

東京湾を対象にしたアサリネットワークにおける生息場間影響の定量的評価について

THE APPROACH TO QUANTITATIVE EVALUATION FOR INFLUENCE BETWEEN THE HABITATS OF CLAM *RUDITAPES PHILIPPINARUM* IN TOKYO BAY

大塚文和¹・鳥飼千晶²・秋保賢幸³・弘中真央⁴・
増田光一⁵・居駒和樹⁶

Fumikazu OHTSUKA, Chiaki TORIKAI, Tateyuki AKIHO, Mao HIRONAKA,
Koichi MASUDA, Tomoki IKOMA

¹正会員 工博 日本大学 短期大学部建設学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

²非会員 株式会社日本港湾コンサルタント (〒141-0031 東京都品川区西五反田8-3-6)

³非会員 株式会社セイジョー (〒183-8539 東京都府中市美好町2-12-2)

⁴非会員 工修 三井共同建設コンサルタント株式会社 (〒169-0075 東京都新宿区高田馬場1-4-15)

⁵非会員 工博 日本大学教授 理工学部海洋建築工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

⁶非会員 博士(工学) 日本大学専任講師 理工学部海洋建築工学科

A three dimensional numerical model of tidal current with data assimilation in Tokyo Bay was developed. Using present numerical model, numerical experiments were performed to investigate advective process of Plankton larvae of the clam *Ruditapes Philippinarum*. As a results, it was possible to deduced quantitatively the influence between the habitats of clam *Ruditapes Philippinarum* in Tokyo Bay. And the results suggested that is sustainable for several habitats.

Key Words : numerical simulation, clam, plankton larva, tidal flats, shallows, Sanbanse, banzu, Tokyo Bay

1. 緒言

近年、沿岸生態系は、その基盤を構成する干潟や藻場、サンゴ礁などの環境がアサリに代表される二枚貝資源の激減や磯焼け、サンゴの白化など著しい劣化・消失が進んでおり、危機的な状況にあるといえる。

東京湾についてみると、20世紀の初めにはほぼ湾全域の海岸が干潟であったが、近年、90%以上の干潟が埋め立てなどにより消失した。この干潟の大幅な消失は、干潟生物の生息域の消失に直結し、生物多様性の減退を引き起こすと共に、生物量、生産量、そして浄化機能を大幅に減少させる結果となったものと考えられる。

アサリは、干潟における二枚貝を代表するものであり、我が国の食卓には欠かせない魚介類でもあるが、干潟の浄化機能にとっても重要な役割を果たしていることが確かめられている。

アサリは、初期の段階において海域を浮遊する期間があり、ほとんど遊泳力もないと考えられることから、海水流動により広範囲に移流・拡散されながら2～3週間移動し、多くの幼生が発生した場所とは異なる場所で着底し、成貝となるものと考えられる。このような生息場間の連携は、生態系(アサリ)ネットワークといわれ、その存在の把握や様相の解明は、アサリの再生・保全にとって不可欠のことと考えられる。

東京湾を対象にしたアサリネットワークについての研究は、粕谷ら^{1) 2) 3)}、日向ら⁴⁾、田中ら⁵⁾や弘中ら⁶⁾の研究がある。粕谷ら^{1) 2) 3)}の研究は、「アサリプロジェクト」として東京湾全域を対象に幼生の観測を行い、幼生の発生場所や成長速度の推定を行った。また、日向ら⁴⁾は幼生移流モデルを構築し、数値シミュレーションによって幼生の発生場所の推定を行うと共に、幼生の移流過程、それに与える流動

や捕食者の影響について検討を行った。田中ら⁵⁾は、金沢八景海域への幼生供給場所を数値シミュレーションによって検討し、盤洲干潟が供給源となり得ることを確認した。また、弘中ら⁶⁾は、東京湾の流況シミュレーションに同化法を適用するとともに、アサリ幼生の浮遊経路及び浮遊パターンの検討を行った。

これらの研究は、いずれも東京湾内における幼生出現の実態把握や湾内における幼生の移流漂流パターンを推定・確認している状況であり、干潟・浅場等の生息場間の影響を定量的に検討するには至っていない。

そこで、本研究は、アサリ幼生の相互供給状況を指標に、アサリ生息場間の相互影響を定量的に解析・評価することを目的とした。

2. 研究方法

(1) 流況シミュレーション手法

本研究では、流況モデルはマルチレベルモデルを用いた。基礎方程式を以下に示す。

東京湾は、湾軸距離に比べ水深が深いという特徴を有し、湾内の水理構造は湾外水の影響を受けていることが明らかにされているが、本研究では、湾外水の影響は特に考慮していない。

湾口部の開境界には、4分潮（M2, S2, K1, O1）を合成して、水位を設定した。また、2001年8月の計算では、同化法を適用した。

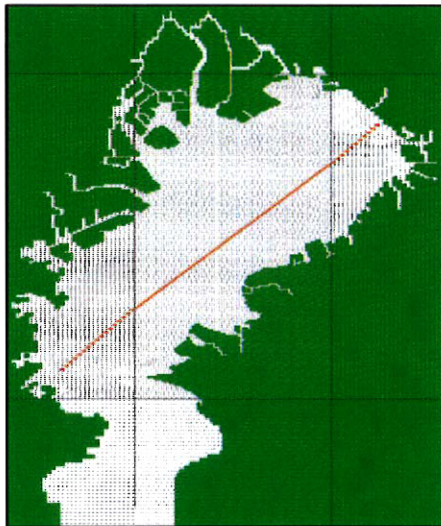


図-1 対象領域

a) 基礎方程式

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u^2) + \frac{\partial}{\partial y}(uv) + \frac{\partial}{\partial z}(uw) &= f_0 v - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P_0}{\partial x} \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(N_z \frac{\partial u}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(uv) + \frac{\partial}{\partial y}(v^2) + \frac{\partial}{\partial z}(vw) &= -f_0 v - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P_0}{\partial y} \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(N_z \frac{\partial v}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

$$0 = -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial t} &= -\frac{\partial}{\partial x}(uT) - \frac{\partial}{\partial y}(vT) - \frac{\partial}{\partial z}(wT) + \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial T}{\partial x} \right) \\ &+ \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial Cl}{\partial t} &= -\frac{\partial}{\partial x}(uCl) - \frac{\partial}{\partial y}(vCl) - \frac{\partial}{\partial z}(wCl) + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial Cl}{\partial x} \right) \\ &+ \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial Cl}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial Cl}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\rho = \rho(Cl, T) \quad (7)$$

ここではKnudsenの式を使う。

$$\rho = \frac{\sigma_t}{1000} + 1 \quad (8)$$

$$\begin{cases} \sigma_t = \sum t + (\sigma_0 + 0.1324) \{1 - A_t + B_t(\sigma_0 - 0.1324)\} \\ \sigma_0 = -0.069 + 1.4708 \cdot Cl - 0.001570 Cl^2 + 0.0000398 Cl^3 \\ \sum t = -\frac{(T - 3.98)^2}{503.570} \cdot \frac{T + 28.30}{T + 67.26} \\ A_t = T(4.7869 - 0.8164T + 0.0010843T^2) \times 10^{-3} \\ B_t = T(18.030 - 0.8164T + 0.01667T^2) \times 10^{-6} \end{cases}$$

b) 同化法

本研究では、観測データが細かく各層ごとに同化できること、計算負荷が少ないこと及び取り扱い容易なことからナッジング法を用いて行った。

ナッジング法は、モデルの予報値と観測値との差をニュートン緩和法で補正する方法で、最も適用が容易なデータの同化法である。基本式は

$$\frac{\partial \alpha_{\text{model}}}{\partial t} = F(\alpha) + G(\varepsilon, \delta_x, \delta_t)(\alpha_{\text{obs}} - \alpha_{\text{model}}) \quad (9)$$

となり、本研究においては水温、塩分において行うので(9)式のように負荷項を塩分、水温の基本方程式に加える。ここでは水温の基本式を例にして式(10)に示す。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x}(uT) - \frac{\partial}{\partial y}(vT) - \frac{\partial}{\partial z}(wT) + \frac{\partial}{\partial x}\left(k_x \frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k_y \frac{\partial T}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(k_z \frac{\partial T}{\partial z}\right) + \frac{\partial \alpha_{model}}{\partial t} \quad (10)$$

同化データは、国土技術政策総合研究所によって2001年8月2日、6日及び10日に湾軸（図-1）に沿って観測された水温、塩分を対象とし、文献1）の図から読み取って利用した。

なお、ナッジング係数Gは、数値実験の結果G=10⁻³を適用した。

(2) アサリ幼生浮遊シミュレーション手法

本研究では、アサリの幼生は遊泳能力がないと仮定し、流れに対して完全に受動的なトレーサーとして取り扱った。従って、鉛直的な移動も無いものとした。

トレーサーは、時刻 n に位置(x^n, y^n)にあるとき、 Δt 時刻後の位置(x^{n+1}, y^{n+1})はランダムウォークを考慮して次式のように表わす。

$$x^{n+1} = x^n + (U^n \times \Delta t) + R_x \quad (11)$$

$$y^{n+1} = y^n + (V^n \times \Delta t) + R_y \quad (12)$$

$$R_x = r_x \times \sqrt{2 \times \Delta t \times K} \quad (13)$$

$$R_y = r_y \times \sqrt{2 \times \Delta t \times K} \quad (14)$$

ここで、 $U^n \cdot V^n$ は流況の x 成分 y 成分、 $R_x \cdot R_y$ は乱れによるランダム運動で Δt 時間当たりの移動距離を表す。 r_x, r_y は分散の乱数で、 $-0.5 \leq r_{x,y} \leq +0.5$ で定義する。 K は水平拡散係数である。

(3) アサリ幼生の発生時期について

アサリの産卵（幼生の発生）がどのような潮時に行われるかによって、幼生の到達できる海域が異なるばかりか、湾内に残存できる幼生の数も大きく異なり、湾内におけるアサリネットワークの存在及びその様相が大きく変化するものと考えられる。東京湾におけるアサリ幼生は春季から秋季の長期間にわたって、その存在が確認されているが、アサリの産卵時期、特に月齢・潮時等との関係は特定されていないのが現状といえる。

アサリの産卵時期と月齢・潮時との関係についての報告例としては、清水⁷⁾の研究がある。清水は能取湖で採取されたアサリを実験室で自然産卵させたところ、産卵日は新月または満月もしくはその直後

であったことを確認し、『……アサリは通常大潮の日に産卵し、また、潮の満ち引きのリズムを覚えているのかもしれませんが。』とも述べている。

東京湾におけるアサリ産卵日（幼生の発生日）の推定例としては、粕谷ら^{1) 2)}の例がある。粕谷らは、東京湾におけるアサリ幼生の大規模調査（2001年）の結果から幼生の発生日として夏季については小潮（7月27日）の直後（7月30日前後）を推定し、秋期については大潮（10月17日）の直前（10月15～16日）であると推定している。また、佐々木⁸⁾は、直接的には幼生の発生日については明確にしていなかったが金沢湾（1999年）の幼生出現と着底状況から幼生の発生が小潮付近であることが示唆される調査結果を示している。

アサリ幼生の発生時期については、地域や生息場によっても異なることも考えられるが、本研究では、上記の結果を考慮し、アサリ幼生の発生日は大潮期あるいは小潮期に行われると仮定して、数値シミュレーション及び解析を行った。

アサリ幼生の発生日を想定した時期は、下表のように設定した。

表－1 アサリ幼生の発生日時期

年月日	潮時	ケース名	備考
2001年	7月6日	大潮期満潮時	ケース1 満潮・憩流時想定
		大潮期直後平均水面時	ケース2 下げ潮強流時想定
		大潮期直前平均水面時	ケース3 上げ潮強流時想定
	7月14日	小潮期満潮時	ケース4
		小潮期干潮時	ケース5
	8月12日	小潮期満潮時	ケース6
		小潮期干潮時	ケース7
	8月19日	大潮期満潮時	ケース8 満潮・憩流時想定
		大潮期直後平均水面時	ケース9 下げ潮強流時想定
		大潮期直前平均水面時	ケース10 上げ潮強流時想定
2003年	7月14日	大潮期満潮時	ケース11 満潮・憩流時想定
		大潮期直後平均水面時	ケース12 下げ潮強流時想定
		大潮期直前平均水面時	ケース13 上げ潮強流時想定
	7月21日	小潮期満潮時	ケース14
		小潮期干潮時	ケース15
	8月5日	小潮期満潮時	ケース16
		小潮期干潮時	ケース17
	8月12日	大潮期満潮時	ケース18 満潮・憩流時想定
		大潮期直後平均水面時	ケース19 下げ潮強流時想定
		大潮期直前平均水面時	ケース20 上げ潮強流時想定

(4) 生息場間寄与率の算定方法

先に構築したアサリ幼生の浮遊モデルを用いて、ある生息場（例えば、三番瀬）で発生した幼生が他の生息場にどのような比率で到達するのかをシミュレーションした。具体的には、生息場と考えられる海域付近よりそれぞれ数百個（合計1521個）の擬似幼生（幼生粒子）を浮遊させ、各生息場付近に到達する数を集計し、浮遊させた幼生粒子数で除して比率（寄与率）とした。

アサリ生息場間の相互影響を、幼生の相互供給状況を想定した生息場間の寄与率を指標に、定量化した。これを2001年（7月、8月）と2003年（7月、8月）を対象に、表－1に示す20ケースについて行った。

アサリの生息場については、図-2に示すように既存研究成果²⁾³⁾⁴⁾やホームページ情報等を考慮して、三枚洲、羽田、三番瀬、市原、盤洲、富津、金沢湾、横浜、幕張、千葉（千葉港及び周辺）の10地域を設定した。

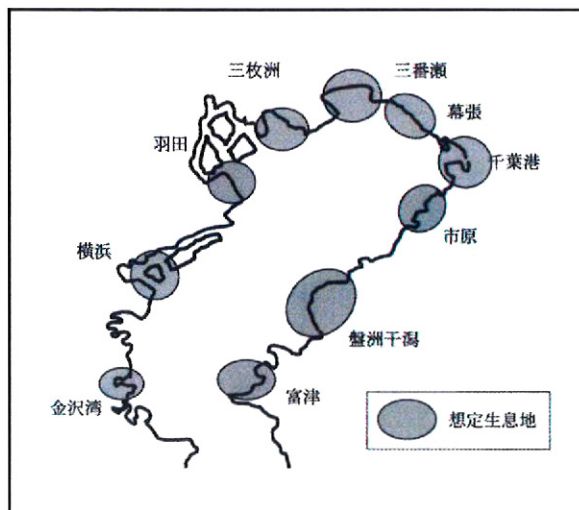


図-2 想定アサリ生息場の設定

(5) その他計算条件

流況シミュレーションにおいては、第1層目を4mとし、以下4m、4m、15m、海底までの最大5層で取り扱い、海上風、河川及び下水処理センターからの流入流量については、時系列データとして考慮した。

海上風は、図-3に示す25点の観測値を基に、平面スプライン補間法を用いて、2001年7月及び8月、2003年7月及び8月について1時間毎の海上風を推定した。

また、流入流量については、東京湾に流入する13河川及び東京都の沿岸部にある下水処理センター5カ所からの流量を考慮した。

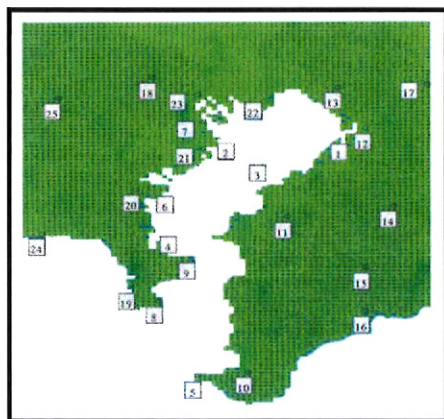
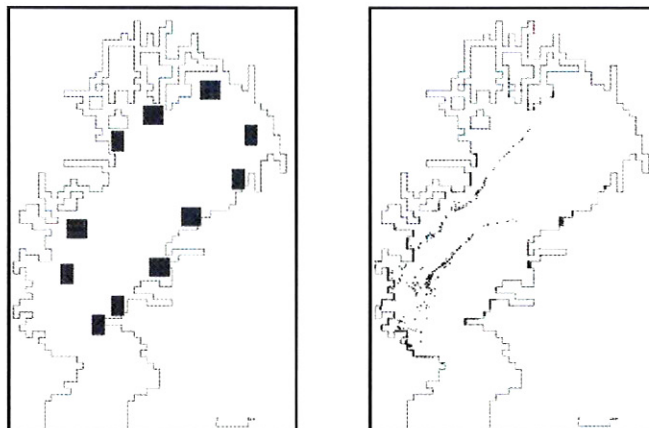


図-3 風況補間領域及び観測位置

3. アサリ幼生浮遊モデルの再現性

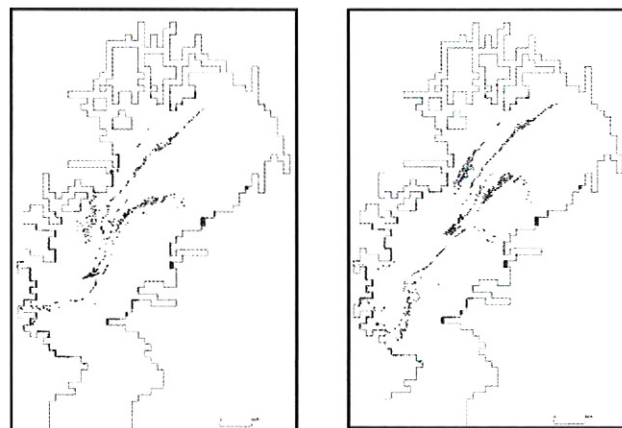
先に示した数値モデルを用いて、2001年8月に粕谷らの観測結果の再現計算を実施した。

2001年8月2日をスタートとして、アサリ幼生に見立てた粒子を浮遊させ、4日後の8月6日の状況を再現した。3日後、3.5日後及び4日後の粒子位置を図-4に示す。粕谷らの観測では、アサリの幼生は8月2日に沿岸付近に多量に出現し、8月6日にはほとんどが湾の中心付近に移動したことが確認されている。図-4に示すように、本モデルの数値計算結果は、これらの傾向を概ね再現しているものと考えられる。



(a:初期位置) (b:3日後位置)

図-4 (1) 現況再現粒子位置



(c:3.5日位置) (d:4日後位置)

図-4 (2) 現況再現粒子位置

4. 生息場間寄与率の算定結果

表-1に示す20ケースについて、アサリ幼生の浮遊シミュレーションを行い、それぞれについて生息場間寄与率を算定した。各年における大潮期（6ケース）及び小潮期（4ケース）についての平均値を表-2～5に示す。また、先の20ケースの生息場間寄与率の平均値を図化したものを図-5に示す。表-2～5では、それぞれの行で流出先への寄与

率を表している。例えば、表－2では、三枚洲で発生した幼生粒子は、三枚洲に9.8%残存（自生地残存率）し、横浜に4.2%、金沢に2.2%を供給し、83.7%が生息地に到達できないと推定したことを意味している。

また、全ケースの生息地間寄与率の平均値を表－6に示す。

表－2 生息地間寄与率（大潮期平均：2001年）

	三枚洲	羽田	三番瀬	市原	盤洲	富津	横浜	金沢	幕張	千葉	未着底	合計
三枚洲	9.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.2%	2.2%	0.0%	0.0%	83.7%	100.0%
羽田	0.0%	20.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	6.3%	0.0%	0.0%	72.3%	100.0%
三番瀬	0.0%	0.0%	13.4%	0.1%	6.4%	0.4%	0.9%	0.0%	0.9%	0.1%	77.8%	100.0%
市原	0.1%	0.9%	0.0%	11.5%	6.0%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%	5.3%	75.3%	100.0%
盤洲	0.1%	0.0%	0.0%	9.4%	5.2%	0.0%	0.9%	2.4%	0.0%	3.7%	78.3%	100.0%
富津	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	13.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	86.4%	100.0%
横浜	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	17.3%	0.1%	0.0%	0.0%	82.6%	100.0%
金沢	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	49.8%	0.0%	0.0%	50.2%	100.0%
幕張	0.0%	1.0%	0.4%	1.2%	13.7%	1.7%	0.1%	0.0%	30.8%	1.7%	49.5%	100.0%
千葉	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	7.2%	91.4%	100.0%

表－3 生息地間寄与率（小潮期平均：2001年）

	三枚洲	羽田	三番瀬	市原	盤洲	富津	横浜	金沢	幕張	千葉	未着底	合計
三枚洲	15.4%	0.0%	2.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	81.1%	100.0%
羽田	0.0%	37.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%	60.6%	100.0%
三番瀬	0.0%	0.0%	28.7%	0.0%	0.0%	0.0%	6.8%	0.0%	8.5%	0.0%	56.0%	100.0%
市原	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.4%	94.5%	100.0%
盤洲	0.0%	0.0%	0.0%	5.8%	13.3%	0.1%	0.0%	2.3%	0.0%	0.0%	78.6%	100.0%
富津	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	10.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	88.4%	100.0%
横浜	0.0%	0.0%	0.0%	14.7%	0.0%	0.0%	37.9%	0.0%	0.0%	4.6%	42.8%	100.0%
金沢	0.0%	0.0%	0.0%	4.9%	0.0%	0.0%	0.0%	21.1%	0.0%	0.0%	73.9%	100.0%
幕張	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	19.4%	0.0%	21.2%	0.0%	59.5%	100.0%
千葉	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	2.9%	96.4%	100.0%

表－4 生息地間寄与率（大潮期平均：2003年）

	三枚洲	羽田	三番瀬	市原	盤洲	富津	横浜	金沢	幕張	千葉	未着底	合計
三枚洲	10.7%	0.0%	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	72.6%	100.0%
羽田	0.0%	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.1%	2.5%	0.0%	0.0%	94.0%	100.0%
三番瀬	0.0%	0.0%	14.8%	0.0%	0.0%	0.0%	3.7%	0.0%	0.4%	0.0%	81.1%	100.0%
市原	0.0%	0.0%	5.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	15.7%	2.2%	0.0%	76.8%	100.0%
盤洲	0.0%	0.0%	30.8%	0.0%	2.5%	0.2%	0.0%	9.0%	1.2%	0.0%	56.4%	100.0%
富津	0.0%	0.0%	2.7%	0.0%	0.6%	14.9%	0.0%	0.9%	2.9%	0.0%	78.0%	100.0%
横浜	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12.7%	0.0%	0.0%	0.0%	87.3%	100.0%
金沢	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	6.5%	0.0%	0.0%	93.5%	100.0%
幕張	0.0%	0.0%	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.9%	0.0%	43.1%	0.0%	51.0%	100.0%
千葉	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	99.5%	100.0%

表－5 生息地間寄与率（小潮期平均：2003年）

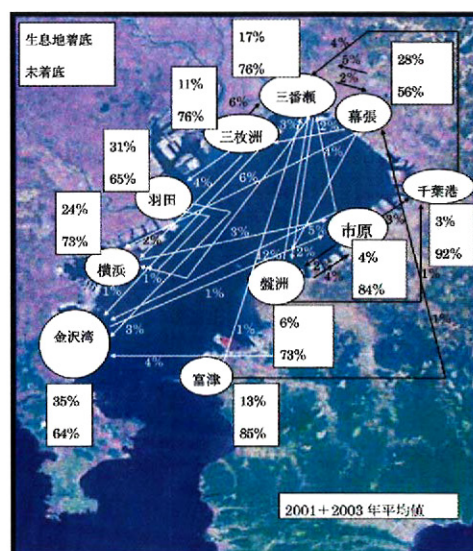
	三枚洲	羽田	三番瀬	市原	盤洲	富津	横浜	金沢	幕張	千葉	未着底	合計
三枚洲	10.9%	21.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	66.3%	100.0%
羽田	0.0%	87.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	12.8%	100.0%
三番瀬	0.0%	0.0%	12.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.2%	1.3%	0.0%	85.6%	100.0%
市原	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.6%	0.1%	0.0%	97.3%	100.0%
盤洲	0.0%	0.0%	11.5%	0.0%	5.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	82.7%	100.0%
富津	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	11.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	88.1%	100.0%
横浜	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	34.2%	0.0%	0.0%	0.0%	65.8%	100.0%
金沢	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	68.4%	0.0%	0.0%	31.6%	100.0%
幕張	0.0%	0.0%	18.6%	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%	1.6%	8.6%	0.0%	68.5%	100.0%
千葉	0.0%	0.0%	20.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.9%	2.5%	0.0%	74.9%	100.0%

表－6 生息地間寄与率（全平均：2カ年）

	三枚洲	羽田	三番瀬	市原	盤洲	富津	横浜	金沢	幕張	千葉	未着底	合計
三枚洲	11.4%	4.3%	5.6%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.7%	0.1%	0.0%	76.4%	100%
羽田	0.0%	31.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	2.6%	0.0%	0.4%	64.6%	100%
三番瀬	0.0%	0.0%	16.7%	0.0%	1.9%	0.1%	2.8%	0.0%	2.4%	0.0%	76.0%	100%
市原	0.0%	0.3%	1.5%	3.6%	1.8%	0.2%	0.1%	5.2%	0.7%	2.7%	84.0%	100%
盤洲	0.0%	0.0%	11.5%	4.0%	6.0%	0.1%	0.3%	3.9%	0.5%	1.1%	72.6%	100%
富津	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.4%	13.0%	0.0%	0.3%	0.9%	0.0%	84.6%	100%
横浜	0.0%	0.0%	0.0%	2.9%	0.0%	0.0%	23.4%	0.0%	0.9%	0.9%	72.7%	100%
金沢	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	34.8%	0.0%	0.0%	64.2%	100%
幕張	0.0%	0.3%	4.4%	0.4%	4.1%	0.5%	5.6%	0.3%	28.1%	0.5%	55.7%	100%
千葉	0.0%	0.0%	4.1%	0.3%	0.2%	0.0%	0.0%	0.5%	0.5%	2.9%	91.5%	100%

これによると、三番瀬と金沢は、自生地残存率もほぼどで、複数の生息地から供給を受けている状況が確認でき、安定した再生産可能生息場であることが推定できる。このことは、東京湾のアサリ漁場

で稚貝を放流していないのは三番瀬と金沢湾のみである⁸⁾ことを裏付けているとも考えられる。



図－5 生息地間寄与率（全平均値）

アサリの再生産力が良好な水域であるとされる金沢湾について、本研究で推定した供給源についてみると、表－6及び図－5より、主な供給源は盤洲と市原であることが確認できる。これは、佐々木⁹⁾が想定している「三番瀬から反時計回りの流れに乗って金沢湾に来る」とは異なるが、田中¹⁰⁾が、春季を対象に5年間について数値シミュレーション手法を用いて金沢湾へのアサリ幼生の供給場所の検討を行った結果、「盤洲は金沢八景への供給源となり得るが、三番瀬は難しいと判断している」と一致した結果といえる。

次に、図－2に示す各生息場が、幼生の供給源としての位置づけが強い（流出型）か、供給される位置づけが強い（流入型）かを、生息地間寄与率の結果より識別した試案を表－7に示す。

表－7 生息地幼生供給タイプ（試案）

	2001年		2003年		備 考
	大潮	小潮	大潮	小潮	
三枚洲	流出	流出	流出	流出	2003年8月大潮期(ケース2)で自生地着底24%
羽田	自生地	自生地	流出	自生地	2003年8月小潮期(ケース16.17)で自生地着底80%以上
三番瀬	流出	自生地	流入	流入	
市原	流入流出	流入	流出	流出	
盤洲	流入	流出	流出	流出	
富津	流出	流出	流出	流出	全ケースで流出であるが全ケースで残存が10%以上
横浜	流出	自生地	流出	自生地	
金沢	自生地	自生地	流入	自生地	自生地型であるが、全ケースで流入有り
幕張	自生地	自生地	自生地	流出	
千葉	流入	流入	流出	流出	

自生地: 20%以上自生地に残存
流 出: 自生地に残存するのは20%未満でほとんどは流出
流 入: 自生地残存は20%未満であるが流入が多いと思われる

上表は、三番瀬及び金沢湾が安定した生息場である可能性を示すと共に、三枚洲、富津、盤洲は持続

的な再生産は非常に危うい状況である可能性を示していると考えられる。

5. 新たな生息場適地の可能性

本研究では、既存の生息場について相互の幼生供給状況を生息場間寄与率として定量的に解析したが、これらの生息場間寄与率を算定する過程で、横須賀港の新港地区、平成地区、大津地区及び馬堀地区（以下、単に「横須賀」と呼ぶ）に多くの幼生粒子が到達する可能性が大きいことが明らかとなった。

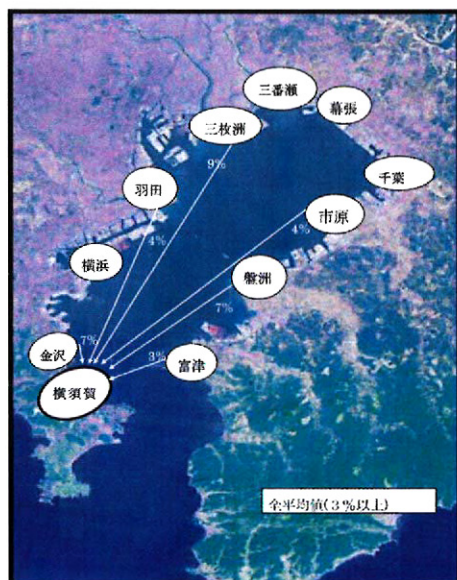
横須賀港港湾区域内には、観音崎近くの走水海岸や平成地区沖合の猿島でアサリが生息し、潮干狩り等のアサリ採取も行われており、この予測結果を裏付けているとも見ることが出来る。

表－1に示す全ケースより求めた各生息場からの寄与率について、2カ年の大潮期のみの平均値、小潮期のみの平均値及び2カ年の総平均値を表－8に示す。

表－8 生息場からの寄与率（横須賀）

	大潮期平均	小潮期平均	総平均
三枚洲	14.1%	0.0%	8.5%
羽田	7.2%	0.0%	4.3%
三番瀬	0.1%	1.1%	0.5%
市原	3.0%	5.8%	4.1%
盤洲	4.6%	9.8%	6.7%
富津	5.0%	0.2%	3.1%
横浜	0.0%	0.0%	0.0%
金沢	8.2%	6.2%	7.4%
幕張	0.0%	2.9%	1.2%
千葉港	0.0%	2.6%	1.1%

上表で見ると、横須賀には大潮期で6地域、小潮期でも3地域（3%以上）から幼生粒子が到達しており、この海域に生息環境を確保すれば、流入型の生息場として十分機能する可能性が考えられる。



図－6 横須賀への寄与率(全平均値)

6. 結言

本研究では、東京湾におけるアサリネットワークについて、幼生の供給を指標に生息場間の相互影響を定量的に明らかにした。

その結果、三番瀬や金沢湾が安定した再生産可能生息場である可能性を定量的に捉えることが出来た。また、再生産が危うい生息場についてもその可能性を定量的に推定した。

更に、横須賀港の新港地区、平成地区、大津地区及び馬堀地区（横須賀）が新たな生息場適地となる可能性があることを明らかにした。

これらの結果は、東京湾におけるアサリ生息場の保全・整備、浅場・干潟等の計画・造成に当たっては、重要な指標になるものと考えられる。

しかし、アサリ幼生に関する情報が少なく、幼生浮遊モデルにおいても鉛直的な移動を考慮していないなどの課題も残っている。また、今回対象とした期間は2カ年の4ヶ月で、生物視点で見る限りは短過ぎる期間であるとも考えられる。今後は、数値シミュレーション手法の改善も含め、アサリの生活史にあわせた期間を対象にして、漁獲量・資源量との関連についても解析したいと考えている。

謝辞：本論文をまとめるに当たり、伊藤敬太氏、住澤亮氏にご協力をいただきました。また、小澤宏樹氏には適切な助言をいただきました。ここに、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 粕谷智之, 浜口昌巳, 古川恵太, 日向博文: 夏季東京湾におけるアサリ (*Ruditapes philippinarum*) 浮遊幼生の出現密度の時空間変動, 国土技術政策総合研究所研究報告, 第8号, pp. 1-13, 2003
- 2) 粕谷智之, 浜口昌巳, 古川恵太, 日向博文: 秋季東京湾におけるアサリ (*Ruditapes philippinarum*) 浮遊幼生の出現密度の時空間変動, 国土技術政策総合研究所研究報告, 第12号, pp. 1-12, 2003
- 3) 古川恵太, 粕谷智之: アサリのすむ海岸の整備に向けて, 土木技術資料 45-7, pp. 36-41, 2003
- 4) 日向博文, 戸簾幸嗣: 東京湾におけるアサリ幼生の移流過程の数値計算, 水産総合センター研究報告 (別冊3), PP. 59-66, 平成17年3月
- 5) 田中昌宏: 沿岸生態系の連続性を考慮した自然再生—その課題と戦略, 沿岸環境関連学会連絡協議会 第11回シンポジウム予稿集, pp. 37-44, 平成16年1月
- 6) 弘中真央, 増田光一, 居駒和樹, 大塚文和: データ同化を用いた東京湾の流況シミュレーションに関する研究, 日本沿岸域学会研究討論会 2007 講演概要集, No. 20, pp. 174-177, 2007年
- 7) 清水洋平: アサリ親貝を飼育する!—アサリ種苗生産技術開発試験 I 親貝飼育水温の検討—, 北海道栽培漁業総合センター・試験研究は今, N0549, 2005
- 8) 佐々木克之: 東京湾口部金沢湾におけるアサリ再生産の好適条件, 中央水研ニュース, 27, 2001