

論文内容の要旨

論文題名: **Short-term fluctuation and diel periodicity**

in species composition of deep-sea demersal fishes

and its relationships with physical factors on the upper slope around Japan

(日本周辺の上部漸深海底生魚類の種組成における短期的変動とその日周期性、
および変動に関する物理的要因との関連について)

氏名: 末次 貴志子

深海とは一般に主躍層より深い部分の海洋を指す。その環境は時間的に一定であると考えられてきたため、これまで多くの深海研究が深海底生生物群集は時間的に安定であるという概念に基づいて行われてきた。しかし近年、深海底生生物群集の様々な生物で季節変動などの時間的変動が存在することが明らかになってきた。これは深海底生生態系の動態を考える上で、深海底生生物における時間的変動の把握が重要であることを示している。そこで、本研究では深海底生魚類に注目してその時間的変動を明らかにすることを目的とした。深海底生魚類は大型深海底生生物の中でも密度・生物量共に大きな部分を占め、その変動が深海底生生物群集に与える影響は大きい。また、その高い移動能力から海底上の有機物輸送の経路としても重要な役割を果たす。よって、深海底生魚類の時間的変動を明らかにすることは深海底生生物群集の動態および海底上における有機物輸送を考える上で重要であると考えられる。

深海底生魚類群集の時間的変動については、季節変動だけでなくより短期的な変動についても上部漸深海を中心とした研究が近年行われ始めた。北東大西洋の研究から、上部漸深海底生魚類の種組成には海面の昼夜に対応した短期的変動が存在すること、その主な変動要因として餌生物の入手しやすさが挙

げられることが示唆された。これまでの食性研究から深海底生魚類の多くが中層成分をも捕食することが知られている。多くの中層生物は日周鉛直移動を行うため、深海底生魚類の餌生物は日周期的に変動する可能性が考えられる。もし、深海底生魚類群集の短期的変動を引き起こす主要因が餌生物の移動とその追跡であるならば、深海底生魚類群集の変動にも日周期性があると期待される。しかし、底生魚類の短期的変動に含まれる周期性に注目した研究はこれまでなかった。

また、深海底生魚類群集の変動に影響を与える要因として、海面の昼夜以外の物理的要因も考えられる。本研究では水温と塩分濃度の2つの物理的要因に注目した。深海は水温・塩分濃度がほぼ一定であり、その短期的変動が生物に与える影響は小さいとこれまで考えられていたため、水温・塩分濃度と底生魚類の種組成変動の関係について研究はなかった。

本研究では深海底生魚類の種組成に見られる短期的変動を明らかにし、その変動要因を特定することを第一目的とした。このため、上部漸深海底約 500m からトロールネットにより得られた底生魚類標本を用いた。中層生物の多くが海面近くから水深 500m 付近までは日周鉛直移動を行うことが知られているため、水深 500m 付近では底生魚類の餌生物が海面の明るさに直接反応して変動すると考えられる。よって、この水深における上部漸深海底生魚類の種組成変動やその周期性、および変動要因の特定を試みた。

深海生物研究ではこれまで定量性のある比較可能な標本を得ることが困難であった。深海性大型底生生物の採集には主にビームトロールネットが使われてきたが、この機器は海底と実際に接していた時間を常に正確に推定できるとは限らないという欠点があった。曳網時間の正確な推定は標本の標準化に必要である。そこで、従来のトロールネットに実用的な着底スイッチシステムを組み合わせた。本研究ではこの改良したトロールネットを用いて、研究船淡青丸と白鳳丸で生物採集を実施した。

本論文は以下の3章に分けられている。

1章では上部漸深海底生魚類の種組成変動について昼夜間で比較し、短期的変動の存在を明らかにすることを目的とした。房総東沖と遠州灘における水深 500m の2点で昼夜別の生物採集を行い、トロールキャッチの種組成を比較した結果、両地点ともに底生魚類の種組成が昼夜で明確に異なっていた。また、この短期的変動には優占種が大きく寄与していた。このような変動を引き起こす要因として、同一地点で連続的な生物採集を行ったことによる標本間の偏りも考えられたが、それだけでは種組成の短期的変動をすべて説明できなかった。よって、上部漸深海底生魚類、特に優占種の水平的あるいは垂直的移动が種組成全体の短期的変動に寄与していることが示唆された。

2章ではこのような短期的変動の日周期性について、房総東沖とオホーツク海の2地点から2日間にわたって得た魚類標本に基づいて検討した。解析の結果、2地点ともに種組成の短期的変動は見られたが、明確な日周期性は確認できなかった。房総東沖では種組成が昼夜で分かれる傾向を示したものの、その差は曖昧であった。一方、オホーツク海では種組成が採集日によって変動する傾向が見られ、昼夜間での変化は見られなかった。これまで上部漸深海底生魚類の種組成変動には餌生物の入手しやすさが主に関与しており、深海底生魚類の種組成は餌生物の日周鉛直移動を介して海面の昼夜で変化すると考えられてきた。しかし、本研究の結果から上部漸深海底生魚類の種組成変動における日周期性は弱く、種組成の短期的変動には昼夜以外の要因が大きく寄与することを示唆した。

3章では種組成の短期的変動に関与する昼夜以外の物理的要因として水温と塩分濃度をパラメータとして、上部漸深海底生魚類の種組成における短期的変動と物理的要因との関連を解明しようとした。土佐湾、房総東沖およびオホーツク海の水深 500m 地点で生物採集と同時に、トロールに水温計と塩分計を取り付けた。また、昼夜も1つの物理的要因として解析に加えた。これら3つの物理的要因と種組

成変動の関連性を多変量解析で調べた結果、この3要因が種組成変動の半分以上を説明することが明らかとなった。また各要因と種組成変動の関連を調べた結果、昼夜は水温・塩分濃度に比べて寄与が小さく、3地点のいずれでも種組成変動に最も寄与を示す要因ではなかった。以上から、海面における昼夜は上部漸深海底生魚類の種組成変動に大きく寄与せず、これまで考慮されなかった水温や塩分濃度の変動が種組成変動に強い関連を示した。これは上部漸深海底生魚類が明確に日周期性を示さなかったことの一因であろう。また各地点で各物理的要因の寄与率が異なり、各要因に関連を示した優占種の割合に対応した。よって、種組成の短期的変動と物理的要因の関連を調べる際には鍵種を中心とした解析が有効であることが示唆された。

3海域に共通して出現した種はいなかったが、房総東沖と土佐湾では9種の共通種が存在した。その出現と物理的要因の関連性を地点間で比較した結果、異なる地点でも各種は同じ物理的要因と相関を示した。これは海域に関わらず、種の出現と物理的要因の関係が安定したものであることを示唆している。9種の中で優占した3種は異なる要因との関連を示した。オキアナゴ *Congriscus megastomus* は昼夜と最も強い相関を示したことから、本種の出現は海面の日周期と関連していると考えられる。一方、イトダラ *Hymenocephalus lethocephalus* とネズミダラ *Nezumia condylura* は水温と強い相関を示した。水温は底層流向と強い相関を示したことから、これら2種は海底付近の流向にその出現を左右されると考えられる。

生物採集を行った土佐湾、遠州灘、房総東沖2地点の計4地点では共通した優占2種（オキアナゴ、イトダラ）が認められた。この2種はそれぞれ異なる物理的要因と関連したが、その出現パターンについては物理的要因の変化が直接その行動に影響を与える可能性と、餌生物の変動を介した間接的な物理的要因との関連が考えられた。脂肪酸分析を行った結果、2種間で食性が異なる傾向が示された。よって今後はこの2種の変動だけでなく、その餌生物を特定しその動態を含めた観察が必要である。

本研究は上部漸深海底生魚類の種組成が短期的に変動すること、またこれまで深海底生魚類の時間的変動にほとんど影響を与えないと考えられていた水温・塩分濃度の短期的な変化が種組成全体の変動に大きく貢献していることを示唆した。これらの結果に基づき、今後は明確な変動パターンを示した種や時間的変動を示さなかった種について、その食性も含めた生物学的な特徴に関する詳細な研究の必要性が明示された。本研究で得られる知見は、深海底生魚類群集が静的なものではなく、底生生物群集は深海底で生き抜く上で様々な生活戦略をとるものの集合体であることを明らかにしていく仕事の一環をなす。