be an important factor affecting the resources. If we are to dare surmise the causes of the decrease in catch of short-necked clams based on the above perceptions, we have to ask if the catches in the 1980's were not supported by overcatching. It dwindles the number of egg-laying adult shells and thereby dwindles the number of larvae and times of supplying them. With organisms using ecological tactics of fecundity, such as short-necked clams, decrease in supply of larvae immediately leads to the decrease in volume of the resources. And with organisms having an about 3-week long planktonic period, such as short-necked clams, it is considered that interactions of the regional population (biological network) through larvae go much further than is expected. So, volume changes of the resources in one area are likely to affect those in neighbouring areas and pollutants and infectious diseases may work somewhat negatively. In recent years due to the rise of seawater temperature caused by global warming appearances of low-level oxygen water mass have been becoming longer in duration and greater in scale. In addition to these, we have to presume that the inflow of outer seawater has changed that primary production structure in bay and inland sea areas which was the basis of production of short-necked clams and accelerated the decrease of the resources. In the light of these suppositions the most desirable forms of monitoring and study system to be taken should be implementing marine environment monitoring in very shallow zones embracing tideland where short-necked clams and other life forms live as the groundwork and assessment of the primary production structure in the zones, reassessment of larvae networks and investigation of the seabed as the shellfish's bottoming site, all in a concerted effort. Among other things, to the assessment of effects of marine developments bringing the workings of larvae networks to light is essential and in this sense such investigation programs as Investigation of Planktonic Larvae of Short-necked Clams in Tokyo Bay jointly undertaken by Land Technology Policy General Research Center and Marine Product Research Center seem to be valuable.

閉会挨拶

国総研沿岸海洋研究部沿岸海洋研究部長 細川 恭史



主催者の一人であります国土交通省国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究部長の細川でございます。今、総括の討論が行われたので、私が何かしゃべるのはかえって屋上屋というような気もしますが、ちょっとだけまとめの言葉を述べさせていただきたいと思えます。

国総研というのは、今日のシンポジウムの一番最初に福手副所長からご紹介がありましたように、技術政策を考える、あるいは技術の知見をもって政策を提言するというような役目を持っております。本日のこういったシンポジウムなどの成果を踏まえて、どんな政策提言をしたらいいんだろうかといったところが我々の最終的な目標ということでもあります。

モデル化に関しましてはいろんな議論があったんですけども、東京湾のモデル化みたいな研究のそもそもが東京湾は四つの境界をもっている湾である。四つの境界というのは、陸側、川の議論が少し出ました。それから海側、太平洋からのとのつながりが出ました。泥の話も出ました。それと大気ですね、風の話、あるいは大気的作用の話、こういう四つの境界を持っている中で東京湾を理解していきましょうというようなところから始まりました。よりよい環境実現のための政策を考えるときには、まず現象の理解が必要であります。東京湾を四つの境界とその作用といった点から議論が本日はできたのではないかと思います。さらに東京湾の中で窒素・リンなどがどんなふうにもぐっているのかというようなところ、あるいは浮遊幼生がどんなふうにもぐっているのであろうかといったところで湾内のいろいろ動きについて、システムの議論が少しずつできてきたというふうに思えます。その際には局所的な、あるいは数日スケールのといったような現象がとても大事だったり、全体に影響を及ぼすというような時間的、空間的にいろんなレベルが絡み合っているということを踏まえて理解をすることが必要だというような議論があったと思えます。

そういったような知識や認識を踏まえて、よりよい環境実現のための政策といった視点からどんなことが必要なんだろうかということでは、いろんな現象が東京湾の中で起きているんだけど、何が大事、何が卓越しているのか、何が全体を決めている大きな要素なのかといったようなところを把握するというようなこと、あるいはその結果、手を打ったときに、どう東京湾が反応するのだろうかというようなこと、こういった点が政策を考えるときにとても大事だというような指摘がありました。こういった意味でこの2つの現象の理解や政策の検討といった意味でモデルあるいはモデルと組み合わせさせた観測、これがとても大事だというような議論が今日できたと思えます。

モデル化の議論でいろいろな議論をしていくと、全部が全部このモデルでできっこないよねというような議論がありました。モデルの目的に応じて大事な要素をどういうふうに抽出していくのかというようなところ、これがとても大事だというような議論、それから観測とつなぎ合わせるというようなことが大事で、観測といっても、広域で連続な観測というのが今後は大事だというような話、それから観測とモデルとのつなぎ合わせで同化という技術についていろんなディスカッション、こんなことができたかと思えます。

モニタリングということと言いますと、Cox先生が一番最初に言いましたが、モニタリングをしてどうするのか。予測と違ったときがあったとき何か手を打つのでしょうかというように、目的を持たないモニタリングというのはちょっと考えものだねというようなご指摘もありまして、これこそ政策、自分たちが東京湾をどうしていきたいのかといったところと結びついて、モデルやモニタリングを考えていくといったような基本的な姿勢というようなところも指摘されました。

東京湾での政策の決定に関連する現象について、どんなものが関与するのかといったところに関しては、数年前こういった研究がスタートするときに比べてずっと理解が進んできたのではないかと思いますし、今後のモデルとモニタリングとの連携といったような方向性もかなりはっきり見えてきた。さらに現実の、例えば自然再生法案などを踏まえての新たな課題といったものも、こういったモデルとモニタリングの議論の中から少しずつ見えてきたような気がします。

こういった技術的な課題に加えて、土木の人は自然再生というとてもないことを平気で言うという議論が最後のディスカッションの中にありましたが、少しずつ自然を取り戻していく、東京湾の中の少しずつ自然らしいところを増やしていくといったときに、こんな点を気をつけなければいけないよというような幾つかの重要な指摘がありました。研究者の役割といったことや地元の人の協力がないとだめですよというようなこと、仕組みとして、日本独自の合意形成の仕組みが必要ではないですか、あるいは社会経済的なアプローチと環境と両方見るといったような視点が必要ではないでしょうかというようなことがいろいろ指摘されました。

技術というところでいうと、場づくりとか、評価とかというキーワード、あるいは生態系の修復とか再生といった意味では、循環とか、持続とか、健全性とか、あるいは個々の生物の生活史とか食物連鎖と、こういったような大事な視点がたびたび指摘されてきたと思います。

最後になりますが、重要な点、山がはげると海がはげるといったようなご指摘をいただきまして、総合的で広い視野で考えていかないといけませんねといういろんな指摘をいただいたと思います。

このようにいろいろな課題を議論しながらも、少しずつ東京湾に関するシステムの理解が進んできたというのが、日向などの指摘と同じように私の感想でございます。少しずつこういったものを踏まえてのいろいろな提言ができればというふうに思います。

今日はオーストラリアから遙々来日していただきましたC o x先生をはじめとしまして、大変興味深い成果をそれぞれの側面からご紹介いただきました講演者の皆様に感謝いたします。大変おもしろく勉強になりました。また、土曜にもかかわりませずというと、主催者の意図に反するんですが、土曜日だから来ていただいたという方もおられるかと思いますが、ご参集いただき、最後までおつき合いいただきました皆さんにありがとうございました。

本日のディスカッション、あるいは本日の講演の成果については、事務局の方で取りまとめてホームページでの公開、あるいは冊子への作成といったようなことを心掛けます。議論を取りまとめた上で次のディスカッションにつなげていくようなことを今後とも考えたいと思います。次にこんなシンポジウムをやりますよとか、こんなディスカッションをしますよというご案内を差し上げることもありますが、そのときにはまたおつき合いをいただければと思います。今後とも主催者の一人であります国総研ですが、研究に対するご協力、あるいはご支援をよろしくお願いしたいと思います。本日は長いことおつき合いいただきましてまことにありがとうございました。これにて閉会させていただきます。これにて閉会させていただきます。

東京湾シンポジウム事務局

国土交通省 国土技術政策総合研究所

沿岸海洋研究部 海洋環境研究室

〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1

電話: 0468-44-5023 FAX: 0468-44-1145

E-mail: furukawa-k92y2@ysk.nilim.go.jp

WWW Page: <http://www.nilim.go.jp> (港湾環境情報)

Secretariat of Tokyo Bay Symposium

Marine Environment Division, Coastal and Marine Department,
National Institute for Land and Infrastructure Management

Contact Address

3-1-1, Nagase, Yokosuka 239-0826, Japan

Phone: +81-468-44-5023, Facsimile: +81-468-44-1145

E-mail: furukawa-k92y2@ysk.nilim.go.jp

WWW Page: <http://www.nilim.go.jp>