

## 第 208 回地質調査所研究発表会講演要旨\*

### 特集 首都圏の沿岸環境

#### 首都圏の沿岸環境調査研究の目的

大嶋和雄

環境庁(1989)の「東京湾地域の開発と保全に関する基本的方策について」では、「東京湾は、それ自体が重要な環境資源であり、首都圏の存立基盤である」と規定している。この環境資源としての東京湾を開発保全していくためには、そこで繰り広げられてきた歴史時代の開発工事の影響が、東京湾の自然環境特性に対して、どのような影響を与えて来たかと言う実態把握が先決課題となっている。しかし、現在の開発工事に対する環境アセスメントは、数秒から数年程度の観測データの解析結果を基に実施されるのが普通である。また、アセスメント結果を検討する地質的なデータとしては、数千年から数万年単位の氷河性海水準変動に伴う沿岸地形変化の記録が考慮されるだけであった。したがって、人間活動の影響が大きくなってきた数百年前から千年前迄の環境変化記録が、現状でのアセスメント対象から欠落している。しかし、東京湾のように江戸湾が港湾として、本格的に利用されて以来 400 年の歴史があり、その間に建設されてきた港湾施設等の社会的減価償却期間を考慮すると、過去数百年間の記録が、その将来予測のために不可欠な資料となっている。また、現在の環境アセスメント実施の前提として、基本的な沿岸環境条件は、開発工事前後で変化しないものと仮定した上で、現在の観測記録によるモデル計算結果を採用している。しかし、東京湾での大規模沿岸開発工事は、その自然環境条件を大きく変更してきた。

東京湾における大土木工事としては、次の四つが上げられる。1)徳川幕府による利根川河口の東京湾から銚子口への改修、2)明治時代の富津岬沖人口島(海堡)の構築と富津砂州の成長、3)関東大震災後の横浜及び東京港整備のための京浜湾岸域の埋立てと航路浚渫工事、4)昭和 40 年代以降の大規模埋立て工事である。これらの開発

工事によって、東京湾面積の約 20%、干潟の 90%は消滅してしまった。すなわち、これまでの東京湾開発によって、その環境因子(流入河川水量、湾及び干潟面積、海岸線形状等)の 10%以上が改変させられてきたのである。その結果、東京湾の自然浄化機能は損なわれ、慢性的な赤潮発生に悩まされる富栄養化海域となってしまった。地質調査所における公害防止技術研究「浅海環境の長期的変遷過程の解明による最適立地の予測技術に関する研究(1988-1992)」では、これらの歴史的な環境因子改変結果の影響と、それを記録する堆積物分布との関係を解明することによって、各沿岸地形環境毎の東京湾全域に対する自浄能力を評価するに必要な基礎データを得ることにある。

これまで、富津砂州(1989)、江戸川三角州(1990)及び小櫃川河口干潟(1991)の浄化機能を、水理、堆積及び生物環境から検討してきた。研究はまだ途上にあるが、東京湾の沿岸環境毎の環境資源ポテンシャル評価を試みている。その結果、東京湾の富栄養化問題の根本的解決とは、東京湾の生物生産力に見合った生態系を維持することと理解されるようになってきた。(首席研究官)  
Keywords: Tokyo Bay, coastal environment, historical construction, environmental resources

#### 東京湾沿岸の第四系研究の現状

遠藤秀典

東京湾沿岸地帯の土地利用をより合理的に進めるといふ観点から、第四系について今後どの様な調査研究が必要かについて検討し、また本地域の地下地質の研究の現状と今後の展望を述べた。

人間の活動と地質環境とは深く関わりあっており密接な関係がある。それらには 3 つの側面がある。第一は、地下水の利用や骨材の利用、あるいは地下地質を構築物の支持層などとして評価する場合など、地質環境を資源として評価・利用する側面である。第二には、人間の活

\* 平成 3 年 3 月 8 日本所において開催

動が地質環境に影響を及ぼす側面がある。揚水による地盤沈下や地下水の水質変化あるいは施設の建設によって海岸の浸食や堆積の進行する場合など、人間の活動が地質環境に影響を及ぼす側面がある。第三は、地質災害によって影響を被るという側面である。地震や火山噴火あるいは斜面移動などによって様々な影響を受ける。

地域の土地利用を合理的に進めるためには、これらの様々な側面のそれぞれの項目に関して例えば地震による液状化の発生の可能性について予測し、全体的に総合的に評価するという手順が必要だと考えられる。その基礎になるのは、地域の地盤に関し、目的に応じた的確な情報である。したがって目的に対して重要な地層の属性がなんであるのかを明らかにすると共に、その均質な範囲を区分するための基準と方法を検討する必要がある。またそれらが横方向にどのような形で分布しているか明らかにするための方法についても検討が必要である。

地下地質については調べる手段として、既存資料の利用、ボーリングコアを用いた分析や試験、検層及び現位置試験、物理探査などがある。それぞれの特徴及び有効性を評価し、これらの方法を有機的に結び付けた調査手法について検討する必要がある。

東京湾沿岸地帯の地下地質の地層の対比については、有孔虫化石の分析に加えた古地磁気層序と石灰質ナンノ化石層序が有効であり、従来の地質構造や層序の解釈には多くの問題があることが明らかになった。花粉化石層序も重要であり今後標準化石層序について検討する必要がある。地下地質のテフラの対比については、現在作業を進めている段階である。

ところで関東の地表露出地域を含めた地層の関係は、地層名が多くあるなどのためにきわめて分かりづらいという問題がある。海水準変動史を基準として整理し、関東平野全体の地層の関係を明らかにすることは、このような応用地質学的な分野に関しても重要な課題である。

地層の分布形態をどのように正確にとらえるかも重要な課題である。堆積環境からみた地層の連続性の評価、地下に分布する埋積谷の堆積物の存在とその分布形態の把握及び構造運動による断層やとう曲の形状の詳細な把握の重要性とその調査例を紹介した。(環境地質部)

Keywords: Quaternary geology, Tokyo Bay, natural hazard, environmental geology

## 東京湾沿岸の沖積層研究の現状

斎藤文紀

東京湾沿岸の沖積層は、下部が七号地層、上部が有楽町層に二分され、沖積層の模式地として、主にボーリング試料の解析から数多くの研究がされてきた。東京湾内でも、木更津-川崎間の東京湾横断道路の計画、建設に伴い、昭和40年代以降、150本を超えるボーリングが行われている。これらの試料の解析の結果、谷地形を埋積する地層は、河成から海成、海成から河成と少なくとも2つの堆積サイクルが認められている(Akutsu, 1973)。下部サイクルの海成層から産するマガキの年代が37,500 y.B.P. 以上(Yamasaki *et al.*, 1972)であることから、下部のサイクルは沖積層より古い。このことから上部のサイクルの海成層が有楽町層に、河成層が七号地層に対比される。

有楽町層と七号地層の関係は、富津地域で筆者らが1988年に行ったボーリング試料の解析では、海水準上昇に伴う堆積環境の変化に伴う層相の変化で説明できる。最終水期に形成された谷を埋積する地層は、下位より河成(後背湿地を含む)、塩水湿地、海成干潟、内湾泥底、内湾砂底と変化しており、河成と塩水湿地相が七号地層相当層に、干潟相から上位が有楽町相に対応する。有楽町層相当層基底の粗粒堆積物は、従来海水準の相対的な低下や安定に伴って形成されたと考えられていたが、海水準上昇に伴う堆積場の変化によって(たとえば干潟相など)、形成された可能性がある。

## 文 献

- Akutsu, J. (1973) Geology of the Kawasaki to Kisarazu subsurface section, central part of Tokyo Bay, Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd ser. (Geol.), Spec. vol. 6*, p. 465-476.
- Yamasaki, F., Hamada, C. and Hamada, T. (1972) Riken natural radiocarbon measurements VII. *Radiocarbon*, vol. 14, p. 223-238.

(海洋地質部)

Keywords: Tokyo Bay, Chuseki-so, Nanagochi Formation, Yurakucho Formation, Quaternary geology

## 東京湾沿岸埋立て地の地盤特性

上砂正一

東京湾を取り囲む首都圏の人口は現在3,000万人に達している。その中核として、また、日本の首都として巨大な都市に成長した東京は、その前進である江戸を土台として都市づくりが進められた。家康により都市建設が始められて以来、400年を経た現在も自然を造り変え、都市の機能を付加しながら拡大を続けている。

首都圏は網目のようにはりめぐらされた道路が動脈と成り、高層ビル群が骨格をなし人間がその筋肉となって大量のエネルギーを消費している。この結果、地盤沈下や地盤の液状化、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の増加そして地下水汚染といったひずみが大きな社会問題となっている。

ウォータフロントの開発でかつての海であったところにも超高層ビルが林立し、港湾の埋立てが進み、海岸線が年々前進している。この東京から江戸ができる前の原風景を知る由はなく、それを想像することすら困難なように思える。

家康は、江戸に入府したあと、町割に着手するとともに、日比谷入り江に流れこんでいた平川を内堀とするため、浅草川(隅田川)につけかえたほか、行徳の塩を運ぶため、道三堀りを開通させ、小名木川を開削するなどの土木工事に取掛かった。幕府を江戸に移してからは、神田山を引き崩し、日比谷入り江を埋め、江戸前島に隣接する浜町から新橋にかけての34町四方の埋立て工事を行った。江戸の町が拡大していく中で、人口増加に伴い、環境問題としてのゴミ処理問題がすでに発生している。幕府はゴミを川中に投棄することを禁じ、船にゴミを積んで永代島、越中島に運ばせていた。ゴミによる埋立て地盤の始まりがここにある。

現在、埋立ての条件は変わっているものの、埋立ての素材(建設残土、生ゴミ、プラスチック、紙など)は本質的には変わっていない。埋立て地での地盤特性を把握する上で、ボーリング調査が実施される。この場合、その目的からサンプリング・原位置試験などは、埋立てた地層そのものよりも、その下位の原地盤に主眼を置くことが多い。これは埋立て層が、前述のように、その構成物質が多種類に及んでいること、地層的にも工学的にも不均一であり、計測データが得られてもその多くはパラツキが大きくて、あまり意味をもたないとの認識による。しかし、地盤の液状化、地下水汚染などを検証する上で、埋立て層の地盤構成を詳細に観察する必要がある。

## 埋立て層の層序

埋立て層は、埋立て時期・位置により、もともとの自然地盤であるヘドロ・砂・シルト等の地層で構成されている。この場合N値の変化はあまり無いが、地層の構成により、地盤沈下・液状化をおこしやすい層が分けられる。また、地下水の透水性なども規制される。

## 埋立て層の不均一(硬・軟)の程度

埋立て層の中には、粘土、砂、礫のほか、未風化のコンクリート片、レンガ片、アスファルト片などの建設残土が多量に含まれている場合が多い。マトリックス、礫質部分によりN値測定が1-50の範囲で大きくバラつく。

## 埋立て層と原地盤の境界位置

ゴミや残土で埋立て地盤が形成される場合は、自然地盤との境界は堆積物の種類が大きく異なることから、比較的判別しやすい。しかし、自然地盤を浚渫した地層で埋立てられた場合は、原地盤と埋立て層とが同じような物性を示し、かつて埋立て前の海底にも浚渫土と同じような地層が堆積して地質的にも強度的にも差がほとんど無く、境界を確定するのが非常に困難である。このような埋立て地などで実施されるボーリング調査では、原地盤及び埋立て地盤の色調、堆積状況(ヘドロ、シルト、砂の乱れ)、地質構成など地盤特性を十分吟味して検討しなければならない。

## 埋立て層の地質工学的問題点

埋立て層の地盤特性は、埋立て方法や埋め立て素材により大きく異なり、多くはその不均一性に代表される。不均一性はコンクリートなどの硬い塊と、それを埋める砂やシルトなどのマトリックスとの硬さの差、埋立て工事の際の締め固め転圧の不十分さ、埋立て後の短期造成地化、などによって起因し、それによって、埋立て地盤での地盤沈下、地震時の液状化や地下水に対する環境汚染などが問題提起されている。

このような観点から、埋立て層は人口地盤であるがゆえに今までおろそかにされてきたが、地質学的に考えれば、埋め立て地盤も地層の内に含まれるので、埋立て地の調査については、力学的な調査(標準貫入試験を含む各種現位置試験、土質試験)の他、オールコアリングによる地質ボーリングを行い、地質学的な観察を加えた上で最適な埋め立て地の有効利用作用などを検討すべきであろう。(明治コンサルタント(株))

Keywords: Tokyo Bay, reclaimed land, geotechnics, historical construction, environmental geology

映像による海底状況調査

秋元不二雄・菊池 昭

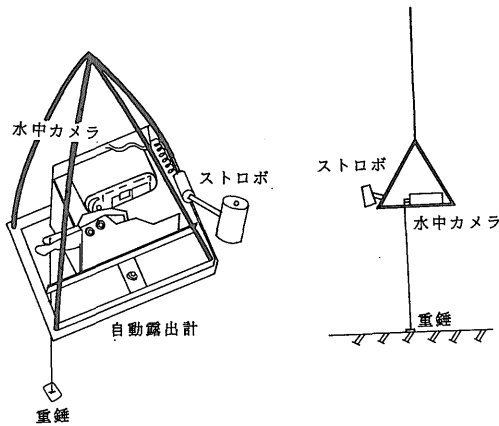
東京湾における浅海域の海底状況は、沿岸の社会情勢に伴い、いろいろな面で著しく変化している。これらの変化のうち、物理的な面では、浚渫、埋め立て、大型土木工事等による海底地形の変化とそれに伴う流況の変化があり、生物・化学的な面では河川からの流入負荷の増加による水底質の化学的な状態の変化とこの変化に影響される生態系の変化がある。そして、これらの変化が相互に関連し合って、現在の海底の状況を作り出している。

海底の状況を調査する方法としては、深淺測量、音波

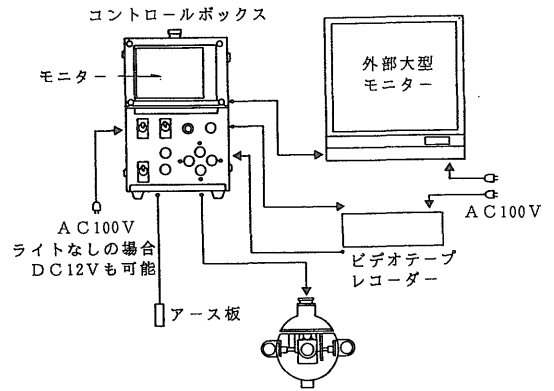
探査、採泥、採水、測流等があり、各々それなりに成果をあげてきた。しかしながら、その目的によっては実際に海底を観察するという視覚的な情報が少ないため、今一つ実感が伴わないことは否めなかった。視覚的な情報を得る調査が少ないのは、その方法がダイバーを必要としたり、大がかりで高価な機器を使わざるを得ないという、安全上及び経済上の理由からである。

ところが、ここ数年、手軽で安価な無人の水中テレビや水中写真撮影装置が開発され、浅海域の調査に大いに利用されるようになってきた。その特徴は以下の通りである。

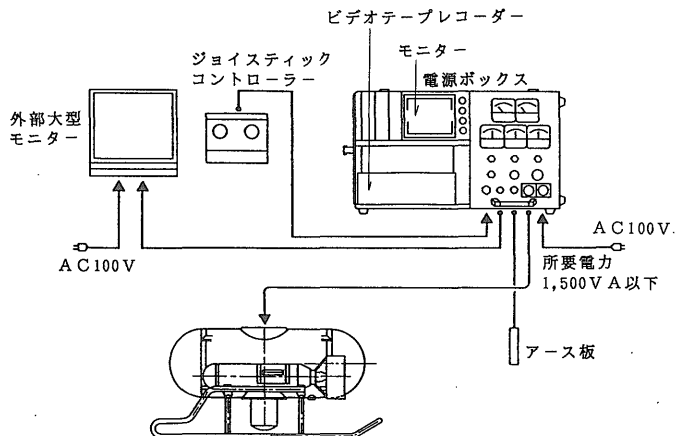
- ① 安価であること
- ② 小型軽量で操作も容易なこと
- ③ 必要な情報が最低限得られること



第1図 水中写真撮影装置



第2図 非自走式水中テレビ (EYE・BALL) システム



第3図 自走式水中テレビ (HI-ROV 15) システム

次にこれらの装置の概要とメリットについて述べる。

#### 1) 水中写真撮影装置 (第 1 図参照)

市販の水中カメラに、着底スイッチ機構及びフラッシュを取り付けたもので、極めて安価で小型軽量である。したがって、1人で扱え、操作も装置の揚げ降ろしだけなので、短時間に何回でも撮影できるし、荒天時でも使用可能である。水深 60 m までの海底の微細な地形、底生生物の生態、底層水の濁りの状況等の情報を大量に得ることができる。

#### 2) 水中テレビシステム

非自走式 (第 2 図参照) と自走式 (第 3 図参照) のものがあり、船上にモニターを設置し、ケーブル付きの水中テレビ本体を海中に降下させ観察するもので、どちらも 1 人ないし 2 人で扱うことができる。このシステムのメリットは、次の通りである。

- ① 水中写真撮影装置は、海底面に対し真上から行うのに比較し、水中テレビは、斜め上方から撮影するので、写真では得られない海底面の起伏や生物の立体的な形態等の情報を得ることが可能である。
- ② テレビカメラが可動式 (上下左右) なので視野が広く周辺の状況を把握できる。
- ③ 自走式のもの、被写体付近を移動することができるので、例えば海底面の微地形の計測や生物の形態を詳しく観察すること等が可能となる。
- ④ 写真は一瞬であるが、水中テレビは長時間の観察が可能であり、海底面付近の流況等が把握できる。

これらの装置を使用することにより、以下の知見が得られ、海底環境の状況を理解することができた。

#### 1. 物理的な状況 (海底地形、流況)

底泥の性状 (浮泥、ヘドロ等)、濁りの状況、砂漣の有無及び性状

#### 2. 生物的な状況 (底生生物の分布及び生態)

ホトトギス貝、イガイの密生地帯、多毛類の生息状況、はぜ等の巣穴の有無、海藻の分布

#### 3. 化学的な状況 (海底面付近の酸化還元状態)

イオウ細菌のコロニーの分布

今後の課題としては、各調査項目の記載法の標準化及びその定量的表現方法の確立が必要と考えられる。

(扶蓉海洋開発㈱)

Keywords: sea bottom feature, Tokyo Bay, underwater photographs, underwater television

## 富津砂州の地形発達

茅根 創・斎藤文紀

東京湾沿岸の地形は、後水期の海面上昇とそれに続く海面の停滞・低下に伴って形成された。本研究では、東京湾湾口部に位置する尖角砂州-富津砂州上の 5 地点で行ったボーリング調査に基づいて、海面変化に伴う砂州の地形発達を明らかにした。

富津砂州の下位の現海面下 10-15 m には、更新統上総層郡の基盤の台状の高まりが認められる。この高まりは小糸川河口と磯根崎を結ぶ線から西方へ張り出しており富津砂州はこの高まりの上に形成されたものである。10,000-5,000 y. B. P. に海面は現海面からの高度 -40 m から +8 m まで急激に上昇した。海面の上昇に伴って、最終氷期に作られた谷地形や基盤の凹所が沈水して干潟が形成された。干潟は海面の上昇に伴って場を移動していった。さらに海面が上昇すると海岸線は陸側に後退して、現海面下 15 m 以深の基盤の凹所を埋めてシルト-細砂が堆積した。5,000 y. B. P. 以降海面の低下に伴って、細砂-中砂からなる砂州層が、基盤の高まりの上を西方に前進して砂州を作った。砂州の前進速度は、図の地質断面において 1-2 km/1,000 y. に達する。堆積体としての砂州の概形は 2,000 y. B. P. には完成していた。

現海面上に認められる地形としての砂州については、明治時代以降の地形図の解析によれば、1882 年までに富津砂州の海岸線の先端は現砂州中央付近まで延びており、その西側には暗州があった。その後 1890 年に人工島である第一海堡が完成し、砂州海岸線はこの海堡にむかって前進し、1927 年には陸続きになった。現在の砂州海岸線の先端はこの第一海堡であるが、第一海堡と展望台との間は低潮位にだけ干出し、何か所かが水路で切られている。 (海洋地質部)

Keywords: Tokyo Bay, Holocene, sea-level change, spit, coastal landform

## 東京湾の沿岸堆積環境

斎藤文紀

東京湾沿岸域において波浪の底質への影響は、海底面のベッドフォームと底質の粒度から考察すると、静隠時の波浪作用限界水深が、富津州の南側では 15-20 m、富津州の北側では 2-4 m、盤州干潟では約 5 m、三番瀬

・三枚州では約4mである。富津州周辺海域では、20年前と比べて泥質堆積物の分布域が拡大しており、これは湾内の沿岸環境の人為的な変化に対応している可能性がある。

富津州の南側では、海底面の写真、ビデオによる観察で、静穏時には水深5-6mまで、週1回程度の再来の低気圧通過後には水深約15mまで砂漣が認められた。また底質の泥分含量は、矢板近傍を除けば、水深15-20m以浅では5%以下であった。このことから静穏時(通常時)に波浪によって底質の移動が認められるのは水深15-20mまでと考えられる。

富津州の北側では下部潮間帯に砂漣が認められ、水深4-5mで泥分含量が10%以上であることから、静穏時の波浪の影響は2-4mであろう。

小櫃川河口の盤州干潟付近では、下部潮間帯に砂漣が、水深1-3mに砂州地形が認められる。また、底質の泥分含量は南部を除いて水深5m以浅では5%以下である。このことから静穏時の波浪の影響は、約5mである。

江戸川河口の三枚州、三番瀬では、人口構築物の近傍を除けば、底質の泥分含量は水深4m以浅では5%以下である。このことから静穏時の波浪の影響は、約4mである。

静穏時に波浪の影響の及ぶ上記の水深以浅の地域では、砂質の底質に対応した生物群集が認められ、沿岸水域環境の重要な一つの海域(地域)を形成している。

ところで富津州周辺海域では、約20年前の底質図(泥分含量分布図)と比べて、泥質堆積物の分布域が拡大している。特に第一海堡と第二海堡間に顕著な違いが認められる。この変化の原因は、泥質な堆積物の急激な増加、あるいは湾口部の流速の減少などが考えられる。この間に東京湾内では約20%の水域が埋立などによって減少していることを考えると、湾口部の海水交換量の減少、つまり流速の減少の可能性が大きい。(海洋地質部)

Keywords: Tokyo Bay, coastal environment, Holocene, mud content mudline

## 東京湾北部海域の水塊構成

兼子昭夫

東京湾北部海域で曳航式の水塊・塩分計を用いた調査を実施し、水温、塩分の鉛直断面分布から、当該海域の秋から冬にかけての水塊構成について検討した。

調査期間は、1987年10月から1988年1月と1988年

9月から1989年2月までの間で、水深10m、15m、20m、及び20m以深の4調査線を設定した。

調査は計測器を5-6ノットで曳航し、10秒間隔で測定した。調査海域及び結果の一部を第1図に示す。

<1987年度>

調査海域の水深10m付近では11月10日の調査まで成層しており、水深8m付近に水温・塩分躍層が認められた。この成層構造は12月8日にはほぼ消滅し、船橋市から千葉市の前面では水温、塩分とも上下較差が小さくなっていった。

一方、東京港口から市川市の前面では表層付近に東京港に由来すると考えられる低温、低塩分水が分布し、底層部に高温、高塩分水が認められる。この底層部の水は浦安市の埋立地前面海域に湧昇しており、養殖場内及びその後背水域からと考えられる低温な水との間に明瞭なフロントが形成されている。

1月12日の調査でもほぼ同様の構成となっており、船橋市前面海域を境に千葉市側は表層部と底層部の差がさらに小さく鉛直混合が活発に行われていることが示唆され、東京側は底層部の高温、高塩分水の湧昇現象がより明瞭に確認できる。

水深20m付近では調査期間をとおり成層構造が確認される。12月8日以降水深15m以浅は水温、塩分とも較差が小さく、鉛直混合がこの水深まで影響していると考えられるが、これ以深の底層部には高温、高塩分水がみられ安定した成層構造を示している。また、多摩川河口付近では表層に河川水及び東京港内に由来すると考えられる低温、低塩分水が分布し、底層部には高温、高塩分水が認められる。京葉シーパースから盤州Aパイにかけては成層構造がやや乱れる傾向が見られる。

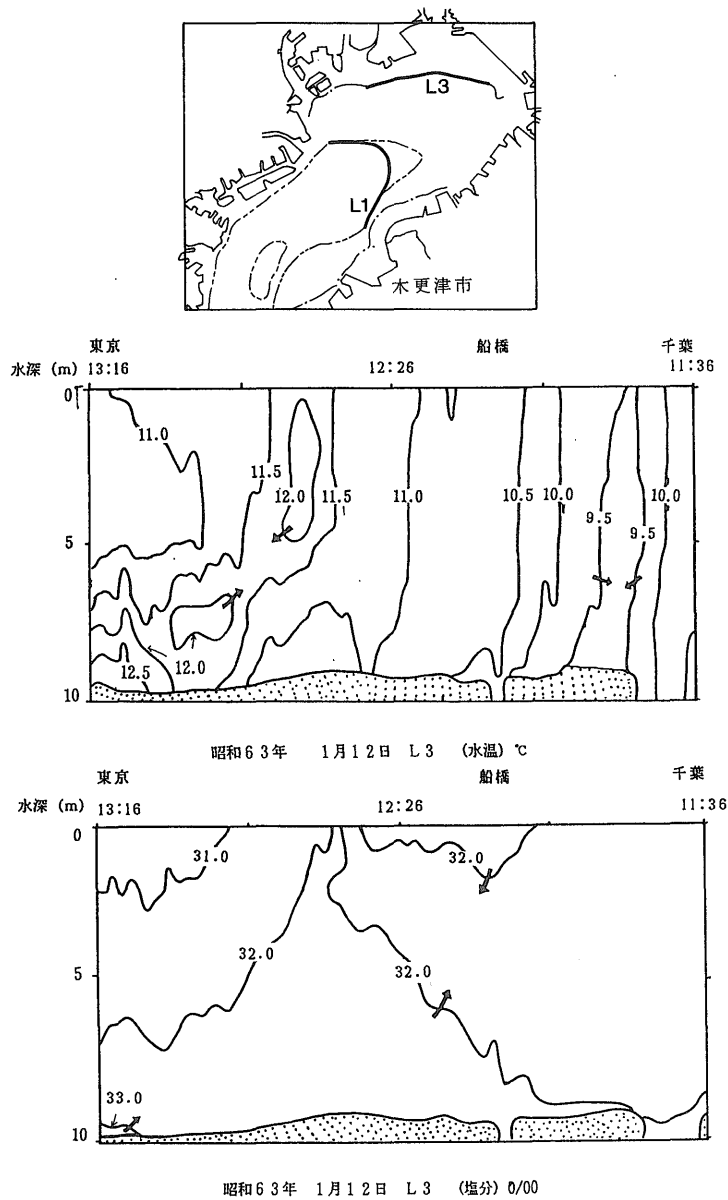
<1988年度>

水深15m付近では表層水温の低下に伴い、10月4日には水温較差が小さくなったが、11月に入ると東京灯標側の水深10m以深の底層部を中心に高温、高塩分水がみられる。この傾向は1月の調査まで継続していた。

水深20m以深では1987年度と同様に11月以降は表層から水深15m付近まで水温、塩分とも較差が小さくなるが、それ以深では高温、高塩分水が認められ、特に多摩川河口及び盤州パイ付近で顕著であった。

以上、2カ年にわたる調査から、秋から冬にかけての東京湾北部海域は、

- 東京港から多摩川河口前面海域表層付近の低温、低塩分水水塊
- 東京港から多摩川河口前面海域底層付近の高温、高塩分水水塊



第1図 曳航式多層水温計による調査ライン及び調査結果

- 市川市，船橋市のノリ，貝類養殖場及び，その後背水域に由来すると考えられる，養殖場前面の低温な水塊
  - 千葉航路3番ブイから盤州Bブイにかけての高温，高塩分な水塊
  - 上下混合が活発な船橋市から千葉市にかけての水深10m以浅の沿岸水域
  - 養殖場及び後背水域に由来する低温水が拡散する養殖場前面の水域
  - 表層付近に低温，低塩分水，底層に高温，高塩分水がみられる東京港から多摩川河口にかけての水域
  - 底層に高温，高塩分水がみられる千葉航路3番ブイか
- の4水塊で構成されていると整理できる。  
また，これらの水塊の相互関連から

ら盤州Bプイにかけての水域  
 ◎東京港前面の底層から、高温、高塩分水が湧昇する浦安市から市川市前面の水深10m前後の水域の5水域に区分できると考えられる。

(千葉県水産試験場)

Keywords: Tokyo Bay, thermocline, water mass, salinity

### 堆積作用による環境浄化

松本英二

沿岸海域環境は、重金属汚染や有機汚濁等の危機的状況から脱したとはいえ、依然として問題を含んでいる。東京湾に負荷される汚濁物質の収支を計算してみると、その多くは海水から除去されて湾底に堆積する。堆積は沿岸海域の水質の浄化にとって、きわめて重要な過程である。加えて、水質の変化を堆積物から読みとることができる。

著者らは、東京湾堆積物の重金属元素の鉛直分布と鉛-210年代測定から、東京湾の重金属汚染史を明らかにした。それによれば、重金属汚染は1900年頃より始まり、1950年頃から急激に悪化し、1970年にピークに達し、それ以降漸減して今日に至る。しかしながら、富栄養化・有機汚濁の変遷については、明確に示すことができなかった。それは、有機物の分解を定量的に評価できなかったからである。

そこで、分解速度係数を時間の関数として表わす Mid-delburg (1989) の式を導入し、堆積時の有機炭素含量(有機炭素初期含量)の経年変化を求めるモデルを作成した。このモデルでは、有機炭素が生成されてから堆積するまでの時間(初期年代)が重要である。そこで、 $\delta^{13}C$  を用

いて、有機炭素を海起源と陸起源に分け、各々の初期年代を  $\delta^{14}C$  から求めた。

有機炭素の  $\delta^{13}C$  と初期年代を、海起源で  $-19.0\text{‰}$  と1年、陸起源で  $-26.5\text{‰}$  と12,000年の場合の計算結果を第1図に示した。全有機炭素初期含量は、1950年頃まではほぼ一定で、それ以降急激に増加し、1970年頃にピークを示し、その後わずかに減少している。1950年からの急増は、海起源有機炭素の増加によるもので、富栄養化が原因と考えられる。

(名古屋大学 水圏科学研究所)

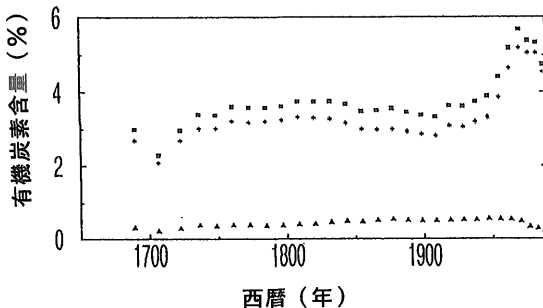
Keywords: sedimentation, Tokyo Bay, sea water pollution, historical overview

### 東京湾のベントス分布と生態環境

大嶋和雄

1960年頃迄、東京湾は重要な沿岸漁場であった。とくに、ノリやアサリ等の内湾性漁獲物の生産量は10万トン以上もあったが、1980年代に入ってから漁獲量はほぼ半減してしまった。この漁獲量減少の主要な原因は、東京湾海水の富栄養化によるものと考えられてきた。しかし、東京湾同様に富栄養化の影響が大きな瀬戸内海の漁獲量は、富栄養化以前の20万トン水準から、富栄養化の進んだ80年代には40万トンへと倍増している。何故、瀬戸内海では漁獲量が倍増したのに、東京湾では半減したのであろうか。そして、瀬戸内海では季節的な赤潮発生が問題とされているのに、東京湾では慢性的な赤潮は問題にもされず、魚介類を全滅させる青潮発生が問題となっている。この違いは、何に起因するのであろうか。また、東京湾の沿岸開発工事を、環境改善に振り向けるには何をすべきであろうか。その答えは、陸から搬出された有機物を、有用水産資源として東京湾から回収する生物生産過程に求められる。

大阪湾漁獲物の90%以上は魚類であるのに対して、東京湾漁獲量の90%以上は貝藻類である。大阪湾の漁獲対象魚は、沿岸開発によっても、その生息場(イワシは海水中、アナゴは少し深みの泥場)を失う事無く、豊富な飼料が魚群を増加させてきた。一方、東京湾のアサリが生息していた干潟の90%以上は、埋め立て工事によって消失してしまった。それにもかかわらず、最盛期の50%のアサリが生産されている。単純計算では、単位面積当りの生産効率は5倍にもなっている。この生産能力を活用して東京湾の水質環境浄化を計るには、河川から



第1図 有機炭素初期含量の経年変化

■全有機炭素, \*海起源有機炭素, ▲陸起源有機炭素



搬出された有機物が、如何にしてベントスに変換されるかという過程を解明しなければならない。

東京湾の干潟は、湾奥（江戸川河口の三番瀬、荒川河口の三枚州）、湾央（小櫃川河口の番州）、湾口（富津砂州周辺）と、その地形環境によって、堆積物中の有機物量やベントスの種類は変化している。湾奥干潟では、青潮が発生しない限り、アサリの自己再生産が可能である。湾央では、観光潮干狩のために、アサリを補給しなければならない。湾口でのアサリ漁場は、干潟ではなく水深

3-5 m の浅海底である。このアサリ漁場の深度変化は、植物プランクトンの光合成が行われる透明度水深に対応している。すなわち、東京湾でのベントスを利用しての水質環境浄化には、ベントス生息場の透明度を条件とした干潟や浅海域を造成することが有効であろう。人工構築物と自然海浜系とを適切に配置することによって、ベントスの生産量増大を利用した「人と自然に優しい環境浄化技術」が確立されるであろう。（首席研究官）

Keywords: Tokyo Bay, benthos, ecological environment