TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo University of Marine Science and Technology (東京海洋大学)

エチゼンクラゲNemopilema nomuraiの鉛直移動に関する研究

メタデータ	言語: jpn
	出版者:
	公開日: 2016-12-22
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 本多, 直人
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1340

［課程博士・論文博士共通］

博士学位論文内容要旨
Abstract

専　攻 Major	応用生命科学	氏　名 Name	本多 直人
論文題目 Title	エチゼンクラゲ *Nemopilema nomurai* の鉛直移動に関する研究		

エチゼンクラゲ *Nemopilema nomurai* は主に中国沿岸海域において発生する大型の根口クラゲ目の一種である。従来、本種が日本近海に出現することは稀であったものの、2002 年以降に大量に出現することが頻繁となっていた。大量に漁場に出現したエチゼンクラゲは、漁網を損壊したり操業を休止させたりと、各種漁業に甚大な被害を与えてきた。被害を軽減するために、エチゼンクラゲの回遊経路の予測や漁場おける混獲回避等の対策が検討されてきたが、そのための基礎的な知見として、本種の遊泳行動や分布深度等の情報は重要である。しかしながら、エチゼンクラゲの分布および行動生態に関する既往知見はほとんどなく、特に本種の行動や分布を調べる手法も確立されていなかった。そこで本研究は、行動生態を調査する各種手法の開発とそれら手法を用いたエチゼンクラゲの遊泳行動および分布特性の解明に取り組んだ。

本研究では、まずエチゼンクラゲによる漁業被害の状況と対策についてまとめ、その対策に必要な知見を得るための調査における課題を明らかにした。従来の調査手法は、クラゲ類の行動を調べるためには水槽実験が、分布を調べるためには網による採集が一般的であった。しかし、巨大なエチゼンクラゲにそのような手法を適応することは困難であったため、本研究では、エチゼンクラゲの行動および分布を調べるため新たに考案した手法と、それらを用いた調査結果について述べ、それらの結果をもとに海洋環境とエチゼンクラゲクラゲの鉛直移動特性の関係について考察し、最後に本研究を総括した。

これまでエチゼンクラゲの基本的な遊泳能力が明らかでなかったことから、海中を潜航するエチゼンクラゲをスキューバダイビングにより直接追跡して遊泳速度を計測したところ、傘径 0.6 ~ 1.6 m の個体の速度は 0.03 ~ 0.17 ms^{-1} で、遊泳速度(ms^{-1}) = 傘径(m)×0.1 /s の関係を得た。日本海に秋季に大量出現する傘径 1 ~ 1.5 m の大型個体の遊泳速度は約 0.1 ~ 0.15 ms^{-1} であり、弱い流れであれば十分に逆らって進むことができる遊泳能力を有するものの、海流に逆らって移動できるほどではないことを明らかにした。

次に、エチゼンクラゲの調査は主に船上からの目視で観測されてきたが、鉛直的な分布については考慮されてきたとは言えない。そこで、表層から一定深度までに分布するエチゼンクラゲの個体数密度を定量的、連続的かつ容易に調べるために、水中から海面方向を観察しながらクラゲ類を計数する曳航式のカメラシステム（TULCam）を開発した。日本海における実験の結果、深度 20 m における速力約 7 ノットでの曳航観察によってエチゼンクラゲの個体数密度を定量化できた。面積あたりの個体数密度を船上からの目視観測の結果と比較すると、TULCam は約 15 倍のエチゼンクラゲを計数できた。また、曳航速度、深度およびカメラの画角情報から、観察された個体の深度および傘径も推定することができ、それによって得られた深度分布と傘径組成はネット採集された実測値と同様の結果を得ることができた。

このようにエチゼンクラゲの密度推定には鉛直分布特性が重要であることが明らかとなったことから、エチゼンクラゲの水平分布に加えて鉛直分布を定量的に調べるために、コッドエンドを開放した表中層トロール網に装着した水中ビデオカメラにより網内を通過する個体を計数する方法を開発し、深度別の分布の把握に取り組んだ。日本海沖合において本手法により撮影した映像からエチゼンクラ

ゲの個体計数を試みた結果、日中は深度約 70 m でも自然光で観察可能であり、日本海沖合域ではエチゼンクラゲは日中に深度 40 m 以浅に大部分が分布することがわかり、また時間帯によって深度分布が変動する可能性も示唆された。

より詳細に個体の遊泳深度を経時的に捉えるために、データの取得に再捕獲を必要としない電子標識（ポップアップアーカイバルタグおよび超音波ピンガー）をエチゼンクラゲに装着して調べた。その結果、エチゼンクラゲは活発に鉛直移動を繰り返し、遊泳深度は昼から夕方にかけて浅く、深夜から未明にかけて深くなる日周性が確認された。秋季～冬季の日本海沖合域においてエチゼンクラゲは最大深度 176 m までを潜航して遊泳していた。深度 40 m 以浅に分布する時間が 68%を占め、95%の時間で水温 14 ^{o}C 以上に存在した。また、秋から冬にかけて日本海を東北に移動するに従い、遊泳深度は徐々に深くなる傾向があった。

水中の照度や透明度に依存せずに観察できる音響カメラを用いたエチゼンクラゲの分布調査手法を考案し、それを用いて鉛直分布を調べた。周波数 1.8 MHz では距離約 12 m までエチゼンクラゲを形状で判別でき、映像から傘径を測定できた。周波数 1.1 MHz では距離約 25 m までエチゼンクラゲを個体として視認できた。夏季の対馬海峡海域において、周波数 1.1 MHz で観察範囲を下方向に設定して船から吊り下げ、深度を一定間隔に調節しながら個体を計数する方法により、海面付近から深度約 85 m までの範囲で個体数密度と傘径を把握できた。昼夜を通して鉛直分布を調べた結果、秋季～冬季に電子標識調査により得た日周鉛直移動と同様の日周性を確認した。

上述した研究の結果をもとに明らかにしたエチゼンクラゲの鉛直移動および分布特性に及ぼす海洋環境の影響について検討したところ、基本となる深度分布は海洋の鉛直密度および水温構造に依存する傾向が明らかとなり、さらに能動的な日周鉛直移動と成長に伴う遊泳力の増大の要素を加味することで､鉛直水温､時間および傘径の情報からエチゼンクラゲの鉛直分布を推定するモデルを考案した。そしてこのモデルにより、日本海沖合海域におけるエチゼンクラゲの季節的な鉛直分布変化を再現することができた。ただし、過去のエチゼンクラゲの分布観測結果と比較検証すると一致しない場合もあった。この原因としては、海況や餌生物の深度分布などの環境条件が影響している可能性や、モデル検討のためのデータ不足の可能性が考えられる。このことから、最適なモデルの検討および再現値の検証のために、今後もエチゼンクラゲの分布データおよび環境データの蓄積が大切である。

以上の結果をまとめ、本研究で開発した調査手法とその結果について、他の調査手法と比較することでその長短を総括するとともに、今後の課題を明らかにした。特に、近年は魚群探知機等を用いた調査手法も発展してきており、今後は様々な手法を組み合わせることで、調査の精度をさらに高めることが可能と考えられる。また、本研究では大型個体のみを対象としたが、より発生時期に近い小型個体の行動や分布の把握も基礎的知見として大切である。近年は技術の進歩により電子標識類も小型化されており、音響カメラ等も解像度がより高い機器が開発されていることから、これらを用いることで小型個体を対象とした調査も可能になると期待される。最後に、本研究で得られたエチゼンクラゲの分布や行動生態の知見についてまとめ、それらを漁業被害の軽減のために具体的どう役立てられるか期待される応用面について考察した。漁業における混獲防除対策では、エチゼンクラゲの遊泳深度の情報に基づいた時空間な操業方法が可能となる。また、遊泳速度の違いを利用した漁具内での獲り分けも期待される。駆除トロールの操業では、深度分布特性に合わせて日中に約 40m 以浅の操業が効果的と考えられる。回遊経路の予測においては、海流による輸送に鉛直移動モデルを取り入れることで精度の向上が期待される。今後は、遊泳行動を制御する要因や、水流に対する行動特性、衰弱個体の挙動など、詳細な生態特性が明らかにされることで、輸送経路の全体像の把握とそれら情報に基づく漁業被害の軽減方策の検討が可能になるものと考えられる。