東京湾奥部谷津干潟の 1986-87 年冬期における底質環境ならびに
マクロベントスの生息状況と垂直分布

Sediment Conditions and Macro-zoobenthos Distribution in the Winter of
1986-87 on the Yatsu Tidal Flat of Innermost Tokyo Bay.

風呂田利夫・鈴木嘉平

東邦大学理学部海洋生物学研究室, 〒274-8510 千葉県船橋市三山 2-2-1

Toshio FUROTA and Kahei SUZUKI

Department of Biology, Faculty of Science, Toho University, Miyama 2-2-1, Funabashi, Chiba 274-8510, Japan.

Abstract: The Yatsu Tidal Flat is a small tidal wetland of approximately 40 ha, located in the middle of landfill along the northern shore of Tokyo Bay. The flat is connected to the bay through two narrow tidal waterways. Originally, extensive tidal flats rimmed the entire coast of Tokyo Bay. Almost all of these, however, have been landfilled, and the Yatsu Tidal Flat was left stranded in the center of the landfill. This small flat is now the most important feeding habitat for shorebirds along the northern bay. The flat was registered under the Ramsar Convention in 1983. Macrobenthic animals are vital prey for shorebirds, and they are also important elements in the tidal flat ecosystem. Observations of the macrobenthic fauna at the Yatsu Tidal Flat were conducted in 1974-75, one year after the flat was enclosed by the surrounding landfill, by a team of researchers. A similar survey was later implemented in 1994-95 by the Japanese Environmental Agency and local governments. Environmental conditions of the flat, such as particle size distribution of the sediment and nutrient load, changed greatly between these surveys. The authors also conducted observations at the Yatsu Tidal Flat during the winter of 1986-87. Both the horizontal distribution of macrobenthic animals and their vertical distribution in the sediment column were observed. The results were correlated with sediment conditions (redox potential and particle size). The macrobenthic fauna was dominated by the polychaetes *Tylorrhynchus heterochaetus* and *Neanthes succinea*. *Tylorrhynchus heterochaetus* was restricted to the margin of the flat, which consisted of fine-sandy aerobic sediments; *N. succinea* was found in the central part of the flat, which consisted of reduced muddy sediments. In general, the number of species tended to decrease in more reduced sediments, but the largest number of species was found in an area where the sediment was heavily reduced in its deeper layers but aerobic near the surface. In addition, oligochaetes and several species of small polychaetes, such as *Sigambra* sp. and *Capitella* sp., occurred in very reduced sediment (Eh less than -200 mV). The results of our observations indicate that aerobic conditions near the surface are important in maintaining the macrobenthic population in an organically polluted tidal wetland. A comparison of the results of the three surveys that have been conducted during the 20 years since the flat was enclosed shows that the diversity of the macrobenthos increased gradually, but that the size of the nereidid polychaete population, which provides the most important food source for shorebirds, has decreased in recent years. This decrease may be due to a reduction in the loads of organic matter and inorganic nutrients entering the flat.

Key Words: Macrobenthos, Ramsar Convention, Redox potential, Tokyo Bay, Vertical distribution in sediment, Wetland productivity, Yatsu Tidal Flat.

はじめに

東京湾最奥部に位置する千葉県習志野市谷津周辺の海岸には、かつて東京湾に面して沖合約 2 km にわたる開放的な砂質干潟が広がっていた。しかし、1970 年以降の埋め立

てにより干潟部のほとんどが消失し、現在ではかつての干潟面の岸寄りの一部が埋立地により囲まれた状態で残るのみとなった (Fig. 1)。この残存干潟面 (約 40 ha) は「谷津干潟」と呼ばれ、シギ・チドリ類の飛来が多いことから 1983 年「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約 (ラムサール条約)」の指定登録地となり、現在では野鳥とくに海浜鳥類の保護区として習志野市により管理されている。

Fig. 1. Location of Yatsu Tidal Flat along the innermost of Tokyo Bay.

マクロベントスは干潟生態系の中で最も重要な生物群であり、生物生産や物質循環など干潟生態系を質的に評価するうえでその生息状況の把握が不可欠である（例えば佐々木 1994a, b）。また現在、埋め立てや護岸化などにより劣悪化した海岸環境の修復を目的に人工的な干潟の造成も試みられており、マクロベントスの生息状況は環境修復度合の評価指標としても用いられる（今村ほか 1993; 碓ほか 1996）。谷津干潟のように環境が人為的に極度に変更された干潟でのマクロベントス群集の生息に関する研究は、開発の干潟環境に対する影響、ならびに干潟環境の再生と修復に関する基本的な知見として重要である。さらに、谷津干潟をシギ・チドリ類などの海浜鳥類保護の場として管理するためにも、鳥類の主要餌資源であるマクロベントスの生息状況把握が求められる。

これまでの谷津干潟におけるマクロベントスの生息状況に関しては、谷津干潟が閉鎖形状になった約 1 年後の 1974 年から 1975 年にわたる民間研究グループ（干潟研究会 1975）と、その約 20 年後の 1995 年から 1996 年にかけての行政（環境庁ほか 1996）による調査が行われており、その結果はそれぞれ事業報告書として発表されている。しかしこの間に干潟環境は大きく変化しており、1974 年では埋立て工事中に排出された浮泥の堆積によりその底質は軟泥状態であったが、1995 年には干潟域の約半分が砂泥質、また一部は砂質となり、しだいに砂質化が進んできた（環境庁ほか 1996）。さらにこの間、干潟への家庭排水の流入が停止され、干潟への有機物や無機栄養水質負荷が大きく低下した。このように人為改変を受け、底質ならびに水質が大きく変化しつつある干潟の環境変化を把握し、その保全策を考えるうえで、マクロベントス生息状況の長期的変遷の継続的調査研究が不可欠である。

干潟のマクロベントスは一般的に底質内に生息する内在生動物（infauna）であり、底泥内垂直分布は種特異的で、分布下限は底泥表面下 60 cm 以深に及ぶ（風呂田 1996a）。またその垂直分布は有機汚濁による底質の還元化の影響を受け、極度な還元化はマクロベントスの生息を酸素条件の

良好な近表層へと限定させる（Peason & Rosenberg 1978）。さらに、マクロベントスを主要な餌とするシギ・チドリ類の採取可能な餌動物は彼らのくちばしの長さに関係しており（長谷川 1980; Zwarts & Wanink 1984）、ベントスの分布深度は餌資源としての価値に大きく影響する。したがって、谷津干潟のように家庭排水による底質の有機汚濁が懸念され、また野鳥採食場としての価値が求められている干潟においては、マクロベントス各種の底質内での深度分布の把握も必要となる。

本文では、谷津干潟に家庭排水の流入が続いていた 1985 年から 1986 年にかけての冬期のマクロベントスの水平ならびに垂直分布と、底質の粒度と酸化還元電位の調査結果を報告し、マクロベントスの生息状況と長期的変遷について野鳥の餌資源問題も含めて議論する。

調査地ならびに調査方法

谷津干潟（35°41'N, 140°01'E）は市街地となった埋立地に囲まれて存在し、2 本の水路で潮汐に伴う東京湾との海水交換が行われている（Fig. 1）。干潟の面積は約 40 ha で、干潮時には一部のクレークを除き T.P.（東京湾平均海面）-20 cm ではほぼ全面的に露出する（環境庁ほか 1996）。

今回の調査当時（1986 年）、底質は標高のやや高い東側で砂泥もしくは砂質であり、やや低い西側では泥質となっていた（Fig. 2）。底質の保水性は高く、干出時でも干潟面のほぼ全域が湿潤な状態に保たれていた。また、家庭排水が干潟東側の数ヶ所と北側 1 ヲ所から流入していた。

調査測点は底質・水質特性を考慮して 5 ヲ所設けた（Fig. 2）。St. 5 の近くには排水口があり、今回の調査の中で家庭排水の影響を最も強く受ける所であった。各測点において、内径 10 cm の塩化ビニール製パイプにより深さ 60 cm までの底泥を 13 回（計 0.1 cm²）採取した。採取した底泥を表層より 10 cm ごとに 6 層に分け、1 mm メッシュのふるいにかけて、残留物を 10% のホルマリンで固定した。固定した残留物を実験室に持ち帰り、水洗後動物のみを拾い集め、実体顕微鏡下で同定し、個体数を求めた。各種ごとに、ろ紙で余分な水分を除いた後、直示天秤により湿重量を 1 mg 精度で求めた。

Fig. 2. Sediment character and observation stations (St. 1–5) in the Yatsu Tidal Flat.

また各層の底泥を 100 ml のビンにつめ、実験室に持ち帰り直ちに酸化還元電位計（東亜電波社製，RM-1K）で酸化還元電位を測定し，標準水素電極に対する電位差 (Eh) に換算した。またこの底泥から吸引ろ過により間隙水を採取し，モールの銀滴定法（気象庁 1970）により塩分濃度を測定した。さらに残った底泥を用い，底質の粒度分析（日本海洋学会 1986）を行った。今回の調査は 1986 年 12 月 10 から翌年 1 月 29 日の冬期に 5 回に分けて行なわれた。

結果

底質特性

測点ごとに各層の底質粒度組成を Fig. 3，酸化還元電位 (Eh) の垂直変化を Fig. 4，また，間隙水の塩分濃度変化を Fig. 5 に示す。

St. 1 の底質は灰白色の細砂で固くしまっており，表面に

Fig. 3. Silt-clay content (% dry weight) (shaded bars) and median particle size (dark circles) of the sediment at each station in the Yatsu Tidal Flat.

Fig. 4. Change in redox potential profiles through the sediment column at each station in the Yatsu Tidal Flat.

は直径数 mm の小孔が密に開いていた。中央粒径値は 0.15~0.23 mm, 粒径 0.0063 mm 以下の泥分量は 6~33% で、表面ほど泥分が増加の傾向にあった。Eh は 25~183 mV を示し、全層でプラス値であった。間隙水の塩分濃度は 21~26 psu で、下部で増加の傾向があるものの変化は少なかった。

St. 2 の底土は灰色の軟泥で、中央粒径値は 0.063 mm 以下~0.125 mm, 含泥量は 19~53% の間であった。Eh は表層を除いてマイナス値を示し、深くなるにつれて低下し 60 cm では -125 mV を示した。塩分濃度は St. 1 とほぼ同様の変化を示し、25~28 psu の間で深部で増加する傾向を示した。

St. 3 の底泥は灰色の砂泥で、二枚貝や巻貝の死殻を含んでいた。中央粒径値は 0.07~0.1 mm, 含泥量は 10~34% の間で、40~50 cm で最も粗かった。Eh は表層でプラス値を示したものの、深くなるにつれ大きく減少し、最深部では -285 mV の強い還元状態を示した。塩分濃度は 27~32 psu を示し、前の 2 測点とは逆に表層で増加した。

St. 4 の底土は灰色の軟泥で、含泥量が 93~98% と極めて高く、0.063 mm 以上の砂分はほとんど含まれていなかった。Eh は全層でマイナス値を示し、20~30 cm 以深では約 -170 mV であった。塩分濃度は 10~20 cm で 29 psu を示したが、30 cm 以深では 10 psu 以下に低下した。

St. 5 の底土は黒色の軟泥で、植物遺体片やビニール片を含み、硫化水素臭を発していた。0.063~0.25 mm の細砂も含まれるが、表面層を除いて含泥量は 50% 以上であった。Eh は全層で還元状態で、とくに 20~30 cm 以深では -200 mV 以下の強い還元性を示した。塩分濃度は表層から 40~50 cm までは約 22 psu であったが、50~60 cm では 17 psu まで低下した。

Fig. 5. Change in interstitial salinity through the sediment column at each station in the Yatsu Tidal Flat.

マクロベントス

今回採集され分類されたマクロベントスは多毛類 (Polychaeta) 9 種、二枚貝類 (Bivalvia) 2 種、甲殻類 (Crustacea) 3 種の計 14 種、また同定が困難で複数種からなる動物群として貧毛類 (Oligochaeta) 1 群、多毛類 2 群 (Sabellidae と Spionidae)、甲殻類 2 群 (Cumacea と Gammaridea)、双翅目幼生 (Diptera larva) 1 群の計 6 群であった (Table 1)。

各測点におけるマクロベントスの垂直分布を Fig. 6 に示す。St. 1 では個体数ではイトメ *Tylorrhynchus heterochaetus* (Quatrefages)、ドロクダムシの 1 種 *Corophium* sp., 双翅目幼生、貧毛類が 10 個体/0.1 m² 以上出現し、湿重量ではイトメ、チゴガニ *Ilyoplax pusilla* (de Haan)、双翅目幼生が 0.1 g/0.1 m² 以上出現した。とくにイトメは全湿重量の 98.9% を占め、20~30 cm に分布が集中し 50 cm までの比較的深い層まで分布していた。

St. 2 では個体数ではアシナガゴカイ *Neanthes succinea* (Frey et Leuckart)、ヨツバネスピオ *Paraprionospio* sp. (A 型)、*Capitella* sp., *Heteromastus* sp., ドロクダムシの 1 種が 10 個体/0.1 m² 以上出現し、湿重量ではアシナガゴカイ、*Heteromastus* sp., チゴガニが 0.1 g/0.1 m² 以上出現した。20 cm 以浅でベントス個体数が多く、*Heteromastus* sp. を除き 0~10 cm の表面近くに集中的に分布していた。

St. 3 ではアシナガゴカイ、*Paraprionospio* sp. (A 型)、*Sigambra* sp., ケヤリ科多毛類 (Sabellidae)、ドロクダムシの 1 種が 10 個体/0.1 m² 以上、湿重量ではアシナガゴカイ、*Heteromastus* sp., *Sigambra* sp., アサリ *Ruditapes philippinarum* (A. Adams et Reeve), が 0.1 g/0.1 m² 以上出現した。この測点の優占種であるアシナガゴカイは 20 cm 以浅に多く、より下部では少なかった。下部ではヨコエビ類 (Gammaridea) や *Sigambra* sp., *Polydora* sp. など小型のものが多

Table 1. Occurrence of macrobenthic animals in the Yatsu Tidal Flat. No. of individuals (wet g)/0.1 m². +, less than 0.001.

Animals	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
OLIGOCHAETA	16 (0.005)	5 (+)			52 (+)
POLYCHAETA					
<i>Neanthes succinea</i>	1 (0.008)	81 (3.421)	190 (7.543)	155 (20.227)	25 (3.373)
<i>Tylorrhynchus heterochaetus</i>	95 (49.470)				
<i>Spionidae</i>	8 (+)				
<i>Paraprionospio</i> sp. (A)		15 (0.007)	33 (0.005)	3 (+)	
<i>Pseudopolydora kemp</i>		2 (+)		1 (0.002)	
<i>Polydora</i> sp.		3 (0.018)	4 (0.005)		
<i>Capitella</i> sp.		11 (0.018)	6 (0.017)		3 (+)
<i>Heteromastus</i> sp.		34 (1.975)	16 (0.476)		
<i>Sigambra</i> sp.			14 (0.107)		
<i>Eteone</i> sp.		2 (0.004)	2 (0.005)		
<i>Sabellidae</i>			24 (0.047)		
MOLLUSCA					
<i>Ruditapes philippinarum</i>			5 (0.126)		
<i>Meretrix lusoria</i>			1 (0.019)		
CRUSTACEA					
Cumacea	1 (+)		3 (+)	48 (0.018)	
Gammaridea	1 (+)		7 (+)		
<i>Corophium</i> sp.	27 (0.022)	38 (0.049)	15 (+)	3 (+)	1 (+)
<i>Ilyoplax pusilla</i>	1 (0.201)	3 (1.268)			1 (0.461)
<i>Upogebia major</i>	1 (0.021)				
INSECTA					
Diptera larvae	23 (0.104)	13 (0.070)	1 (0.011)		3 (+)
Total	174 (49.831)	207 (6.830)	321 (8.361)	210 (20.247)	85 (3.834)

く採集された。この測点は今回の調査のなかで出現種数が最も多く、また垂直的な分布も種間での変化が最も大きい測点であった。

St. 4 ではアシナガゴカイとクーマ類 (Cumacea) だけが 10 個体/0.1 m² を超え、湿重量ではアシナガゴカイだけで全採集量の 99% を超えた。アシナガゴカイの垂直分布は 10~20 cm に極大があるが、50~60 cm でも多くみられた。

St. 5 ではアシナガゴカイと貧毛類が 10 個体/0.1 m² を超え、湿重量ではアシナガゴカイとチゴガニが 0.1 g/0.1 m² 以上出現した。アシナガゴカイは全体の 88% を占め、その分布は 20 cm 以浅に限られていた。

今回の調査で最も多くの測点で湿重量として高い値を示したのはアシナガゴカイで、St. 2 から 5 の 4 測点で優占種となっており、これら 4 測点の平均では、1,128 個体/m²、86.4 g/m² であった。本種の出現は、底質粒子では砂泥から軟泥まで、塩分濃度では約 10~30 psu の広範囲におよび、また Eh が -200 mV 以下の底泥からも出現し還元化に対しても高い耐忍性を示した。一方、同じゴカイ科 (Nereididae) のイトメは St. 1 の比較的好気的な細砂底でのみ出現し、ここでの現存量は 950 個体/m²、495 g/m² に達した。

また、マクロベントス密度は底質下部ほど減少する傾向にあったが、すべての測点で 50~60 cm 層でも出現しており (Fig. 6)、谷津干潟のマクロベントスの底泥内での分布は、干潟面より 60 cm 以深におよんでいた。

考 察

底質特性

Eh は南部の St. 1 でのみプラス値であり、それ以外の測点では 10 cm 以浅の表層を例外としてマイナス値であった (Fig. 4)。Eh が -150 mV 以下の特に著しい還元状態は St. 3, 4, 5 の表層以外で測定されたが、その値はわが国の主要な干潟の下限値 -100 mV (桑原 1985) より低く、谷津干潟が有機汚濁の進行した干潟であることを裏付けている。これは家庭排水を主源とした有機物の供給が多いことのあるであろう。一般的にこのような底泥還元化の進行は、底生動物の底泥内での生息可能深度の減少、ならびに酸素不足と硫化物の存在による生育阻害により、生息可能生物種の減少、極端な場合には無底生動物状態をもたらす (Pearson & Rosenberg 1978)。有機汚濁の進行した東京湾奥部でも海底の貧酸素化と同時に底質の還元化も進行しており、Eh の低下とともにベントスの出現種数や群集多様度は減少の傾向にあり (風呂田 1986; 桑原 1986)、-167 mV 以下の底泥ではマクロベントスの出現がみられない場合もある (風呂田 1986)。

今回の調査では、St. 1 のみで Eh が全深度にわたってプラス値を示し、イトメ優占のマクロベントス集団が観察された (Table 1, Fig. 6)。イトメは有機汚濁の見られない小

Fig. 6. Distributions of macrobenthic animals in the sediment column in the Yatsu Tidal Flat.

榎川河口湿地の泥底でも、底泥表面下 30~40 cm の比較的深い位置を中心に生息しており（風呂田 1996a）、本種の谷津干潟における出現域の限定は底泥の還元化に起因すると思われる。

底泥表面下 10 cm 以深の還元化は St. 3, 4, 5 で著しかった（Fig. 4）。底泥表面（0~10 cm）までマイナス値であった St. 4 と 5 ではベントス種数は少なく、特に家庭排水の影響を強く受け、より還元化していた St. 5 では湿重量も全測点中最小値を示した。一方、St. 3 では最深部（50~60 cm）の Eh は全調査結果で最低の -287 mV を示し、極端な還元状態にあったが、表層（0~10 cm）は +57 mV とやや好气的で、ここでは種類および個体数において全測点中最も豊富なベントスが出現した。これらのことは、干潟においては表面を含む底泥全体の還元化の進行はマクロベントス群集の質および量的衰退をもたらすが、底泥表面が Eh

でプラスとなる程度の好气的な状態であれば、有機物の供給が多い干潟においても比較的豊富なマクロベントス群集が維持されることを示している。また谷津干潟の底泥の大部分が強い還元状態にあるにもかかわらず東京湾奥部海底のような無底生動物状態に至っていないのは、干潟における底質表面での微小藻類による酸素生産と、定期的な干出による大気中からの酸素供給、ならびに豊富な酸素を含む海水の冠水により、底質表面に恒常的に酸素供給が継続される結果であろう。

マクロベントス出現種

本調査で谷津干潟では確認された種ならびに群の総数は 19 であった。この干潟が閉鎖環境となった約 1 年後の調査（1974~75 年）では多毛類の詳細な同定を行えば生息マクロベントスは約 15 種と推定されており（干潟研究会

1975), 本調査時やや増加したことになる。前回の調査では出現したが本調査では採集されなかった種は, ムロミウミナナフシ *Cyathura muromiensis* Nunomura (報告ではウミナナフシであるが本種に訂正, 秋山章男 私信), コメツキガニ *Scopimera globosa* de Haan, ヤマトオサガニ *Macrophthalmus japonicus* (de Haan), イソガニ *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan), ウミニナ *Batillaria multiformis* (Lischke), ミズヒキゴカイ *Cirriiformia tentaculata* (Montagu) である。一方本調査で新たに確認された種は, 前回同定が不十分であった多毛類を除けば, アサリ, ハマグリ *Meretrix lusoria* (Röding) (稚貝 1 個体のみ), クーマ類 *Cumacea*, ドロクダムシの 1 種 *Corophium* sp., アナジャコ *Upogebia major* (de Haan) である。

今回採集されなかったイソガニは本来転石や岩礁のカニで干潟に出現することは極くまれであり, またコメツキガニ, ヤマトオサガニは調査年には目視では観察された。一方ウミニナは 1985 年ならびに 1997 年に生息が確認されている (森田昌之・風呂田利夫 未発表)。さらにミズヒキゴカイは泥質の干潟では一般的に出現がみられる種で, 1984 年の夏や 1985 年の 12 月には谷津干潟での出現が確認されている (環境庁ほか 1996)。したがってこれらの種が本調査時点で谷津干潟からの消失したわけではない。しかし, ムロミウミナナフシは小櫃川河口干潟など東京湾の干潟に生息する生物であるが (風呂田 1996b), 谷津干潟では 1984 年, 1985 年ならびに 1995 年の調査でも出現しておらず (環境庁ほか 1996), 本種個体群が 1985 年の時点で谷津干潟から消失している可能性が高い。これとは逆に, 東京湾の砂質干潟では極めて豊富に生息するアサリが今回出現したことは, 干潟の一部が前回より砂質化しつつあることの反映かもしれない。

本調査の 10 年後の 1995 年の夏には 31 種群, 1996 年の冬には 39 種群のマクロベントスが採集されている (環境庁ほか 1996)。本調査では出現せず, 1995 年の夏あるいは 1996 年の冬に出現した主要種 (平均 100 個体/m² 以上もしくは調査測点の 1/3 以上の地点で出現した種) としては, 腹足類のカワグチツボ *Falsicingula elegans* (A. Adams), アラムシロガイ *Reticunassa festiva* (Powys), 二枚貝類ではホトギスガイ *Musculista senhousia* (Benson), 多毛類のコケゴカイ *Ceratonereis erythraeensis* Fauvel, *Rhynchospio* sp., *Stilebospio benedicti japonica* Imajima, がある。出現種数は採集面積に影響されるため各調査が谷津干潟のマクロベントス総種数を正確に反映しているとは言えないものの, 比較的頻繁に出現する小型の軟体動物や多毛類を中心に出現種の増加が認められることから, 谷津干潟が現在の形状になって以来, マクロベントス群集は一部消滅した種があるものの全体としてはしだいに多様化しつつあると言えよう。

本調査の出現種群数 19 は前回の推定種群数 16 よりやや増加したものの, 東京湾内の他の干潟で確認された種群: 小櫃川河口干潟, 70 (大嶋・風呂田 1980); 新浜湖, 56

(風呂田 1980); 葛西, 37 (日本鳥類保護連盟 1975) と比較して小さく, 谷津干潟のマクロベントス群集は明らかに単調であることを示している。干潟マクロベントス群集は干潟面の高さ (潮位) によって種構成が変化し (大嶋・風呂田 1980; 風呂田 1996a), 谷津干潟面が全体的にはほぼ一定の高さで占められていることもマクロベントス相が単調な一因であろう。

生物量

本調査の単位面積あたりのマクロベントス平均湿重量は 178 g/m² で, 東京湾の干潟の平均値約 1 kg/m² (日本海洋学会海洋環境問題委員会 1993, 参照) より低い。東京湾の干潟でのマクロベントスの高い現存量は, 海水中の有機懸濁物を餌とするアサリなどの大型二枚貝類の豊富な生息に支えられている (風呂田 1996a)。東京湾の小櫃川河口干潟のマクロベントスの分布をみると, 干潟下部では二枚貝の豊富な生息により湿重量は 1 kg/m² 以上と高いが, 中部や上部ではスナガニ科のカニやゴカイ科多毛類など堆積物食者が多くなるがその湿重量は 100 g/m² 程度である (日本水産資源保護協会 1992)。その理由として風呂田 (1996a) は, 干潟上部は冠水時間が短いことと, 海水が干潟前面を通過してから上部に到達するため植物プランクトンなどの懸濁態餌資源が途中で除去されるため, 動物の主要な餌を干潟面の微小藻類による内部生産的に依存していることをあげている。また一般的に, アサリなどの干潟性の懸濁物食の二枚貝類は砂質底で多く, ゴカイ科多毛類などの堆積物食者は泥底に多い。谷津干潟面の潮位は最低干潮面から約 1 m の高さ (T.P. -20 cm) は潮間帯中部に相当し, 干潟としては堆積物食者が優占しやすいがアサリなどの懸濁物食者にとっては分布上限域である (大嶋・風呂田 1980)。したがって, 干潟面の高さや含泥量の多い底質など谷津干潟のもつ地形特性からみれば, この干潟では堆積物食者であるゴカイ科多毛類が優占のマクロベントス群集が形成されやすい地形的環境であると言えよう。

本調査では, 谷津干潟における代表的マクロベントスはアシナガゴカイとイトメのゴカイ科多毛類であった。本調査の結果にみられるように, ゴカイ科多毛類は底質の極端な還元化がないかぎり深さ 50~60 cm でも多く生息しており, 数 10 cm 程度の浅い採泥ではその現存量を正確に把握することは困難である。しかしながら三河湾の汐川干潟では深さ 10 cm の採泥にもかかわらず, 湿重量 205 g/m² のゴカイ *Neanthes japonica* (Izuka) が採集されており (日本鳥類保護連盟 1974), 本調査の谷津干潟のゴカイ科多毛類現存量平均値 168 g/m² は, 干潟域で特に高い現存量ではない。

被摂餌特性

アシナガゴカイやイトメなどのゴカイ科多毛類は谷津干潟の主要鳥類であるシギ・チドリ類にとって最も良好な餌資源である。本調査ではアシナガゴカイは底泥下 20 cm 以

浅に、イトメは20~30 cm付近に集中的に分布していた。シギ・チドリ類にとってかれらの嘴の長さが底泥表面下の採食可能距離であり (Zwarts & Wanink 1984), 谷津干潟にみられる最も大型で長い嘴をもつダイシャクシギでは採食可能深度は15 cm程度である (長谷川 1980)。このため生息深度が深いイトメは摂食活動のためなどで表面に接近した時以外は餌としては利用されにくいであろう。これに対してアシナガゴカイは20 cm以浅に多く分布し、餌として比較利用されやすいマクロベントスだろう。したがって、アシナガゴカイの現存量はシギ・チドリ類の採餌場としての谷津干潟利用に大きな影響を与えるだろう。

アシナガゴカイの属する *Neanthes* 属多毛類は、底質表面の堆積有機物を主な餌としており (Fauchald & Jumars 1979; Tsuchiya & Kurihara 1980), この有機物量がかれらの現存量に影響を与えると考えられる。1995年から1996年にかけての家庭排水の流入がすでに止められ外部からの有機物負荷が本調査の時点より減少した時点のマクロベントス調査 (深さ50 cmまで採泥) では、干潟の優占的多毛類はアシナガゴカイとともにゴカイが加わっており、両種の底質下50 cmまでの平均湿重量は1995年9月で20.7 g/m²、1996年1月では10.0 g/m²であった (環境庁ほか1996)。ゴカイもアシナガゴカイと同様に底質表面近くに分布し (風呂田 1996a), シギ・チドリ類の有効な餌資源と考えられるが、本調査結果のアシナガゴカイ平均現存量69.1 g/m²と比べると、1995年から1996年の間に鳥餌としてのゴカイ科多毛類の冬期資源量は1/17に低下したことになる。ゴカイ科多毛類の減少に対しアサリなどの二枚貝類の湿重量は本調査で0.3 g/m²、1995~1996年の冬の調査で40.7 g/m²と明らかな増加傾向にある。また、本調査以後干潟面でのアオサ類の生育が著しく、干潟面に堆積した場合には底泥表面の嫌気化をもたらすようになった (長谷川昭仁 私信)。このような海藻類を含む干潟マクロベントス群集構造の変化は、当然ながら有機物や無機栄養塩類そして酸素などの物質循環過程の変化をもたらす。その結果としてゴカイ科多毛類の生息が影響を受けた可能性も考えられる。しかしながら、家庭排水が流入していた本調査時点のほうがより高いゴカイ科多毛類現存量があったことは、家庭排水などから供給される有機物や無機栄養が直接的に、または干潟面のバクテリアや付着微小藻類の生育など生物作用をとおり間接的にゴカイ科多毛類の生育を促していた可能性も考えられる。したがって今後、野鳥保護区としての谷津干潟の環境保全を考える場合、家庭排水による栄養物の供給が干潟ベントス群集構造や現存量に与える影響を理解する必要がある。

謝 辞: 本論文をまとめるにあたって東京農業大学生物生産学部の桑原連教授、ならびに東邦大学理学部の秋山章男教授から貴重なご指摘を頂いた。谷津干潟自然観察センター所長の長谷川昭仁氏から谷津干潟の現状に関する情報の提供を受けた。匿名の査

読者からは適切なるご助言を頂いた。そして、Kevin Short 博士には英語の校閲を頂いた。これらの皆様に心から感謝する。

引用文献

- Fauchald, K. and P. A. Jumars 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 17: 193-284.
- 風呂田利夫 1980. 新浜湖の底生動物調査 (1979年度). 千葉県新浜保護区生物調査報告書V, 新浜研究会, pp. 10-27.
- 風呂田利夫 1986. 東京湾千葉県内湾の底生・付着生物の生息状況, 特に群集の衰退が海底の酸欠の指標となり得る可能性についての検討 XIII. 千葉県臨海開発等に係る動植物影響調査X. 千葉県環境部環境調整課, pp. 351-369.
- 風呂田利夫 1996a. 干潟底生動物の分布と摂食様式. 月刊海洋, 28: 166-177.
- 風呂田利夫 1996b. 干潟と浅瀬の生物. 沼田 眞・風呂田利夫 (編), 東京湾の生物誌, 築地書館, 東京, pp. 45-73.
- 長谷川 博 1980. 干潟の鳥の観察. 日本鳥類保護連盟 (編), 自然と楽しむ野外観察. 出版科学総合研究所, 東京, pp. 143-157.
- 干潟研究会 1975. 開発の干潟に及ぼす影響 II. 98 pp.
- 碓 京子・安部恭治・伊豆永 巧・松本章宏 1996 東京湾奥部船橋人工海浜におけるマクロベントス群集. 千葉県生物学会誌, 45: 7-11.
- 今村 均・羽原浩史・福田和国 1993. ミチゲーションとしての人工干潟の造成, 生態系と生息環境の追跡調査. 海岸工学論文集, 40: 111-1115.
- 環境庁・千葉県・習志野市 1996. 谷津干潟環境調査報告書, 179 pp.
- 気象庁 (編) 1970. 海洋調査指針, 日本気象協会, 427 pp.
- 桑原 連 1985. 砂泥域の水質・底質環境. 水産土木, 21: 53-60.
- 桑原 連 1986. 横浜市沿岸域の底生動物相. 横浜の川と海の生物 (第4報), pp. 227-250.
- 日本鳥類保護連盟 1974. 干潟鳥類保護対策調査報告書, 64 pp.
- 日本鳥類保護連盟 1975. 干潟鳥類保護対策調査報告書, 96 pp.
- 日本海洋学会 (編) 1986. 沿岸環境調査マニュアル・生物底質篇, 厚生社恒星閣, 東京, 266 pp.
- 日本海洋学会海洋環境問題委員会 1993. 閉鎖性水域の環境影響アセスメントに関する見解, 東京湾三番瀬埋め立てを例にして. 海の研究, 2: 129-136.
- 日本水産資源保護協会 1992. 漁場保全機能定量化事業報告書, 第一期とりまとめ, 249 pp.
- 大嶋 剛・風呂田利夫 1980. 小櫃川河口周辺における底生動物の分布. 千葉県木更津市小櫃川河口干潟の生態学的研究 I, 東邦大学理学部海洋生物学研究室・千葉県生物学会 (編), pp. 45-68.
- Pearson, T. H. and R. Rosenberg 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 16: 229-311.
- 佐々木克之 1994a. 内湾および干潟における物質循環と生物生産 (8). 干潟域の物質循環. 海洋と生物, 16: 122-128.
- 佐々木克之 1994b. 内湾および干潟における物質循環と生物生産 (12). 一色干潟の窒素循環における二枚貝類の役割. 海洋と生物, 16: 487-492.
- Tsuchiya, M. and Y. Kurihara 1980. Effect of the feeding behaviour of macrobenthos on changes in environmental conditions of intertidal flats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 44: 85-94.
- Zwarts, L. and J. Wanink, 1984. How oystercatchers and curlews successively deplete clams. In *Coastal Waders and Wildfowl in Winter*, P. R. Evans, J. D. Goss-Custard and W.G. Hale (eds.), Cambridge University Press, London, pp. 69-83.