

**【4E-1102】藻場の資源供給サービスの定量・経済評価と時空間変動解析による沿岸管理方策の提案**  
 (H23~H25; 累計予算額 104,524 千円)  
 小路 淳 (広島大学)

**1. 研究実施体制**

- (1) 音響計測手法を用いたアマモ場の季節変動の定量化 (北海道大学)
- (2) 間接的供給サービスとしての甲殻類の群集・生産構造と時空間変動の解析 (東京農業大学)
- (3) 藻場における魚類群集および食物網の時空間変動解析 (広島大学)
- (4) 藻場の生物群集および生産構造を規定する環境要因の探索 ((独) 水産総合研究センター)

**2. 研究開発目的**

本研究は 4 つのサブテーマで構成され、互いに連携しながら広域的・長期的視野にたつて藻場の資源供給サービスの定量・経済評価を行うとともに、資源生物生産の場である沿岸域の管理方策の提案を行うことを目標として、沿岸域を構成する各生態系の関連や貢献度の解析を実施する。

サブテーマ (1) では、魚類の生息場となる藻場の立体構造の時空間変動を、計量魚探を用いて定量的に把握し、魚類、甲殻類、環境条件との関係解析に用いることを目的として、コアサイト

(道東・瀬戸内海) を中心に藻場群落の構造解析を実施する。得られた現場観測データに基づいて、アマモ場における炭素固定が生み出す経済価値を試算する。

サブテーマ (2) では、藻場における甲殻類の群集構造および生産構造の解析を実施し、その結果をもとにコアサイト 2ヶ所の食物網構造を比較する。魚類の食性調査により餌資源として重要な甲殻類の格付けを行い、最終年度に実施する経済価値算出の根拠とする。

サブテーマ (3) では、優占種を中心とした魚類の群集構造、生産構造および食物網解析をサブテーマ (2) と連携して実施する。漁獲対象となる水産業上重要種に加えて非漁獲対象種の生産構造も解析し、藻場の植物群落構造、餌生物 (甲殻類) の時空間変動との関係解析に供する。また、アマモ場における水産資源生物を中心とした供給サービスに加えて、文化サービス、調整サービスなどの経済価値評価を可能な限り包括的に実施するとともに、それぞれのサービスを享受する主要なステークホルダーの構造分析とあわせて、コアサイトを中心としたエリアで空間比較を行う。

サブテーマ (4) では、他のサブテーマとの連携・既存知見収集・野外調査にもとづいて、コアサイトにおける物理・生物環境データの収集と解析を行い、植物群落が作り出す景観構造 (生物環境) と水質・地形 (物理環境) が資源生物の生産に伴う供給サービスに与える影響の長期変

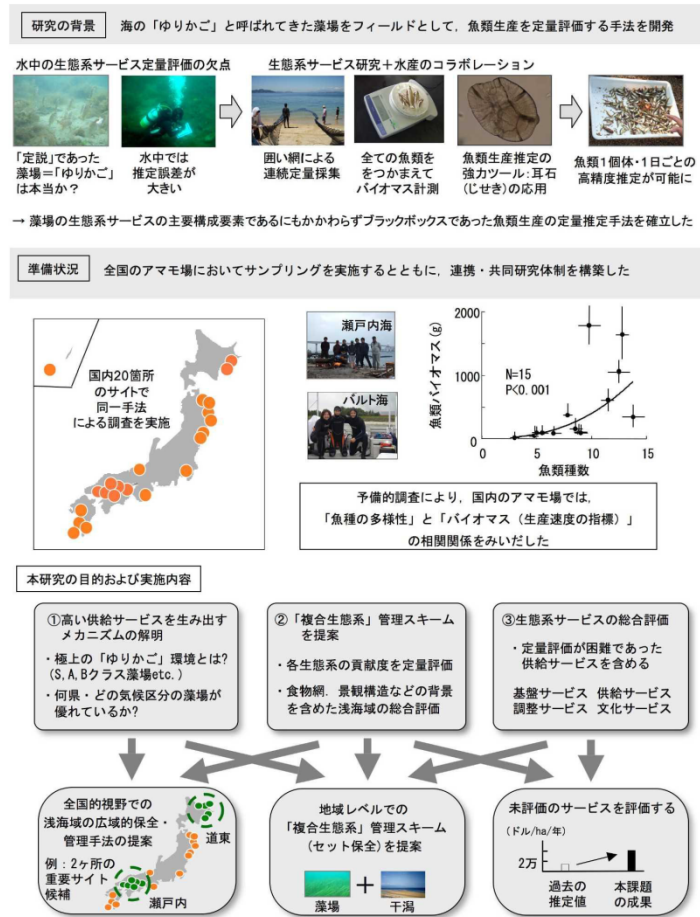


図 研究のイメージ

動解析を実施する。また、中間評価会議において指摘された文化サービスの経済価値評価を試みる。

### 3. 本研究により得られた主な成果（研究者による記載）

#### (1) 科学的意義

音響計測手法をアマモ場の計測に用いることで、分布域が広域にわたるアマモ場の情報を、短時間で迅速かつ簡便に取得することが可能となった。これまでに汎用されてきた潜水観察をともなう現場観測では、ダイバーが複数の定点で時間をかけて情報を収集する必要があった。これに対し、本研究で開発した手法では、実働 2 日間の調査を年複数回行うことで季節変動を定量化および可視化することが可能になった。このような簡便な手法はコスト、労力、さらには安全性の面からも今後のニーズ拡大が期待でき、全国の他の藻場の計測にも応用できると考えられる。さらには、2011 年に他研究によりアマモ場の植物体の現存量に基づいて炭素固定速度を推定することになったことを受けて、本手法をもとにアマモ場の生態系サービスの経済価値のうち、最も重要な構成要素の一つである調整サービスを試算することが可能となった点は非常に意義深い。アマモ場そのものの時空間的な動態、さらに藻場内に生息する生物群集との因果関係が複雑かつ多様であることが明確となった。この結果は、保全する藻場の生態系機能や藻場生物の対象の設定は明確にされるべきであり、その保全する対象によって保全計画は修正されうることを意味している。さらに、食物網を詳細に解析することによって明確化された主要な栄養フローから、餌としてのベントスの貢献度を明確に定量化した。特に、アミ類やコツブムシ類などの藻場内の優占種である一方で、市場価値のない甲殻類は、魚類の餌資源として重要な分類群であるにもかかわらず、その価値は正当に評価されてこなかった。藻場からもたらされる供給サービスを市場価値のみで評価することは明らかな過小評価であり、被食者としての貢献度からも間接的に算出することの意義を明確にした。

魚類群集構造が南北で異なることを明らかにするとともに、さらにその季節変動を解析することにより、我が国沿岸のアマモ場のなかで最も種の多様性と生産性が高いエリアの魚類群集構造を明らかにした。既往知見では、藻場の生態系サービスの最も重要な構成要素は調整サービス（炭素固定）とされてきたが、供給サービス（魚介類の生産）の経済価値評価はこれまでなされてこなかった。本研究により、藻場の生物群集においてバイオマスで優占する魚類やエビ類など水産資源として重要な生物の生物量と季節変動を定量評価し、経済価値の試算につなげたことは、これまでに無い研究成果であり、生態系サービスの包括的評価に大きく貢献するものである。コアサイトの一つである北海道のアマモ場における供給サービスとして重要な北海エビ資源の変動を、長期データ解析にもとづいてアマモ場の面積により説明可能であることを明らかにした。一方、供給サービスの絶対量が少ないと予測された瀬戸内海においては、遊漁が生み出す経済価値（文化サービス）が極めて高いことを明らかにした。また、地球温暖化に伴う海水温の上昇に則したアマモ場の分布状況の変化を予測した。さらに、豊富な現場調査データに基づいて、生態系サービス間のトレードオフ関係にも明らかにした。以上の知見は、沿岸海域の生態系サービスの包括的評価と持続的利用を進めるにあたって、これまでに無かつ今後必要不可欠な情報を含んでいる。

#### (2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

環境省の有識者会議は、2014 年 5 月に日本の排他的経済水域内で生物学や生態学の観点から重要な場所を「重要海域」として選定した（2014 年 5 月 10 日、中国新聞他に掲載）。その中に含まれる本研究の調査サイト（瀬戸内海、広島県大崎上島北部）周辺域に関する生物データを、本研究チームが提供してきたことが、今回の選定につながった。

<行政が活用することが見込まれる成果>

研究スタート時に設定した仮説のとおり、アマモ場という同じ生態系であっても地域により生態系サービスの質や量、人間との関わり方が異なることが明らかとなった。生態系サービスを構成する調整・供給・文化および基盤サービスの量や構成割合は地域によって異なる実情は、同じアマモ場であっても利用や管理の方針を地域ごとに柔軟に変える必要性を極めて高いことを示している。本研究は自然科学および人文科学的手法を融合させることを念頭に置いて開始された研究課題であった。コアサイトの1つである北海道では、漁業や遊漁に関連する供給サービス（水産資源）へのSHの依存度が高い。環境変動（温暖化や突発的な気象条件）による藻場への影響や、藻場管理政策の失敗が周辺住民に対しても大きく影響してしまう可能性を秘めている点を考慮して政策選定する必要がある。さらには、SH間の関係の地域差を考慮することも重要である。によることを考慮。SH同士の交流が活発な方が生態系を管理しやすいと考えられやすいが、現実にはその正反対の状況に陥る可能性があるためである。北海道のような事例においては、後背地を含めた農業・牧畜に関わるSHも政策を進める上で関わりが深く、水質汚濁に関する直接的なSHである漁業者や農業者のみでは、利害関係の調整を効果的に進めることは不可能であり、対象域の行政機関などが第三者の立場から科学的知見に基づいた調整を行う必要があると考える。これに対して、瀬戸内海では、藻場が有する機能に関わるSHの数が多く、またそれぞれの関心事項も拡散的であり、利害構造がより複雑である。当地域においては、漁業や遊漁といった水産資源の利用（供給・文化サービス）のみならず、シーカヤック、漁業体験や農業体験、地域住民を対象とした海の教室なども行われており、文化サービスについても幅広く活用されていることが特徴的である。その他にも、アマモの直接利用（石風呂と呼ばれる地域の伝統サウナ）や海水浴の利用率の高さも特徴的であり、海に親しむ文化が醸成されてきた歴史的背景がある。瀬戸内海沿岸地域では、藻場に関係するSH数が多いことに加え、その利害構造自体も複雑であり、SHの藻場機能ごとの関心および利害関係をカバーできるような、柔軟できめ細やかな方策を選定する必要があると提案できる。

国連環境計画では2011年に生態系サービスの持続的利用と生物多様性との調和に向けて生態系サービス間のトレードオフを管理することを提唱しており、この提唱がなされた文献に沿えば、本結果のトレードオフの形態は生態系サービスが脆弱化していることを意味している。片方のサービスを増加させようとした場合、その増加がわずかであってももう一方のサービスが急激に減少してしまうためである。その原因としては、藻場が小規模化・単純化していることがあげられる。埋立て等の影響により広範囲に分布できる浅場が減少し、北海道を除く他の海域では島影や湾奥などに小規模な群落が断続的に続く状態にある。そのため、本来のアマモ場は株密度の高い群落から低い群落まで、すべての遷移段階がモザイク状に広範囲に形成される一方で、現実のアマモ場は株密度が高い群落か、あるいは低い群落と遷移段階が離散的に分布し、それぞれが出現と消失を繰り返している状態にある。この場合、個々のアマモ場は特定の生態系サービスしか発揮することができない。したがって今後我が国が目指すアマモ場の管理としては、すべての遷移段階が同所的に存在する景観多様性の高いアマモ場を再生することであり、またそのような状態にある現存アマモ場を重点的に保全していくことにあることを、本結果は示唆していると考えている。

#### 4. 委員の指摘及び提言概要

アマモ場における生態系サービスを、魚介類の生産（供給サービス）に加えて、遊漁やレジャーが生み出す経済価値（文化サービス）や炭素固定（調整サービス）などについても、適切な経済価値評価を与え、目標通りの成果をあげた。

## 5. 評点

総合評点：A