

「海洋生物多様性および生態系の保全・再生に資する基盤技術の創出」
平成24年度採択研究代表者

H24年度
実績報告

仲岡 雅裕

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター・教授

海洋生物群集の非線形応答解明のためのリアルタイム野外実験システムの開発

§1. 研究実施体制

(1)「本体」グループ

- ① 研究代表者: 仲岡 雅裕 (北海道大学北方生物圏フィールド科学センター、教授)
- ② 研究項目
 - ・リアルタイム野外実験システム(FORTES)本体の開発
 - ・温度・栄養塩操作観測サブシステムの開発

(2)「炭素」グループ

- ① 主たる共同研究者: 桑江 朝比呂 (港湾空港技術研究所、チームリーダー)
- ② 研究項目
 - ・二酸化炭素操作・観測サブシステムの開発

(3)「消費者」グループ

- ① 主たる共同研究者: 堀 正和 ((独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所、主任研究員)
- ② 研究項目
 - ・消費者群集の操作技術とリアルタイムモニタリング手法の開発

§ 2. 研究実施内容

FORTES を開発するに当たり、初年度は、全グループによる数回の会合を経て、システム全般および、各環境要因のリアルタイム観測法および現場操作法にかかる基本方針・設計を下記のように決定した。

1: 当初の予定通り、途上国沿岸海域でも安価に操作実験ができるように、設置・メンテナンスが低コストでできるシステムを完成目標とする。

2: 温度、二酸化炭素、栄養塩、消費者密度の各操作項目を現場において独立に操作する方式(課題提案当初に検討)に対し、より効率的なシステムとするため、上記の項目をシステム本体上で一律に操作したのちに、現場のアマモ場に投入する方式を検討する。

3: アマモ場にて操作を行う空間スケールは1~2m²とする。これを達成するため、次年度においては、実験海域でアマモ場の小空間スケールでの環境動態のモニタリングを行い、流動モデルを用いた変動シミュレーションを行う。

【本体グループ】

上記全体設計2を受けて、システム本体について分散型フレーム設置方式から、筏を用いた集中制御方式に変更することにし、その設計・資材調達・建設方法について本年度中に確定した。また、リアルタイム観測データの送受信システムについても、携帯電話回線を利用した方法の採用を決定した。これらについては、次年度に北海道厚岸湖のアマモ場において実際の建設・設置、予備的実験を行う見通しである。

水温操作方法について予備的な知識を得るために、本年度は、北海道大学厚岸臨海実験所の屋内大型水槽に約1m²のアマモ場を設置し、市販の投げ込み式ヒーターを用いて、電力、水の交換率と、水温上昇率の関係を測定した。その結果、調査予定地でのアマモ場の流動条件で、実験区の水温を周辺より1℃高い状態にするためには、市販のヒーターでは必要電力量が大きく不足することが明らかになった。この解決法として、(1)外部電源を用い電力を陸より供給する方法、(2)ソーラーヒーターを利用して水温上昇させる方法、(3)実験区に囲いをつけ水の交換率を低下させる方法等が考えられる。次年度にこれらの方法について検討する予定である。

栄養塩の操作方法については、既に技術的に確立しているポリマーコート遅効性肥料を用いた添加方法、および液体肥料を用いた滴下方法の2種を検討したが、上記の全体方針2に合わせ、次年度は後者を用いた効果的な操作方法を検討することになった。

アマモ場生物群集のリアルタイムモニタリング法については、まず可視光カメラについて、水中・空中に複数のウェブカメラを設置することにより、アマモ場の変動を3次元的に追跡できることを確認した。また、可視光より長い波長におけるアマモの分光反射特性について検討し、可視~短波長赤外領域(0.4~1.7μm)の連続多波長画像を撮影するハイパースペクトルカメラシステムを開発した。次年度においては、アマモの葉の生態的特徴の評価や藻類等との分離検出に有効な観測波長を検討するため、室内水槽系において観測実験を開始する。

【炭素グループ】

本項目では、FORTESSにおける、水中の二酸化炭素濃度を添加操作し、その変動をリアルタイムでモニタリングする基盤技術(二酸化炭素添加・観測サブシステム)の開発を目的とする。今年度は、上記サブシステムの基本的な設計と関連する機器の選定を行った。

添加システムに関しては、逆U字状の配管にCO₂を気泡として注入し、気泡の浮力による流れの中で気泡を溶解させてから測定水域へ放出する方法を基本的な設計とした。この手法では、CO₂の供給ポンプの圧力のみを動力源とし、電力の消費をゼロにすることができる見通しである。来年度に予定している海底流動実験水槽(港湾空港技術研究所所有)での実験に用いるスケールダウンした添加システムもこれに合わせて設計した。

観測システムに関しては、中核とする予定のCO₂濃度計(CO2-09、紀本電子製、港湾空港技術研究所所有)の改造機(マルチチャンネル化、耐久性の向上)の設計を行った。主な改造点は、フロー切り替えユニットの増設、エアフローポンプの交換、対候向上のためのシーリングが該当する。

上記項目に加えて、室内実験と野外実験の双方で、CO₂を添加した後の高濃度CO₂海水の拡散状況を測定する手法を検討した。具体的には、野外調査における流動計算が可能な補充人員の募集と、必要となる測定機器(メモリー式波高計:Infinity WH)の選定である。

【消費者グループ】

消費者グループでは、本年度は現行で消費者操作に使用することが可能な化学物質および物理的手法について、その実験的効能と生態系への影響、さらに水質への環境基準等について整理を行い、安全かつ十分な効果が得られる化学物質候補の選定を行った。化学物質では、水生生物・水質への環境基準(環境基本法:水質汚濁に関わる環境基準、水道法:水道水質基準、農薬取締法:水質汚濁に係る農薬登録保留基準・水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準)のいずれかにおいて基準値が定められている現行の165種類の殺虫剤系物質を選び出し、その急性毒性値・慢性毒性値・加水分解性(物質の長期残留の指標)・各生物に対する毒性値の差などを精査した。これらのうち、安全かつ特定の分類群に対する十分な効果が得られる物質として、4種類の化学物質を選定した(具体的な物質名については当面公開を考えていない)。

これに加え、忌避作用が期待できる天然由来の物質の探索では、無脊椎動物・魚類への忌避物質を有する生物として計61種を選び出し、このうちアマモ場消費者群集の操作に適した物質を有すると考えられた9種を選定した(具体的な種名については当面公開を考えていない)。次年度には対象生物の収集および忌避物質の精製を行う予定である。

また、アマモ場に生息する消費者群集からいくつかの実験生物の採集を行った。ヨコエビ・ワレカラ類・葉上性カイアシ類・植食性巻貝類等は研究開始後に繁殖期が始まるため十分量のストックを得ることができたが、いくつかの実験生物のうち、特に魚類の多くが

すでに採集時期を逸していたため、その費用等を翌年度に繰越し、平成 25 年 4 月より随時採集を行うことにした。これら収集した実験生物、および今年度作成した完全閉鎖型水槽飼育システムを用い、選定した化学物質および天然由来物質を用いた閉鎖系での忌避実証実験を次年度に行う予定である。