

論文の内容の要旨

東京大学大学院農学生命科学研究科
生圏システム学専攻 水域保全学研究室
平成 24 年度博士課程進学
田中裕一
指導教員 岡本 研

論文題目

生物攪拌者ヤマトオサガニが河口干潟の底質環境およびベントスにおよぼす影響

第 1 章 序論

生態系の物理的改変を起こす生物を生態系エンジニアといい、干潟生態系においては、生物攪拌者がこれに当たると考えられる。生物攪拌者とは、移動や摂餌、造巣によって底質を活発に攪拌する生物で、干潟の底質環境や生物相を改変する。生物攪拌者による底質環境の物理的改変を介した間接的生物間相互作用は、干潟生態系を理解する上で重要な要因の一つであると考えられている。しかしながら、国内においては干潟の生物攪拌者を扱った研究がほとんどなく、生物攪拌者の生態系エンジニアとしての側面は十分に理解されているとはいえない。

本研究では、生物攪拌者が干潟生態系において果たす役割を明らかにするために、国内の代表的な造巣性ベントスの一種であるヤマトオサガニ *Macrophthalmus japonicus* (甲殻亜門; スナガニ上科) を対象とした。ヤマトオサガニは河口域の泥干潟において最大で 60 個体/m²程度の高密度で生息すること、巣穴を数日に一度という高頻度で更新することから、泥干潟における主要な生物攪拌者だと考えられる。本種の生態情報は多くが明らかになっているが、本種の生物攪拌者としての側面にはほとんど分かっていない。

そこで本研究では、ヤマトオサガニが干潟生態系の底質環境と同所的に生息するベントスにおよぼす影響を明らかにし、生態系エンジニアとしての役割を有するかどうかを検討することを目的とした。この目的を達成するために、多摩川河口付近に位置し、ヤマトオサガニの高密度 (40~60 個体/m²) 個体群が観察される二ヶ所の泥干潟において、定量的な野外調査と野外操作実験とを繰り返し行った。

第2章 ヤマトオサガニとベントスの分布の時間的空間的変動

野外調査は、調査地におけるヤマトオサガニとベントス各種の分布の時間的空間的変動を明らかにし、その変動要因を考察することを目的として、2009年9月から2014年1月にかけて季節ごとに行った（除く2009年冬および2011年）。調査では、それぞれの干潟内に5～9地点ずつを設け、ヤマトオサガニの個体数密度と甲幅組成、底質環境、ベントス各種の個体数密度を調べた。

二ヶ所の干潟の底質環境は似通っていたが、底質粒度組成が異なった。ヤマトオサガニの分布には、稚ガニの加入と冬季の休眠に起因すると考えられた季節的変動と、泥質環境を好む本種の環境選好性に起因する空間的変動がみられた。調査地におけるヤマトオサガニの生物攪拌は、夏季および潮間帯上部において盛んで、冬季および潮間帯下部ではほとんど行われないと考えられた。

マクロベントスは合計で20分類群、41704個体が採集され、二枚貝（ヤマトシジミ、ソトオリガイなど）、多毛類（ヤマトカワゴカイ、ヤマトスピオ、ヘテロマス属の一種など）、甲殻類（ニホンドロソコエビなど）が出現した。クラスター分析の結果、マクロベントスの種組成は、干潟間では類似していること、春・夏と冬とで異なることが示された。出現した主なマクロベントス各種について季節別、地点別に個体数密度を比較した結果、二枚貝は潮間帯下部で個体数密度が高く、イトゴカイ科3種を除く多毛類は春・夏に個体数密度が高いなど、季節的変動または空間的変動、あるいはその両方がみられた。冗長性分析（RDA）の結果から、調査地のマクロベントスの分布の変動は、以下の要因によって説明されると考えられた；(1) 幼生または幼体の加入、(2) 多くの種の餌料源である底生微細藻類の現存量、(3) 底質粒度、(4) ヤマトオサガニの個体数密度。

本調査地のメイオベントス相は、ほぼ線虫のみで構成されていた。線虫の個体数密度は、季節では春および冬に、地点では潮間帯下部で高くなる傾向がみられた。線虫の分布の時間的空間的変動を説明する要因として、底質粒度、餌である底生微細藻類の現存量、ヤマトオサガニによる生物攪拌が考えられた。

第3章 ヤマトオサガニが底質環境および底生微細藻類におよぼす影響

ヤマトオサガニが底質環境および底生微細藻類におよぼす影響を明らかにするために、野外調査を行った二ヶ所の泥干潟で野外操作実験を行った。実験は本種の生物攪拌が最も

盛んだと考えられた夏の潮間帯上部において、2011年～2013年の3回行った。実験期間は、2011年は7月～8月、2012年・2013年は7月～9月とした。金属製ケージを用いて本種を排除したカニ排除区、ケージは設置するが本種の排除は行わないケージ対照区、何の操作も施さない周辺区の3操作区を設け、本種の在・不在による底生微細藻類と底質環境の変化を調べた。

その結果、どちらの干潟においてもカニ排除区では底生微細藻類の現存量が増加し、底質表層の有機物含量と含水率が高くなった。これらのことから、ヤマトオサガニは底質の攪拌および摂食によって底生微細藻類の現存量を低下させ、底生微細藻類による底質表層でのマット形成を阻害し、有機物および水分の蓄積を妨げると考えられた。また、ヤマトオサガニによる底生微細藻類のマット形成の阻害は、底質の不安定化を促進すると推定された。カニ排除区では底質が還元的になっていたことから、ヤマトオサガニの生物攪拌は底質の酸化層を拡大することも示された。一方で、操作区間で中央粒径値および含泥率に有意差がみられなかったことから、ヤマトオサガニの生物攪拌は底質の粒度組成を改変しないことが示された。これは、造巣時の底質粒子の下層から表層への運搬において、粒子サイズによる選別を行わないためだと考えられた。

以上のことから、ヤマトオサガニは底生微細藻類の現存量の減少を介して底質環境を改変すると推定された。先行研究では生物攪拌者が底質の粒度組成の改変を介してその他の底質環境を改変することが知られている。底質の粒度組成の改変を介した底質改変作用は、底質の粒度組成が異なる場所では現れないことがある。しかしながら本種による底質改変作用は、底質の粒度組成が異なる両方の干潟で同じようにみられたことから、底質の粒度組成による影響を受けない可能性が高いと考えられた。

第4章 ヤマトオサガニがベントスにおよぼす影響

ヤマトオサガニが同所的に生息する他のベントスにおよぼす影響を明らかにするために、前章のヤマトオサガニを排除した野外操作実験において、ヤマトオサガニの在・不在によるマクロベントス各種と線虫について個体数の変化を調べた。

出現したマクロベントスの主要9種のうちホソミサシバを除く8種と線虫において、操作区間で個体数に有意な変化がみられた。ヤマトシジミ、ソトオリガイ、ヤマトカワゴカイ、ヤマトスピオ、ドロクダムシ科の一種、線虫がカニ排除区で増加し、ヘテロマスタス属の一種とムロミスナウミナナフシがカニ排除区で減少した。さらにヤマトシジミにおい

ては、カニ排除区で肥満度が上昇した。前章で明らかにしたヤマトオサガニの底質改変作用とあわせて、本種の影響を以下のように考察した：(1) ヤマトオサガニは底生微細藻類を減少させることで、底生微細藻類を主に摂餌するヤマトシジミ、ソトオリガイ、ヤマトカワゴカイ、線虫を減少させた；(2) ヤマトオサガニは底質表層を不安定化させることで、二枚貝（ヤマトシジミ、ソトオリガイ）の摂餌および底質中での定位を阻害し、ヤマトスピオおよびヨコエビ類（ニホンドロソコエビ、ドロクダムシ科の一種）の底質表層での棲管形成を阻害して、これらの個体数を減少させた；(3) ヤマトオサガニは底質の酸化層を拡大することで、底質下層で生息するヘテロマスチス属の一種とムロミスナウミナナフシを増加させた。

ヤマトオサガニの影響は、ほとんどのマクロベントスにおいて干潟間で同じであったが、ニホンドロソコエビと線虫では干潟間で異なった。ニホンドロソコエビは個体数密度が大きく異なったことにより、線虫は底質の粒度組成の違いにより、それぞれヤマトオサガニによる影響の現れ方が干潟間で異なると考えられた。

第5章 総合考察

野外調査（第2章）と野外操作実験（第3章、第4章）の結果から、干潟生態系におけるヤマトオサガニの役割について以下のように考察した；ヤマトオサガニは底質の攪拌により底生微細藻類の現存量を低下させる。底生微細藻類は多くのベントスの主要な餌料源であるため、底生微細藻類を利用するベントスが減少する。また、底生微細藻類の減少は底質の不安定化を招く。底質が不安定化すると二枚貝の摂餌および底質中での定位が阻害されるとともに、底質表層に棲管を形成するベントスが減少する。また、ヤマトオサガニの生物攪拌は底質下層を酸化的にすることから、下層に生息するベントスにとって好適な環境が形成される。以上のことから、ヤマトオサガニの生物攪拌は泥干潟の底質環境およびベントスの分布を決定する要因の一つと考えられ、泥干潟における生態系エンジニアであるといえる。

ヤマトオサガニは国内の泥干潟に広く分布する普通種で、しばしば優占種となる。本研究によって明らかになったヤマトオサガニの生態系エンジニアとしての側面は、河口域の干潟生態系を理解する上で大きな意味をもつと考える。