

# 東京湾におけるアサリ幼生の移流過程の数値計算

日向博文\*<sup>1</sup>・戸簾幸嗣\*<sup>2</sup>

## Numerical simulation on advective process of planktonic larvae of the clam *Ruditapes philippinarum* in Tokyo Bay

Hirofumi HINATA\*<sup>1</sup> · Koji TOMISU\*<sup>2</sup>

### Abstract

Numerical simulation based on the Princeton Ocean Model (POM) was performed to investigate advective process of plankton larvae of the clam *Ruditapes philippinarum* during the period from July 31 to August 10, 2001 in Tokyo Bay. Simulation results indicated that spatial distribution of wind velocity field strongly influenced flow patterns in the bay which play a crucial role in the advective process, and that the number of the larvae was reduced during the pelagic term due to depredation by *Noctiluca scintillans* and *Aurelia aurita*. In addition, the results suggested that the modeling of swimming movement of the larvae and the investigation of abundance of the clam in shallow regions including harbor areas were required to clarify precise process of recruitment and the existence of the network between shallow regions through exchange of the larvae.

**Key word:** numerical simulation, clams, planktonic larva, Tokyo Bay

アサリの生活史において浮遊期の動態には不明な部分が多い。全国的なアサリ激減の原因究明やその対策を講じる上でも浮遊期の動態を明らかにしておくことは一つの重要な課題であると考えられる。そのためには実海域において広域かつ時空間的に高密度な幼生のサンプリングを行うことに加え、流動観測や流動モデルによる検証が必要となる。しかしながら、そのような大がかりな観測は経済的にも人力的にも非常に難しく、これまでほとんど行われてこなかった。

本報告は、2001年8月に国土技術政策総合研究所、運輸施設整備事業団、瀬戸内海区水産研究所により行われた東京湾での広域アサリ幼生サンプリング調査結果の数値計算による検討、特に、湾内における幼生の移流過程、それに与える流動や捕食者の影響、さらにアサリ幼生供給地の推定結果について述べるものである。

### 材料と方法

ここでは、数値モデルと流況観測の概要についてのみ説明する。幼生サンプリング調査の詳細については粕谷による報告を参照されたい。

### 1. 数値モデル概要

流動モデルはPrinceton Ocean Model (POM)を使用した。計算領域をFig.1に、流動モデルの概要をTable 1に示す。水平格子間隔は600mで鉛直には $\sigma$ 座標で21層に分割した。ただし、海面付近および海底付近の解像度を高くしている。

**海上風** 浅海域の流動計算を行うに当たり最も重要な外力の一つである海上風については2つのケースについて計算を行った。1つは東京灯標（東京湾沖）で計測された風を計算領域全体に一樣に与える場合、2つめは東京灯標以外に東京湾横断道路やアメダスなど東京湾の海上及び33地点（Fig.1）で計測されている風速を空間補間して得られた海上風分布を与えた場合である。海上風の空間補間の手順は、基本的に灘岡（1997）と同様である。

2004年1月15日受理 (Received on January, 2004)

\*1 国土技術政策総合研究所 (National Institute for Land and Infrastructure Management, Nagase 3-1-1, Yokosuka, Kanagawa, 239-0826, JAPAN)

\*2 東京理科大学大学院理工学研究科土木専攻 〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 (Tokyo University of Science, Yamasaki 2641, Noda, Chiba, 278-8510, Japan)

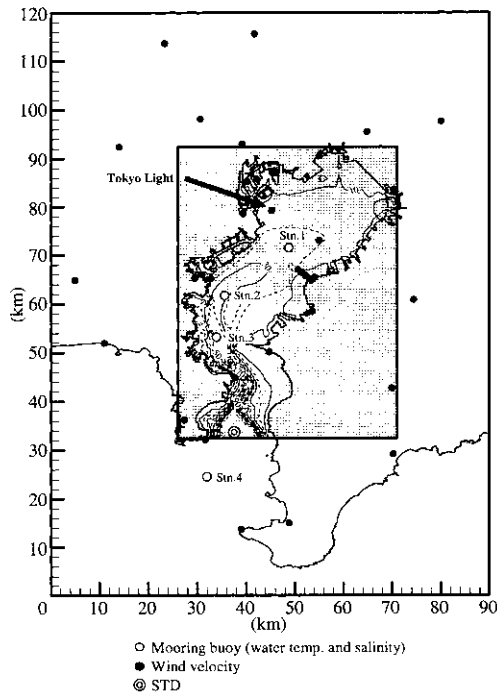


Fig.1. Model and observation region with bathymetry.

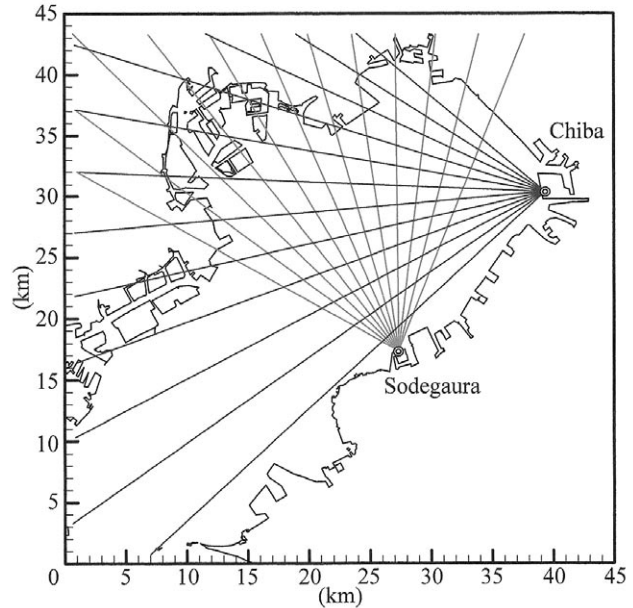


Fig.2. Beam patterns of HF-radar observation.

Table 1. Parameters used in the model calculation

Coriolis parameter ( $36^\circ$ )	$8.549 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$
Horizontal eddy viscosity	Smagorinsky diffusivity (HORCON parameter = 0.01)
Vertical eddy viscosity	Mellor and Yamada closure model Level 2.5
External mode time step	$2 \text{ s}^{-1}$
Internal mode time step	$60 \text{ s}^{-1}$
x-Grid scale	$\Delta x = 600 \text{ m}$
y-Grid scale	$\Delta y = 600 \text{ m}$
Number of grid(x, y, $\sigma$ )	$76 \times 101 \times 21$
Bathymetry	Realistic (depths greater than 100 m were set to 100 m)
Computational term	July 1, 2001 – August 20, 2001
Spin-up time	30 days

ただし、実際の空間補間には仮想荷重法ではなく観測点からの距離に反比例する形の関数形 (柳, 井川, 1992) を用いた。

**海面における熱・運動量輸送** 海面における熱量の輸送については以下に示すバルク式を用いて推測した。海水温を上昇させるための熱量Gは、日射量、顕熱輸送量、潜熱輸送量、海面水温 (計算結果) をそれぞれ  $S$ ,  $L$ ,  $H$ ,  $IE (\text{Wm}^{-2})$ ,  $SST (\text{K})$  とすると、

$$G^i = (1 - \text{ref}) S^i - \epsilon (\sigma SST^{+4} - L^i) - H^i - IE$$

$$L = \sigma T_a^4$$

$$H = C_p \rho C_H U (SST - T_a)$$

$$IE = l \rho C_E U (0.98 \times q_s - q_a)$$

と表される。ここに  $\text{ref}$  ( $=0.06$ ) は海面のアルベード,  $\epsilon$  ( $=0.96$ ) は海面の長波放射に対する射出率,  $\sigma$  ( $=5.670$

$\times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ) はステファン-ボルツマン定数,  $C_p \rho$  ( $=1.21 \times 10^3 \text{ JK}^{-1} \text{ m}^{-3}$ ) は空気の体積熱容量,  $l$  ( $=2.50 \times 10^6 - 2360 \times SST \text{ Jkg}^{-1}$ ) は水の気化潜熱,  $q_s$  は海上での飽和比湿,  $C_H$ ,  $C_E$  ( $=1.2 \times 10^{-3}$ ) はバルク輸送係数であり,  $U$ ,  $T_a$ ,  $q_a$  はそれぞれ風速, 気温, 比湿の観測値である。ただし、海上における気温, 水蒸気圧に関する観測データが無い場合、今回は地上 (羽田) で計測された値を中村ら (1989) の方法を用いて以下のように修正した。

$$T_a = SST + 0.89 (T_{at} - SST)$$

$$q_a = \frac{0.622 \frac{1.055 e_{ol}}{p_{ol}}}{1 - 0.378 \frac{1.055 e_{ol}}{p_{ol}}}$$

ここに  $T_{al}$ ,  $e_{ol}$ ,  $p_{ol}$  はそれぞれ地上における気温、蒸気圧、大気圧の観測値である。なお、ここには示さないが、蒸気圧を修正しない場合、上向きの潜熱が大きくなり表層海水温が観測結果に比べてかなり低くなる傾向が見られた。運動量輸送 ( $Nm^2$ ) は、次のバルク式で与えられる。

$$\tau = \rho C_D U^2$$

$C_D$  はバルク輸送係数で、以下の様に風速の係数として与えた (本多・光易, 1980)

$$C_D = \begin{cases} (1 - 1.89 \times 10^{-2} U) \times 1.28 \times 10^{-3} & (U \leq 8.0 m/s) \\ (1 + 1.078 \times 10^{-1} U) \times 5.81 \times 10^{-4} & (U \geq 8.0 m/s) \end{cases}$$

**河川流量** 河川流量は江戸川、多摩川については実測値 (国土交通省) を、その他の主要河川 (荒川、隅田川、鶴見川) については流域面積から推定した値を用いた。**湾口部における境界条件** 湾口部開境界では水位、及び水温、塩分の鉛直分布を与える。

水位については横須賀における調和定数を参考に4大潮 (K1, O1, S2, M2) を与えた。

水温、塩分の鉛直分布はSTD観測、昇降式ブイ観測およびフェリー (ストレッチ丸) 航走水温データを組み合わせて作成した。STD観測は概ね1ヶ月間に1回の割合で行った。昇降式ブイは湾口部水深700m地点に設置した。通常センサーが位置する水深は約190mであり、午前1:00に自動的に昇降させ水深30mから190mまでの水温、塩分分布を計測した。

**アサリ浮遊幼生** 今回の計算ではアサリ浮遊幼生は流れに対して完全に受動的なトレーサーとして計算を行った。観測された浮遊幼生の空間分布は、幼生の積極的な行動を反映した形になっているものと考えられるが、現時点では実海域におけるアサリ浮遊幼生の積極的な行動については全く分かっていない。ここでは、アサリ浮遊幼生を完全に受動的なトレーサーとして扱った場合に観測結果をどの程度説明できるのか、どの海域の分布が合わないのか、という観点から計算を行っている。アサリ浮遊幼生の積極的な行動様式は最も重要な検討課題であり、今後の研究成果に期待したい。

ある時刻  $t$  における浮遊幼生の位置を  $X_n$  とすると、時刻  $t + \Delta t$  における位置は、

$$X_{n+1} = X_n + 0.5 \Delta t (V^n + V^{n+1}) + 0.5 \Delta t^2 (\nabla V^n) V^n + \alpha \gamma (0,1) \sqrt{2K \Delta t}$$

となる。ここに  $v$  は流速、 $\nabla$  は微分演算子、 $\gamma (0,1)$  は平均0標準偏差1の乱数、 $\alpha (=0.2)$  は計算パラメータ、

$K$  は拡散係数である。なお、水平拡散係数はスマゴリンスキーモデルにより、鉛直拡散係数はMellor-Yamada クロージャーモデル (Level 2.5) により計算している。また、開境界から3km以内に近づいた粒子はそこで計算を中止した。

## 2. 流況観測概要

数値モデルの精度検証及び境界条件を与えることを目的として湾内全域において流況観測を実施した。(Figs. 1, 2)。湾奥2カ所 (千葉市、袖ヶ浦市) に短波海洋レーダー (HFレーダー) を設置し、湾奥表層流道場を計測した。同時に、湾奥、湾央、湾口に係留されている航路標識ブイ (海上保安庁) のチェーン部分に水温・塩分計 (MDS-CT: アレック電子社製) を複数台設置し、水温、塩分の鉛直分布の時系列変化を観測した。また、数値計算を行う上で必要な湾口部での水温、塩分の開境界条件を得るため、月1回程度のSTD観測に加え自動昇降式ブイ (AES-1: 日油技研製) を湾口部に設置した。ブイは船舶交通量の少ない深夜に昇降を行い、表層から水深180mまでの水温塩分の鉛直分布を1日1回計測した。

## 結果と考察

### 1. 東京湾の流動特性

幼生の観測を行った時期 (2001/8/2-2001/8/10)、東京湾海上では南よりの風と北よりの風が数日周期で交互に吹き変わっており、これに反応して湾内流況はダイナミックに変動していた。Fig. 3にHFレーダーによって観測された異なる風向時における表層流速ベクトルと東京灯標における海上風 (いずれも25時間移動平均値) を示す。北よりの風が卓越する時期には、湾奥では南西~西南西方向の流れが卓越する。市川から盤洲沖において40cm/s程度の強い南下流が発達するのに対し、船橋から東京湾沖にかけては流れは非常に弱くなっている。一方、南よりの風向きが卓越していた8月9日には、浦安から東京湾沖の北上流が発達し、湾奥には時計回りの循環流が明確な形で形成されていることが分かる。また、8月1日では東京灯標における海上風は8月9日とほぼ同じでありながら、9日とは流況が著しく異なっている。これは、後程示すように、履歴の効果と共に海上風の空間構造が重要であるものと考えられる。

Fig. 4に計算結果 (日平均流) を示す。海上風の空間分布を考慮した場合、空間的一様風を与えた場合に比べてHFレーダー観測結果を上手く再現出来ていることが分かる。特に8月1日に観測された袖ヶ浦から沖に向かう流れや8月9日に出現した時計回り循環流の再現性は両者で著しく異なっている。このことは、東京湾スケールの

計算を行う場合においても、海上風の空間分布に注意を払う必要があることを明確な形で示している。また、水温・塩分の再現性についてはここでは詳細は示さないが、概ね良好であり、係留ブイ (Stns.1-3) による観測データとの比較によれば、水温と塩分の誤差はそれぞれ0.43-

0.82 (°C), 0.28-0.43 (psu) 程度であった。ただし、計算結果は観測結果に比べて表層混合層厚が小さく出る傾向にあった。

## 2. 浮遊幼生の移流拡散過程

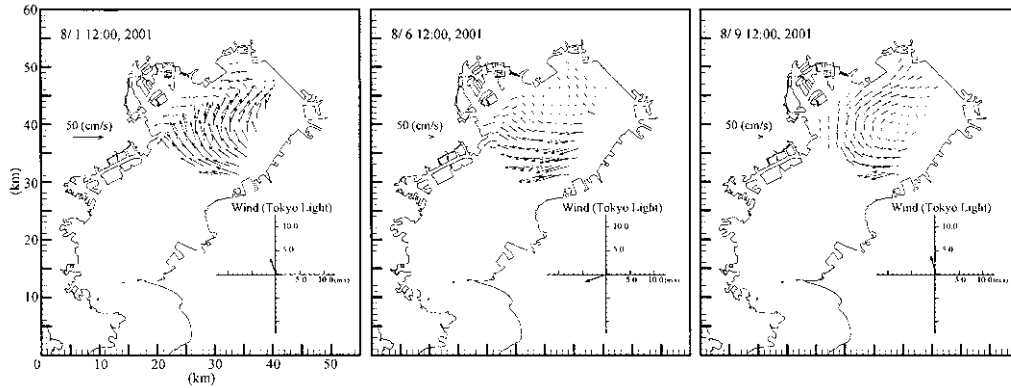


Fig.3. Low-passed current vectors in the head of Tokyo Bay and wind velocity vectors at Tokyo Light.

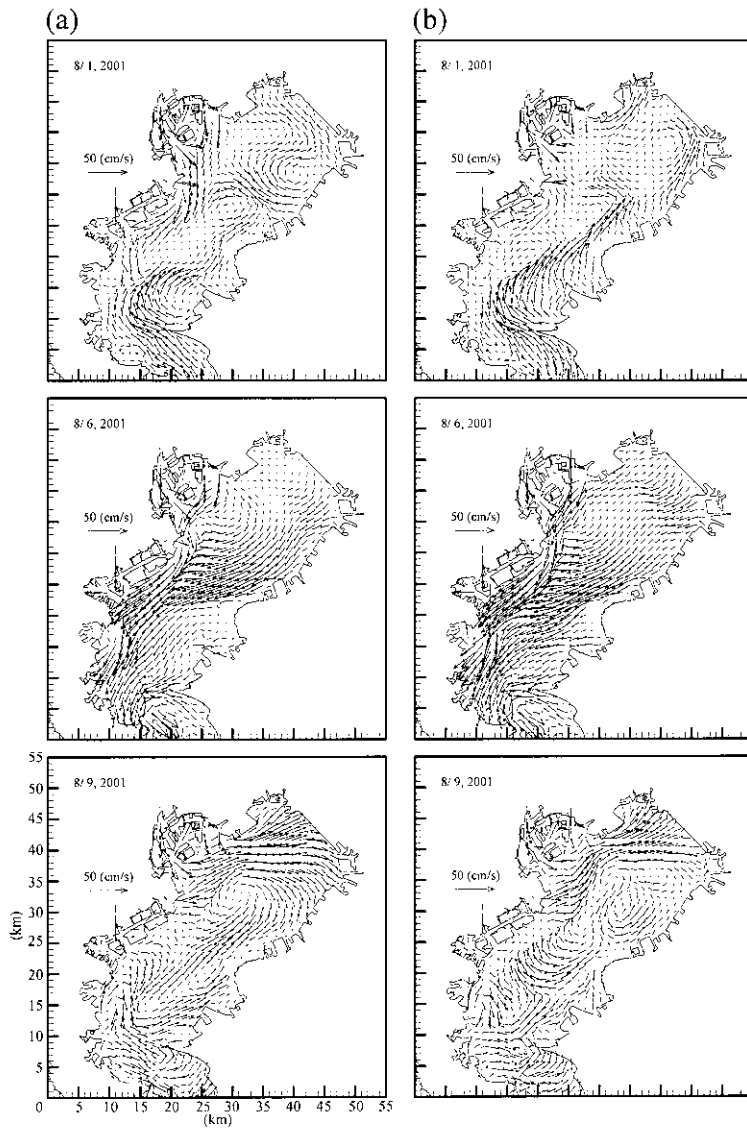


Fig. 4. Daily average surface currents using realistic wind (a), and spatially uniform wind velocity (b).

8月2日のD型幼生分布の観測結果を初期値として8月6日におけるUnbo期幼生分布の再現計算を試みた。まず、8月2日のD型幼生個体密度を空間補間し、各計算格子における個体密度を求める。空間補間には海上風と同じ関数形を使用した。その後、個体密度に比例させた形で0~12m層の各計算格子内に一様乱数を用いてパッシブトレーサーをランダムに配置し (Fig. 5), その後の流れによる移流拡散過程を追跡した。

8月6日正午 (96時間後) における0~12m層に位置するトレーサーの空間分布をFig.6に示す。この時点では、8月2日に投入したトレーサーのうち約94%が湾内に溜まっており、そのうちの90%が0~12m層に、残りの10%がそれ以下の層に存在している。

観測結果との詳細な比較を行うために、観測点位置における個体密度を求めた。個体密度は、測点間の観測時刻の相違 (最大で約5時間程度) を考慮し、観測点を含む3×3格子内 (1.8km 四方) の平均値として求めた。全観測点における幼生の数で見ると、計算では捕食の影響を考慮していないのにも関わらず、観測された個体密度から推定される浮遊幼生数の約68%程度の値となった。12m以深の層に存在しているトレーサーを考慮してもその約73%程度に溜まる。ただし、観測点別に見ると、全ての点で観測結果に比べて個体数が少ないわけではなく、極端に多い点と少ない点が特徴的に分布していた。観測結果と計算結果の差が顕著な場所 (観測結果の3倍以上もしくは1/3以下) をFig.7に示す。図から分かるように計算値が観測値の3倍以上の値を示す場所 (図中●印) は、湾奥部浦安~船橋沖と湾口部横浜~横須賀沖に局在している。反対に1/3以下の場所 (図中○印) は、播州沖、三枚洲~多摩川河口沖、幕張沖の比較的岸近くに分布している。しかも、幕張を除けば代表的なアサリの産卵場の沖に位置している。

このような大きな差が生じた原因について考えてみる。まず、観測結果の3倍以上の値を示した測点 (10点, 図中●印) であるが, Fig.7 を見ると, これらの点のほとんど全てが8月2日もしくは8月6日に浮遊幼生の捕食者である夜光虫やクラゲが大量 (夜光虫: 1000個体/1以上, クラゲ: 10個体/4m<sup>2</sup>以上) に観測された場所 (図中×印) であるか, その周辺に位置していることが分かる。このことから, これらの測点において計算結果と観測結果との間に大きな差が生じた主な原因として, 本計算では浮遊幼生の捕食による減耗を考慮しなかったことが挙げられる。しかしながら, 仮に捕食を考慮して計算を行った場合, 観測結果に比べて極端に浮遊幼生の数が少なかった測点 (12点, 図中○印) では, アサリ幼生の数がさらに減り, 観測結果との差がますます広がってしまうと予想される。では, これら12測点においてはどのような原

因によって大きな差が生じてしまったのだろうか? その原因については現時点では不明であるが, 著者らは, 上述したようにこれらの点の多くがアサリ成貝の生息する代表的な浅瀬や干潟の沖合に位置している, という点に注目している。幕張沖の2点についても, 後程示すように千葉港~養老川河口域がアサリ幼生供給地と推定されたことから例外ではない。本調査では図中斜線で示した海域 (盤洲沖浅海部, 多摩川河口~東京港内, 千葉港内, 三番瀬) において幼生のサンプリングを行わなかった。

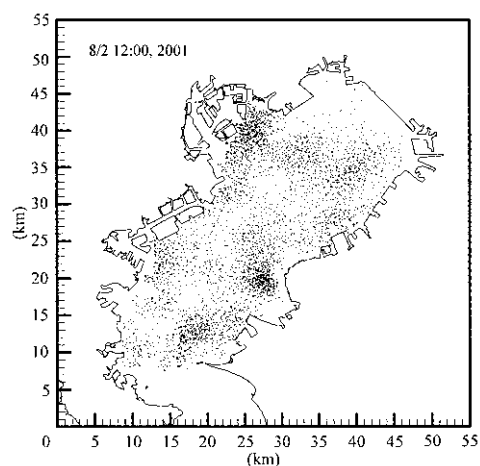


Fig.5. Passive tracer distribution on Aug. 2, 12:00, 2001. Tracers are set in the depth shallower than 12 m.

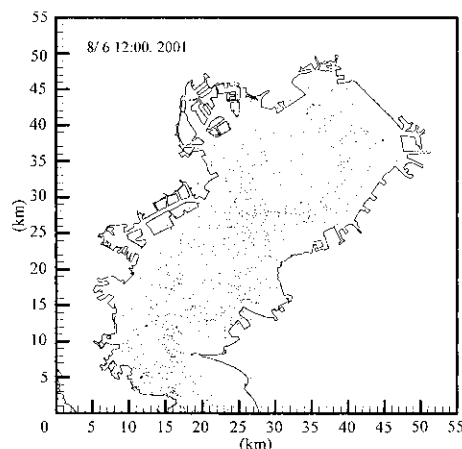
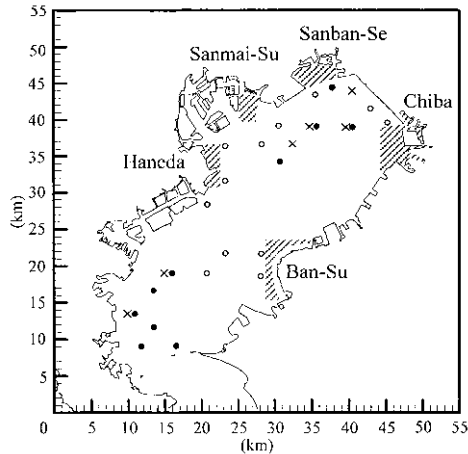


Fig.6. Passive-tracer distribution Aug. 6, 12:00, 2001. Tracers located in the depth shallower than 12m are shown.



**Fig.7.** ● : model results are 3 times as large as observation results.  
○ : model results are 1/3 or less of observation results.  
× : *Noctilca scintillans* ( $>1000 \text{ cells}^{-1}$ ) or *Aurelia aurita* ( $>10 \text{ inds. } 4\text{m}^{-2}$ ) are sampled. Shaded area appears to be the region in which an amount of D-shaped larvae exists on August 2, 2001.

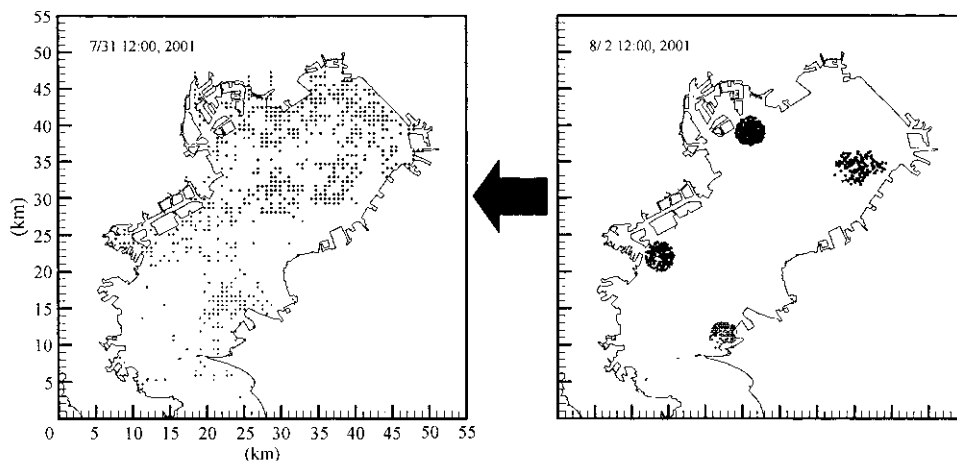
しかしながら、8月2日にはこれらの海域の沖合に位置する測点で多くのD型幼生が観測されている（本プロシードニング中の粕谷による報告を参照）。これらのことから、代表的成員生息地から供給されたD型幼生が、8月2日の時点で斜線部の海域に多数存在していた可能性が高い。実際には、これらの浮遊幼生が移流拡散し、8月6日に図中○印で示した測点で計算結果に比べて大量のUmbo期幼生が観測されたと推測できるのである。現時点では、ここで挙げた原因はあくまでも推測の域を出ていない。今後は、クラゲや夜光虫の捕食による減耗や、斜線部に存在していたと推測される浮遊幼生を考慮した計算を行う必要がある。

### 3. 浮遊幼生供給源の推定

浮遊幼生供給地を数値モデルに基づいて推定することを試みた。この計算は上で述べた計算とは別途行っている。まず、7月31日12:00に全計算領域内にトレーサーを等間隔に26,000個程度配置し、8月2日の正午までトレーサー追跡計算を行う。毎正時における各トレーサーの位置を保存しておき、8月2日正午の時点で多数のD型幼生が観測された観測地点の近くに位置するトレーサーを抽出する。このトレーサーが産卵推定時（7月31日頃）にどこに位置していたのかを保存しておいた計算結果から求めれば、浮遊幼生供給源の推定が出来る。ただし、D型幼生の大きさには幅があるので、ここでは生まれてから最も時間経過（推定誤差）の少ない100~110 $\mu\text{m}$ の幼生を対象にした。

**Fig.8**に8月2日に観測された100~110 $\mu\text{m}$ のD型幼生の7月31日正午の位置、即ち推定産卵場所を示す。

盤洲~富津沖、市原沖、東京湾沖でサンプリングされた幼生は、それぞれ盤洲~富津、千葉港~養老川河口域や三枚洲~浦安・三番瀬付近で産卵された可能性が高い。一方、横浜港沖のD型幼生の推定産卵場所は三枚洲~多摩川河口にかけての海域や横浜港内といった広い範囲となった。これは、河川流入に起因した東京湾の西岸沿いに発達する南下流が原因である。推定された産卵場所のうち、盤洲や三枚洲を除けば一般的なアサリ生息地としてはそれほど知られていない。しかしながら、川崎港等の埋め立て地背後の入り組んだ場所や千葉港内人工砂浜では、多くのアサリ成員が生息していることが確認されており（浜口私信）、湾内への幼生供給源となっても不自然ではないと思われる。今後はこういった箇所における詳細な資源量調査等を行っていく必要があるものと考えられる。



**Fig.8.** Horizontal distributions of passive tracers on 12:00, July 31, 2001 (left panel) and 12:00, August 2, 2001 (right panel).

#### 4. 今後の課題

本報告ではアサリ幼生が流れに対して完全に受動的であると仮定し、2001年8月2日から8月6日にかけての東京湾におけるアサリ浮遊幼生の移流拡散過程を数値モデルに基づいて再現すること試みた。最後に、本計算を通じて明らかになったモデル化に関するいくつかの検討課題について述べる。まず、流動モデルの検討課題としては、アサリ成貝の主な生息域である干潟や浅瀬等の極浅海域（波の影響が支配的）における流動モデルと、本計算で使用した比較的沖合（数m以深）を対象とした流動モデルとをカップリングすることが重要である。この極浅海域における流れは、浮遊幼生が産卵場から沖合に流出していく過程や、反対に沖合から極浅海域に戻る過程において重要な働きをしていると考えられるからである。また、アサリ浮遊幼生のモデル化に関する今後の検討課題としては、まず塩分や水温選択性等のアサリ浮遊幼生の積極的な行動パターンを明らかにすることが挙げられる。この点については現時点では知見が著しく乏しく、現地観測や室内実験に基づくアサリ浮遊幼生の行動に関するデータの蓄積が急務である。さらに、夜光虫やクラゲ等による捕食のモデル化も非常に重要であろう。将来、著者らは、浮遊幼生の移流拡散過程を精度良く再現できる数値モデルに基づいて、東京湾におけるアサリ成貝生息地間の浮遊幼生を介した繋がり、あるいは生物学的ネットワーク（風呂田、2000）の存在について明らかにしていきたいと考えている。生物学的ネットワークについて明らかにしていくことは、東京湾全域におけるアサリ資源の動態を明らかにする上で重要であると考えられるからである。

#### 謝 辞

本研究の一部は、運輸施設整備事業団「運輸分野における基礎的研究推進制度」による援助を受けて行われたことを付記する。

#### 文 献

灘岡和夫，二瓶泰雄，吉野忠和，1997：東京湾における風系の時空間変動特性の実態と湾内海水流動への影響について，海岸工学講演会文集，44，396-400  
 中村由行，一宮大祐，早川典生，西村肇，1989：内湾の熱収支と貧酸素水塊の形成について，長岡技術科学大学研究報告，11，69-81。  
 本多忠夫，光易恒，1980：水面に及ぼす風的作用に関する実験的研究，海岸工学講演会論文集，27，90-93。  
 柳 哲雄，井川周三，1992：湾岸域の残差流モデル—周

防灘・伊予灘への適用例一，湾岸海洋研究ノート，30，1，12-19。

風呂田利夫，2000：内湾の貝類，絶滅と保全—東京湾のウミナシ類減衰からの考察，月刊海洋号外，20，74-82。

#### 質疑応答

灘岡氏 「あの，推測でよろしいのですが，アサリ幼生が干潟から出るまでの時間スケールってどれぐらいですか」

日向氏 「もしもですね，干潟に親が居て，そこで産卵するのだとしたら，当然，潮が引いたら水が出ていってしまう訳ですから，数時間の間にもう，沖合に出てしまうと言うわけですね」

灘岡氏 「それはだけど，潮汐ですから往復運動ですよ。出ていってまた帰ってくる部分もあるわけですね。それで，一周期ならして，どれくらい出ていって話しくなると思うんですけども。それで優位な拡散流出時間みたいなのは，わかかってないんでしょうか」

日向氏 「・・・」

灘岡氏 「ま，いいです。そこら辺をこれからやられるということですね。それとあの，粕谷さんの方の実際の観測の方の話で，湾の中央域に集まってくるのは，沿岸湧昇のフロントに集まるというご説明だったんですけども，数値計算でも，その収束域がどれぐらいの広いスケールで出てくるんですか」

粕谷氏 「えーと，広い域というのは？」

灘岡氏 「ローカルにはフロントですから，当然収束域は伴っていますけれども，示された図から東京湾の中央の広い範囲に見えましたよね」

粕谷氏 「そうです。はい」

灘岡氏 「だけど普通，沿岸湧昇が出てくるわけだから，表層は，沿岸輸送で，今の場合，西側に行くんじゃないですか」

粕谷氏 「西側に？」

灘岡氏 「輸送されるんじゃないですか」

粕谷氏 「輸送されます。えーと，ここにいるやつはですね，奥から時計回りの循環流に乗ってここに来る奴と，あと，そこの補昇流っていうか，補昇フローで，こういうところから，集まってくるものの，もので，こう集まる。いったんここに来ると，盤洲沖っていうのは流速が遅いので，滞留するっていうことです」

灘岡氏 「まあ仮に，沿岸湧昇で集まったとして，普通

あの、北風はいつか止む訳で、止んだらダイナミックなレスポンスするわけですね、湧昇水域ってというのは。普通はケルビン波とかなんかで、半時計に回っていきますよね、そういうことによるダイナミックなその後の輸送過程ってというのは、観測ないしは数値計算出てくるのですか」

粕谷氏 「えーとですね、これは8月2日から6日で、平均を示していますが、どちらかというと北風が卓越してきてですね、平均的にしか見てないんですけども、こういったパターンが卓越しています。だから、湧昇の強弱はあるのですけれども、常に湧昇傾向にある」

灘岡氏 「あ、そうなの？」

粕谷氏 「そうです」

灘岡氏 「分かりました」

司 会 「それでは、そちらの方でお願いします」

杜多氏 「瀬戸内水研の杜多と申しますけど、沈降速度を1ミリにしたときに、15メートルより深い所には全然いなかったようなんですが、それはこの計算を始めると、あっというまに下へ落ちちゃったということですか」

日向氏 「これ、ご推測の通りで、先ほど言いましたように1時間で3・6メートル落ちますんで、半日もあれば全部下に落ちてしまう、ですから、ここで示してるのは、全部示してるわけではなくて、15メートル以浅にいる浮遊幼生だけを示しています。ですから、ここにいるのは、奥に、湾の真ん中にいますけれども、実は水深20メートルとか30メートルのところにはいますが、その内の15メートルより浅いところにいるものだけ示しています。ですからこれはですね、全部書かせますとこれにビッチリ下にはり付いています。ただそれは、この時点でこういった深いところに居る奴は、望み薄だということで図示していないということです」

杜多氏 「そうしますとその一番右の図で、浅いところにいる奴は、海底に着いちゃってるということですか」

日向氏 「はい、海底に、そうです、最下層です。海底の、海底から海底上、10センチ以内に多分いる奴がほとんどです。で、底にまで落ちますと、リターンフローはありますけれども、たかだか境界層の中に2、3センチのリターンフローしかないんで、一日たってもですね、4、5キロしか動けないですね。だから、もし1ミリで落ちてリターンフローを使おうとすると、落ちるときにはすでに、干潟のけっこう近くにいると、

リターンフローは使えないという、使っても岸まで行けないというふうになってしまいます」

司 会 「あと、できればもうひとつだけお受けしたいと思えますけど。よろしいですか。それじゃ私から質問したいのですが、日向さんも最後におっしゃったのですが、アサリの浮遊幼生の動態そのものがよく分からないということで、180ミクロンを境にして、それより前は、完全受動的に動かされる、それより以降は沈降するというパターンで、計算されていますが、それを例えば完全受動ではないですか、沈降するだけではなくて、上がったり下がったりするとかいう、そういうのを入れると、データはかなり違ったものになってしまうというか」

日向氏 「えーと、違ってきます。やってないのですけど違いますとしか言いようがないです」

司 会 「あの例えば、集積してる場所が違うとか、そういうことにもなるのですか」

日向氏 「えーとですね、違うと思います。例えば、これの解析をやっている、自分に対する疑問点なんですけれども、もしですね、うまく、補昇流が一番強い流域って言うのは、躍層よりちょっと下で、一番下じゃなくて、躍層からちょっと下の辺なんですけどね、補昇流が強いのは。もしいったんワッと水平に広がって、なおかつ補昇流を使ってまた、どこかに辿り着こうとすると、たぶん補昇流の強いところを選択的に、たぶん、しないとイケないんです。だから多分、この補昇流が一番強いところを選択的に、もしアサリが動くとする、かなりの部分が180ミクロンの直前まで湾央にいても、岸にたどり着くことができる。それで、多分もっと無効分散が少なくなるという結果が得られるだろうと推測できるわけです。」