

東京湾の護岸部における小規模な生物生息場の創出に関する研究

田中ゆう子*・岡村知忠**・岩本裕之***・鈴木秀男****

東京湾内湾の沿岸域では干潟等の生物生息場の不足が指摘されているが, 十分な空間が確保できない場合が少なくない。本研究では東京港内に浚渫土等を用いて小規模な泥質干潟をつくり, その生物生息場としての有効性について調査を行った。その結果, 小規模であっても多様な食性の動物が利用すること, また, 波作用等による攪乱が同干潟の底生生物の多様性向上に重要な役割を果たしていることがわかった。さらに, 泥質干潟に移植したヨシは, 2 年を経て良好に生育しており, 限られた空間においてもヨシ原と連続した多様な生息空間の創出が可能である。

1. はじめに

東京湾内湾では沿岸域の多くが直立護岸に覆われ, 干潟などの生物の生息場が不足している。このため, 生物生息場の保全や新たな創出, さらに, そのネットワーク化の必要性が指摘されている。しかし, とくに護岸部では十分な空間が確保できない理由から, 干潟のような生息場の創出例は少ない。

本研究では東京港内の曙北運河(東京都江東区)付近の護岸部に面積が 3.8 m^2 と 1.4 m^2 の小規模な実験干潟を複数つくり, 生物生息場としての有効性を定量的に比較検討した。ここでは, とくに干潟の面積や底質, 耐波安定性の違いが底生動物の生息にどのような効果をもたらすのか, また, ヨシの生育場としての有効性に重点をおいて, 実験を行った。

2. 小規模な人工干潟における調査の概要

曙北運河沿いの既設の捨石護岸(St.A)を一部, 掘削して不織布を敷き, 中央粒径 0.02 mm (シルト分および

粘土分 $80 \sim 90\%$) の浚渫土砂を充填して面積約 3.8 m^2 ($1.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$), 土厚 0.5 m の泥質干潟を 3 種類(地盤高 A.P.+1.5 m, +1.0 m, +0.5 m) 設けた。3 つの干潟はいずれも, 石積みを通じて海水交換があり, 冠水と干出を繰り返す。また, 同運河付近(St.B)に面積約 1.4 m^2 ($2.0 \text{ m} \times 0.7 \text{ m}$) のプランターを階段状に設け, 前述の浚渫土砂を充填して土厚 0.6 m の泥質干潟を 3 種類(地盤高 A.P.+1.6 m, +1.0 m, +0.4 m) つくった。プランターには海水交換のためのスリットがあり, St.A と同様に冠水と干出を繰り返す。各干潟における底質(粒度組成, 強熱減量, 硫化物(AVS)), 地盤高, 生物(底生生物, 魚類, 鳥類)の量と種類組成, および前面海域の水質について 2001~2003 年に計 10 回のモニタリング調査と現地波浪観測を実施した。

2001 年 11 月には同様のプランターに中央粒径 0.016 mm (細砂分 22% , シルト分および粘土分 75%) の浚渫土を投入し, 3 種類(地盤高 A.P.+2.2 m, +2.0 m, +1.8 m) の干潟をつくり, ヨシを移植した。移植後のヨシにつ

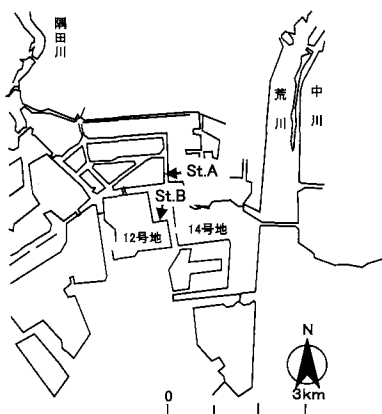


図-1 実験干潟の位置

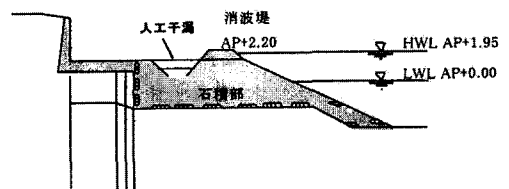


図-2 捨石護岸を活用した人工干潟の断面 (St.A)

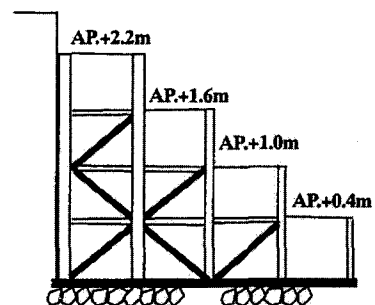


図-3 プランターによる人工干潟の断面 (St.B)

* 正会員 東亜建設工業(株) 技術開発部 環境開発課
** 正会員 工修 五洋建設(株) 環境事業部
*** 正会員 五洋建設(株) 環境研究所
**** 東亜建設工業(株) 技術開発部 環境開発課長

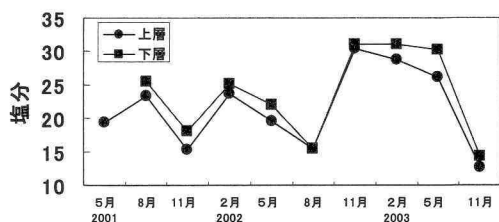


図-4 実験海域の塩分変化

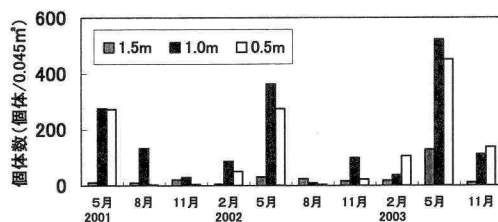


図-6 St.Aの個体数変化

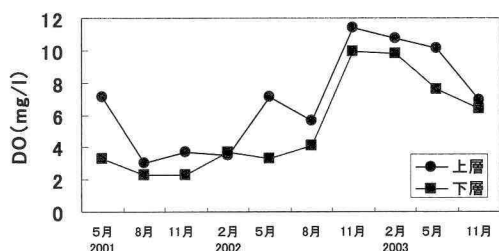


図-5 実験海域のDO変化

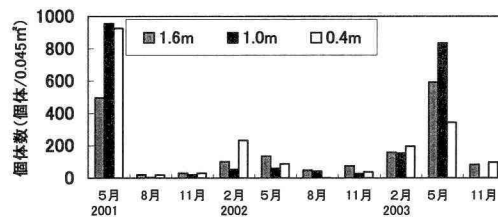


図-7 St.Bの個体数変化

いて生育状況、底質を2002～2003年に計8回調査した。

さらに、2002年8月から砂質干潟および泥質干潟の比較実験を同様のプランター（地盤高 A.P.+1.6m, +1.0m, +0.4m）において開始した。砂質干潟には中央粒径 0.91mm（礫分および砂分約80%）を、泥質干潟には前述と同様の浚渫土を用い、2002～2003年に底質、地盤高および生物の量と種類組成について調査を実施した。

3. 調査の結果

(1) 人工干潟前面海域の水質および波浪

人工干潟の前面海域における2001～2003年の塩分、DOの変動を図-4、図-5に示す。塩分は上層（海面-0.5m）で12.6～30.4、下層（海底+1.0m）で14.2～31.1の変動幅があり、また、DOは上層で3.0～11.4mg/l、下層で2.3～9.9mg/lを示した。同期間の水温の季節変動は、8.3～26.5℃であった。なお、実験海域の波浪特性を把握するため、St.Bの干潟の前面海域に波高計（WAVE HUNTER）を設置し、10日間の連続観測を実施した。その結果、最大有義波高は0.44m、周期1.8sであった。

(2) 地盤高の違いによる底生生物の生息

St.AおよびSt.Bの泥質干潟における底生生物の個体数および湿重量の季節変動を図-6～図-9に示す。St.Aでは個体数が+0.5mと+1.0mで5月に高くなる傾向を示したが、St.Bの2001年および2003年の5月の値には及ばなかった。底生生物の種類数および多様度指数（図-10～図-13）は、St.Aの3.8m²の干潟よりもむしろ1.4m²の干潟（St.B）で高い値が得られ、いずれも施工初年度に比べ、増加傾向がみられた。なお、多様度指数はShannon指数 H' （式(1)）を用いた。

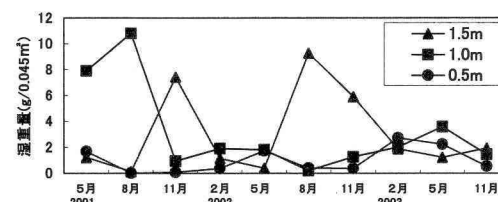


図-8 St.Aの湿重量変化

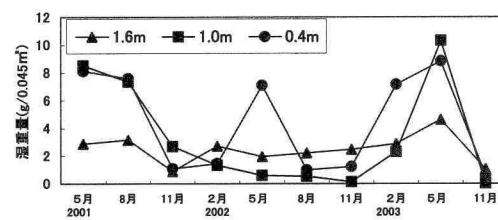


図-9 St.Bの湿重量変化

$$H' = - \sum_{i=1}^S n_i/N \log (n_i/N) \dots\dots\dots (1)$$

n_i : 種別個体数, N : 総個体数, S : 総種類数

St.Aの泥質干潟における主な出現種は、ゴカイなどの多毛類や端脚類のヨコエビやドロクダムシであり、この他甲殻類のケフサイソガニやクロベンケイガニ、チチュウカイミドリガニがよく観察された。さらに数は少ないがチゴガニやコメツキガニ、トビハゼ、シギ類なども出現した。また、干潟上のカニの巣穴は増える傾向にあった。これに対し、St.Bでは多毛類の種類がSt.Aよりも豊富であったが、鳥類の飛来はなかった。

(3) 干潟の土砂流失と底生生物の生息

図-14は各泥質干潟における地盤高の変化量の平均

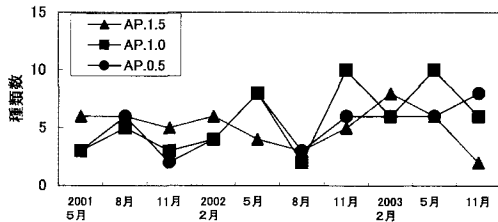


図-10 St.Aの種類の数変化

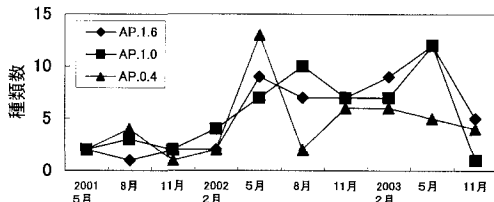


図-11 St.Bの種類の数の変化

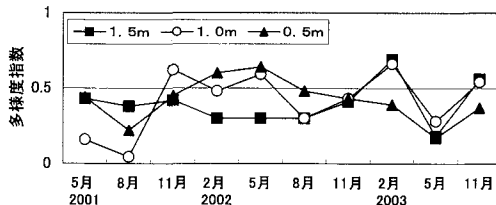


図-12 St.Aの多様度指数の変化

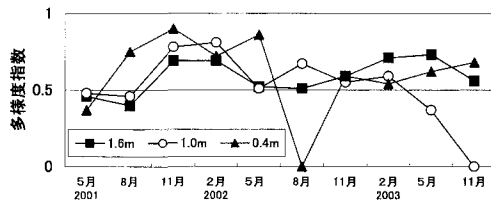


図-13 St.Bの多様度指数の変化

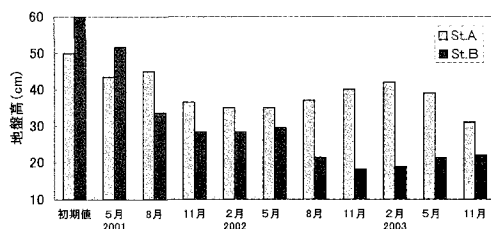


図-14 泥質干潟における地盤高の変化

値を示したものである(初期値は2000年12月)。本実験海域は2地点とも小さな波作用しかなかったものの、シルト分の流失により、地盤の変化がみられた。既設護岸内につくったSt.Aの干潟は捨石に囲まれているため、石などの消波材を設けなかったSt.Bの干潟に比べ、充填し

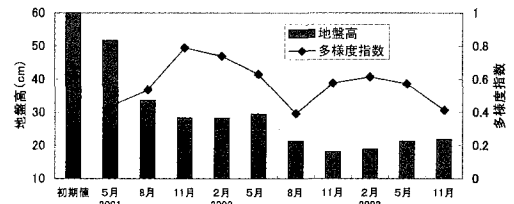


図-15 St.Bの地盤高と多様度指数の変化

た浚渫土の流失は比較的少なく、地盤高の変動は相対的に小さかった。しかし、干潟の底生生物の多様度指数では、前述のようにむしろ耐波安定性が低かったSt.Bの干潟のほうで高く、地盤高の変動により、底生生物の多様性が減少するような傾向はみられなかった。

(4) 底質の異なる干潟

St.Bの砂質および泥質干潟における地盤高ごとの底生生物の個体数(図中折れ線)、湿重量、種類数および多様度指数の平均値を図-16~図-18に示す。個体数は、泥質干潟が砂質干潟よりも概ね多く、種類数、多様度指

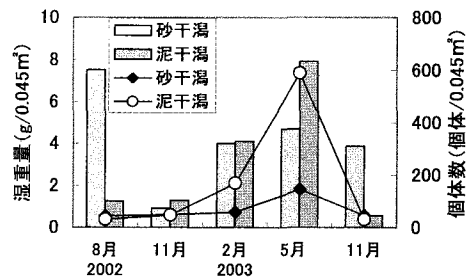


図-16 砂・泥干潟の個体数と湿重量変化

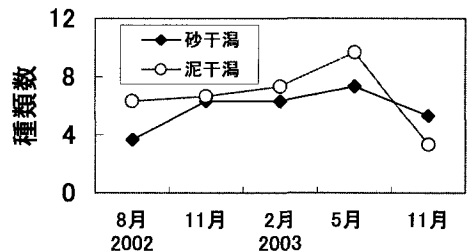


図-17 砂・泥干潟の種類数変化

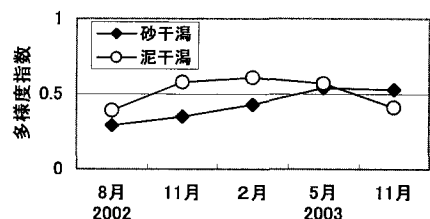


図-18 砂・泥干潟の多様度指数の変化

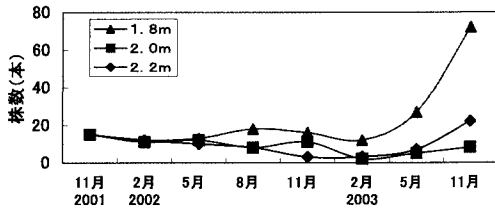


図-19 ヨシの株数変化

数においても泥質干潟のほうが上まわった。主な出現種は泥質干潟で多毛類が多かったのに対し、砂質干潟ではケフサイソガニやチチュウカイミドリガニが多くみられた。

(5) 地盤高によるヨシの生育の違い

移植後のヨシの株数の変動を図-19に示した。移植1年後には、地盤高の違いによる株数の差は、若干にとどまったが、移植2年後には、+1.8mにおいて減少時のおよそ6倍の株数増加が認められ、+2.0m、+2.2mとの差が大きく開いた。ヨシ場の地盤高の2001月~2003年11月までの変動幅は層厚60cmの+2.2mで最も大きい8cmを示したが、そのほかは4cm程度であった。また、この間の強熱減量および硫化物の変動はそれぞれ、6.1~11.5%、0.08~1.5 mg/gであり、3点間に大きな差はみられなかった。

4. 小規模な人工干潟の生物生息場としての評価

(1) 干潟の面積と耐波安定性による違い

本研究に用いた小規模な干潟では、時間を経て多様性指数が増える傾向がみられた。St.AはSt.Bほど高い多様性指数を示さなかったものの、堆積物食者のゴカイや腐食・雑食者のカニ類、端脚類のヨコエビやドロクダムシ、さらにこれらを食べるハゼ類やシギ類などが観察され、大規模な干潟にみられる食物連鎖が部分的にみられたことから、生物生息場として有効であると考えられる。

プランターにつくった1.4 m²干潟 (St.B) では捨石に囲まれている3.8 m²干潟 (St.A) に比べ、土砂の流失が多く、耐波安定性が低かったが、種類数や多様性指数において3.8 m²干潟よりも高い値で推移した。一般に、面積が大きいほど多様な空間を持つため生息する生物の多様性は向上しやすいと考えられるが、1.4 m²干潟では波作用による攪乱が3.8 m²干潟よりも大きかったことにより、新たな種が加入しやすく、強い優占種が適度に排除されて生物の多様性が高まった可能性がある。また、実験海域は夏季にDOの低下がみられるなど、必ずしも1年を通じて水質が良好ではないが、面積が小さかったことで干潟全体としての生物生息の回復がしやすかった

ことも考えられる。対象海域の生物の供給や水質等によっては、こうした攪乱をうまく取りこむことが、多様性向上を図る上で重要であると考えられる。

St.A、St.Bにおいて地盤高の異なる3種類の干潟の底生生物について多様性指数の季節変動を比較したが、有意な差はみられず、また、多様性指数の増減が3種類の干潟で必ずしも一致しなかった。最も水面下にある時間が長い+0.4 mでは、夏季から秋季にかけて硫化水素臭の発生することもあったが、底生生物は冬季以降に回復し、減少しつづけるようなことはなかった。このことから、緩傾斜の干潟を造成するスペースがない沿岸域であっても、複数の地盤高の平場を組み合わせることにより、多様な季節変化のある干潟を造成できると考えられる。また、生物の生息場としての有効性を評価をする場合、出現種の生物多様性だけでなく構成種の相互の関係にも着目し、季節変動を考慮しながら評価することが望ましい。

(2) 干潟の底質による違い

砂質および泥質干潟の底生生物の多様性指数は、泥質干潟の方が砂質干潟よりも高い傾向を示した。砂質干潟の方が強熱減量、硫化物量において泥質干潟よりも低く、清浄であり、また、土砂流失による地盤高の変動も泥質干潟の1/3程度であったが、本実験海域では生物の多様性という点で、泥質干潟のほうが生物生息場として有効であった。細粒土の多い泥質干潟では、砂質干潟よりもゴカイなど多毛類の餌となる有機物がストックされやすかったことや攪乱が相対的に大きかったことがその理由として考えられる。ただし、目視観察では砂質および泥質干潟の生物の出現頻度が異なる傾向にあったことなどから、底質においても泥質と砂質などの多様な配置が生物の多様性向上につながると考えられる。

(3) 小規模干潟におけるヨシ原の再生

ヨシは水中の栄養塩を吸収し、また、土壌への酸素供給を通じて硝化作用や脱窒作用が促進されるなど、高い水質浄化機能を有することが知られている。さらに、ヨシ原は日射を遮ることから、底生動物や鳥類などの隠れ場所や餌場としても利用される。

本研究では、砂分が20%程度の泥質干潟でのヨシ移植を試みたが、2年目にして良好な生育を確認した。土厚が0.2 mと浅い+1.8 mでとくに株数の著しい増加がみられた点については、保湿性が維持されやすい地盤高であったことや+2.0 mおよび+2.2 mでは、いずれも他の植物の移入が観察されており、地盤高がH.W.L.以上では、競合種などが相対的に入りやすかったことなどが、理由として考えられる。砂質を好むヨシの生育に砂分20%程度の浚渫土も部分的に活用できると思われる。小さなヨシ原にはケフサイソガニなどがよく観察されてお

り、ヨシ原と連続した小規模な干潟の創出も可能と思われる。

5. おわりに

東京湾再生推進会議では東京湾の再生目標の中で「多くの生物が生息する、親しみやすく美しい海」という文言を取り上げている。本実験では、生産性の高い沿岸域にあって、生物生息場として十分利用されていない護岸部に小規模でも生物の生息場として有効な空間をつくろうと考えた。本実験水域は、年間を通じて水質が良好で生物の供給が豊かであるわけではない。しかし、小規模ながらも東京湾の生態系ネットワーク上でさまざまな役割を果たしている、多様な食性の生物を観察した。東京

湾の再生に向け、本件のような規模であれば、護岸改修時などに部分的に取りこむことも可能であると考えられる。

今後も水域の特性を活かした生物生息場の創出について検討を重ねたい。

最後に、本実験にご協力いただいた東京都港湾局東京港防災事務所の方々に謝意を表す。

参考文献

- 木村賢史・市村 康・坂巻隆史・西村 修・稲森悠平・木幡邦男・須藤隆一 (2002): 人工干潟における水質浄化機能に関する解析, 海岸工学論文集, 第 49 巻 pp. 1306-1310.