

学 位 論 文 題 名

北太平洋東北沖陸棚斜面周辺海域における
中・深層性魚類マイクロネクトンの群集生態学的研究

学位論文内容の要旨

魚類マイクロネクトンは、全世界の海洋に普遍的に分布し、莫大な生物量を有する。本生物群は、海産哺乳類および大型浮魚類などの多くの高次捕食者にとり、重要な餌生物となっていることから、生物生産に占める役割が大きく、海洋生態系の生産構造や動態を把握する上で、その生態学的知見は不可欠である。また、陸棚斜面周辺海域では、魚類マイクロネクトンが日中の近底層域で濃密群を形成し、マダラやスケトウダラなど多くの底生性魚類の重要な餌生物となっていることが報告されており、近年、外洋生態系と陸棚生態系の相互作用の担い手として、本生物群の重要性が認識されつつある。以上のように陸棚斜面周辺域の生態系において、中・深層性魚類マイクロネクトン群集は、極めて重要な生態的地位を占めているが、その研究例は世界的にもほとんどなく、日本近海においては全く皆無である。

そこで本研究は、北太平洋東北沖において、1996 年～1998 年の春季（4 月）および秋季（10 月）に、着底トロールによる計 190 地点の漁獲物試料を用い、以下の項目について調査した。まず、陸棚上～陸棚斜面域に出現する魚類マイクロネクトンの群集構造を明らかにし、群集形成上重要な主要種を抽出した。次いで、主要種の分布様式を調べ、陸棚周辺海域における魚類マイクロネクトンの出現機構について考察した。また、食性を調べ、主要種間の食物ギルド構造を推定した。以上得られた結果をもとに、陸棚斜面上部を沿岸生態系と外洋の中・深層生態系の相互作用が生じる場として捉え、陸棚～陸棚斜面域における魚類マイクロネクトン群集の生態的機能について考察した。

調査海域では、春季に親潮系水の流入により、秋季には、北方から津軽暖流水と南方から黒潮続流の影響で、表層域で 10 月に高く、4 月に低い季節的な水温の変動パターンが認められた。

調査海域からは、計 99 種の中・深層性魚類マイクロネクトンが出現した。各採集点の種組成にもとづき、採集点の類型化を行ったところ、いずれの調査期間も 2~4 つ以下の地点群に分けられた。これらの地点群の地理分布様式を検討したところ、いずれの期間も特定の水深と水温帯で分離していた。特に、各地点群は水深 300~500 m 層付近を境界に分離していることから、調査海域では陸棚縁辺部 (200 m) から陸棚斜面上部まで分布する陸棚縁辺群、それより深い水深帯に分布する陸棚斜面群とも呼ぶべき群集が存在するものと考えられる。次いで、各種の優占度と、指標種分析により、それぞれの群を特徴付ける主要種を抽出した。その結果、陸棚縁辺群は、沖合域には分布しないハダカイワシ *Diaphus watasei* やキュウリエソ *Maurolicus japonicus* などの陸棚縁辺固有種に代表される、種多様性の乏しい群であることが明らかとなった。また、陸棚縁辺群には、各年の春季にこれら 2 種に外洋性・冷水性種であるトドハダカが加わった。一方、陸棚斜面群はマメハダカ *Lampanyctus jordani* やセッキハダカ *Stenobrachius nannochir* などの外洋性の様々な種に代表され、種多様性に富み、経時的に安定した種組成を示すことが明らかとなった。

各群を特徴付ける主要種の分布様式を調べ、外洋・沖合域の既存の知見と比較した。その結果、陸棚斜面群のマメハダカやセッキハダカは、外洋・沖合域と同様の水温および水深帯に分布することが明らかとなった。これらの種は外洋・沖合域の生息場所ニッチを維持したまま、陸棚斜面周辺域に出現していると考えられることから、陸棚斜面群は外洋域の DSL 層 (Deep scattering layer) のファウナに由来し、その陸棚方向の延長が陸棚斜面域に出現しているものと推察された。一方、トドハダカは、春季に陸棚上まで分布範囲を拡大し、通常の分布水深よりも浅い水深帯で高密度に分布していた。調査海域では、親潮系水の影響で、春季の陸棚上に本種の夜間の適水温帯に相当する冷水域が分布したことから、本種が浅海域まで分布を拡大するとともに、夜明けの下降移動の

の際、海底が物理的障壁となり、日中の生息水深に到達することができなかったため生じたものと考えられる。

調査海域における魚類マイクロネクトンの総資源量は、春季に高く、数～数十倍のオーダーで季節的に変動していた。トドハダカやオオクチワシ *Notoscopelus japonicus* のように、夜間表層まで浮上する冷水性種の資源量は、春季に高く、秋季に低い値を示した。それとは対照的に、暖水性の上昇種であるハダカイワシやアラハダカ *Myctophum asperum* の資源量は、春季に低く、秋季に高いパターンを示した。しかしながら、日周期的な鉛直移動を行わないマメハダカ、セッキハダカおよびヨコエソなどは、資源量変動に明瞭な季節性は認められなかった。以上のことから、日周鉛直移動種の資源量変動は、表層域の環境変動に対応したものであり、春季の親潮系水の流入に伴い沖合から冷水性種が、秋季の暖水域の拡大に伴い南方から暖水性種が移入して来るものと推察された。

比較的高い豊度を示した 30 種の食性を調べ、得られたデンドログラムから食物ギルド構造を推定した。その結果、全ての魚種は、浮遊・遊泳生生物食者であり、6 つのギルドに大別されることが明らかとなった。特に、群集形成上重要と考えられた主要種の全てが、オキアミ類食者、カイアシ類食者ないしはゼラチン質動物プランクトン食者に含まれた。これら後 2 者のギルドは、主要餌生物以外の多様な餌生物の捕食で特徴付けられる一方、トドハダカなどを含むオキアミ類食者は、全魚種の食性がツノナシオキアミ *Euphausia pacifica* 単一種に収斂することで特徴付けられた。調査海域の近底層域では、ツノナシオキアミが日中・海底直上で「底付き群」と呼ばれる濃密群を形成し、この濃密群は春季には岸よりに、夏季～冬季にかけては沖合に形成される。一方で、トドハダカの季節的な分布の変化は、ツノナシオキアミの濃密群の変化によく一致していた。したがって、トドハダカが、春季に陸棚縁辺域の浅層域に分布を拡大したのは、春季の水温低下によりこの領域が単に生息可能な場所になったことというだけではなく、オキアミ類の濃密群を利用するために、浅層域に索餌回遊してきた結果もたらされた可能性が考えられる。

調査海域の底性魚類群集では、エネルギー流転経路として春季に魚類マイクロネクトンが圧倒的に重要である一方、秋季にはその重要性が減少することが報告されている。これは、本研究で認められた春季の冷水性種の移入による魚類マイクロネクトンの資源量増加に対応した変化と考えられる。以上のことから、魚類マイクロネクトン群集は、ツノナシオキアミなどの浮遊性生物の低次生産を利用することで、有光層の基礎生産に由来するエネルギーを蓄積し、当海域の食物網では、基礎生産から近底層域の高次生産者に至る物質輸送経路を媒介し、表層由来の生物生産を近底層域へ輸送する生物ポンプの役割を果たしていることが示唆された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 小 城 春 雄

副 査 教 授 仲 谷 一 宏

副 査 助 教 授 桜 井 泰 憲

学 位 論 文 題 名

北太平洋東北沖陸棚斜面周辺海域における

中・深層性魚類マイクロネクトンの群集生態学的研究

魚類マイクロネクトンは、全世界の海洋の中・深層に広く分布し、その生物量は十億トンを超すといわれているものの、海洋生態系の生産構造や動態における機能や役割については殆ど解明されていないのが現状である。近年、陸棚斜面周辺は外洋漂泳区生態系と陸棚斜面底層生態系の相互作用が生づる場として考えられるに至り、その担い手として魚類マイクロネクトンの重要性が注目されている。この場において魚類マイクロネクトンは、日周鉛直移動を行うことにより、表層の生物生産を海底近傍の高次捕食者に媒介するという物質循環において重要な役割を担っていると考えられる。しかしながら、中・深層性魚類マイクロネクトン群集の生態学的研究例は極めて少なく、日本近海においては皆無である。

本研究では北日本の東北海区の陸棚上から陸棚斜面域に至る海域で1996-1998年の春季(4月)と秋季(10月)行われた、合計190回の着底トロール漁獲物より試料を得て解析した。まず、陸棚上～陸棚斜面域に出現する魚類マイクロネクトンの群集構造を明らかにし、群集形成上重要な主要種を抽出した。次いで、主要種の分布様式を調べ、陸棚周辺海域における魚類マイクロネクトンの出現機構について考察した。また、主要種の胃内容物から食性を調べ、主要種間の食物ギルド構造を推定した。以上得られた結果を基にして、陸棚斜面上部を沿岸生態系と外洋の中・深層生態系の相互作用が生じる場として捉え、陸棚～陸棚斜面域における魚類マイクロネクトン群集の生態的機能について考察した。得られた結果を要約すると以下のように纏められる。

第一には、調査海域では春季に親潮系水の流入により、秋季には北方からの津軽暖流水と南方からの親潮系水の流入により、水温は表層域で10月に高く、4月に低い変動パターンが認められた。

第二には、採集試料から合計99種の中・深層マイクロネクトンが出現した。採集地点の種組成に基づき、採集点の類型化を行なったところ、陸棚縁辺部から陸棚斜面上部までの水深300～500mに分布する陸棚縁辺群と、それより深い水深に分布する陸棚斜面群と定義できる群集に分かれた。

第三に、各群を特徴付ける主要種を抽出したところ、陸棚縁辺群はハダカイワシやキュウリエソ等の陸棚縁辺固有種に代表される、種多様性の乏しい群れであった。ただし春季には、親潮系水の流入とともに外洋冷水性のトドハダカが一時的に加わった。陸棚斜面群は、マメハダカやセッキハダカ等の外洋冷水性種が卓越し、種多様性に富み、経時的に安定した種組成を示した。また、夜間表層まで浮上する顕著な日周鉛直移動を行う種と、日周期的な鉛直移動を行わない種が認められた。

第四に、調査海域における魚類マイクロネクトンの総資源量は春季に高く、数～数十倍のオーダーで季節的に変動していた。これは、春季の親潮系水の流入に伴い沖合いから冷水性種が、秋季の暖水域の拡大に伴い南方から暖水性種が移入してくるものの、冷水性種の移入数が暖水性種より圧倒的に大きかったことが明らかとなった。

第五に比較的高い豊度を示した30魚種の胃内容物調査結果を基に、6つの食物ギルド構造を推定した。特に、群集形成上重要と考えられた主要種全てが、オキアミ類食者、カイアシ類食者、およびゼラチン質動物プランクトン食者に含まれた。これら後二者のギルドは、主要餌生物以外の多様な餌生物の捕食で特徴付けられる一方、トドハダカなどを含むオキアミ類食者は、全魚種の食性がツノナシオキアミ(*Euphausia pacifica*)単一種に収斂することで特徴付けられた。調査海域の近底層域では、ツノナシオキアミが昼間底付き群と呼ばれる濃密群を形成し、春季には岸寄りに、夏季～冬季には沖合いに分布した。一方で、トドハダカの季節的分布変化は、ツノナシオキアミ濃密群の季節的分布変化と同調していた。したがって、トドハダカが春季に陸棚縁辺域の浅層域に分布を拡大したのは、春季の水温低下によりこの領域が単に生息可能な場所になったというだけではなく、オキアミ類の濃密群を餌として利用するために、浅層域に索餌回遊してきた結果と考えられた。

上記の内容は、これまで未知であった中・深層に大きな生物量を持って生息する魚類マイクロネクトンが餌生物である浮遊性生物である低次生産を利用することで、有光層に由来する生物エネルギーを蓄積し、近底層域の高次生産者に至る物質輸送経路を媒介する生物ポンプの役割を果たしていること、そして大陸棚斜面域では漂泳生物と海底のベントス群集の間に鉛直的な相互作用が生じる重要な境界領域であること等を解明したものと高く評価できる。よって審査員一同は本研究が博士(水産科学)の学位を授与される資格のあるものと判定した。