

沿岸域の生物多様性と水産資源の保全・再生

—有明海・八代海の底生生物を例に—

熊本大学 くまもと水循環・減災研究教育センター 教授 逸見 泰久

要 旨

有明海・八代海は、「広大な干潟」、「大きな干満差」、「強い閉鎖性」等で特徴づけられる独特な海域である。底生生物相(貝類・海そうなど)も特異性が高く、ムツゴロウなどの有明海特産種は中国大陸の黄海周辺にも生息・生育し、日本が大陸と陸続きで、有明海・八代海が『古黄河』の河口だった頃(約 2 万年前)の生き残り(大陸系遺存種)である。両海域では、1980 年代以降、生物多様性の喪失と水産資源の減少が著しい。原因は複合的で、地域や生物種によって異なるが、沿岸域の干拓・埋立、底質の泥化、富栄養化物質や有害化学物質の流入・蓄積、貧酸素水塊の発生、大規模な気候変動、過剰漁獲、地域個体群間ネットワークの喪失、食害などが強く影響していると考えられる。

1. はじめに

沿岸域は、内陸に比べると気候が温暖で、農業・漁業ともに生産性の高い地域である。しかし、海岸から 60km 以内の地域に世界人口の 4 分の 1 が生活するなど、人間活動の影響が大きい。資源の枯渇、有害物質の蓄積、生物多様性の低下などが著しい。また、台風・洪水・高潮などの災害の甚大な地域でもある。このような環境の悪化は、特に閉鎖性海域で著しく、国内でも、東京湾・伊勢湾・瀬戸内海・有明海・八代海などでは大きな問題となっている。もちろん、これらの内湾は水産学的にも重要な地域であるため、多くの研究が実施され、また、それに基づく対策が講じられてきたが、現時点で、その効果は限定的である。

2015 年の国連サミットにおいて採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」の持続可能な開発目標では、14 番目のゴールとして「海の豊かさを守る」ことが挙げられている。言うまでもなく、私達は海洋の様々な資源を利用して生活してきた。また、気候の調節や水質浄化など、食料や素材以外でも、海洋の恩恵にあずかっている。私達が生態系から得ることのできる様々な恩恵を「生態系サービス」というが、20 世紀後半から急激に増大してきた人間活動の影響で、特に沿岸域においては「生態系サービス」が確実に低下してきている。今後、どのように沿岸域の生態系、種多様性、水産資

源を守り、持続的に利用していくかは、私達に課された重要な課題である。

本稿では、有明海・八代海を中心に沿岸域の抱える環境問題、特に生物多様性と水産資源が抱える問題を議論する。有明海・八代海は、広大な干潟・国内最大の潮位差・強い閉鎖性など、独特の自然環境を有し、また、生物相も特異的である。当然、環境悪化の要因も他の海域と異なるため、まず、両海域の特性について解説する。次に、両海域の特性を考慮しながら、生物多様性と水産資源の現状と劣化の原因を、底生生物を中心に考察する。

2. 有明海・八代海の物理的環境

有明海は福岡、佐賀、長崎、熊本の 4 県に囲まれた面積約 1,700km² の内湾で(閉鎖度指数 12.9)、約 4.5km 幅の早崎瀬戸で外海と接し、三角瀬戸、松島瀬戸、本渡瀬戸で八代海と接する(図 1)¹⁾。平均水深約 20m の遠浅の海域である。潮位差は国内最大で、湾口の早崎瀬戸では最大 3~5m、湾奥の大浦付近では 6m 近くにも達する。この大きな潮位差は速い潮流を生み出すと共に、浅い水深と相まって、約 188km² という国内最大の干潟を形成している。底質は、潮流と水深の影響を受け、湾奥部(北部)は主に泥質、中央部は砂質、湾口部(南部)は岩礁である。

一方、八代海は熊本、鹿児島県の2県に囲まれた面積約1,200km²の内湾で(閉鎖度指数32.5)、長島海峡(幅約3~5km)、黒之瀬戸(幅約500m)で外海と接する。平均水深約22mの遠浅の海域である。潮位差は有明海ほどではないが、湾奥の不知火付近で4m程度あり、約42km²の干潟が主に北部に存在する。底質は、有明海同様、湾奥部(北部)は泥質で、湾口部(南部)は岩礁になっている。

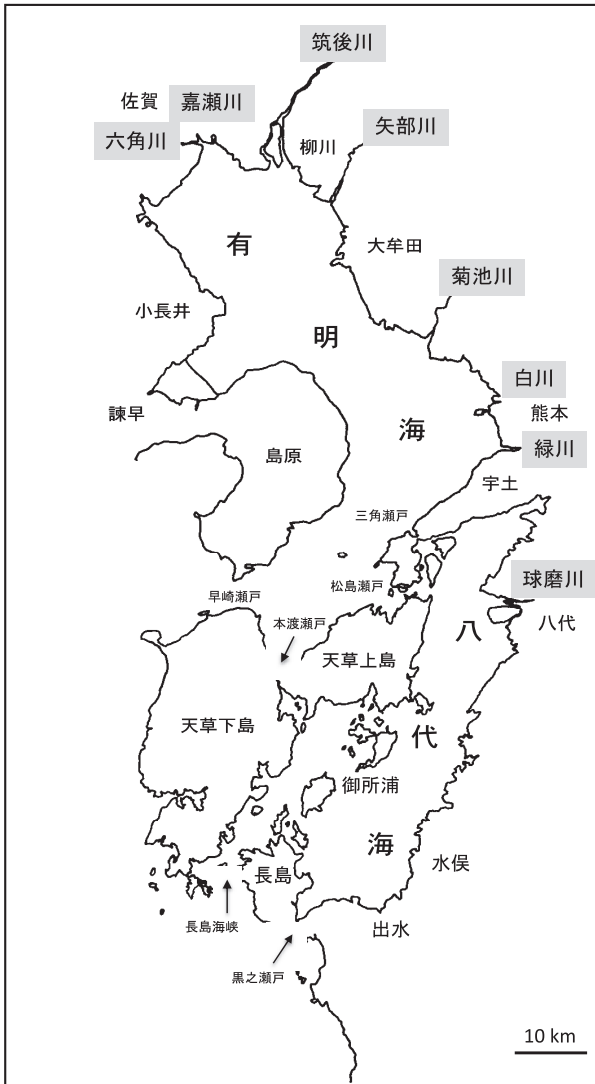


図1 有明海・八代海と主な流入河川

このように両海域は緯度的には異なるものの共通点が多く、その物理的環境は、「大きな干満差」、「強い閉鎖性」、「速い潮流」、「浅い水深」などで特徴づけることができる。また、両海域には、筑後川・緑川・球磨川などの一級河川が流入しており、河川からもたらされた大量の砂泥が、「広大な塩性湿地・干潟・潮下帯」を形成す

ると同時に、「速い潮流」と相まって、大量の「浮泥」を海域に供給している。さらに、両海域は、日本が大陸と陸続きだった約2万年前に、共に『古黄河』の河口に位置していたという地史的な共通性を持つ。後述するように、両海域の物理的な特性に加え、河川から流入する物質や淡水などが、密度成層・貧酸素の発生・底質の還元化などといった化学的な特性を生み出しており、歴史的な背景も相まって、両海域の特異な生物相とその分布を決めている。

3. 有明海・八代海における底生生物の分布

上記したように、干潟・潮下帯の底質は、流速や閉鎖度の影響を強く受ける。そのため、有明海・八代海は、湾奥部(北部)は主に泥質で広大な干潟が広がるのに対し、湾口部(南部)は砂質や岩礁で、干潟は少ない。もちろん、湾口部でも入江など奥まった場所には泥質干潟が発達する場所があるが、多くは小面積である。多くの底生生物(貝類・海そうなど)は、底質によって棲み分けているため、結果として、場所によって見られる生物が異なる^{2),3)}。有用二枚貝を例にとると、サルボウ・アゲマキ・タイラギは、両海域とも湾奥部の泥底に多い。ただし、アゲマキ・タイラギは両海域とも絶滅が危惧されるほど減少しており、サルボウは元々八代海には少ない。アサリ・ハマグリは砂泥底に多いため、緑川河口などが重要な漁場となっている。一方、あまり漁獲はされていないが、マテガイは出水干潟(鹿児島県出水市)など湾口部近くの砂底に多い。

両海域に特徴的な生物に関しても、ムツゴロウ(図2)やシオマネキは泥底を好むため、湾奥部に多い。あまり知られていないが、ムツゴロウ・シオマネキは八代海にも多く、湾奥部に流入する大野川の河口には、ムツゴロウ・シオマネキが高密度に生息する。一方、ナメクジウオ(図3)など砂底を好む底生生物は、主に湾口部で見られる。

近年、地球温暖化の原因である二酸化炭素を吸収する「ブルーカーボン」として海草・海藻(合わせて「海そう」と表記する)が注目されている。また、藻場(海そうが繁茂する場所)は、魚類などの産卵場、稚魚などの養



図 2 軟泥干潟に生息するムツゴロウ(有明海特産種)。主に両海域の湾奥部で見られる。



図 3 潮下帯の砂底に生息するナメクジウオ(有明海準特産種)。主に両海域の湾口部で見られる。写真は、オス(上)とメス(下)で、粒状の生殖巣が透けて見える。

育場としても重要である。ただし、両海域に特徴的な泥底に藻場は少ない。アマモ・コアマモの海草は砂泥質を好み、多くの海藻は岩場に生育する。そのため、アマモ場が見られるのは、有明海では天草上島沿岸、八代海では八代や芦北になる。一方、ホンダワラなどの海藻藻場は、有明海では西岸の島原東岸や湾口付近、八代海では御所浦以南になる。水温上昇や、捕食者であるウニ類などの増加により、多くの場所で藻場が減少する中、どのように藻場を再生するかは、重要な課題である。

4. 有明海特産種

有明海・八代海には、国内ではここにしかいない生物(有明海特産種)や、他の海域ではほとんどみられない

生物(有明海準特産種)が多数生息している。底生動物では、アリアケカワゴカイ・アズキカワザンショウ・ウミマイマイ・ヤベガワモチ・フタツゲテッポウエビ・アリアケヤワラガニ・ハラグクレチゴガニ・ヒメモクスガニ・オオシャミセンガイ・アリアケシラウオ・エツ・ムツゴロウなど有明海特産種、ナメクジウオ・ヒメケフサイソガニ・シオマネキ・ムツハアリアケガニ・アリアケガニ・シマヘナタリ・クロヘナタリ・ゴマフダマ・センベアワモチ・コケガラス・ハイガイ・アゲマキ・ウミタケ・ミドリシャミセンガイなど有明海準特産種にあたる。

これらの生物の多くは、中国大陸の黄海周辺にも生息する種で、日本が大陸と陸続きで、有明海・八代海が『古黄河』の河口だった頃(約2万年前)の生き残り(大陸系遺存種)である。実際、韓国西海岸の魚市場に行くと、日本では絶滅が心配されているヒメモクスガニ・ハイガイ・アゲマキが多量に売られているし、泥干潟に行くとたくさんのムツゴロウやシオマネキを見ることができる。

なお、有明海特産種には、軟泥干潟(非常に細かい泥でできた、歩くのも難しい軟弱な干潟)や塩性湿地(ヨシ・フクド・ハママツナ・シチメンソウなどの塩生植物が生育し、潮の満ち引きの影響を受ける河口・海岸の湿地)に生息するものが少ない。ムツゴロウ・ヒメモクスガニ・ハラグクレチゴガニ・ウミマイマイ・アリアケカワゴカイは軟泥干潟の、アズキカワザンショウ・ヤベガワモチは塩性湿地の代表的な有明海特産種である。その意味では、軟泥干潟や塩性湿地が最も有明海・八代海らしい場所と言ってもいいかも知れない。ただ、残念ながら、有明海特産種には、オオシャミセンガイやアリアケシラウオのように、国内では個体数が激減している種類が少なくない。また、生息地の多くが悪化・消滅した種も多く見られる。特に塩性湿地など高潮帯や潮上帯に住む種の多くが、絶滅の危機に瀕している。以下、有明海・八代海の塩性湿地と泥質干潟の現状について、詳しく見ていく。

5. 塩性湿地

ヨシ・フクド・シチメンソウといった塩生植物の生育する、潮の満ち引きの影響を受ける湿地を塩性湿地という(図

4). ただし、塩分が高いと多くの塩生植物は生育できないので、塩性湿地は主として、淡水の流入する河口や海岸の湧水地に見られる。一般に河口域には大規模な塩性湿地が多く、大部分はヨシが優占する。一方、海岸部の湧水地は、ヨシに代わって、フクド、ハマツナ、シバナ、ナガミノオニシバ、ホソバノハマアカザなど、規模は小さいが多様な塩生植物が生育し、生息する底生動物も底質や塩生植物のタイプによって異なる。塩性湿地は、潮の干満によって塩分・温度・湿度が大きく変化する、さらに、洪水や波浪の影響を受ける厳しい環境である。そのため、塩性湿地には多様で特異な底生生物が生息している。

私達の研究室では、2011年に、熊本県下の52カ所の塩性湿地(菊池川以南の有明海、球磨川以北の八代海、宇土半島と天草の海岸部)で塩生植物と底生動物(巻貝・カニ類)の生物相調査を行った⁴⁾。塩生植物について見ると、河口の塩性湿地ではヨシが優占し、被度が80%を超える地点が多かった。シオクグが比較的多く見られる地点もあったが、被度は低かった。一方、海岸部の塩性湿地では、ヨシの被度は低く、代わって、フクド、ナガミノオニシバ、シオクグなどが生育し、塩生植物の種数も多かった。群集解析の結果、塩生植物の群集組成に影響する環境要因として、土壌中の塩分が重要で、ヨシの被度に大きく影響することがわかった。これは、ヨシが高塩分に弱いことが一因である。ヨシは淡水域でも見られる植物で、大量の河川水が流入し、塩



図4 大野川河口(八代海)の塩性湿地。ヨシ、フクドなどからなる湿地にシオマネキ、ヤベガワモチ、シマヘナタリなどが生息する。

分の低い河口域では、密で背の高い群落を作るが、塩分の高い海岸部の湧水地では成長が阻害され、ほとんど見られない。その結果、上述のように小さく背の低いフクドなどの多様な塩生植物が生育するようになる。我々は、52カ所の塩性湿地を有明海、八代海、宇土・天草の3地区に分けて比較したが、海岸部の塩性湿地の多い宇土・天草の塩生植物の群集構造は、他の2地区と大きく異なっており、確認された塩生植物の種類も、有明海、八代海では各地点平均1.9種であったが、宇土・天草では3.8種と多かった。

塩生植物相の違いは、そこに生息する巻貝やカニ類の群集構造に大きく影響した。河口部では、クロヘナタリ、ヒロクチカノコ、アズキカワザンショウなどの巻貝やチゴガニ、シオマネキ、アリアケガニ、アリアケモドキなどが多く、巻貝のヤベガワモチ、オカミガイなども見られた。一方、海岸部では、フトヘナタリ、マルウズラタマキビ、ウミニナ類などの巻貝やカクベンケイガニ、ユビアカベンケイガニ、ハクセンシオマネキ、アカテガニなどのカニ類が多かった。観察された巻貝やカニ類の種数は、有明海、八代海、宇土・天草の3地区で差はなかったが、群集構造は有明海・八代海と宇土・天草で大きく異なっていた。

塩性湿地は生物多様性が高く、特異的な生態系であるが、海岸最上部にあり、人間活動の影響を強く受けるため、海岸・河岸の埋立や堤防建設、浚渫などの人為的な改変により、全世界で消滅・悪化している。また、近年は、地球温暖化に伴う海面上昇も、塩性湿地存続の脅威となってきた。柚原らは、明治時代中期の古地図と現在の衛星画像を比較し、東京湾では明治時代中期以降に約90%の塩性湿地が消失し、現存する塩性湿地は約83haに過ぎないと推定している⁵⁾。有明海・八代海も例外ではない。両海域には塩性湿地の減少に関する定量的データはないが、人工海岸の比率がそれぞれ有明海55%、八代海45%と全国平均(33%)よりも高いこと⁶⁾、特に20世紀の後半に干拓によって多くの干潟が消失したことを考えると、東京湾ほどではないにしても、多くの塩性湿地が消失したものと想像できる。ただし、多くの塩性湿地が消失したと言っても、有明海・八代海の塩性湿地が、依然として全国有数の底生生物の

生物多様性ホットスポットであることに変わりはない。ヒロクチカノコ・シマヘナタリ・アリアケガニなど、他の海域の塩性湿地ではほとんど見られなくなった種が、有明海・八代海にはまだまだ豊富に生息していることは、それを物語っているだろう。

6. 泥質干潟

広大な泥質干潟とそこに生息する特異な底生動物も、有明海・八代海を語るのに欠かすことはできない存在である。前述したように、ウミマイマイ・ハラグクレチゴガニ・ムツゴロウは、国内では有明海・八代海の泥質干潟、それも歩くのも難しいような軟泥干潟にしか生息していない。

しかし、実は、有明海・八代海の泥質干潟の生物相については、よくわかっていない点が多い。理由は、いくつかわ考えられるが、場所によっては沖合 5~7km と干潟が広大であることが最大の理由であろう。これでは、海岸から歩いて調査地に着く前に、潮が満ちてしまう。さらに、多くの場所が軟泥で、歩くことさえ難しいことも調査を困難にしている。そのため、徒歩によるほとんどの調査は、海岸近くの、ある程度歩ける場所でのみ行われている。また、船を使えば、沖に出ることはできるが、満潮時に採泥器を海底に落として調査を行うため、限られた面積・限られた深さの底質や生物しか調査できない(ちなみに、最も普通に使われるスミス・マキンタイヤ採泥器の採泥面積は大型のタイプでも 500 cm² で、採泥のできる深さはせいぜい 15 cm 程度である)。

私達は、満潮時にモーターボートで沖合に出て潮が引くのを待ち、船が着地したあと、周辺を歩いて干潟の底質と生物の調査を行っている。さらに、軟泥干潟でも移動可能な潟スキーを併用することで、より広い面積・より深い砂泥までを調査している。この方法は、干潟の状態を実際に目で確認しながら調査できるため、より精度の高い方法である。以下に、有明海・八代海の泥質干潟の底質と生物の概要を解説する。

有明海・八代海というと、ほとんどの干潟が泥質干潟で、ムツゴロウがいたるところを這い回っている印象が強いが、両海域とも、泥質干潟が発達しているのは主に湾

奥部である。湾中央部・湾口部では河口や入江の一部に小規模な泥質干潟が発達するだけで、湾中央部は砂泥質の干潟が多く、湾口部の大部分は岩礁となっており、干潟は、奥まった入り江に見られる程度である。なお、湾奥部でも沖合に出ると砂混じり干潟が多くなり、また、牡蠣礁も多い。

なお、泥質干潟であれば、どこにでも同じような底生動物が生息するわけではない。以下、泥質干潟の底生動物の分布を、大雑把に類型化してみた。

- ① 主に河川内で見られる種: 河岸に発達する干潟に見られ、海域ではほとんど見られない種(ヒメモクズガニ・ハラグクレチゴガニ・シオマネキなど)
- ② 主に河口と海岸近くで見られる種: 河口や海岸、漁港などの軟泥質の干潟に多い種(ミドリシャミセンガイ・ウミマイマイ・アゲマキ・アナジャコ・ムツゴロウなど)
- ③ 主に牡蠣礁とその周辺で見られる種: 牡蠣礁に堆積した泥やカキ類表面に住む種(ウネナシトマヤガイ・イソテッポウエビ・ヒメケフサイソガニなど)
- ④ 主に沖合の干潟低潮帯で見られる種: 沖合の干潟に多く、河口や海岸付近では、ほとんど見られない種(オオシャミセンガイ・コケガラス・タイラギ・サルボウなど)
- ⑤ 海岸近くから、沖合までの広い範囲で見られる種: (ムギワラムシなど)

例えば、①のハラグクレチゴガニは、有明海湾奥部(菊池川以北)の河川干潟には豊富で、感潮域上限近くまで分布しているが、海域で見られることはほとんどない。②のアゲマキは、有明海・八代海の湾奥部の海岸近くの軟泥干潟に生息していたが、現在はほぼ絶滅状態である。③のヒメケフサイソガニは、以前は希少であると考えられていたが、牡蠣礁には少なくない。④は、高・中潮帯では激減した種や分布の中心が潮下帯にある種と考えられる。オオシャミセンガイは、以前は干潟でも採集されていたが、現在の確実な生息地は、三池~長洲の沖合(潮下帯)のみである。タイラギの分布の中心は、水深 10~15m の潮下帯であったが、現在では潮下帯の個体群は激減し、むしろ干潟に大型個体が多い⁸⁾。

ただし、最近は干潟でも見られなくなった。⑤のムギワラムシは、泥質干潟周辺のやや砂混じりの場所に多く、そのような場所は海岸近くでは少ないため稀少と考えられていたが、沖合には比較的豊富に生息している。

このように、生物の分布・生息状況は多様であり、海岸近くでは少なく絶滅が心配されていたが、沖合には比較的多いことがわかった種(ムギワラムシなど)がいる一方で、かつては豊富であった潮下帯では激減し、今は干潟で見つかることが多い種(タイラギ)もいる。

7. 二枚貝の減少とその要因

有明海の漁獲量(養殖を除く)の年変動をみると、1975～1980年がピーク(約12～13万トン)で、その後、激減し、1995年以降は4万トンを下回っている⁹⁾。一方、八代海の漁獲量は、有明海に比べると少ないが、1970年台が1万5千トンで、1990年代後半には、1万1千トン程度に減少している¹⁰⁾。有明海の漁獲量の大部分は二枚貝(特にアサリ)、八代海の漁獲量の大部分は魚類(特にイワシ類)である。ここでは、特に有明海の代表的な二枚貝を対象に、生息状況と漁獲量増減の原因を考察してみる。

アサリの漁獲量は、1970年までは有明海全体で約2万トンだったが、1975年以降は6～8万トンに増加した(図5)。しかし、その後は激減し、1990年以降は1万トンを下回るようになった^{11), 12)}。有明海の漁業生産や環境問題を議論するときには、1980年以降を問題とすることが多いが、1970年代の漁獲量の急増を無視することはできないであろう。この時期は、東京湾・三河湾・瀬戸内海で埋立が進み、アサリの漁獲量が激減した時期と一致する。他の海域での漁獲減少に伴う単価の上昇が、有明海での過剰漁獲につながり、その後の資源減少をもたらした可能性は無視できない。同時に、この時期は、トラック等による鮮魚輸送が活発になった時期と一致する。近年になってもアサリの漁獲圧は高く、アサリ発生群の大部分が小型の段階で取り尽くされている¹³⁾。もちろん、有明海・八代海におけるアサリの減少要因は、過剰漁獲だけでなく、底質の悪化なども強く影響している。これについては、後述する。

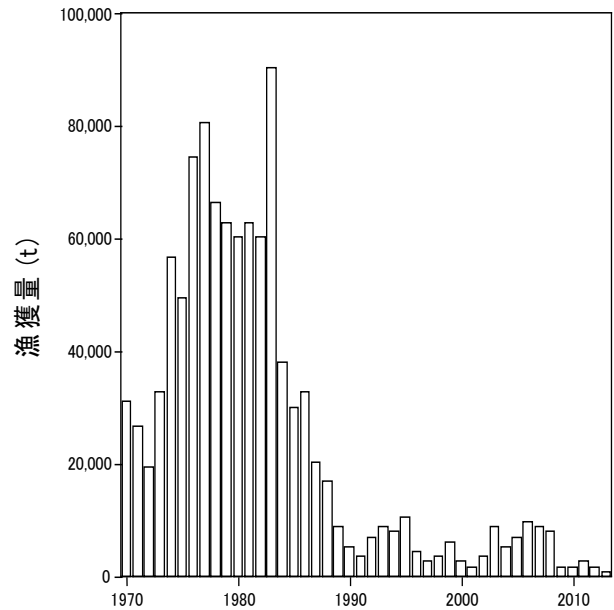


図5 有明海におけるアサリの漁獲量¹¹⁾

ハマグリはアサリに比べれば小さいが、その消長はアサリと似ている。1950～60年代における有明海の漁獲量は年平均2千トン程度であったが、1970年代では約3千トンと増加し、その後、1,250トン(1980年代)、750トン(1990年代)、220トン(2000年代前半。なお、後半以降は漁獲量が発表されていない)と続く¹⁴⁾。ハマグリはアサリが不漁の時には漁獲努力が高まるため、漁獲量は必ずしも資源量を反映していないが、アサリ同様、過剰漁獲が資源量減少に強く影響したことは間違いない。

タイラギは1980年頃より、アゲマキは1990年頃より激減しており、減少した時期ではアサリ・ハマグリと似通っているが、減少の原因は過剰漁獲ではない。タイラギは、主な生息地である水深10～15mの潮下帯で、海底の砂泥から殻を突き出した状態で夏前後に大量死するようになった(いわゆる“立ち枯れ”)。漁場では貧酸素も頻繁に観察されており、海底の底質の悪化とそれに伴う貧酸素水塊などの発生が直接の死因であると考えられる⁸⁾。一方、アゲマキは海岸近くに生息し、船がなくても大量に採取できることより、「お助け貝」と呼ぶ地方もあるほどであったが、1970年頃より全国で激減し、豊富に生息していた有明海・八代海の湾奥部でもほぼ完全に姿を消した。全国で一斉に姿を消した点など、有害化学

物質の影響などを考えないと説明できない。なお、全国的にあまり流通はしていなかったが、ハイガイは 1970 年代以前に激減したようで、現在では、有明海・八代海でも半化石化した殻を散見するのみである。このように、同じ二枚貝でも激減した時期や原因は異なっている。

8. 環境の悪化と生物多様性の喪失

では、有明海・八代海の生物多様性の喪失と水産資源の減少は、何が原因だろうか。既に述べたように、それは地域や生物種によって異なっており、また複合的でもある。また、現時点でも十分解明されているわけではない。ただ、沿岸域の干拓・埋立、底質の泥化、富栄養化物質や有害化学物質の流入・蓄積、貧酸素水塊の発生、大規模な気候変動、過剰漁獲、地域個体群間ネットワークの喪失、食害などが強く影響していることは間違いない。

8.1 沿岸域の干拓・埋立

沿岸の干拓・埋立により、生物多様性が大きく劣化し、水産資源も激減している。1945 年から 2000 年の間に、有明海では 28%、八代海では 35%の干潟が、主に干拓・埋立によって消失した¹⁵⁾。両海域の干潟は広大なため、消失面積の割合は他の海域よりずっと低いが、埋立の対象となったのは、ほとんどすべてが塩性湿地や海岸部・河川内の干潟であり、結果として、そこに生息・生育していた多くの動植物が両海域から消えた(具体的な種名については、「5. 塩性湿地」,「6. 泥質干潟」参照)。また、面積は小さいものの、堤防建設や浚渫土砂の廃棄のため、河岸や海岸の最上部が埋め立てられ、陸地と海域の移行帯を好む塩性湿地などの動植物が激減した。干潟・潮下帯は高い浄化能力を持つ場所であるため、沿岸の干拓・埋立は、間接的に、水質や底質の悪化に結びついている。

8.2 底質の泥化

砂礫は、水に次いで大量に消費される採掘資源である。国連環境計画によると、世界の砂礫需要は年 400～500 億トンで、河川や海域からの過剰な砂利採取によっ

て、底質の泥化や海岸浸食などが進み、景観、生物多様性、生態系が変化している。有明海・八代海でも、近年まで河川・海域での砂利採取が行われていたため、現在でも、多くの場所で、底質は泥化し、河床は低下したままである。また、ダム・砂防ダムは、粒子の粗い砂だけを止め、泥は下流に流す。さらに、防波堤や防潮堤は、海流を遅くし、泥を溜まりやすくする。結果的に、これらの構造物も沿岸域の底質泥化に拍車をかけている。泥化は、砂質の海底を好む生物に影響するだけでなく、泥化した場所は富栄養化しやすく、貧酸素水塊の発生源にもなっている。

泥化は多くの水産有用種や生態系に悪影響を与えている。ハマグリは河口付近の砂地に着底し、成長するため、河口域の泥化はハマグリに深刻な影響を与えている。その他、岩礁や転石の海底に泥が堆積し、そのような環境を好む動植物(ツノガニなど)が激減している。アサリの資源を回復するために、覆砂、あるいは砂利を入れた網袋の設置が行われ、一定の効果を挙げているが、このことは底質の悪化(特に泥化)がアサリ激減の一因であることを示唆している。

8.3 富栄養化物質や有害化学物質の流入・蓄積

有明海・八代海に流入する河川の水質は以前に比べてかなりよくなっているが、海域の水質は依然として悪く、多くの地点で全窒素・全リンの水質環境基準を達成できていない。流入する水質がよくなったのに、海域の水質がよくなる原因は、いくつか考えられる。一つは、過去に流入した有機物が海底に堆積しており、それが徐々に溶出している可能性である。また、植物片や材木など海域に流入した後に腐敗し、水質を悪化させている可能性もある。いずれにしても両海域の閉鎖性が高いことが、富栄養化物質が湾外に出て行かない原因になっている。

また、海域に流入する有害化学物質が生物に与える影響も無視できない。流入河川の流域では多量の農薬が使われているだけでなく、周辺の工場などから大量の化学物質が流入している。特に、新規化学物質の中には、有害である可能性が高いにも関わらず、研究が不

十分で、未規制の物質が少なくない。また、各家庭から排出されている洗剤なども、毒性は低くとも、量が膨大だけに無視できない。これらの有害化学物質が、魚介類、特に藻場(ワカメなどの海藻やアマモなどの海草の群落)の減少をもたらした可能性が強い。ただし、最近話題に上ることが多いマイクロプラスチックを含め、どのような物質が、どの程度海域に流入しているのか、毒性がどの程度あるのかなど、わかっていないことが多い。

8.4 貧酸素水塊の発生

富栄養化や潮流の低下等により、赤潮が頻発している。赤潮は海苔(色落ち)や養殖魚(大量死)に対する影響が大きい、それだけではなく、赤潮プランクトンの分解により、多くの酸素が消費され、海底の貧酸素化を招く。また、海底には河川から流入した大量の有機物が堆積しており、それも海底の酸素消費の原因となっている。有明海・八代海は強く閉鎖した海域で、富栄養化した海水が湾外の海水と入れ替わることが難しいことも、貧酸素水塊が頻発し、長期化しやすい原因である。さらに、貧酸素化が多発する海域では底質の還元化が進み、同時に、毒性のある硫化水素の濃度が上昇している。貧酸素水塊は、海底に生息する貝類や魚類などに特に強い影響を及ぼす。タイラギは、貧酸素の発生する海域では成長が悪く、また死亡率も高い。タイラギを海面下に垂下すると死亡率が下がることも、タイラギの死亡要因が貧酸素や海底の底質の悪化であることを示唆している⁸⁾。

8.5 大規模な気候変動

地球温暖化などの気候変動が両海域の生物に与える影響が、今後深刻になってくることは確実である。天草周辺では、海水温の上昇に伴い、亜熱帯性のサンゴの増加など、生物相が大きく変わりつつある。二枚貝の食害が問題となっているナルトビエイなども、温暖化によって増加したと考えられている。また、海そうは高水温に弱いので、温暖化によって減少すると考えられる。深刻な赤潮が増加し、海苔養殖も難しくなるであろう。さらに、温暖化によって海面が上昇すれば、今でも、悪化・消滅の進んでいる塩性湿地や潮間帯上部がさらに影響

を受ける。

台風や豪雨などが頻発するようになると、河口や湾奥部の淡水化が頻発し、低塩分に弱いアサリなどの生物が激減すると考えられる。事実、八代海湾奥部では豪雨後の淡水化によって多くのアサリが死滅している。このように、夏場の底生動物減少の原因としては、貧酸素水塊の発生や底質の悪化より、梅雨期の豪雨による長期の塩分低下(淡水化)の方が重要な場合もある¹⁶⁾。

8.6 過剰漁獲

既に述べたように、有明海・八代海では、未だに過剰漁獲が行われている漁場が多く、それがアサリ・ハマグリ等の資源量が回復しない一因になっている。また、漁場環境が一時的に回復して資源量がやや上向きになると魚介類が根こそぎ漁獲されるため、いつまで経っても資源量が回復しないという事例が、多くの漁場で起きている。過剰漁獲の原因は、資源が減少すると単価が上昇するため漁獲努力が増大することや、資源量が減少しても一定の漁獲を得るまで漁獲を続けることなどいくつかあるが、有明海・八代海の場合は、複数の漁協が隣接する漁場で操業していることと、漁獲に関する規則が未整備であることが大きい。例えば、熊本県の緑川・白川河口のハマグリを例にとると、実に 7 つもの漁協がハマグリを漁獲している^{14) 17)}。漁協が異なると、資源管理や漁場整備等に関して合意を形成するのが難しいことは言うまでもない。また、ハマグリ漁獲に関する規制は、「殻長 3cm 以下のハマグリ漁獲を禁じる漁業調整規則」しがなく、基本的に資源管理は、漁業者側に委ねられている。

後述するように、二枚貝を増やすことで環境が改善され、生物多様性が向上し、水産資源が増加する可能性がある。過剰漁獲は、環境回復への「正のスパイラル」をスタートの時点で止めるものである。

8.7 地域個体群間ネットワークの喪失

底生動物の多くは、生活史の初期にプランクトン幼生期を持っており、海流によって受動的に分散する。そして、運よく良好な生息地にたどり着けば、そこに着底し、新たな生活を開始する。しかし、適当な生息地にたどり

つけない場合には死滅し、無効分散となる。塩生植物の多くも、種子が海流によって運ばれ、移動分散する点で、底生動物と似ている。このように、多くの底生動物や塩生植物は、地域間で幼生や種子を交換することで、それぞれの個体群が成り立っている。

このことは、仮に特定の生息・生育地が良好であっても、周囲の生息・生育地が消滅・悪化してしまえば、生産された多くの幼生・種子が無効分散となり、また、周囲の個体群からの幼生・種子の加入もないため、個体群が衰退することを意味する。したがって、それぞれ個体群(サブ個体群)の維持には、相互に関係する個体群のネットワークの維持が重要である。有明海・八代海では、多くの干潟・塩性湿地が悪化・消滅し、あるいは堤防等による海流の変化でネットワークが分断されている場所も多い。たとえ小さな生息地でもネットワークにおいて重要な役割を果たしている場合もあるので、沿岸域の開発等に関しては十分な注意が必要である。

8.8 食害

水産有用種の減少の原因として、巻貝・ウニ類・魚類・鳥類などによる食害も無視できない。特に、資源量が減少した漁場や稚貝等を放流した漁場では、限られた資源に強い捕食圧がかかるため、食害対策は必須であろう。さらに、温暖化で増加したナルトビエイやウニ類が原因で、二枚貝漁場や藻場が消滅した例も多く報告されている。ただし、そもそも捕食圧がかかる前の幼生・稚貝の段階での資源量が希少であったり、食害生物を大幅に駆除しても資源量が回復しなかったりなど、食害を過大評価している場合も少なくない。食害対策を行うことは重要であるが、同時に他の要因にも目を向ける必要がある。

9. 生物多様性と水産資源の回復に向けて

私達が、有明海・八代海の生物多様性と水産資源の回復のためにできることは少なくない。海域に流入する富栄養物質や有害化学物質を減らすため、下水道の整備や下水処理施設の高性能化を進める、ダム・堤防等を環境に配慮したものに改修し、場合によっては

撤去する、海域・河川における埋立を止め、過去の埋立地についても、環境に対する影響が大きい場所については、一部でも海に戻す、あるいは、海流を妨げないように埋立地内に水路を掘るなどである。しかし、言うまでもなく、これらの事業には巨額の資金が必要であることに加えて、多方面に対しての影響が大きく、合意形成を得ることはかなり難しい。以下に、比較的容易で、即効性・実効性のある改善策を提案する。

9.1 漁獲管理

有明海・八代海の多くの場所では、過剰漁獲により、特に二枚貝が減少していることは前述した通りである。アサリなどの二枚貝は干潟・潮下帯の優占種となり得る生物で、環境さえよければ、1平方メートルあたり数kgもの量になる。我々は、「二枚貝は、干潟・潮下帯の基盤種で、これらの種を復活することで環境も回復し、生物多様性も高くなる」と考えている。実際、福岡県糸島市の加布里干潟では、過剰漁獲が原因で1990年代にハマグリが激減したが、その後行われた厳しい漁獲管理により、現在、1平方メートルあたり3kg以上のハマグリが生息している¹⁸⁾。私達の研究室は、2007年より加布里干潟の底生動物の調査も行っているが、ハマグリ以外の底生動物も多く、確認種数も増加傾向にある。「ハマグリだらけの干潟」ではあるが、「ハマグリだけが多い干潟」ではない。有明海・八代海でも適正な漁獲管理で二枚貝を増やすことで、生物多様性と水産資源の回復に向けた「正のスパイラル」を始動することが可能だと考える。

9.2 海面の浮遊ゴミ・植物の回収

有明海では珪藻類などによる赤潮で海苔が色落ちを起し、また、八代海では渦鞭毛藻類などの赤潮により養殖魚の大量死が頻発している。二枚貝の増加も、赤潮の抑制にも効果があるが、海水中の窒素やリンの濃度を下げることが、赤潮を減らすための最も効果的な対策である。また、これは貧酸素水塊の発生抑制などにも効果がある。しかし、下水処理施設や合併浄化槽の増設・高性能化や、海底の土砂の浚渫による富栄養物質の除去などの事業には多大な予算がかかるなどの問題

がある。

そこで私は、海面の浮遊ゴミや植物片の積極的な回収を提案したい。現在、国土交通省の海洋環境整備船などによって、海面のゴミが回収されているが、その量は限られている。浮遊ゴミの大部分は、「萱・草」に分類される植物片であるが、例えば、球磨川河口の干潟には1平方メートルあたり1.4 kg のも植物片が堆積していることが、私達の研究室の調査で明らかになっている。なお、ペットボトルなどの浮遊ゴミの回収は、現在問題となっているマイクロプラスチック問題にも寄与するものである。

9.3 塩性湿地・高潮帯の再生・創生

最後に、塩性湿地・高潮帯の再生・創生を提案したい。有明海・八代海に流入する河川では、河口域の氾濫原に人の利用していない荒地が多いが、場所によっては樹林化が進み、治水上問題となっている。また、埋立事業の多くが、土地利用ではなく、浚渫土砂の廃棄を目的としているため、未利用のまま放置されている場所も多い。これらの場所の一部にでも、塩性湿地や高潮帯を再生・創生することで、稚魚などの成育場や希少動植物の生息・生育地を増やすことができる。具体的には、荒地に水路を掘り、河川水や海水を導入することや、海岸部に傾斜をつけて満潮時には冠水するようにすることが可能である。東京湾では、人工水路の塩性湿地や高潮帯が希少種の生息・生育地となっており、個体群間のネットワークの維持にも貢献している¹⁹⁾。

有明海・八代海の生物多様性と水産資源を回復するためには、人間の積極的な働きかけが不可欠である。

10. おわりに

現在、有明海・八代海で行われている二枚貝の資源保全策の中で、ある程度の成果を挙げているのは、覆砂だけかも知れない。他に、小規模であるが、網袋や被覆網も効果を挙げていると聞く。ただし、これらの施策にしても、効果を科学的に追跡した研究は少ない。今後は、今まで以上に行政・大学・企業・漁業者等が協力し、実効的な対策の実施と効果の検証を行う必要がある。

余談であるが、2022年1月、「熊本産」アサリの産地偽装問題がマスコミに広く取り上げられ、大きな社会問題になった。水産資源の激減や生物多様性の劣化が、一般市民に意識されることは少ないので、この「事件」は、国内の水産資源が大きく減少していることを一般市民に知らせるよい機会になったかも知れない。水産資源や生物多様性を守るためには、漁業者や市民の協力が必要である。その意味で、書籍やパンフレット、マスコミなどを通じた普及活動も欠かすことができない。

参考文献

- 1) 滝川清：2.1 わが国の閉鎖性海域と有明海。蘇る有明海—再生への道程（楠田哲也編著），恒星社厚生閣（2012）。
- 2) Y. Henmi :Animals and plants in tidal flat of Ariake Sea. 8th Asian Wetland Symposium -Wetlands for Sustainable Life-, 32-33 (2017).
- 3) 逸見泰久：八代海の干潟と生物。八代海—環境と生物の動態—，月刊海洋，37(1)，53-58 (2005).
- 4) Y. Henmi, D. Fuchimoto, Y. Kasahara, M. Shimanaga : Community structures of halophytic plants, gastropods and brachyurans in salt marshes in Ariake and Yatsushiro seas of Japan. *Plankton and Benthos Research*, 12(4), 224–237 (2017).
- 5) 柚原剛，高木 俊，風呂田 利夫：東京湾における塩性湿地依存性の絶滅危惧ベントスの分布特性。日本ベントス学会誌，70，50-64 (2016).
- 6) 環境省：第5回自然環境保全基礎調査 海辺調査総合報告書（1998）。
- 7) 逸見泰久，伊谷 行，岩崎敬二，西川輝昭，佐藤正典，佐藤慎一，多留聖典，藤田喜久，福田宏，久保弘文，木村妙子，木村昭一，前之園唯史，松原 史，長井 隆，成瀬 貫，西 栄二郎，大澤正幸，鈴木孝男，和田恵次，渡部哲也，山西良平，山下博由，柳 研介：日本の干潟における絶滅の危機にある動物ベントスの現状と課題。日本ベントス学会誌，69，1-17 (2014).
- 8) 逸見泰久，三好美由紀，川内識史：有明海北東部漁場におけるタイラギ *Atrina* spp. の大量死。日

- 本ベントス学会誌, 67, 64-72 (2013).
- 9) 有明海再生機構干潟分科会：干潟・浅海域における底質の物質循環に関する研究.平成17～21年度研究成果報告書 (2010).
- 10) 糸山力生：八代海の漁業生産と栽培漁業. 八代海－環境と生物の動態－, 月刊海洋, 37(1), 65-68 (2005).
- 11) 環境省：有明海・八代海等総合調査評価委員会報告 (2017).
- 12) 松川康夫, 張成年, 片山知史, 神尾光一郎：我が国のアサリ漁獲量激減の要因について.日本水産学会誌, 74, 137-143 (2008).
- 13) 中原康智, 那須博史：主要アサリ産地からの報告－有明海熊本県沿岸. 日本ベントス学会誌, 57, 139-144 (2002).
- 14) 逸見泰久：日本各地におけるハマグリ現状.肥後ハマグリ資源管理とブランド化 (内野明徳編著), 成文堂 (2009).
- 15) 花輪伸一：日本の干潟の現状と未来. 地球環境, 11, 235-244 (2006).
- 16) M. Shimanaga, A. Maenaka, T. Misonou, T. Masuda, Y. Henmi : Spatiotemporal changes in meiofaunal composition on soft substrates in the semi-enclosed inner section of the northern Yatsushiro Sea. *Journal of Oceanography*, 71, 177-186 (2015).
- 17) M. Hashiguchi, J. Yamaguchi, Y. Henmi: Distribution and movement between habitats with growth of the hard clam *Meretrix lusoria* in the Ariake Sea. *Fisheries Science*, 80, 687-693 (2014).
- 18) Y. Henmi, S. Kobayashi, J. Yamaguchi, M. Hashiguchi : Recruitment and movement of the hard clam *Meretrix lusoria* in a tidal river of the northern Kyushu, Japan. *Fisheries Science*, 80, 705-714 (2014).
- 19) 柚原剛, 多留聖典, 風呂田利夫：東京湾における干潟ベントスの分布と希少種を含む生物多様性保全における人工水路の重要性. 日本ベントス学会誌, 68, 16-27 (2013).