

干潟底生生物の環境改変作用が小型生物に与える影響

嶋永 元裕

【研究の背景と目的】

「一見一様な環境が広がる干潟で、小型底生生物の生物多様性はどのように維持されているのか？」

大きな河口や内湾に発達する干潟は、アサリなどの有用生物の苗床であると同時に、堆積した有機物を分解する浄化槽としての環境サービスを人類に提供する（和田 2000）。これらの干潟の堆積物表面や内部に生息する底生生物は、体の大きさによって、いくつかのグループに分けられる。

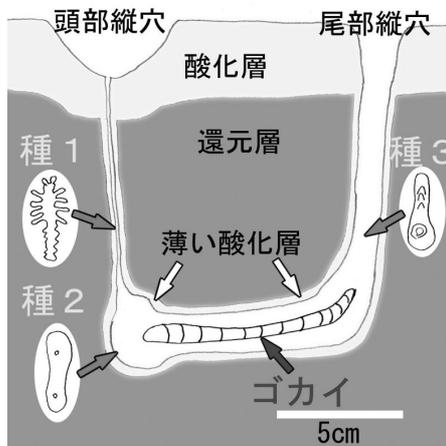


図1. ゴカイの巣穴と主なメイオファウナの分布。メイオファウナ各種のサイズは誇張されており、分布中心は矢印で示されている。ライゼ（1985）の図を元に著者が作成。

メイオファウナは1mmの篩を通過する小型底生生物の総称である。干潟における彼らの生物量は大型底生生物（マクロファウナ）の数分の一だが、世代交代時間が短いため、生物生産量の点ではマクロファウナに匹敵し、それを凌駕する場合もある（ラファエリ&ホーキンス 1996）。

一方、マクロファウナには、小型生物では不可能な、干潟内の構造を大規模に改変する能力がある。例えば、北海の干潟に普遍的に生息するタマシキゴカイの1種のU字型巣穴は、堆積物中の還元層を貫く形で形成されるが、この巣穴の周りには薄い酸化層が形成され、様々な好気性のメイオファウナが巣穴内の微細構造を種特異的に利用しており（図1）、その結果、干潟全体のメイオファウナの種多様性の増加に、これらの巣穴が貢献している事が報告されている（ライゼ 1985）。つまりゴカイなどのマクロファウナの巣穴は、一様な平面構造の広がる干潟に三次元的な厚みを与え、酸素を泥の奥まで行き渡らせる「毛細血管」の役割を果たし、より小型の生物たちに微細生息場所を提供している。

このように沿岸堆積物中では、マクロファウナの活動が、より小型の底生生物の生物量・種多様性を増大させる方向に堆積物環境を改変する「助長作用」を及ぼす場合が非常に多い（ライゼ 1985）。

シオマネキ、コメツキガニなどのスナガニ類の仲間は、干潟に普遍的に分布するカニ類であるが、彼らの捕食活動は、堆積物表層のメイオファウナに負の影響を与える事が知られている（Reinsel 2004）。だが他方で、熱帯の干潟に生息するスナガニ類などの巣穴近縁の堆積物中では、その周辺の堆積物よりメイオファウナ全体、あるいは特定の分類群の個体数が多かったという報告もある（Dittmann 1996）。したがって、スナガニ類の巣穴にも、タマシキゴカイなどと同様に、堆積物中のメイオファウナに対する助長作用があると思われる。しかし、彼らの巣穴周辺における、メイオファウナのcmスケールの微小な空間分布に関する包括的な研究例は、極めて少ないのが現状である。

干潟の代表的マクロファウナであるスナガニ類の助長作用が、メイオファウナの群集構造に与える影響を解明する事は、干潟生態系において生物多様性が維持される仕組みや、有機物・エネルギーの流れを理解する上で必要不可欠であると考えられる。

そこで私は、スナガニ類のメイオファウナに対する助長作用を明らかにするために、天草諸島の一つ、前島に所在する合津マリンステーション前の干潟において、ハクセンシオマネキとコメツキガニの巣穴周囲のメイオファウナの微小分布の調査を開始した。両種は、干潟上部の砂質部の代表的スナガニ類である。調査に当たっては、以下の二つの作業仮説を念頭に置いている（図2）。

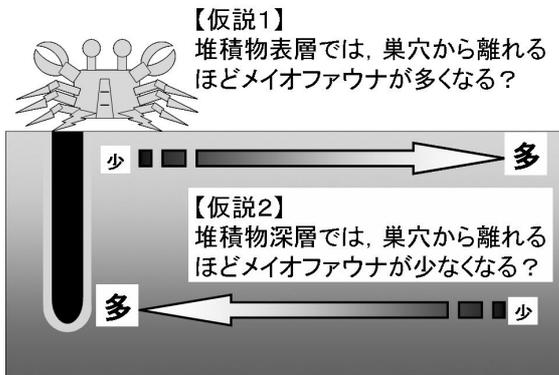


図2. スナガニの巣穴と、 meiofauna の堆積物中の分布に関する作業仮説

仮説1. 堆積物表層は、カニの摂餌活動により攪乱される。したがって表層では、巣穴から離れるほど meiofauna が多くなると考えられる。また、攪乱作用は干潟の干出直後から始まるため、表層における meiofauna の水平空間分布は、時間経過と共に大きく変動するであろう。

仮説2. 堆積物深層では、巣穴に近いほど酸素濃度が高いと思われる。したがって深層では、巣穴から離れるほど meiofauna が少なくなると考えられる。

【材料と方法】

2007（平成19）年のサンプル採集を、ハクセンシオマネキ、コメツキガニ二種類の繁殖期にあたる8月と、両種の活動が弱まる11/12月に行った。サンプル採集と処理の詳細は、以下のとおりである。

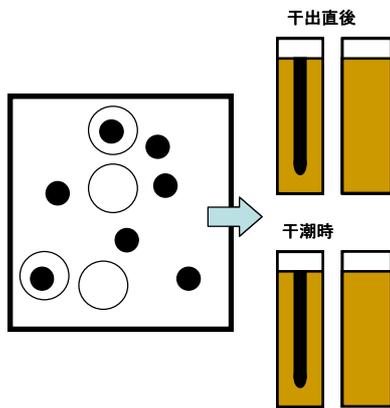


図3. スナガニ類の巣穴がある場所と、ない場所の meiofauna の堆積物中の垂直分布を調べるための堆積物コアサンプル採集。

まず干潟の干出直後に、いずれかの種の巣穴を含むように、内径8cmのプラスチック製コアサンプラーを深さ10~15cmまで挿入して、堆積物コアサンプルを採集した。同時に、その巣穴付近（巣穴中心部から水平距離で20cm以内）の巣穴がない場所からも堆積物コアサンプルを採集した。潮位とスナガニ類の摂食活動の影響を調べるため、最大干潮時にも、干出直後にサンプル採集を行った場所付近（2m以内）で同じ種に対する同様の採集を行った（図3）。サンプルを層別に分けて生物を固定処理するのにかかる時間（コア1本につき30分以上）と、潮位変化の速度を考えると、1日1セット（上記のコア4本分）が限界であった。したがって、同一干潟内のmスケールの変異をおさえるために、各時期において数日かけてサンプル採集を行った。

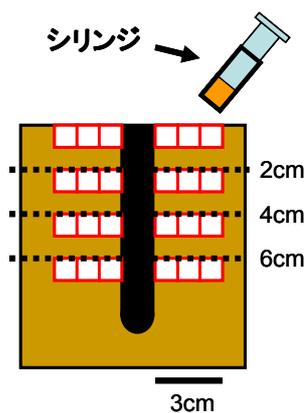


図4. シリンジによる微小空間変異調査用のサブサンプル採集

採集された堆積物コアサンプルは、「巣穴あり」「巣穴なし」共に、実験室において、堆積物表面から垂直方向に2cm毎に、押し出し器を用いて層別に分けた。巣穴を含むコアサンプルの場合、巣穴近縁の meiofauna の微小空間分布の変化を調べるために、それぞれの層において、巣穴壁面からの水平距離が0-1cm, 1-2cm, 2-3cmの位置で、先端を切り落としたシリンジ（断面積0.71cm²）を用いて堆積物サブサンプル（シリンジにより2回採集、合計1.42ml）を採集した（図4）。巣穴のないコアサンプルの場合も、同じシリンジを用いて、各層のコア中心付近から1.42mlの堆積物を採集した。

上記のとおり、本研究のために採集されたサンプル数は莫大で、全てを解析するには多大な時間を要する。そこで本講演会では、調査の第一段階として、両種の巣穴からの水平距離が0-1cm、

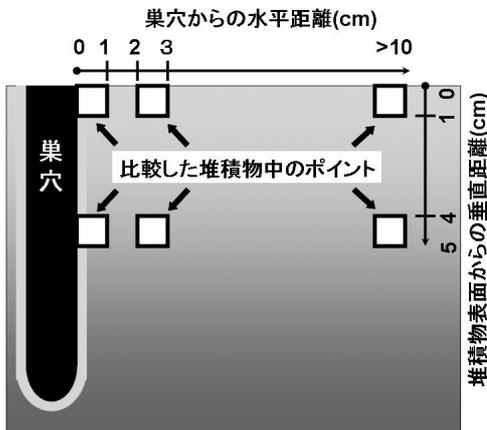


図5. 本講演会で用いるデータの実験デザイン

2-3cm, <10cm (巣穴のないコアからの堆積物) における堆積物中のメイオファウナの個体密度, 群集構造を, 堆積物表層と, 表面から4-5cmの層で比較した結果を示す (図5).

【途中経過と展望】

メイオファウナ全体の個体密度

現時点 (2008年2月下旬) の解析結果を元に, 2007年11/12月におけるハクセンシオマネキ, コメツキガニの巣穴周辺におけるメイオファウナ全体の微小分布パターンをそれぞれ図6, 7に示す. 堆積物表層では, 両種共に, 巣穴最遠部 (>10cm) で最も高い平均密度が

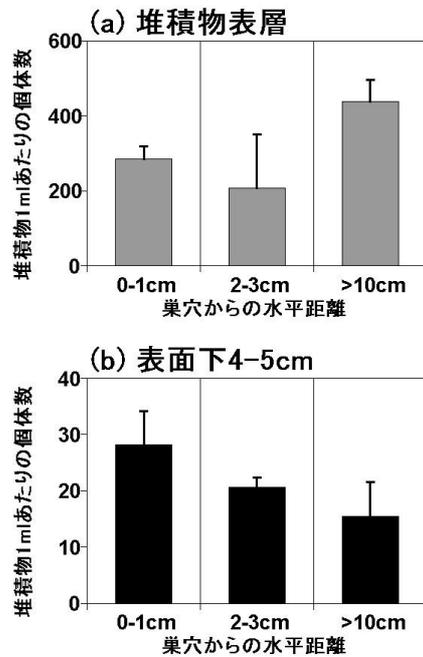


図6. ハクセンシオマネキの巣穴からの水平距離が 0-1cm, 2-3cm, >10cm の堆積物中のメイオファウナ全体の個体密度 (個体数/1ml). (a)堆積物表層, (b)堆積物表面下 4-5cm. バーは平均値, エラーバーは標準偏差をそれぞれ示す.

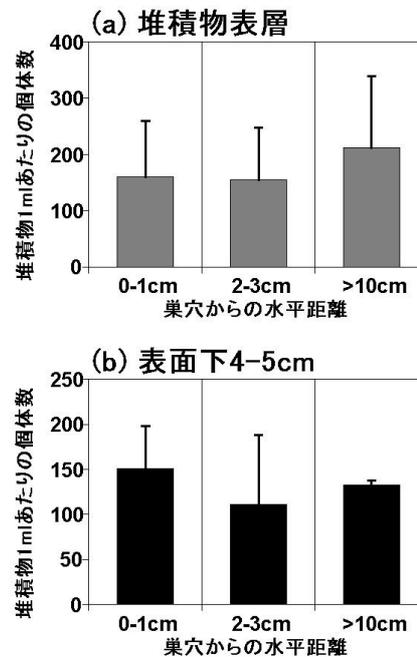


図7. コメツキガニの巣穴からの水平距離が 0-1cm, 2-3cm, >10cm の堆積物中のメイオファウナ全体の個体密度 (個体数/1ml). 以下の説明は図6と同じ.

観測された. 逆に, 堆積物表面下4-5cmの堆積物深層部では, 両種の巣穴近接部 (0-1cm) で最高平均密度が検出された. これらの結果は, 仮説1, 2と矛盾しない. だが, 巣穴最遠部 - 近接部における平均個体密度差の程度 (大きい方の値/小さい方の値) は, 堆積物表層, 深層共に, ハクセンシオマネキの巣穴周辺でより顕著であった.

スナガニ両種の巣穴は, 潮位上昇による水没直前に, その持ち主によって入り口を塞がれ, 日中の干出直後に再び入り口を開かれる. 巣穴入り口の位置の時間変化を調べたところ, ハクセンシオマネキの巣穴の入り口は, 毎日ほぼ同じ場所に開くのに対して, コメツキガニの巣穴の入り口の位置は,

日ごとにかなり変わっていた。これは、コメツキガニの巣穴（少なくともその上部）が長期間維持されていない事を示唆する。それゆえ、コメツキガニの採餌による攪乱作用と、彼らの巣穴による助長作用は、ハクセンシオマネキの場合より弱いのかも知れない。しかし、解析に用いたデータ数が少なく(n=2)、データのバラつきが大きかったため、いずれの調査項目でも有意差は検出されていない。

メイオファウナ高次分類群の組成

ハクセンシオマネキ巣穴周辺から得られたサンプル中のメイオファウナ高次分類群の組成を元に、PCAを行った解析結果を図8に示す。ここでいう「高次分類群」は、線虫類、クマムシ類、多毛類などの動物門 - 綱レベル（甲殻類は、より細かく亜綱 - 目レベル）で分類されたグループを指す。堆積物表層、深層共に、巣穴から10cm以上離れた地点から採集されたサンプル間の組成が類似していた事が示された。一方、巣穴近縁(巣穴からの水平距離0-1cm, 2-3cm)から採集されたサンプル間の類似度は低かった。少なくとも高次分類群レベルでは、巣穴近縁に共通の群集組成が存在する可能性は低く、むしろ巣穴が群集の空間異質性を高めているように見える。コメツキガニでも同様の結果が得られたので、ここでは省略する。

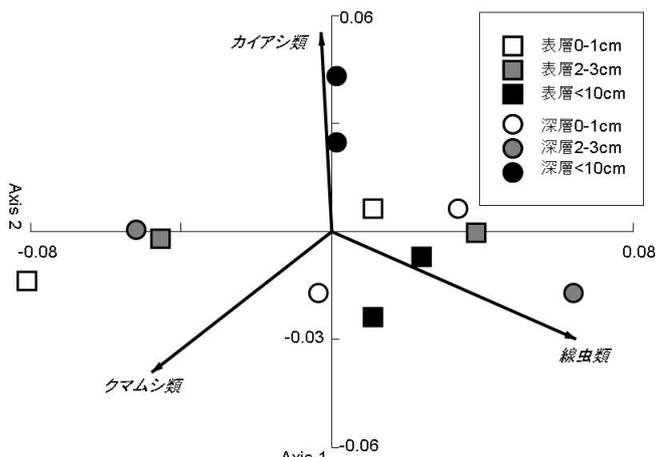


図8. ハクセンシオマネキ巣穴周辺のメイオファウナ群集組成の空間変異。堆積物表層から採集されたサンプルは四角、深層(表面下4-5cm)から採集されたサンプルは丸で示されている。各記号の濃淡(白, 灰, 黒)は巣穴からの水平距離を示す。組成が似ているサンプルは互いに近い位置にプロットされている。ベクトルは、群集の組成変化に大きく貢献した分類群についてのみ示されている。矢印の方向へ向かうにつれて、サンプル内のその分類群の割合が増大する。

講演会当日には、11/12月の残りのサンプルと、8月のサンプルの解析をできるだけ終えて、巣穴の助長作用の季節変化と種間の違いに関する、より角度の高い情報を提供したい。

【参考文献】

Dittmann, S., 1996. Effects of Macrobenthic burrows on infaunal communities in tropical tidal flats. Marine Ecology Progress Series, 134, P119-130.

ライゼ, K., 1985. 干潟の実験生物学 (倉田 博訳), 生物研究社, 東京.

ラファエリ, D. & S. ホーキンス, 1996. 潮間帯の生態学 (朝倉 彰訳), 文一総合出版, 東京.

Reinsel K.A., 2004. Impact of fiddler crab foraging and tidal inundation on an intertidal sandflat: season-dependent effects in one tidal cycle. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 313, P1-17.

和田恵次. 2000. 干潟の自然史, 京都大学学術出版会, 京都

キーワード:メイオファウナ・群集組成・マクロファウナの助長作用・スナガニ類の巣穴・攪乱