

学 位 論 文 の 要 旨

論文題目 堆積物底における底質硬度の測定と潜砂性底生生物の分布への応用

広島大学大学院生物圏科学研究科

環境循環系制御学専攻

学生番号 D141525

氏 名 梶原 直人

堆積物に潜砂・管棲を行う底生生物にとって、その性状は非常に重要な要素の一つである。本稿では堆積物底において、その硬度を潜砂・営巣する底生生物の生息環境の好適生息環境の重要な物理的指標としてとらえることを論旨としている。従来は堆積物底におけるほぼ唯一の好適生息環境に関する物理的指標である、底質の粒径及び分布と生息する小型底生生物の能力との関係で分布域の解析がなされていた。底質の硬度は、底質の粒径やその分布による解析が適用できない領域において小型底生生物の帯状分布を解析出来る可能性があり、分布域の成立をより合理的に解析するため以下の章立てとその要旨で本稿を進めてゆく。

第1章では、本研究を取り巻く大局的な情勢や重要性について、海底堆積物に関する一般的な情報や認識及び由来・起源や分布と経緯も含めて網羅することで、理解に資するよう努めた。特に生物の生息環境としての特徴や取り扱いの経緯も含め、水及び岩礁での物理環境との比較から、堆積物底における底質硬度の物理的環境の明確な位置づけを試みた。さらに、生物の生息環境として底質硬度を把握する重要性について、底生生物における堆積物底の位置づけや、従前の堆積物底における研究を示すことで明らかにした。また、従来ほぼ唯一の底質の物理的指標であった粒度に関して、適用の限界(範囲)について具体例を挙げるとともに、その解決に汎用的・原則的かつ生息する底生生物のスケールに呼応した底質の新たな物理的指標の必要性を提唱した。これらの条件を高度に満たすと推察される物理指標として底質の硬度を提案し、底質硬度に関する多方面からの知見について触れられた、以降における解説及び各論を要約した。

次の段階として、底質硬度が底生生物の物理的な生息環境として実用的であるか、あるいは測定器具及び測定法ごとの特徴を明確にする必要がある。1章1ではまず、従来の土木分野での底質硬度の測定・調査法に触れ、そのスケールや概念の差異を抽出することで、以降での底生生物の物理的な生息環境としての底質硬度の特性を強調した。次に、近年において、底質の硬度指標を用いた底質環境の探求や、底生生物の生息環境を解析する手法が開発され、成果を挙げている事例について、研究の背景の変化や研究フィールドのトレンドに鑑みながら、どのような測定器具を用いて何を解明したのかを時系列的に記述した。特に、本章ではこれらの実例の紹介にとどまらず、研究の将来の展望や、特徴的な内容についても考察した。

第2章では、生息環境としての新たな物理指標としての底質硬度を取り扱うにあたり、これまでに研究に用いられ、底質硬度が測定された測定機器の記録についてとりまとめた。測定機器については、その測定原理毎に大まかな分類を行い、測定範囲や改造の有無等によって細分化し記述した。また、各々の測定機器について特徴や底質毎の親和性等の記述に努めた。さらに、各々の測定機器を使用する際の注意点や測定の最適化のため留意する諸問題も記述した。これらを認識・理解することにより、底質硬度の測定器具や測定法の選択が調査の精度を高める一助となるよう考慮した。

また、底質硬度に関連の深いサクション、飽和水面、飽和度、粘着力などの物理指標について紹介し、その原理や測定する意味合いについて考察した。さらに、底質硬度に対するこれらの物理指標の関係性やその測定方法等について各々記述するとともに、底生生物の生息環境としての底質硬度に対する理解を多面的に深めることを目指した。

第3章では、砂浜海岸における複数の底質硬度について、飽和水位やサクションとの関係を明

らかにし、各々の底質硬度指標の特性を把握することを試みた。また、底質硬度の概念を取り入れた調査の高度化及び簡便化によって現場段階への普及を目的としたサクシオン測定 of 代替措置について検討・試行をおこなった。その結果、少なくとも飽和状態の推定については、サクシオン測定を用いず現場での簡便な方法で代替可能と考えられ、実験室内でのサクシオンと底質硬度指標からの推定より汎用性も精度も高い可能性を示した。また、砂浜海岸汀線域において、飽和状態でサクシオンが殆ど変動しない潮下帯最上部においても帯状分布が認められることに着目し、ナミノリソコエビの分布下限の成立要因を土砂環境、特に漂砂動態に着目した解析による解明を試みた。その結果、砂漣やステップが特徴の漂流漂砂域においては、三次元的な漂砂動態によりナミノリソコエビが半潜砂状態の摂餌行動を阻害されること、魚類等捕食者の侵入頻度が高い潮下帯下部への移出を防ぐ等の理由で分布の下限となっていると考えられた。また、漂流漂砂域とそれ以浅の掃流漂砂域は、岸沖方向の流速や底層の漂砂量の大幅な変化から判別出来ることも明らかとなった。

第4章では、潮位の変動が殆ど無い日本海側の砂浜海岸だけでなく、潮位変動を伴う砂浜海岸において潮位毎の土砂環境と潜砂性小型甲殻類の分布を調査することで、その影響と普遍性を解明することを試みた。その結果、潮位毎の土砂環境の変動にナミノリソコエビの分布域が上限・下限とも連動していた。また、海底勾配が変動することによって帯状分布域の幅が増減することや漂流漂砂域の始点が固定されるなど、新たな知見が得られた。これらの結果から、底質の硬度や土砂環境に起因する潜砂性小型甲殻類の帯状分布域の成立は、極めて普遍性の高いことを示した。

第5章では、砂よりも粒径の大きい礫に関して、実験的手法を用いて基本的な物理的性質を把握することを試みた。実際の海岸では砂浜と礫浜が連続的に存在する場合も多いが、その物理的性質は全く異なり、サクシオンや底質硬度の重要性は低く、飽和・不飽和の区別と粒径によって殆どの物理的性質が決定されると考えられた。今後の礫浜における生態系の調査においてこれらの結果は基礎知見として大いに活用出来る。また、砂相当の粒径においても、粒径毎の物理的性質が少しずつ異なることを明らかにし、測定した全ての物理的指標が砂の性質を示すのは粒径が0.5 mm以下であることを明らかにした。

第6章では、底質硬度を用いた現状の問題点や今後の展開について、測定原理・測定方法・測定器具等多岐にわたる観点から検討と考察を行い、研究の進展に資するようとりまとめた。本稿で重要な位置を占めるサクシオンについては、安価・簡便な代替測定法を提案するとともにその優位性について記述した。また、底質硬度の重要性が著しく低下すると考えられる飽和域の泥底を除く堆積物底において、底質硬度の適用の限界について示すとともに、この領域においても帯状分布がみられることから、生息環境としての新たな物理指標の推定も行った。さらに、底質硬度の展開に関して、他の物理的指標との関係を検討した。この結果、現在堆積物の物理的性質により帯状分布域が成立することが明らかとなっている潮上帯から潮下帯及び底質の移動限界以深の海域だけでなく、碎波帯における帯状分布の成立要因の解明にも貢献して堆積物海岸全域での帯状分布域成立要因の解明に資するとともに、生息する生物の餌料環境等の指標になり得ることを示した。

以上より、底質の硬度は潜砂性小型甲殻類にとって帯状分布域を成立させる極めて重要な環境要因の一つであることを明らかにした。また、砂浜海岸汀線域や泥底のように、底質の硬度が極めて重要性が高い堆積物底と、礫底や砂浜海岸飽和域のように重要度が低い堆積物底が存在することを明らかにした。