

都市部運河域の干潟の自然再生のあゆみ

竹山佳奈

大都市周辺の閉鎖性水域での自然再生は、今後の沿岸環境再生事業において重要な項目の一つであると考えられる。東京都大田区の京浜運河域に造成した干潟は、より最適な環境を創造するために造成前の2002年より10年以上に亘りモニタリングを継続している。さらに、「順応的管理」の一環として、土砂の流出や沈下により縮小した干潟面積を増加させること、および浅場の底層の貧酸素を防ぐために2011年に覆砂を実施した。また、生物多様性の豊かな環境を創造する事を目的として、覆砂した後にタイドプールや滲筋などの様々な微地形を造成した。これまでタイドプールは捕食者や干出時における生物の避難場所としての機能に着目されてきたが、近年、これらの小規模なタイドプールが、ある種の魚類にとって重要な生息場として機能しているとの報告がされている¹⁾。そこで、覆砂による水質改善効果や生物への影響を把握するために覆砂前後に調査を実施した。また、微地形の生物生息効果や利用状況を明らかにし、さらに形状や地盤高の異なるタイドプールについて魚類生息効果を比較調査し、運河域の生物多様性にとって重要な、干潟上の微地形条件を明らかにした。

キーワード：都市部の自然再生、干潟造成、順応的管理、生物多様性、干潟上の微地形、魚類

1. はじめに

干潟や海浜を造成する事業は1970年代から数多くおこなわれており、その目的として浚渫土の処理、水産有用種の資源増殖や親水機能等があげられる。さらに都市部における自然再生も求められており、過去の開発や工場用地造成などによって人工的な構造物に覆われた水辺を、土地利用を転換して良好な自然環境である湿地や干潟を積極的に復元・再生することもおこなわれている。また、生物多様性や多面的機能といった生態系の回復をキーワードとした自然再生のための環境創造技術が求められている。

造成した干潟に形成される新たな生態系について、底質環境や地盤条件および周辺環境などから、ある程度事前に把握する事は可能であるが、物理作用による地形の変化や形成される生物群集が不安定であるため、造成後に必ずしも最適な生物生息空間を維持形成し続けるとは限らない。さらに大都市周辺の閉鎖的海域に造成された干潟では水質・底質状況が良好とは言えない場合が多い。このような場所では周辺の環境、特に水質の影響を大きく受け、貧酸素水塊による底生生物への影響もしばしば見られる。また、限られた水域での造成の場合、海底勾配が急となり、波浪作用を

強く受ける場所では侵食や底質の粗粒化が起きることも考えられる。また、台風や集中豪雨など大量の淡水流入による塩分濃度の急激な変化や多量の流出土砂により、生物が致命的な影響を受けることもあり、安定した環境維持のためには管理が必要とされる²⁾。

近年、自然再生事業では、自然の長期的持続可能性を最優先し、生態系のひろがりをつなぐを重視し、多様な主体の参加のもとで自然の不確実性を踏まえた順応的な方法で管理する「順応的生態系管理」の手法が着目されている³⁾。造成した干潟の最適な環境を維持するためには、干潟造成前および造成後の長期的なモニタリングの継続と、それらの結果を基に改善の必要がある部分に関しては、その都度協議しながら維持補修する事が必要である。しかし、運河域に新たに造成された干潟・海浜において、造成後の生物相や生息環境の遷移について長期間モニタリングを実施した事例は少ない。

そこで、干潟造成前から10年以上に亘って調査を継続している、東京都大田区の「大森ふるさとの浜辺公園」で順応的管理の一環として実施した覆砂について、水質改善効果と覆砂初期段階の生物相・環境条件を把握するための調査を実施し、覆砂の効果および覆砂前後の生物生息状況についてまとめた。また、従来

の干潟造成では干潟表面形状は一定断面で設計されることが多いが、多様な生物生息空間の創出を目的として、覆砂の際に潮間帯のAP+1.0 mの地盤高の一部をランダムに掘削し、タイドプールや滲筋を造成した。そこで、造成した干潟上のタイドプールの生物生息効果を把握するために、干潟調査ではこれまであまり着目されてこなかった魚類相に関する調査をおこない、季節や成長段階におけるタイドプールの利用状況について把握するための調査を実施した。

2. 調査概要

(1) 調査地点

「大森ふるさとの浜辺公園」は京浜運河の一部に、公園緑地の確保、都市防災機能の確保、人と海の接点の回復、水域環境の改善を目的に2002年に造成された、人工干潟約1.0 ha、人工海浜約1.2 ha、水域エリア（浅場）約4.6 haを有する公園である（図-1, 2）。

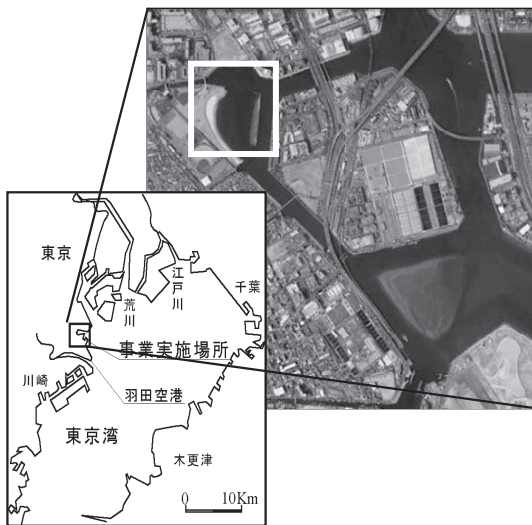


図-1 調査位置

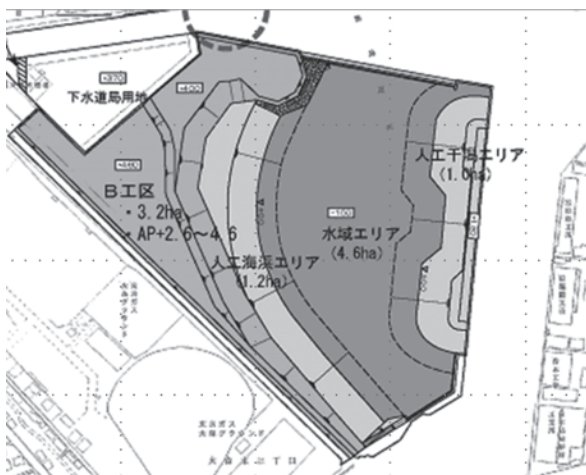


図-2 調査地

周辺海域は埋め立て地と運河に囲まれており、非常に閉鎖的な環境である。また、都市河川である内川や呑川が隣接し、豪雨時には周囲の雨水が放水される。さらに近傍約1,000 m付近には、118万 m³/日の下水を処理する「森ヶ崎水再生センター」の処理水が放流され、水質変動の著しい場所である。また、浅場はAP-1.5 mで施工したが、周辺の運河は水深約AP-5.0 mと深く、夏期は水底に有機物が堆積し、貧酸素層が形成されて無酸素状態となる場所である。浅場両端には天端高AP-1.0 mの砂留め潜堤を配置して、砂の流失を抑制している。

(2) 覆砂の概要

これまでの調査の結果、圧密沈下や土砂の流出による干潟面積の減少により、飛来していたシギ等の鳥類が減少していることが明らかになった。また、夏期の高水温時に浅場の底層が貧酸素状態となっており、ほとんど無生物状態となっていた。そこで、干潟および浅場を嵩上げて干潟面積を確保し、さらに地盤の嵩上げにより貧酸素層を改善する事を目的として、2011年1月～3月に覆砂を実施した（図-3）。干潟域の潮間帯上部から浅場にかけて千葉県君津産の山砂（中央粒径0.2 mm, シルト分10%）、石、木杭を投入して当初の干潟環境を復元した（図-4, 5）。また、干潟域の地盤高AP+1.0 m付近には移設前の自然干潟に多く含まれていた礫の代わりに多孔質の火山礫（スコリア）を散布し、干潟表面を均した後にバックホウにてランダムに掘削し、タイドプールを造成した。また、木杭は松丸太を干潟に50本ほど打ち込み鳥類の休憩場所とした。

大量の土砂を環境中に投入する覆砂工事は、底生生物への影響が考えられる。そこで、覆砂による水質改善効果および底生生物への影響を把握するために、覆

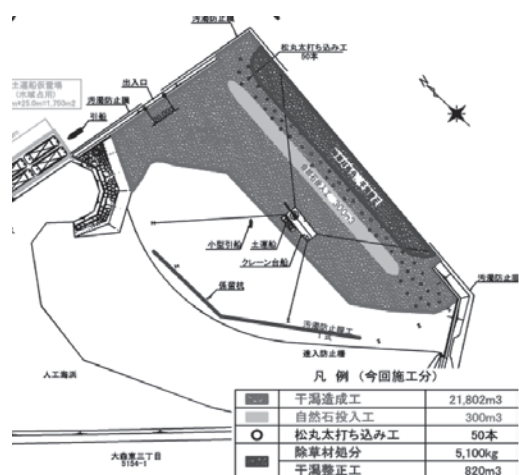


図-3 覆砂位置図



図一4 覆砂前の干潟



図一5 覆砂後の干潟

砂前後の環境について比較・考察を行った。

(3) タイドプールの概要

従来、干潟の設計時の生物生息空間に関する検討項目として、地盤高や干潟の傾斜および表面材料等に注目されることがあったが、干潟上に形成される小規模な微地形について検討されることはほとんどなかった。また、これまで岩礁域のタイドプールについては、仔稚魚や小型ベントスの重要な生息場として評価されてきたが、干潟上のタイドプールや滞筋は、生物にとって捕食者や貧酸素時など急激な環境変化からの避難場所として、一時的な利用に限られていると考えられてきた。しかしながら、干潟上のタイドプールはある種の生物にとって主要な生息場として浅場とは異なる機能を有する事が指摘されており¹⁾、保全・再生の対象として干潟上の微地形の生物生息効果について評価する必要がある。また、干潟の生物多様性を評価する場合、二枚貝や多毛類等の底生生物が用いられることが多いが、魚類に関する報告は少ない。

そこで本研究では、都市部の限られた生物生息空間として重要な干潟上のタイドプールや滞筋に着目し、これまで微地形の重要性について言及されているもの⁴⁾ 詳細な設計上の指針が無い干潟上の微地形について、特に魚類を中心として生物生息場としての機能および環境特性や設計条件を明らかにする事を目的とした調査を実施した。

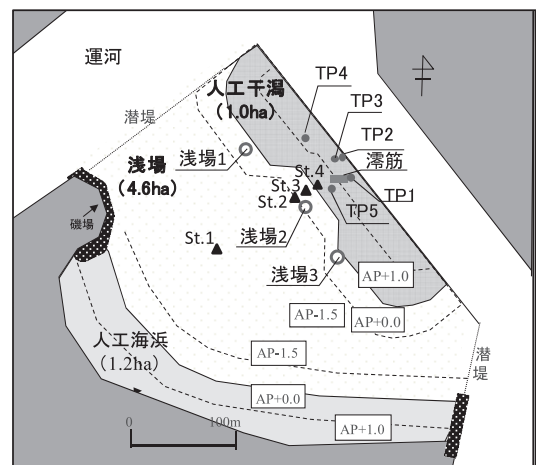
3. 調査方法

(1) 覆砂効果

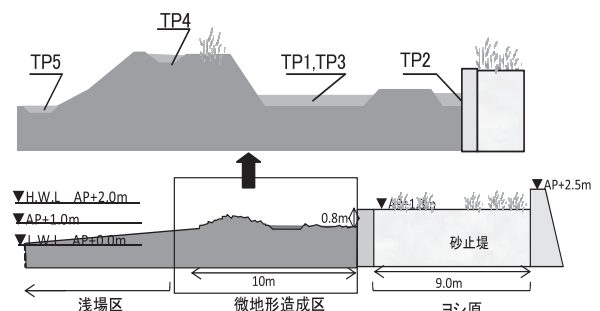
覆砂による浅場の貧酸素改善効果および覆砂による底生生物への影響を把握するために、2009年～2011年に2～4回/年の頻度で調査を実施し、浅場（AP-1.5m）および干潟（AP±0m, AP+0.5m, AP+1.0m）に調査地点を設定した（図一6；St1～4）。生物のサンプリングはエクマンバージ、あるいはスコップを用いて1カ所につき2～3回の採集を行い、これらを混合して分析に供した。底生生物については1mmのメッシュで篩い分けた残留物を現地でホルマリン固定し、種別に湿重量測定および個体数計数を行い、1m²あたりの出現量に換算した。

(2) タイドプール

造成1年後のタイドプール、滞筋および対照区として干潟前縁の浅場を調査対象場所とし、生物の生息に適したタイドプールを明らかにするために、形状や地盤高等の条件が異なるタイドプールを調査地点として設定した（図一6～8；浅場1～3, TP1～5）。調査は2012年4月～10月の各月と12月に、生物調査（魚類、ベントス）と底質分析（硫化物、ORP）を実施した。魚類調査は、タイドプールはタモ網を用いて採



図一6 生物調査地点



図一7 調査地点イメージ図

集し、濬筋および浅場は定置網を1晩設置し採集した。また、水質調査(DO, 塩分, 水温)をタイドプールと浅場に設置し、連続観測を実施した。得られた結果を基に、タイドプールの環境特性, 生物利用状況について調査した。

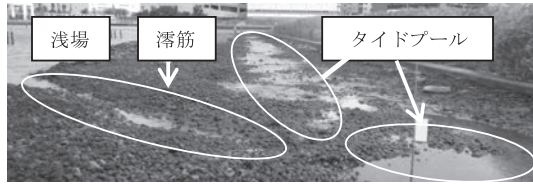


図-8 タイドプール調査地点

4. 結果および考察

(1) 覆砂

覆砂前に潮下帯において形成されていた底層の貧酸素は、覆砂による嵩上げで水深が浅くなった結果、夏期の高水温時でも生物学的な溶存酸素量の2mg/lを下回ることが無くなり、底層の貧酸素は改善していた(図-9)。また、底生生物の調査の結果、覆砂直後は二枚貝などの軟体動物はほとんど出現していないものの、多毛類はすぐに加入していた。生物相に着目すると、覆砂前は貧酸素に耐性のある多毛類が多く出現していたのに対し、覆砂後は小型節足動物や二枚貝も多く出現しており、ハマグリ等の新規加入種も見られるようになった。また、覆砂前は夏期に生物種数・個体数共に減少していたが、覆砂後は夏期の個体数は少なくなかったものの種数は維持され、さらに秋期以降に二

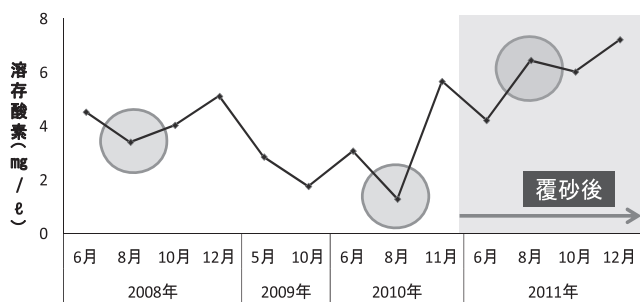


図-9 浅場の溶存酸素量

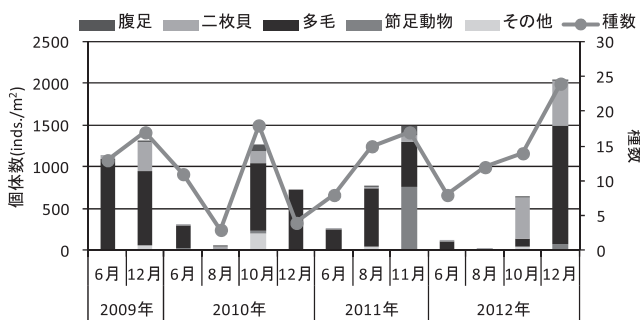


図-10 覆砂前後のベントス出現状況 (0.0m)

枚貝や節足動物が多く出現し、全体的な種数も増加している(図-10)。なお、春期になると再び個体数が減少していることから、調査地の干潟では大型のベントスよりもライフサイクルの短い小型のベントスの生物相で形成されていると考えられる。

(2) タイドプール

タイドプールと浅場の出現魚種は、年間を通じてタイドプールの方が多かった(図-11)。また全出現種18種のうち、44%がタイドプールのみ、28%が浅場のみ、両地点での共通出現種が28%であり、タイドプールで最も多くの種が確認された。魚類の体長組成の分析結果より、希少種であるマサゴハゼ(環境省RDB絶滅危惧Ⅱ類)やアベハゼは、着底初期稚魚~抱卵個体がタイドプールだけで出現しており、全生活史を通じてタイドプールに依存すると考えられた(図-12)。また、優占種のマハゼはタイドプールと浅場の両方に出現し、9月まではタイドプールの個体は浅場より小型の傾向があり、成長と共にタイドプールから浅場、運河域へと移動していると推測された。また、タイドプールの条件別調査の結果、面積あたりの魚類出現量はヨシ群落に近いTP2が最も多く(図-13)、地盤高が低く底質が砂で地形変化の影響を受けやすいTP5では魚類は出現しなかった。また、マサゴハゼ等の初期稚魚は地盤が高く水深が浅いTP4だけで出現しており、捕食者である他の魚類が加入できないように隔離された小さなタイドプールは、稚魚期の保護

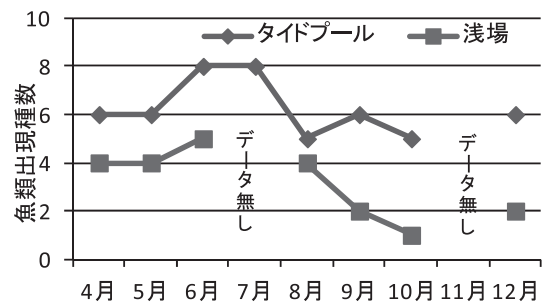


図-11 タイドプールと浅場の魚類出現状況

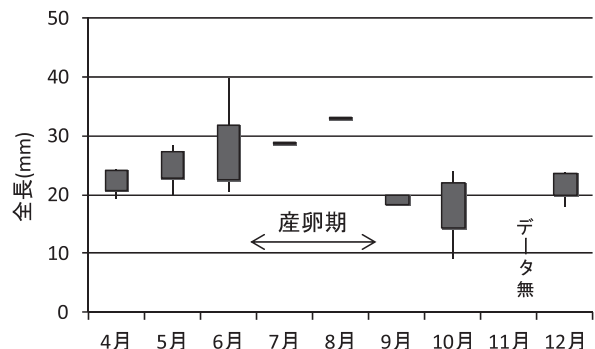


図-12 マサゴハゼの体長組成

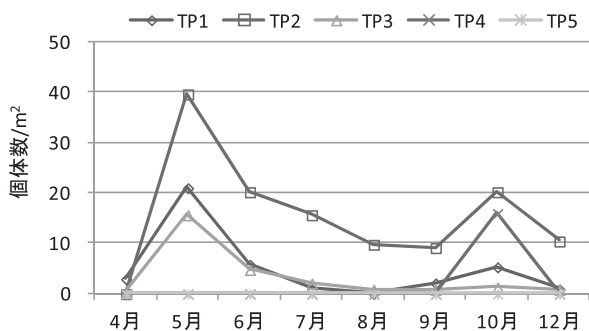


図-13 地点別魚類出現状況の経時変化

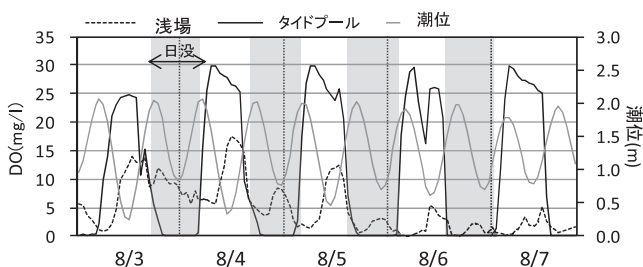


図-14 浅場とタイドプールの底層のDO

場として重要であると考えられた。

水質調査の結果、タイドプール内のDOは昼間に非常に高く、夜間急速に減少して貧酸素状態となっており、タイドプール内に付着した微細藻類の光合成や呼吸作用の可能性がある(図-14)。そのため、貧酸素耐性のある魚種以外は滞筋を通過して浅場へと避難していると推測され、タイドプールと連続する滞筋の重要性が示唆された。

以上の結果より、運河域における干潟上のタイドプールは、魚類の生息場および多様性にとって重要な空間として機能しており、小規模なタイドプールも生物の生息場として重要な環境となっていることが明らかとなった。さらに、魚種によって成長段階におけるタイドプールの利用状況が異なり、生活史のある時期だけ出現する種(季節的偶来種)、生活史を通じて出現する種(常在種)に分けられた。また、干潟上の微地形の造成の際に、多様な形状・地盤高・底質(砂、礫の有無)を有し、滞筋などで周囲との移動経路を確保することが、生物生息に有効なタイドプールの条件である事が明らかとなった。

5. おわりに

自然再生事業として干潟や藻場の再生がおこなわれているが、造成後の遷移状況について調査を実施し、必要な改修を実施しながら、その場に最適な環境を創造していく事業として、ふるさとの浜辺公園の例はモデルケースと成り得ると考えられる。都市部の運河域は貧酸素や淡水化のような過酷な環境にさらされているが、浅場を造成することにより、変動は激しいものの多様な生物相が形成されることが明らかとなった。また、干潟上に形成される小規模なタイドプールは生物の避難場所としての一時的な利用だけではなく、稚魚期から成魚期まで主要な生息場所として利用する希少種も存在していることから、魚類の生活史を通じて重要な生息場所となっていることが明らかになった。さらにタイドプールの地盤高や底質状況、形状(大きさ・水深)などにより成長ステージや種類別の利用状況が異なるため、多様な微地形を造成する必要があると考えられる。

今後、大規模な干潟・藻場造成だけではなく、都市部や工業地域の沿岸域について、例えば老朽化した護岸の補修や工場等の移転跡地の一部の自然再生の際に生物共生機能を有する構造に改修するなど、小規模な自然再生でも生物の重要な生息環境として機能する事に着目し、さらに継続的にモニタリングを実施し、必要に応じて改善しながら効果を明らかにしていくことが重要である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 内田・横尾・河野・加納(2008):魚類は干潟域のタイドプールをどのように利用しているか, La mer. 46. 2008. pp.49-54.
- 2) 今村均(1994):人工干潟の造成による環境保全対策, 用水と廃水, Vol.36, No.1, 33-37.
- 3) 財団法人みなと総合研究財団(2007):順応的管理による海辺の自然再生. P22
- 4) 国土交通省港湾局監修(2003)海の自然再生ハンドブック—その計画・技術・実践—第2巻 干潟編. p89-93.

【筆者紹介】

竹山 佳奈(たけやま かな)
五洋建設㈱
土木本部 環境事業部
主任

