

カキ礁の再生による有明海生物生息環境の改善に関する研究

九州大学工学部 学生会員 小川裕樹 九州大学工学部 学生会員 上田晋也
九州大学工学研究院 フェロー 楠田哲也

1. はじめに

日本の干潟の 40% を占め、多様な生物資源の宝庫である有明海は、以前はその広大な干潟における自然の浄化能によって多様な生物が生息するのに良好な環境を形成していた。しかし近年、有明海ではノリ養殖の増加や大規模な赤潮の発生など 1 次生産が非常に増加し、漁獲量の激減に代表されるように、高次消費者が減少している状況にあり、生態系のバランスがくずれ、さまざまな環境問題を引き起こしている。

そこで本研究では、過去、有明海にも多く存在していたカキ礁の効果に注目した。カキ礁とは、多くのカキによって構成された 3 次元構造物である。カキ礁は、通常ならば泥の中にしか存在しない生息域を干潟の上にまで広げ、多くの生物を涵養する機能がある。そのため、カキのもつ懸濁物濾過能力や、カキの漁獲による富栄養化物質の系外取り出し効果に加え、カキ礁にはカキ礁生態系とも呼べるほどの多様な生物が生息するため、生物多様性や生態系バランスの向上などの間接的効果も期待できる。今回はそのカキ礁におけるカキの有機物除去効果を推定することを目的とした。

2. 有明海におけるカキ床の変遷

有明海の湾奥部では、明治時代から築建式、または地撒きによるカキ養殖が広く行なわれ、その遺産としてカキ床（かきどこ、かきしょう）と呼ばれる天然のカキ礁に近いものが河口域を中心に多く存在していた。図 2 は佐賀県漁業調整委員会誌¹⁾をもとに作成した、昭和 26 年、43 年、53 年、平成 5 年のカキ養殖場の分布である。昭和 26 年にはほぼ全沿岸域で行なわれていたカキ養殖も、次第に減少し、現在では鹿島、浜川河口に存在するだけになっている。多くの養殖業者は昭和 30 年ごろを境に商品価値の高いノリ養殖への転換を始め、カキ養殖は次第に衰退した。さらに、昭和 51 年に県によって行なわれた貝類漁場の造成のために、干潟域に堆積したカキ床の除去が行なわれた。以後 53 年からは、さらに大規模な漁場造成が行なわれ、大部分のカキ床が取り除かれた。現在では、残されたカキ礁も、これまでは人為的に保護

されてきたものが、産業利用されなくなったために放置されることになり、ナルトビエイなどによる食害を受けて、その量を急激に減らしている。



図 1 有明海および流入河川

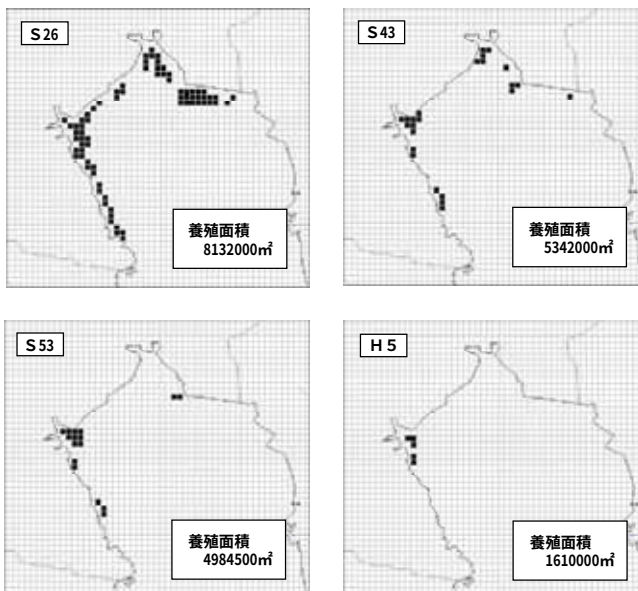


図 2 佐賀県沿岸域におけるカキ養殖場の変化¹⁾

3. カキの漁獲による系外取り出し効果の推定

カキ礁のカキによる環境改善効果として最も直接的なものは、海域の有機物質、窒素・リンがカキの漁獲によって系外へと取り出されることである。

カキの漁獲に伴う除去量は漁獲量とカキの成分から、かなり正確に見積もることができる。表 1 は食品成分表²⁾より抜粋したカキの成分表である。養殖量を昭和 10 年のカキ生産量³⁾17,772t をもとにして考えると年間の窒素除去量は約 70t、リン除去量は約 6t となる。

養殖期間 (T) 中の窒素、リン除去量 (R) の現存量 (S) に対する割合 (r) は、有明海における海水の平均滞留時間を τ とすると、

$$r = R / (T \cdot S / \tau)$$

として算出することができる。⁴⁾ 柳ら (2003) ⁵⁾ は有明海の平均滞留時間を 2.1 ヶ月と見積もっており、T を 9 ヶ月 (5 月に採苗、翌年 1 月に出荷とする)、窒素では $S_N = 407t$ ⁴⁾、 $R_N = 70t$ 、リンでは $S_P = 67.5t$ ⁴⁾、 $R_P = 6t$ として、 $\tau = 2.1$ を用いると $r_N = 0.04$ 、 $r_P = 0.02$ が得られる。よって、17,772t のカキ養殖は現存量に対し、窒素で約 4%、リンで約 2% の削減効果がある。

表 1 カキ成分表 (可食部 100g 当り)

廃棄率 (%)	水分 (g)	たんぱく質 (g)	窒素換算量 (mg)	リン (mg)
75	81.9	9.7	1552	130

4. カキの摂餌による懸濁物濾過効果の推定

有明海ボックスモデルを構築し、カキの懸濁物ろ過機能が有明海的环境に与える効果を推定した。

本モデルで考慮した項目を、**図3**に示す。カキに関する項目を除いて、中島ら(2005)⁶⁾をもとに、動物プランクトンによる捕食を追加している。カキの成長モデルは広島水産試験場事業報告⁷⁾をもとに、有明海に適合するようにパラメータ値を調整した。

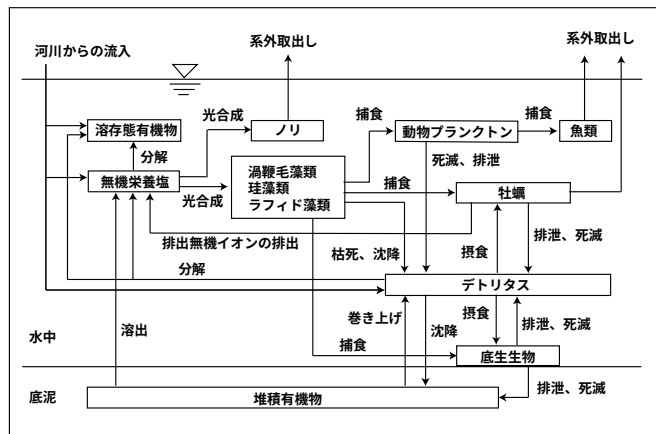


図3 モデル構造

このモデルを用いて、植物プランクトン個数濃度の変動をシミュレーションし、カキ量の違いによる効果の差異を比較した。カキの収穫量を年間 0t、1,000t (S40 年代)、17,775t (S10 年、過去最大量) に設定し、植物プランクトン個数濃度の初期値は 2003 年 1 月 20 日の浅海定線調査⁸⁾をもとにした。また、流入負荷、水温などのデータとしては、近年の平均的な値であった 2003 年の値を用いた。**図 4** にシミュレーション結果の 1 例を示す。

カキ養殖量を 0t とした場合のプランクトン個体濃度に比べ、1,000t あるいは 17,772t と養殖を行ったほうがプランクトン量は減少している。カキの餌の過量はカキの重量に応じて大きくなるので、その効果はカキが成長する冬季に大きくなる。有明海では冬季はノリの養殖時期にあたり、冬季の珪藻赤潮発生による海苔養殖への被害を低減させる効果も期待できる。

カキ礁としての効果は、カキ自体の効果に加え、カキ礁に生息し、カキ礁生態系を構成しているさまざまな生

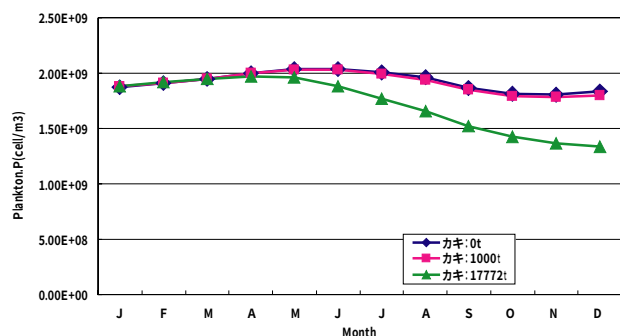


図4 植物プランクトン個体濃度のシミュレーション結果

物、例えば他の二枚貝、カニ類、その他付着生物などによるものも含まれるが（カキ礁にはカキ以上に多くの他の二枚貝が生息していることもある⁸⁾）今回はカキそのものによる懸濁物の濾過作用のみを考慮し、他のカキ礁生態系を構成する生物による効果は考慮しなかった。そのため、カキ礁による効果は実際よりもだいぶ小さく見積もられていると考えられ、カキ礁全体としての効果を把握しモデルに取り入れることは今後の課題である。

5. 結論

以前、有明海で行なわれていたカキ床を用いたカキ養殖業は、人工的にはあるが、カキ礁の発生を促し、最盛期には漁獲による系外取り出しによって、窒素では現存量の4%、リンでは現存量の2%を削減し、摂餌による濾過作用によって、特に冬季のプランクトン個体濃度を低下させる効果をもっていることがわかった。この効果の有明海に対する影響については今後さらに詳しく検討する必要がある。カキ養殖は栄養塩除去量でみるとノリ養殖に比べ効果は小さい⁴⁾。しかし、カキはプランクトン態という粒子状の栄養塩を除去できるが、ノリでは溶解態の栄養塩しか除去することができないという基本的な違いがあり、カキ養殖は有明海の再生に効果がある。また、カキ礁の効果はこのように直接海域から有機物やプランクトンを削減するだけでなく、1次生産多寡の有明海において生態系バランスを改善し、生物多様性を向上させる。この間接的な効果についても、今後、定量的に評価する必要がある。

6. 今後の展開

漁業従事者に対するヒアリングと現地踏査の結果、有明海の環境悪化により、カキが育成しなくなったわけではなく、現在でも十分なカキの成長が見込めることを確認した。（実際に2004年はカキが豊作であった）カキ礁減少の主な原因はカキ養殖業の衰退と、ナルトビエイの食害によるカキ礁発生の基盤となるカキ床がなくなってしまったことに起因している。

実際に、有明海にカキ礁を復活させる手段として、カキ礁の発生を促すためには、カキがカキ殻に優先的に定着するという性質を利用し、カキ殻を利用したカキ床を人工的に造成することと、食害等に対する防御策などが必要だと考えられる。また、その効果を長期間持続させることが必要なことを考えると、養殖という手段は非常に効果的である。

今後は、実際に有明海においてカキ礁を復活させ、それを維持していくための具体的な手法の考案と、その実証実験を行っていく予定である。

参考文献

- 1 佐賀県 (1998)：佐賀県漁業調整委員会誌 (2002) 2 科学技術庁資源調査会 (2000)：食品成分表
- 3 農林統計研究会 (1978)：水産業年報統計3 都道府県別統計
- 4 辻辺康雄、川村嘉成・平田亮司 (2004)：海苔養殖と栄養強化ダイナミクス。沿岸水産研究 42, 47-54.
- 5 柳田智、阿部良平 (2003)：有明海の塩分・海水流量から見た海水交換の経年変動。海の研究, 4
- 6 中島雅孝・横山佳裕・内田唯史・中野拓治・山田耕二・中西弘 (2005)：ボックスモデルによる有明海の養蚕収入の構造解析
- 7 広島水産試験場 (2004)：広島水産試験場事業報告書
- 8 水産庁 (2004)：平成16年度水産行政概要報告書
- 9 九州環境政策局 (2003)：干潟・汽水機能回復調査報告書