

5-2 海藻類の回収及びその利用事業

【実施者の名称】

認定NPO 法人自然再生センター

【対象とする区域】

中海（沿岸の水深2 m程度までの水域）

【対象とする区域の現状】

中海沿岸の浅い水域には海藻類の繁茂が見られる。オゴノリ類（シラモ、ツルシラモ）、ウミトラノオ、アオノリ、ジズモなどが確認されている。これらの海藻類の消長は、年、季節、場所によって変動が大きく、中海全域における現存量や生産量の見積もりはこれまで行われてこなかった。

2000年代初めは、海藻類に大量の堆積物が沈積し、約500 kgの海藻類を船上に取り上げると、海藻類の中には100匹を超えるイソガニやイシガニ、マメコブシ、ヒシガニ、タイワンガザミ他、様々なカニが這い回り、スジエビ類、シラタエビ、テナガエビ、ヨシエビ、イソテッポウエビなど7~8種類ほどのエビも確認できた。また、ハゼやチチブの仲間も10種類超が確認され、シマイサキの稚魚やアカニシ、サルボウガイやアサリなどもよく見られた。海藻類にはヨコエビ等の小型甲殻類の個体数が多かった。このように海藻群落は、一般に魚類や底生生物の生息場とされているが、中海における海藻群落の構造や機能の詳細に関する研究例は少ない。

一方、オゴノリ類などの一部の海藻類については、過剰な繁茂が起こると枯死した藻体が沿岸や浅い水深の湖底に堆積し、砂泥地の環境を改変することがある。有機物分解による酸素消費や硫化水素の発生、アサリなどの底生生物の斃死が報告されている。言い換えると、海藻の繁茂自体は魚介類の産卵や幼稚仔魚の生育の場となるためプラスの面が多いものの、大量に繁茂した海藻を放置すれば腐敗して中海の水質や底質に負荷をかけることになる（図5-1）。

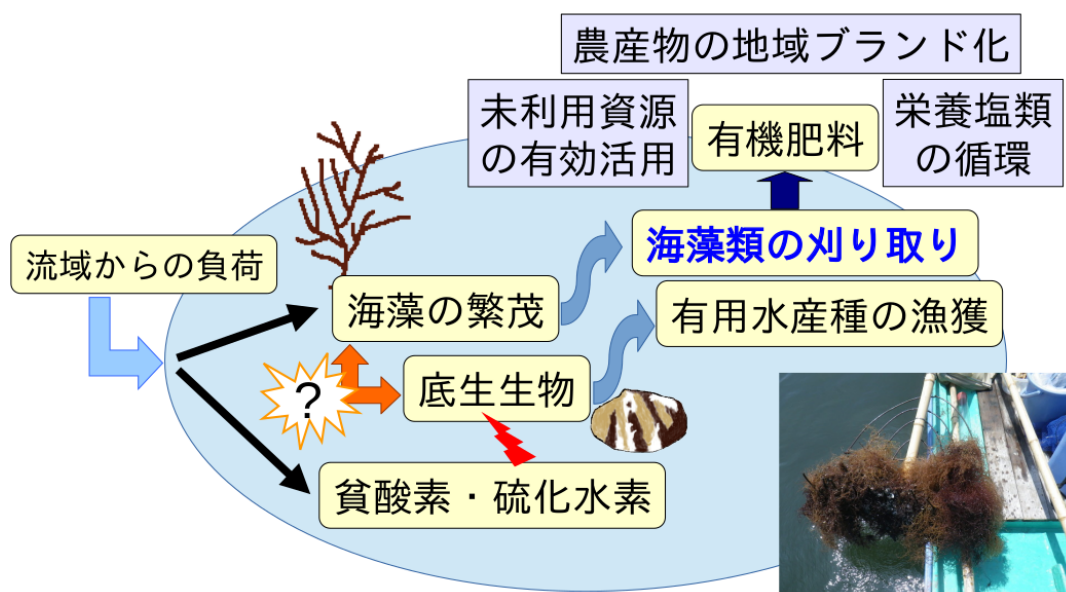


図5-1. 海藻類の刈り取りに関する要因の模式図.

第1期計画の取り組みとして、江島、境水道に近い本庄水域、北部承水路および弓浜承水路を中心とした中海北部の水深3m（沖合30m～100m）までの沿岸域を対象区域として、適切に海藻類の回収を行うことにより、水質と底質の悪化を防いで底生生物の斃死を回避し、さらに海藻類の利用を図るための肥料化や食料化に関する事業を行った。しかし、海藻類の回収を始めて3年目頃より海藻に沈積する堆積物の量が半減し、堆積物が沈積していない海藻が回収されるようになるにつれ、カニやエビそして魚の数や種類も減少し、5年目には堆積物がほとんどなく食用としても十分使用できるほどの海藻に数匹のカニがいる程度で、生物の姿がほとんど確認されなくなった。

そこで、本協議会の第2期計画の取り組みとして、海藻の状況を見ながら伝統的手法による海藻の回収を行いつつ科学的な検証を行うこととした。中海の沿岸の水深2m程度までの浅い水域に調査地を設定し、水質・底質および生物調査を行い、藻刈りによる影響を調べる野外実験を行った。

2017年7月の時点でオゴノリ類が生育している場所の堆積物には、底生生物が皆無であった。その代わりに、アサリ、ヒメシラトリ、オオノガイなどの死殻が多数含まれていた。オゴノリ類にホトトギスガイの付着が多数見られると懸濁堆積物量が顕著に高くなることが分かった。オゴノリ類を生息基盤とする生物として10～15の種類数が確認され、個体数や出現頻度が多かったのは、ホトトギスガイ、タカノケフサイソガニ、ワレカラ科であった。ホトトギスガイが優占種である場合、多様性指数H'が低かった。

2016年の中海全域の底生生物群集の調査結果と比較すると、藻場生物群集には10～20程度の種類の無脊椎動物が確認され、堆積物の生物群集より多様性が大きいことが示された。オゴノリ類を生息場所とする無脊椎動物の生物量（湿重量）はオゴノリ類の現存量（湿重量）の10分の1程度と推定され、オゴノリ類の藻体の懸濁堆積物量は同じ水深の懸濁物量の2.7～9.6倍と見積もられた。2011年以降に中浦および江島周辺で刈り取られたオゴノリ類の量は、現存量の10分の1程度であったと推定され、オゴノリ類の刈り取りによる栄養塩の持ち出し効果は中海流域の負荷の0.01%程度と算出された。また、桁網を使った野外実験では、オゴノリ類の刈り取り後に多様性指数が上昇した傾向が見られた。オゴノリ類が多いと端脚目の個体数が多く、オゴノリ類が少ないとアサリの個体数が多かった。

しかし、第2期計画以降は、NPO法人の自発的な活動や地元研究者の調査研究を主としており、活動資金の目処が立てられない現在の自然再生推進法および自然再生協議会の枠組みにおいては、将来的に実現可能な実施計画を策定することが難しい状況に陥っている。

【取り組みの意義とその重要性】

2011年から海藻類の回収及び循環システム構築事業に取り組み、中海漁業協同組合会員漁師18名、NPO法人・社会福祉法人と農家約60軒が協働し、システムが構築されている。海藻を漁業者と伝統的手法で回収し水質への負荷を軽減させるとともに、農地に投入することで土の偉力を高め、化学肥料や農薬の使用を抑え、安全・安心な野菜を育てるとともに、この土に住む多様な生物・微生物により浄化された地下水が中海に還元される循環システムを漁業者・NPO法人・社会福祉法人・農業者とともに構築できつつある。このように海藻類の回収及び循環システム構築事業である「藻刈り」は、増え過ぎたオゴノリ類を刈り取って肥料を製造する活動と言えるが、中海の生態系に及ぼす影響や地域循環型社会の構築といった視点で考えると、「湖から陸への物質循環の促進」、「海藻肥料による農作物の付加価値」、「藻刈り活動の体験による環境学習」、のように様々な側面がある。

しかし、中海の海藻類を刈り取ることにより中海に生息する魚類や底生生物にどのような影響があ

るかは明らかになっておらず、効果的かつ効率的な「藻刈り」の実施のためには海藻類を刈り取る時期や場所の選定、刈り取る方法や量の検討が必要である。中海自然再生協議会の一つの事業として実施されている「藻刈り」は、本協議会の目標である「豊穡の海」の実現を目指す象徴的な事業であり、中海の現状、事業の効果を科学的に分析・評価する必要がある。また、海藻類が持つ中海における生態系サービスという視点からも、海藻類の役割（供給、生息場所、調整、文化等）を評価することは重要であると考えられる。海藻類の回収及びその利用事業は、持続可能な目標SDGsの目標17（海を守ろう）として位置づけられ、本事業の実施によりSDGsの達成に貢献することも可能になる。

【取り組みの方法】

（１）中海の沿岸に生育する海藻類の分布の経時変化を調べ、汽水域生態系における一次生産者の海藻類の役割を評価するための知見を得る。理想的には中海の沿岸全域を対象とし、区域ごとの海藻類の分布を示すことであるが、通常のコドラート調査だけではデータの取得に限界がある。そこで、広範囲かつ簡便に海藻類の分布を評価する方法を確立するため、航空写真等、上方から撮影した画像データの解析を試みる。併せて、現場でコドラート調査により海藻類の被度や種組成の計測を行い、画像データの解析結果と照合する。

（２）中海沿岸における海藻類の現存量の変化に寄与する要因として、例えば、生活史特性によるものと環境要因の変化によるものが考えられる。海藻類の生長や繁殖といった生活史の側面に加えて、①被食による現存量の減少、②波浪等による流出と漂流、③枯死後の堆積と分解、といったバイオマスの変化に関係する様々な現象がある。中海の沿岸に生育する一次生産者である海藻類の役割を評価するため、これらの現象を記述するパラメータを収集する必要がある。ケージやリターバッグ等を用いた野外操作実験により、①～③の項目を評価する。

（３）海藻類およびその周辺を生息場所とする底生生物群集について定量的なデータを収集する必要がある。背景で述べたように、海藻類が底生生物群集に及ぼす影響として、プラスの側面とマイナスの側面の両方があると考えられている。しかし、中海の沿岸に生育する海藻類に関係した底生生物群集を調べた研究例は少なく、海藻類の正と負の影響の詳細は分かっていない。本事業における海藻類の刈り取りの効果を評価するため、海藻類が底生生物群集に及ぼす影響を調べ、中海の汽水域生態系における海藻類の役割を明らかにする。

（４）本事業の波及する効果は中海の周辺市町村における経済や社会にも関係する。例えば、中海の海藻類の回収によって生産された肥料を使った農作物には、「海藻米」「オゴノリで育てたサツマイモ」など、一般の生産方法との差別化を狙った付加価値を見出すことができる。すなわち、ほとんどが未利用資源であった中海の海藻類が地域経済の活性化に寄与する可能性がある。海藻類の刈り取りによって湖から陸へ栄養塩が循環するように、湖の生態系サービスが陸の生態系サービスとして転換し、地域循環型社会の構築に繋がる。

（５）認定NPO法人自然再生センターが実施している「オゴノリング」は、文字通りオゴノリが人々を繋ぐ活動の環である。特筆すべきは、海藻類の刈り取りとその肥料を使った農作物の栽培、という一連の流れを実際に体験できる環境学習の場を提供していることである。一般の地域住民が中海に関心を持つことの難しさを考えると、小学生～高校生の時期に地元の水辺と畑でこのような活動を体験することの価値は計り知れない。環境学習の効果を定量的に評価する方法は定まっていないものの、本事業の重要な波及効果を示す必要がある。

【モニタリングの方法】

(1) 中海本庄水域の弁慶島周辺を調査地とし、月1回の頻度でドローンを用いた空中写真を撮影する。画像データをPCで解析し、画素単位で海藻類の生育範囲を判定する。同様に月1回の頻度で50 cm * 50 cmのコドラートを用いた定点調査を行い、生育している海藻類の種を確認して被度を目視で計測する。1年間の弁慶島周辺の画像データと海藻類の被度の変化から、海藻類の分布の経時変化を示す。

(2) 中海の沿岸の3地点(図5-2)で海藻類の現存量の変化を記録する。月1回の頻度で30 cm * 30 cmのサーバネットまたは0.05 m²の採泥器を用いて海藻類を採集し、湿重量を測定する。手角地点でケージもしくはリターバッグを用いた野外操作実験を行い、現存量の変化に及ぼす流出と堆積の要因を明らかにする。実験室で小型甲殻類による海藻類の摂食実験を行い、海藻類の被食による現存量の変化を推定する。

(3) 弁慶島周辺において月1回の頻度で30 cm * 30 cmのサーバネットを用いて海藻類を採集し、海藻類の湿重量と海藻類を生息場所とする無脊椎動物の個体数と湿重量を計測する。海藻の種類(オゴノリ類、ウミトラノオ、アオサなど)および湿重量、シオグサの発生の有無、環境要因(水深、波浪、塩分)が底生生物群集(種組成、個体数、湿重量、多様度指数、優占種)に及ぼす影響を解析する。

(4) 海藻肥料を用いて生産された農産物(日南町の米、大根島のサツマイモ)の売上と利益について、海藻肥料を用いていない農産物と比較することにより、海藻肥料の効果を分析する。また、CVM分析により一般の農産物に対して、海藻肥料を使った農産物の価格の範囲を推定する。

(5) 藻刈りの活動を体験した学生(小学生、中学生、高校生)と活動を体験していない学生を対象に、環境教育の効果を評価する。一般的なアンケート調査による数量化に加え、自由記述の感想文にテキストマイニングを適用し、被験者のグループ化により環境教育の効果を推定する。



図5-2. モニタリング調査の地点. 弁慶島：ウミトラノオが優占. 手角：ウミトラノオとオゴノリ類が生育. 江島南：オゴノリ類が優占.