

干潟底生動物の種多様性とその保全

風呂田 利夫
(東邦大学理学部)

摘 要

干潟は生物生産性や水質浄化能力が高い豊かな生態系であり、また多様な生物が生息すると理解されている。しかしその多様性の実体とその多様性を支える生物生息環境としての干潟の構造との関係については議論が進んでいない。ここでは、干潟生物、特にその主要な生物群である動物ベントスの分布特性と地形との関係、さらには干潟に依存して出現する干潟固有種の衰退の現状について東京湾の干潟を例に紹介し、その個体群保全の視点での環境修復について議論する。

キーワード： 環境修復、種多様性、動物ベントス、干潟、干潟固有種

1. はじめに

干潟は水質浄化、水産資源の育成、そして多様な生物が生息するなど生態系として高い機能を有することで、貴重な自然環境として社会的認識を得て、その保全と再生に向けた検討がなされている¹⁾。水質浄化機能については、干潟に生息する動物の有機物のとりこみによる消費、ならびに干潟生物の水産資源としての漁獲や、鳥類や大型魚類など移動性の大きい動物の捕食と移動による干潟生態系の外への取り出しにより、富栄養化海域での有機物や栄養塩類の浄化機能を有する²⁾。また、水産資源生産の場としての利用、さらには人工的な漁場造成としての干潟造成に見られるように、干潟は漁業政策の場としても重点的な対象となっている¹⁾。そして、干潟には多様な生物が生息しているものの干潟生物の中には近年個体群としての減少や消滅が著しく、その保全の重要性が指摘されている。しかしながら干潟生物の多様性については、多様性とは何か、その多様性の実態、そしてその多様性をもたらす要因についての科学的議論は進んでおらず、干潟生態系保全における多様性に関する問題点についての社会的認知は充分ではない。

本稿では、干潟生物群集の中核的生態群である底生動物(動物ベントス、以下ベントスとする)の干潟を含む内湾海岸部での種レベルでの生物多様性の実態と、その多様性の保全さらには回復の視点での人工干潟造成について、東京湾奥部の三番瀬を例に論じる。

2. 干潟地形の多様性

干潟でのベントス種の多様性について論じるとき、その生息環境としての干潟の地形構造とベントス各種の分布パターンから、地形特性が種多様性に与える影響への理解が必要である。

干潟の存在には、河川から運ばれた土砂が海岸域に堆積することで形成される前置層の存在が不可欠である。その前置層のうち定期的な干満が生じる場所すなわち潮間帯が干潟となる(図1)。そして、干潟は形成場所の地形的特性ならびに河川水の影響の差異から、平野部では河口干潟、潟湖干潟、前浜干潟に区分されている³⁾。河口干潟は河川の河口部に形成され、河川水による塩分低下ならびに増水時の底質浸食と堆積などの物理的攪乱が大きい。潟湖干潟は河口に形成された潟湖の岸に形成され、河口干潟よりも塩分変化や物理的攪乱は少ない。前浜干潟は内湾の海岸に河口部を中心に海岸に平行して発達し、面積的に大きいとともに環境の安定性が高い干潟である。

東京湾小櫃川河口周辺海岸にある干潟は、内湾での平野河口周辺に形成される干潟の典型的な地形を有している。平野ならびに海岸部は、小櫃川から運ばれた土砂の堆積により形成された前置層からなり、その前置層の上に、陸から海への移行域として河口部には三角州が、その地先には前浜干潟と浅瀬域が形成されている(図2)。三角州には満潮時に海水が侵入する塩水湿地と泥の干潟があり、河川周辺には砂質の河口干潟がある。前浜干潟は砂質で、最大干潮時には沖合約1.5 kmまで広がる。さらにその干潟沖には浅瀬部があ

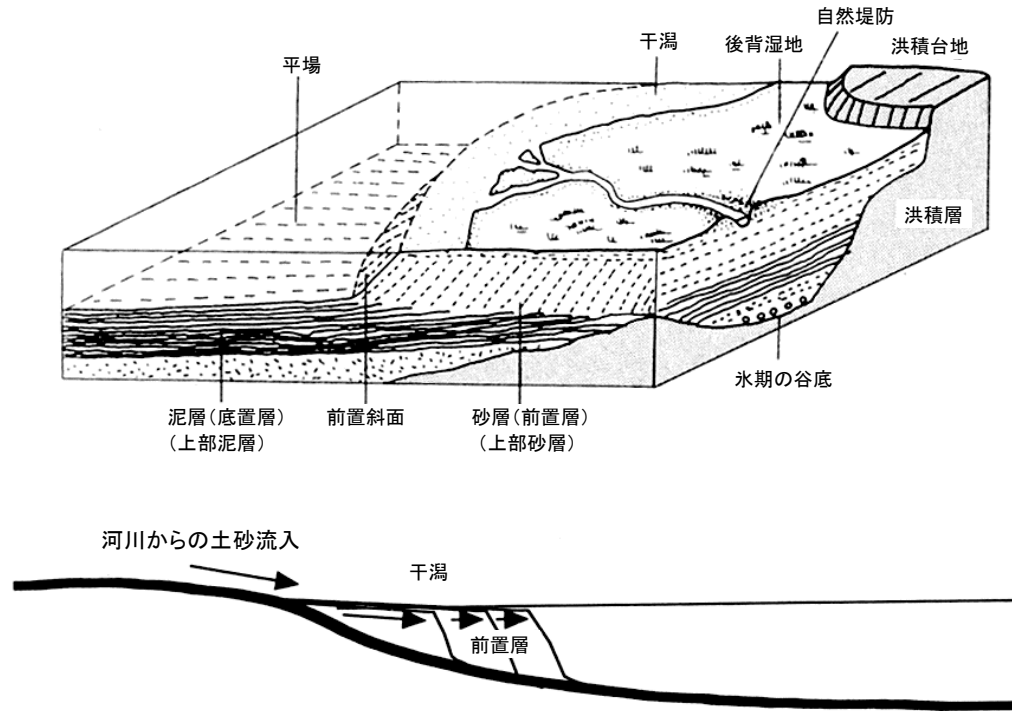


図1 前置層の形成と干潟部⁴⁾.

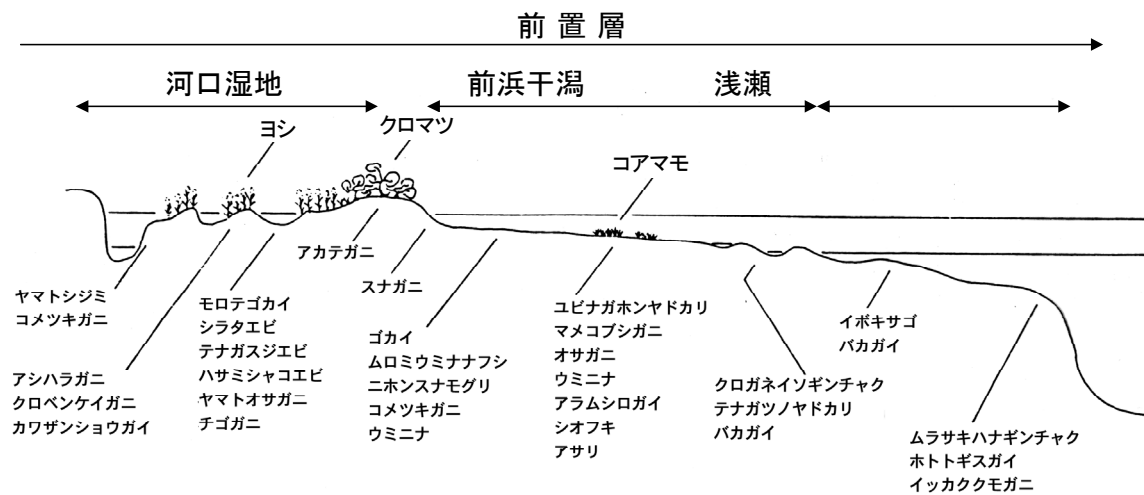


図2 小櫃川河口周辺の干潟地形断面と主要生物⁵⁾.

り、前置層の先端として東京湾平場海底へと落ち込む前置斜面がある。このように自然形状の本来の干潟は、河口干潟、塩水湿地、そして前浜干潟、浅瀬、前置斜面と多様な地形が連続的に存在する。

3. 干潟ベントスの分布

この小櫃川河口周辺の生物分布の特徴を述べる。河口三角州には、ヨシとアイアシの植物群落を中心とした塩性湿地が形成されている。この植物

群落内には、カワザンショウガイ、フトヘナタリ、アシハラガニ、クシテガニ、ウモレベンケイガニ、カクベンケイガニ、アカテガニ、クロベンケイガニなど海岸草地性特有の動物が豊富に生息する。また、潮の干満を通して海水が出入りする水路沿いの泥干潟には、カワゴカイ、イトメ、イトゴカイの一種、ヤマトオサガニ、チゴガニ、ハサミシャコエビ、アナジャコが、河川中州の砂干潟にはイトゴカイの一種、コメツキガニ、ヤマトシジミが生息する。この中でアシハラガニは、植生内から泥ならびに砂干潟のほぼ全域にわたってきわめて豊富な生息が見られ、

塩性湿地の代表的な動物となっている(図3)。

塩性湿地地先の潮間帯としての前浜干潟(図4)から、潮下帯としての浅瀬、そして前置斜面までの連続的な生物分布を図5に示す。大潮最大干潮線より上部すなわち干潟部では、生物各種の分布範囲はおおよそ3つのゾーンに分けられる。干潟上部ではヒメハマトビムシ、コメツキガニ、チゴガニ、ゴカイ *Hediste* sp. が生息する。中部ではムロミスナウミナナフシ、ホソウミニナ、ウミニナ、コケゴカイなどが生息し、これら上部と中部に分布する種は、干潟下部や潮下帯には分布していない。

干潟中部から下部では、アサリ、シオフキ、バカガイなど潮干狩りや水産魚介類として身近なベント

スが見られる。これらの種の分布は、干潟部だけではなく、その沖合の水深4m以浅の潮下帯浅海部にも広がっている。その意味では、これらの種は干潟固有の種ではない。逆に水深4m以深の前置斜面では、シズクガイやラスバンマメガイなど干潟や浅海部には分布しない種の生息もある。このように干潟の地形や干潟標高もしくは水深別のベントス出現状況を見ると、干潟にしか生息していない干潟固有種は、塩性湿地や比較的干潮時の干出時間が長い干潟の中部から上に生息しており、干潟固有種の生息にとって陸域に隣接した高い位置にある干潟面の存在が重要であることを示している。



図3 小櫃川河口三角州の塩性湿地のアシハラガニ。



図4 小櫃川河口地先前浜干潟。

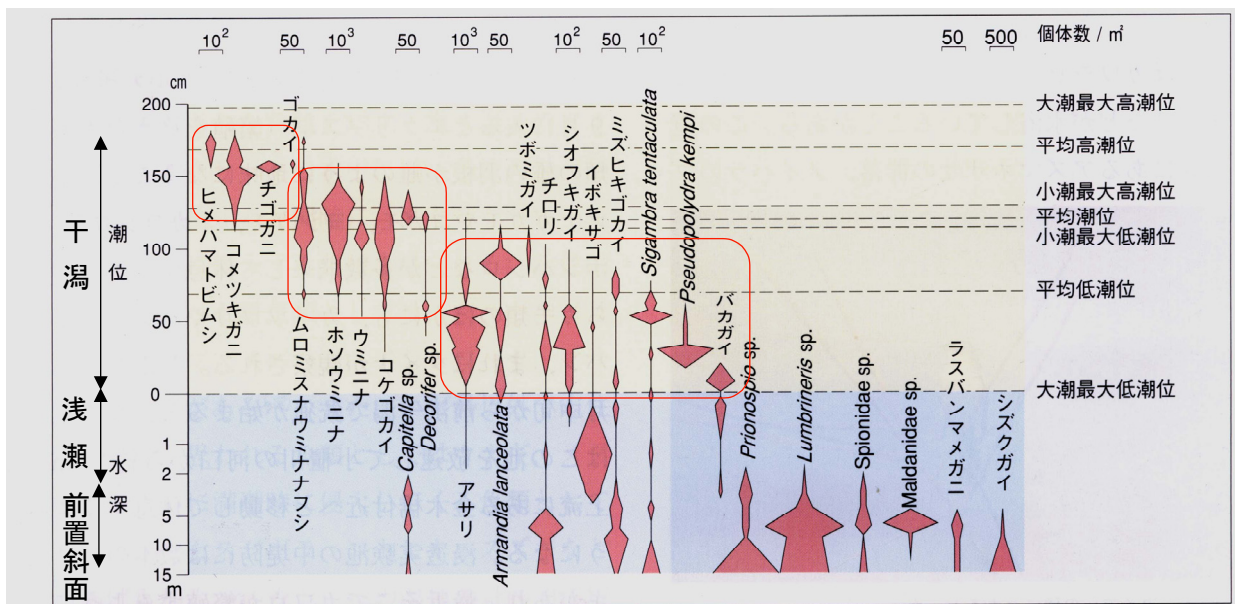


図5 小櫃川河口地先前浜干潟とその沖合でのベントス水深別分布⁵⁾。

4. 干潟ベントスの種多様性

一般的に、干潟は生物多様性が高い海域であると言われている。それでは、干潟はいつも海水がある沖合の潮下帯よりもベントス種多様性が高いのだろうか。前述の図5を見ても、干潟にいるベントス種の一部は沖合の潮下帯にも生息するし、潮下帯でしか見られない種も存在し、干潟域で特別に種多様性が高いようには見えない。

生物の多様性の評価法はいろいろあるが、最も分かりやすいのが、単位面積あたりに出現する生物の種数である。

東京湾奥部市川市にある人工潟湖(新浜湖)の一部には、干潟が形成されている。この干潟とその沖の潮下帯での夏(8月)の底質 400 cm²あたりの出現種数を比較すると⁶⁾、干潟部では1～7種、平均で3.5種が採集され、水深5mまでの下部では1～9種、平均で6.5種が採集され、潮下帯のほうが種数は多い。この時期は潮下帯では水深が増すにつれ水質環境悪化(貧酸素化)が生じやすい。その意味では、ベントスにとっての環境は干潟より潮下帯の方が劣悪である。それにもかかわらず、干潟部より潮下帯の方が単位面積あたりの出現種数は多く、干潟でのベントス種の多様性が特別に高いとは言いがたい。

では、干潟生物の多様性はどのようにとらえればいいのだろうか。一般的な法則として種数は調査面積の拡大に比例して増加するが、さらに調査面積を増やしても新たな種の出現は次第に頭打ちになる。図6は小櫃川河口周辺干潟でのベントスの面積-種数曲線である。前浜干潟の上部だけでは、0.1 m²では約10種、しかし面積が2倍の0.2 m²

を調べても約13種と3種しか増えない。さらに5.6倍の0.56 m²を調べても20種で0.1 m²のときの2倍にしかない。面積を増やしても種数の増加は頭打ちであることが理解できる。ところが、塩性湿地干潟や潮間帯中部と地形的多様性を増やしなから調査面積を増加させると、0.1 m²では8種、0.2 m²では10種、0.5 m²では18種、そして1 m²では25種と種数の頭打ちは顕著ではない。このようにさまざまな地形で調査すると、少ない面積では種数は少ないものの面積の増加に伴い種数はいつまでも増加することから、干潟ベントスの多様性は干潟地形の多様性に依存していることが理解できる。また先に述べたように干潟固有種は干出度が高い潮間帯の中部から上部にしか生息していない。このことは、干潟の標高が高く干出することの多い干潟面や塩性湿地の存在が干潟固有種の出現をもたらす、それが干潟下部や沖合の浅瀬の異なる種の生息と合わせて海岸部全体での種多様性の増加をもたらすと言える。このように、干潟のベントス各種は地形的多様性に対応してそれぞれの種の生息場を確保しており、干潟での種多様性は自然地形がもつ地形的多様性に依存して成立している。

5. 干潟固有生物の減少と対策

日本各地の干潟は干拓や港湾造成、そして埋め立てによる消失が著しい。東京湾では明治時代の20世紀初頭には横浜から、東京、千葉そして富津にいたる内湾海岸のほとんどが干潟であった。しかし、20世紀の間にその90%以上が消失した(図7)。

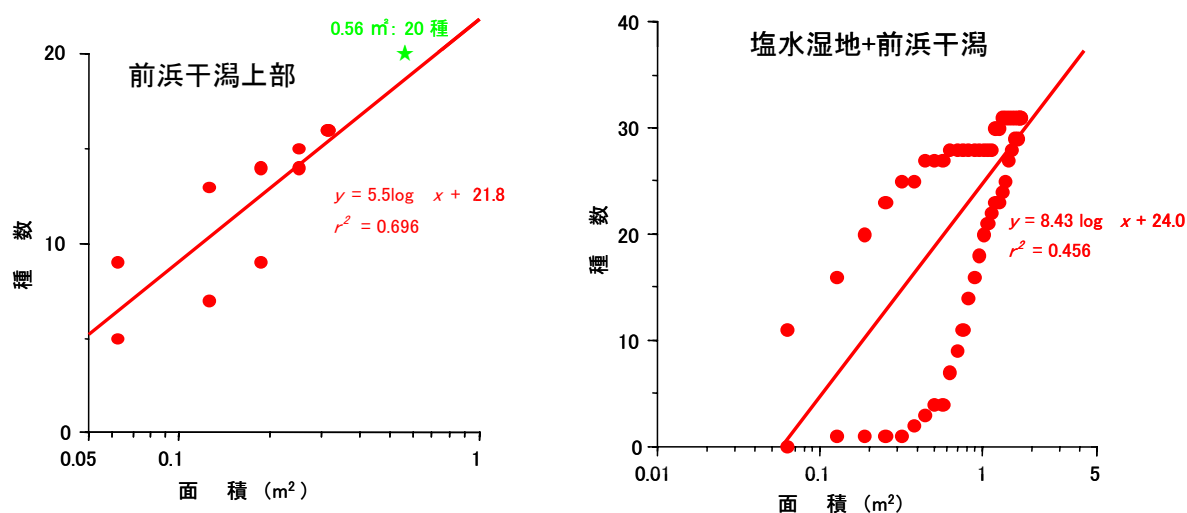


図6 小櫃川河口周辺干潟での面積-ベントス種数曲線。
各サンプル中の種数の多い順と少ない順の双方をプロットし、その回帰曲線を求めた。

表1に和田ら⁸⁾により、1990年代に行われた全国の干潟ベントスの分類群別生息状況を示す。多くの種が絶滅あるいは絶滅が危惧される状況にあり、その中でも腹足類や二枚貝類の軟体動物の衰退が著しい。東京湾のみならず全国で進行した干潟の減少が、干潟に生息するベントス各種の地域個体の衰退に大きく関与していることは疑いの余地がない。

最近では、大規模な工業用地造成に対する社会的需要の低下ならびに干潟保全の社会的理解を受けて、干潟の大規模な埋立ては減少している。しかし、埋立てによる干潟の消失が止まっても、残された干潟での干潟固有ベントス種個体群の衰退

または消失は続いている。東京湾の干潟に生息する代表的腹足類であるウミナ類(ウミナ科とフトヘナタリ科)の生息状況について風呂田⁹⁾は、1980年以降残された干潟環境に大きな変化がないにもかかわらず、多くの種において東京湾やその周辺干潟域からの個体群の消失もしくは衰退が進行していることを報告した。表2にこれらウミナ類の生息状況と、その発生初期の生活特性を示す。ほとんどの種は、プランクトン幼生として海水中で浮遊することで長距離を分散しながら成長する時期を持つが、ホソウミナだけが直達発生で親の干潟で直に稚貝として生まれる。このホソウミナだけが残存する干潟で安定的に個体群を維

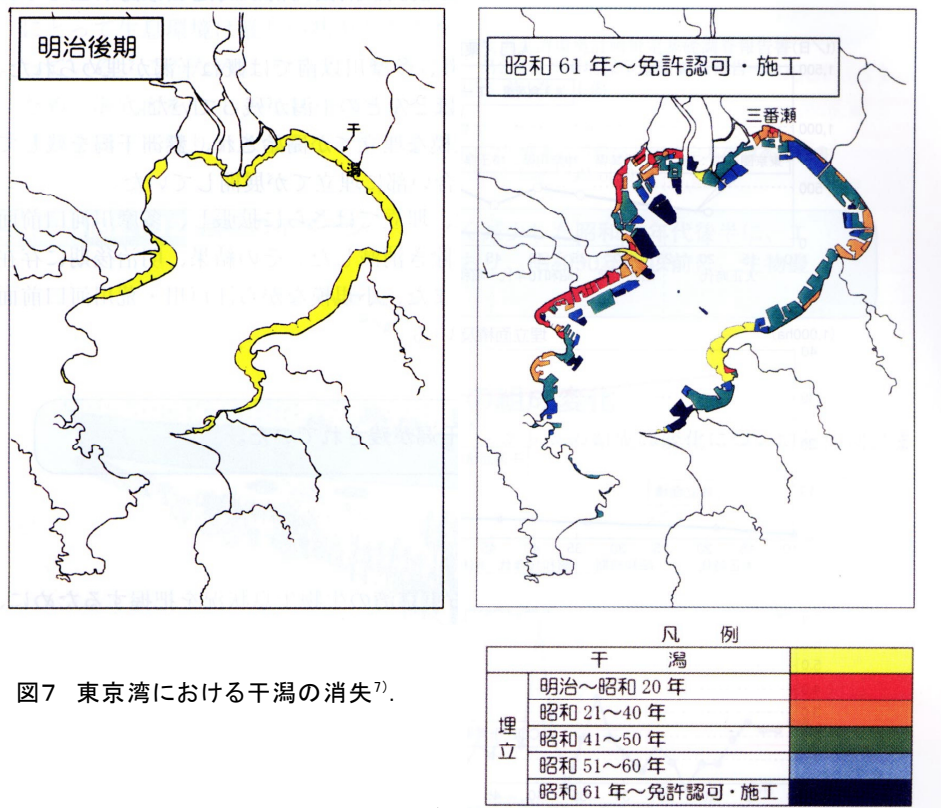


図7 東京湾における干潟の消失⁷⁾.

表1 干潟ベントスの分類群別生息状況⁸⁾.

動物門	絶滅	絶滅寸前	危険	希少	現状不明	合計
環形動物	0	0	1	2	0	3
ユムシ動物	0	1	4	0	0	5
軟体動物(腹足類)	3	31	119	64	26	243
軟体動物(二枚貝類)	5	17	62	3	10	97
節足動物	0	4	11	13	1	29
腕足動物	0	1	1	0	0	2
棘皮動物	0	0	7	0	0	7
半索動物	0	0	2	0	0	2
頭索動物	0	0	1	0	0	1

表2 東京湾とその周辺干潟でのウミナ類(ウミナ科とフトヘナタリ科)の生息状況と生活史特性⁹⁾.

種名	学名	発生様式と(繁殖期)	生息場所	生息状況
ホソウミナ	<i>Batillaria cumingi</i>	直達発生(春-秋, 夏季盛期)	塩性湿地干潟, 前浜干潟上部と中部	安定生息, 移植先で増加
ウミナ	<i>Batillaria multiformis</i>	プランクトン発生(夏季)	塩性湿地干潟, 前浜干潟上部	絶滅地域あり, 小櫃川河口周辺のみ確認, 個体群規模縮小
イボウミナ	<i>Batillaria zonalis</i>	プランクトン発生(?)	塩性湿地干潟, 潟湖干潟	1980年代が最後の生息確認
フトヘナタリガイ	<i>Certhidea rhizoporarum</i>	プランクトン発生(夏季)	塩性湿地干潟	絶滅地域あり, 小規模個体群が小櫃川河口塩湿地のみで存続
カワアイ	<i>Certhidea djadjarisensis</i>	プランクトン発生(夏季)	潟湖干潟	絶滅地域あり, 人工潟湖干潟の新規個体群のみ
ヘナタリ	<i>Certhiopsisilla cingulata</i>	プランクトン発生(夏季)	塩性湿地干潟	1990年代が最後の生息確認

持っていることから、プランクトン幼生期を持つことが個体群維持にとって不利な生活史特性であり、干潟の大幅な減少による成長した浮遊幼生の干潟への到着率の減少が、個体群の衰退に影響している可能性が高いと推察される。

干潟ベントスの代表的な種であるアサリのプランクトン幼生分散について調査した粕谷ら¹⁰⁾は、東京湾の各地の若い幼生集団は、数日の間一部は放出された親の生息地周辺に留まるものの、湾口の神奈川周辺の幼生は、湾奥の三番瀬から東京湾周辺で放出されたものと推定した。これらの研究を通して、干潟に生息するベントス個体群は幼生分散を通して干潟間の提供と供給の相互依存関係にある、いわゆる干潟ネットワークにより成立していることがわかる。また干潟生物の保全には、干潟内の環境多様性を復活させると同時に、幼生分散からみた干潟間の子孫供給－受取の関係を成立させる海域内の干潟配置を検討する必要があるといえる⁷⁾。

6. 干潟生物の多様性保全と環境再生

干潟生態系を保全再生する目的としては、海域の水質浄化能力向上、水産資源生産力の増加、そして生物多様性保全などがある¹⁾。これらの保全目標は、干潟生態系の機能向上を目指す点では共通しているものの、干潟の構造や構成生物相の選択において目的による相違がある。

水質浄化や水産資源としては、海水中のプランクトンや懸濁態有機物を直接摂食し、海水を浄化するとともに高い生産性があるアサリなどの二枚貝

類の生育環境の回復が求められる。アサリの干潟での生活空間は、海水の流通が盛んな開放的で干出時間が短い所であり、比較的標高の低い砂の干潟から浅瀬域が最適である。これに対して、絶滅や絶滅危惧種の多い干潟固有種は、干出することの多い標高が高い干潟面や塩水湿地を必要としている。東京湾をはじめ日本各地に残存している干潟の多くは、岸近くや河口内の湿地は干拓や埋立て、さらには護岸化のためにすでに消失している(図8)。したがって干潟生物の多様性保全の観点からは、塩性植物群落の成立する河口湿地や干潟高潮部の再生が最優先課題であり、同時に干潟ネットワークの視点からは散在的な干潟配置も必要であり、各河川の河口部での部分的な干潟再生も検討されなければならない。また先に述べたように、干潟固有種の個体群衰退は今でも続いている。したがって、現状保全でも干潟生物の種多様性の衰退は今後も続く予想され、干潟の固有種が生息する塩性湿地や干潟高潮部の早急な再生が望まれる。

7. 三番瀬の干潟再生

干潟環境の再生にかかわる議論として、東京湾では湾奥部三番瀬の事例がある。三番瀬は湾奥部の市川市行徳から船橋市船橋の海岸部に広がる、最大干潮時の水深1m以浅の一部に干潟を伴う浅海域である(図9)。この海域は東京湾奥部の希少な浅瀬干潟海域としてその環境保全が求められ、埋立てによる開発計画が止められている。2001年に千葉県はこの三番瀬の環境再生のため

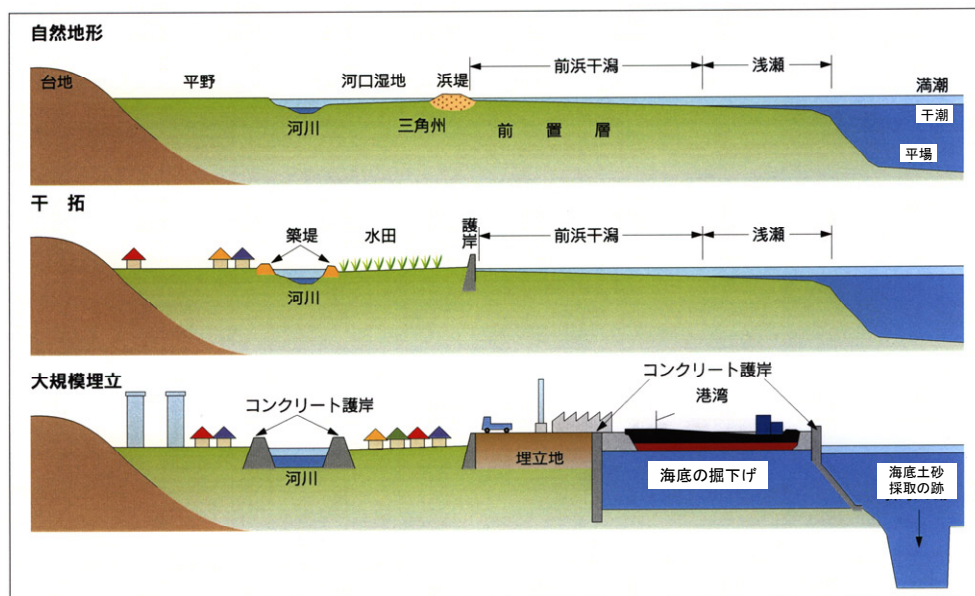


図8 干潟の消失過程¹¹⁾

の諮問会議を立ち上げ、会議として河口湿地を含む干潟の再生方針を答申した(図10)¹²⁾。その後、再生を実行するための新たな会議は続いているものの、現在のところその再生に関する具体的プロセスは示されていない。その理由は、再生は干潟の上に造られた埋立地を元の干潟に戻すことで行

うべきであり、現在の三番瀬海域に人工的な改造を加えるべきではないという意見に基づいている。つまり、海域での人工干潟造成そのものに対する否定的な見解によっている。

三番瀬周辺では、埋め立てられた部分だけでなく、現在残存する三番瀬そのものもかつては広大な前浜干潟域であった。しかし今では、周辺の埋立と海底面の地盤沈下により三番瀬の大部分は干出することのない浅瀬域となっており、干潟域は「船橋三番瀬海浜公園」の人工海浜地先などに限られている。これらの干潟はその標高が低いため、干潟固有種の生息場となる高潮域はほとんどない。

一方、東京湾奥には東京都葛西臨海公園、市川市行徳の新浜湖、同じく市川市の江戸川放水路に人工的に造られた干潟がある。また、習志野市にはラムサール登録湿地となっている谷津干潟があるが、ここも周辺の埋立て工事の土砂流入により人工的な覆土を受けている。現在、トビハゼ、ソトオリガイ、オキシジミ、カワアイ、ウミゴマツボ、ウモレベンケイガニなど東京湾では貴重な干潟のベントス種の東京湾個体群は、このような人工的な干

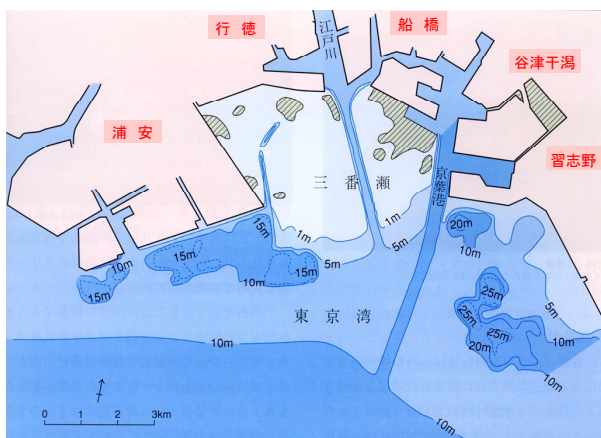


図9 東京湾奥部の三番瀬.

三番瀬の再生のイメージ

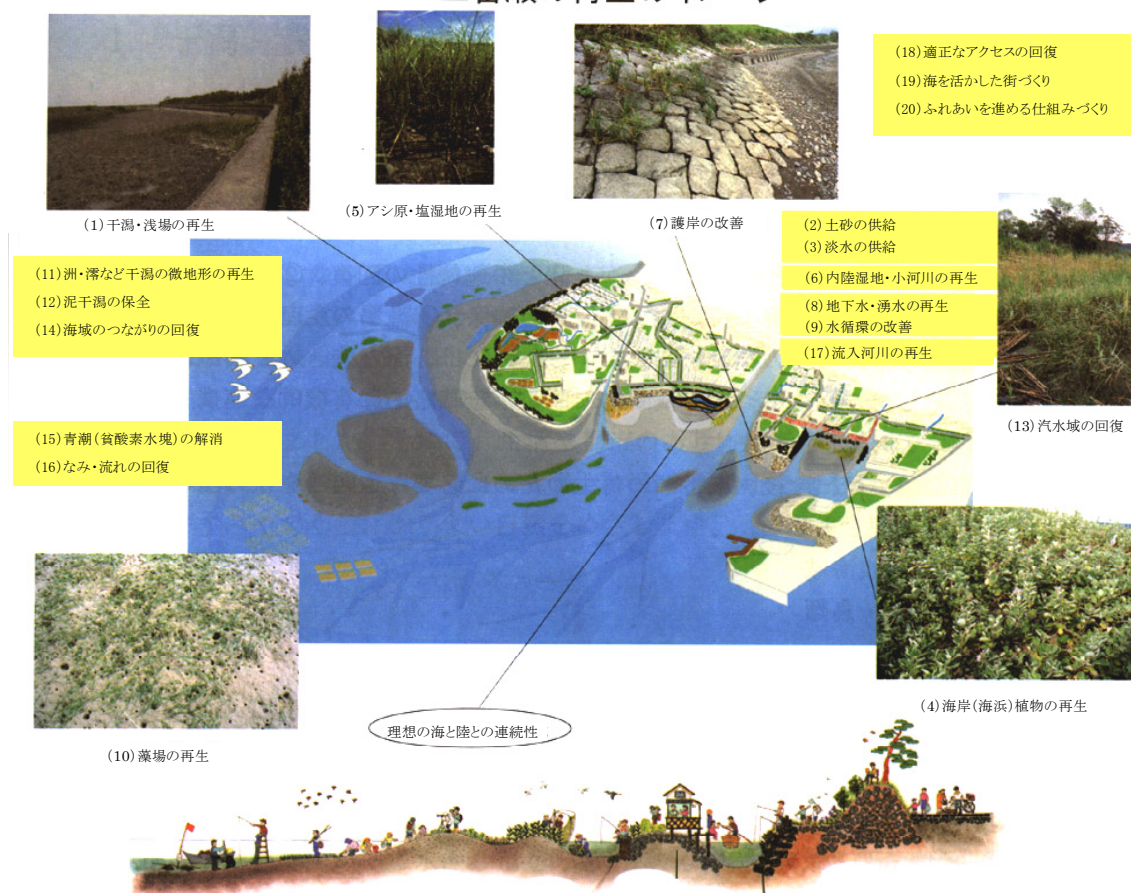


図10 三番瀬再生イメージ図¹²⁾.

潟で維持されている¹³⁾。風呂田¹³⁾は、三番瀬では干潟形成の基盤である前置層が小櫃川河口周辺より長い沖合に4 km にわたって残っており、自然的地形の多様性の人工的回復は可能と考え、東京湾干潟における希少種の生息環境である塩水湿地と高潮域を有する干潟造成による干潟生物多様性回復を計ることを提案している。

8. まとめ

人工的地形改造による自然環境の修復は、三番瀬のみならず干潟における環境再生手法として否定的な意見は根強く存在する。しかし、人工的手法そのものの肯定か否定かの観念的択一論ではなく、干潟の生物多様性保全ならびに環境成立の地形的条件の視点での科学的議論が望まれる。同時に、干潟固有の生物が危機的な状態におかれている現状を考えると、干潟環境の再生には早急なる対応が求められる。

引用文献

- 1) 海の自然再生ワーキンググループ(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. 国土交通省港湾局(監修), ぎょうせい.
- 2) 佐々木克之(1998) 干潟の窒素とリンの循環と浄化機能, 沿岸の環境圏. 平野敏行(監修), フジテクノシステム.
- 3) 秋山章男, 松田道生(1974)干潟の生物観察ハンドブック, 東洋館出版社.
- 4) 貝塚爽平(1992)平野と海岸を読む, 岩波書店. (一部改変)
- 5) 大嶋 剛・風呂田利夫(1980)小櫃川河口干潟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研究室・千葉県生物学会(共編), 45-68. (図2は一部改変)
- 6) 風呂田利夫(1980)新浜湖の底生動物調査(1979年度). 千葉県新浜水鳥保護区(行徳近郊緑地特別保全地区)生物調査報告V, 千葉県・新浜研究会, 10-27.
- 7) 国土交通省港湾局・環境省自然環境局(2004)干潟ネットワークの再生に向けて, 東京湾の干潟等の生態系再生研究会報告書.
- 8) 和田恵次・西平守孝・風呂田利夫・野島 哲・山西良兵・西川輝明・伍嶋聖治・鈴木孝男・加藤 真・島村賢正・福田 宏(1996)日本における干潟海岸とそこに生息する底生生物の現状, WWF Japan Science Report, 3.
- 9) 風呂田利夫(2000)内湾の貝類, 絶滅と保全—東京湾ウミナ類の衰退からの考察. 月刊海洋号外, 20, 74-82. (表1は一部加筆改変)
- 10) 粕谷智之・浜口昌巳・古川恵太・日向博文(2003)夏季東京湾におけるアサリ浮遊幼生の出現密度の時空間変動, 国土技術政策研究所報告 No.8.
- 11) 千葉県資料研究財団(2004)千葉県の自然誌本編 8, 変わりゆく千葉の自然. 県史シリーズ47.
- 12) 三番瀬再生計画検討会議(2004)三番瀬再生計画案.
- 13) 風呂田利夫(2005)地域資産としての東京湾三番瀬猫実川河口沖の干潟再生. 環境と公害, 35, 53-61.

(受付2006年8月5日, 受理2006年9月26日)