

暖海系アワビ資源の回復は可能か？—新たな課題が持ち上がった—

小島 博

筆者は全国水産技術者協会が愛媛県伊方町から受託した「アワビの放流効果」について森実庸夫氏と調査中であり、この調査結果の概要についてはいずれ本誌で紹介することとしたい。わが国の暖海系アワビは20年あまり低水準であり、いっこうに回復の兆しが見られない。低水準のきっかけはレジームシフトであり、アワビ漁場に新たな問題を投げかけている。本稿では暖海系アワビ資源の減少をもたらしている高水温（レジームシフトを含む）と乱獲を取り上げ、資源の回復のために現在取り組むべき課題について触れたい。

1 暖海系アワビの種類と暮らしぶり

アワビ類は世界の浅海の岩礁域に生息する。そのため化石として残ることは非常に稀なことから、系統分類が困難である。現生種は亜種を含め1科1属(*Haliotis*)とされ、約80種類ほどに分類されている^{1), 2)}。我が国周辺海域には9種2亜種が生息する³⁾。

茨城県以北の本州太平洋沿岸、津軽海峡を経て北海道日本海沿岸にエゾアワビが分布する。その他の本州・四国・九州沿岸には産業種としてクロアワビ（以下本文ではクロ）・メガイアワビ（同メガイ）・マダカアワビ（同マダカ）・トコブシ類—トコブシの他に亜種のフクトコブシーが生息する。トコブシ類は一般的に殻長9cm未満の小型種であり、商業的には独立して扱われる。これらのアワビ類の貝殻を写真1および写真2に示す。

エゾアワビ（同エゾ）はクロの亜種で、分布の特徴から寒海系アワビと呼ばれることがある。それに対して、クロ・メガイ・マダカは暖海系アワビと呼ばれる。正確な寿命は不明であるが、マダカは20年以上、クロは10年前後、メガイについてはクロに類似すると考えられる。わが国沿岸には、これらの産業種のほかにマアナゴ・イボアナゴ・ミミガイなど亜熱帯性の小型アワビ類が知られている。これらのアワビ類の一部は限られた地元で消費されるが、生産量は少ない。

筆者は徳島県沿岸に生息する暖海系アワビの生態や漁業、種苗の放流効果等を40年近く調査している。アワビ類の資源研究では様々な困難を解決し、工夫することが求められる。まず年齢査定が困難であるが、我が国のエゾ・クロ・メガイ・マダカでは貝殻に年齢形質が形成される可能性があり、クロアワビの輪紋が年齢形質であることが証明されている⁴⁾。

アワビ類の浮遊幼生期は、3日から10日間と種により異なる。稚貝期には雑食性で、石の表面の小型藻類だけでなく底生性の小型動物も食べるが、その後は藻類を食べる食性に替わる。夜行性であり、昼間動くことは少ない。トコブシ類やクロは、成熟年齢に達しても、転石下や転石と岩の間隙を生涯にわたり”すみ場所”として利用する。メガイやマダカは成熟サイズに達すると、徐々にかくれ場から外へ現れる個体が増加する。アワビ類の”すみ場所”の例を写真3に示す。

ここで使用する“すみ場”とは昼間の付着場所をさす。再生産に本格的に関わる成熟サイズは、クロでは殻長約8cm以上、メガイでは10cm以上、マダカでは13cm以上である。

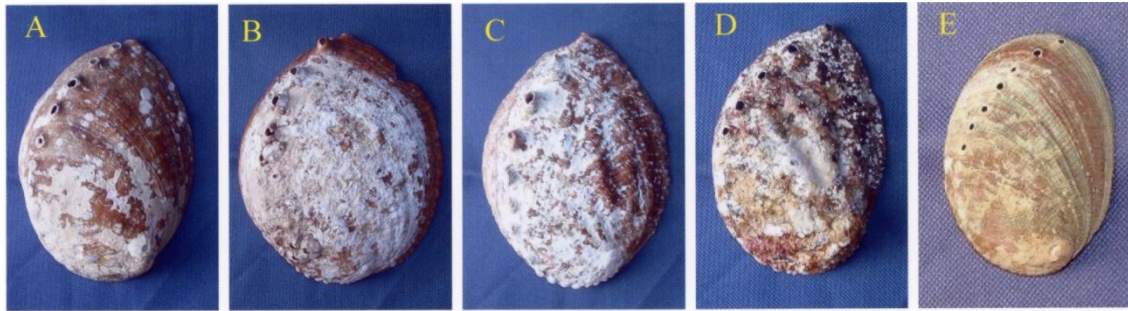


写真1 日本産アワビ類5種類の貝殻写真

A: クロアワビ、B: メガイアワビ、C: マダカアワビ、D: エゾアワビ、E: トコブシ



写真2 日本産アワビ類5種類の貝殻写真

A:クロ、B:メガイ、C:マダカ、D:エゾ、E:トコブシ クロとエゾの貝殻は膨みが強い、メガイとマダカはクロより貝殻のふくらみが弱く、ヒラガイの方言もある、マダカの呼水孔(呼吸や排泄、生殖素の放出に使われる)が高い、トコブシの呼水孔は貝殻とほぼ同じ高さ。呼水孔の平均的な数はクロ・メガイ・エゾが4~5個、マダカは3個、トコブシは7個 写真左は前から、中央は横、右は後ろから撮影

かくれ場を必要とするクロは貝殻上の固着生物が少なく、殻長3cmから13cmの個体に対する最重要な捕食者はマダコである^{4), 5)}。マダコは岩に付着したアワビ類を強い力で剥離するが、剥離できなければ貝殻に小さな孔を開け、後唾腺から麻痺させる分泌液をアワビの筋肉に注入する⁶⁾。

マダコの後唾腺から口腔へつながる管の開口部は乳頭状の突起で、貝殻の穿孔に使われる微小な歯が多数付いている⁷⁾。この突起は筋肉なので伸長に限界があり、貝殻が厚くなると穿孔できない。かくれ場から出たメガイやマダカは貝殻表面に多くの生物を固着さ

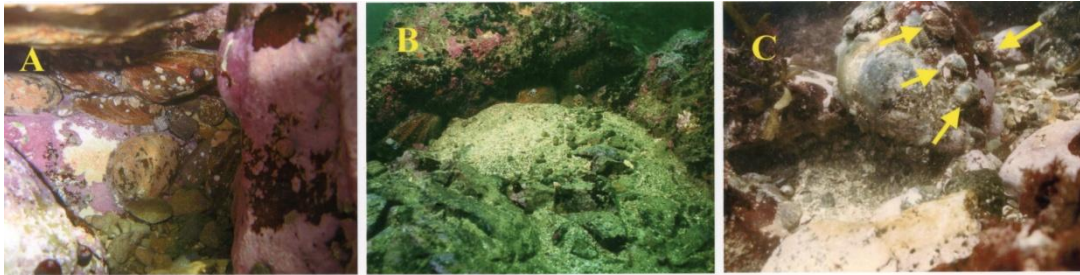


写真3 アワビ類のすみ場の例

Aはクロ、Bはメガイ(マダカも類似)、Cはトコブシ(矢印で示す:石を起こして撮影)



写真4 マダコの殻穿孔痕

孔の大まかなサイズは貝殻表面で2mm×1mm、内面で0.2mm×0.1mm

せることで貝殻を厚くし、マダコの捕食からまぬがれるものと考えられる。クロの貝殻にあけられたマダコの穿孔痕を写真4に示す。

アワビ類は移動力が弱く、蝟集して生活することで受精を確実にし、個体群を維持することができる。しかし、生息密度が低下すると再生産が影響を受ける。生息密度の低下は乱獲など直接的な人為的要因だけではなく、環境変動に伴う親個体群の減少→生息密度の低下→再生産率の低下などの自然的要因の負の連鎖によっても引き起こされる。

2 資源を変動させる犯人は？

漁獲強度の強さが主な原因となって資源が減少した事例として、千葉県いすみ市沖の器械根⁸⁾や静岡県下田市沖の田牛⁹⁾の潜水器漁業の例がよく知られている。いずれも資源管理という考えが一般的でなかった百年以上前に起こったことで、漁獲量がピーク時から3~4年という短期間の乱獲で著しく低下した。これらの漁場では漁獲努力量制限や禁漁など資源を回復させる試みがなされてきたが、いまだに資源量は漁場が発見された当時に比べるかに少ないままである。乱獲がなぜ長期にわたり資源回復を阻むのか、その原因を探索し、原因を取り除くかあるいは押さえ込む必要があるのであろう。

器械根や田牛は独立した漁場であり、記録が残されているので減少経過を追うことができるが、漁獲量が記録されないまま乱獲により資源が減少した例は全国に数多くあると考えられる。乱獲に起因するアワビ類の資源減少を回復させることは容易ではなく、これまで知られていない要因が介在するのではないかと考えられる。

一方、自然的要因による資源減少についての事例も多く報告されている。例えば台風などの物理的な漁場破壊は、アワビ類資源だけでなく捕食者や藻類にまで影響を及ぼし、生息場は裸地に近い状態になることがある。その後は藻類とアワビ類を含む植食動物が補給され、捕食者は遅れて現れるので、数年でアワビ資源が回復することを筆者は何度か経験した。

しかし、高水温(28℃以上)の継続は高温耐性の低いアラメやカジメ群落の消滅を招く。伊豆半島では黒潮の接岸による高水温がカジメ群落を破壊し、アワビ類を餓死させ、資源

減少を招くことが知られている¹⁰⁾。九州西岸では対馬暖流の高水温化により周年生育していたアラメやクロメ、温帯性ホンダワラ類が、春だけ巨視的に生長する亜熱帯性のホンダワラ類へ遷移した海域も報告されている¹¹⁾。高水温化により長崎県五島列島沿岸ではクロメ群落の崩壊が発生し、アワビ類資源が激減して十分に成熟しない年も報告されている¹²⁾。

アラメやカジメ、多年生ホンダワラ類の群落は植物相の極相林である。磯焼け現象は極相林の崩壊による初期相への退行遷移であり、高水温化と高水温化に伴う植食動物による摂餌活動の活発化との関連が指摘されている^{13), 14)}。日本海山陰沿岸での水温変動は、約10年のスケールを持つレジームシフトであると報告されている¹⁵⁾。レジームシフトと指摘された1988年の冬秋季の高水温化はクロの加入量を制限する要因と関連した可能性が指摘されている⁴⁾。1989年・1990年の両年級群の加入割合は上昇した⁴⁾。このことは、種苗放流や漁獲量の制限など資源管理を強めることで回復する可能性があることを示している。小値賀町地先では2001年から発生した磯焼けは規模が大きく、回復の目途は立たないが、このような状況下でも小値賀町産業振興課の行った試験では網で保護されたクロメは十分に生育する¹⁶⁾。クロメ海中林の消滅は高水温に起因するが、レジームシフト以外の年にはクロメが育つことから、イスズミやアイゴ、ウニ類などの植食動物の密度を低下させることによって極相林を回復・保持する技術の開発が必要である。

3 アワビ資源を増やすポイントは？

暖海系アワビの寿命は、マダカで約20年、クロ・メガイで10年前後と考えられている。本格的な成熟にはクロとメガイで3年、マダカで5年くらいかかると仮定すると、この年齢での平均的な殻長は、クロで8cm、メガイで10cm、マダカで13cmほどである。資源の増加を図るために少なくとも1回は産卵させた個体を捕ることとすれば、殻長下限はクロで10cm、メガイで12cm、マダカで15cmとなるのではないだろうか。現在は漁業調整規則等によって制限殻長を10cmと定めている漁場が多い。この数値は資源が多く、再生産が十分に機能していれば問題ないが、資源が現在のように減少した場合には再考が必要である。マダカでは現行の殻長下限が極端に小さく、これまで筆者が訪れた漁協で、まれにしか獲れない漁場が全国的に広がっている印象を受けている。マダカの早急な保護を検討する必要があると考えている。

我が国の暖海系アワビの漁獲量は1970年代から1980年代には3,000トンから3,500トンと安定していたが、1990年代前半に1,300トンまで激減した。1990年代後半から2000年代の漁獲量は1,000から1,300トンで低迷している。1990年代前半のクロ資源量激減の原因は、1988年級群の著しい加入量減少によると推定されている⁴⁾。クロの1988年級群は1990年代の前半に産卵および漁獲の主群(3歳から5歳)となったが、加入量の減少により資源が減少し、その後も親資源の減少が影響して資源量は低水準のままであった。クロは子世代の発生量が親世代に依存する関係が認められている⁴⁾が、メガイとマダカについての親子関係もクロと同様な関係にある可能性がある。そうであれば、資源を回復させる手立ての一つとして、まず親資源を増やすことが急務である可能性が極めて高い。

親資源を増やす手段として多くのことが考えられる。第1に上記のように制限殻長を引き上げることである。クロを例にすると、殻長9cm、10cmの産卵数はそれぞれ85万粒、147万粒と指数関数的に増大することから、かなりの効果が期待できるだろう。

第 2 には禁漁区を設定することである。ただし、操業者数の多いところでは困難な場合が多い。浮遊幼生の分散を考えると、クロでは狭い水域の禁漁区を数多く、一方、生息水深の深いメガイやマダカについては禁漁区の数は少なくともよいが、広め取る必要があると考えられる。禁漁区に関する研究は今後の課題を多く含んでいる。

第 3 には操業期間を制限することである。この制限は操業者数に左右されず有効である。アワビ類単価の動きや、漁場の自然環境（風、波、うねりなど）を考慮することで効果が期待できるだろう。天候が良くとも必ず休める日を確保できる利点もある。

第 4 には 1 日の操業時間を短縮することである。船外機の高速度化、ウェットスーツの保温力の向上、GPS や魚探の普及などアワビ漁業の近代化・効率化が進み、漁業者 1 人・1 日当たりの漁獲努力は強められている。漁獲努力内容の評価について、改めて精査する必要があるだろう。

漁業資源を増やし漁村での生活を安定したものにするには、アワビ類についても資源を増やし、持続的な生産が可能な資源量の確保と漁業管理が必要である。そのためにアワビ類の種苗放流は欠かせないとする。暖海系アワビ生息域では、年間 1,000 万個体を越える種苗が放流され、その多くは漁業協同組合の単独事業として実施されていると思われる。しかし、大量放流にも関わらず漁獲量は低迷しており、種苗放流の効果を疑問視する考えや、漁業収入の減少から放流量を減らす、あるいは放流を中止せざるを得ない漁協もある。

4 放流されたアワビの種苗の放流効果は？

種苗放流は効果が無いのであろうか？放流サイズと 1 年後の回収率の関係から、殻長 30 mm での放流が提唱された¹⁷⁾。1980 年代にアワビ生産県の多くが種苗生産施設を建設し、アワビ類は生産メニューに載った。1980 年の放流貝の回収率は、大きな年変動を伴うが、多くの漁場で 10% 以上を示していた⁴⁾。しかし、資源が減少した 1990 年代以降の調査例では、3% から 8% に低下している^{4), 18)}。放流した種苗の回収率の調査報告例は少ないが、傾向として暖海系アワビが豊漁であった 1980 年代の回収率が高く、漁獲量が減少し始めた 1990 年代から回収率が低下し、回収率が資源変動に連動しているような動きがうかがえる。このことから、暖海系アワビの生息環境の変化が関連している可能性が考えられる。

5 アワビが増えるのを拒むものは？

アワビ類の幼生は無節サンゴモ上で特異的に着底・変態することが多く報告されている。また、成熟に達してからも毎年高密度に蝸集する場所の存在が知られている。こうした事実は、アワビ類が海底の特定な場所を選択的に利用している可能性を示唆している。台風通過後の漁場の荒廃は何度か目にしたことがある。大きな岩石が移動し、こぶし大から人頭大の石が飛び交い、アラメなどの藻類を剥離させてしまう。このような場合には、アワビ類だけでなく捕食者の密度も減少する。こうしてできた裸地ではアワビ類の捕食者も少なくなる。台風シーズンの後で、アラメの胞子の放出期、アワビ類の産卵期となる。そのため数年でアワビ資源が回復する場合も多い。また、台風が剥離した藻類や河川から運ばれた陸上起源の有機物が、主にクロとトコブシのすみ場（石下や岩石の間隙）に溜まって腐敗することも観察される。こうしたときもアワビ類とその捕食者が死にいたることがある。これらの原因がなくなればアワビ類資源の回復は早い。

しかし、十分な子世代を残せないほど資源が減少した状態でアワビ類だけを間引き続けることは、台風による一過性の資源減少とは異なる。大きな相違点は、捕食者が減少せず、これまでアワビ類がいた場所へのアワビ類の補給がなくなることであろう。アワビ類がいた場所にムラサキウニの付着やフジツボ類、ナガレカンザシ類、ウズマキゴカイ類などの固着が観察される。このことは空き地（元のアワビのすみ場）ができると他の生物が入り込み、場の競争が起こる。アワビ類種苗の生残率の減少や資源が減少した漁場での資源回復の遅れに微小環境が関係している可能性がある。台風などの荒天後の種苗放流によるニッチェの観察・追跡調査により、今後のアワビ類資源の回復を早める示唆が得られるのではないだろうか。

アワビ類の資源変動に及ぼす原因は数多く存在するが、暖海系アワビ全体に影響を及ぼす原因は限られていると考えられる。現在では、海洋の高水温化>磯焼け>動物・植物相の変化>微小環境の変化>アワビ類稚仔期の高死亡率について再考する必要がある。アワビ類資源の修復阻害と放流種苗の回収率の低下には同一の要因が作用している可能性が高い。この要因を洗い出し、有効な対策を開発することが望まれている。

(元徳島県水産試験場次長)

文 献

- 1) Geiger,D.L.1998 Recent Genera and Species of the Family Haliotidae Rafinesque,1815 (Gastropoda: Vetigastropoda). *Nautilus*, 111(3), 85-116.
- 2) Geiger,D.L. & G.T. Poppe 2000 A Conchological Iconography The Family Haliotidae. ConchBooks, Hackenheim, Germany, pp.135,PL.1-83.
- 3) 奥谷喬司・長谷川和範 2000 ミミガイ科. (奥谷喬司編), 日本近海産貝類図鑑. 東海大学出版会, 東京, pp.40-43.
- 4) 小島 博 2005 クロアワビの資源管理に関する生態学的研究. 徳島水研報, No.3, 1-119.
- 5) 小島 博 未発表
- 6) 小島 博 1988 マダコのアワビ殻穿孔. *La mer* 26, 115-119.
- 7) Nixon, M. 1979 Hole-boring in shells by *Octopus vulgaris* Cuvier in the Mediterranean. *Malacologia*, 18,431-443.
- 8) 大場俊夫 1993 房総の潜水器漁業史. 崙書房, 千葉市, pp.200.
- 9) 吉原友吉 1971 アワビ漁獲統計. 東水大論集, 6号, 77-103.
- 10) 川尻正博・佐々木正・影山佳之 1981 下田市田牛地先における磯焼け現象とアワビ資源の変動. 静岡水試研報, 15, 19-30.
- 11) 吉村 拓・清本節夫・八谷光介・中嶋 泰 2009 長崎市沿岸に広がる“春藻場”とは?—その実態と今後の課題について—. 月刊海洋, 40(11), 629-636.
- 12) 渡邊庄一・松村靖治・鈴木洋行・村瀬慎司 2009 再生産力の向上を目的としたアワビ類の資源管理・増殖技術の開発(新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業). 平成20年度長崎総合水試事報, 60.
- 13) 野田幹雄 2006 アイゴの採食行動の特徴. pp.114-126. (藤田大輔・野田幹雄・桑原久実編著,海藻を食べる魚たち—生態から利用まで—. 成山堂書店, 東京, pp. 261)

- 14) 山口敦子 2008 植食魚類の移動および行動生態. pp.70-80 (谷口和也・吾妻行雄・嵯峨直恆編, 磯焼けの科学と修復技術, 水産学シリーズ 160, 恒星社厚生閣, pp.136)
- 15) 千手智晴・渡邊俊輝・繁永裕司 2003 日本海山陰沿岸水温に見られる十年スケー変動. 月刊海洋, 35(1), 59-64.
- 16) 小島 博・藤田智也 2010 北九州・山口海域のアワビ類の不漁に関する実態調査. 栽培漁業事例集 (平成 21 年度版), 社団法人全国豊かな海づくり推進協会, pp.71.
- 17) 井上正昭 1976 アワビの種苗放流とその効果. 日本水産学会編, 種苗の放流効果—アワビ・クルマエビ・マダイ, 恒星社厚生閣, 東京, pp.9-25.
- 18) 長崎県総合水試資料