

## スナガニ類の巣穴が小型底生生物の微小空間分布に与える影響

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生態系サービスを人類に提供する（和田 2000）。この生態系サービスを支えるのが、干潟の堆積物表面や内部に生息する大小さまざまなサイズの底生生物（ベントス）である。ベントスは、体の大きさによって、いくつかのグループに分けられる。

メイオフau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au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auナの種多様性や生物量の増加に、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、酸素や食物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のである。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「助長効果（promotional effects）」を及ぼす場合が非常に多い（ライゼ 1985）。

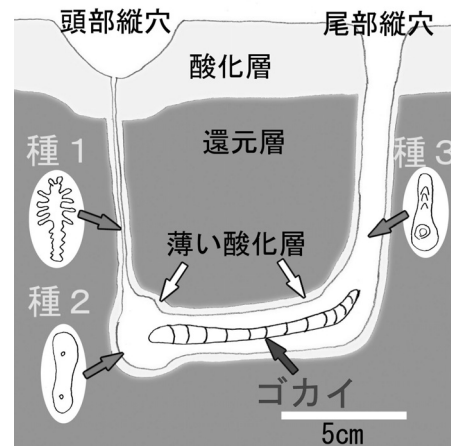


図1. ゴカイの巣穴と主なメイオフauナの分布. メイオフauナ各種のサイズは誇張されており、分布中心は矢印で示されている. ライゼ (1985) の図を元に著者が作成.

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au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au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auナに対する助長効果があると思われる。しかし、例えばDittmann (1996)の研究がそうであったように、スナガニ類の巣穴に関しては、タマシキゴカイで示されたようなメイオフauナのcmスケールの微小な空間分布を解析した研究例が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効果が、メイオフau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auナに対する助長効果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た（図2）。

**仮説1.** 堆積物表層は、カニの摂餌活動により攪乱され、また、酸素が外部から堆積物中に直接供給されやすい。したがって堆積物表層では、巣穴の助長効果は弱い、あるいは完全に打ち消されるため、メイオファウナの水平分布は、巣穴からの距離と無関係である。

**仮説2.** 堆積物深層では、巣穴がスノーケルの役割を果たすため、それに近いほど酸素濃度が高いと思われる。したがって堆積物深層では、巣穴の助長効果が強く働き、巣穴に近いほどメイオファウナ密度は高くなる。もしくは、巣穴からの水平距離に沿って、低酸素濃度に敏感な分類群が減少し、耐性のある分類群が増加するため、メイオファウナ全体の群集組成が変化する。

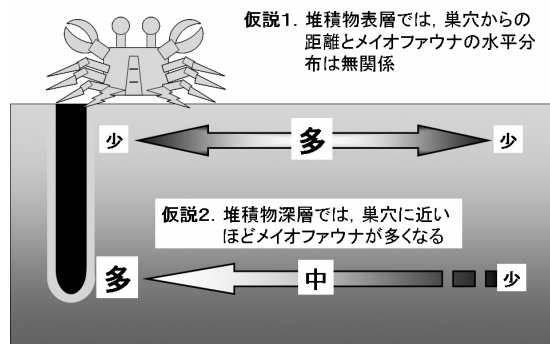


図2. スナガニの巣穴と、メイオファウナの堆積物中の分布に関する作業仮説

### 【材料と方法】

サンプル採集は2007（平成19）年、ハクセンシオマネキ、コメツキガニ両種の繁殖期にあたる8月と、両種の活動が弱まる11月（一部12月初め）に、天草前島の干潟において行われた。サンプル採集と処理の詳細は、以下のとおりである。

最大干潮時に、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が10cm以上、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。これをサンプル1セットとし、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、数日かけて各種3セット、合計6セットの採集を行った(11月のコメツキガニは2セットのみの採集)。

採集された堆積物サンプルは、「巣穴アリ」「巣穴ナシ」ともに、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。巣穴を含むサンプルの場合、巣穴近縁のメイオファウナ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、2-3cmの位置で、先端を切り落としたシリンジ（断面積0.71cm<sup>2</sup>）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。巣穴のないサンプルの場合も、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（図3）。

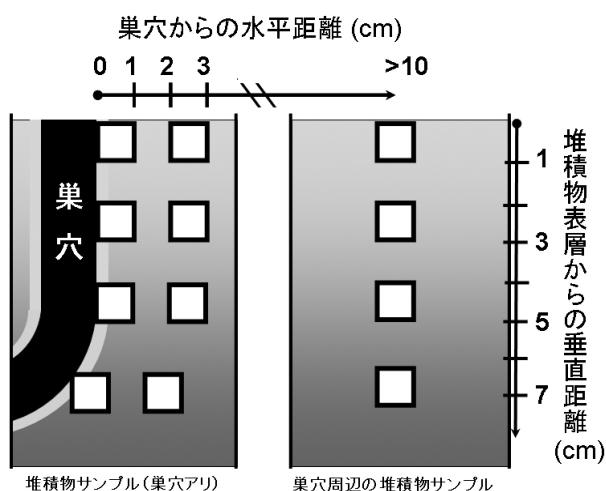


図3. 微小空間変異調査用サンプリングデザイン。四角い枠が堆積物サブサンプルを採集したポイントを示す。

ハクセンシオマネキの巣穴はJ型をしているため、内径8cmのコアサンプルでは、堆積物表層下6-7cm以深の巣穴周辺の堆積物は採集できなかった。そこで本研究では、ハクセンシオマネキ、コメツキガニ共に、堆積物表面から0-1cmの層（以後、堆積物表層、あるいは表層と呼称）、2-3cmの層（中層）、4-5cm（漸深層）、6-7cm

(深層)のみを対象として解析を行った。この要旨では8月の結果のみを示す。11月の結果は講演時に示す予定である。

### 【結果と考察】

#### メイオファウナ全体の個体密度

2007年8月の、コメツキガニとハクセンシオマネキの巣穴周辺におけるメイオファウナ全体の微小空間分布をそれぞれ図4、5に示す。

堆積物表層のメイオファウナの分布には、両種ともに、巣穴からの水平距離に沿った明確な傾向は見出されなかった。また、月を問わず水平距離間に有意差は検出されなかった (ANOVA,  $P > 0.05$ )。この結果は仮説1と矛盾しない。

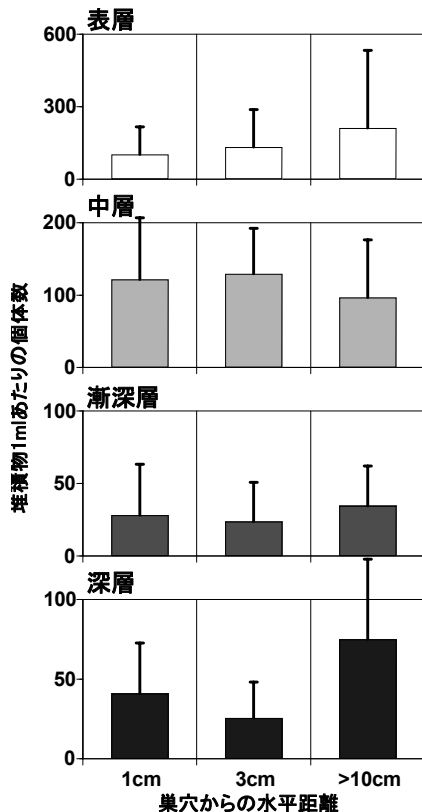


図4. コメツキガニの巣穴からの水平距離が 0-1cm, 2-3cm, >10cm の堆積物中のメイオファウナ全体の個体密度 (個体数/1ml 堆積物)。バーは平均値, エラーバーは標準偏差をそれぞれ示す。

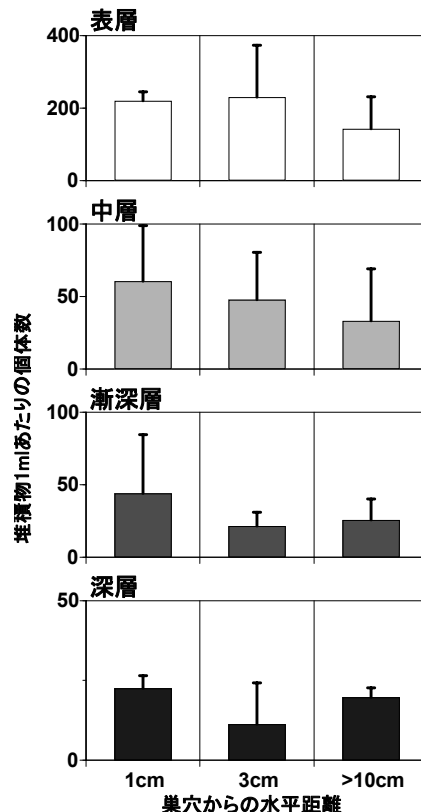


図5. ハクセンシオマネキの巣穴からの水平距離が 0-1cm, 2-3cm, >10cm の堆積物中のメイオファウナ全体の個体密度 (個体数/1ml 堆積物)。以下の説明は図4と同じ。

一方、堆積物中層、漸深層、深層部では、両種の巣穴周辺で異なる傾向が見られた。コメツキガニの巣穴の場合、堆積物表層と同様に、メイオファウナ個体数と巣穴からの水平距離との間に関連性は示されなかった。それに対してハクセンシオマネキ巣穴周辺では、メイオファウナ平均個体数密度の最大値は、巣穴直近部で観察された。これは一見、仮説2を支持する結果である。しかしサンプル間の分散が大きく、堆積物のいずれの層においても水平距離間に有意差は検出されなかった。

#### メイオファウナ高次分類群の組成

2007年8月にハクセンシオマネキ巣穴周辺から採集されたサブサンプル間のメイオファウナ高次分類群の組成の類似関係を、多次元尺度法 (MDS) を用いて解析した結果を図6Aに示す。堆積物の深い場所から採集されたサブサンプルが図の右側に固まってプロットされたのに対して、堆積物表層からのサブサンプルは左側の広い範囲にプロットされた。さらにANOSIMテストは、堆積物各層における組成に有意な差がある事を示した。これらにより、メイオファウナ高次分類群の組成は堆積物深度に沿って最も大きく変化する事、堆積物の深い場所の組成は一樣である事が示された。さらに図6Bが示すように、この組成変化に最も貢献するのが線虫類で、この分類群の割合は深度とともに増大した。しかし、巣穴からの水平距離に沿った明確な組成変化は、堆積物の表層から深層にいたるまで見出されなかった。一方、コメツキガニの巣穴周辺では、巣穴からの水平距離、堆積物表面からの垂直

距離に関連したメイオフauナの組成変化は見られなかった。

ハクセンシオマネキの巣穴周辺の堆積物粒子（中央粒径：約0.19mm）は、コメツキガニのそれ（0.08mm）より細かかった（増田龍哉氏情報提供）。したがって堆積物中の酸素濃度の減少は、前者の巣穴周辺でより顕著であると予想され、この種の巣穴周辺の堆積物深層で還元的環境に耐性のある線虫類の割合が増大するのはこのためだと考えられる。しかし予想外だったのは、ハクセンシオマネキとコメツキガニの巣穴周辺では、メイオフauナの群集組成の堆積物深度に沿った変化に顕著な違いが見られたにも関わらず、いずれの巣穴に関しても、助長効果を示す強い証拠が得られなかったことである。

「有意差がない＝効果がない」という事では必ずしもないのだが、粒径0.2mm以上の堆積物中では、酸素濃度の低下は深刻ではなく、スナガニ類の巣穴による助長効果も強く現われないのかもしれない。この推測の真偽を確かめるために、より堆積物粒子の細かい干潟に生息するスナガニ類（チゴガニなど）の巣穴に関する研究を引き続き行う必要がある。

#### 【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auナ・スナガニ類・巣穴の助長効果

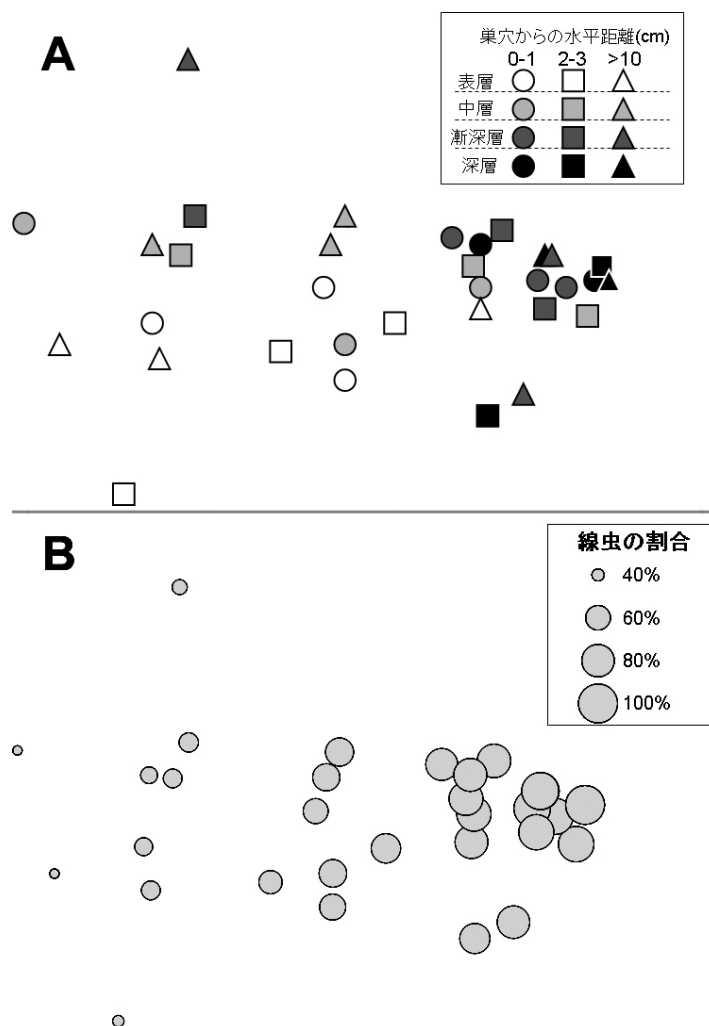


図6. A)ハクセンシオマネキ巣穴周辺のメイオフauナ群集組成の空間変異。記号の色の濃淡は堆積物各層の違い、記号の形は巣穴からの水平距離の違いを示す。群集組成が似ているサブサンプルは互いに近い位置にプロットされている。B) Aの解析結果に、各サブサンプルにおけるメイオフauナ全体に占める線虫類の割合(%)の情報を重ねて示した結果。円の直径が大きいくほど線虫類の割合が高い。