

大型動物プランクトンの分布に物理的な構造は関係するか？

佐賀大学農学部 藤井直紀

【はじめに】

海洋において動物プランクトンは均一に分布していることはまれであり、多くの場合不均一（疎な水塊と密な水塊が出来る）である。このようになる原因として、一般的には物理的な状況（例えば、収束や発散、密度差（水温・塩分差）、光環境など）、生物の能動的な状況（餌の有無、天敵の有無など）の両方が考察されているが、これらを実際に観察して証明するのはかなり大変な作業となる。

申請者は、2005年度以降継続して豊後水道のクラゲ類・クシクラゲ類（特にミズクラゲとウリクラゲ、カブトクラゲ）の出現傾向について調査・観察してきた。また、学際的な研究者と協働して研究を行うことによって、単にクラゲ類の行動を研究するだけでなく、「流れ」のような物理的な観測を合わせた調査研究を行うように務めている。それによって、ミズクラゲの行動パターンと流れの関係について様々なことが明らかになりつつある。しかし、それらの仮説について明らかにするためにはさらなる調査を必要とする。また、これまではミズクラゲのみをターゲットにしてきたが、撮影技術の発達および観測技術の改善にともない、数センチメートル以上の大型プランクトンについて観察ができるようになってきたので、様々な生物の行動パターンと流れの関係について研究をすすめたいと考えている。具体的には、超音波多層流速計や多項目水質計などを用いて海洋構造や流れを把握し、また同時に「水中カメラ」を投入してマクロ動物プランクトンの行動パターンを記録することを考えている。

本プロジェクトでは、これまでの経験をふまえて豊後水道を調査海域とし、調査実習船「いさな」を活用する。また同船に付属している機器を利用して調査を行うことを想定した計画をした。クラゲ類等の大型生物の分布パターンを判断するために計量魚群探知機システム・小型水中カメラ、水の流れを把握するために船底設置型超音波多層流速計、水の性質（水温、塩分等）を把握するために自律型採水システムを利用した密な調査を設定した。

なお本プロジェクトでは、九州大学の堤英輔学術研究員が別途申請する「豊後水道における流動、乱流混合と硝酸塩濃度の観測」と協働することを計画した。これ

により乱流微細構造プロファイラが利用可能となり、より細やかな研究につながると予想される。

#### 【調査船いさなを使った調査について】

2018年8月20日から9月1日にかけて愛媛大学沿岸環境科学研究センター調査船「いさな」を確保し、調査を行う予定であった。しかし、台風20号および台風21号の発生・接近により、調査行程を遂行することが出来なかった。本調査は、クラゲ類・クシクラゲ類を代表とした大型プランクトンの動態を追うことが調査方法であるので、他の季節に調査を変更することは出来ず、現地調査は断念した。後日、九州大学の堤英輔学術研究員が別途申請する「豊後水道における流動、乱流混合と硝酸塩濃度の観測」のための調査が行われたので、本年度夏季における豊後水道の物理化学的データは得ることができた。今後、過去のデータを含めて解析をすすめたいと考えている。

#### 【本研究における技術開発】

実際に調査を行い、プロジェクトを遂行することは出来なかったが、調査のための準備段階である技術の開発は行うことが出来た。ひとつは水中撮影の技術開発え、もうひとつは画像解析方法の改良である。

昨年度までの調査では、水中撮影に小型のアクションカメラ（GoPro社製 GoPro Hero4, Hero5, SJCAM社製 SJ400, SJ6, M2, Gitup社製 G2 など）を様々試した。これらのカメラは、水柱ジンバルを装着すれば、概ね水深30m以浅の調査が可能であった。ただし、水深20m以深については光量が少ないためにうまく撮影することは困難であった。これらのカメラはmicroSDカードに保存されるため、その場で確認はせず、持ち帰り解析することに適していた。また、1個のバッテリーでは約90分間の撮影が可能であった。これらアクションカメラによる調査は、データ数を増やすうえで大変利点であった。

しかし、アクションカメラではそのときの状況を素早く判断することが出来なかった。愛媛大学沿岸環境科学研究センターには遠隔操作水中ロボットシステム（ROVシステム）が用意されており、また画像撮影装置（Blue View）機能を使うことが可能である。このROVシステムによってミズクラゲ集群構造解析も過去には

いくつか行うことが出来ている。このシステムも有効ではあるが、高価であることと、調査船いさなでは他の調査と併用して作業することは出来ない。

そこで、DIY でオープンソースのキットである OpneROV2.8 を使い、改良した ROV を作成した。この装置は、自作型であるため、水中カメラやライトを工夫することが出来るため、比較的暗い海域に併せて撮影することが可能であり、パソコンにつなげば、現場映像をそのまま見る事が出来るシステムとなった。ただし、OpenROV キットに含まれているモーターでは推進力が弱く、流れの速いところでの観察は向かない。そのため、基本的にはおもりをつけて上下しながら、撮影し、姿勢制御にモーターを使うこととした。このシステムは本プロジェクトにおいて豊後水道で試すことは出来なかったが、有明海において事前の動作チェックでは十分に機能した。なお、OpenROV は、現在新しい製品が開発されており、2.8 バージョンは入手しにくくなっている。また、推進力を考えると同じく DIY である BlueROV2 が有効かもしれないが、こちらは自作でも高価であり、試すことが出来なかった。

昨年度までの研究において、撮影した水中動画からミズクラゲを自動判別するためのプログラムを作成し活用している。OpenCV のパターン認識 プログラムと機械学習機能（ミズクラゲを撮影した 500 枚の写真からミズクラゲを判別する学習を行った）を用いて、胃腔の形からミズクラゲ判別をするものである。これによって、動画に写ったクラゲの個体数を自動計数することが可能となった。また、モーション解析と物体追跡の機能を使ってミズクラゲの拍動時間または拍動の間隔時間を計測するプログラムも作成した。これによって、ミズクラゲの分布と行動パターンをすばやく把握することが出来るようになった。

しかし、これまでのプログラムはミズクラゲのみを計測するのみで、ウリクラゲやカブトクラゲを判別することが出来なかった。そこで過去の映像を活用して、ミズクラゲ判別プログラムと同様のプログラムを作成した。ただし、ウリクラゲやカブトクラゲはミズクラゲよりも透明であるため、認識度は 70%ほどであった。浅い水塊であれば、光の加減からウリクラゲを判別しやすかったが、15m 以深になると認識度が低下した。ウリクラゲ、カブトクラゲの撮影の際には光をうまく調整することが重要であるようだ。

## 【おわりに】

本年度は悪天候のため、現地調査を行うことが出来なかった。しかし、調査のための技術開発を進め、ミズクラゲやウリクラゲ、カブトクラゲの分布調査を効率的に行うためのシステムを準備することが出来た。まだ十分ではないが、さらなる改良をすることによって、クラゲ研究に貢献できるプログラムを作成したい。また、これまでにデータが蓄積されてきたので、大型プランクトンの動態に関する研究を今後も進めていきたいと考えている。