

機関誌「豊かな海」

ーシリーズー

リレーでつなぐ 元気「アワビ通信」

令和元年12月

公益社団法人全国豊かな海づくり推進協会

## 目 次

### <第1回>豊かな海 No.36 (2015年7月)

- 日本産アワビ類の諸問題と今後の課題 ..... 1  
小島 博 (元徳島県水産研究所)

### <第2回>豊かな海 No.37 (2015年11月)

- 宮城県におけるエゾアワビ生産の現状と今後のロードマップ ..... 9  
佐々木 良 (元宮城県漁業協同組合)

### <第3回>豊かな海 No.38 (2016年3月)

- 高水温条件下の藻場と暖海系アワビ類の変遷 ..... 14  
国立研究開発法人 水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所  
主任研究員 清本 節夫

### <第4回>豊かな海 No.39 (2016年7月)

- 三陸沿岸のエゾアワビ資源に対する東日本大震災の影響 ..... 18  
国立研究開発法人 水産研究・教育機構 東北区水産研究所  
主任研究員 高見 秀輝

### <第5回>豊かな海 No.40 (2016年11月)

- 長崎県のアワビ漁業を支えてきた藻場環境の変化と今後の課題 ..... 23  
藤井 明彦 (元長崎県総合水産試験場)

### <第6回>豊かな海 No.4 (2017年3月)

- 岩手県におけるエゾアワビ種苗放流事業の現状と課題 ..... 30  
岩手県水産技術センター 増養殖部長 西洞 孝広

### <第7回>豊かな海 No.42 (2017年7月)

- 福岡県におけるアワビ類の調査と増殖への取り組み ..... 35  
福岡県水産海洋技術センター研究部 資源環境課長 秋本 恒基

**<第8回>豊かな海 No.43 (2017年11月)**

三重県におけるアワビ類栽培漁業の現状と海女漁業の再生に向けた課題 ..... 41

三重県水産研究所 主幹研究員 竹内 泰介

**<第9回>豊かな海 No.44 (2018年3月)**

アワビ類の生態に基づく資源管理・増殖が発刊されました..... 47

**<第10回>豊かな海 No.45 (2018年7月)**

磯焼けがエゾアワビの資源変動に及ぼす影響について ..... 51

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 中央水産試験場

専門研究員 干川 裕

**<第11回>豊かな海 No.46 (2018年11月)**

京都府におけるクロアワビ資源管理事例 ..... 57

京都府農林水産技術センター海洋センター 技師 篠原 義昭

**<第12回>豊かな海 No.47 (2019年3月)**

千葉県のアワビ漁業と資源管理について ..... 62

千葉県水産総合研究センター 資源研究室 主任上席研究員 永山 聡司

**<最終回>豊かな海 No.49 (2019年11月)**

アワビ類資源の回復をめざす取り組み ..... 68

元徳島県水産研究所 小島 博

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所

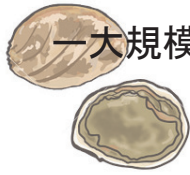
主任研究員 清本 節夫

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 東北区水産研究所

生産環境グループ長 高見 秀輝

## 第1回

## 日本産アワビ類の諸問題と今後の課題



—大規模気候変動期のアワビ類の漁業管理と栽培漁業を考える—

小島 博（元徳島県水産研究所）

## 1. 日本のアワビ類の漁獲量と輸入量

日本の岩礁性浅海には9種2亜種のアワビ類が生息している<sup>1)</sup>。そのうちエゾアワビ・クロアワビ・メガイアワビおよびマダカアワビは殻長10cm以上に成長し、アワビと呼称される。小型種のトコブシ類も生物学ではアワビ属に含まれるが日本ではアワビとトコブシは分けて扱われる。エゾアワビは茨城県以北の太平洋沿岸から津軽海峡を経て北海道日本海沿岸に生息する。また、クロアワビ・メガイアワビ・マダカアワビは千葉県以南の太平洋沿岸から九州の西岸、北岸および本州の日本海沿岸に生息する。こうした分布の特徴からエゾアワビを寒海系アワビ、残りの3種を暖海系アワビとする。商業的にはアワビと呼ばれるが、種苗放流や資源管理の際には、4種類のいずれもが異なる独自の生態を備えていることに留意する必要がある。

日本における都道府県別アワビ類の漁獲量は水産庁により統計資料が公表されている (<http://www.maff.go.jp/tokei/kouhyou/kensaku/bunya6.html>)。

日本のアワビ類の総漁獲量は6,000トンに達した1960年代後半から現在まで減少が続いている。1983年以降の漁獲量を寒海系アワビと暖海系アワビの漁獲量を分けて図1に示した。1983年～1990年には寒海系アワビは漁獲量が1,300トンから400トンに減少したのに対し、この間、暖海系アワビは3,000トンから3,400トンで安定した漁獲量を維持した。寒海系と暖海系のアワビ類の漁獲量変動が異なることから両者の変動が独立である可能性を示唆している。寒海系と暖海系のアワビ類はそれぞれ異なる大規模気候変動の影響を受けて資源

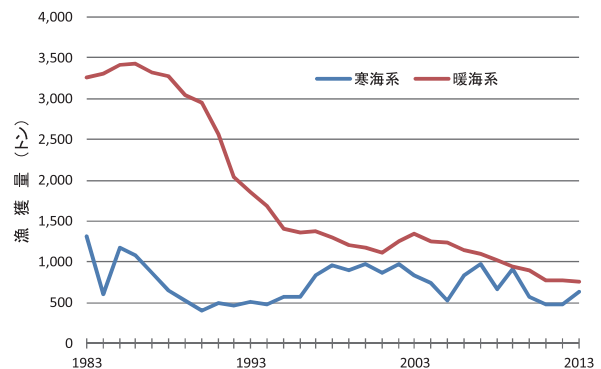


図1 日本産アワビ類の漁獲量

が変動すると推定される<sup>2)</sup>。寒海系アワビの発生量がアリューシャン低気圧の勢力が強い年には親潮南下による沿岸水温の降下により稚貝の生残率を低下させ、逆の場合には稚貝の生残率を高くする、周期的な変化が認められる<sup>3)</sup>。一方、暖海系アワビについては、1987年に顕在化したレジームシフトによる1月から3月の沿岸水温の高温化がその年のクロアワビ、発生群の加入量を低下させ、他の年についても冬春季の積算水温が高くなると加入量が減少するとされる<sup>4)</sup>。沿岸水温の高温化は、九州北岸では約10年周期で発生すると報告されている<sup>5)</sup>。

大規模気候変動による資源変動の他に、さらに狭い水域のアワビ類個体群の変動に多数の要因が介在する<sup>6)</sup>。黒潮流軸の離接岸、台風の通過水域、地震、河川水、外敵生物の著しい増加、暖水塊の滞留や通過に伴う磯焼け、食物やすみ場を奪い合う動物（生態的同位種）の密度増加など多くの自然要因に関連する。また、人為的な要因も資源変動に影響する。乱獲や船の座礁、海面の埋め立て、有害物質の流失、都市排水などは親貝の密度低下や生活史の様々な段階への悪影響、さらに餌料藻



類への影響など直接的あるいは間接的に資源変動に影響を及ぼす。自然的要因はアワビ類と外敵生物へも影響するのに対し、乱獲はアワビ類だけを減少させる点が大きく異なる。

2003年から2012年のアワビの輸入量と漁獲量を図2に示した。漁獲量の減少傾向に対し、この間の輸入量は増加を続け、2003年の580トンから2012年には1,560トンに達した。2012年の輸入先は、韓国が圧倒的に多く、1,300トン（全体の86%）を占めた。次いで、オーストラリア93トン（6%）、アメリカ合衆国58トン（4%）であった。2011年・2012年には輸入量が漁獲量を上回った。日本におけるアワビ類の流通は、日本沿岸における漁獲と海外からの輸入の他に、養殖による生産、海外への輸出及び密漁がある。これらについても本報告で触れる。

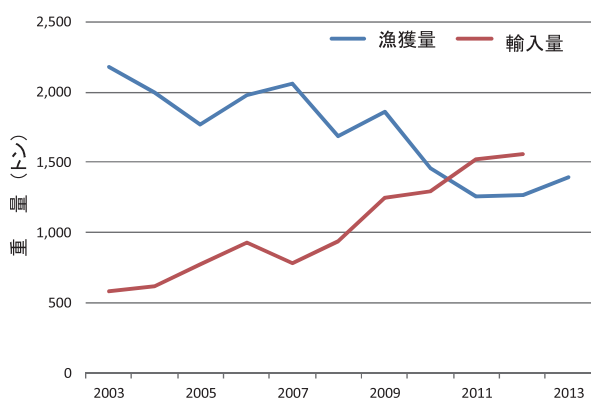


図2 我が国のアワビ類の漁獲量と輸入量

## 2. 世界のアワビ生産量の変動

FAOの統計を集計した世界の漁獲量と養殖生産量の動向を図3に示した(<http://faostat.fao.org/>)。漁獲量は長期にわたり減少傾向を示し、1980～1985年の17,000トン、1995年には11,000トン、そして2012～2013年には7,800トンに減少した。最大の生産国のオーストラリアは、1990年代には5,000トン台、2013年には4,000トン台に減少した。第2位の我が国は前述の通りである。2001年から2013年までの3大主要生産国の漁獲割合は、オーストラリア55.5%、日本19.5%、ニュージーランド11.0%である。

世界のアワビ類養殖生産量は、1987～2002年の1,000～3,000トンから2003年に10,000トン

を超え、その後驚異的な伸びを示し、2013年には121,300トンに達した。2013年の養殖生産量では、中国（約110,000トン）および韓国（8,000トン）が2大産国である。

日本は世界有数のアワビ類消費国なので、輸入量も多く、アワビ生産国の漁獲量や養殖生産量の動向が、国内のアワビ類の流通や単価に少なからぬ影響を及ぼしていると考えられる。常に世界のアワビ生産量の動向から目を離すことはできない。

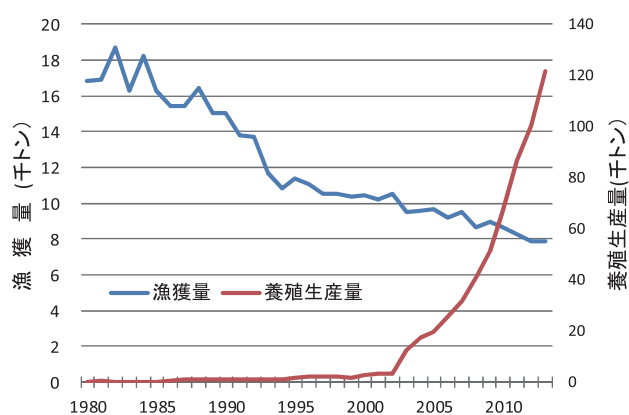


図3 世界のアワビ類漁獲量と養殖生産量

## 3. アワビ類の栽培漁業

我が国におけるアワビ資源の増殖は、アワビ類の栽培漁業と資源管理を車の両輪としている。アワビ類の栽培漁業は、1970年代後半から1980年代中頃にかけて、漁業者の熱意にこたえ、全国的にアワビ類種苗の生産施設が建設され、生産を開始した。1983年から2013年までの放流数について寒海系アワビ生息域と暖海系アワビ生息域に分けて図4に示した。両者の合計放流数は1983年には1,755万個、1996年には2,500万個を越え、2000年には3,000万個に達した。その後徐々に減少し、2010年には2,300万個に減少した。2011年の東日本大震災による岩手県・宮城県・福島県・茨城県の種苗生産施設が被災したため2013年までの寒海系アワビの放流数は激減している。これらの県は、新たに効率的な生産施設を再建しているので、あまり年を経ずに震災前の放流数を超えることが期待される。暖海系アワビの放流数は、1983年に760万個であったが、その

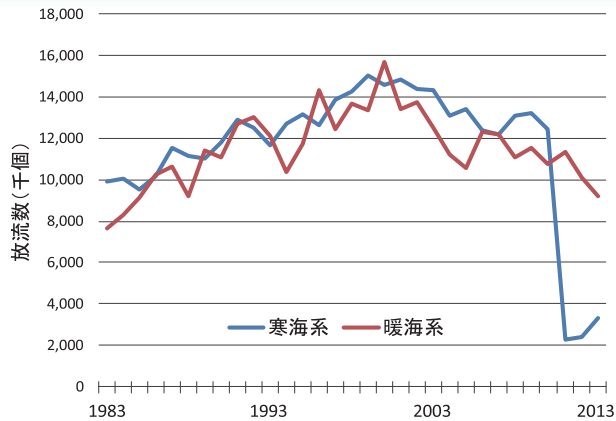


図4 寒海域および暖海域へのアワビ類種苗の放流数

後増加して2000年には1,560万個に達した。その後減少して、2013年には920万個である。

寒海系アワビ生息圏では全てエゾアワビが放流されているが、暖海系アワビの生息圏では暖海系アワビのほかにエゾアワビが放流されている。種類ごとの放流数を図5に示した。1980年代前半に西日本の種苗生産施設では筋萎縮症と呼ばれる感染症によるクロアワビの生産不調が発生した。1994年にはクロアワビの放流数が463万個まで減少し、種苗生産過程での生残率にとどまらず放流後の回収率も低下した<sup>7)</sup>。各県は放流数を確保するため、筋萎縮症対策としてエゾアワビの生産に切り替えた県もあり、1992年には460万個のエゾアワビが放流された。しかし、浅い場所で岩の表面近くで生活するためタコの食害を受け、回収率の低さから生産の縮小や中止しにより放流数は減少した。そのためメガイアワビの生産に切り替

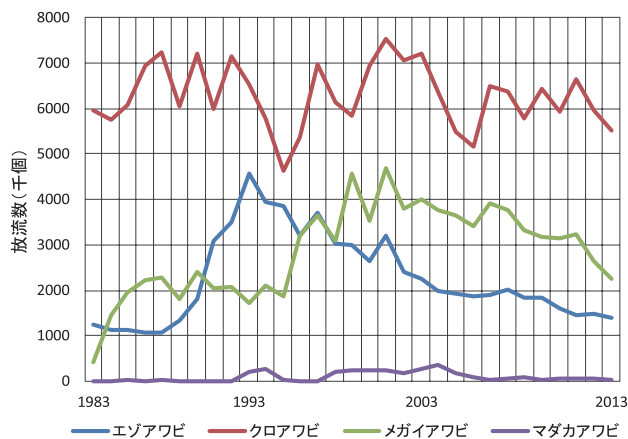


図5 暖海系アワビ生息圏へ放流されたアワビ類の種類別放流数

える県が増え、2000年にはメガイアワビの放流数は470万個に増大した。同時に、親の飼育場所と稚貝の育成場所の分離など感染症対策に取り組み、健全なクロアワビ稚貝の生産が可能になり、回収率も回復することが証明されている<sup>8)</sup>。漁業者は、メガイアワビやエゾアワビの単価がクロアワビの70%前後であることや、漁獲の容易な浅い水域に生息するのでクロアワビ種苗に対する要望が根強い。マダカアワビは種苗生産技術が確立されていないので最大放流数は37万個/年にとどまっている。

暖海系アワビ生息圏にまだ多くのエゾアワビが放流されている。栽培漁業は各地先に生息する個体群を増殖するためになされるので、種苗放流、放流効果調査、問題点の抽出、栽培技術の点検と改善の流れの中で目的に近づく自然への働きかけと考えられる。本来生息しないエゾアワビを放流した場合、放流効果だけでなく他のアワビ類との置き換わりや再生産について調べる必要があると考えられる。また、放流したアワビ類が高い比率で漁獲される漁場も存在する。遺伝の問題も含め、放流効果の算定や種苗放流方法を検討するために種苗生産担当者、行政、放流を実施する人および研究者が放流効果を検証する必要がある。

さらに、暖海系アワビの放流数は2004年以降、1,000万個前後に減少している。これは、種苗の大量放流にもかかわらず漁獲量の減少が続き、受益者負担が重くなっていることや漁業後継者がいない漁家も増え、種苗購入費を賄えないあるいは放流数の縮小する漁協もある。アワビ類の栽培漁業を展開する上で最も基本的な回収率の知見も少なく、放流効果が天然資源の変動に隠されているとも考えられる。漁村振興の立場から、放流種苗が漁獲資源や再生産の補強に結びつくために、種苗生産から放流後の海の中での生活について生活史に沿った調査を通して、放流貝及び天然産資源の管理方策の検討が必要であると考えられる。

#### 4. アワビ類の資源管理

アワビ類の資源管理は、漁業管理を中心として漁場管理（藻場管理や外敵管理）、種苗放流によるアワビ類資源の積極的な保全や増殖を内容としている。アワビ類は管理を必要とする理由として次の諸点が考えられる。アワビ類の寿命は長い

成長が著しく遅いこと、産卵量が多いが稚貝期までの生残率が低く、成熟期に達すると高くなる。そのため、処女資源は大きいが漁獲により資源量が一度減少すると回復しにくい。また、販売単価が著しく高く、取り扱いが容易である。さらに、第1種共同漁業権漁業に含まれ、多くの漁業者が同じ漁場内で漁獲を競うので“共有地の悲劇（多数者が利用できる資源が乱獲により資源の枯渇をまねくこと）”を生じる<sup>9)</sup>。アワビ類の漁業規制のベースは都道府県の漁業調整規則であるが、アワビ類の生態について知見が少なく、現在より性能の劣る漁船やウエットスーツの無い時代に定められた規則で、現在の資源管理に十分な規定ではないと考えられる。

クロアワビを例にとると、図6に示す通り、子世代が親世代に依存する<sup>5)</sup>ので、産卵量管理が特に重要で、親資源が十分な規模でないことが資源減少の基本的な問題であると考えられる<sup>10, 11)</sup>。

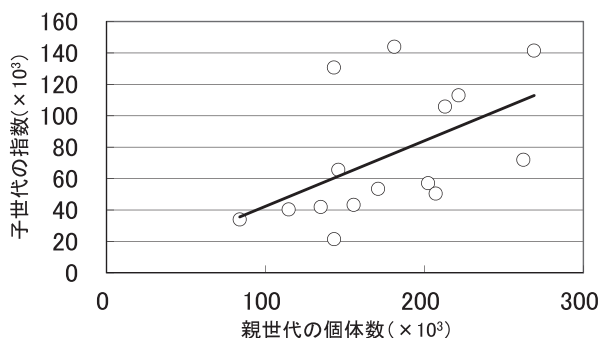


図6 クロアワビの親子関係

親世代の個体数は産卵年の3歳以上の総個体数、子世代の指数は発生年級の生涯漁獲個体数（小島，2005）

アワビ類は、気候変動により生活史の早い時期に年級群の死亡率が高まった場合、漁獲資源および産卵群の減少が3～5年後に顕著となるので、漁獲資源の減少にタイムラグが発生する。このため漁獲努力量が少なくとも、漁獲量が加入量を上回る乱獲状態に陥り、図7に示した通り漁獲率が高くなる<sup>4)</sup>。乱獲状態を避けるには、加入年齢の1年あるいは2年前の若齢アワビ類の資源状態を把握し、資源の乱獲防止に必要な親資源量を確保することが必要となる。アワビ類資源の持続的生産に必要な親資源を確保するには漁業管理の内容（漁獲サイズや漁獲努力量の規制など）の変更を伴う。

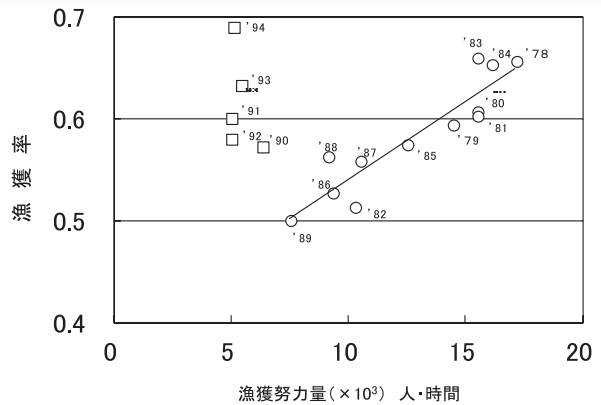


図7 漁獲努力量と漁獲率の関係

漁獲努力量はアワビ類の日別漁獲量を標本船日誌のアワビ類のCPUEで除した努力量にアワビ類漁獲量に占めるクロアワビ漁獲量の重量比を乗じた補正努力量の年間累積値（小島，2005）

漁業管理の内容を変更することは所得配分の変化をもたらすので簡単なことではない<sup>9)</sup>。しかし、こうした困難を乗り越えた例も多いが、そのうち徳島県の阿部漁協の例<sup>12)</sup>を紹介する。1950年代に15ト前後あったアワビ類の漁獲量が1961年には半減した。当時の専務と青年部は漁業調整規則の制限殻長以下のアワビ類が21万個漁獲されていること、漁獲サイズを守れば漁獲が増えることを組合員に訴え、翌年から抜本的な対策を講じることを総会で決定した。内容は組合役員と海士委員会の代表が決定した。小型アワビ類の保護と同時に5月下旬の解禁日を6月中旬に改めた。これにより、水温が上昇し、身体の弱い高齢者や女性もアワビ類の漁獲が可能となった。アワビ類資源は集落に住む人々の共通の財産と考え、平等に漁獲できることを最も基本的な考えとし、口開けは潮が良く引く波浪の弱い日とした。口開けまでに婦人と老人のためにバフソウニを解禁し、山口県から瓶詰技術を導入した。また、タコを市価の3倍で買い取る制度も設け、素潜り以外でのアワビ類の漁獲を禁じるなどこれまでの経験によるアワビ類の資源管理に必要と考えられる事柄を定め、実践した。管理効果について図8に示した<sup>13)</sup>。周辺漁協の漁獲量と比較して、管理を始めて4年間は漁獲量が減少したがその後増加に転じ、管理前の漁獲量に比べ2倍になったと推定される。管理内容について漁協組合員同士の激しい議論があったが、その結果、集落内の個々の人の考えを互いに理解でき、信頼関係が増し、問題があれば、



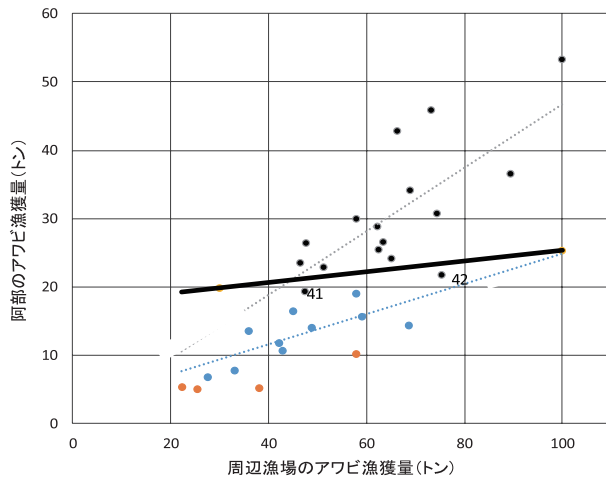


図8 周辺漁場と阿部のアワビ漁獲量の関係

管理効果の判別と管理前（昭和27年～昭和35年：青丸）と管理後（昭和43年～昭和56年）黒丸および回歸直線赤丸は昭和37年から昭和40年、図中の数字は誤判別の昭和41年と42年

黒色の直線は判別関数（小島，1985を改変）

話し合いのよる解決が可能となった。また、高齢者や女性の収入が増えたことや集荷時間の決定が単価を上昇させ、組合員の健康管理ができたなどの副次的効果も表れた。漁協事務所を自費で建て替え、道路や漁港整備の負担金も準備でき、インフラ整備も可能になった。組合員全体の納得できる管理目標を立てたことが、現在まで50年以上、資源管理の考えが維持されている最大の理由と考えられる。

しかし、資源状態は年により異なるので発生量の少ない年の資源を考慮した資源維持をどうするか、現在の資源水準の低さから抜け出させない原因は何かなど科学的な知見が必要なことは明白である。

## 5. 養殖による生産

水産庁の聞き取り調査によると、日本でのアワビ類養殖の生産量は、陸上養殖が約30トン、海面養殖が約30トンで、合計約60トンのアワビ類が生産されている<sup>14)</sup>。陸上養殖の主要産地は岩手県及び愛媛県で、岩手県の一部で閉鎖循環方式が採用されているほかはかけ流し方式が中心である。

韓国からの輸入は全て養殖エゾアワビである。我が国への輸入量の約85%が集中する門司税関は、業界からのヒヤリングにより、韓国産の養

殖アワビの輸入増加は、安価で品質が良く、毎日フェリーで活魚を安定供給できること、国産のアワビ類の漁獲量の減少によるととしている（[http://www.customs.go.jp/moji/moji\\_tokei/f25-12-awabi.pdf](http://www.customs.go.jp/moji/moji_tokei/f25-12-awabi.pdf)）。

韓国のアワビ養殖は、韓国国立水産科学院海洋水産部が2001年に「網生簀養殖技術」を刊行し、2003年からエゾアワビの網生簀養殖が開始され、2014年には8,977トンが生産され、1,400トンが日本、米国、中国へ輸出された<sup>15)</sup>。中国のアワビ養殖では配合飼料を使うが、韓国ではコンブとワカメの養殖をアワビ養殖場と同じ海域で行い、餌料としている。殻長4cmまで陸上で中間育成し、多くは別の業者が網生簀養殖を行う。養殖期間は約3年で、収穫サイズは体重40グラムから、成長のよいものでは100グラムを超える。現在の問題は餌料海藻の過剰投与や過密養殖である。養殖生産を増やすには荒天対策として沈下式網生簀施設およびその技術開発、陸上養殖施設と養殖排水利用の藻類養殖技術の開発、養殖に優れた形質（高成長、耐病性、高温耐性など）を備えた系統の作出などが今後の課題とされている。

このように韓国のアワビ養殖は、国立研究機関の全面的な支援により急速に発展した。日本の中央市場における養殖アワビのシェアは、韓国産に支配されているので、日本の養殖アワビは地方の市場なり個別販売に頼ることになると考えられる。質の良い養殖種苗の入手や生産コスト、気象条件や海況変動に対する技術開発などと肉質の改善が課題であろう。なお、中国は養殖アワビの生産量が多いが、多くが国内で消費されていると考えられる。

## 6. 海外への輸出

日本のアワビ類は、江戸時代には俵物三品の一つとして中国へ輸出されていた。現在も、乾鮑が高級食材として香港へ毎年輸出されている。財務省の「貿易統計」を基に農林水産省が作成した資料によると、2004年から2013年の輸出額の平均は28.9（±11.2）億円で、55億円（2007年）から10.7億円（2012年）で年により大きく変動している（[http://www.maff.go.jp/shokusan/export/e\\_info/pdf/hinmoku\\_betsu\\_2009.pdf](http://www.maff.go.jp/shokusan/export/e_info/pdf/hinmoku_betsu_2009.pdf)）。

輸出額の81～98%は香港への輸出である。香

港は世界の乾燥アワビ市場の中心地で、香港から各国へ再輸出される。また、乾鮑の賞味期限は2年近くあるので輸出量の年変動の原因とされる。前出のFAOの統計によれば2004年から2011年の輸出重量は31トから69トで平均は46.5(±14.4)トと報告されている。体重600g以上のアワビ類により作られた乾鮑の値段が高く、乾燥歩留まりは約10%とされる。我が国のアワビ類資源は乱獲によって激減し、600g以上の大型アワビ類が減少している。過去には乾鮑作りは日本各地で行われていたが、国内での生鮮アワビ類の需要が伸びたことにより多くの場所で製造を停止した歴史がある。養殖アワビは小型で良質の乾鮑製造に向かないので、天然産大型エゾアワビとクロアワビの確保およびマダカアワビ資源の復活により、小規模ではあるが、乾鮑製造は世界的に貴重な我が国の産業となる可能性がある。

## 7. 密漁（違法漁獲）

密漁は漁業者が漁獲して得る収入を著しく低下させ、生活する権利を奪う行為である。また、アワビ類の栽培漁業や資源管理を進める地元の熱意をも奪い去る。さらに、岩手県釜石市付近での密漁では、一晩に371kgを密漁し、漁業調整規則違反の殻長9cm未満が70%も含まれていた<sup>16)</sup>。多数の小型アワビ類の採捕は資源を枯渇させ、将来にわたり地域を破壊する行為である。

密漁は、世界各地で問題となっている。2002年における世界的な違法操業による国別漁獲量が推定されている。それによれば、豪州1,000ト、南アフリカ850ト、メキシコ550ト、日本536ト、ニュージーランド400ト、米国250トおよびその他110ト、合計3,696トと推定されている<sup>17)</sup>。近年の密漁の規模は明らかでないが、2002年と大差ないとすれば日本の密漁は漁獲量の約50%近くに達する。宮城県沿岸での密漁によるアワビの採捕量(換算重量)を推定した報告例がある<sup>16)</sup>。この報告では、密漁率(水揚げされたアワビの密漁の占める割合)は1998年から2004年の平均で42%強と推定している。

各地の漁業組合は密漁防止のため陸上や海上での夜間パトロール、密漁船団の監視、レーダーによる監視、行政組織(漁業取締船・保安部)への連絡など様々な対応が見られる。しかし、検挙さ

れる例は少なく、諦めている漁協も少なくない。徳島県のある漁業組合でアワビの解禁日に、海士が漁を終えた直後に出現した密漁船団を昼間に観察したことがある。監視船が島陰から漁港の動きと保安部の船の進路を窺っていた。3人が船底からフーカー潜水でアワビ類を採捕していたが、漁協の船が動き出したのと同時に監視船からの連絡でダイバーは直ぐに収容され、最初から全速で逃れ、密漁船は南に航行し、沖で保安部の取締船とすれ違ったが気付かれることなく逃げおおせた。監視船は浅瀬に入り座礁するのではと見ていたが巧みな操船で北へ逃れた。監視船は漁協で最速の船に追われたが振り切って逃げた。この密漁船団が密漁したのと全く同じ漁場で夜間に密漁事件が発生した。漁協のパトロール船に気が付いた高速船は、スクーバ潜水の密漁者一名を置き去りにして逃げ去った。ダイバーは山中で逮捕され、翌日、アワビの調査のため近くに居合わせたので海底から密漁したアワビ類や採捕器具類を保安部に協力して回収した。いずれも県外の密漁者で、漁業組合の解禁日、作業時間、アワビ類の多い漁場、浅海域での操船など事前に十分な情報を得ていたと考えられる。さらに、取り締まり船の動きにも留意し、情報を持ち合わせていたと考えられる。

流通段階を含めた密漁防止を図るため北海道・青森県・岩手県・宮城県の漁業協同組合連合会と東京都水産物卸売業者協会は、生産者団体が発行する原産地証明書の無いアワビを築地市場で取り扱わない旨、平成21年7月に確認書を締結した([http://www.jfa.go.jp/j/kikaku/h22\\_h/trend/1/ti\\_1\\_42.html](http://www.jfa.go.jp/j/kikaku/h22_h/trend/1/ti_1_42.html))。

南アフリカでは、1990年頃から密漁が増加し、アワビの密漁者は密漁取締り当局より性能の良い船を使い、密漁による採捕が漁獲をはるかに上回った。そのため違法採捕や違法取引を食い止めるためワシントン条約の付属書Ⅲ<sup>\*1</sup>にミダノアワビを登録し、2003年5月に効力を発した。しかし、南アフリカ政府が外国政府に十分な説明と支援を要請しなかったため付属書掲載を効果的に施行できなかったため2010年6月に付属書Ⅲからミダノアワビを削除すると言う残念な結果に終わった(<http://www.trafficj.org/press/fisheries/n100604news.html>)。

密漁者は「漁場を守る活動の表立っていない漁場をよく狙う」と言う<sup>16)</sup>。密漁対策として、漁

業者の殻長基準の厳守、アワビ資源の管理の努力（放流や漁業管理、漁場管理）などの外への発信、行政機関の密漁取締船の性能向上、暗視野カメラによる映像記録、陸からのカメラ映像の記録、漁業者と取締機関との密接な連携、密漁アワビ類であることを示す産地証明タグの装着などが指摘されている<sup>16)</sup>。

密漁は組織的、広域的に行われているので、都道府県を超えた連携が必要で、関係者の十分な連絡体制なしには撲滅は困難である。また、取締は極めて危険なので専門の機関に任せなければならない。漁業者は密漁防止を念頭にアワビ類資源の維持管理に努め、消費者に周知することと密漁者の出現を取締機関と絶えず連携することが最善の対策と考えられる。

\*1：自国内で絶滅の恐れのある種について主に国際取引制限の協力を求める。輸出国の輸出許可書または原産地証明書が必要となる。

## 8. アワビ漁業の現状と今後の課題

現在のアワビ漁業の最大の課題は、資源の長年にわたる減少に歯止めを掛け、いかに増勢に転じるかである。寒海系アワビと暖海系アワビは、周期的な大規模気候変動の影響をそれぞれ独立に受けていると推定される。環境変動の周期性はアワビ類の加入が好転する期間があることを示す。一方、アワビ類の加入量が、基本的に親の生息密度（産卵数の多寡）に規定されているとすれば、環境が好転した時に産卵数を一定の水準に保つことができれば、乱獲状態にならない可能性が示唆される。乱獲を防ぐ漁獲努力量や資源水準をどの程度にすれば良いか明らかにすることは今後の研究課題と考えられる。

アワビ類の産卵量を増やすには漁業管理が不可欠である。漁獲努力量の制限、操業期間、漁獲サイズ、操業場所など漁業管理による資源増殖や資源減少を来した多くの例が知られている<sup>18)</sup>。操業形態の変更は経済的な再配分の変化を伴う<sup>9)</sup>ので、同じ漁場でアワビ類を利用する漁業者間の同意なしには不可能である。従って、漁業管理を実施するには経済的な要因だけでなく、“共有地の悲劇”を避けられ、納得できる共通の目的を探す必要があり、さらに管理による効果の評価がないと継続・改善・廃止もできない。漁業管理の

効果の評価は方法論を含めて今後の重要課題である。

アワビ類の種苗放流は、一代採捕型か再生産期待型とする考えがある。人工種苗は再生産能力が弱いとの指摘もあり、再生産を確実にするため種苗生産システムそのものを再検討する必要性も考えられる。千葉県東安房漁協による効果的な種苗放流の活用例は示唆に富んでいる。ここでは人工的に造成した複数の場所に種苗を放流し、3年間隔で回収して効果を上げている<sup>19)</sup>。また、アワビ栽培漁業は、地先種個体群の増殖手段としてその効果が期待されているが、まだ多くのエゾアワビが暖海系アワビ生息圏へ放流されている。アワビ類に対する生態的な差異や地方的個体群に対する認識が不十分で種苗生産の容易さから判断した結果とも考えられるので放流効果や地方的個体群への影響も評価する必要があると考えられる。

資源回復の阻害要因としてアワビ類と他の生物種との関係も重要である。移動力の弱いアワビ類は、集中分布をすることで受精率が高くなる。しかし、こうした場所は優れた漁場でもある。漁獲後、周辺にいる別の個体が移動して、密度の高い場所が再構成される。しかし、乱獲により周辺の個体が少ないと漁獲した場所に別の種（生態的同位種：フジツボやムラサキウニなど）が占有する（すみ場の競争）ことをしばしば観察した。“すみ場”、特にクロアワビの隠れ場の減少は、キャーリング・キャパシティーを小さくしている可能性があり、放流効果の低下とも関連すると考えられる。荒天や地震により減少した場合、植食動物なので捕食者より早く密度を回復する可能性があり、生態学では“r-戦略”と呼ばれる。研究者によるこれらの生態学的な調査から具体的な知見を得ると同時に漁業者による捕食者や生態的同位種の生息密度の調整法を検討することは今後の課題と考えられる。

人工種苗は、“すみ場”の確保に活用できると考えられる。また、磯焼けは全国的にアワビ類資源に打撃を与えるが、磯焼けの診断方法や発生条件によっては修復技術の活用も可能である<sup>20)</sup>。近年、水温の高温化は我が国の沿岸生態系に大きな影響を及ぼしている。生態系の変化と水温変動に十分留意する必要がある。大規模気候変動と結びついている環境変化は地球規模での社会的課題であるが、水産業にとっては大規模気候変動の周



期性を把握して高水温期および環境回復期のアワビ類の漁業管理と栽培漁業の活用による持続的生産の実現に向けた取り組みが必要であろう。

漁業操業者の減少と高齢化は、岩礁性沿岸の漁業形態に変化をもたらした。外敵生物の密度低下の役割を果たしていた刺し網漁業や小型定置網漁業などを減少させ、アワビ類資源や放流効果に影響を及ぼした可能性がある。外敵や藻場の状態を判断する研究は、アワビ類が生息しうる生態系の維持に必要で、研究成果に基づいてアワビ漁業者が共同作業により漁場を管理することは、アワビ資源の維持・増大や放流効果を高める上で必要になると考えられる。

また、密漁はアワビ類の資源管理や放流事業を萎えさせる問題で、漁業権や漁獲権の侵害にとどまらず、アワビ漁業者の生存権を否定する犯罪である。密漁は広域に行われるので広域なネットワークと取締機関と情報を交換する体制を強化する。さらに、これまで以上に諦めないで、振り込め詐欺と同程度に公に理解を広めることが必要であろう。

本報告をまとめるにあたり（公社）全国豊かな海づくり推進協会 市村隆紀専務理事には貴重な文献のご紹介をいただきました。また、同協会の藤田智也氏から統計資料の入手にご協力いただきました。記して、深心よりお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 奥谷喬司・長谷川和範 (2000) ミミガイ科, 奥谷喬司編, 日本近海産貝図鑑, 東海大学出版会, 東京, 40-43.
- 2) 早川 淳・山川 卓・青木一郎 (2007) アワビ類およびサザエ資源の長期変動とその要因, 水産海洋研究, 71(2), 96-105.
- 3) 中村 藍・北田修一・浜崎活幸・大河内裕之 (2005) アワビ類の漁獲変動および種苗放流の関連について, 栽培技研, 33(1), 45-54.
- 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) 千手智晴・渡部俊輝・繁永裕司 (2003) 日本海山陰沿岸水温にみられる十年スケール変動, 月刊海洋, 35(1), 59-64.
- 6) 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)全国豊かな海づくり推進協会, 1-71.
- 7) 太刀山 透・深川敦平・福澄賢二 (2001) 筑前海におけるクロアワビの放流効果, 福岡水海技セ研報, No.11, 29-32.
- 8) 秋本恒基・太刀山透・林 宗徳・深川敦平・後川龍男・佐藤博之 (2006) 筑前海における健全クロアワビ種苗の放流効果, 福岡水海技セ研報, 16, 9-15.
- 9) 平沢 豊 (1984) 岩手県におけるアワビの漁業管理, 水産経済研究, 1-97.
- 10) 河村知彦・高見秀輝・西洞孝広 (2002) アワビ類の天然稚貝発生量を定める要因は何か?, 月刊海洋, 34(7), 529-534.
- 11) 小島 博 (2005) クロアワビを増やす戦略, 豊かな海, No.6, 28-38.
- 12) 小島 博・山中幸夫 (1983) 徳島県阿部漁協の管理例, Ocean Age, 15(12), 20-26.
- 13) 小島 博 (1985) 徳島県由岐町阿部漁協のアワビの漁業管理による生産効果の推定, 栽培技研, 14(1), 7-11.
- 14) 水産庁 (2013) 陸上養殖について, 資料 3, pp.5
- 15) Min Woo Park (2015) 韓国のアワビ養殖 (Abalone culture in Korea, *Aquainfo magazine English edition*, 2(3) の抄訳および一部更新、改変), アクアネット, 32-37.
- 16) 山川 紘 (2007) アワビ産業の現状と課題 (3) ー日常的な組織的密漁の現状と対策ー, 漁村, 73(8), 66-73.
- 17) Gordon H.R. and P.A Cook (2004) World abalone fisheries and aquaculture update: supply and market dynamics, *J. Shellfish Res.*, 23(4), 935-939.
- 18) 野中 忠 (2011) アワビは増やせるかー増殖の歴史, 生物研究社, pp.122.
- 19) 大野和也 (2014) 未来へ受け継ぐ海士の志 (こころ) ~輪採方式によるアワビ漁業 30 年の取り組み~, 第 19 回全国青年・女性漁業者交流大会資料 (分科会別活動実績発表全文), J F 全漁連, 1-8, (2014).
- 20) 谷口和也・吾妻行雄・嵯峨直恆 編 (2008) 磯焼けの科学と修復技術, 恒星社厚生閣, 東京, pp.136.



## 第2回

## 宮城県におけるエゾアワビ生産の現状と今後のロードマップ

—いつまでも続く「磯の鮑の片思い」、その思いを次世代へバトンタッチ—



佐々木 良 (元宮城県漁業協同組合)

## 1. 宮城県における震災後のアワビ漁獲状況

アワビ通信第1回（小島 2015）に続き、ここではエゾアワビ（以下、適宜アワビと呼ぶ）の動向について現地レポートする。まずは宮城県漁協統計資料から震災前後（平成 19～26 年）のアワビ漁獲量を図 1 に示す。震災前 4 年間のアワビ漁獲量の平均値 177 トンを 100 とすると、震災後は平成 23 年 24%、同 24 年 54%、同 25 年 83% と経年的に回復してきたものの昨季 26 年は 65% とやや減少しており、今季 27 年の動向が注目される。

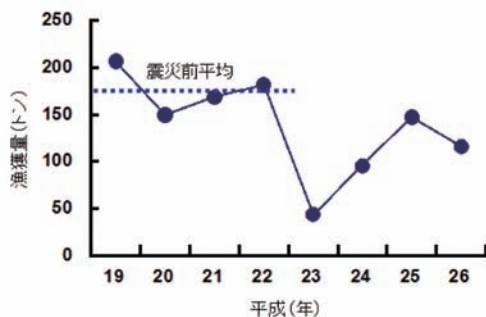


図 1 震災前後における宮城県アワビ漁獲量の推移

前報（佐々木 2012）では「被災地からのレポート」として震災時のアワビ稚貝の発生状況など報告し、さらにその後も潜水調査を続けてきたが「まだまだ本来の資源水準には回復していない」というのが率直な感想である。その後の観察では海藻のアラメや同じ磯根資源であるキタムラサキウニ、マナマコ、マボヤなどの天然発生が増大した事例もあったが、残念ながらアワビについては確認されていない。

## 2. 三陸沿岸におけるアワビ漁獲量の推移

昭和 40 年から平成 26 年まで 50 年間の三陸沿岸すなわち宮城県と岩手県のアワビ漁獲量を見ると、最高 2,209 トン（昭和 44 年）、最低 256 トン（平成元年）と約 9 倍の変動があり、その平均値は 915 トンとなる（図 2）。

両県の漁獲量の増減には  $y = 0.56x$ （宮城： $y$ 、岩手： $x$ ）のきわめて高い相関（ $R^2 = 0.84$ ）が認められることから、資源変動にかかわる要因は両県にまたがるような規模と想定される。

一般的にアワビ資源の変動は親潮接岸など水温

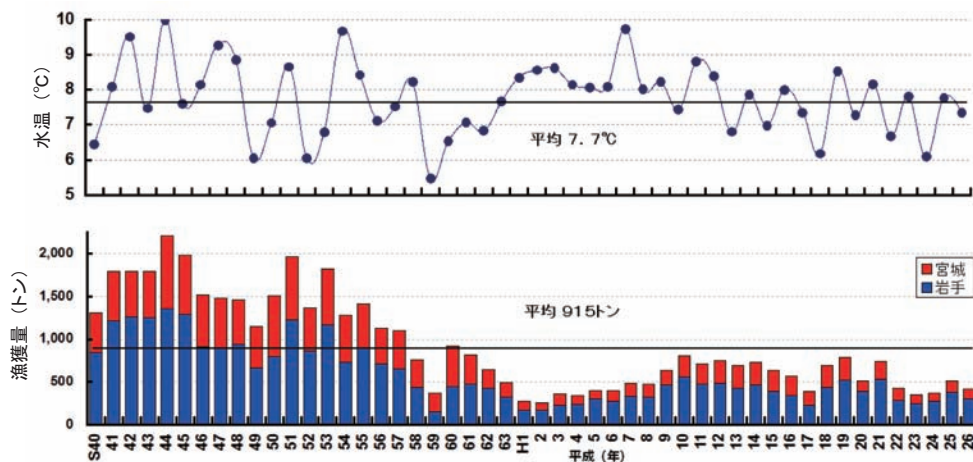


図2 宮城、岩手両県のアワビ漁獲量の合計値と江島の2～4月平均水温値の推移



環境との関係で論じられることが多いので、宮城県江島における春季平均水温値も示した。確かに、昭和 60 年前後の記録的低水温とその後の漁獲量減少には関係があるように見えるが、平成期に入り海況が好転し周期的な上下振動に転じてもアワビ漁獲量は長期低迷しており、浜ではせめて平均値の 900 トン前後に戻ってほしいと願うが、大震災の影響もあり今のところそのような気配はない。

さて、減少要因に関する議論は他にゆずるとして、ここでは昭和 40 年代の漁獲量水準が 2,000 トンを超えていたという実績、すなわち近年の減少だけでなく過去の最高水準に着目し、かつての漁獲量が示す三陸アワビ漁場の潜在的キャパシティあるいはポテンシャルを引き出す方策としてどのような取り組みが妥当か、種苗放流や資源管理の面から考えてみたい。

### 3. アワビ漁場の立地とその活用方策

三陸沿岸におけるアワビ資源の変動要因には母貝量や産卵時期・回数など産卵着底の過程とその後の親潮接岸など初期減耗の過程があり、その差し引きとなる加入量はその後の漁獲量を決めている。そのような次元の異なる大規模な変動要因に対し、これまでさまざまな立地の中で種苗放流、投石など人為的関与（投資）を行ってきたが、ここであらためて対象となる漁場の立地について整理してみる。アワビ優良漁場とは稚貝が毎年安定して発生し、その後の成長が速い場と言い換えることが出来る。そのような場の立地は外海に面した岩礁転石帯にあり波当たりが大きいことから浮泥の堆積もなく稚仔の着底場と餌料藻類の生育場が連続していると考えられる。

それらの位置づけを直感的に整理すると図 3 のとおり A と B に類型化される（写真 1、2）。

A の領域は湾内浅所で餌料海藻が豊富で再生産の低い内湾性漁場である。ここでは稚仔発生が少ないので一代再捕型で経済効果を追求する YPR 型管理（加入当たり漁獲量モデル）が適用され、これまで続けられてきた放流事業は一代回収を前提に一定の放流効果を上げる段階に達している。

B の領域は外海に面した浅所であり、本来アワビが多数分布し天然稚仔の発生が期待されることから母貝保護をはかり、産卵後に残存した大型貝を回収する SPR 型管理（加入当たり産卵資源量モデル）の考え方が基本となる。

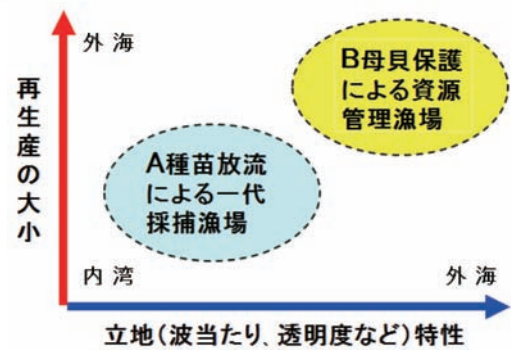


図3 湾を単位としたアワビ漁場の立地とその活用



写真1 透明度の低い内湾漁場（N型アワビ礁）



写真2 透明度の高い外海漁場のアワビ母貝

### 4. 内湾性漁場における増殖（種苗放流）

宮城県のアワビ漁場を上述した A、B 領域で見ると、仙台湾内の松島湾周縁域と牡鹿半島以北に大別され、さらに各湾においても外海～湾内へと相対的に立地は区分される。松島湾周縁域では以前から種苗放流事業に熱心に取り組んで来ており、震災後の漁場調査においても放流貝が全体の 1/3 ～ 1/2 を占めているが、天然稚仔の発生量自体が極めて少ないので震災に伴う放流事業の縮小により今後の漁模様が憂慮されている。ここでは内湾性漁場における種苗放流事例として 2 地区を紹介する。

#### ① 宮戸島の取り組み

まず、水温条件であるが松島湾周縁域と牡鹿半

島以北外海では大きく異なり、年平均水温（範囲）は前者は14.7℃（4～26℃）、後者は13.7℃（7～21℃）である。

当地では震災前の平成19年11月に平均殻長32mmで放流し、以後の追跡調査時の平均殻長は同21年2月に74mm、同22年2月に94mm、震災後の同23年10月には107mm（最大130mm、最小90mm）となった。今回の事例は震災前後に亘ったため回収率は明らかにし得なかったが、成長については殻長30mmで放流すると2年で90mmに達することが分かった（図4、写真3）。この事例は秋季放流であったが、餌料藻類が多く害敵の活動が鈍い春季放流であれば成長・生残に有利となり、さらに効率的な事業展開になると考えられる。回収率を高めるには自然死亡率の低下が必要であり、その意味で成長の優劣は重要である。気仙沼湾奥でも回収率30%と推定された事例があり、餌料藻類が多く成長の早い内湾性漁場は回収率の向上に有利と考えられる（佐々木2005）。

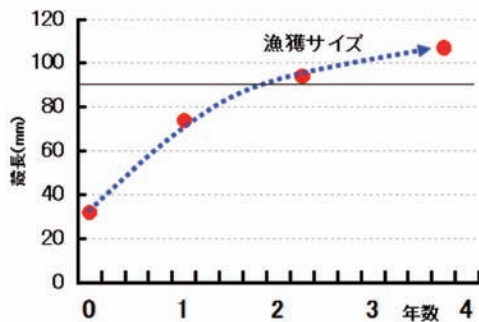


図4 内湾漁場における放流アワビの成長事例

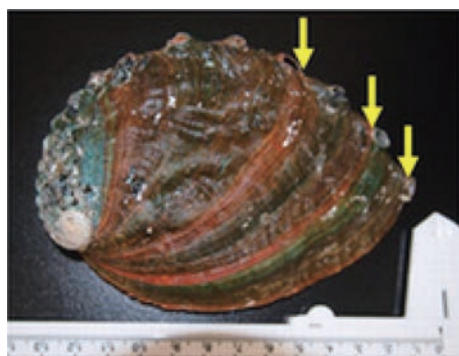


写真3 放流アワビ貝殻（矢印：産卵期の年輪）

## ② セヘ浜の取り組み

震災後は水産庁、宮城県などの支援で「被災海域における種苗放流支援事業」を活用し、他地域からアワビ種苗を導入、放流してきた。また、セヘ浜町支所では宮城県水産技術総合センターの種苗生産で生じた低成長の規格外アワビ稚貝を有効活用するため、青年研究会による中間育成・放流を

行った。セヘ浜町水産振興センターにおいて殻長10mm程の稚貝を平成26年12月から越冬飼育し、翌年7月に3ヶ所の磯根部会で約1万個体を9月まで海面育成した。放流時殻長は20mmとやや小型であったので放流直後の食害防止のため事前にノリ糸状体用カキ殻原盤に付着させ、アワビ稚貝がスムーズに海底移行出来るよう潜水しカキ殻連を海底のすき間に置くようにした（写真4、5）。これらは2～3年後には漁獲サイズに達すると期待され、その結果を見ながら今後も研究会活動の一環として継続していく予定にある。



写真4 貝殻連で中間育成されたアワビ稚貝



写真5 岩盤転石のすき間に置かれた貝殻連

## 5. 外海性漁場における増殖（母貝保護）

種苗生産技術の発展により大量の種苗放流が可能な段階に到達したものの従来の一代再捕型放流では施設の運営費増、放流効果など今後の事業安定化に多くの問題が予想される。長期的にはアワビが種として本来持つ再生産能力を活用した資源管理が必要という総論に異を唱える人は少ない。と同時に、母貝保護などの資源管理で本当にアワビが増えるのか？という素朴な疑問に答えられる人もまた少ないであろう。これら資源管理を進める上で所得配分など浜の合意を得るには何の知見が足りないか？アワビ再生産過程を調査研究する意義から考えてみる。

暖海系のクロアワビでは、子世代が親世代に依



存するので産卵量管理が特に重要で、親資源が十分な規模でないことが資源減少の基本的な問題であると考えられている（小島 2015）。この結論にたどり着くまでには少なくとも 10 年、20 年にわたる世代間のデータ収集が求められ、膨大かつ地道な研究の連続であったことが想像される。これら再生産モデルの時空間的な解析には時間すなわち長年月のデータが必要であると同時に空間すなわち場のデータも必要であろう。

まず、寒海系のエゾアワビとしては比較的短期間で解明される場のデータから着手していくのが当面の道筋と考えられる。ここでいう再生産モデルの場のデータとは、一定の場において母貝の有無と浮遊幼生の出現や着底稚仔の発生を野外調査していくことで得られる。タスマニアのアワビ漁場では実験的に母貝を除去し、その後の稚仔発生状況から浮遊幼生の分布範囲がきわめて限定的であるとして母貝の重要性を場のデータから導いている（Prince 1987）。事の真偽はさておきアワビの再生産過程を調査する意義としては先駆的で分かりやすい。

アワビがいつ産卵しているのか？、実は長い間の謎であった。たまたまアワビと同じ岩礁性の二枚貝ムラサキインコガイの幼生調査でアワビ幼生や近縁巻貝のパテイラ、クボガイ（以下、*Tegula* spp. と呼ぶ）が揃ってシケ直後に出現することから、台風など大波に同調し産卵することが明らかとなった。幸い三陸沿岸では暖海性アワビ 3 種と異なりエゾアワビ単一の分布なので幼生や稚仔の種査定は容易である。しかし、これら幼生の浮遊期間は数日間と短く調査準備などでモタモタしていると姿を消してしまい、いつ幼生が出現したのか往々にタイミングを失することになる。

アワビや近縁種 *Tegula* spp. 浮遊幼生の出現密度や分散範囲などは母貝保護を考える上で重要な情報が多く含まれる（図 5）。昨今は海外の論文にも PC で母貝保護区のシミュレーション結果など多く見かけるが、浮遊幼生の分散集積よりも必要なのは着底後の初期減耗を経た生残り発生量であり、その方面の知見は不十分である。

また、浮遊幼生の着底後の減耗は指数曲線的であり、着底稚仔の分布調査も幼生調査同様四の五の言っていると悪天候なども重なりサンプルが十分得られず年一回の貴重なタイミングを失することになる（図 6）。

さて、浮遊幼生が着底するのは具体的にどのような場所か？ 次の関心事は浮遊幼生の分布位置と

その後の着底稚仔の分布位置の整合関係となる。さらに、それら稚仔発生の場合将来のアワビ稚貝、親貝分布の場合すなわち漁場形成につながっていくわけである。そのため、各地先の海底において多数の無節サンゴモ玉石を潜水採集し、玉石表面に付着している殻長 0.3 ～ 0.5mm 大のアワビ稚仔を顕微鏡で計数する作業が求められる。

例えば、岸から沖方向に等間隔でアワビ、

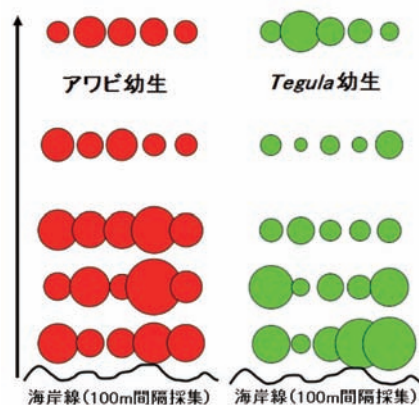


図5 浮遊幼生の分布事例（矢印先端は沖1km）

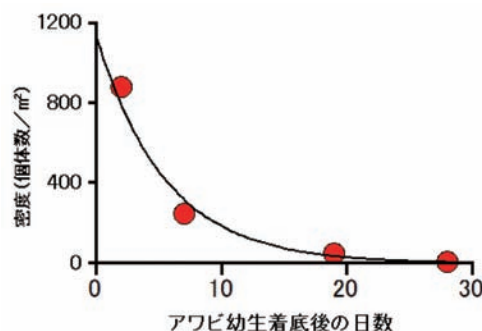


図6 アワビ着底稚仔の減耗事例

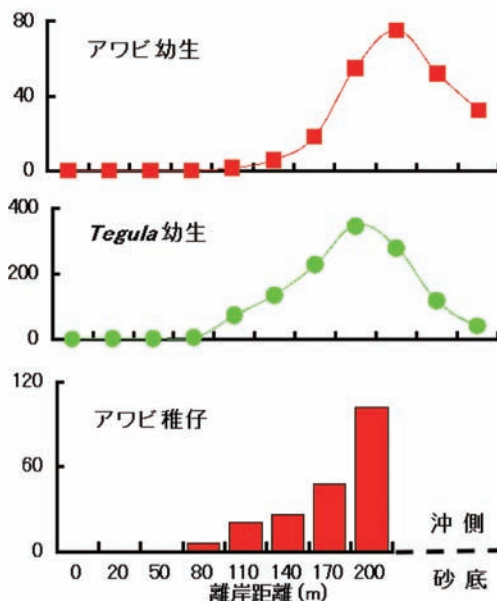


図7 アワビなど浮遊幼生、着底稚仔の分布事例

*Tegula* spp. 浮遊幼生の分布状況をみると岸側浅所で少なく、離岸 200m 付近（水深 7m）で最大となり一定位置に集中する傾向が認められた。また、海底の無節サンゴモ玉石におけるアワビ着底稚仔の分布をみると同様に距岸 200m で最大となり、これら着底稚仔の分布位置は浮遊幼生のそれに整合すると考えられた（図 7）。したがって、着底稚仔の分布位置は浮遊幼生の受動的な輸送過程の中で決められるのであろう。

ここでは母貝保護の効果云々というよりそれ以前の方法論に終始したが、まだまだこの分野での調査事例の積み重ねが足りないということがお分かりいただけたと思われる。

## 6. 次世代へのロードマップ

母貝を考慮しない資源管理はいつか必ず迷路に入り込む。これまでのアワビ資源管理は漁獲優先のため、ややもすると「母貝不在の場」での調査研究にならざるを得なかった。一般に産卵母貝量と浮遊幼生量は相関関係にあり、これまで見てきた浮遊幼生の  $m^2$  当り平均密度を見るとアワビでは数個体であり、*Tegula* spp. の数十個体と比べ慢性的に母貝の少ない状況が続いている。

もちろん、着底後の初期減耗により浮遊幼生量と稚仔発生量の相関性は失われるかも知れない。しかし、元々の産卵母貝がなければ発生量が確実に減少することもまた事実であり、一定量の母貝確保は種の再生産能力を活用する持続的管理方策の根幹である。

特にエゾアワビの場合、母貝量と稚仔発生量など場の再生産関係を実証・推進する上で重要な根拠となる産卵～幼生出現～稚仔着底など野外調査手法がある程度確立しており、世界的にも有利な条件にあると考えられる。

千里の道も一里から、まずは実証試験として立地に恵まれた母貝保護区を設定し、所定の産卵回数を経た母貝群は順次漁獲するなど長続きする多様な方式を検討し、その効果判定の根拠となる浮遊幼生、着底稚仔の生態調査については公的機関の協力を得ながら段階的に進めていくのが現実的と考える。

はるか万葉の昔から歌われてきた「磯のあわびの片思い」を叶えたいと明治以降多くの先人がその繁殖研究に取り組んできた。アワビ研究に端緒をつけた内村鑑三はその著「後生への最大遺物」の中で「我々は何をこの世に遺していこうか。金

か、事業か、思想か」と問いかけ、何人にも遺し得る最大遺物、それは日常の真面目なる取り組みにあると説いた。水産伝習所で内村と机を並べた岸上鎌吉は明治 27、28 年の調査として三陸吉浜のアワビ小型化、生物学的最小形、磯焼けの被害、人工授精、暴風時の産卵、あはび試験場、禁漁区などに言及している（岸上 1894, 1895）。その報告書には安房の布良で潜水した彼の大変興味深い挿し絵が描かれ、あたかも「技術は進歩したが、人の心は貧しくなった・・・」との独り言が聞こえてくるようだ。多くの先人がアワビにかけてきた熱い思いをあらためて次世代へリレーする由縁である。

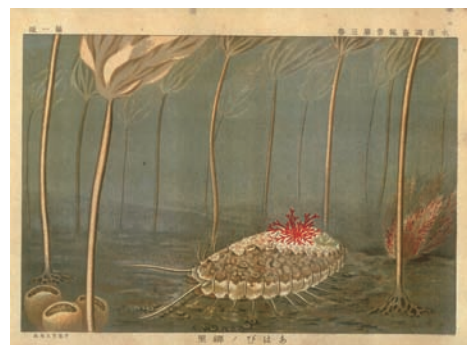


図8 岸上（1894）の水産調査報告挿し画



写真6 豊かな三陸アワビ漁場の復興を目指し

## 参考文献

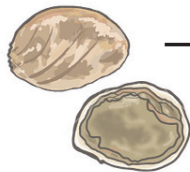
- 1) 小島 博 (2015) 日本産アワビ類の諸問題と今後の課題、豊かな海、No.36.
- 2) 佐々木良 (2012) アワビ稚貝が激減 - 被災地からのレポート、豊かな海、No.26.
- 3) 佐々木良 (2005) 水産増養殖システム -3、貝類・甲殻類・ウニ類・藻類（森 勝義編）、恒星社厚生閣、85-120
- 4) Prince J.D. et.al. (1987) Experimental evidence for limited dispersal of haliotid larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 106, 243-263.
- 5) 岸上鎌吉 (1894, 1895) あはび研究第一、二報、水産調査報告





## 第3回

## 高水温条件下の藻場と暖海系アワビ類の変遷



## —暖海系アワビ類に対する海水温上昇の影響について—

国立研究開発法人 水産総合研究センター 西海区水産研究所

主任研究員 清本 節夫

## 1. はじめに

筆者が主に調査を行っている長崎県沿岸では1990年代後半以降藻場の変化が顕著である。特に、アラメ・カジメ類の藻場からホンダワラ類の1種であるノコギリモクの藻場への変化、さらには、ノコギリモクも消失し小型海藻のみとなるなど、比較的短期に藻場の状況が大きく変化している<sup>1)</sup>。このような変化の背景には近年の海水温上昇があると考えられる。そこで、海水温上昇とそれが引き起こす藻場の変化などが暖海系アワビ類に及ぼす影響について考えてみたい。

## 2. 暖海系アワビ類について

黒潮の影響下にある千葉県以南、および対馬暖流の影響を受ける青森県の日本海沿岸以南から九州沿岸にはクロアワビ、メガイアワビ、マダカアワビが生息する<sup>2)</sup>。ここでは小島氏に倣って、これらを暖海系アワビ類と呼ぶ<sup>3)</sup>。この3種は生息水深が異なっており、クロアワビが最も浅く、次いでメガイアワビで、マダカアワビが最も深い<sup>2)</sup>。また、生息場所も違っており、神奈川県のアワビ礁でスキューバ潜水による漁獲の後、礁を解体して船上に引き揚げた生息状況を調べた結果、生息するアワビのうち漁獲されたのは、マダカアワビが50～90%、メガイアワビが20～30%、クロアワビが10%であり、種により漁獲されやすさが違っていた<sup>2)</sup>。また、移動行動の活発さも異なっており、活発な方からクロアワビ、マダカアワビ、メガイアワビの順であるとされている<sup>4)</sup>。このような行動特性の違いが漁獲や環境変化の影響に種間の差をもたらしていると考えられる。

## 3. 高水温の直接の影響

暖海系アワビ類の分布の南限は九州本土の南岸であり<sup>5)</sup>、暖海系アワビに類別されているものの高水温には適していないと考えられる。2013年夏季は、九州西岸から山口県沿岸で記録的な高水温となり、表面水温が30℃を超えた<sup>6)</sup>。そこで、このような高水温が暖海系アワビ類にどのような影響を与えるのか、これまでの飼育実験の結果から考えてみたい。

これまでの知見で高水温は暖海系アワビ類の生理状態に負の影響を与えるとされている。猪野は暖海系アワビ3種の水温と心拍数の関係を調べ、30℃を超えると急激に減少し、33～34℃で停止すると報告している<sup>5)</sup>。また、山元らはクロアワビの換水量、酸素利用率、酸素摂取量を測定し、28℃以上では高温障害が代謝機能に現れ始めると推測している<sup>7)</sup>。

クロアワビでは水温が上昇すると食べた餌の量に対する成長量の割合（転換効率）が低下すると報告されている<sup>8)</sup>。クロアワビを異なる水温で飼育した結果では、水温の上昇とともに成長量は減少し、27℃ではほとんど成長しなかった<sup>9)</sup>。筆者が、水温別にクロアワビの摂餌量を調べた結果では、水温が25℃を超えると水温の上昇とともに摂餌量が減少する傾向があった（図1）。これらのことから25℃以上になると、転換効率の減少に加えて、摂餌量も低下することから、アワビ類の成長を抑制すると考えられる。

## 4. 高水温の間接的な影響

海水温の上昇は暖海系アワビ類に直接影響を及

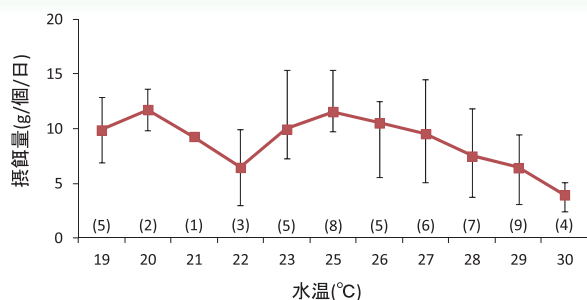


図1 クロアワビの水温別平均摂餌量。クロアワビ（平均殻長 13.8cm）の4個体を用い、水温を 19～30℃に変化させて摂餌量を測定した。餌料は塩蔵コンブを用いた。括弧の中の数字は測定回数を示す。

ばすのみでなく、藻場や他の生物を介して影響を及ぼすことも考えられる。

アワビの主餌料である大型褐藻類の生育上限水温は 27～31℃とされる<sup>6)</sup>。2013 年夏の九州西岸から山口県沿岸ではこの上限水温を超え、広い範囲でアラメ・カジメ類の消失が観察された<sup>6, 10)</sup>。過去、アラメ・カジメ類の藻場が消失した海域ではアワビ類の漁獲量が急激に減少したことが知られており<sup>11, 12)</sup>、高水温による藻場の消失はアワビ類の餌料環境の悪化をもたらし、アワビ類の資源量の大幅な減少につながる容易に推定できる。

海藻を餌とする植食動物とアワビ類とは競合関係にある。特に、ウニ類の密度が高い場合には磯焼けが持続し餌料環境が悪化する。九州西岸域において磯焼けの要因と考えられるウニ類のうち、ムラサキウニとガンガゼ類の摂餌量は水温の上昇とともに増加する（図 2）。植食性魚類の摂餌量

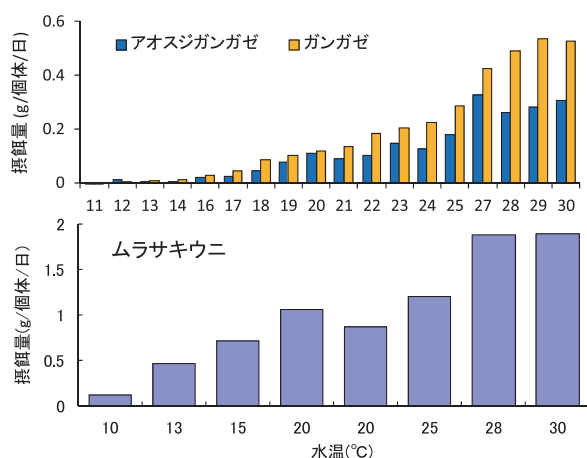


図2 ウニ類の水温別平均摂餌量。ガンガゼとアオシジガンガゼは殻径約 4cm の個体を、ムラサキウニは殻径約 4.5 cm の個体を用いた。

もまた高水温時に多いとされる<sup>13)</sup>。これらのことから、水温の上昇は、植食動物の活動期間の延長をもたらす、藻場の衰退に拍車をかけるとともに、アワビ類の餌料環境悪化の引き金になると考えられる。

アワビ類を捕食する動物、特に、稚貝を捕食する動物は多数知られ、マダコ、肉食性巻貝類、イシガニ類・ヤドカリ類等の甲殻類、ヤツデヒトデをはじめとするヒトデ類、クサフグ等の魚類があげられる<sup>2)</sup>。これらの捕食者の多くは水温の上昇とともに活動が活発となり、捕食するアワビの量も増加する。また、捕食者が捕食できるアワビのサイズは決まっており<sup>2)</sup>、アワビが成長するとともにこれらの捕食者から受ける影響は小さくなると考えられる。上述の様に、高水温および藻場の衰退によりアワビの成長が悪化した場合には、捕食者の食害を受ける期間が長期化することにより、生残率が低下する可能性も考えられる。

天然の当歳貝や放流直後の人工種苗がムラサキウニの下から見つかることから（図 3）、ムラサキウニの棘の間は捕食者からの隠れ場となると考えられる<sup>14)</sup>。藻場造成においては除去の対象となるムラサキウニであるが、海藻に影響が出ない程度であればアワビ稚貝の好適な隠れ場となる可能性もあり、過剰な除去には注意が必要である。

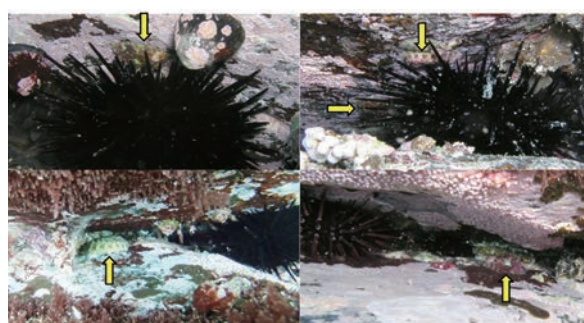


図3 アワビ類当歳貝のすみ場。上段はムラサキウニの棘の下で発見された例、下段はムラサキウニと無関係の例。

## 5. 漁場での藻場の変化とアワビへの影響

ここからは、実際の漁場でどのような変化が起こったのかを長崎県五島列島北部に位置する小値賀町を例に見てみたい。小値賀町は古くからアワビ漁が盛んな所であり、最盛期には 250 名余りの漁業者が年間 60 t を漁獲していたが、現在は数百

kgに減少している。小値賀町におけるアワビ類の資源変動、特に漁獲の影響については堀井ら<sup>15)</sup>が詳述しているので、ここでは2000年以降の藻場の変化とアワビの状況について紹介したい。

小値賀町沿岸においては1990年頃まではアラメ・カジメ類および多数のホンダワラ類から構成される藻場が分布していた。その後、2000年前後にアラメ・カジメ類が消失しノコギリモクが優占する藻場に変化した後、2008年にノコギリモクの藻場も消失し、現在はほとんどの海域で小型海藻のみが見られる状況である(図4)。この間、2000年前後からクロアワビとマダカアワビの漁獲量が減少し、一方でメガイアワビの漁獲量は2007年までは比較的安定していたが、2008年に急減し、現在では漁獲量の95%以上をクロアワビが占める状態になっている<sup>16)</sup>。2006年秋に行われた成熟調査ではクロアワビ、メガイアワビともに成熟していたが、2008年以降はクロアワビでは雌雄の判定が可能であったのに対しメガイアワビではほぼ全ての個体で雌雄の判定ができない状態であり、餌料環境の悪化が成熟阻害を生じさせている状況にあるものと考えられた<sup>17)</sup>。



図4 小値賀町地先における海底の様子。2001年のアラメ場(左)、及び2015年の小型海藻(右)。

このような変化は、アワビの加入量にどのような影響を与えたのであろうか。この連載の第1回では小島氏が資源解析から加入量の変動を<sup>3)</sup>、第2回では佐々木氏がプランクトンネットによる幼生の採集や礫表面に生息する着底初期の稚貝から産卵期や着底場所を推定していた<sup>18)</sup>。筆者の場合には、調査地が離島のため足繁く通えず、「モタモタしていると姿を消してしまう」幼生や着底稚貝の調査を行うことはできなかった。このため、5～8月に小値賀町沿岸の数地点で天然の当歳貝の探索を時間単位で行うこととした。

調査は各地点でおおよそ30分間の探索を行い、殻の形状からクロアワビとメガイアワビとを判別した。実際には両種の区別が難しい場合もあるため、厳密な数値ではない。その結果を図5に示し

た。調査を開始した2003年には既にアラメ・カジメ類は消失しており、多くの場所がノコギリモクの藻場となっていた。2003年と2005年は6割以上の調査地点でアワビ当歳貝が発見され、メガイアワビと思われる個体が多かった。一方、ノコギリモク藻場も消失し、メガイアワビの漁獲量も急減した2009年以降は、当歳貝が発見される地点が半数にも満たないことが多く、発見される当歳貝の種類もクロアワビが占める割合が増え、2014年と2015年にはメガイアワビは発見されなかった。小値賀町においては、餌料環境の悪化はメガイアワビの再生産量の低下をもたらし、現在は加入を望めない状況にあるのかもしれない。

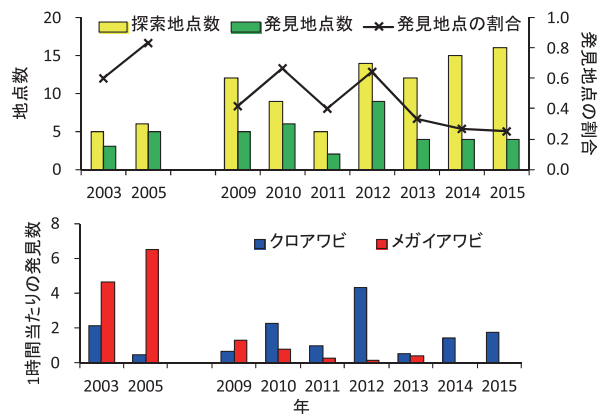


図5 小値賀町地先におけるアワビ類当歳貝の探索地点数と発見地点数(上)、及び1時間当たりの種別発見数(下)。

他の海域ではどうだろうか。長崎県下でまだ、アラメ・カジメ類が残っている調査地の結果を図6に示す。ここでは2012年以降、同様の調査を実施しているが、調査地点の多くで当歳貝が見つかる状況にある。また、年による変動があるものの、クロアワビ、メガイアワビともに発見されている。しかし、グラフをよく見ると2015年には発見地点数が減少しているのが分かる。この海域では2013年夏季の高水温によりアラメ・カジメ類の衰退が生じた。2013年秋には大量の寄り藻が発生したことにより餌料環境の悪化は回避できたものと考えられるが、翌2014年には餌不足になってアワビ類の発見数が減少したことは十分に考えられる。2015年の調査で対象となるのは2014年秋に生まれたアワビであることから、この減少はアラメ・カジメ類の衰退による餌料環境の悪化が主たる原因と考えられ、今後、その動向には注視していく必要がある。



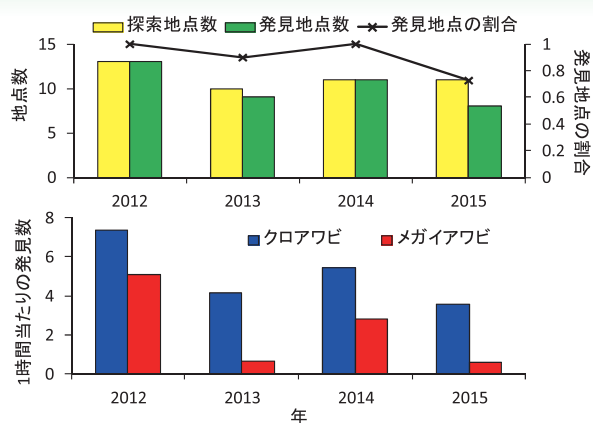


図6 アラメ・カジメ類の残る地域でのアワビ類当歳員の探索地点数と発見地点数（上）、及び1時間当たりの種別発見数（下）。2013年は調査を8月末に実施したため、発見数が少なくなった可能性がある。

## 6. 終わりに

今後も地球温暖化の影響で水温の上昇傾向が続くとされる中で、アワビ資源の持続的な維持のためにはどのような対策が考えられるだろうか。小島氏はこの連載の第1回で、「環境変動の周期性はアワビ類の加入が好転する期間があることを示す」と述べており、その時期に備えて母貝集団を維持することの重要性を指摘している<sup>3)</sup>。長崎県沿岸では2013年の夏は30℃を超える高水温であったが、翌2014年は28℃を下回る低水温であった。このためか、アラメ・カジメ類が消失した海域においても、新しい芽が伸び、一部では藻場が回復してきている。アワビに関しても、高水温の年や藻場の衰退した年には加入量は大きく減少するであろうが、条件の良い年に備えて藻場やアワビ母貝集団の維持に努めることで、アワビ資源を持続的に維持できるのではないかと考えている。

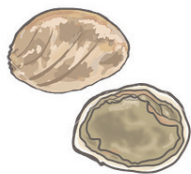
## 参考文献

- 吉村 拓 (2013) 九州沿岸での藻場の変化と漁業資源への影響、および対策の現状について。豊かな海, 30, 46-50.
- 青森県, 岩手県, 秋田県, 神奈川県, 福岡県 (1990) アワビ種苗放流マニュアル。118pp.
- 小島 博 (2015) 日本産アワビ類の諸問題と今後の課題。豊かな海, 36, 49-56.
- 宇野 寛 (1967) アワビ。川本信之編「養魚学各論」恒星社厚生閣, 643-677.
- 猪野 峻 (1952) 邦産アワビ属の増殖に関する生物学的研究。東海水研報, 5, 1-102.
- 村瀬 昇 (2014) 藻場が消えた?! ~ 2013年、夏から秋にかけての山口県日本海沿岸の藻場の異変~。豊かな海, 32, 67-70.
- 山元憲一, 半田岳志, 津野地達也 (2011) 季節的水温上昇がクロアワビの呼吸に及ぼす影響。水産増殖, 59, 529-534.
- 菊地省吾, 浮 永久 (1974) アワビ属の採卵技術に関する研究 第5報 クロアワビ *Haliotis discus* Reeve の性成熟と温度との関係。東北水研報, 34, 77-85.
- 清本節夫, 村上恵祐, 木村 量, 丹羽健太郎, 薄 浩則 (2012) 異なる水温および給餌条件下における暖流系アワビの成熟と成長。日本水産学会誌, 78, 1198-1201.
- 八谷光介, 桐山隆哉, 清本節夫, 種子田雄, 吉村 拓 (2014) 2013年に発生した長崎県壱岐市郷ノ浦町地先におけるアラメ・カジメ場の衰退過程について—夏季の高水温による発生と秋季の食害による拡大—。Algal Resources, 7, 79-94.
- 河尻正博, 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.
- 長谷川雅俊 (2005) カジメ藻場の磯焼けからの回復。水産工学, 42, 165-169.
- 桐山隆哉, 野田幹雄, 藤井明彦 (2001) 藻食性魚類数種によるクロメの摂食と摂食痕。水産増殖, 49, 431-438.
- 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, 3, 1-120.
- 堀井豊充, 清本節夫, 中村慶幸 (2011) 五島列島小値賀町における暖流系アワビ類の再生産関係からみた過剰漁獲。黒潮の資源海洋研究, 12, 57-60.
- 清本節夫, 田川昌義, 前田博謙, 渡邊庄一, 堀井豊充 (2014) 五島列島北部小値賀町におけるマダカアワビ漁獲量推定の試み。水産増殖, 62, 323-325.
- 戸澤 隆, 渡邊庄一 (2012) 長崎県小値賀町におけるアワビ資源の減少について。日本水産学会誌, 78, 1202-1204.
- 佐々木 良 (2015) 宮城県におけるエゾアワビ生産の現状と今後のロードマップ。豊かな海, 37, 61-65.



## 第4回

## 三陸沿岸のエゾアワビ資源に対する 東日本大震災の影響



国立研究開発法人 水産研究・教育機構 東北区水産研究所

主任研究員 高見 秀輝

### 1. はじめに

岩手県から宮城県にわたる三陸沿岸はエゾアワビの一大生産地であり、震災前の2009年には、両県で合計744トンが漁獲され、全国における大型アワビ類総漁獲量の約40%を占めていた。また、震災前には岩手県で約800万個、宮城県で約120万個のエゾアワビ種苗が毎年放流され、放流事業は漁獲量の底上げに貢献してきた。しかし、2011年3月11日に発生したマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震とそれに伴う巨大津波により、三陸の沿岸環境は大きく攪乱され、またほとんどの種苗生産施設が壊滅した。震災による生息環境の攪乱や数年間にわたる放流事業の中断によって、今後のアワビ資源の動向が危惧されており、実際に本連載第2回では、震災後のエゾアワビについて「まだ本来の資源水準には回復していない」との所感が寄せられている<sup>1)</sup>。我々は岩手県と宮城県の岩礁域で震災前から定期的にエゾアワビを中心とした底生生物の生態調査を行っており<sup>2-4)</sup>、本稿では、これらの調査から得られた震災前後の比較結果をもとに、震災が及ぼしたエゾアワビの生息環境や資源に対する影響およびその後の変化の過程について紹介したい。

### 2. 調査場所の概要と震災直後の海底の様子

岩手県大槌湾湾口部に位置する長根および宮城県気仙沼湾南端に位置する岩井崎、同県牡鹿半島東岸の泊浜の岩礁域で調査を行った。長根と泊浜では震災前から継続してエゾアワビやキタムラサキウニの現存量調査、海藻群落の景観被度調査を行ってきた。また、岩井崎では震災前からエゾア

ワビの新規加入量調査を実施していた。いずれの調査場所も沖合に遮蔽する島や大きな岩礁が無いため、外洋からの波浪の影響を受けやすい。震災前の長根では水深2～10mにエゾノネジモクやホソメコンブの濃密な群落形成され、それよりも深い場所では直立型の大型海藻はほとんど見られず、殻状の紅藻である無節サンゴモが優占していた。同様に岩井崎や泊浜では水深約5mまで大型褐藻のアラメが優占し、それ以深では無節サンゴモが優占する海底となっていた。これら3カ所の調査点では共通して30mm以下のエゾアワビ小型稚貝は無節サンゴモ域に高い密度で見られ、それよりも大きな大型稚貝や成貝は大型海藻群落を主要な棲み場としていた。一方、キタムラサキウニはエゾアワビのような成長に伴う棲み場の変化が見られず、稚ウニから成体までが無節サンゴモ域に多く生息していた。

岩井崎と泊浜では2011年6月に震災後初めての調査を実施した。泊浜に近接する集落では、海拔15m以下にある建物に津波による被害が認められたことから、この周辺では少なくとも遡上高15mの津波が襲来したと考えられる。この時点では両調査点共に震災前と比較して水中の濁りが目立ち、エゾアワビ稚貝の棲み場となる転石や岩礁の間隙には砂泥が堆積していた（図1a、b）。このような濁りや砂泥の堆積は、少なくとも震災から1年間、継続してみられた。泊浜では地震により地盤が約1m沈下したため、かつて陸域だった場所から恒常的に土砂が流入したことが砂泥堆積の長期化につながったと考えられる（図1c、d）。アラメ群落の縁辺部では、葉状部がちぎれて流失し仮根部だけが残された藻体が散見されたが（図1e）、群落中のアラメ現存量は震災前と変わらなかった。無節サンゴモ域では、多くの転石が反転



してサンゴモが付着していない裸面が露出し、岩盤には多くの亀裂や損傷が見られた（図 1f、h）。津波による物理的な攪乱は、アラメ群落よりも無節サンゴモ域で大きかったように思われた。

長根では 2011 年 7 月に震災後初めての調査を実施した。ここでは津波による土砂の流入や海底の物理的な攪乱は、岩井崎や泊浜と比較して軽微であった。このように調査場所によって攪乱の程度に違いがみられた原因として、津波が到達したときの強さや向きのほかに、襲来した場所の後背地形の違いが挙げられる。岩井崎の調査点はなだらかな丘陵地、泊浜は比較的緩やかな斜面に面しているのに対し、大槌湾口長根の岸は切り立った岸壁となっている。したがって、岩井崎や泊浜では津波が陸域内部まで遡上し、その後の引き波によって陸域から土砂や瓦礫がより多く流入したため、これらによる海底への土砂の堆積や物理的な攪乱がより大きかったものと考えられる。一方、岸壁に面した長根では、陸域からの土砂や瓦礫の流入が限定的だったのかも知れない。震災後に宮城県内 10 箇所でアワビ漁場の攪乱状態を潜水調査したが、砂泥の流入の程度はやはり後背地形によって異なり、切り立った岸壁に面した調査点では震災による砂泥の堆積や攪乱影響が少ない印象を受けた。

### 3. 震災後のキタムラサキウニの減少と海藻群落構造の変化

長根と泊浜では、無節サンゴモ域を主な棲み場とするキタムラサキウニの生息密度が震災直後に大きく減少した（図 1 g、h）。その後、長根では生息密度が急速に回復し、震災から 1 年後には、震災前の水準を上回った（図 2）。回復したキタムラサキウニは多くが大型個体で占められていたため、津波により深場に流された個体が浅場に戻ってきことが考えられる。一方、泊浜では長根と同様に震災直後にキタムラサキウニの生息密度が大きく減少したが、震災後約 2 年間は生息密度が低いまま推移した。その後、稚ウニの発生量が増加したため現在では密度が回復傾向にある（図 3）。

泊浜では、震災後の長期間にわたるキタムラサキウニの減少により藻類に対する摂食圧が低下し、これまで直立型の大型海藻がほとんど繁茂してい

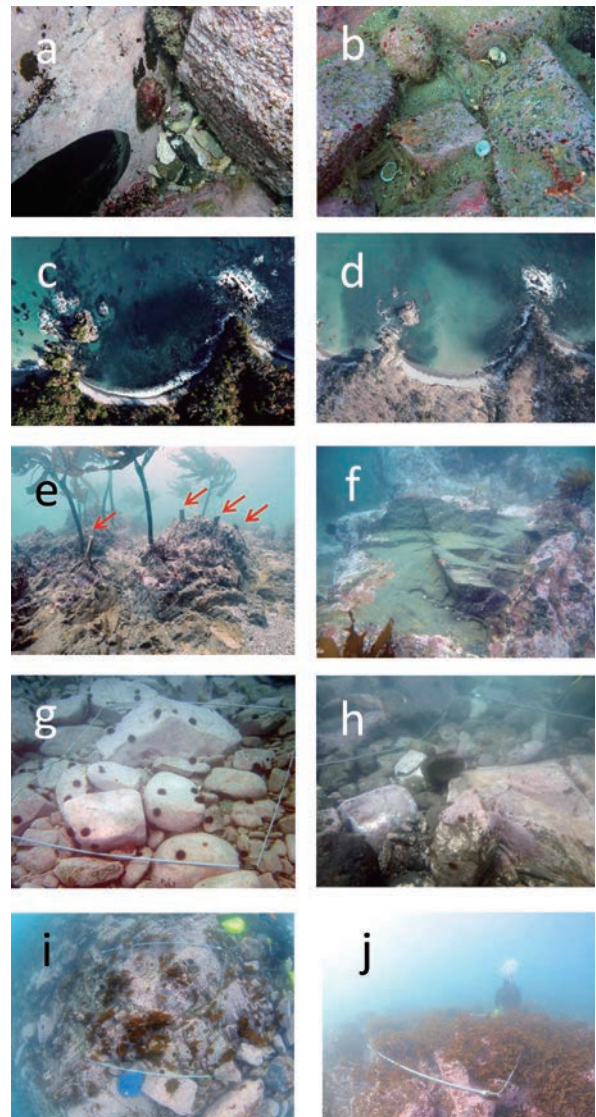


図1 調査海域の震災前後を比較した写真。a：震災前の無節サンゴモ転石間に生息するエゾアワビ稚貝（殻長約 20 mm）（宮城県牡鹿半島泊浜、2009 年 1 月）。b：震災後にみられた転石および岩盤の間隙への砂泥の堆積（泊浜、2011 年 12 月）。c：震災前の泊浜調査点の航空写真（2001 年 10 月、東北区水産研究所村岡大祐氏提供）。d：震災から約 1 年後の泊浜調査点の航空写真。陸域からの土砂の流入が目立つ（2012 年 2 月、東北区水産研究所村岡大祐氏提供）。e：津波により葉状部が失われ仮根部が残されたアラメ（赤矢印）（2011 年 6 月、宮城県気仙沼湾南端岩井崎）。f：津波攪乱による岩盤の損傷（2011 年 6 月、岩井崎）。g：震災前の無節サンゴモ域に高密度で生息するキタムラサキウニ（方形枠サイズ：2 m × 2 m）（泊浜、2010 年 11 月）。h：震災後の無節サンゴモ域。転石が反転しキタムラサキウニが見られない（泊浜、2011 年 6 月）。i：震災後、無節サンゴモ域に加入したアラメ幼体（方形枠サイズ：2 m × 2 m）（泊浜、2012 年 11 月）。j：震災後、無節サンゴモ域に形成されたフシスジモク群落（泊浜、2012 年 11 月）。



なかった無節サンゴモ域でアラメ、ワカメ、フシシジモクなどの幼体が高い密度で着生した（図1i、j）。現在ではこれらが生長し、特に多年生のアラメがかつての無節サンゴモ域で群落を拡大しつつある。長根では、震災直後のキタムラサキウニの一時的な減少に伴い、無節サンゴモ域に小型紅藻類幼体の着生が見られたがこれらの海藻が定着することはなく、震災前後で海藻群落構造に大きな変化は認められなかった。この場所では、キタムラサキウニの生息密度が震災後に比較的早く回復したことに加え、一年生のホソメコンブが優占するため海藻の現存量は季節や年により大きく変動し、これらを上回るほどの震災による変化は無かったものと考えられる。

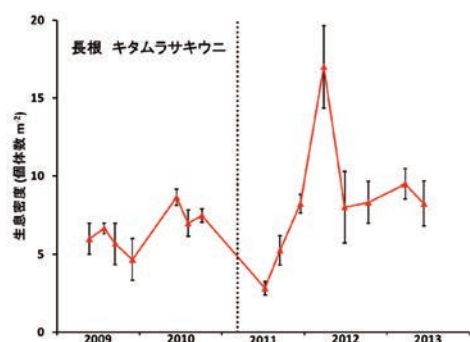


図2 大槌湾湾口長根の無節サンゴモ域におけるキタムラサキウニ生息密度の変化。点線は東日本大震災の発生を示す。

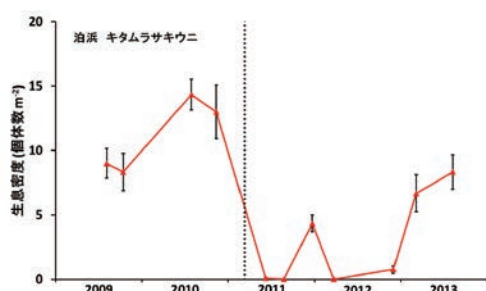


図3 宮城県牡鹿半島泊浜の無節サンゴモ域におけるキタムラサキウニ生息密度の変化。点線は東日本大震災の発生を示す。

#### 4. エゾアワビ稚貝に対する震災影響

エゾアワビは8月下旬から10月上旬にかけて主産卵期を迎え、浮遊幼生として発生し約1週間程度の浮遊期を経てから選択的に無節サンゴモ上で着底・変態して底生生活に移行する。個体によるバラツキは大きいが稚貝は生後1年でおおよそ20～30mmに成長する。殻長10～20mmになると

主要な棲み場が無節サンゴモ域から小型海藻群落へ移行し、殻長30mm以上からアラメなどの大型褐藻群落内に生息ようになる<sup>5)</sup>。

岩井崎と泊浜の調査点では、無節サンゴモ域で当歳貝の新規加入量調査を震災前から継続して行った。岩井崎では2010年に発生した当歳貝（2010年級群）のCPUE（潜水調査によるダイバー1人1時間当たりの発見個体数）は、震災発生1ヶ月前の2011年2月では10.3であったのに対し、同年6月に行った調査では全く発見されなかった。対照的に、前年に行った2009年級群の調査では、CPUEは2010年1月から6月にかけてほとんど減少しなかった（図4）。泊浜でも、2010年級群のCPUEは2011年2月の時点で28.6であったのに対し、震災後の同年6月では2.8に大幅に低下した。ここでは2007年級群から当歳時のCPUEの変化を継続して調査をしているが、2010年級群では震災前後でこれまでに無い著しい低下が起こった（図5）。なお、三陸沿岸では数年に一度の頻度で2～4月に発生する親潮系冷水の接岸により、当歳貝の生残率が低下することが知られているが<sup>6)</sup>、2011年は冷水の接岸が見られず、むしろ他の年と比較して高めの年間最低水温を記録した。したがって、岩井崎、泊浜の両調査点で見られた当歳貝の大きな減少は、平時の主要減耗要因である冷水の接岸ではなく地震・津波の直接的な攪乱によるものと考えられる。岩手県水産技術センターが実施したエゾアワビ資源量を震災前後で比較した調査でも、同県の中南部で震災後に稚貝の減少が見られたことから<sup>7)</sup>、2010年級群は地震・津波の影響によって三陸沿岸の広い範囲にわたり減少した可能性が高い。

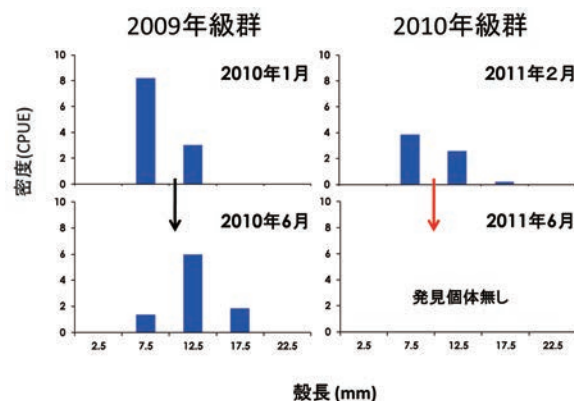


図4 宮城県気仙沼湾南端岩井崎における2009、2010年級群の当歳時CPUE（1人1時間あたりの発見個体数）の変化。

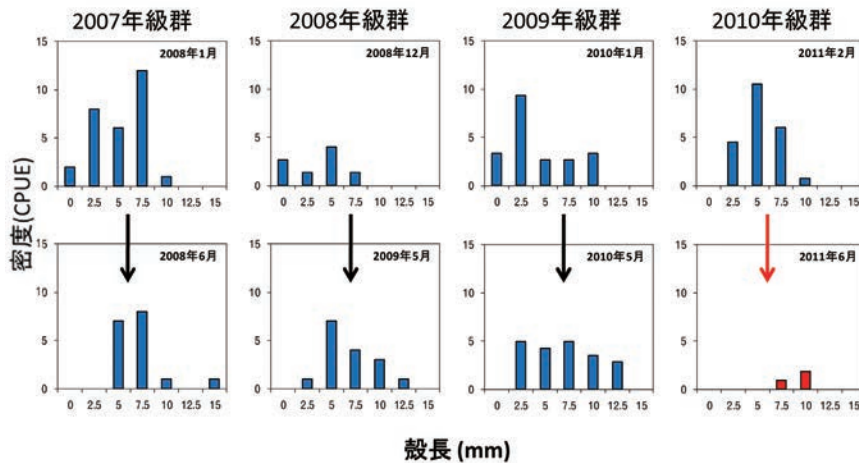


図5 宮城県牡鹿半島泊浜における 2007～2010 年級群の当歳時 CPUE（1人1時間あたりの発見個体数）の変化。

また、泊浜で当歳貝 CPUE をさらに継続して調査した結果、震災以降、当歳貝の加入水準の低下が現在も続いていることがわかった（図6）。これは、後述するように震災により成貝が減少し産卵量が減ったことに加え、稚貝が成育する無節サンゴモ域で震災後に砂泥の堆積が目立つようになったことが影響したと考えている。さらに、震災後に顕著となったアラメなど大型海藻群落の拡大によって、成貝にとっては餌料環境が好転する可能性も考えられるが、一方で幼生の着底場や稚貝の成育場である無節サンゴモ域が縮小し（図1i、j）、このことがエゾアワビの新規加入量の低下が存続する一因となっているのかも知れない。

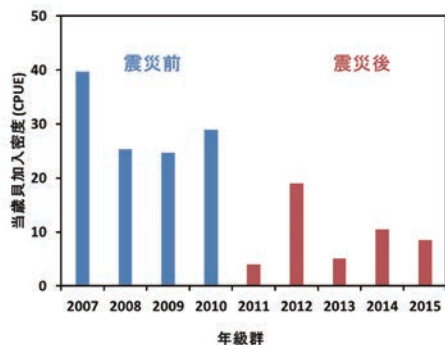


図6 宮城県牡鹿半島泊浜における 2007～2014 年級群の加入密度（1人1時間あたりの発見個体数）の変化。

## 5. エゾアワビ大型稚貝、成貝に対する震災影響

長根では、大型海藻群落内に生息する殻長 30 mm 以上の大型稚貝や成貝の生息密度には、震災による目立った減少は認められなかった（図7）。また、先に紹介した岩手県水産技術センターによ

る調査でも、震災後に稚貝の減少は見られたものの、成貝に対する影響は限定的であったことが報告されている<sup>7)</sup>。岩井崎では震災直後には成貝の生息密度に大きな変化は見られなかったが、2014 年以降に生息密度が低下傾向にある。一方、泊浜ではアラメ群落内における大型稚貝、成貝の生息密度が震災直後に大きく減少し、現在も回復せずに密度が低い状態が続いている（図8）。

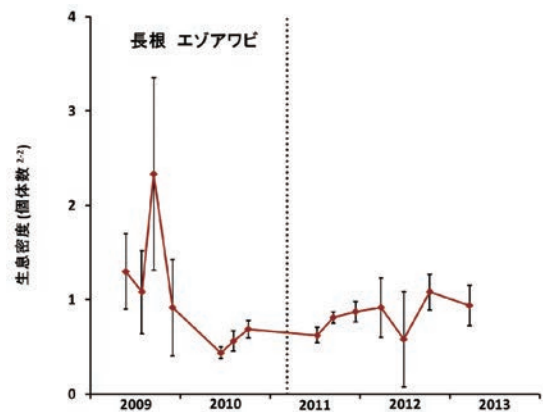


図7 岩手県大槌湾湾口長根のホソメコンブ群落におけるエゾアワビ大型稚貝・成貝（殻長 30 mm 以上が主体）の生息密度の変化。点線は東日本大震災の発生を示す。

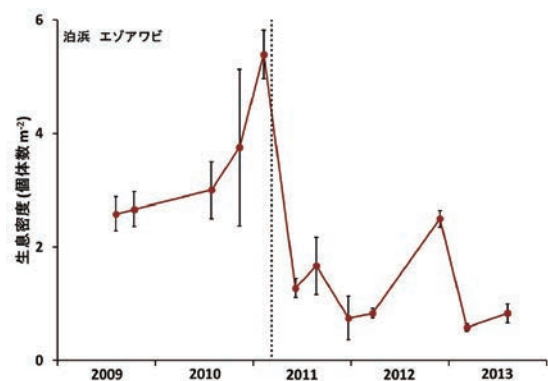


図8 宮城県牡鹿半島泊浜のアラメ群落におけるエゾアワビ大型稚貝・成貝（殻長 30 mm 以上が主体）の生息密度の変化。点線は東日本大震災の発生を示す。

泊浜で、生殖巣が十分に発達するようになる殻長 67 mm 以上の成貝の産卵期生息密度とその後発生した当歳貝の CPUE の関係を震災前後で調

べた。両者には正の相関関係が見られ、震災後に成員の生息密度が低下するとその年に発生する当歳貝のCPUEも低下する傾向にあった(図9)。このような相関関係をもたらす直接の因果関係については明らかではないが、震災後、無節サンゴモ域の縮小に伴う稚貝発生場が制限されていることに加え、成員の生息密度が減少し産卵量が減ったため新規加入量が低迷している可能性についても注視する必要がある。

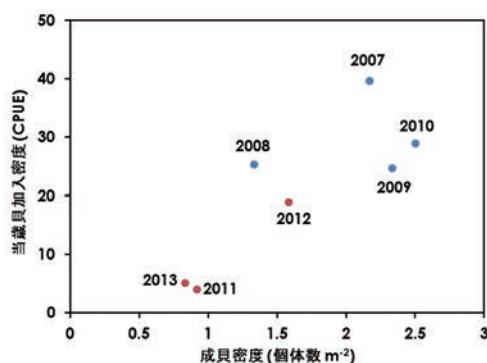


図9 宮城県牡鹿半島泊浜のアラメ群落におけるエゾアワビ成員(殻長67mm以上)の産卵期生息密度(1mm²当たりの個体数)とその後無節サンゴモ域で発生した当歳貝の加入密度(1人1時間あたりの発見個体数)との関係。添数字は当歳貝の年級、青丸は震災前、赤丸は震災後の関係を示す。

## 6. おわりに

東日本大震災の直接的な攪乱がエゾアワビの大型稚貝や成員に及ぼした影響は場所によって異なったが、多くの調査点では限定的であった。しかし、震災当時の当歳貝(2010年級群)は、広い範囲で共通して震災後に減少した。また、震災から少なくとも5年間は本格的な稚貝の放流事業が中断したことから、この間の稚貝は大幅に減少した可能性が考えられる。エゾアワビは漁獲サイズの殻長9cmに成長するまで4~5年以上かかる。震災により減少した2010年級群が漁獲加入し始めるのが2014年からとなるが、一昨年から複数の海域で漁獲量や成員資源量の減少が確認されている。本連載第1回で指摘されているように、一度減少したアワビ類資源はなかなか回復しない<sup>8)</sup>。三陸沿岸ではこれまで全国的に見ても比較的豊かなアワビ資源を誇っていた。今後もこの豊かな資源を失うことなく持続的に利用できるように、長期的視点に立って生息場の生態系の変化やアワビ資源の動態を追跡・解明すると共に、漁業管理の

判断材料とすべく情報を発信していく必要がある。

## 参考文献

- 1) 佐々木 良 (2015) 宮城県におけるエゾアワビ生産の現状と今後のロードマップ. 豊かな海 37: 61-65.
- 2) Takami, H., Won, N. I. and Kawamura, T. (2013) Impacts of the 2011 mega-earthquake and tsunami on abalone *Haliotis discus hannai* and sea urchin *Strongylocentrotus nudus* populations at Oshika Peninsula, Miyagi, Japan. Fisheries Oceanography 22: 113-120.
- 3) Kawamura, T., Takami, H., Hayakawa, J., Won, N. I., Muraoka, D. and Kurita, Y. (2014) Changes in abalone and sea urchin populations in rocky reef ecosystems on the Sanriku Coast damaged by the massive tsunami and other environmental changes associated with the Great East Japan Earthquake in 2011. Global Environmental Research 18: 47-56.
- 4) Takami, H. and Nakaie, H. (2015) Impacts of the 2011 mega-earthquake and tsunami on Ezo abalone *Haliotis discus hannai* at Iwaisaki, Miyagi, Japan. In: Marine Productivity: Perturbations and Resilience of Socio-ecosystems. H.J. Ceccaldi, Y. Hénocque, Y. Koike, T. Komatsu, G. Stora, M.-H. Tusseau-Vuillemin (eds) Cham: Springer International Publishing AG, pp. 17-21.
- 5) 高見秀輝・元 南一・河村知彦 (2012) エゾアワビの成長に伴う棲み場の変化. 日本水産学会誌 78: 1213-1216.
- 6) Takami, H., Saido, T., Endo, T., Noro, T., Musashi, T. and Kawamura, T. (2008) Overwinter mortality of young-of-the-year Ezo abalone in relation to seawater temperature on the North Pacific coast of Japan. Marine Ecology Progress Series 367: 203-212.
- 7) 後藤明明・大村敏昭 (2012) 岩手県沿岸域の海洋環境と資源に対する東日本大震災の影響. 月刊海洋 44: 328-335.
- 8) 小島 博 (2015) 日本産アワビ類の諸問題と今後の課題. 豊かな海 36: 49-56.





## 第5回

# 長崎県のアワビ漁業を支えてきた 藻場環境の変化と今後の課題



藤井 明彦（元長崎県総合水産試験場）

## 1. はじめに

振り返ると長崎県は、アワビ漁獲量が1972年には859tと過去最高を記録し、全国の15%程度を占める日本有数のアワビ生産県であった。しかし、その漁獲量は1980年代後半から減りはじめ、減少に歯止めがかかるとなく、2013年には85tと最低を記録した。

この間の漁獲量の減少は、密漁を含む過剰漁獲が要因と考えられたが、特に1990年代後半以降の減少は、磯根資源の生産を支えてきた藻場環境が劇的に変化したことが影響したものと考えられる。

ここでは、長崎県総合試験場等の調査結果に基づいて、1990年代後半以降に起こった藻場の変化とそれに伴ってみられたアワビ資源への影響について紹介し、今後も沿岸域（藻場）をアワビ等磯根資源の生産の場として活用するために取り組むべき課題を示したい。

## 2. 長崎県のアワビ漁獲量の推移

長崎県に分布する産業上重要なアワビ類は、クロアワビ、メガイアワビ、マダカアワビの暖海系アワビ類3種で、近年はその漁獲量の90%以上をクロアワビとメガイアワビが占める。

漁獲量の推移（図1）を長崎農林水産統計年報でみると、1960年代後半から1980年代後半にかけての約20年間は、600～700t台で推移し、1972年には859tと過去最高を記録した。

漁獲量の減少は、1980年代後半から始まり、1993年には378tと300t台まで減少した。その後4年間は300t台を維持し、低位で安定したかに思えたが、再び1998年から減少し始め、1998年と1999年、2007年と2008年に大きな減少がみられた。2013年には85tと過去最低となり、2014年は101tとなっている。1980年代から1990年代にかけての減少は、漁業現場でみられた管理不足の事例などから、密漁も含めて獲りす

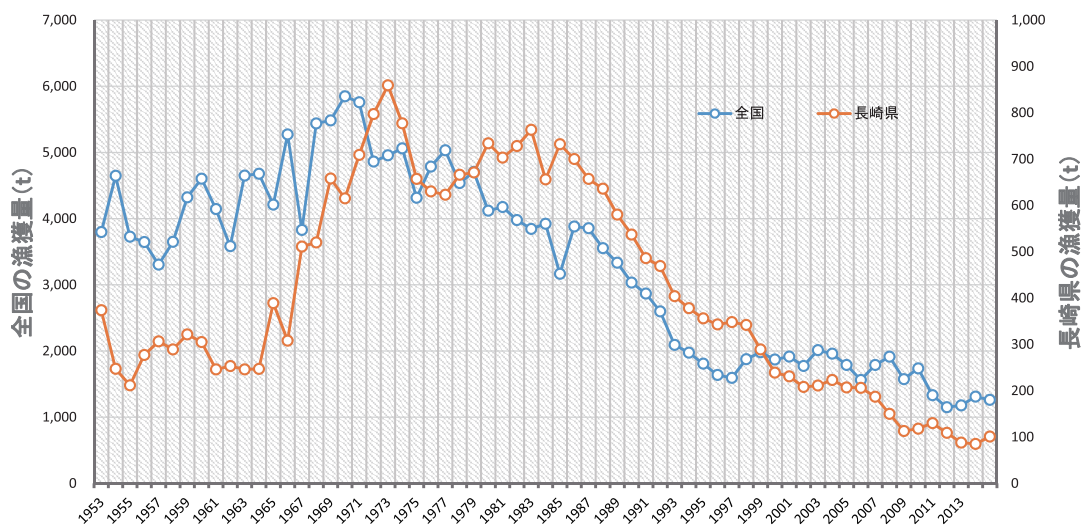


図1 アワビ漁獲量の推移

ぎが影響した可能性が高いと考えられている<sup>1, 2)</sup>。この時期の減少は、全国規模のアワビ漁獲量の変動と一致するものであったが、1998年以降の減少は、これまでとは質を異にし、長崎県のアワビ資源に悪影響を与える地域性の強い要因が働いていると考えられている<sup>3)</sup>。

### 3. 1998年以降にみられた藻場環境の変化

#### (1) 1998年にみられた藻場の変化とその原因

長崎県は北海道に次いで長い海岸線を有し、その約半分には多種多様な海藻種からなる豊かな藻場が形成されていた(図2)。



図2 長崎県の藻場(クロメ、アラメ場)

しかし、1980年代後半に実施された調査で、大型海藻が衰退し回復しない「磯焼け」が、長崎半島の大瀬戸、上五島、生月西岸、対馬東岸などの場所に集中してみられることが広く知られるようになった。原因は、断片的に得られた情報から、台風などの波浪による藻場の破壊と、それに続くウニ類などの植食動物の摂食や、藻場構成種が激減したことによる海藻の生殖細胞の供給不足が加わったものと考えられた。<sup>4)</sup> また、特定の場所に集中した理由は、台風の進路や地形的特徴など、いくつかの局所的条件が重なったものと考えられていた。

ところが、1998年以降に起こった藻場の変化は、これまでとは原因を異にするもので、長崎県では、試験規模等で観察例があった植食性魚類の摂食が、藻場の現存に大きな影響を及ぼすまでになり、県内広い範囲で大型褐藻類の衰退・消失が、これまでみられなかった規模を伴って相次いで確認された。

まず、その変化は、1998年の9月に長崎半島の南端部に位置する野母崎町沿岸で、海岸線約2kmにわたって多数のクロメ個体の葉状部が欠損し、ひどいものは茎部のみとなる現象が観察されたことで明らかになった<sup>5, 6)</sup>。このような現象は、その後の聞き取りおよび潜水調査から、県内全域で認められ、特に五島列島、平戸、壱岐、対馬の広い範囲で認められた。

この現象は、いずれの場所でもアラメ、カジメ類の葉状部の欠損、ひどいものは茎部のみとなる特徴を示し(図3)、一部ではアキヨレモク等のホンダワラ類やイシゲ、ウミウチワ等の小型海藻でも確認された。



図3 葉状部が欠損し茎部だけとなったアラメ(1998年11月長崎県壱岐市)

また、発生場所は深所で多くみられる傾向があり、隣接した場所では認められなかったり、群落内にパッチ状にみられたりと、ゲリラ的様相を呈していた。

この現象の発生原因については、葉部の縁辺に共通して弧状の痕跡があり、葉体には退色等の生理障害を示す変化は認められなかったことから、植食性魚類の摂食による影響が疑われた。その後、室内での植食性魚類の飼育試験、胃内容物調査、フィールド調査が重ねられ、アイゴ、ノトリスズミ、ブダイがクロメなど大型褐藻類を積極的に摂食し、葉部や葉の断面に残る痕跡には、これら魚類の顎骨の形状を示すなどの特徴があることが分かった。

これらの結果から、本現象の直接的な発生原因は、植食性魚類の摂食によって引き起こされた可



能性が高いと考えられた。

なお、アイゴでは18℃以下で、ノトイヌズミ、ブダイでは15℃以下で海藻を摂食しなくなり、これを上回る水温では多様な海藻を摂食すること、また海藻に対する選択性が認められ、トゲモク、ノコギリモク等は相対的には摂食されにくいことなどが分かった。

長崎県では、1998年には本現象のほかに、県内全域で潮間帯のヒジキが藻体長数cm程度に止まるなど、極端な生育不良の状態にある現象が発生したほか、有明海の島原半島沿岸では、養殖ワカメが幼葉の先端部が切れて短くなり、ひどい場合は茎のみとなって、生産に大きな影響を与える現象が発生した。これら現象についても後に、アイゴなどの植食性魚類の摂食による影響であることが明らかになった。

このように1998年には、植食性魚類が大型褐藻類に影響を与える異常現象が立て続けに発生した。なぜこのような現象が発生したのかについては、1998年は、気温が世界の観測史上最も高い年であり、海水温についても長崎県沿岸では五島列島南方の女島の年平均水温が過去50年間で最高値を更新するなど高く、特に例年より秋から冬期にかけて高めに推移した。このため、植食性魚類の摂食活動を活発化・長期化させて、秋期に最も現存量が少なくなる大型褐藻類に大きなダメージを与えたものと推察されている<sup>7)</sup>。

## (2) その後の藻場の変化

1998年に起こった現象は、当初は一過性のものとも思われたが、その後も秋から冬期の海水温が高い状態が続き、県内の広い範囲で植食性魚類の摂食による影響は引き続き認められた。1998年以降の藻場の変化について、継続して観察された場所の状況等を以下に示す。

最初に本現象が確認された野母崎町では、2001年と2004年にも再び藻場に大きなダメージを与える植食性魚類の摂食が認められ、クロメに限らずホンダワラ類にも影響が及んだ。さらに2003年、2004年には夏期に28℃以上の高水温が継続し、30℃に達する状況も発生して、クロメの大型個体の多くが、藻体全体が黒変し枯死したようになる生理障害が観察されるなど、大型褐藻類の衰退はさらに進行した<sup>8)</sup>。

また、県内有数のアラメ、カジメ類の豊かな藻場に恵まれていた五島列島北部の小値賀町で

は、植食性魚類の摂食の影響で2002年にはアラメ、カジメ類が衰退、消失し、代わってノコギリモクが一旦増加したが、ノコギリモクも2008年以降衰退し2009年には消失して、小型海藻のみがみられる状況に変化した<sup>9)</sup>。

さらに、対馬では、2003年9月に上県町南部から厳原町に至る西岸一帯のアラメ、カジメ群落、台風14号（最低気圧912hPa、最大瞬間風速74.1m/s）が対馬西沖を通過したのに伴って壊滅的な攪乱を受けて消失し、その後は植食性魚類やウニ類の摂食が継続してみられて回復に至っていない。

一方、壱岐市郷ノ浦町の本現象が確認された場所では、翌年の1999年にアラメ、カジメ群落が消失し、「磯焼け」状態へと変化した。2005年頃から回復傾向に転じ、2007年には漁業者からもアラメ、カジメの回復情報が寄せられるようになった。しかし、2013年9月には、長崎県から山口県にかけて、アラメ、カジメが茎の付け根から折れるなどして流出し、浜に大量に打ち上げられる現象が発生した<sup>10)</sup>。8月の高水温の影響と考えられるこの現象は、県内では、壱岐のほか対馬や松浦でも観察され、その後の回復が心配されている<sup>11)</sup>。

以上のように、1998年を契機に発生した藻場の変化は現在も続いている。地球温暖化の影響なのか、秋から冬期の海水温が高めに推移する傾向が常態化し、植食性魚類の摂食による影響が継続してみられ、加えて数年おきに過去の記録を更新するような夏期の高水温が発生するなどの特異的な事象が海藻に直接影響を及ぼすことで、一部回復の兆しがみえた場所もあったが、総じて藻場の衰退に歯止めがかからない状況にある。

## 4. 過去との比較からみた藻場の変化

1998年以降の藻場の変化を概観するため、県内の藻場を構成する大型褐藻類の種組成や分布の変化について調査された結果を示す。

### (1) 藻場の構成種と形成時期の変化

藻場の実態とその変化を明らかにするため、1978年に県内の南北に広い範囲（九州本土に面した15地区）で実施された藻場の一斉調査を踏まえ、2007年と2008年に同じ地区で、同時期（6、9月）に同様な調査が実施された。その結果、



長崎県沿岸域では、過去に比べて藻場を構成する大型褐藻類の種組成に次のような変化がみられた。

- 過去には県内広い範囲でみられ、周年群落を形成していた種、アラメ、クロメ、オオバモク、ホンダワラ、ヨレモク等が多くの場所で衰退、消失していた（「衰退種」）。
- 多年生のマメタワラやヤツマタモク、一年生のワカメやアカモク、浅所のウミトラノオやイソモク等は引き続きみられた（「維持種」）。
- ホンダワラ類のキレバモクやツクシモク、コンブ目のアントクメ等、南方系の海藻が新たにみられ、分布域を広げていた（「新出種」）。

また、藻場の形成時期にも大きな変化が認められた。上記の「衰退種」からなる周年形成されていた藻場が、多くの場所で認められなくなり、春から初夏に限定的に形成される、「維持種」や「新出種」からなる藻場に変化していることが分かった。また、春から初夏に形成される藻場は、過去の同時期の藻場と比較して、種組成は異なるが、海藻の現存量には差は認められなかった。しかし、晩夏から初冬にかけては、この場所は外観上海藻がほとんど認められなくなり、現存量は大きく減少して、貧海藻帯あるいは「磯焼け」の景観を呈していた<sup>12)</sup>。

## （2）アラメ、カジメ類の藻場が消失した場所

図4は、これまでの調査結果から過去にアラメ、カジメ類を主な構成種として周年形成されていた藻場が、現在は消失してしまった場所を示したものである。赤丸が消失した場所、青丸は現在も維持されている場所、白抜き青丸は小規模な群落が確認された場所を示す。

このように過去には、アラメ、カジメ類の藻場が県内全域でみられていたが、現在は、橘湾の一部と、平戸以北の県北、壱岐、対馬の限られた場所になっている。

## （3）南方系ホンダワラ類の分布域の拡大

従来から長崎県に生育していた海藻種が衰退、消失する一方で、新たに1992年頃からキレバモク、ツクシモクといった南方系ホンダワラ類等が分布域を拡大し、藻場の構成種となっていることが分かってきた。

長崎県沿岸域における南方系ホンダワラ類の分布は、1960年頃に五島市（旧福江市）や野母崎町沿岸で生育が確認され、当時の九州西岸域にお

ける分布の北限と考えられていたが、近年は、県内広い範囲で確認され、対馬沿岸の一部でも認められている（図5）。

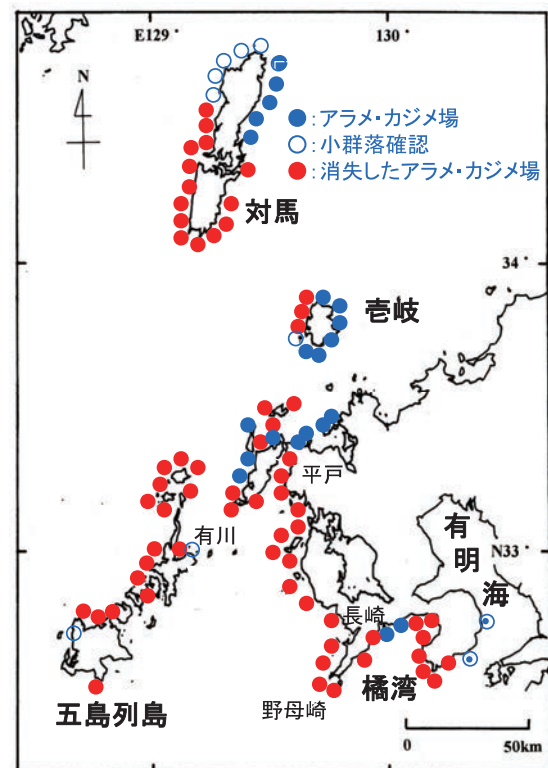


図4 長崎県におけるアラメ・カジメ場の消失場所

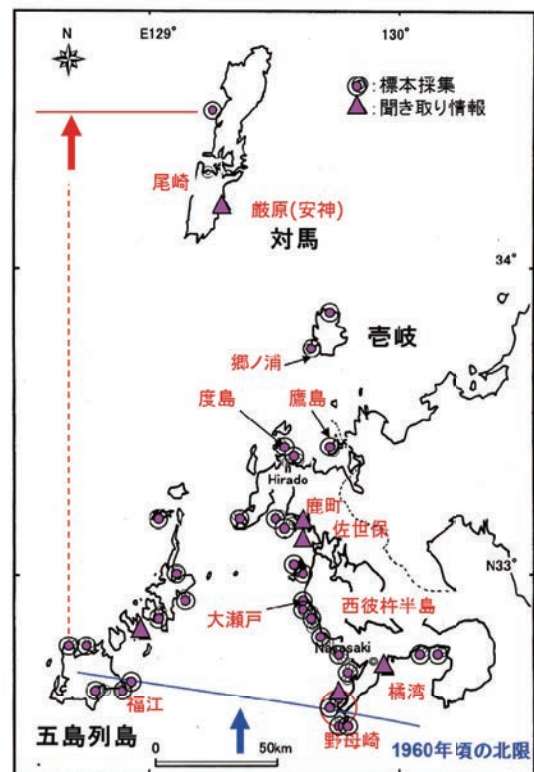


図5 南方系ホンダワラ類の分布状況

これらが分布域を拡大している要因には、植食性魚類の摂食を回避して1月頃から幼芽が出て、その後、近年の冬期の最低水温の上昇を背景に急激に伸長し、初夏には藻体長1m前後となる生態的特徴から、今の環境に適合して分布域を拡大していると考えられている<sup>7)</sup>。

以上のような長崎県沿岸域でみられた、主に多年生の大型褐藻類の衰退・消失、それに伴う藻場の構成種の変化、春から初夏に限定的に形成される藻場への変化など、これら一連の変化は、沿岸

水温の上昇による直接的あるいは間接的な影響と考えられている<sup>7, 9)</sup>。なお、海面水温の長期変動について、五島列島南方の女島(図6)における気象庁が発行したMGDSST\*を利用して解析された結果を参考までに示す(図7)。年間平均海面水温からみた変動は、1950年代からみられた寒暖の周期性が1980年代に入ると短くなり、さらに1980年代後半から不明瞭となって、1990年代後半からは水温が急激に上昇していることが示されている<sup>13)</sup>。

\* ; Merged Sattellllitte and IIn--siittu Datta Glllobal Daiilly SST

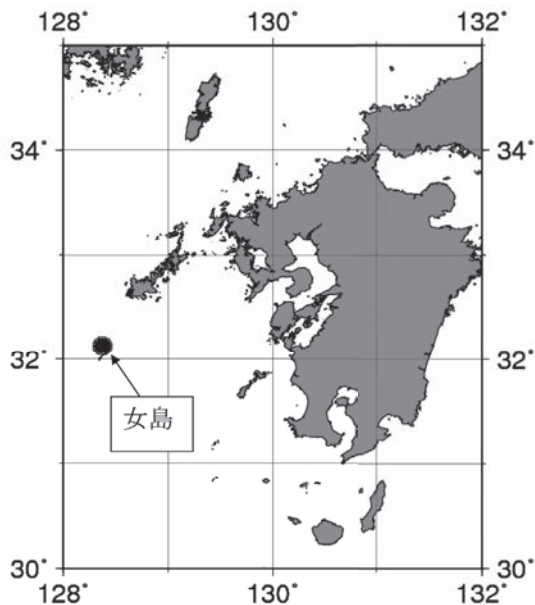


図6 女島の位置図

## 5. 藻場の変化がアワビ資源に与える影響について

長崎県沿岸域でみられた藻場の変化、特に大型褐藻類の衰退・消失は、アワビの生産に大きな影響を与えていると考えられるが、その相互関係に関する情報は必ずしも多くはない。本シリーズ第3回では、清本氏が高水温や藻場の変化がもたらす影響について、これまでの知見や長崎県小値賀町での観察結果を整理して示している<sup>14)</sup>。ここでも、清本氏が長崎県内で長年に亘って調べられた内容を援用するため重複する部分もあるが、大型褐藻類の衰退・消失に伴い長崎県の小値賀町や平戸市などで認められたアワビの変化に関する事象等について示す。

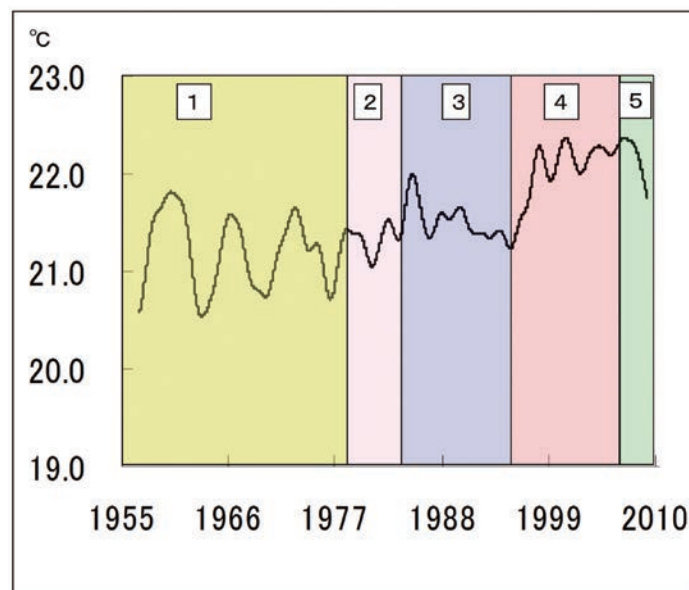


図7 女島付近の年間平均海面水温の経年変化

小値賀町では、2000 年前後からアラメ、カジメ類の消失時期と同じくしてクロアワビとマダカアワビの漁獲量が減少し、1997 年に 29 t あった漁獲量は、2002 年には 10.9 t に減少した。その後、アラメ、カジメ類に代わってノコギリモクが優先した時期にはメガイアワビが低位で安定して漁獲されたが、ノコギリモクが消失するとメガイアワビも激減した。小型海藻のみの状態に変化した現在は、主にクロアワビがわずかに漁獲されている。また 2008 年から 2010 年にかけて 11 月中旬にアワビの成熟調査が実施され、クロアワビでは年々成熟状態が悪化し、メガイアワビではノコギリモクが消失した 2010 年にはすべての個体が未成熟状態であったと報告されている<sup>9, 15)</sup>。

平戸では、藻場が変化した 2001～2003 年において調べられたクロアワビとメガイアワビの孕卵数が、1980 年代に千葉県で調べられた結果と比較して約半分と少なくなっていた<sup>16)</sup>。また、2010 年にアラメなど多年生の大型褐藻類が維持されている場所と衰退した場所の 2 ヶ所で、同じ飼育群のクロアワビ人工種苗を同時期に放流し、4 年後の 2014 年に 2 ヶ所の回収率と成長が比較された。その結果、前者では回収率が 14.2%、再捕されたクロアワビの平均殻長が 13.4cm であったのに対し、後者では、8.1%、11.9cm と前者に比べていずれも劣っていた<sup>17)</sup>。

さらに、2006 年に小値賀町、平戸市、壱岐市郷ノ浦町で①アラメ群落、②クロメ・ホンダワラ群落、③ホンダワラ群落、④ノコギリモク群落、⑤ワカメ・アカモク群落の 5 つの優占種が異なる海藻群落から採集したクロアワビとメガイアワビで成熟状況と成長等が比較された結果、成熟、成長は、①アラメ群落、②クロメ・ホンダワラ群落でクロアワビ、メガイアワビともによく、この 2 つの群落に比べ、④ノコギリモク群落では、クロアワビは劣ったが、メガイアワビは同等で、また、⑤ワカメ・アカモク群落は、クロアワビでは同等であったが、メガイアワビは劣り、③ホンダワラ群落は、クロアワビで成長は同等、成熟は劣ったが、メガイアワビではいずれも劣っていた<sup>9)</sup>。

また、この点は、海水温にも依存すると考えるが、2007～2009 年に五島市、平戸市、対馬市の 3 ヶ所で調べられたクロアワビとメガイアワビの産卵盛期が、過去と比較して 1 か月以上遅くなっている年があり、特にクロアワビでは、年による

変動が大きく、年を越して産卵している年もあることが示されている<sup>18-20)</sup>。

以上、長崎県の一連の藻場の変化はアワビ類の再生産や成長に大きな影響を及ぼし、アワビ資源の減少に大きく関与していると推察される。

## 6. 今後の課題

長崎県のアワビ漁獲量は、全盛期に比べて大きく減少した。これには、密漁を含む過剰漁獲等が大きく影響してきたものと考えられるが、近年はこれらに加えて、海水温の上昇と、それに伴う藻場環境の変化が影響しているものと考えられる。特に藻場環境の変化は、アワビの好適餌料とされるアラメ、カジメ類等の大型褐藻類の衰退・消失を招き、これまでアワビ漁業を支えてきた生産基盤を大きく揺るがす状況となっている。このような状況と今後の気候変動の予測から判断すると、全盛期の生産を回復させることは難しいにしても、今後は現状の藻場環境が持つ場の生産力を見極めて、それらを最大限に活用して漁業生産に繋げていくことが重要な課題と考えられる。

これまでの研究から海藻群落の質的違いによって、アワビの種により成長・成熟に差があり、成育場としての良否が異なることが明らかになってきている。例えばノコギリモク群落にはメガイアワビの生産を支える可能性があり、ワカメやアカモク群落のように季節限定の藻場や、南方系と小型海藻にも餌料価値の高い海藻種があり、クロアワビの生産を支える可能性があることが指摘されている<sup>9, 21, 22)</sup>。これまでは、場の持つ生産力に関して十分な検討がなされてきたとは言えないが、今後は、定性的な検討に止まらず、定量的な検討に重点を置いた研究が急がれる。

長崎県の場合、藻場環境の変化に伴いアワビ類の再生産力が低下し、資源水準が低位である状況においては、自然の自立的再生産に期待することは難しい。しかし、長崎県には県内 7 ヶ所に県、市などが運営するアワビ種苗生産機関があり、各地域に応じた人工種苗を供給する体制が整っている。これまでも暖海系アワビ類の種苗放流数では全国一を誇ってきた。今後は、今まで以上に人工種苗を有効に活用し、様々な様相を呈する藻場で人工種苗を使った実証的研究を重ね、変化した藻場環境がもつ場の生産力を見極める必要がある。



これは、アワビ類に止まらずウニやサザエなど産業上重要種を含めて定量的に検討し、その場所に適した増殖対象種を選択して漁業生産に繋げることが重要である。

長崎県では、本年度から「長崎県藻場回復ビジョン」を制定し、地元の地道な藻場回復活動の支援とともに水産基盤整備事業等（公共事業等による漁場整備等）を活用し、2,000haの現在の環境に適した藻場の回復を目指す取組が始められている。この取組が成果を上げるため、特に地道な地元の活動に報いるためには、研究と行政機関が連携して藻場の様相に応じた場の生産力を見極める実証的研究に取り組むことが緊要な課題と考える。

#### 参考文献

- 1) 堀井豊充 (1999) 五島列島小値賀町におけるアワビ—資源管理と乱獲への対応—, 月刊海洋, 号外 **17**, 72-75.
- 2) 藤井明彦 (2002) 長崎県におけるアワビ資源の現状と問題点, 月刊海洋, **34(7)**, 494-499.
- 3) 社団法人 全国豊かな海づくり推進協会 (2009) 北九州・山口海域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 年版), 1-71.
- 4) 四井敏雄 (1999) 九州沿岸における藻場修復, 恒星社厚生閣, 東京, 111-120.
- 5) 清本節夫・吉村 拓・新井章吾・桐山隆哉・藤井明彦・四井敏雄 (2000) 長崎県野母崎において 1998 年秋に発生したクロメ葉状部欠損現象の経過観察, 西水研報, **78**, 57-65.
- 6) 桐山隆哉・藤井明彦・吉村 拓・清本節夫・四井敏雄 (1999) 長崎県下で 1998 年秋に発生したアラメ類の葉状部欠損現象, 水産増殖, **47(3)**, 319-323.
- 7) 桐山隆哉 (2009) 長崎県沿岸の近年における大型褐藻群落の衰退現象に関する研究, 長崎水試研報, **35**, 15-78.
- 8) 桐山隆哉 (2009) カジメ類の分布変化—長崎県沿岸—, 恒星社厚生閣, 東京, 93-115.
- 9) 清本節夫 (2015) 長崎県沿岸域における水温上昇とウニの摂食による藻場の衰退がアワビ資源に及ぼす影響, 長崎大学博士論文, 1-142.
- 10) 西海区水産研究所資源生産部藻類グループ (2013) 平成 25 年度夏～秋に発生したアラメ・カジメ類の大量流失について, 平成 25 年度西海ブロック水産業関係研究開発推進会議意見交換・情報交換用資料, 2-5.
- 11) 桐山隆哉・塚原淳一郎・岩永俊介・大橋智志・渡邊庄一・伊藤智洋 (2013) アラメ・カジメ類の流出現象調査, 長崎水試事報, 72.
- 12) 塚原淳一郎 (2009) 長崎県本土沿岸における大型褐藻類の出現種類・量の変化～30 年前との比較～, 水産開発, **102**, 14-18.
- 13) 高木信夫 (2012) 女島付近の年間平均海面水温からみた海の変化～昔の海と今の海とは違う?～, 長崎県漁連だより, **211**, 11-12.
- 14) 清本節夫 (2016) 高水温条件下の藻場と暖海系アワビ類の変遷—暖海系アワビ類に対する海水温上昇の影響について—, 豊かな海, **38**, 53-56.
- 15) 戸澤 隆・渡邊庄一 (2012) 長崎県小値賀町におけるアワビ資源の減少について, 日水試, **76(6)**, 1202-1204.
- 16) 長崎県総合水産試験場漁業資源部栽培漁業科 (2006) アワビ放流の手引き, 長崎県総合水産試験場, 1-28.
- 17) 戸澤 隆・村瀬慎司・松村靖治・宮崎隆徳 (2010) 磯根生産向上技術開発事業, 長崎水試事報, 37-38.
- 18) 渡邊庄一・村瀬慎司・松村靖治・鈴木洋行 (2007) 磯根生産向上技術開発事業, 長崎水試事報, 43-46.
- 19) 渡邊庄一・村瀬慎司・松村靖治・鈴木洋行 (2008) 磯根生産向上技術開発事業, 長崎水試事報, 42-44.
- 20) 戸澤 隆・村瀬慎司・松村靖治・宮崎隆徳 (2009) 磯根生産向上技術開発事業, 長崎水試事報, 40-42.
- 21) 金丸彦一郎・大津安夫・古川泰久 (2013) 南方系ホンダワラ類と在来海藻の植食性ベントス 4 種に対する餌料価値の比較, 佐玄水振セ研報, **6**, 89-94.
- 22) 四井敏雄・前迫信彦・中村伸司 (1984) 昭和 56 年度～昭和 58 年度指定調査研究総合助成事業アワビの漁場性に関する研究 (クロアワビの初期餌料について), 長崎水試報告書, 1-30.



## 第6回

# 岩手県におけるエゾアワビ種苗放流事業の現状と課題



岩手県水産技術センター 増養殖部長 西洞 孝広

## 1. はじめに

岩手県におけるアワビ漁獲量は（図1）、かつて1,000 トンを大きく上回る時期もあったが、昭和50年代以降は減少傾向が続き、平成元年には200 トンを下回るまで減少した。その後は緩やかに回復し、近年は300～500 トン程度で推移している。また、岩手県では、アワビ資源量、漁獲量の増大を目指して人工種苗放流を行っており、放流数は多い年では900 万個以上にも上る。種苗放流は一定の成果を上げ、年間100～200 トン程度の放流貝が漁獲されていると推定されており、アワビ漁業において重要な役割を担っている。しかし、費用対効果の面からは、赤字にはならないものの、当初想定されていたほどの効果は上が

ておらず、より効果を上げるための対策が必要とされている。特に、東日本大震災では、当時の稚貝が顕著に減耗したのに加えて、県内の種苗生産施設が壊滅し（写真1）、その後数年間アワビの



写真1 岩手県栽培漁業協会の被災状況

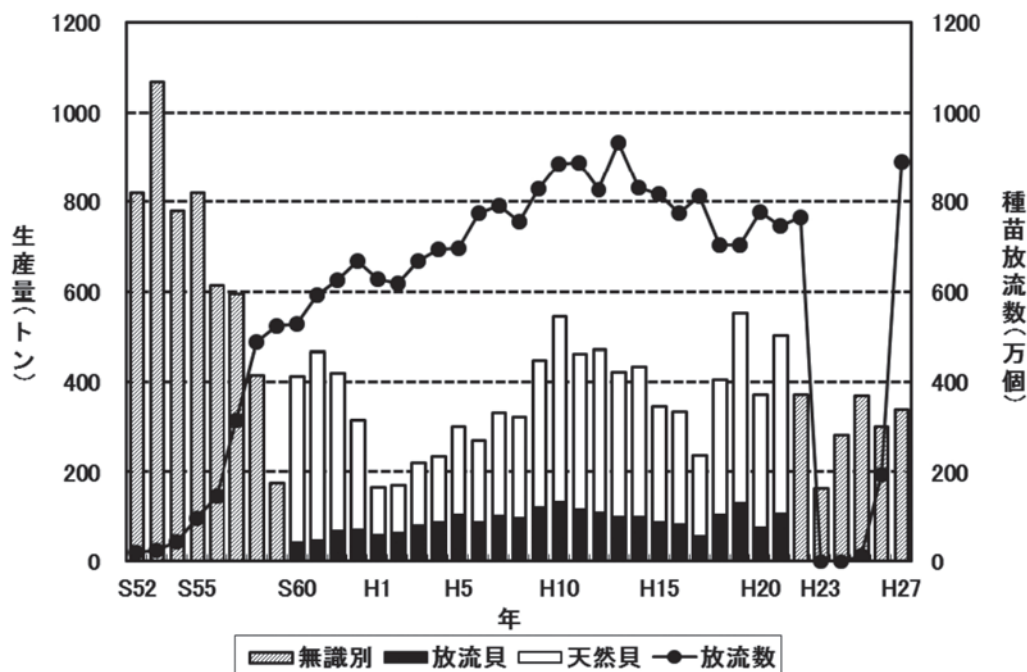


図1 岩手県のアワビ生産量と種苗放流数

種苗放流が休止、縮小しており、平成 27 年漁期頃からその影響が漁獲量の減少として現れ始めている。今後のアワビ資源の回復、漁獲量の回復を成し遂げるためには、種苗生産、放流技術の改善や漁場における餌料対策など、まだまだ多くの課題を解決していく必要がある。本稿では、これまでの種苗放流事業の状況と、震災後に行われている種苗生産技術向上のための研究の状況等について紹介させていただく。

## 2. 岩手県におけるアワビ種苗放流事業

岩手県におけるアワビ種苗放流事業は、昭和 54 年に県南部の大船渡市に県の栽培漁業センターを開所し、大規模に種苗生産を行う体制が作られた。当時の栽培センターでは、最大で 600 万個の人工種苗を生産し、これを県内各地区の漁協が購入して放流する方式となっていた。当初は種苗のサイズが 15 ～ 20mm 程度と小さかったことから、購入した漁協で一定期間中間育成してから放流する流れとなっていたが、巡流水槽の導入や技術の向上により、出荷する種苗サイズの大型化が図られ、現在では購入した種苗を直接放流する方式に変わっている。さらに、放流サイズ別の回収率の調査結果から殻長 40mm サイズでの春放流の放流効果が高いとされたことから<sup>1)</sup> (図 2)、より大型の種苗が求められる傾向が高まった。

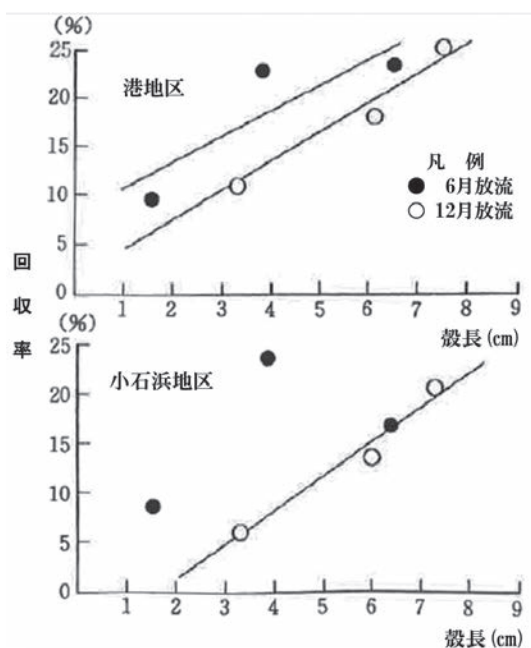


図2 放流の時期・サイズ別再捕割合

## 3. 岩手県の磯根漁場の現状と課題

岩手県沿岸のアワビ漁獲量は、震災後大幅に落ち込むことも懸念されていたが、これまでのところ、顕著に落ち込むような状況には至っていない。震災後に実施されてきた資源量調査では、津波による減耗は、主に 0 ～ 2 歳程度の稚貝にのみ確認されたことが<sup>2)</sup> (図 3)、震災後に初めて行った平成 23 年 9 月の岩手県南部の海域における調査結果に顕著に表れている。この被害の程度は県南部で大きく、県北部では比較的少なかったものと考えられる。しかし、一方では、震災以前に継続されていた人工種苗の大量放流が停止し、当所で実施している混獲状況調査結果においても放流貝の漁獲量は、震災から 5 年を経過した平成 28 年度には顕著に減少している。

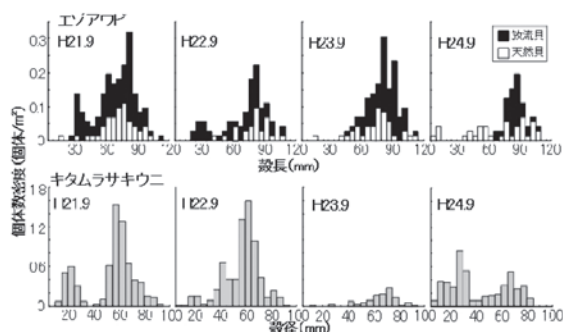


図3 エゾアワビ及びキタムラサキウニの殻長・殻径階級別密度 (南部)

一方、アワビ同様に岩手県の磯根における重要な対象魚種であるキタムラサキウニの資源については、津波によりアワビよりも大きな被害を受け、震災直後には個体数が顕著に減少したが<sup>3)</sup> (図 4)、震災年に発生した年級群が卓越していたことから、急速に資源が回復しつつあることも確認されている。

また、コンブやワカメなどの大型海藻の生育状況は、震災後 2 カ年は比較的密度が高い状態が続いたが、特にコンブについては年々生育量が減少する傾向にある。岩手県沿岸では、コンブの生育量は親潮系冷水が冬季から春季にかけて接岸した年に多くなることがこれまでの調査から明らかにされている。これは、冷水の接岸時期がコンブの芽出し時期と重なっており、冷水接岸による水温低下でウニなど食植動物の摂餌行動が停滞し、摂餌されずに生長できるコンブの量が相対的に多く



なるためと考えられている。ウニの生息量の増加はコンブなど餌料海藻の生育状況に大きな影響を持つことから、ウニの密度を適正に保つことが必要と考えられる。

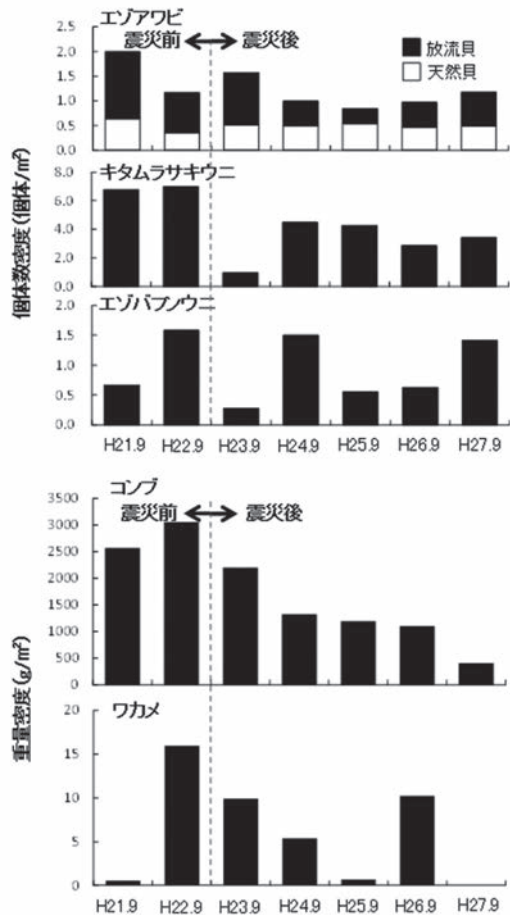


図4 岩手県南部A漁場の動物個体数密度および大型海藻の重量密度の経年変化

岩手県では、近年多くの漁場でキタムラサキウニの密度が増加し、コンブなどのアワビやウニの餌となる海藻類の生育に影響が生じ、その結果、アワビの成長が以前に比べて遅くなっていると考えられる。このため、キタムラサキウニの積極的な漁獲利用、海中林造成、投餌などの対策の必要性が認識されているが、なかなか有効な方法が見つからず、今後の研究に期待がかけられている。

#### 4. 種苗生産・放流技術の課題とその解決に向けた取組

エゾアワビの種苗生産技術は、暖流系の大型アワビ類に比べると安定しているが、震災後に再建された種苗生産施設における種苗生産でも大量へ

い死が起きる例もあり、未ださまざまな点で改善の余地が残されている。その改善の取り組みの一つとして、農林水産技術会議の委託により先端技術展開事業「アワビの緊急増殖技術開発事業」が実施され、アワビ初期稚貝の好適餌料であることが報告されている *Cylindrotheca closterium*<sup>4)</sup> などの「針型珪藻」(写真2～4)を用いた採苗・飼育技術と、より良質の卵が得られる再成熟方式による種苗生産の有効性の検討が進められ、前者については、すでに岩手県内の4か所の種苗生産施設で効果が認められ、技術導入されている。アワビ初期稚貝の餌料となる付着珪藻類については、従来は飼育水槽に自然に繁茂してくる複数の種類を利用して行っており、アワビの成長段階毎に異なる好適種類を選択的に増やすことはできないのに対し、針型珪藻は浮遊性のキートセロスなどを増やす時と同様に、通気培養によって容易に増殖させることができ、それを水槽に投入することによって採苗板上に展開することができる。



写真2 フラスコを用いた針型珪藻の通気培養

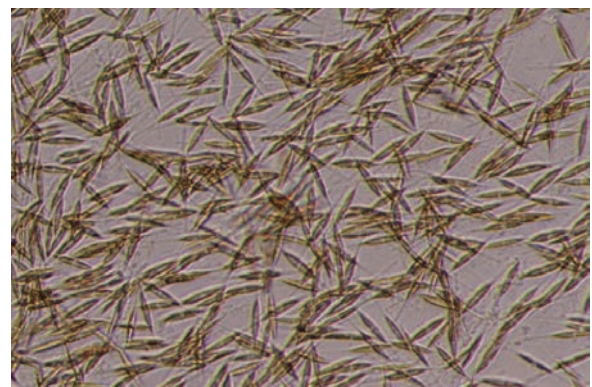


写真3 針型珪藻

上述の研究では、エゾアワビの採苗の際に、針型珪藻と従来から用いられている緑藻類の1種アワビモ *Ulvela lens*、および稚貝の匍匐粘液を組み合わせた採苗板を用いることで、採苗直後から殻長0.8mm程度までの成長が改善される効果を報告し<sup>5)</sup>、さらにその後の稚貝の飼育に対して効率よく給餌するための技術開発にも取り組んでおり、今後は暖流系のアワビ類についても種苗生産現場への技術導入が進むことを期待している。

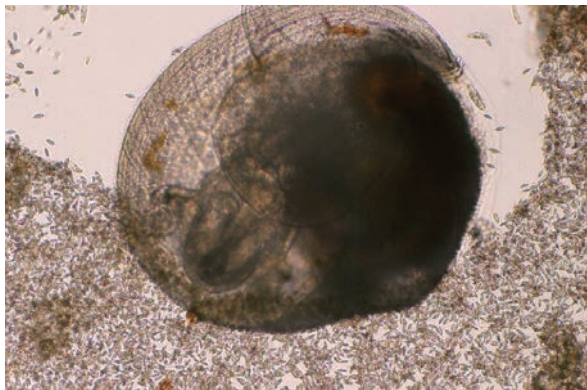


写真4 針型珪藻を摂餌するアワビ稚貝

また、筆者らは、その次の段階として、呼水孔形成以降に急増する摂餌量を十分に満たすための技術として、ワカメなど大型褐藻類の芽胞体、幼葉を餌として培養・給餌する技術開発を進めている。高見は、殻長2mm前後に成長したエゾアワビ稚貝が褐藻類の芽胞体を活発に摂餌し、良好に成長することを明らかにし、天然漁場において有効な餌料となっているとしており<sup>6)</sup>、芽胞体や幼葉を大量に生産供給できれば、人工種苗生産の効率向上に役立つものと考えられる。ワカメ養殖では、人工種苗生産を行う際に、一旦配偶体の状態でワカメを増殖させてから種苗生産に用いる技術が開発されているが、筆者らは、これを応用して、陸上水槽でワカメの幼葉を大量に培養できることを確認した。これまでの試験では、2,000リッター程度の水槽で、最大で40kg程度のワカメを生産しており(写真5, 6)、これを効率よくアワビに給餌する方法について検討を進めている。水槽培養でアワビの餌をすべて賄うのは困難と思われるが、ワカメにはアワビ稚貝の摂餌を刺激する物質の存在も報告されている<sup>7)</sup>。筆者らの実験では、水槽中に配合飼料とワカメを同時に給餌した場合に、飼育水温が低下する3月でも、アワビ稚

貝がワカメを活発に摂餌するだけでなく、配合飼料も摂餌することを観察しており、人工種苗の成長、生残の向上効果の有無を今後明らかにしたい。



写真5 アルテミアふ化槽を利用した餌料用のワカメの通気培養



写真6 通気培養したワカメ幼葉

## 5. おわりに

三陸沿岸のエゾアワビの資源状況は、南方系のアワビ類に比べれば良好な状態を保っているものの、かつての豊漁期に比べれば現状の水準は決して高いものとは言えない。潜水による資源量調査の結果を見ると、天然稚貝の発生が特に不調な様子は無く、資源量の伸び悩みは餌料環境の悪化により成長が遅れ、漁獲対象サイズになるのが遅くなっていることが大きな要因ではないかと考えられる。餌料環境を悪化させている主な要因は、キタムラサキウニの過密であり、試験的にウニを除去した漁場ではコンブなど大型海藻が繁茂することも確認できているが、非常に手間がかかることと、除去したウニを有効活用する方法がないこと



から、大規模に行われるには至っていない。行政や漁協の担当者のあいだでは、徐々にウニの密度管理の必要性の認識が高まりつつあるが、漁業者のなかには「昔はもっとウニがいた」と話す方もおり、なかなか理解が進まない面もある。しかし、餌料環境の悪化は、放流するアワビ人工種苗の成長にも同様に影響があることから、解決すべき重要な課題であり、今後のアワビ資源の動向に大きな影響を持つものである。我々の役目は、ウニの密度管理による餌料環境の改善について取組を続け、ひとつでも多くの成功例を漁業者に示して、取組を促していくことにあつて考える。

また、人工種苗生産については、岩手県内の種苗生産施設の生産はほぼ震災前の水準に回復し、それと並行して改めて技術的な見直しに取り組んでおり、今後生産効率の向上が期待される。この人工種苗放流については、岩手県で大量放流が開始された当初はアワビ資源増大の切り札として大きな期待を担っており、「岩手県あわび資源増大計画」が策定されてその到達目標は放流貝の漁獲量が700トン、天然貝との合計で2,000トンとされた。放流貝の漁獲については、一定の成果は見られたものの、当初期待されたような成果には遠く、県全体での放流貝の漁獲量は100トン程度、回収率にして10%程度にとどまっている。その要因となっているものの一つは、さきに述べた餌料環境の悪化であると思われるが、それ以外にも多くの要因が重なって、放流貝の漁獲への加入が少なくなっていると思われる。種苗生産技術の面からも、放流後の成長、生残が向上するような技術開発を続けていき、アワビ資源の増加につながるような成果を提供しなければならない。

岩手県の漁業において、アワビは、県北地域では漁業者の主要な収入源であり、ワカメ、コンブ、ホタテ、カキなどの養殖が盛んな県中部、南部においても冬のボーナス的な存在であり、漁業者の期待は非常に大きいものである。後継者不足が続く漁業の現場をより魅力的なものにしていくためにも、アワビ資源を増やし、その生産金額を増やしていくことは、後継者を浜に呼び戻すための重要な取組であると考えている。

## 参考文献

- 1) 青森県, 岩手県, 秋田県, 神奈川県, 福岡県 (1990) アワビ種苗放流マニュアル. 1-118.

- 2) 大村敏昭・堀越健・野呂忠勝・山口正希 (2013) 津波によるアワビ、ウニ等磯根資源への影響に関する研究. 平成24年度岩手県水産技術センター年報. 45-49.
- 3) 大村敏昭・貴志太樹・田老孝則・西洞孝広・堀越健 (2016) 震災による磯根資源への影響を考慮したアワビ・ウニの持続的利用に関する研究. 平成27年度岩手県水産技術センター年報. 119-125.
- 4) Kawamura, T., Saido, T., Takami, H., and Yamashita, Y. (1995) Dietary value of benthic diatoms for the growth of post-larval abalone *Haliotis discus hannai*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 194, 189-199.
- 5) 松本有記雄, 野呂忠勝, 高見秀輝, 藤浪祐一郎, 久慈康支, 河村知彦 (2015) アワビモ *Ulvella lens* と稚貝の匍匐粘液に針型珪藻 *Cylindrotheca closterium* を付着させた板によるエゾアワビ採苗法の検討. 日本誌, 81, 995-997.
- 6) 高見秀輝 (2002) エゾアワビの生活史初期における食性, 生残, 成長に関する研究. 東京大学学位論文. 1-220.
- 7) Sakata, K., and Ina, K. (1983) Digalactosyldiacylglycerols isolated from a brown alga as effective phagostimulants for a young abalone. Agric. Biol. Chem., 47, 2957-2960.





## 第7回

福岡県におけるアワビ類の調査と  
増殖への取組

福岡県水産海洋技術センター研究部 資源環境課長 秋本 恒基

## 1. 現場目線を培う伝統の潜水業務

2017年10月28、29日に開催される「第37回全国豊かな海づくり大会 福岡大会」の放流会場となる宗像市鐘崎は日本の海士の発祥の地と知られ、9世紀頃の文献にも海士のことが記載されています。また、沖合には世界遺産の登録をめざしている「神宿る」沖ノ島があり、古から海上交通の要衝でした。当地は昔から潜る文化のある土地柄なのです。その例にもれず本県の水産技術職員にもフーカー式潜水からSCUBA潜水へと使用機材は代わったものの潜水調査の伝統が脈々と受け継がれています（図1）。歴代のアワビ担当職員は、アワビの採捕の腕前は、皆が自分が一番だと思っている次第なのです。調査で獲ったアワビが少ない時には、「俺のアワビおこしは真すぐでソリがなく獲れなかった。」「キャッチバックが破れていて、獲ったアワビを落とした（FU川さん）。」「タコに襲われてナイフを盗まれたので、取り返すのに時間がかかった（HYさん）。」など・・・いずれにしても、長時間の潜水調査で経験を積み重ねて技術を向上させてきたのは言うまでもありません。潜り初めのころは海士漁師から「イワセでアワビを獲ってきたけど、投石の奥



図1 沖ノ島における潜水調査

しかおらんよ。」「えっ？イワセってどこですか？」「・・・」多分、その時の海士さんの気持ちは「あんたネェ。わかってらんよね。おいら（海士）の目線で、海の状況をみれてないんだよ。伝えたい内容は理解できないよね?!」って思われていたかもしれません。これでは実際に海で何が起こっており、漁業者は何をそこから感じ取っているのか？何が不安なのか？など現場の思いを理解できるはずはありません。そこで駆け出しの頃は、積極的に港で見かけた漁師さんには声を掛けることにしました。今日は調査の目的は何か、漁場で調査をしたらこうだった、など漁業者に積極的に話しかけ、依頼された調査にはトライして、その結果を報告し、感想を聞いてさらに検証していきました。そのうち、「今日は何しに来たと？」「アワビはみえるね？今年は獲れるかね？」など漁業者の方から先に話しかけられるようになってきました。「黒瀬で獲りよるもんね。」「ああ！黒瀬ですね。夏場は獲りにくいでしょ？深場の転石の縁辺部が浅場にいますね。だけど、奥の奥ですよね。」「うむ！うむ！こいつわかってるな！」目線が少しずつ近づき、見ている視点が一致した瞬間でした。「おまえ、俺らが見て、感じているものをある程度、理解しているな！」この現場の視点を共有できるかどうかの感覚は、特に自然に関わる環境で仕事をしている我々にとって漁業種類が何であろうと、刻々と変化する自然や生物の状況を的確に理解して、正確に現状を把握する大切な素質だと感じます。因果関係を説明しやすい（理屈づけやすい）観測データのみには迷わされることなく、五感を研ぎすまして生物目線、自然の摂理の複雑さを肌身で感じと取ろうとする姿勢で観察すると自ずと身についてくるものであることを潜水業務を通じて学びました。

## 2. 大島における先進的な漁獲管理

大島でのアワビ漁は夏季の海士漁と冬季の磯見漁（鉾付き漁）に大別されます。大島には両者で組織する「大島磯根管理組合（以下、管理組合）」があり、1981年から組織化されています。管理組合では地域漁業の発展に寄与するため①組合員の生活の安定、②資源の増殖、③漁場管理、④操業の合理化に取り組み、種苗放流、事故防止や健康管理、漁場行使の適正化と漁業秩序の維持及び漁場造成を実施しています。なかでも漁獲管理には特に徹底しており、福岡県水産海洋技術センター（以下、センターという）が算出した資源量からその年の漁獲割当量の上限を海士漁と磯見漁に割当て、オリンピック方式で漁獲していく漁獲管理を続けています。このため出漁日には、港で漁獲したアワビを個人毎に組合職員が計量し、厳格な漁獲量管理を実施しています<sup>1, 2, 3)</sup>。また、アワビの集荷日には、まとまった量のアワビが集まることから、センターでは仲買業者の協力を得て数百個体の漁獲されたアワビを測定し、種類毎の組成割合やサイズなど資源管理に必要な基礎データを1982年から継続して収集しています。管理組合の財源は、磯根漁獲物の歩金、賦課金でまかない、種苗の購入費や中間育成施設の維持・管理経費に充てられています。資源量の推定値が減少した時に管理組合の会長さんに漁獲割当量の縮小を提案したことがあります。その時、会長さんに割当量の削減は漁獲に応じて負担している管理費の減少にもつながることから「割当量の減少も理解できるが、放流数量の減少への懸念も含めて総合的に判断してほしい！」との指摘を受けました。当時は資源量の現状にとらわれ資源水準の維持にのみ注視し、割当量の削減を提案しようと考えましたが、放流も含めた管理組合の全体の運営に関してまで思慮が及ばなかったことに恥ずかしくなりました。また、漁業者らが獲ることだけでなく、資源面、管理組合の運営や今後の展開方向を真剣に考えていることに感動したものでした。

このような取組にも漁業者らが実感できるような漁獲量の顕著な増加はありませんでした。理由として中間育成の歩留まりが不安定で年間の放流数量が安定していかなかったことが一因と考えています。そのため、クロアワビ中心の放流に加え、新たにメガイアワビの放流を検討するため効果調

査を実施し、静穏域の南側海域にメガイアワビを、北部海域にはクロアワビを放流することで漁場の棲み分けを図り、漁獲の効率化を検討しました<sup>4)</sup>。大島は静穏域が広くメガイアワビの漁獲割合は、これまでも比較的高かったことから、仲買業者に注目されていたことに加え、有害プランクトンのカレニア・ミキモトイへの耐性がクロアワビよりも高かったことから検討を始めました<sup>5)</sup>。メガイアワビの放流種苗の入手先には、筋萎縮症の発生履歴のない地域や生産施設から導入することを優先して疾病が拡散しないように安全性に留意して購入先を選定しました。今でも継続してメガイアワビを放流し、安定して漁獲されています。

その後のアワビの漁獲状況は、定めた割当量の上限枠には達するものの、「アワビがみえん！」「投石の奥にしかおらん！」などの声が浜で聞こえていました。確かにアワビ漁の解禁直後のCPUEは一時的には高いものの長続きはせず、急激に減少し、累積漁獲量の経日変化も緩やかにしか立ち上がらない状況でした。さらに放流アワビの混獲率が徐々に増加してきました<sup>3)</sup>。当初は放流数の増加に伴っての効果と期待しましたが、累積漁獲量の経日変化からも、もっと効率的に漁獲されるはずが、その兆候がみられなかったことから天然アワビの再生産を懸念し始めました。併せて春先の親アワビの卵持ちアワビがみられたり、水温上昇期の斃死がみられたりなど、秋の水温降下の遅れから成熟や産卵への影響を懸念しています。このような中では、放流アワビの生産を安定させ、放流群を確実に漁獲する体制を整えることが重要で、2016年には長年の切望であった陸上アワビ中間育成施設の大規模な改修をしました。新たに整備した水槽には、センターで技術開発した高密度飼育技術を導入しており、歩留まりの向上による放流数の増加と、より大きくて健全なクロアワビ種苗の放流が可能となることを期待しています（図2）。この中間育成技術は、クロアワビの生態を良く反映しており、まさに天然稚貝の生息状況を観察し、陸上水槽での長年の飼育経験に基づいた育成技術です。簡単に言うと、クロアワビの特性である光に対する負の走行性と流れに対する正の走行性を利用して均一に付着板に分散して付着させることにより、高密度でアワビにストレスを与えずに飼育が可能となる上に、ランニング経費がかからないようにバランス良く設計させていま





図2 水技センターで技術開発したスリット式付着板を用いたアワビ種苗の高密度飼育

す。センターでの中間育成試験では、殻長 20mm 程度をひと冬で 30mm 以上に成長させるには、1 m<sup>2</sup> 当たり 6,250 個体を収容することが可能であることが検証されています<sup>6)</sup>。これらの飼育技術は多くの先輩らの観察眼と飼育経験が活かされて開発、改良されてきたものであり、漁業者が実施している中間飼育施設において実用化されている点は、後述する本県のアワビ種苗生産技術と併せて評価される成果と思っています。

大島では 1994 年からアワビ漁に係る漁獲規制を実施し、漁期前の資源量推定から漁獲量を資源水準の 5 割以下に留めるように総漁獲量を規制する管理を実施してきました（図 3）。しかし、最近では、夏季から秋季の高水温によるアラメ類の枯死・流出や有害プランクトンの発生により漁場、蓄養中や中間育成中のアワビの斃死やヤセ貝などの問題が発生しています。そのために新たな取組として、① 2016～2017 年度の 2 カ年間のアワビ漁を全面禁漁にすること、② 母貝の保護区を設定すること、③ 受精卵放流を実施すること、④ さし網漁業についても禁漁区を設置すること、⑤ クロアワビの殻長制限を 10cm 以上から 12cm に規制強化することなど新たにセンターが提案した方策を管理組合と協議して調整しながら実施しています。

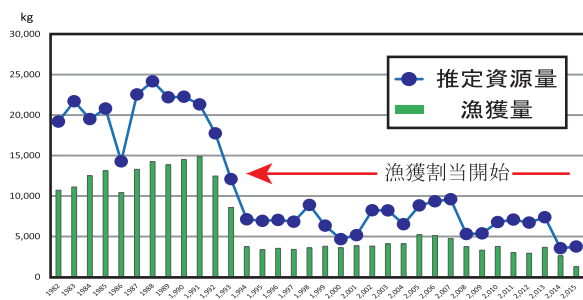


図3 大島におけるアワビ資源量と漁獲量の推移

### 3. アワビ放流種苗の供給体制

#### 1) 県内のアワビ生産・育成施設

福岡県では 1979 年に（財）福岡県栽培漁業公社（現在、（公財）ふくおか豊かな海づくり協会）が設立され、アワビ等の放流種苗の供給体制が整備されました。生産されたアワビ種苗の中間育成は、筑前海全域分を大島（旧、大島村、現在は宗像市）、相島（新宮町）と馬島（北九州市）の 3 カ所で集中管理する手法で始まりました。海上中間育成は、海上筏に 2 m 角の生け簀網を垂下して管理する方式で、施設にかかる設備投資は比較的に安価なものの①海上作業が煩雑で労力がかかる。②管理者の高齢化。③餌料となる天然海藻の供給が時化などで不安定であったり、他の組合からの餌料供給が不安定。④天然海域であるため防疫面で管理に限界がある。⑤管理技術等の差により歩留まりが安定しない。などの課題がありました。このため、海上中間育成から陸上施設での中間育成または直接放流できる殻長 30mm 以上の直接放流種苗の供給へと変化していきました。

#### 2) （公財）ふくおか豊かな海づくり協会でのアワビ種苗の生産

県内のアワビ種苗の供給を担っているふくおか豊かな海づくり協会（以下、協会という）の施設では、飼育施設と給水量が制限されることから高密度で育成せざるを得ない状況にありました。施設の稼働後は順調に生産を継続してきましたが、1984 年には生産中に大量斃死が発生し、その対策に迫られました。当初は病気説、生理障害説など原因が特定できず、様々な想定に基づいた可能な限りの対策を実施してきました。当時の対策の主体は、生産施設を徹底的に消毒することでした。協会の職員をはじめセンターや行政の職員も可能な限り総動員して、2 日ばかりで泊まり込みの作業をしていました。消毒作業は取水を止め、ろ過水槽、配管、水槽、飼育用のカゴ、付着板などの塩素消毒を基本に、飼育中の水槽付近では風呂釜を改良した熱湯シャワーによる消毒をしました。当然、施設の入場者制限と施設内外での長靴類など使用器具の使い分けと入退出時の消毒、水槽の排水飛沫が他の水槽に入らないように給水管にカバーを設置したり、水槽内壁の FRP をはぎ取り消毒液が浸透しやすくなりなど、考えられる方策を徹底的に実施しました。



また、親アワビからの垂直感染を防止するために、種苗生産施設と母貝飼育施設を分ける「福岡方式」と呼ばれる手法を導入しました。採卵に用いる親アワビは、センター職員が毎年、潜水により天然クロアワビのみを採捕することから始まります。親候補となる天然アワビの採捕は、放流をしていない沖ノ島や豊前海など天然アワビの採集のために方々で潜水して採捕しました。親アワビの潜水採捕中は、グリーンマークのクロアワビには絶対に触れないようにして、採捕したアワビも採捕年には採卵親アワビとしては使用せずに、親アワビの飼育排水で稚アワビを飼育し、筋萎縮症の感染の疑いのない親アワビのみを翌年以降に使用しました。生産用の親アワビは使用できるまでに年数がかかることや、遺伝的な多様性を確保するために毎年 50 個体以上の採捕を目標に職員らが自ら採捕して生産に用いる親候補となるクロアワビの確保に努めました。しかし、最近では天然クロアワビの潜水採捕が難しく、漁獲されたクロアワビからも選別して親アワビを確保せざるを得なくなってきました。生産用の親アワビの候補となる母貝は、センターのクロアワビ専用の隔離飼育棟で飼育しており、採卵から浮遊幼生飼育までをセンターのクロアワビ専用施設で飼育し、付着飼育以降に協会に搬入して垂直感染の分断を図りました。センターでは当時、併行して斃死要因の究明に尽力していましたが感染源を特定するのは容易ではありませんでした。クロアワビ種苗の斃死が発生する時期は、水温 20℃前後の上・下降期に顕著であることや軟体動物の細胞培養系が確立しておらず実験室での感染試験や防疫試験ができなかったことが関係します。それでも本斃死の原因はろ過性の病原体が感染原因であることを特定し、ウイルス様の病原体まで探し出すことに成功しました<sup>7~12)</sup>。これと前後して紫外線照射海水による飼育で疾病の発生を抑制することが可能となり、協会に殺菌装置を整備し、健全なクロアワビの生産が全国で先駆けて事業規模で実施できるようになりました<sup>13)</sup> (図 4)。安定生産ができるようになってから以降も現在まで福岡方式による育成方法を継続して健全なクロアワビ種苗の供給体制をセンターと協会とで連携して実施しています。



図 4 ふくおか豊かな海づくり協会のアワビ種苗生産の防疫施設

#### 4. 県内のクロアワビ種苗の放流体制

協会のクロアワビ種苗の出荷は、種苗の放流サイズと適正放流時期から逆算して生産を計画しています。殻長 30mm 以上の放流種苗を漁業者らが放流する時期は、アワビの外敵の活性が低い 3 月中旬までで且つアワビの活性が高い時期に放流できるように目標を定めています<sup>3, 14)</sup>。大島や藍島では漁業者らが中間育成施設を整備しており、中間育成用の 10mm 種苗を受け入れ 1 年弱で殻長 30 mm 以上に育成して放流しています。センターでは、漁業者らが円滑に中間育成できるよう育成施設での飼育密度、付着板及び投餌量などの管理を指導し、成長、生残率の測定をしています。また、アワビ種苗の放流は漁業者らが素潜りで 3 月末までにそれぞれの地先で実施しています (図 5)。潜水して岩の間隙に可能な限り分散するように広範囲に放流していますが、最近では SCUBA 潜水により効率よく実施するところもみられます。水温が高い時期のアワビ放流が好ましくない理由は、潜水調査による観察から明らかで、観察しているとベラなどが移動しようとするアワビの触覚をついばむため、アワビは移動できなくなりその場

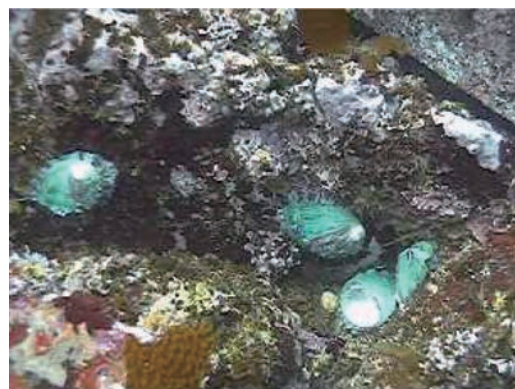


図 5 放流直後のクロアワビ種苗

から動けなくなりました。その状態が続けばタコ類、ヒトデ類やカニ類などの移動能力の低い捕食者からの被害も受けやすくなります。また、稚アワビの生息が少ない深い水深帯への放流においても同様に被害圧が高まる可能性があります。深場での標識アワビの追跡調査の事例では、追跡を容易にするため放流点に集中して放流し、水中ブイで定点が確認できるようにしていました。その後の追跡調査で潜水直後にベラが群れている地点があり、周辺の状態と様子が異なることから「おかしいなあ！」と近づいたところ、放流点のブイがあり放流場所であることが解りました。付近には放流アワビの殻が散乱しており、ヤツデヒトデ、マダコやカニ類が付近に蟄集していました。水温が最も低い時期で被害種の活性が低く、逆にアワビの活性が高い時期に放流できるように生産や育成スケジュールを定め、被害種の駆除や丁寧な潜水放流により分散して放流することが重要と考えます。また、外敵種のマダコの漁獲をしていない地先は、明らかにタコによる被害が多くみられます。タコの巣穴の前にアワビの殻が散乱しているのをたびたび目撃しますし、穴の開いた殻が散在しています。タコ壺漁による漁獲もアワビの生残を高める上では重要と考えています<sup>9)</sup>。

## 5. 明らかになった藍島の漁獲実態

アワビなどの磯根資源の漁獲状況は、直接販売が主体であることから組合へ依頼するアンケートの集計結果でしか把握することができません。しかも回答がなかった藍島の漁業実態は全容が把握できない状況でした。そこで出荷伝票や仕切書を組合から入手して、センターで集計しました。すると驚くことに藍島は県下でもトップクラスの漁獲量であることが解りました。藍島のアワビ陸上飼育施設は、魚類の蓄養が主たる目的で整備したもので、アワビの育成数量を経費をかけずに増加させるために、既存の雨樋を利用して、2倍量を収容させるため試作品を作成しました<sup>6)</sup>。その後もセンターで開発したスリット式の付着板への変更や水槽施設の改良を図りました(図6)。藍島の取水施設は埋め立てた漁港の先端部にあるため、ボーリングした井戸からろ過海水の取水が可能で陸上にろ過施設等はありません。しかも浸透したろ過性の高い海水であるため、有害プランク



図6 藍島のアワビ陸上中間育成施設

トンや付着生物などの流入がなく、水槽も汚れません。有害プランクトンは、通常仕様のろ過フィルターでは流入を防ぐには膨大な経費と取水量の低下を余儀なくされます。しかし、藍島では周辺海域で有害プランクトンが発生した時にも、飼育水に流入せず、周辺海域でアワビなどの斃死が発生しても施設内で育成中のアワビ種苗の斃死は全くみられませんでした。今では飼育当初と比較して約2倍量のアワビを中間育成することが可能で、歩留まりは98%以上を維持しています。組合では漁獲されたアワビに標識アワビや放流アワビが混じっているかをチェックをしています。初めは、集荷の手伝いをしている奥さんらに無理にお願いして調べてもらいましたが、今でも継続して調査をして頂いています。磯根資源を漁獲している漁業者らの家族ぐるみでの真摯な取組に脱帽するばかりです。

## 6. 磯の現状と今後の課題

行政から数年ぶりに異動となり、久しぶりに大島地先で潜水調査に同行した時のことです。アラメ場だった藻場がガラモ場に変化していました。夏季の高水温によるアラメ類の枯死によってガラモが優先する地先に変化していたのです。その海域の藻場の極相はアラメ場なので今後は、徐々にアラメ場へと遷移すると思われますが、このような予期しない気象変動による変化が頻発する状況になっています<sup>15, 16)</sup>。また、秋の高水温期の継続はアワビの成熟、産卵の遅れや生残、アラメ類の成熟や着生と生残などに影響している可能性も懸念されます。春先の卵もちアワビの出現やヤセ貝は成熟に関する生理的な要素が加味されての結果と推察されますが、天然域で具体的な対策を講



じることが困難な状況が危惧されます。

県では投石事業により生息場を継続して整備しています。これまでは投石漁場の安定性を重視し、造成面積を確保することにより形状を保つ構造でした。しかし、現在ではガンガゼなどの南方系のウニ類の増加により藻場が減少しています<sup>17)~19)</sup>。そのため、近年の施工は、投石の間隙に波浪流が流れやすくするため、20 m程度の幅で波浪方向に垂直に短軸を配置するように設計を見直し、3段以上に積上げてウニ類の採捕に支障がでないような構造に変更しています。このような生息場所の造成も、環境変化に応じた対策が重要と考えています。

繰り返すようですが、何事にも先入観にとらわれすぎないことは重要です。どうしても人間目線で発生した事象に対して考察し推測する傾向にあります。見やすい（利用しやすい（入手しやすい）データ）である水温などのデータばかりを注視するあまりに、説明のつきやすい結果と因果関係がいかにも存在するように考える傾向はありませんか？考察して推定する場合も、一步引いた側面から見直したり、客観的な視点からでもぶれない結果となるのかを何度も検証し、それ以外に起因する事象や要因はないのかを検証する必要があります。ただし、検証に時間をかける必要も、生業としての現場ではさほど重要ではないと考えます。それよりも原因が解ってからのアプローチにすばやく対処して現場に実施できる対策を講じるように努めるべきだと思っています。ある程度のアタリがつけば、そこを突き詰めて時間を費やすのではなく少しでも早く現場対応に取り組むべきです。また、変化の要因は一つとは限らないので少しずつの原因が輻輳して相乗的に作用しているかもしれません。そうなると本当の原因を特定するのは至難の業です。また、時間をかけると状況はまた、刻々と変化していくので因果関係を特定するのはより困難になってきます。環境の変動が顕著な今こそ、生物の視点に立ったアプローチが必要と考えます。

## 参考文献

- 1) 太刀山 透・二島賢二：筑前海におけるアワビの種苗放流効果. 福岡水技研報, 1, 129-136 (1993).
- 2) 太刀山 透・深川敦平・福澄賢二：筑前海におけるクロアワビの放流効果. 福岡水技研報, 11,

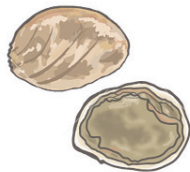
- 29-32 (2001).
- 3) 秋本 恒基・太刀山 透・林 宗徳・深川 敦平・後川 龍男・佐藤 博之：筑前海における健全クロアワビ種苗の放流効果. 福岡水技研報, 16, 9-15 (2006).
- 4) 青山雅俊・佐々木 正・河尻正博・野中 忠：南伊豆町入間地先におけるメガイ種苗の放流効果, 静岡水試研報, 21, 7-17 (1986).
- 5) 秋本 恒基・太刀山 透・林 宗徳・深川 敦平・後川 龍男・佐藤 博之：藍島地先におけるメガイアワビの放流効果. 福岡水技研報, 16, 17-22 (2006).
- 6) 資源増大技術開発事業報告書 地先型定着性種(暖水域)グループ. 福岡県(平成 12、13、14、15 年度).
- 7) 地域特産種量産放流技術開発事業報告書(あわび類種苗大量斃死要因調査). 福1-福12 (1994).
- 8) 中津川俊雄：クロアワビの筋萎縮症に関する研究. 京都府海セ研究論文, 5, 61 (2000).
- 9) 中津川俊雄・畑井喜司雄・窪田三郎：筋萎縮症を伴うアワビ稚貝の病理組織学所見. 魚病研究, 23 (3), 7-14 (1988).
- 10) 桃山和夫・中津川俊雄・由良野範義：アワビ属稚貝の筋萎縮症による大量死. 魚病研究, 34 (1), 7-14 (1999).
- 11) 中津川俊雄・岡部三雄・室賀清邦：クロアワビ筋萎縮症の水平感染. 魚病研究, 35 (1), 11-14 (2000).
- 12) 岡田一宏・西村守央・河村 剛：クロアワビ当歳貝の隔離飼育による筋萎縮症の予防. 水産増殖, 48 (4), 657-663 (2000).
- 13) 柴田利治・筑紫康博・中本 崇・渡辺健二・永島孝之：給水の紫外線消毒によるクロアワビ筋萎縮症の予防. 水産増殖, 50 (2), 227-232 (2002).
- 14) 青森県・岩手県・秋田県・神奈川県・福岡県：アワビ種苗放流マニュアル. 放流漁場高度利用技術開発事業, 10 (1990).
- 15) 秋本 恒基・中本 崇・渡辺 大輔・瀧上 哲・筑紫 康博：筑前海における藻場の遷移と現状. 福岡水技研報, 18, 65-75 (2008).
- 16) 日高研人・森慎也・梨木大輔・後川龍男・内藤剛：筑前海における藻場の現状および藻場造成に関する研究. 福岡水技研報, 26, 47-51 (2016).
- 17) 秋本 恒基・清本 節夫・鈴木 健吾・前野 幸男・後川 龍男：宗像市大島におけるガンガゼ類の分布と駆除. 福岡水技研報, 18, 77-83 (2008).
- 18) 谷口和也, 吾妻行雄：磯焼け域における海中林造成, 水産工学, Vol. 42, 171-177 (2005).
- 19) 浅野昌充, 菊池省吾, 河村和彦：コンブ類繁茂に対する小型植食巻貝の影響, 東北水研研報, No. 52, 65-71 (1990).





第8回

# 三重県におけるアワビ類栽培漁業の現状と海女漁業の再生に向けた課題



三重県水産研究所 主幹研究員 竹内 泰介

## 1. はじめに

三重県において、アワビ類は伝統的な素潜り漁業者である「海女」が漁業の中心を担っており、漁村の文化と密接な関係がある。三重県では鳥羽・志摩地域を中心にリアス式海岸が発達し、岩礁域が広がる好漁場となっており、鳥羽市立海の博物館の2014年の調査によれば日本全国の約半数の海女761人が鳥羽志摩地域に存在している。三重県における海女漁業の歴史は古く、現代においても信仰や祭りを通じて鳥羽志摩地域の伝統・文化・風習との関わりが大きい。また、近年では、三重県において開催された「伊勢志摩サミット」等を契機に「海女」に対する注目度が高まっており、2017年には「鳥羽・志摩の海女漁の技術」が国の重要無形民俗文化財に、また、同年に鳥羽・志摩の海女漁業が日本農業遺産に認定される等、生業としての海女の歴史的な価値が見直されてきた。しかし、三重県の海女にとって重要な漁獲物であるアワビ類（クロアワビ、メガイアワビおよびマダカアワビ）の漁獲量は、1986年の451トン以降一貫して減少傾向が続いており、2015年には45トンにまで減少した。さらに、海女の高齢化と後継者不足もあり、三重県の海女漁業は存続の危機ともいえる厳しい状況に直面している。このため、資源管理等に加えて海女漁業の支援策として、アワビ類資源の底上げのための種苗放流、海女による協議会の運営支援等を通じた海女の所得向上を目指した取組が推進されている。

## 2. 三重県におけるアワビ類栽培漁業の現状

アワビ類は地先での定着性が強く、放流後も地先に留まることから栽培漁業による高い増殖効果が

が期待できる。このため、アワビ類の人工種苗放流による栽培漁業は1970年代後半から全国で本格的に実施され、1990年代まで種苗放流数は増加し続けた。その後、徐々に減少傾向にあるものの、栽培漁業は現在でもアワビ類の増殖のための重要な手法として位置付けられている。三重県ではメガイアワビとクロアワビの2種が生産・放流されてきたが、1990年代から発症が見られた「筋萎縮症」を原因としてクロアワビの生産が中止された後は、ほぼメガイアワビ主体の生産・放流がされてきた。しかし、近年紫外線殺菌装置の導入等、筋萎縮症の発症を抑える技術が進んできたため、現在ではまだ少数ながら、クロアワビの生産が再開されている。2015年には、メガイアワビとクロアワビの2種類で71万個が鳥羽市以南の各地で放流されている（図1）。

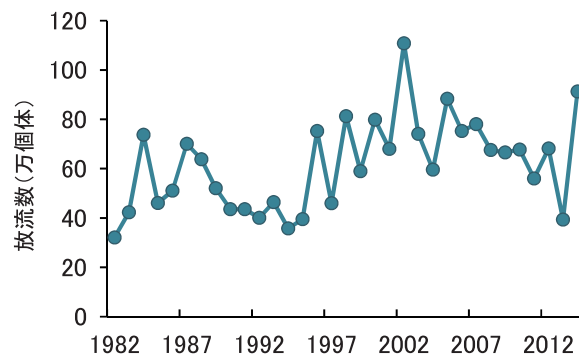


図1 三重県におけるアワビ類の種苗放流数の推移

栽培漁業の推進において、人工種苗の放流後の再捕状況を把握することは種苗放流の費用対効果を判断するうえで必要不可欠であるが、アワビ類放流種苗が漁獲により再捕される割合（以下、回収率と記述）を算出した事例は全国的に少ないのが現状である。

三重県ではアワビ類の放流効果を把握するため、県内の主要なアワビ類漁場において調査を実施してきた。このうち、長期間にわたって詳しく調査が行われた鳥羽市国崎（くざき）地先の天然漁場におけるメガイアワビとクロアワビの放流効果の調査事例<sup>1)</sup> および志摩市甲賀地先の人工投石漁場における調査事例<sup>2)</sup> を紹介するとともに、これらの調査から見てきたアワビ類の種苗放流における問題点を考察する。

### 3. 放流効果調査事例

#### (1) 三重県鳥羽市国崎地先の天然漁場

調査漁場とした国崎地区は漁場を7つに区分し、順次漁獲を行う「輪採」を実施するとともに、それぞれの漁場における操業を、年間3～5回程度にとどめること等、徹底した資源管理が実施されている。アワビ類は個体毎の成長差が大きいことに加え、放流後長期にわたって再捕されるため、毎年標識されずに放流している地先では、再捕された放流貝の放流年を特定することが困難で、放流群毎の回収率を正確に算出することが難しい。このため、漁獲物における再捕貝の放流年を特定するため、国崎地先の3漁場（A～Cと表記）に対し、3年に1度順番に放流を実施し（表1）、再捕貝の殻長から放流年を特定しやすくすることで、放流群毎の回収率の算出を試みた。試験放流は、1992年から12年間にわたり実施し、それぞれの漁場で3年に1度、メガイアワビとクロアワビを同数（各1万個体）放流した。種苗は三重県栽培漁業センターで生産されたもので、平均

殻長はいずれの年も両種ともに約35mmであった。放流方法は、潜水により海底の岩の隙間等に数個体ずつ付着させる手撒き放流である。

放流貝の再捕状況を把握するための市場調査は、1992年に放流した種苗が水揚げされ始めた1994年から開始した。市場調査での放流貝と天然貝の判別は、放流種苗に特有なグリーンマーク（殻の螺頂部の緑色）の有無を目視により行った。調査では、水揚げされたメガイアワビとクロアワビそれぞれを、天然貝、放流貝に分けた後に、デジタルノギスを用いて殻長を測定した。調査は原則として、調査対象とした3漁場の全ての漁獲日に、水揚げされた全ての個体を対象として行った。放流貝の回収率は、各年の放流数（種毎に1万個体）に対し、複数年にわたって漁獲される総再捕数の割合とし、次式により算出した。

$$X_i = \sum_n R_{i+n} / N \times 100$$

ここで、

$X_i$  :  $i$  年放流群の回収率 (%)

$R_{i+n}$  :  $i$  年放流群の  $i+n$  年における漁獲数 ( $n \geq 2$ )

$N$  : 放流数（全ての群で1万個体）

である。種苗放流による経済効果は、経済効果指数として次式<sup>3)</sup>により放流群毎に推定した。

$$C_i = \sum_n (W_{i+n} \times P_{i+n}) / (N \times s)$$

ここで、

$C_i$  :  $i$  年放流群の経済効果指数

$W_{i+n}$  :  $i$  年放流群の  $i+n$  年における漁獲重量 (kg)

$P_{i+n}$  :  $i$  年放流群の  $i+n$  年における漁獲物の単価 (円/kg)

$N$  : 放流数（1万個体）

$s$  : 放流種苗単価

である。漁獲物単価 ( $P_{i+n}$ ) は、メガイアワビ、クロアワビで異なることから、その年の種毎の平均値を計算して求めた。種苗単価  $s$  は、三重県栽培漁業センターの販売単価45円とした。経済効果指数は、水揚げ額を種苗放流経費で割った値で、種苗単価45円に放流数の1万個を掛けた45万円が直接的な種苗放流経費となり、この種苗放流経費と等しい放流貝の水揚げがあった場合は1となる。

調査期間中に再捕された全ての放流貝について、放流後の経過年数毎の漁獲割合を図2にまとめた。

放流貝は、メガイアワビ、クロアワビともに放流の2年後から再捕され、3年後にピークを迎え4年後までの間に約8割が漁獲された。その後、

表1 三重県鳥羽市国崎地区3漁場における放流年

| 放流年  | 漁場 |   |   |
|------|----|---|---|
|      | A  | B | C |
| 1992 | —  | — | ○ |
| 1993 | —  | ○ | — |
| 1994 | ○  | — | — |
| 1995 | —  | — | ○ |
| 1996 | —  | ○ | — |
| 1997 | ○  | — | — |
| 1998 | —  | — | ○ |
| 1999 | —  | ○ | — |
| 2000 | ○  | — | — |
| 2001 | —  | — | ○ |
| 2002 | —  | ○ | — |
| 2003 | ○  | — | — |

○ : 放流, — : 放流せず  
放流数 : いずれの年ともメガイアワビ、クロアワビ各10,000個体

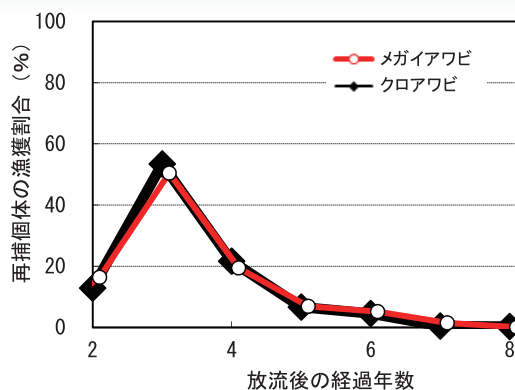


図2 全ての漁獲された放流貝の放流後経過年数毎の漁獲割合

放流の5～7年後で再捕は終了し、放流の回収状況を全て追跡するためには、放流後7年という長期間にわたる市場調査が必要であることが分かった。しかし、放流から4年間で約8割が漁獲されることから、放流後2～4年の3年間の調査でもおよその回収率の算出は可能であると考えられた。

次に、3漁場における漁獲数に占める放流貝の混獲率の推移を図3に示した。3漁場ともにクロアワビと比較してメガイアワビの混獲率が高い傾向にあり、メガイアワビで4%～76%、クロアワビで1%～23%で変動した。放流貝の混獲率は、漁獲された放流貝の数よりむしろ天然貝の漁獲動向に影響を受けた。

回収率はメガイアワビで1.4～15.8%、クロアワビで0.6～7.3%と放流群によって大きく変動した。回収率を漁場間で比較すると、漁場Bで最も高く、漁場A、漁場Cの順に低くなる結果となり、両種において回収率に大きな差が生じた要因となっている。また、メガイアワビは同じ漁場であっても放流年により大きな差が生じた(表2)。

メガイアワビとクロアワビの3漁場を合わせた平均の回収率は、メガイアワビで $5.5 \pm 4.8\%$  (平

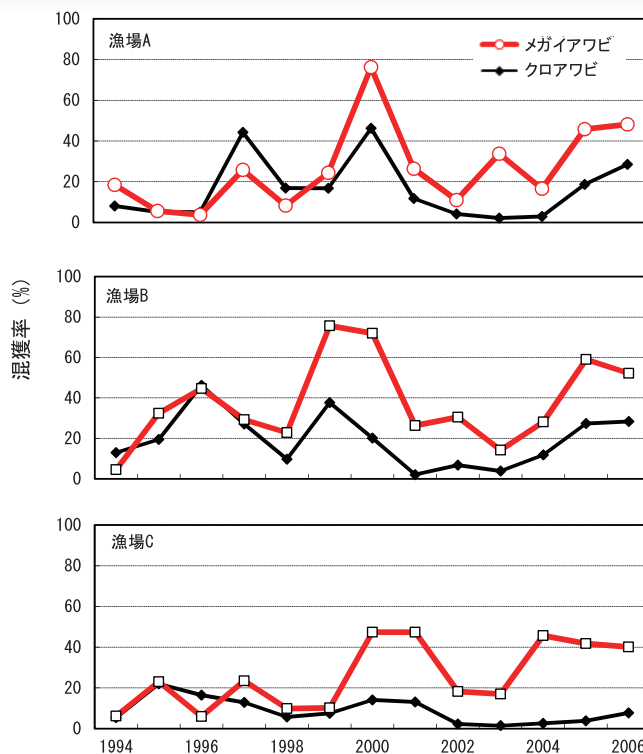


図3 三重県鳥羽市国崎地区3漁場におけるメガイアワビとクロアワビの放流貝の混獲率の推移

均値 $\pm$ SD、以下同じ)、クロアワビで $3.5 \pm 2.4\%$ であり、メガイアワビはクロアワビより回収率が高い傾向があった。

放流群毎の経済効果指数について、表3にまとめた。「アワビ種苗放流マニュアル」<sup>4)</sup>では、栽培漁業を有効に行うためには経済効果指数は2以上が目安とされている。国崎地先の各放流群における経済効果指数の平均値は、メガイアワビ、クロアワビともに2を下回ったが、漁場Bのメガイアワビで2.5、クロアワビで2.3、漁場Aのクロアワビで2.0と、漁場によっては2以上の経済効果指数が得られた。これらの漁場ではアワビ類の栽培漁業を行うことの経済的有効性は大きいと考えられた。このため、放流に際しては適切な漁場を選択していく必要があることが明らかとなった。

表2 三重県鳥羽市国崎地区3漁場におけるメガイアワビとクロアワビの放流群別回収率 (%)

|        | 漁場A  |      |      |      | 漁場B  |      |      |      | 漁場C  |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 放流年    | 1994 | 1997 | 2000 | 2003 | 1993 | 1996 | 1999 | 2002 | 1992 | 1995 | 1998 | 2001 |
| メガイアワビ | 1.4  | 2.0  | 2.1  | 7.9  | 6.5  | 7.1  | 2.8  | 13.0 | 1.8  | 1.5  | 3.9  | 15.8 |
| クロアワビ  | 5.6  | 4.2  | 0.6  | 5.1  | 6.0  | 5.9  | 0.8  | 7.3  | 2.7  | 1.4  | 0.9  | 2.0  |



表3 三重県鳥羽市国崎地先3漁場におけるメガイアワビとクロアワビの経済効果指数

| 漁場A    |      |      |      |      |     |
|--------|------|------|------|------|-----|
| 放流年    | 1994 | 1997 | 2000 | 2003 | 平均  |
| メガイアワビ | 0.6  | 0.6  | 0.9  | 2.0  | 1.0 |
| クロアワビ  | 3.0  | 1.9  | 0.4  | 1.8  | 1.8 |
| 漁場B    |      |      |      |      |     |
| 放流年    | 1993 | 1996 | 1999 | 2002 | 平均  |
| メガイアワビ | 2.6  | 2.6  | 0.9  | 3.7  | 2.5 |
| クロアワビ  | 3.6  | 2.6  | 0.3  | 2.9  | 2.4 |
| 漁場C    |      |      |      |      |     |
| 放流年    | 1992 | 1995 | 1998 | 2001 | 平均  |
| メガイアワビ | 1.1  | 0.6  | 1.3  | 4.7  | 1.9 |
| クロアワビ  | 1.9  | 0.5  | 0.7  | 1.1  | 1.0 |

## (2) 三重県志摩市甲賀地先の人工投石漁場

志摩市甲賀地先の人工投石漁場4漁場(1漁場の面積は1,000㎡)に、メガイアワビとクロアワビの種苗を用いて、異なる放流密度による試験放流を2000～2002年に実施した(表4)。各年、4漁場のうち2漁場に放流し、うち1漁場には、1種類当たり1.5個体/㎡(1,500個体)、もう1漁場には1種類当たり7.5個体/㎡(7,500個体)となるように放流した(2種合わせたアワビ稚貝の放流密度は、3個体/㎡と15個体/㎡となる)。なお、2000年に放流した2漁場には放流密度を入れ替えて2002年に再度放流した。

表4 三重県志摩市甲賀地先における各漁場の1種当たりの放流密度

| 放流年度 | 漁場毎の1種当たり放流密度(個体/㎡) |     |     |     |
|------|---------------------|-----|-----|-----|
|      | 漁場1                 | 漁場2 | 漁場3 | 漁場4 |
| 2000 | —                   | —   | 1.5 | 7.5 |
| 2001 | 7.5                 | 1.5 | —   | —   |
| 2002 | —                   | —   | 7.5 | 1.5 |

※ 1漁場の面積は1,000㎡

調査は、試験放流後2006年までの毎年の口開け日に、全ての漁獲物について、種別に天然貝と放流貝を判別するとともに、殻長を測定した。2000年と2002年に放流した2漁場については、放流貝の殻長から放流年を区別した。

図4に2006年までの調査によって算出したメガイアワビとクロアワビの放流群毎の回収率を示した。両種ともにいずれの年の放流においても低密度群の回収率が高い傾向があった。種間の比較

では、メガイアワビはクロアワビより回収率が高い傾向があった。また、漁場によっても回収率に差が生じており、漁場2で高く、漁場3で低い傾向が見られた。

ここで特筆すべきは、漁獲物に占める放流貝の混獲率である(図5)。4漁場全体のメガイアワビの混獲率は90%以上であった。クロアワビについても4漁場全体の混獲率は80%で、両種ともに図3に示した天然漁場の調査結果と比較すると人工投石漁場の混獲率が高い結果となった。なお、三重県内の他の人工投石漁場での漁獲物調査においても、混獲率は90%を超え、天然貝は少数であった。

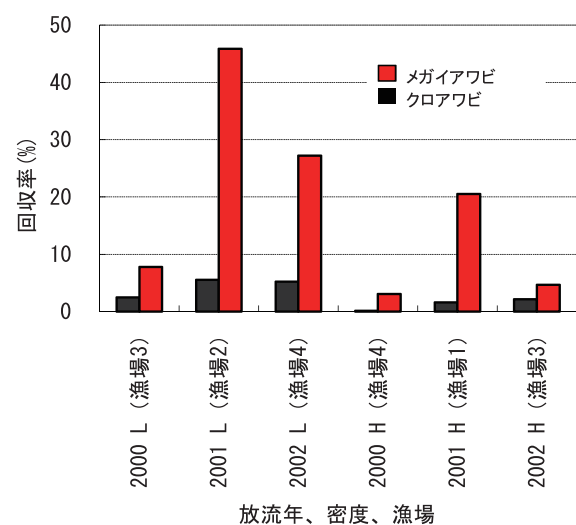


図4 三重県志摩市甲賀地先における放流年、密度、漁場別のメガイアワビとクロアワビにおける放流種苗の回収率。なお、Hは7.5個/㎡、Lは1.5個/㎡で種別に放流されたことを示す

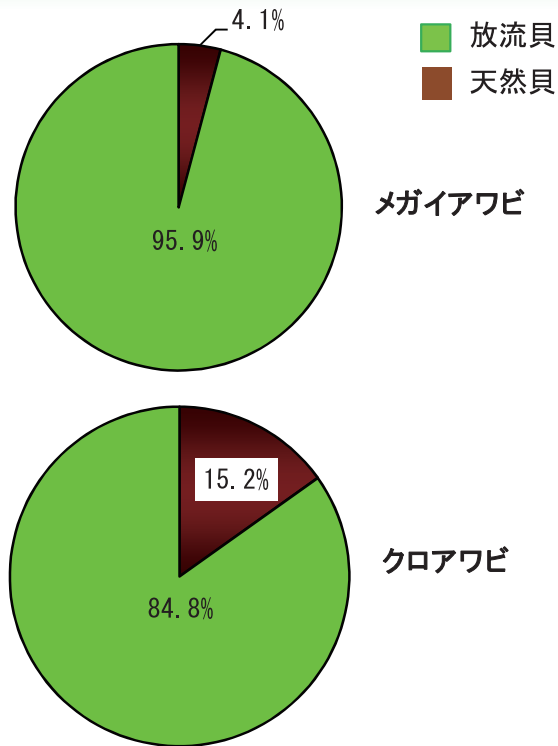


図5 志摩市甲賀地先の人工造成漁場におけるメガイアワビおよびクロアワビの放流貝の混獲率（4漁場平均）

#### 4. 放流効果調査から見てきたこと

これらの調査結果から、アワビ類の栽培漁業に関する以下の問題点が明らかとなった。

- ・漁場や放流年により、放流効果が異なること。
- ・クロアワビは、メガイアワビより回収率が低い傾向にあること。
- ・天然漁場より人工投石漁場の方が、放流貝の混獲率が高いこと。

これらについて、要因等を考察する。

1点目の、漁場や放流年により、放流効果が異なることについて検討した。アワビ類の種苗の放流効果に影響を及ぼす要因は、すみ場、餌料、水質、他の生物との競合関係等の多岐に渡り、放流効果が異なるのは、これらの要因による複合的な結果<sup>5)</sup>であるとされる。また、放流される種苗の活力等も大きな影響を及ぼすと考えられる。このため、放流に際しては、放流に適した漁場を選択するとともに、漁業者による放流前の害敵駆除や、放流種苗の活力を低下させない適切な輸送手段を講じること等も必要であると考えられる。

さらに、漁業者自らが放流に際して放流効果を

高めていこうという意識づくりが必要と考えられ、放流後の生残率を向上させるための研究を実施し、この結果を基にして、三重県ではアワビ種苗放流マニュアル<sup>6)</sup>を作成し、漁業協同組合に配布するとともに必要に応じて直接海女らに説明を行っている。また、近年開発されたアバロンタグを用いて、放流後の生残状況を追跡するとともに、千葉県のコンクリート板を用いた漁場造成によるアワビ類の増殖事例<sup>7)</sup>を参考に、女性である海女でも反転しやすいコンクリート板漁場の造成と同漁場における試験放流を実施している。同漁場でのこれまでの追跡調査により、放流後3年程度で漁獲間近のメガイアワビの生残率が10%を超えていることが確認されている<sup>8)</sup>。

2点目として、クロアワビの方が、メガイアワビより回収率が低い傾向があることについて、人工投石漁場に生息するアワビ類資源のうち、実際に漁獲が可能な資源量はメガイアワビで50%程度、クロアワビで5%程度<sup>9)</sup>と報告されている。一般的にクロアワビは、岩の奥へ潜む傾向があることから、岩の表面や亀裂に生息することの多いメガイアワビと比較してクロアワビの方が、両種が同数生息している漁場でも漁獲量が少なくなるものと考えられる。しかし、クロアワビは、メガイアワビより浅所に分布し<sup>10), 11)</sup>、高齢の漁業者でも漁獲が可能であること、またメガイアワビより高値で取引されていることから、クロアワビ種苗放流に対する漁業者からの要望は根強くある。千葉県コンクリート板漁場で、クロアワビの放流種苗の回収率が10%を超える良好な結果<sup>7)</sup>が得られていることから、放流条件によってはクロアワビでも高い放流効果を得ることが可能と考えられる。三重県では、筋萎縮症の発生により中断していたクロアワビ種苗の生産を再開しているので、今後はクロアワビに焦点を当てた回収率の向上に向けた研究に取り組んでいくこととしている。

3点目として、天然漁場より人工投石漁場の方が放流貝の混獲率が高いことは、三重県だけではなく他県でも報告されており、神奈川県では、人工投石漁場におけるメガイアワビとマダカアワビの混獲率が90%を超える事例<sup>12)</sup>が報告されている。このことは、人工投石漁場で種苗放流を中断すればその後の水揚げが絶えてしまうこと、人工投石漁場に多くのアワビ類種苗を生育させる環境条件が整っていたとしても、放流数が少なければ、

人工投石漁場の本来有する増殖効果が十分に発揮されないことを意味している。この要因として、人工投石漁場では、放流サイズである殻長 30mm 程度のアワビ類稚貝は生息可能であるものの、天然の初期稚貝が着底しにくいこと、あるいは、着底してもその後の生存ができない可能性が考えられるが、残念ながら現状では詳しくは明らかになっていない。このため、人工投石漁場において天然貝の着底を増加させ、その後の生残を向上させる技術の開発が期待される。

## 5. おわりに

鳥羽市国崎地先における放流効果調査の結果から、メガイアワビの回収率はおよそ 5% となることが明らかとなった。現在、三重県におけるアワビ類の種苗生産・放流の中心はメガイアワビであることから、放流数の 71 万個にこの回収率を掛けると、およそ 3 万 6 千個の貝が漁獲されていると推定できる。乱暴な計算ではあるが、漁獲されているアワビ類の大きさを 1 個 200g と仮定すると、2015 年におけるアワビ類の漁獲量 45 トンは 22 万 5 千個となり、三重県におけるアワビ類の全漁獲数の 16% を占めることになる（実際には、三重県ではアワビ類 3 種が漁獲されるため、メガイアワビに限れば漁獲数に占める放流貝の割合は、より高くなると予想される）。これらは、いくつもの仮定によっているため、数字自体の信ぴょう性は低いものの、アワビ類の漁獲量のうち無視できない量が放流貝によって占められていることは言えそうである。

鳥羽・志摩地域の漁村における伝統・文化・風習に不可欠な存在である海女の人数の減少を食い止めるためにも、長らく低迷しているアワビ類漁獲量を増やすこと等、海女の所得向上に取り組むことは三重県にとって急務であると言える。アワビ類の漁獲量を増加させるうえで、天然貝の資源量を増加させることはもちろんのことであるが、今後は漁獲量の底上げにつながる人工種苗の放流効果を向上させる技術開発の重要性が益々増してくると思われる。

## 参考文献

- 1) 竹内泰介・松田浩一・徳沢秀渡, 山川卓 (2010): 三重県国崎地先におけるクロアワビとメガイアワ

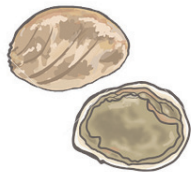
- ビの種苗放流効果, 水産海洋研究, 74(1) 20-32.
- 2) 竹内泰介・松田浩一 (2007): 平成 18 年度三重県事業報告書, 11-13.
- 3) 太刀山透・二島賢二 (1993): 筑前海におけるアワビの種苗放流効果, 福岡県水海技センター研報, 1, 129-136.
- 4) 青森県・岩手県・秋田県・神奈川県・福岡県 (1990): アワビ種苗放流マニュアル (放流漁場高度利用技術開発事業), 1-118.
- 5) 太刀山透・深川敦平・福澄賢二 (2001): 筑前海におけるクロアワビの放流効果, 福岡県水海技センター研報, 11, 29-32.
- 6) アワビ種苗放流マニュアル (2014), 三重県.
- 7) 大野和也 (2013): 未来へ受け継ぐあまの志〜輪採方式によるアワビ漁業 30 年の取組〜, 第 60 回千葉県水産業青壮年女性活動実績発表大会.
- 8) 阿部文彦・松田浩一 (2017): 平成 28 年度三重県事業報告書, 34-35.
- 9) 井上正昭・田内 大・近山通正 (1985): アワビ属種苗の放流効果に及ぼす種の特性. 水産増殖, 32, 193-198.
- 10) 神奈川県 (2000): 平成 10 年度浅海域複数種放流技術開発事業報告書 (磯根グループ). 神 1- 神 20.
- 11) 小島 博 (2005): クロアワビの資源管理に関する生態学的研究. 徳島県農林水産総合技術センター水産研究所研究報告, 3, 1-119.
- 12) 旭 隆 (2012): 三浦半島における暖流系アワビ類の混獲率と再生産. 日本水産学会誌, 78(6), 1235-1237.







## 第9回



## アワビ類の生態に基づく資源管理・増殖 (山崎誠・鴨志田正晃編、水産増養殖関係研究 開発推進会議養殖産業部会アワビ研究会監修) が発刊されました

国立研究開発法人水産研究・教育機構増養殖研究所から、平成30年2月にアワビ類資源及びアワビ漁業が抱える問題点の整理と、新たな資源管理や増殖に向けた方策の提言を目的として「アワビ類の生態に基づく資源管理・増殖」が発刊された。

同書は、第1章アワビ類漁業と資源管理・増殖の現状、第2章アワビ類の生態と資源変動要因、第3章新たな資源管理・増殖に向けた方策の提言で構成されている。日本国内だけでなく海外の漁獲量の動向や養殖の現状、種苗生産技術の現状と問題点や今後の展望、防疫対策、放流効果、各地の資源管理の取組、エゾアワビ及び暖流系アワビの生態、生息環境などが記述され、アワビ類増殖に日々努力されている関係者に利用・応用されることを目的に編集されている。

## 【問い合わせ先】

国立研究開発法人水産研究・教育機構増養殖研究所南伊豆庁舎

量産実証グループ長 鴨志田正晃氏

電話0558-65-1185

### アワビ類の生態に基づく資源管理・増殖

山崎 誠・鴨志田正晃 編

水産増養殖関係研究開発推進会議  
養殖産業部会アワビ研究会 監修

平成30年2月

本全景

### アワビ研究会

アワビ類の栽培漁業が定着し、種苗放流による積極的な資源管理方策が講じられているが、特に暖流系アワビ類の資源回復の兆しが見えていない。そこで全国の都道府県試験研究機関、行政機関、漁業者団体等と連携・協力して、寒流系アワビ類を含めた全国的な資源動態を把握するとともに、アワビ類資源の回復及び増殖のため、国立研究開発法人水産研究・教育機構の水産増養殖関係研究開発推進会議養殖産業部会の下にアワビ研究会が設置されている。同研究会は、アワビ類資源に関する情報を一元化し、資源のモニタリング体制を整え、アワビ類の資源状態を整理・分析し、得られた増殖手法を踏まえ、資源回復及び管理計画を検討し我が国アワビ漁業の発展に寄与している。

## はじめに

アワビ類は、日本では太古の昔から食材として利用され、現在でも磯における代表的な漁獲対象種である。中国や韓国を含むアジア諸国での需要も非常に大きく、国際的に見ても最も高価な水産物の一つである。現在、世界中の多くの国で漁業と養殖業が行われている。

しかしながら、日本におけるアワビ類の総漁獲量は1969年を境に減少しつづけ、現在では全盛期の3分の1ほどに落ち込んでいる。漁獲対象となっている4種の大型アワビ類（エゾアワビ、クロアワビ、マダカアワビ、メガイアワビ）のうち、唯一の寒流系種であるエゾアワビの漁獲量は、1990年頃まで減少し続けた後横ばいとなり、1996年頃からやや上昇に転じた。一方、暖流系の大型アワビ類3種の漁獲量は、1985年頃から急激に減少し始め、現在も回復していない。1970年代後半からアワビ類種苗の大量生産が可能となり、放流事業が始まった。現在では年間3,000万個近くの種苗が全国で放流されている。各地で放流種苗の混入率は上がっており、仮に種苗放流を行っていなかったとしたらさらに漁獲量は減少したと考えられるため、種苗放流事業は、資源量の減少を食い止め、ある程度の漁獲を維持するために重要な役割を果たしていると言える。しかし、放流数の増加は必ずしも漁獲量（資源量）の増加にはつながっていない。40年にわたり続けられてきた種苗の大量放流事業は、残念ながら資源量を回復させるには至っていない。

資源量が増加しない主な原因は、天然稚貝発生量の低迷と考えられる。現在の放流量は自然の発生量に比べればはるかに少なく、漁業を継続しながら種苗を放流することのみによって資源量を回復させることは難しいことがわかってきた。1990年代半ば以降にエゾアワビの漁獲量が増加したのは、一部の海域での天然発生量の増加によるものである。すなわち、天然稚貝の発生量が増加しない限り漁獲量の増加は望めないと言える。これまで長年にわたって日本中で行われてきた資源管理や種苗放流事業は、必ずしもアワビ類各種の生態的特性を考慮したものではなく、それらの再生産力を高めることにつながっていなかったと考えざるを得ない。

日本のアワビに関する研究の歴史は短くはないが、90年代以前の研究の多くは種苗生産技術や放流技術の開発に関するものであり、天然におけるアワビ類の生態についての研究は限られていた。天然稚貝発生量の低迷要因を解明するため、90年代以降にエゾアワビの繁殖生態や初期生態に関する研究が活発に行われ、稚貝の発生量変動要因が明らかになってきた。さらに、暖流系のアワビ類についても近年、同様の目的で複数のグループにより生態研究が実施され、多くの新しい知見が得られている。しかし、現時点ではまだ、アワビ類の資源管理や種苗放流がそのような生態学的知見に基づいて実施されているわけではない。

今後、漁業を継続しながら、アワビ類各種の資源量がかつての水準に回復させるためには、現状の資源管理や種苗放流のあり方を全面的に見直し、アワビ類本来の生態的特性に基づいた科学的に根拠のある資源管理や資源添加、あるいは漁場管理・造成のしくみを作っていく必要がある。

本書は、まさにその新たな資源管理や増殖に向けた方策の提言を目的として、「アワビ研究会」の幹事を中心としたメンバーによって執筆された。まず第1章（Ⅰ）では、アワビ類漁業と資源管理・増殖の現状について、養殖業を含めた日本および海外のアワビ漁業の現状（Ⅰ-1）、日本における種苗生産と放流事業の現状（Ⅰ-2）、および資源評価と資源管理の現状（Ⅰ-3）を整理した。第2章（Ⅱ）では、日本産アワビ類各種の生態（Ⅱ-1）、漁場環境の現状（Ⅱ-2）、および資源変動要因（Ⅱ-3）に関するこれまでの科学的知見を、最近の研究成果まで含めて整理した。第3章（Ⅲ）では、新たな資源管理・増殖に向けた方策の提言として、資源評価に基づく漁業管理（Ⅲ-1）、漁場の保全と管理（Ⅲ-2）、親貝集団の造成（Ⅲ-3）、種苗放流事業の見直しと放流技術の改善（Ⅲ-4）、種苗生産技術の改善（Ⅲ-5）、および日本における養殖の方向性（Ⅲ-6）としてまとめた。アワビ類の資源管理、種苗生産、種苗放流に携わる多くの方にお読みいただき、各地のアワビ類に関する資源管理や増殖事業に役立てていただきたいと思いますとともに、アワビ類漁業がかつての盛況を取り戻してくれることを願うばかりである。

平成30年2月

東京大学大気海洋研究所  
教授 河村知彦

## アワビ類の生態に基づく資源管理・・・増殖 目次

|                                |         |                                              |             |
|--------------------------------|---------|----------------------------------------------|-------------|
| はじめに                           | 1       | ② 放流手法                                       | 22          |
|                                | (河村知彦)  | ア 放流時期・サイズ                                   | 23          |
| 第1章 (Ⅰ) アワビ類漁業と資源管理・増殖の現状      | 1       | イ) 放流適地                                      | 23          |
| Ⅰ-1 漁業および養殖業の現状                | 1       | ウ) 放流密度と放流量                                  | 23          |
|                                | (鴨志田正晃) | エ) 放流方法                                      | 23          |
| Ⅰ-1-1) アワビ類漁業の現状               | 1       | ③ 放流貝の混入率                                    | 23          |
| ① 漁法等                          | 1       | ④ 種苗放流効果                                     | 25          |
| ② 漁業者数の推移                      | 1       | ⑤ 放流事業の現状と問題点                                | 26          |
| ③ 日本における漁獲量の動向                 | 1       | Ⅰ-3 資源評価と資源管理の現状                             | 27          |
| ④ 海外における漁獲量の動向                 | 5       | Ⅰ-3-1) 漁業調整規則による禁漁期間、殻長制限、自主的<br>な資源管理の取り組み  | 27          |
| Ⅰ-1-2) アワビ類養殖業の現状              | 6       |                                              | (堀井豊充)      |
| ① 海外における養殖生産量の動向               | 6       | Ⅰ-3-2) 岩手県北部 A 地区のエゾアワビ漁業への Delury 法<br>の適用例 | 28          |
| ② 海外における養殖業の現状                 | 6       |                                              | (堀井豊充)      |
| ③ 輸出入量の動向                      | 7       | ① A 地区におけるエゾアワビ漁業の概要                         | 28          |
| ④ 日本における養殖業の現状                 | 7       | ② 資源量および漁獲率の推定方法                             | 28          |
| Ⅰ-2 種苗生産と放流事業の現状               | 8       | ③ 資源の評価                                      | 29          |
| Ⅰ-2-1) 種苗生産の現状                 | 9       | Ⅰ-3-3) 福島県における資源管理                           | 30          |
| ① 種苗生産数の推移                     | 9       |                                              | (平川直人・堀井豊充) |
|                                | (鴨志田正晃) | ① 漁業と資源管理                                    | 30          |
| ② 種苗生産の現状と問題点                  | 10      | ② 資源量推定                                      | 31          |
| ア) 岩手県におけるエゾアワビ種苗産             | 10      | ア) 年齢査定                                      | 31          |
|                                | (西洞孝広)  | イ) 資源量推定                                     | 32          |
| i) 飼育施設の改良                     | 11      | ③ IQ 管理の有効性                                  | 33          |
| ii) ワカメ、コンブ等海藻類の餌料としての利用       | 11      | ④ 震災後のエゾアワビ漁業                                | 33          |
| iii) 飼育管理作業の効率化                | 11      | Ⅰ-3-4) 千葉県器械根における資源管理                        | 35          |
| iv) 容器放流と連携した飼育装置の開発           | 12      |                                              | (中丸 徹)      |
| v) 遺伝的多様性への配慮の必要性              | 12      | ① 漁場特性                                       | 35          |
| イ) 長崎県における暖流系アワビ類種苗生産          | 12      | ② 歴史と漁獲量の推移                                  | 35          |
|                                | (大橋智志)  | ③ 禁漁期間中の資源管理に関する動き                           | 36          |
| i) 長崎県における暖流系アワビ類種苗生産技術<br>の経緯 | 13      | ア) 資源管理組織                                    | 36          |
| ii) アワビ類種苗生産技術の改良              | 13      | イ) 種苗放流                                      | 37          |
| iii) 種苗生産技術の現状と問題点             | 15      | ウ) 分布密度調査                                    | 37          |
| iv) 種苗生産技術の今後の展望               | 17      | エ) CPUE 調査                                   | 37          |
| ③ 疾病                           | 18      | ④ ABC を根拠とした TAC の設定による試験操業                  | 37          |
|                                | (三輪 理)  | ア) 資源量の推定                                    | 37          |
| ア) 筋萎縮症                        | 18      | イ) ABC を根拠とした TAC の設定                        | 37          |
| イ) アワビヘルペス性神経節炎                | 18      | ウ) その他の資源管理措置                                | 38          |
| ウ) キセノハリオチス症                   | 19      | エ) 試験操業結果                                    | 38          |
| エ) フランシセラ症                     | 19      | ⑤ まとめ                                        | 38          |
| オ) ビブリオ病                       | 20      |                                              |             |
| カ) パーキンサス感染症 (原虫)              | 20      | 第2章 (Ⅱ) アワビ類の生態と資源変動要因                       | 40          |
| キ) 防疫対策                        | 20      | Ⅱ-1 資源生態に関する知見                               | 40          |
| Ⅰ-2-2) 放流事業の現状                 | 22      | Ⅱ-1-1) エゾアワビ                                 | 40          |
|                                | (鴨志田正晃) |                                              | (高見秀輝)      |
| ① 種苗放流数の推移                     | 22      |                                              |             |



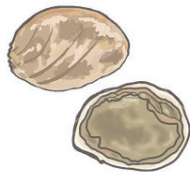
|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| ① 浮遊幼生の生態                               | 40 |
| ② 食性                                    | 41 |
| ③ 成長に伴う棲み場の変化                           | 42 |
| ④ 成長、成熟                                 | 42 |
| II-1-2) 暖流系アワビ類                         | 46 |
| (清本節夫・鬼塚年弘)                             |    |
| ① 系統関係と系群構造                             | 46 |
| ② 暖流系アワビ類の種判別手法                         | 46 |
| (浜口昌巳)                                  |    |
| ③ 食性                                    | 48 |
| ④ 成長、成熟                                 | 49 |
| ⑤ 種ごとの分布、生息場                            | 50 |
| ⑥ 成長に伴う移動                               | 50 |
| ⑦ 他種との競合、捕食関係                           | 50 |
| II-2 生息場としての岩礁藻場の現状                     | 53 |
| II-2-1) エゾアワビ分布域                        | 53 |
| (干川 裕)                                  |    |
| ① 主要な海藻群落                               | 53 |
| ② 磯焼けの状況                                | 53 |
| ③ エゾアワビの成長・成熟に及ぼす磯焼けの影響                 | 54 |
| II-2-2) 暖流系アワビ類分布域                      | 55 |
| (清本節夫)                                  |    |
| ① 藻場の衰退に伴う漁獲量の減少                        | 55 |
| ② 藻場およびアワビに対する高水温の影響                    | 55 |
| ③ 藻場の季節変動の変化                            | 56 |
| II-2-3) 河川改修、沿岸開発に伴う生息環境の悪化             | 57 |
| (干川 裕)                                  |    |
| ① 河川からの流入物(土砂、淡水等)                      | 57 |
| ② 沿岸開発                                  | 57 |
| II-3 資源変動要因                             | 58 |
| (河村知彦・高見秀輝)                             |    |
| II-3-1) 親貝の産卵量・受精率に影響を及ぼす要因             | 58 |
| II-3-2) 浮遊幼生・初期稚貝・稚貝の減耗要因               | 60 |
| II-3-3) エゾアワビ資源の変動に及ぼす冷水接岸の影響           | 61 |
| II-3-4) 東北地方太平洋沖地震に伴う津波によるエゾアワビ資源に対する影響 | 62 |
| II-3-5) アワビ類資源の長期低迷要因                   | 64 |
| 第3章(Ⅲ) 新たな資源管理・増殖に向けた方策の提言              | 68 |
| Ⅲ-1 資源評価に基づく漁業管理                        | 68 |
| (堀井豊充)                                  |    |
| Ⅲ-2 漁場の保全と管理                            | 68 |
| Ⅲ-2-1) エゾアワビ漁場                          | 68 |
| (干川 裕)                                  |    |
| Ⅲ-2-2) 暖流系アワビ類漁場                        | 70 |
| (井本有治)                                  |    |
| ① ウニによる食害と対策                            | 71 |
| ② 魚による食害と対策                             | 71 |
| ③ 藻場の造成                                 | 71 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| Ⅲ-3 親貝集団造成                               | 73  |
| (干川 裕)                                   |     |
| Ⅲ-4 種苗放流事業の見直しと放流技術の改善                   | 74  |
| (鴨志田正晃)                                  |     |
| Ⅲ-5 種苗生産技術の改善                            | 76  |
| (河村知彦)                                   |     |
| Ⅲ-5-1) アワビ類種苗生産技術の現状と問題点                 | 77  |
| ① 親貝の成熟促進技術と産卵誘発技術                       | 77  |
| ② 浮遊幼生の発達過程と飼育技術                         | 77  |
| ③ 浮遊幼生の着底・変態過程と採苗(着底・変態誘起)技術             | 78  |
| ④ 稚貝の成長に伴う食性変化と給餌技術                      | 79  |
| Ⅲ-5-2) アワビ類の繁殖生態、初期生態に基づく新たな種苗生産技術開発の可能性 | 80  |
| Ⅲ-6 日本におけるアワビ類養殖の方向性                     | 84  |
| (鴨志田正晃)                                  |     |
| あとがき                                     | 86  |
| (堀井豊充)                                   |     |
| 巻末資料1                                    |     |
| 暖流系アワビ類の種判別マニュアル                         | 87  |
| (浜口昌巳)                                   |     |
| 巻末資料2                                    |     |
| 各都道府県でのアワビ類資源管理等に関する状況                   | 89  |
| 巻末資料3                                    |     |
| アワビ漁業従事者数の推移                             | 97  |
| 巻末資料4                                    |     |
| 県別アワビ類漁獲量の推移                             | 98  |
| 執筆者一覧                                    | 104 |



## 第10回

# 磯焼けがエゾアワビの資源変動に及ぼす影響について



地方独立行政法人北海道立総合研究機構 中央水産試験場

専門研究員 干川 裕

## 1. はじめに

北海道は我が国におけるアワビ類の分布北限に位置している。ここに生息するアワビは主にエゾアワビである。例外として松前小島という北海道南西部の離島にマダカアワビとトコブシが分布していることが確認されているが、その量はわずかで産業的に寄与してはいない。

北海道におけるエゾアワビの分布域は日本海沿岸の宗谷岬から津軽海峡の函館市戸井町、および噴火湾の一部である<sup>1)</sup>。分布の制限要因は冬季の低水温と考えられており、道北の礼文島では流水接岸時にはエゾアワビが死亡したことが報告されている。また、冬季の低水温により、津軽海峡に面した函館市戸井町より東側にはエゾアワビは分布していなかった。戸井町には武井ノ島（むいのしま）と呼ばれる小島がある。かつて、ムイと呼ばれるオオバンヒザラガイとエゾアワビの戦があり、この場所を堺に東をムイの国、西をエゾアワビの国と取り決めたという伝説が残っている（<http://wsnr.web.fc2.com/wsnr/ooban.html>、2018年5月30日）。実際にオオバンヒザラガイは寒流の影響を受ける太平洋および噴火湾沿岸に生息し、オホーツク海、ベーリング海および北米西岸にかけて寒冷な海域に分布している<sup>2)</sup>。さきほどの伝説は、アワビ類とオオバンヒザラガイの生物的特徴を良く反映した内容となっている。噴火湾には元々エゾアワビは分布していなかったが、餌が多く事前の移植試験で成長がよいことが明らかになり<sup>3)</sup>、日本海の奥尻島などから殻長5cm前後の天然貝が人為的に移植されるようになった。噴火湾でエゾアワビが漁業資源として利用できるようになったのは1960年代からである。

北海道では、かなり昔からエゾアワビを食料だ

けではなく、交易品として利用していた<sup>4)</sup>。北海道の貝塚は気候が温暖となった縄文海進期および縄文後期海進期から増加し、特に13世紀になると日本海の奥尻島や礼文島の海岸部にヤスで突かれたエゾアワビの殻だけが大量に出土する遺跡がみられるようになった。この貝塚は「串鮑」と呼ばれる干しアワビの生産と関係があり、本州を介して中国との交易に用いられていたと考えられている。

漁業としてエゾアワビが本格的に漁獲され始めたのは、水中を覗くための硝子箱が導入された1880年頃からで、1930年頃には1,500トンに達した<sup>5)</sup>。その後は減少し、第二次世界大戦後は600トン前後で推移したが、1970年代から再び減少して1984年に100トンを切った。1970年代以降の減少要因として過剰漁獲による親集団の縮小に加え、磯焼けの影響等が考えられる<sup>6)</sup>。ここでは、北海道の磯焼けがエゾアワビに及ぼす影響とその対策について紹介する。

## 2. 北海道における磯焼けの現状

北海道における磯焼けは1930年頃に発生し、1950年代から1960年代には範囲が拡大したことが報告されている<sup>7,8)</sup>。北海道水産試験場では、磯焼けの発生原因は対馬暖流の勢力増大と冬季の季節風の弱化に起因する冬から春の高水温化であり、持続要因は冬季水温の上昇に伴うウニ（主にキタムラサキウニ）による摂食圧の増大と考えている<sup>9)</sup>。

冬季水温の長期変化について、北海道南西部日本海に面した寿都町で長期間にわたって気象庁寿都測候所が観測して公表されている水温データ<sup>10,11)</sup>、および（社）北海道栽培漁業振興公社が「養

殖漁場海況観測とりまとめ」および「北海道沿岸漁場海況観測取りまとめ」として公表している水温データ<sup>12, 13)</sup>を、北海道中央水産試験場が観測している水温データと合わせた結果を基に、1～3月の平均値を図1に示した。磯焼けが始まった時期とされる1930年より前では、1915年が異常に低いほかは4～6℃の範囲にあり4℃付近の年が半数ほどであったが、磯焼けが拡大した1950～1960年代になると4℃まで下がる年はなくなり、5℃付近で推移していた。磯焼けが深刻化した1989年以降は6℃以上の年が多くなっており、2015年には7℃を超えた。このように北海道南西部日本海沿岸では、この100年間で冬季の水温が変動しながら上昇を続けている。

小樽市忍路湾で行われているホソメコンブ生育状況調査から、冬季水温が高いと海藻繁茂期のホソメコンブ現存量が少なくなることが報告されている<sup>14)</sup>。忍路湾ではホソメコンブは10～11月に遊走子を放出し、配偶体の成熟盛期は10月下旬から12月下旬、胞子体の出現時期は11月から5月と考えられている<sup>15)</sup>。冬季水温と栄養塩濃度との間には負の相関関係があることが報告されており<sup>16)</sup>、冬の水温が高い年にはホソメコンブの成熟や初期成長に必要な栄養塩が不足している可能性が考えられる。

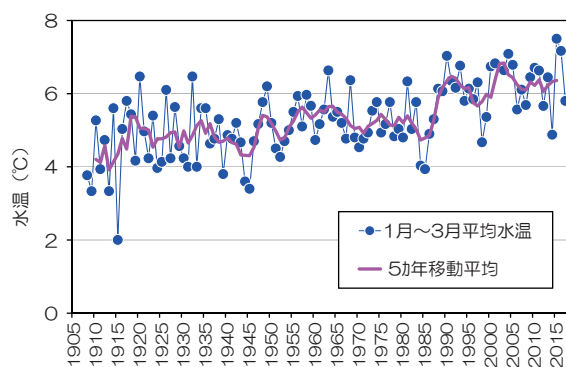


図1 寿都湾における冬季水温の長期変化

### 3. 磯焼けがエゾアワビに及ぼす影響

磯焼けが顕著な漁場のエゾアワビと、ホソメコンブやワカメなどが豊かな漁場のエゾアワビを比較すると、磯焼け海域では同じ年齢でも殻長が小型であることが分かった<sup>17)</sup>。親貝の大きさは産卵数にも影響し、大型の個体ほど産卵数が指数的に増加する<sup>18)</sup>。北海道南西部日本海沿岸に生育

する海藻を用いて、5月から7月にかけて水槽で飼育してエゾアワビの成長（殻長および体重）を比較すると、ホソメコンブとワカメ、スジメでは成長が良好であったが、ヒバマタ目の海藻やエゾヤハズ、小型紅藻類ではほとんど成長しないか、体重は減少した（図2）。アナアオサは殻長と体重とも増加したが、高見ら<sup>19)</sup>によれば、アオサやアカモクでは産卵数が増加しないため、成熟という点では餌料価値が低いと考えられる。したがって、磯焼け海域で藻場を回復する場合には、ホソメコンブやワカメなど餌料価値の高い種を対象に行う必要がある。

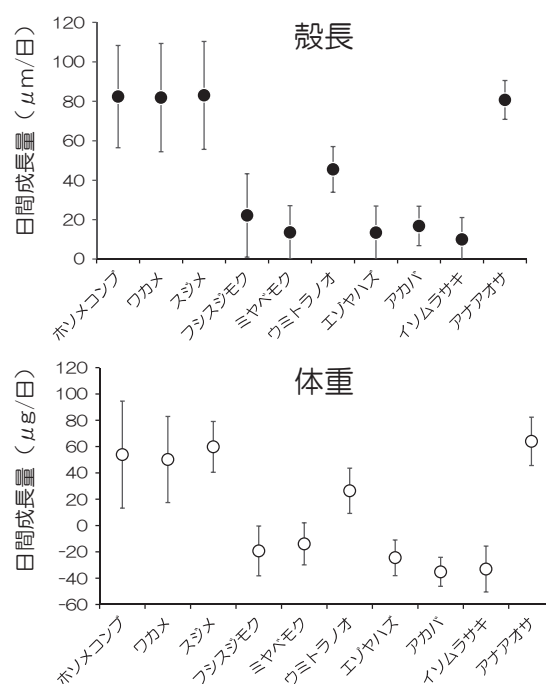


図2 5月から7月に実施した海藻別飼育試験結果

エゾアワビを含む大型アワビ類の餌環境を示す指標として肥満度が一般に用いられるが、我々が行った給餌量別飼育試験では、肥満度よりも筋肉含水率が餌料環境の差をより正確に検出できることが明らかになった（図3）。この筋肉含水率を用いて磯焼けが起きている日本海の古平町と、磯焼けが起っていない噴火湾の豊浦町で春、夏および秋に漁場から採集したエゾアワビの筋肉含水率を調べた。その結果、筋肉含水率は産卵後の11月に磯焼け海域で高くなることが確認された（図4）。この理由として、産卵後の回復期に摂餌活動が活発にも関わらず、日本海では餌となる海藻がないのに対して、噴火湾ではマコンブ等の餌



料価値が高い海藻が生育していることが挙げられる（図5）。また、この時期の成長差が日本海の磯焼け海域で成長が悪い原因と推測される。

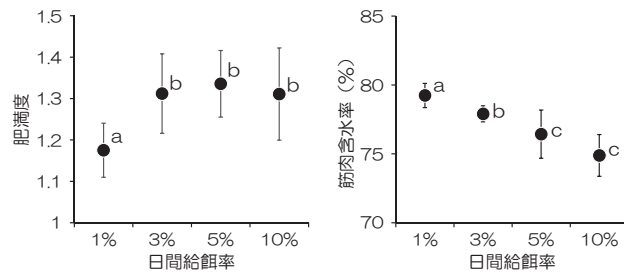


図3 給餌量別飼育試験における日間給餌率と肥満度および筋肉含水率の関係

異なるアルファベット間では有意差あり  
(Steel-Dwass test,  $p < 0.05$ )

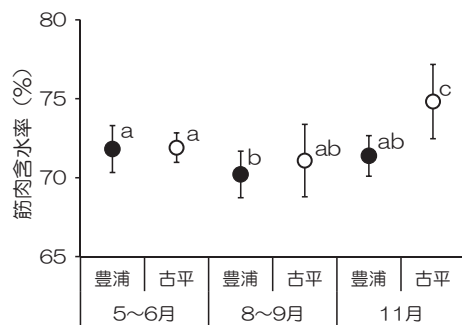


図4 海域別・季節別のエゾアワビ筋肉含水率の変化

異なるアルファベット間では有意差あり  
(Steel-Dwass test,  $p < 0.05$ )



図5 噴火湾豊浦町と日本海古平町における11月の海底写真

#### 4. ウニ密度管理による藻場回復の効果

磯焼けの問題は北海道に限らず全国的に起こっており、水産庁も磯焼け対策ガイドラインを発刊して、各地区での取り組みを支援している。北海道においてもウニ類の食圧制御を基本として、ホソメコンブ加入強化等の対策技術の研究を進めている<sup>20)</sup>。ウニ類の密度管理（ウニ除去）により藻場が回復した事例は多いが<sup>21, 22)</sup>、近年では、場所によっては必ずしもホソメコンブ群落が回復しない事例も多くなっている。このような中で、

ウニ除去によりホソメコンブ等の有用海藻群落を回復する適地を事前に選定するための評価モデルが国立研究開発法人水産研究・教育機構「水産工学研究所」によって開発された。

このモデルに基づいて、藻場回復適地として選定された場所で3年間にわたってウニ類の密度を除去により管理した結果、ホソメコンブやワカメが優占する藻場が回復した。沿岸の藻場とウニ除去区内の藻場について季節毎に変化を調べると、5月にはホソメコンブやワカメ以外にケウルシグサやその他の海藻が生育していたが、7月になるとホソメコンブとワカメ以外の海藻は枯死流失して被度が低くなり、エゾアワビの産卵期である9月にはホソメコンブが優占していた（図6）。

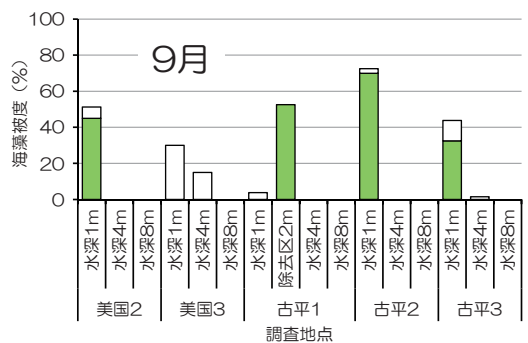
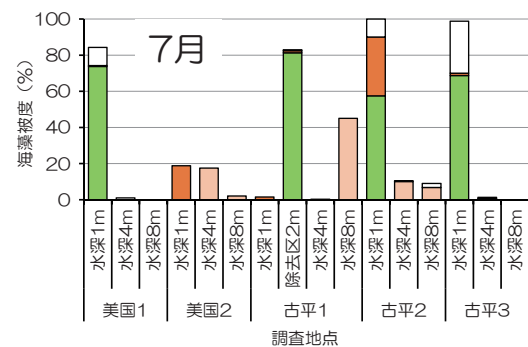
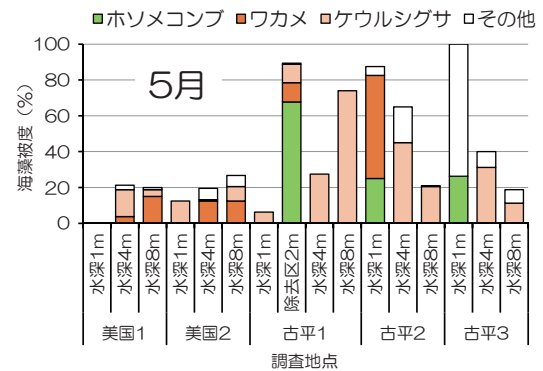


図6 積丹町美国から古平町沿岸における5月から9月の海藻生育状況  
(古平町水深2m地点がウニ除去区)

古平町のウニ除去区内では、5月にはホソメコンブとワカメが周囲よりも多くなり、10月でもウニ除去区内にはホソメコンブが残存していた（図7）。ウニ除去区では、10月にもコンブは残存していたことから、エゾアワビの産卵後の回復期の餌となるとともに、子囊斑（しのうはん）を形成して次世代の母藻としても機能していると考えられた（図7）。

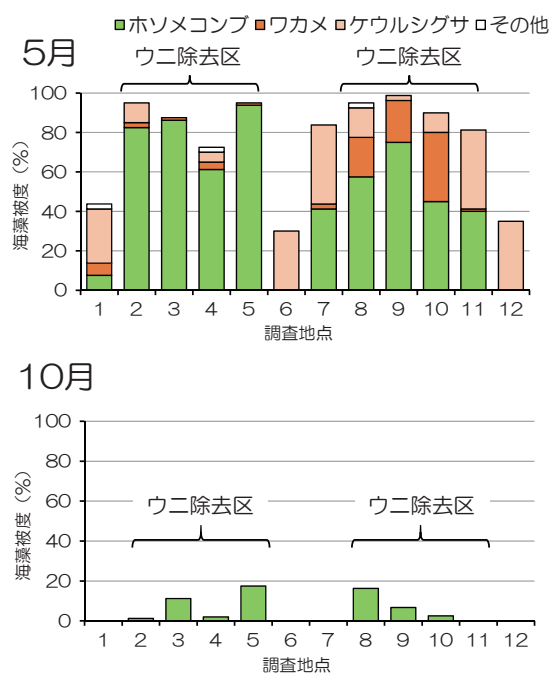


図7 古平町ウニ除去区と非除去区における5月と10月の海藻生育状況の比較  
（地点1、6、7と12が非除去区）

北海道南西部日本海沿岸ではキタムラサキウニが主要な漁業対象種であり、その生産量は漁場の海藻生育状況に影響される。積丹町美国から古平町沿岸に8本の調査定線を設定し、水深別にキタムラサキウニの生殖巣指数（可食部の量）を比較した（図8）。ホソメコンブやワカメが多かった浅所で生殖巣指数は高く、海藻が生育しない深所で値は低下した。ホソメコンブ加入時期にウニ除去を実施しホソメコンブ群落が回復した「古平1」の除去区（水深2m）の生殖巣指数は調査対象海域で最も高く20%を超えた。10月から11月にウニ類の密度を下げると、冬季は低水温と時化で深所や隣接する漁場からのウニの侵入は抑制される。水温が上昇し、風が続く春には除去区内のホソメコンブやワカメはすでに成長しており、ウニ類も群落の周辺に生育する海藻や、流れ藻となって供給される海藻を摂餌することで、群落が維持

されながらも主要産業種であるキタムラサキウニの身入り（生殖巣指数）も改善されていたと考えられる。

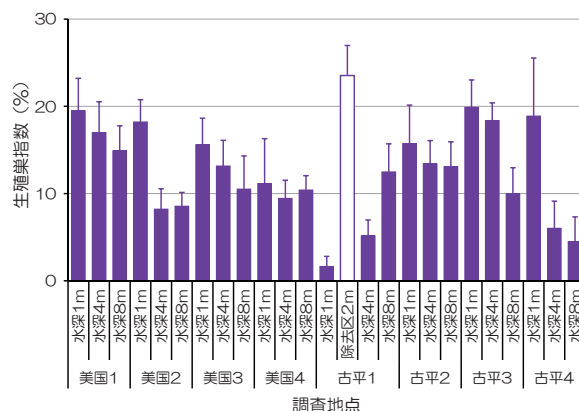


図8 積丹町美国から古平町沿岸における7月のキタムラサキウニ生殖巣指数

また、エゾアワビの産卵時期にあたる9月には、除去区のホソメコンブ群落にエゾアワビが蟄集し、その密度は他の場所に比べて10倍以上に高まるのが観察された（図9）。これらの個体の大きさは殻長3～7cmであり、再生産に参加する成貝も含まれていた（図10）。アワビ類では雌雄間の距離が広がるにつれて受精率が急激に減少する

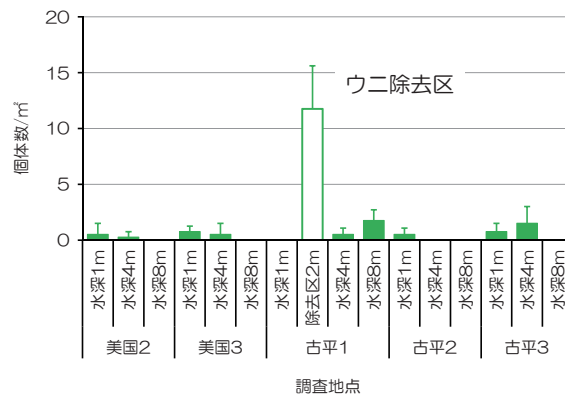


図9 積丹町美国から古平町沿岸における産卵期（9月）のエゾアワビ生息密度



図10 古平町ウニ除去区内における産卵期（9月）のエゾアワビ

ことが報告されている<sup>23)</sup>。産卵時期に高い密度で雌雄が蟄集することは受精率の向上など再生産力の改善にも寄与すると考えられる。

## 5. エゾアワビの再生産力増強のための親貝と藻場の保全

北海道の重要産業魚種であるホタテガイの産卵数は約1億個であり<sup>24)</sup>、ウニ類の産卵数は2000万個から3,000万個である<sup>25)</sup>。それに比べエゾアワビの産卵数は200万個と非常に少ない<sup>1)</sup>。そのため、親貝集団の減少は次の世代の加入量に直接影響を及ぼす。また、エゾアワビの産卵数は雌の大きさに比例しており、殻長6cmでは10万個であるが、10cmになると100万個以上になる<sup>18)</sup>。そのため、大型の個体が高い密度で生息できる環境を整備しないと次世代の加入を維持することが難しい。北海道海面漁業調整規則ではエゾアワビの漁獲殻長制限は6.5cmであり、同じエゾアワビを漁獲している青森県や岩手県、宮城県との9cmに比べると小型である。北海道内でも成長が良好な海域では自主的に行使規則で7.5cmもしくは8cmとしている地域もあるが、磯焼けにより成長が悪い海域では主に6.5cmで漁獲している。

1930年代に北海道日本海沿岸で標識放流によりエゾアワビの成長を比較した報告<sup>25)</sup>では、当時でも道南の奥尻島では成長が悪く、一方で道北の焼尻島では成長が良かったことが示されている。1930年代は磯焼けが始まった頃と一致しており、餌不足による成長不良がすでに起こっていたと考えられる。木下ら<sup>3)</sup>は日本海の増毛で採集されたエゾアワビを寿都町と噴火湾の有珠（現在の伊達市）に標識放流した結果、産地ではなく移殖先の餌料環境が成長に影響していることを明らかにした。このような研究を基に、日本海の成長が悪い海域から小型の天然貝を天然種苗として道内および道外へと移殖する事業が盛んに行われるようになった。奥尻島のように、多くの天然種苗を毎年出荷しても加入量が安定して維持された要因として、親貝が小型でも高い密度で生息していたことが挙げられる。

エゾアワビの親集団を保護する場合に、漁場に藻場を回復させて成長を改善し大型貝からなる親貝集団を造るか、あるいは大規模な藻場回復が困難な場合には、小型の親貝を高密度で残すことが

必要であると考えられる。単なる禁漁区の設定ではなく、その漁場の餌となる海藻群落の状況や親貝の殻長組成および成長特性を把握し、再生産用親集団を保全するために地元の条件に合った取り組みを検討することが重要と考える。

## 6. おわりに

北海道をとりまく海洋環境は近年大きく変化しており、日本海では磯焼けが深刻化している。このような中で人間ができる対策としてウニの食圧制御が中心とならざるを得ない。実際に水産多面的機能発揮対策事業によりウニ除去に取り組んでいる海域も多いが、潜水漁業がない北海道では船上からウニを取り上げて移殖する作業に限定される。そのため、転石の陰などにいるウニの残留や、コンブ加入時期（11月）には時化が多くなり磯船による除去作業が困難になるといった課題が残る。

毎年でなくとも、数年に1度でよいから漁業生産に結びつくような大規模な藻場回復事業をソフト的公共事業でダイバーにより実施し、その除去効果を維持するために漁業者による漁業と船上からのウニ密度管理を数年間行ってもらい、それでもウニ類の取り残しが増えた場合には、再び公共事業で大規模にウニの密度管理を行う、という流れが作れたら良いと思うが、実現は難しいのが現状である。

藻場が回復すれば、ウニ類の生産だけではなくアワビの資源も回復する可能性が明らかになってきた。また、水産工学研究所の藻場回復適地選定モデルや、ホソメコンブ群落の年変動と遊走子供給機能に関する研究等の高水温貧栄養下でのホソメコンブ加入機構に関する研究も進んでいる。これらの研究成果を基に、ウニ類やアワビの餌となるホソメコンブ群落形成と、その群落が秋まで残存して母藻として機能するための藻場回復・維持技術を開発していくことで磯根資源に依存する漁業者の収入底上げにつながる対策が可能になると考える。

海洋環境は年によって大きく変動するが、その中であっても再現性のある優良事例を小規模でも少しずつ増やしていくことが、「北海道の水産試験場は、いったい何年研究すれば磯焼けの問題を解決できるのか？」という浜の声に応えるためには近道ではないかと考えている。



## 参考文献

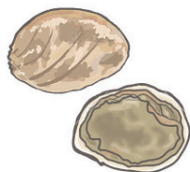
- 1) 干川 裕 (2003) エゾアワビ. 「新 北のさかなたち」 (水島敏博・鳥澤 雅編) 北海道新聞社, 札幌. 320-323.
- 2) 齋藤 寛 (2000) オオバンヒザラガイ. 「日本近海産貝類図鑑」 (奥谷喬司編著) 東海大学出版会, 東京. 23.
- 3) 木下虎一郎, 湊谷三五郎 (1949) 北海道産エゾアワビの成長に関する考察 (品種? 環境?). 北水試研報, 1, 2-6.
- 4) 北海道開拓記念館 (2003) 第 56 回特別展「北・貝・道」—海と陸と人々—. 北海道開拓記念館, 札幌. pp64.
- 5) 門間春博 (2001) エゾアワビ. 「北水試百周年記念誌」 (水島敏博他編) 北海道立中央水産試験場, 余市. 199-203.
- 6) 干川 裕, 河村知彦 (2017) 北海道沿岸各海域におけるエゾアワビの資源量変動に及ぼす気候変動の影響. 日本水産学会誌, 83, 373-384.
- 7) 津田藤典, 吾妻行雄, 谷口和也 (2006) 北海道日本海沿岸における磯焼けの歴史と現状. 月刊海洋, 38, 210-215.
- 8) 藤田大介 (1987) 北海道大成町の磯焼けに関する聴取り調査. 水産増殖, 35, 135-138.
- 9) 吾妻行雄 (1995) 北海道日本海西南部沿岸の磯焼け. 北水試だより, 31, 3-9.
- 10) Japan Meteorological Agency. Coastal Water Temperature Observations. Data Report of Oceanographic Observations. 1996; 85, 145-148.
- 11) Japan Meteorological Agency. Coastal Water Temperature Observations. Data Report of Oceanographic Observations. 1997; 86, 89-95.
- 12) (社) 北海道栽培漁業振興公社 (1996-2000) 養殖漁場海況観測取りまとめ 第 25-29 号 (平成 7-11 年). (社) 北海道栽培漁業振興公社, 札幌.
- 13) (社) 北海道栽培漁業振興公社 (2001-2004) 北海道沿岸漁業環境観測取りまとめ 第 30-33 号 (平成 12-15 年). (社) 北海道栽培漁業振興公社, 札幌.
- 14) 秋野秀樹, 高谷義幸, 干川 裕 (2017) 岩礁域の増殖に関する研究. 平成 28 年度道総研中央水産試験場事業報告書, 107-109.
- 15) 阿部英治, 松山恵二, 辻 寧昭 (1982) 忍路湾におけるホソメコンブの群落形成. 北水試研報, 24, 41-50.
- 16) 中多章文, 八木宏樹, 宮園 章, 安永倫明, 川井唯史, 飯泉 仁 (2001) 忍路湾における沿岸水温と栄養塩の関係. 北水試研報, 59, 31-41.
- 17) 干川 裕 (2012) 北海道の磯焼け海域における群集構造の特徴とエゾアワビの再生産に及ぼす磯焼けの影響. 日本水産学会誌, 78, 1208-1212.
- 18) 小林俊将, 武蔵達也, 遠藤 敬, 原 素之 (2007) 天然漁場におけるエゾアワビの産卵数の推定. 水産増殖, 55, 285-286.
- 19) 高見秀輝, 深澤博達, 河村知彦, 村岡大祐 (2012) エゾアワビの成熟に及ぼす餌料の質・量の影響. 日本水産学会誌, 78, 1205-1207.
- 20) 干川 裕 (2015) 道総研の磯焼け研究グランドデザインについて. 月刊海洋, 47, 307-312.
- 21) 吾妻行雄, 松山恵二, 中多章文, 川井唯史, 西川信良 (1997) 北海道日本海沿岸のサンゴモ平原におけるウニ除去後の海藻群落の遷移. 日本水産学会誌, 63, 672-680.
- 22) 川井唯史, 金田友紀, 新井章吾, 桑原久実 (2002) 磯焼け地帯におけるウニ侵入防止フェンスによるホソメコンブ群落の造成とキタムラサキウニ生殖巣の発達. 水産工学, 39, 15-20.
- 23) Babcock R. and Keesing J. (1999) Fertilization biology of the abalone *Haliotis Laevis*: laboratory and field studies. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 56; 1668-1678.
- 24) 蔵田 護 (2003) ホタテガイ. 「新 北のさかなたち」 (水島敏博・鳥澤 雅編) 北海道新聞社, 札幌. 290-295.
- 25) 蔵田 護 (2003) エゾバフンウニ、キタムラサキウニ、資料 2.15 水産生物の環境条件. 「漁港・漁場の施設の設計の手引」 (水産庁監修). (社) 全国漁港漁場協会, 東京, 877-878.
- 26) 木下虎一郎, 石栗俊良 (1940) 北海道産エゾアワビの成長度 (総括). 北海道水産試験場事業旬, 472, 後編, 1-5.





## 第11回

# 京都府におけるクロアワビ資源管理事例 —潜水漁法と天然資源に注目したVPR型アプローチ—



京都府農林水産技術センター海洋センター

技師 篠原 義昭

## 1. はじめに

京都府のアワビの生産量は他県に比べて少ないが、本府での研究事例が、全国、特に暖流系アワビ類に見られる資源減少の問題や、今後のアワビ漁業の持続的な発展のために少しでも役に立てられれば幸いに思う。

京都府沿岸海域は暖流系アワビの生息範囲である。漁獲されている大型アワビ類は、クロアワビとメガイアワビであり、そのうちの70～90%を前者が占めている。マダカアワビについては、当所の職員が最後に成員を確認したのは10年も前であり、ほとんど漁獲もされていない。ただし、稚貝調査を行うと、まれにマダカアワビが含まれており、ごく低密度、もしくは私たちが調査出来ない深いところには今でもマダカアワビの成貝が生息していると思われる。また、京都府では毎年10万～20万個体のクロアワビ種苗の放流を実施しており、漁獲されるクロアワビには放流貝も含まれる。ただし、その混獲率は1～20%程度と低く、本府で漁獲されるクロアワビの大部分は天然資源である。図1に平成2年以降の京都府のアワビ類漁獲量を示す（農林水産省海面漁業生産統計データより）。京都府のアワビ漁獲量は約15年程度の周期で増減を繰り返しており、近年は増加

の傾向にある。また、太平洋側に見られるようなより長期的な漁獲量の減少は見られないことから、天然のアワビ資源の再生産状況は比較的健全であると考えられる。

京都府では、これら大型アワビ類は潜水漁法（素潜り）と水視漁法で漁獲される。水視漁法とは、他県では見突き漁法や、磯見漁法と呼ばれる漁法で、京都府では古くから続けられてきた伝統的な漁法と言える。多くの地区では、潜水漁法は禁止されていたり、もともと従事する漁業者が少なかったりしたが、いくつかの地区では漁業者の高齢化・漁村の衰退をうけ、新規就業者でも取り組みやすい潜水漁法を近年導入した。このような地区では、アワビ漁獲量が急激に増加しており、このことから水視漁法に比べて潜水漁法の漁獲圧は非常に高いことが伺える。また、古くから潜水漁法によりアワビを漁獲する地区では、近年の漁獲量増加の傾向に反して、漁獲量が横ばいもしくは、やや減少傾向にある。継続的に高い漁獲圧がかかり続けるけることにより、成長乱獲もしくは加入乱獲の状態にあることが心配される。

本シリーズの第9回で紹介された「アワビ類の生態に基づく資源管理・増殖」にて、東京大学大気海洋研究所の河村教授も述べられているように、1970年代後半から40年にもわたり全国で続けられている年間3,000万個体もの種苗の大量放流事業は、漁獲を維持するために一定の役割を果たしてはいるものの、資源量を回復させるには至っていない。資源量が増加しない主な原因は天然稚貝の発生量の低迷と考えられており、現在の放流量は天然の発生量に比べれば遙かに少なく、放流のみによって資源量を回復させることは難しいことがわかってきている<sup>1)</sup>。また同書で紹介されている千葉県器械根の例に見られるように、継続し

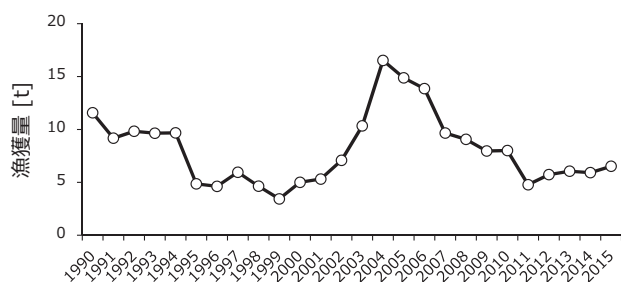


図1 京都府のアワビ類漁獲量

た放流や20年近い禁漁措置を持ってしても持続可能なレベルまで資源が回復しておらず、そのメカニズムは明らかとなっていないものの、一度崩壊させてしまったアワビ資源を回復させることがいかに困難であるか窺うことができる<sup>1)</sup>。

これらのことから、本府において持続的なアワビ漁業のためには、天然資源再生産の健全性を保ち続けることが重要であり、十分な産卵量を確保するための母貝集団を残しつつ、高い生産金額を得るための資源管理技術の開発が重要な要素となると考えている。そこで今回は、近年潜水漁を導入した1地区をモデルに、京都府で最も漁獲量の多い天然クロアワビ資源に焦点を絞り、その資源評価と、有効と考えられる資源管理方策について述べていきたいと思う。

## 2. モデル地区のアワビ漁の特徴

今回、解析の対象とした地区では水視漁法と潜水漁法の両漁法でアワビ類を漁獲している。しかし、水視漁法での漁獲量は潜水漁法の10～20%程度であり、漁場もごく一部に限られることから、当地区は潜水漁法が主体の地区であるといえる。以降、この地区を潜水モデル地区と呼ぶ。

次に潜水モデル地区での潜水漁法の特徴を述べる。潜水漁法は、2006年に初めて導入され、以降、漁獲量が大幅に増加し、現在、夏期における潜水モデル地区のアワビ漁獲量は府内で最も多い（図2）。漁期は7月1日から8月15日までの46日間を基本とし、その年々の資源量に応じて調整している。1日の操業時間は午前11:00から3～4時間に限定している。漁業者数は10名前後である。また京都府漁業調整規則により、殻長100mm以下の漁獲は禁止されており、漁獲開始年齢は3歳+となる。

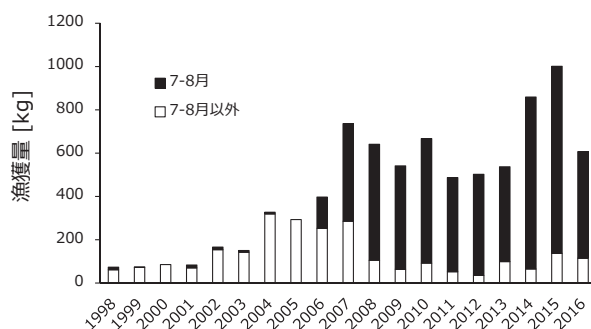


図2 潜水モデル地区の漁獲量

## 3. 資源評価・管理目標策定に用いたデータセット

当稿での解析に用いたデータセットには大きく分けて、①地先のクロアワビの成長、殻長-年齢相関表（ALK）、年齢と単価の関係などの資源特性値、②漁獲量に関わるデータ、③資源量や漁獲率を推定するための漁獲物の年齢組成やCPUEなどのデータが挙げられる。当所では、潜水モデル地区にて、これらのデータセットの収集を行ってきた。①に関しては、参考文献のとおりであり<sup>2)～4)</sup>、②は京都府漁業協同組合の統計データが利用可能である。データセットのなかでも、特に工夫が必要となるのは③である。詳細は後述するが、当所では漁獲されるクロアワビを全数パンチングすることで、その資源量・漁獲率の推定を試みており、当所がアワビ資源解析を行う上での重要ポイントとなる。

## 4. 全数パンチング調査

クロアワビの漁獲個体数と殻長組成を把握するために、潜水モデル地区において全数パンチング調査を実施している。図3はアワビ漁業者に配布しているパンチングシートである。漁業者は漁獲したクロアワビの螺頂部を軽く研磨し、グリーンマークの有無から天然クロアワビ・放流クロアワ

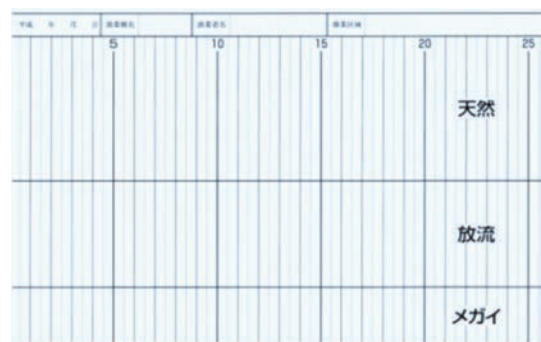


図3 パンチングシートと調査の様子



ビに分け、シートに殻長がわかるようにパンチングする。海底形状の特徴などから地先を複数の海区分けしており、漁業者は同シートに漁獲した海区分名・漁獲した日付・漁業者名を記入して提出する。この調査は2010年から継続して実施している。パンチングされたアワビ類の個数に漁獲されるクロアワビの平均重量を乗じて推定される総漁獲量と、府漁協統計データに基づく出荷量がほぼ一致していることから、漁獲されたアワビ類はほぼ全てパンチングされていると考えられる。つまり、潜水モデル地区では2010年以降に漁獲された全てのクロアワビについて、その大きさと、いつ・誰が・どこで漁獲したのかがわかるようになっている。

## 5. 資源量と漁獲率

潜水モデル地区では、全数パンチング調査は2010年から継続して実施しているが、コホート解析による資源量推定をするにはデータ数が少ない。一方で潜水漁法の漁期は45日間と比較的短いことから、漁期中の自然死亡や加入は少ないと考えられ、Delury法を用いて資源量の推定を行った。

平成2010年漁期から平成2015年漁期までの全数パンチング調査から得られたCPUE（1人1日の漁獲個数）と累積漁獲個数の関係は図4に示される。いずれの年においてもCPUEには、漁期のはじめに低下したのち一度高まって、再度低下する鋸歯状の変化をする傾向が見て取れる。当地先には大きく分けて浅い海底に転石が単層に分

布する漁場と、人工造成藻場などの比較的深い海底に複層に大型の転石が積まれた漁場が存在する。また漁場には毎年アワビが良く付く岩や構造物が点在している。聞き取りから、漁業者は最初の1～2週間の間には、そのような好適な漁場や漁獲の容易な浅瀬の単層帯で操業することが多く、ある程度採りやすい場所のアワビを獲りきったのちに、漁獲の難しい深場の複層帯で低密度に分布するアワビを拾っていくような獲り方をしているとのことであった。これがCPUEが鋸歯状の変化をする要因と考えている。このような場合、漁期中に漁獲効率が変化していることになるため、一般的なDelury法での資源量推定は難しい。当地先での漁獲実態をモデル化した拡張Delury法を考案する必要がある、筆者の宿題の1つである。ただ、漁期後半のCPUEの減少の傾きを用いた簡単なシミュレーションから推定される資源量が、概ね当地先の初期資源量を示すようだ。それによると当地先のクロアワビ資源量は2,000～5,000個体で変動しており、漁獲率は60～70%と推定された。また、クロアワビの全数パンチング調査から得られた殻長組成をALKにて年齢組成に変換し、完全加入する5歳から8歳のクロアワビの年齢と漁獲個数の対数値の変化から全減少係数（Z）を求めた。その結果、 $Z=1.33$ と推定され、自然死亡係数 $M=0.25$ （寿命を10年とした田中・田内の方法）を差し引くことで求まる漁獲係数 $F=1.08$ となった。この値を漁獲率Eに変換すると60%となり、Delury法による推定値に近い（図5）。Delury法は隠れ資源等の漁獲に寄与しな

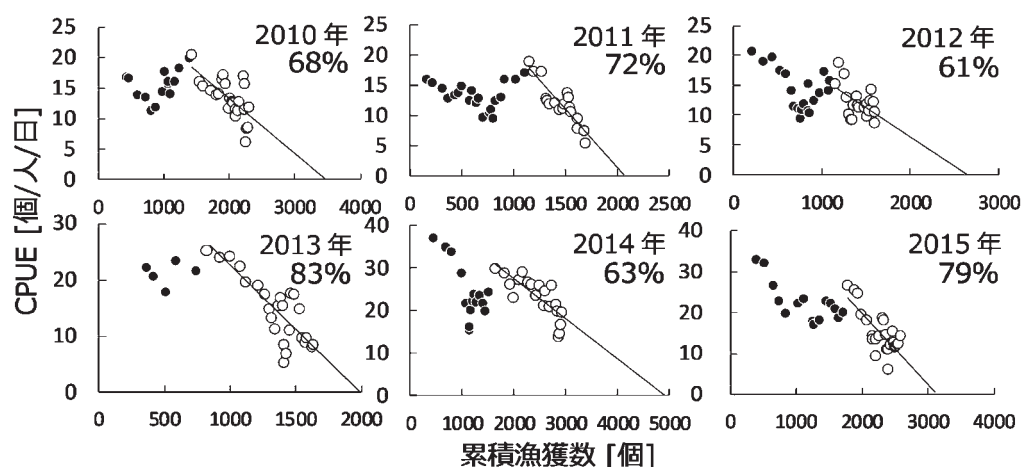


図4 2010年～2015年の潜水モデル地区のCPUEと累積漁獲個数の関係と漁獲率

CPUEは漁期前半に減少したのち高まり（●）、再び減少する（○）。  
○のCPUEの近似直線の延長線とX軸の交点を初期資源量とした。

い資源を考慮しないため、資源を過小評価する性質があることを考慮しても、当地先の潜水漁法による漁獲率は概ね 60% 程度であると考えている。一方で水視漁法のみでアワビ類を漁獲する別の 1 地区（以下、水視モデル地区）にて、同様の全数パンチング調査を 1996 年より実施しており、コホート解析による資源量・漁獲率推定を実施している。こちらのデータは未報告であるため、詳細は省くが、当地先での近年の漁獲率は 20～25% と推定されている。今後、潜水モデル地区でもデータをさらに蓄積することで、コホート解析による資源量・漁獲率が推定できるようになれば、より正確に漁獲実態が把握できるようになるが、現状得られるデータからでも、少なくとも潜水漁法は水視漁法に比べて、資源に対して短期間に非常に高い漁獲圧を与えることは確からしいと考えている。

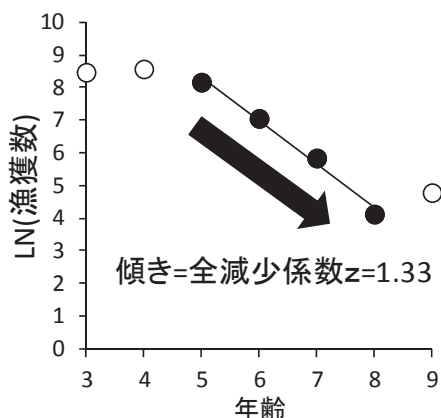


図5 潜水モデル地区で漁獲されたクロアワビの年齢と漁獲個数の対数値の関係  
完全加入する5歳から8歳までの傾きから漁獲率を推定した。

## 6. 資源診断

先から述べているように、潜水モデル地区での全数パンチング調査データの蓄積は平成 22 年以降からであり、親子関係を用いたような資源診断はまだできない。そこで、今わかっている漁獲率から、%SPR を用いた資源診断を行った。%SPR とは、年齢と産卵数の関係から、任意の漁獲率で継続して漁獲された場合に産まれる卵数の、全く漁獲がなかった場合に産まれるはずであった卵数に占める割合 [%] であり、%SPR が 30% 程度以下になると、その資源の持続性が失われると判断される。先に述べたように、水視モデル地区の近年の漁獲率は 20～25% 程度であり、図 6 から

%SPR は 30～40% 程度と推定され、水視モデル地区は持続的な漁獲が行われていることが示される。一方で、漁獲率 60% 程度と考えられる潜水モデル地区の %SPR は約 5% であり、乱獲状態にあると診断される。%SPR を用いた資源診断は親子関係がその地先だけで完結している場合や、同一個体群全体の資源診断を行う場合に有効である。浮遊幼生期を持つクロアワビでは、加入する着底稚貝は必ずしも同地先の親に由来するわけではないと考えられるので、当診断はあくまで目安であることに注意する必要があるが、少なくとも潜水漁を導入以降、潜水モデル地区で産まれる卵数は非常に少なくなっていることは確かである。

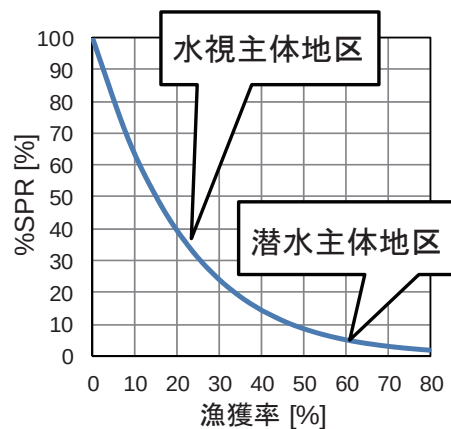


図6 水視モデル地区と潜水モデル地区におけるクロアワビの %SPR の比較

## 7. 管理目標の設定

潜水漁法は水視漁法に比べて漁獲効率が高く、潜水モデル地区では、ごく短期間の操業でも過剰漁獲になっている可能性が示唆された。本来なら %SPR の値が 30% 以上になる漁獲率 25% を管理目標とするべきであるが、漁獲量を現在の半分以下に抑えることは潜水モデル地区での潜水漁業自体の持続性を失いかねない。十分な親貝資源を残しつつも、漁獲量ないしは漁獲金額を現在よりも高められる管理方策の策定が有効である。また、今後管理を普及していく上でも、管理を実行することで見込まれる漁獲金額の変化を具体的に漁業者に示すことは、漁村における合意形成に重要である<sup>5)</sup>。当所が調査したところ、本府のクロアワビでは、10cm 程度の小型個体は 1 個体当たり平均して 700 円程度で取引されているが、16cm 程度の大型個体では、1 個体当たり約 6,000 円を取り扱われていることがわかっている<sup>4)</sup>。そこで、潜

水モデル地区には、小型貝を取り過ぎず、体重・単価ともに大幅に高くなる大型貝を中心に漁獲する管理方策が有効であると考えており、そのような資源管理には、加入量あたりの漁獲金額を最大化する VPR (Value Per Recruitment) 型の資源管理が有効である。

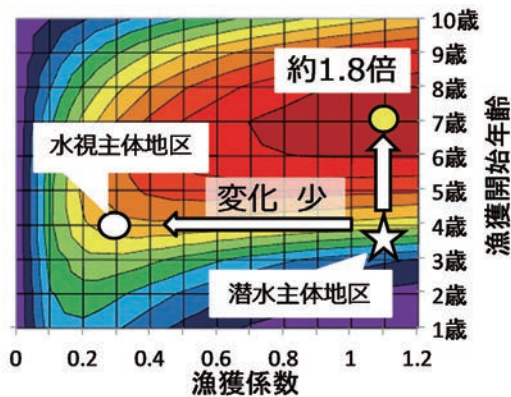


図7 京都府におけるクロアワビの等漁獲金額曲線図

一定の加入量のもと、任意の漁獲開始年齢と漁獲率で漁獲が行われた場合に期待される漁獲金額の等量線図（等漁獲金額曲線図）は図7となる。漁獲開始年齢が3歳＋、漁獲率が60%の潜水モデル地区の漁獲金額は星印の点で表される。一方で、漁獲開始年齢4歳＋、漁獲率25%の水視モデル地区の漁獲金額は○印で表される。両地先で毎年同じ資源量が加入すると仮定すると、潜水モデル地区は水視モデル地区に比べて漁獲率が高いため漁獲個数は多くなるが、加入してすぐの小型で単価の安い3歳貝や4歳貝が漁獲物の主体となるため、漁獲金額ではやや劣ることが示された。また、潜水モデル地区では、現在の漁獲率を保ちつつ、漁獲開始年齢を7歳にまで高めると、黄色の○印で表されるようになり、漁獲金額は現在の1.8倍に高まることが示された。この漁獲方法ではこれまで漁獲対象となっていた3～6歳のクロアワビが漁獲されないことになるため、%SPRの値も40程度となり、十分に持続的なレベルの親貝が保護されることとなる。

## 8. おわりに

これらの解析結果をもとに2016年度漁期から潜水モデル地区に対して殻長制限の強化を提案しているが、現段階では実現していない。なかなか思い切った管理に踏み出せないのは、「本当に

シミュレーションのように漁獲金額が増えるのか？」「資源管理の取り組みを行っても密漁者に先に盗られてしまうのでは？」といった不安感を漁業者が感じていること、また実践当初の数年間には漁獲量が減るが、それをカバーする代替漁業がないことなども要因していると考えている。問題の裾野は非常に広く、資源管理型漁業の普及の難しさを痛感している。今後は地先の一部にモデル海区を設定し、小さな範囲で管理による成功例を提示していくことが重要と考えている。

一方で全国的に見られるアワビ資源の減少には、卵は十分に供給されていても、資源が増加しない事例が多くあるようだ。つまり産卵母貝集団の確保は持続的なアワビ漁業にとって必要条件ではあるが十分条件ではないということである。近年の研究から、浮遊幼生から着底初期稚貝の種判別技術が開発され<sup>6)</sup>、その生態が徐々に明らかとなってきた<sup>1)</sup>。各成長段階における好適環境は異なると考えられ、成長段階に即した連続性のある藻場整備技術も重要な要素となるだろう。今後のさらなる研究の進捗に期待するとともに、アワビ漁業の持続的な発展に向けて引き続き尽力していきたい。

## 参考文献

- 1) 山崎 誠, 鴨志田正晃 (編) (2018) アワビ類の生態に基づく資源管理・増殖, 水産研究・教育機構増養殖研究所
- 2) 久門道彦, 山本圭吾, 道家章生 (2011) 京都府宮津地先におけるクロアワビの成長 (短報), 京都府農林水産技術センター海洋センター研究報告, 33, 24-28
- 3) 山本圭吾, 西垣友和, 遠藤 光, 竹野功爾 (2010) 京都府蒲入地先におけるクロアワビの成長, 京都府農林水産技術センター海洋センター研究報告, 32, 6-11
- 4) 篠原義昭, 道家章生, 西垣友和 (2018) 京都府におけるクロアワビの殻長と単価の関係 (短報), 京都府農林水産技術センター海洋センター研究報告, 40, 9-12
- 5) Noranarttragoon P., Ueda Y., Hattori T., of bigband thornyhead Sebastolobus macrochir caught off the Pacific coast of northern Honshu Japan, Fish.Sci., 77(4), 497-502
- 6) 浜口昌巳, 佐々木美穂, 堀井豊充, 清本節夫, 大橋智志, 藤井明彦, 滝口直之, 橋本加奈子, 竹内泰介 (2006) アワビ類初期生態解明のための種判別技術の開発, 水産総合研究センター研究報告, 5, 75-83





## 第12回

## 千葉県のアワビ漁業と資源管理について



千葉県水産総合研究センター 資源研究室

主任上席研究員 永山 聡司

## 1. はじめに

千葉県は、沖合を黒潮、親潮の寒暖両流が交わる日本列島中央部に位置し、県土の三方を囲む海岸線は529kmに及びます。来遊する魚群や沿岸に生息する生物の種類が豊富で多彩な海の資源に恵まれ、それに伴い多種多様な沿岸・沖合漁業が発達してきました。

中でも岩礁域の多い県南部の内房、外房の沿岸では磯根漁業が盛んで、古来よりアワビ漁業が営まれてきています。(図1)



図1 千葉県におけるアワビ漁場



図2 マダカアワビ(御宿町)

また、中央市場においても千葉県はアワビの一大産地として知られ、「外房もの」のクロアワビ、「ビワ貝」と称される大型のマダカアワビ(図2)など、身質の良いアワビの産地として知られています。

## 2. アワビ漁業の状況

## (1) 操業形態の変遷

## ア 素潜り漁業(あま漁)

房総を代表するアワビ漁業として、あま(海士・海女)による素潜り漁があります。素潜り漁は、本県南部の太平洋側に面した外房地域(南房総市～いすみ市)と、東京湾に面した内房地域(富津市～館山市)の水深20m以浅の岩礁域で広く操業されています。

素潜り漁は、漁船を使用してアワビ類を中心に採捕する漁と、漁船を使わずにタルや浮きを使って岸から直接比較的浅い漁場に向かいアワビ類、サザエ、トコブシ、海藻類を採捕する漁があります。一般的に前者を「裸あま」「あま」と呼ぶのに対し、後者を営む者は「陸(おか)あま」と呼ばれています。

資源管理の観点から、多くの地域で上下のウェットスーツの着用が禁止されていますが、漁業者の健康、安全上の観点からパンツとフードの着用を認めている地域もあります(図3)。

素潜り漁は技術と経験、加えて体力を必要とする漁であるため、深場を潜る本格的なあまは年々減少しており、県調査では、1988年の全県のあま漁業者数(裸あまと陸あまの合計数)は3,358人でしたが、直近の調査では1,927人(うちアワビ狙いのあま1,290人、それ以外の陸あま637人)となっており、24年間で磯根を対象とした漁業

者は半数近くに落ち込んでいます。

また、三重、石川に次いで女性のあま漁業者（海女）が多い事も千葉県の特徴であり、1988年には館山市、南房総市（白浜、千倉）、勝浦市（鶴原、浜行川）、御宿町（岩和田）などを中心に約1,600名の海女が操業していました。これは、あま全体の46%を占めていましたが、2015年には10%以下となり、白浜、千倉地区を中心にわずかに153人が操業するまでに減少しました（表1）。



図3 あま出漁風景（勝浦市）

表1 あま従事者数の変遷

| 年       | 1988年 | 1993年 | 1998年 | 2005年 | 2010年 | 2015年 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 裸あま     |       |       | 1,476 | 1,490 | 1,290 |       |
| 陸あま     |       |       | 808   | 907   | 637   |       |
| あま+陸あま  | 3,358 | 2,949 | 2,533 | 2,284 | 2,397 | 1,927 |
| うち海女(女) | 1,551 | 1,228 | 1,079 | 391   | 244   | 153   |

※千葉県調べ

1988～1998年は「裸あま」と「陸あま」の合計人数として調査、2005年、2010年は「裸あま」と「陸あま」を分けて調査、2015年はあま（裸あまとアワビ狙いの陸あま）とそれ以外の陸あまとに分けて人数を調査している

## イ 潜水器漁業

潜水器漁業は、素潜り漁の操業海域よりも沖側の水深15～20m以深の海域で行われるヘルメット式潜水による操業で、千葉県では1878年（明治11）、白浜町（現在の南房総市）で始まったとされています<sup>1-3)</sup>。この地域のあまが1900年代にアメリカに渡り、優れた潜水器技術でアワビ事業を現地で大規模に展開したという事実も残されています。

かつて潜水器漁業は、いすみ市から館山市に至る地区の沖合海域で広く操業されていましたが、資源の減少、潜水器船の老朽化や担い手不足により、器械根漁場（いすみ市）、真潮根漁場（御宿町）での操業が2017年に休止されて以降、近年では行われなくなりました。（図4）



図4 潜水器漁業

いすみ市大原沖の器械根漁場は、1885年（明治18）の漁場の発見から大型のマダカアワビの好漁場として全国に知られ、当時は全国から50隻以上の潜水器船が集まったとの記録もあります<sup>1-3)</sup>。1886年の記録では年間750トンもの水揚げがありましたが、その後、乱獲により漁獲量は減少しました。詳細な水揚げ資料が残る1955年には4隻の潜水器船により57トンの漁獲に留まっていますが以降は50～100トンの漁獲で推移しましたが1969年の166トンをピークに徐々に漁獲量が減少し、操業船も1986年に3隻、1993年に2隻、1994年には1隻となり漁獲量は2トンまで落ち込みました。アワビ資源について検討する現地組織の「器械根資源管理協議会」では1995年から積極的な資源保護策として自主的な全面禁漁措置に取り組むこととなり、これは2012年までの18年間続きました。その後、2013年から2016年まで試験操業による採捕を行いましたが、長期の禁漁措置にもかかわらず資源の回復は見られず、それ以降は再び禁漁となっています。

## （2）漁獲量の変遷

千葉県でのアワビ類漁獲量は、1966～1977年には700トン前後で推移しました。しかし、これ以降、クロアワビとマダカアワビが急激に減少しはじめ、次いでメカイアワビが1980年代前半から徐々に減少し、1997～1999年にはアワビ類合計で100トンを下回りました。2000年以降は増減を繰り返しながら100トン前後で推移しています。この時点で、当センターではアワビの減少要因について、「年々漁獲が減少し資源が減少している状況から、成貝が減少して再生産に影響し加入が減少していると推定され、再生産関係は

明らかではないが、近年の状態は加入乱獲と呼ばれる状態」と考察をしています<sup>4)</sup>。

以降、クロアワビ、メガイアワビとも同様の増減傾向を示し、近年、クロアワビは70トン前後、メガイアワビは30トン前後で増減を繰り返しています。また、1960年代後半から1970年代前半にかけて200トン台の漁獲があったマダカアワビは1991年以降、10トン未満、特に2006年以降は1トン前後と極めて少ない状態が続いています(図5)。

### 3. アワビの増産対策

#### (1) 人工種苗の生産・放流

千葉県では種苗放流が有効な手段であることが明らかになってからは、積極的な増産への取り組みが始まり、1967年には千葉県水産試験場(当時)でクロアワビ、メガイアワビの種苗生産事業が始まりました。その後、磯根漁業に熱心な千倉町南部漁協や鶴原漁協(いずれも当時)など、漁協自らが単独で種苗生産事業に取り組むようになり放流を開始しました。現在では、種苗は県から公益財団法人千葉県水産振興公社に生産が委託され、公社白浜事業所及び同千倉支所において生産された種苗が、県内の各漁業協同組合に有償で配布されています。

放流は、近年では年間160万個(殻長25mm)

を目標に生産されており、直近の2017年では165.2万個のアワビ種苗が県内各地で放流されました(図6)。

放流方法については、かつては船上から種苗をばらまいていた地区もありましたが、種苗放流の効果が漁業者に浸透するにつれ、潜水による手まき放流、ブロック・U字溝に付着させての放流、塩ビ管を使った船上からアワビ礁への放流など、各地区とも生残率を高める工夫をするようになりました。また、放流時期も、県ではアワビの適水温であり、ベラ、ウツボ、イセエビなど捕食生物の少ない時期を考慮して、秋から冬季にかけての放流を推奨しています。

県では放流効果の把握のため放流種苗の追跡調査を行っており、2018年のクロアワビ漁獲物に占める放流貝の割合は、南房総市、鴨川市、勝浦市の地先漁場では、それぞれ9.0%、17.2%、12.5%(図7)でした。一般的な漁場での平均的な回収率は8.8%と推定されています。

#### (2) 人工魚礁・増殖礁の整備及び輪採方式の導入

種苗放流事業の展開に合わせて、県では1970～1980年代に外房地域を中心とした県南部の各地先に潜堤、BL礁、SL礁によるアワビの増殖礁の整備が行われました。また1996年～2001年には石積堤・平板礁による増殖礁の整備が行われ、漁協自身による小規模な増殖礁と併せ、稚貝

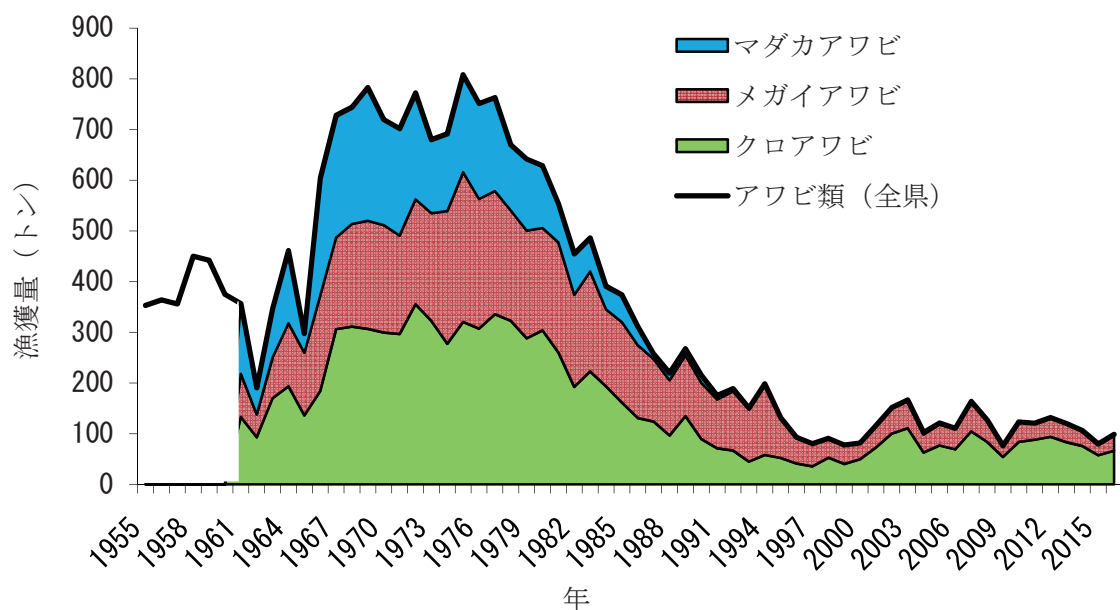


図5 千葉県アワビ種類別漁獲量

(1960年までは漁業・養殖業生産統計からそれ以外は千葉県調べ)



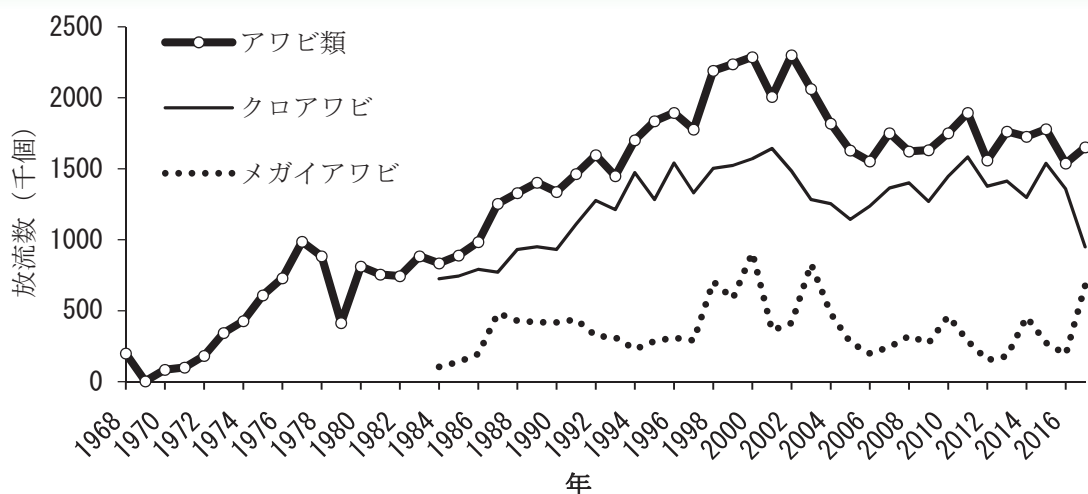


図6 千葉県アワビ類放流の推移

※ 1968-1979 年は県水試の種苗配布数。1975 年以降、アワビ類放流数(千葉県調べ)と、クロアワビ及びメガイアワビの放流数(日栽協・海づくり協会調べ・一部県調べ)は調査方法が異なるため、合計値は一致しない。

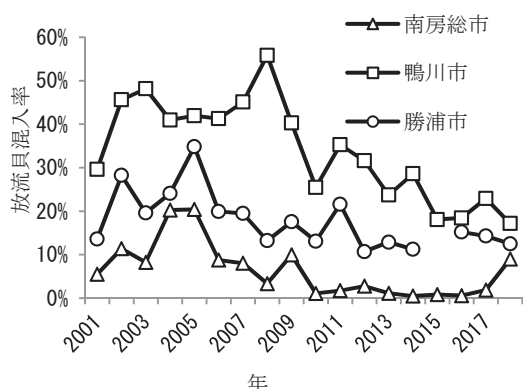


図7 一般漁場におけるクロアワビ放流員混入率の推移

礁、母貝礁、放流種苗の中間育成場として利用されています。

また、県では、漁場造成の一環として輪採方式の導入を推進しています。これはコンクリート平板等を用いてアワビの生息に適した漁場を、3年輪採ならば3ヶ所造成し、毎年、造成漁場に集中して種苗放流を行い3年後に収穫することを1サイクルとして、これを繰り返す方法です(図8)。

南房総市千倉地区の事例では、殻長25mmの種苗を10～20個/m<sup>2</sup>の密度で放流し、3年後の回収率は約10%となりました。漁獲サイズとなったアワビを効率よく一定の回収率で取り上げることができるため、安定した漁獲収入が期待できます(図9)。

一方で、輪採漁場の管理には、利用する漁業者

間で操業や収益配分ルールの合意形成や、密漁監視や平板の修復、放流・取上げ作業など、地区の連帯による組織的な活動が必要になります。

南房総市千倉地区では、先駆的に1982年からアワビの輪採方式に取り組んでおり、当初には千倉の5地区で5サイクル15漁場でしたが、現在は9地区で14サイクル43漁場に拡張して操業しています。さらに、千倉地区での成功を受けて隣接する白浜地区や、勝浦市でも輪採方式が導入されているところです。

### (3) 資源評価・資源管理の実践

アワビ類を採捕する場合、千葉県海面漁業調整規則で殻長12cm以下のものは採捕してはならないこと(殻長制限)、9/16～翌3/31は禁漁とすること(漁期の制限)が定められています。また、地域ごとに漁法(漁具、ウエットスーツの着用制限等)、操業期間の短縮、種苗放流、密漁対策及び禁漁区の設定等が漁業権行使規則や自主的なルールにより定められており、これらにより資源管理が進められてきました。しかし、1980年以降、漁獲量の減少傾向が続き、各地先ごとの管理ルールの見直しを図る必要が生じたため、1989年(平成元年)から資源培養管理対策推進事業により地先の磯根資源の管理強化が図られました。

さらに、2011年(平成23)には資源管理・収入安定対策のもと「千葉県資源管理指針」(以下、「県指針」)を定め、アワビについては資源水準の

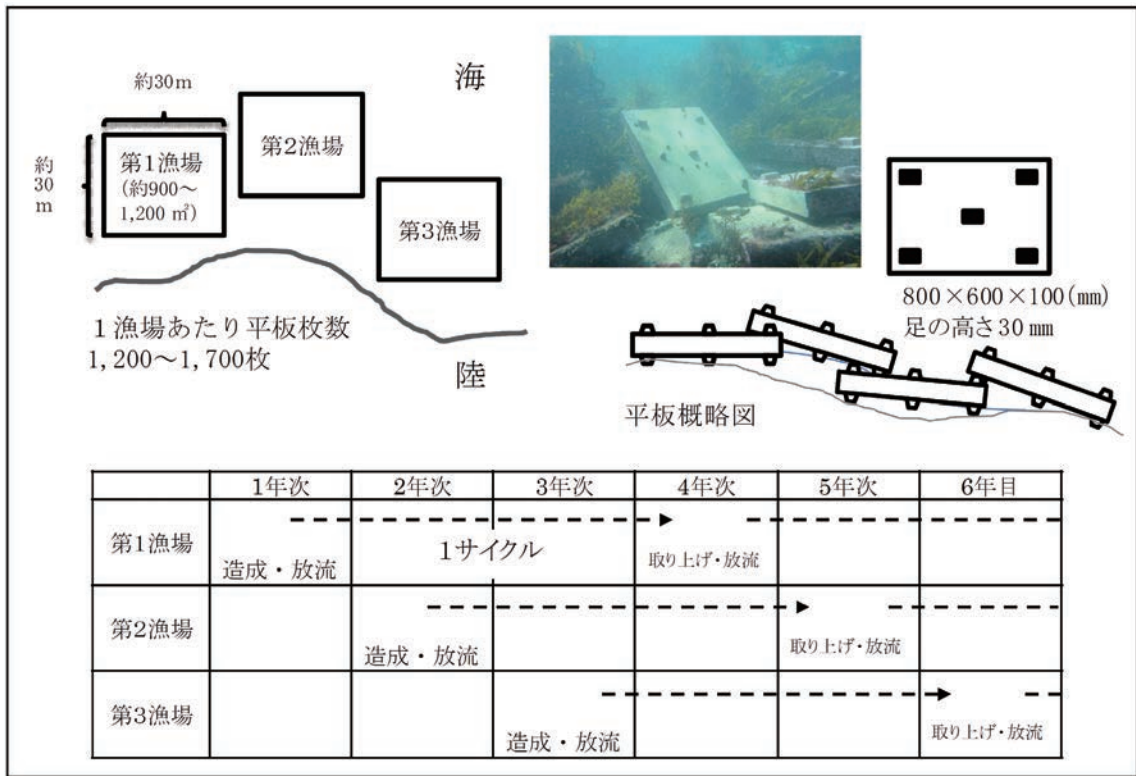


図8 輪採方式の仕組み

(第19回全国青年女性漁業者交流大会発表資料より)

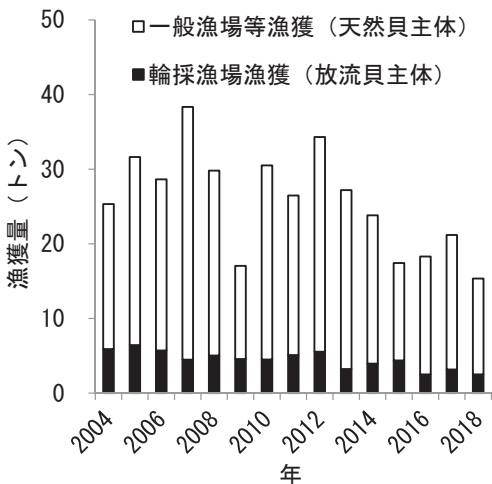


図9 南房総市千倉地域におけるクロアワビ漁獲量の推移

維持・向上を目指して、これまでの公的規制や自主的ルールへの順守に加えて「休漁期間の設定」に重点的に取り組むとされました。

また、県指針に基づき、資源管理の高度化を推進していくため2015年から資源評価を実施しており、アワビ類はクロアワビ、メガイアワビの2種について評価を行い、県のホームページで公表しています。

2017年におけるクロアワビの資源水準は、最

近26年間の中では「高位」、最近5年間の資源動向は「横ばい」と評価しています(図10、11)。同じく、メガイアワビは「中位」「増加」と評価しています。資源の評価基準には「単位努力量あたりの漁獲量(CPUE)」を用いており、近年はクロアワビ、メガイアワビいずれも増加傾向にあります(図11)。これは、漁獲量は大きく変わっていないことから、近年のあまの減少や操業日数の減少等、漁獲努力量が減少していることが影響しているものと考えられます。

4. 現在の課題と今後の取り組み

近年、千葉県のアワビ漁業は、天然資源の加入が不安定なことに加えて、あまの高齢化や減少による生産力の低下が顕著になり、漁獲そのものは横ばいとなっています。加えて、内房地区の一部の漁場では水温変化やそれによる植食性動物の増加を主原因とする藻場の衰退<sup>5)</sup>など漁場の縮小や荒廃が生じ、アワビ漁業にとって厳しい状況が続くものと考えられます。

千葉県では、種苗の安定的な生産と放流、天然資源のモニタリングや種苗の放流効果の把握、漁

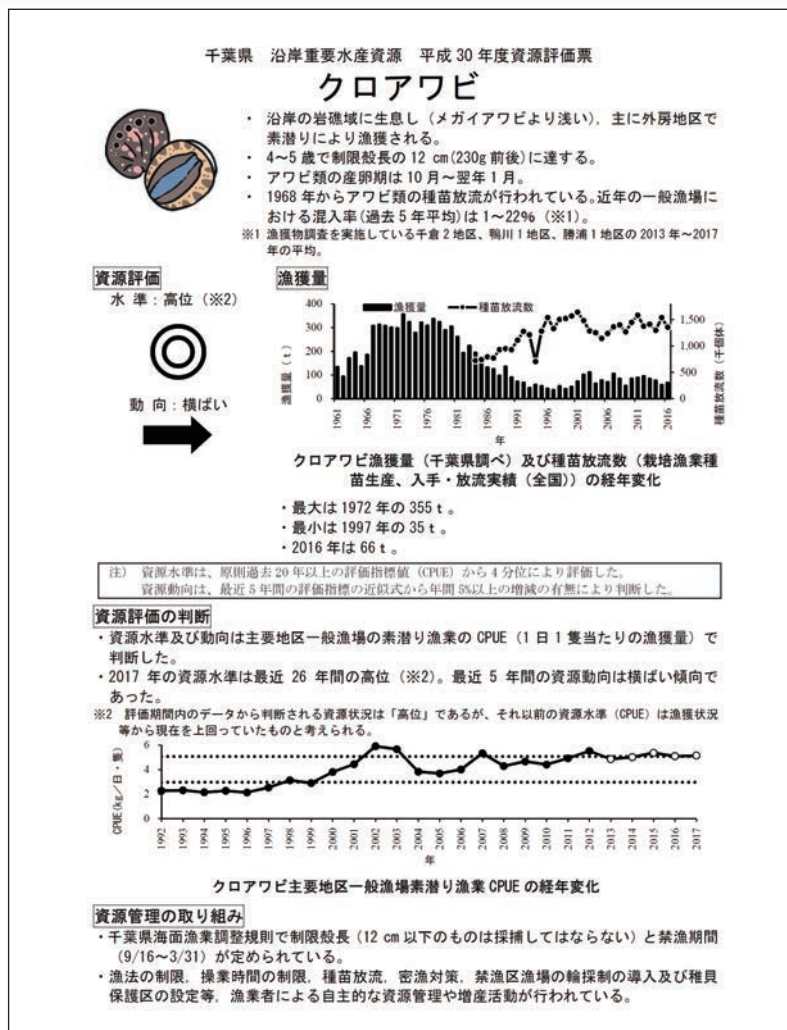


図10 ホームページで公表されているクロアワビの平成 30 年度資源評価票

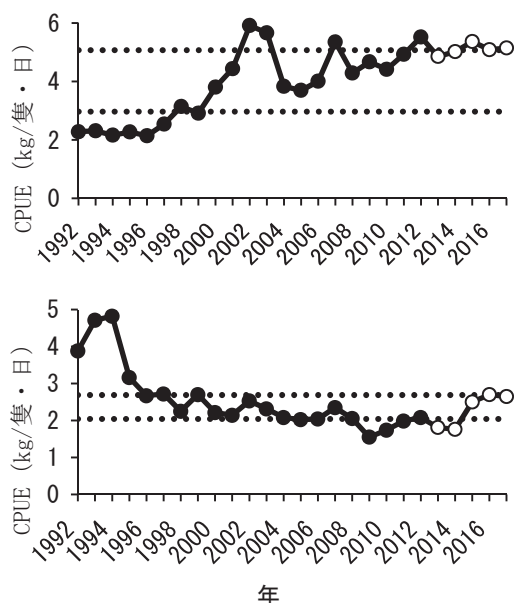


図11 クロアワビ（上段）とメガイアワビ（下段）の主要地区一般漁場素潜り漁業の漁獲努力量あたりの漁獲量（CPUE）の経年変化

獲物のサイズアップと産卵による母貝場機能の確保を目的とした輪採方式の改良（3年輪採方式を4年に延長）など、積極的な増産と効率的な漁獲の導入及び改良に努めているところです。

また、千葉の水産物の認知度を高め、広く県内外にアピールするために平成 18 年に設立した千葉ブランド水産物認定制度においてアワビを認定し、特徴や歴史、取り組み等の紹介と併せて、規格や期間で差別化を図り、特産品としての価値向上や販路開拓に努めているところです。

## 5. おわりに

アワビは千葉県の水産業や観光業にとって大切な資源であり、漁獲が低調であってもアワビに対する地域の期待は今なお大きいものがあります。千葉県のアワビ漁業は、最盛期であった 1970 年代に比べると漁獲量は落ち込んでいるものの、近年の単位漁獲努力量あたりの漁獲量（CPUE）の増加から推測すると、その資源状況は徐々に回復する傾向

にあるものと考えられます。

今後とも持続的なアワビ資源の利用と漁家経営の安定のため、千葉県としても引き続き資源管理をすすめアワビ資源量の増加に努めるとともに、種苗放流による計画的な増産を図っていくことが必要と考えます。

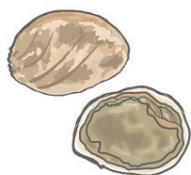
## 参考文献

- 1) 歴史地理学紀要第 29 巻「太東崎器械根の発見と利用—技術と空間の拡大—」千葉徳爾・山口昭博 歴史地理学会（1987）
- 2) 『房総の潜水器漁業史』大場俊雄著 畠書房出版（1993 年）
- 3) 『房総アワビ漁業の変遷と漁業法』大場俊雄著 ふるさと文庫（1995）
- 4) 清水利厚・田中種雄（2001）：千葉県におけるアワビ資源の減少要因の考察. 千葉水試研報, 57, 229-235.
- 5) 武田淳悟・玉井雅史（2018）：南房総市富山湾におけるアラメ・カジメの消失に及ぼすガンガゼ類の影響. 千葉水総研報, 12, 43-48



第13回【最終回】

## アワビ類資源の回復をめざす取り組み



元徳島県水産研究所

小島 博

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所

主任研究員 清本 節夫

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 東北区水産研究所

生産環境グループ長 高見 秀輝

本誌のシリーズ「リレーでつなぐ、元気「アワビ通信」」の連載は、岩礁生態系の最重要資源であるアワビ類資源の現状とその回復の取り組みについて9道府県及び国立研究開発法人水産研究・教育機構でアワビ類の研究に携わっている11名の方々が執筆されました。報告を寄せていただいた北海道・岩手県・宮城県・千葉県・三重県・徳島県・長崎県・福岡県・京都府は、我が国のアワビ類の生息海域全体に分散しているので全国状況をほぼ把握できたと考えられます。1987年から2017年まで10年間隔で、我が国のアワビ類の漁獲量とこれらの9道府県の漁獲量が占める割合を図1に示しました。我が国のアワビ類は1987年に4,189トンが漁獲されましたが、その後減少して2017年には964トンの漁獲にとどまっています。報告を寄せていただいた9道府県の全国に

占める割合は65%前後で、大まかに見ると全国の多くの海域でアワビ類の漁獲量が、類似した減少傾向をたどっていると考えられます。シリーズでは、各地のアワビ類資源の減少要因や漁業実態、アワビ類の栽培漁業の現状、資源回復を目指す取り組みについて地域性に富んだ報告となっています。ここでは報告の中から、資源変動要因と資源回復の取り組み、アワビ栽培漁業の新たな試みを中心に紹介します。この報告は研究報告や教科書ではなく、全国各地のアワビ類資源回復への取り組みを取り上げたことが特徴です。この報告を参考にして本誌に掲載された原報告を読まれることを期待しています。なお、報告書については著者名と本誌の号数で示しました。ここではエゾアワビ・クロアワビ・メガイアワビ・マダカアワビをそれぞれエゾ・クロ・メガイ・マダカと略記しました。

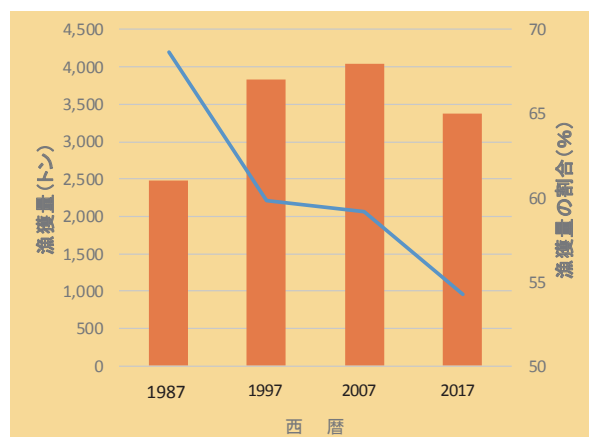


図1 全国のアワビ類漁獲量と9道府県の占める割合  
折れ線グラフは全国のアワビ類漁獲量(トン)、棒グラフは9道府県の割合(%)を示す

### 1. アワビ類の資源変動要因

#### 1-1. 大型海藻群落

長崎県では、1980年代後半から台風やウニ類などの摂食による藻場の破壊と密漁を含む過剰漁獲により、アワビ類の漁獲量が減少しました(藤井, 40号<sup>1)</sup>)。1990年代後半からの漁獲量減少は、高水温に伴う植食性魚類(アイゴ・ブダイ・ノトイスマズミなど)の活発な摂餌と摂餌期間の長期化による藻場環境の劇的な変化に関係しています(藤井, 40号<sup>1)</sup>)。五島列島小値賀町沿岸で2000年に高水温によりアラメ・カジメ類が減少し、野母崎町地先では2004年に水温が28℃以上に達し、

生理障害を起こしたクロメが黒変し藻場の衰退がさらに進みました（藤井，40号<sup>1)</sup>）。2013年夏には九州西岸から山口県沿岸にかけてアラメ・カジメ類の生存限界を超える27℃から31℃の高水温により、大量の寄り藻が発生しましたが、翌年は藻類が著しく減少しました（清本，38号<sup>2)</sup>）。クロ・マダカの漁獲量はアラメ・カジメ類の消失と同時に減少しています（藤井，40号<sup>1)</sup>）。

小値賀町地先ではアラメ・カジメ類が消失した2003年以降はノコギリモクが優占していましたが、2008年にはノコギリモクも消失しました（清本，38号<sup>2)</sup>）。ノコギリモクはメガイの成長・成熟を支えていたと考えられ、2008年以降はメガイの漁獲量が激減するとともに、アワビ類稚貝の調査で、稚貝が出現した地点数は減少し、多くはクロ稚貝と推定されました（清本，38号<sup>2)</sup>）。

南方系ホンダワラ類のキレバモクやツクシモクなどが1992年頃から分布域を拡大し、一部で藻場の構成種となりましたが、これらの藻類は冬季の最低水温期に伸長を開始して初夏には藻長1mにも達しますが、その後はごく小さい状態になるので（図2）、植食性魚類の摂食を回避でき、現在の環境に適合しています（藤井，40号<sup>1)</sup>）。このような藻場でもクロアワビの生産を支える可能性があるとは指摘されています（藤井，40号<sup>1)</sup>）。水温変動により大型藻類の密度だけでなく、藻場の構成種も変化し、アワビ類も種類により成長・成熟に著しい影響を与え（清本，38号<sup>2)</sup>、藤井，40号<sup>1)</sup>）、資源変動を引き起こす大きな要因となっています。前述の通り、長崎県沿岸で大型藻類の生育密度や構成種の変化は時系列的にも海域に

よっても一様ではなく、その変化に即してアワビ類の生息密度や成長・成熟の状況が変化している点は留意する必要があります。

北海道のエゾは、1970年代以降には過剰漁獲及び親集団の縮小と磯焼けの影響により資源が減少したと考えられています（干川，45号<sup>3)</sup>）。磯焼けの発生原因は、対馬暖流の勢力増大と冬季の季節風の弱化に起因する冬から春の高水温で、水温上昇に伴うキタムラサキウニによる摂餌圧の増大が磯焼けの持続要因となっています（干川，45号<sup>3)</sup>）。岩手県では親潮系冷水が冬季から春季にかけて接岸するとウニ類などの植食動物の摂餌圧が弱まり、コンブ類の生育量が増えます（西洞，41号<sup>4)</sup>）。

2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震及び津波が東日本大震災を発生させ、甚大な被害を与えました。東北地方太平洋沿岸に様々な爪痕を残しましたが、生物相や環境に対する影響は場所により異なります（高見，39号<sup>5)</sup>）。この一因として、津波が到達したときの強さや向きの他に、襲来した場所の後背地形の違いが考えられました。例えば、なだらかな丘陵に面した漁場では、津波が陸域内部まで遡上し、その後の引き波によって多くの土砂や瓦礫が流入したのに対し、岸壁や急な斜面に面した漁場ではそれらの流入が限られていました。加えて、なだらかな丘陵に面した牡鹿半島東岸泊浜の海岸では、地盤が約1m沈下したため、陸域であった場所から震災後も恒常的に土砂が流入し、特に稚貝の生息場となる転石や岩盤の間隙への土砂の堆積が目立ちました。（高見，39号<sup>5)</sup>）。このように、後背地の形状なども



図2 長崎市三崎町の藻場。キレバモクやマメタワラなどから構成される  
左は2008年6月25日、右は2008年12月3日の状況（写真は清本節夫撮影）

生息環境の回復や生物相に時空間的に大きな影響を及ぼしています。もう少し広いスケールで津波攪乱の地理的な傾向をみると、0歳～2歳の稚貝の被害は震源に近い岩手県南部で大きく、それよりも離れた北部では比較的少なく済みました（西洞，41号<sup>4)</sup>）。

エゾの産卵数は殻長の大きな個体ほど増大しますが、磯焼けは成長を悪化させ、産卵数を減少させるので対策が必要になります（干川，45号<sup>3)</sup>）。10月～11月にウニの密度を下げると除去区（水深2m）のホソメコンブ群落が回復し、春季に水温が上昇し風が続く頃にはホソメコンブやワカメは成長し、流れ藻となってウニ類の身入りが改善されました。そして、エゾの産卵期（9月）にはエゾの個体数が他の場所より10倍以上高まり、この中には再生産に参加する成貝も含まれていました（干川，45号<sup>3)</sup>）。岩礁水域に生息する動植物の生活史と種間関係、自然環境の季節変化を調べ、適切な対応策を講じて磯根資源の回復に至ったこの事例から多くの示唆が得られると思います。アワビ類の大型個体を高密度で生息させ、加入量を増やす対策を進めることが一般的だと思います。しかし、多くのエゾの天然種苗を出荷しても加入量が維持されていた奥尻島では、コンブ類などの食物資源が十分でなくとも、小型の親貝が高密度で生息することで再生産が維持されていたと考えられます（干川，45号<sup>3)</sup>）。福岡県では投石事業による生息場所の造成を継続していますが、環境変化に対応して、ガンガゼなど南方系のウニ類による藻場の減少を防ぐため投石礁の間隔を約20m幅とし、短軸を波浪方向に垂直に向け、ウニ類の漁獲にも配慮した漁場造成を行っています（秋本，42号<sup>6)</sup>）。これらの事実は、生息環境を観察してその条件に合う対策を実行することが必要なことを示しています。

## 1-2. 漁業を含む複合要因

藻場の消長以外にもアワビ類資源を変動させようとする要因があります。例えば、福岡県では秋の高水温の継続により、①成熟や産卵期の遅れ、②大型藻類の成熟や着生の減少、③春先の卵持ちアワビの出現などがアワビ類資源の減少に結びつく可能性が指摘されています（秋本，42号<sup>6)</sup>）。長崎県でもクロは産卵期が水温の影響を受け、年を超えて産卵することが知られています（藤井，40号<sup>1)</sup>）。

三陸沿岸ではエゾ資源は、①親貝の量、②産卵時期と産卵回数（大規模なしけが産卵誘発となる）、③産卵・着底過程とその後の親潮系水の接岸（しけによる着底直後の剥離や低水温による稚仔貝の死亡）、④初期減耗など多くの要因が資源変動の原因となると指摘されています（佐々木，37号<sup>7)</sup>）。北海道沿岸のエゾの分布域の境界は、生存限界となる低水温と考えられています（干川，45号<sup>3)</sup>）。三陸沿岸では数年に一度の頻度で接岸する親潮系水により当歳貝の生残率が低下することが明らかにされています（高見，39号<sup>5)</sup>）。現在までアラメ・カジメ群落に目立った変化のない徳島県美波町阿部地先では高水温となった1988年級群のクロの漁獲加入量は大きく減少しましたが、産卵翌年の1月～3月の水温が他の年より高く経過していました。この事実をヒントに、2+歳貝（子世代）の加入率が1月～3月の積算水温に逆比例することが年級群解析により示唆されました（小島，36号<sup>8)</sup>）。また、1980年代後半から阿部地先でのクロの漁獲量は、全国の暖海系アワビの漁獲量変動と類似した変動を示しています（小島，36号<sup>8)</sup>）。1990年以降の漁獲率は、漁獲努力量が減少したにもかかわらず年々高くなり、乱獲状態に陥ったことが示唆されましたが、その原因として年級群が漁獲の主群及び産卵主群となるまで、発生量の少ない状態が明確になるのに3年～4年のタイムラグがあり、その間に漁獲率が上昇するため再生産関係が好転しないと考えられています（小島，36号<sup>8)</sup>）。これはクロの漁獲加入量が基本的に親貝の個体数に依存していることに関係します（小島，36号<sup>8)</sup>）。エゾも親子の個体数の間で正の相関関係が示されています（高見，39号<sup>5)</sup>）。アワビ類の資源維持には、産卵期に十分な親の数が必要なことを否定する人はいないと思います（佐々木，37号<sup>7)</sup>）。

漁業管理は再生産資源であるアワビ類資源を維持・増加させることを目的としています。各水域では地質学的時間スケールで形成された自然環境と社会的習慣により様々な管理形態が見られます。漁業管理を考えずに潜水器で漁獲した千葉県いすみ市沖の器械根漁場は、1885年に発見され、翌年、多くの潜水器船により750トンも漁獲しましたが、その後は激減し、漁業管理を強めましたが1994年には2トンにとどまり、1995年から18年間全面禁漁としました。2013年～2016年



の試験操業で資源回復が見られないので2017年から再び全面禁漁としています（永山，47号<sup>9)</sup>）。これは、一度崩壊したアワビ資源を回復させることが大変困難であることを示しており、資源が壊滅的な状況になる前に持続可能な漁業につながる管理がいかに必要かを端的に示しています。では、現在行われているアワビ類の資源管理（漁業管理と漁場管理・栽培漁業を加えた管理）について見ることにします。基本は、都道府県の漁業調整規則と共同漁業権行使規則です。多くの漁協がこれらの法規制を補強して操業しています。例えば、千葉県では、漁獲努力量を制限してアワビ類の資源を保護する目的で多くの地域で現在もウェットスーツの着用を禁止しています（永山，47号<sup>9)</sup>）。また、福岡県宗像市大島では、福岡県水産海洋技術センター（以下、福岡県水技センター）が算出した資源量からその年の漁獲割当量の上限を資源水準の5割以下とするTAC方式による漁業を実施しています（秋本，42号<sup>6)</sup>）。京都府では水視漁法（かぎどり）と潜水漁法（海士）のモデル漁場を調べ、漁獲率の推定値が、前者の20～25%に対し、後者は約60%で高い漁獲圧による乱獲状態の可能性が指摘されています（篠原，46号<sup>10)</sup>）。福岡県宗像市大島では、アワビ類の資源減少に対処するため①2016年度～2017年度のアワビ漁の全面禁漁、②母貝保護区の設定、③受精卵放流、④刺し網漁業の禁漁区設定、⑤クロの殻長制限を12cm以上にすることを福岡県水技センターと相談しながら実施しています（秋本，42号<sup>6)</sup>）。発生量の多寡が明らかになるのに一般的に4年～5年のタイムラグがあるのと同様に、禁漁や殻長制限の引き上げなどの効果が現れるのに時間のかかることも考慮しておく必要があります。

京都府や徳島県、千葉県、三陸沿岸など大型海藻の群落の残存する海域では、親貝の個体数を増やす対策あるいは産卵量の増大対策に取り組むことがアワビ類の資源復活に必要であると考えられます。上述の通り、福岡県ではクロの殻長制限を千葉県（永山，47号<sup>9)</sup>）と同じ12cmとしましたが、京都府では潜水漁法（海士漁業）の漁獲率を低くしてクロの資源を増やす方法として、%SPR解析から漁獲サイズを引き上げることを提案しています（篠原，46号<sup>10)</sup>）。また、三陸沿岸では外海に面した浅所は本来エゾが多数生息し、天然稚貝の発生が期待されるので、資源回復を図るために

親貝の保護を図り、数回産卵した大型貝を漁獲することが提案されています（佐々木，37号<sup>7)</sup>）。アワビ類資源の回復を図るには再生産を拡大すること、すなわち親貝の個体数を増大させ総産卵量を増やすことが必要です。漁獲圧が強すぎるのが問題なのですが、産卵量を増やすには漁獲サイズの引き上げが現実的で有効な対策と考えられます。

アワビ類漁業は経済行為なので、収益を考慮して漁獲サイズを引き上げるよう検討することが重要です。京都府では、資源経済モデルを用いたシミュレーションにより、加入してすぐの小型で単価の安い3～4歳貝を漁獲するよりも、漁獲開始年齢を7歳まで高め、単価の高い大型貝を中心に漁獲することで漁獲金額が1.8倍まで高まることが明らかにされています（篠原，46号<sup>10)</sup>）。現在、モデル海区を設定しこのシミュレーションの有効性を検証しているところですが、このような管理による成功例を継続して提示することができれば、漁業者への資源管理に対する動機付けにつながるものが期待されます（篠原，46号<sup>10)</sup>）。

## 2. 栽培漁業

### 2-1. 種苗生産システムの再検討

1980年代に西日本の種苗生産施設で筋委縮症と呼ばれる感染症によるクロ種苗の生産個数の減少に対し、エゾやメガイの種苗生産への切り替えが試みられましたが、エゾは暖海系アワビと行動が異なり、タコによる被害が大きく、多くの施設で種苗生産を中止しています（小島，36号<sup>8)</sup>）。福岡県水技センターは垂直感染防止のためクロの親貝飼育から浮遊幼生までを担い、付着以降の仔稚貝の飼育を（公財）ふくおか豊かな海づくり協会が実施する分離方式としています（秋本，42号<sup>6)</sup>）。毎年、50個体の天然産親候補貝の飼育水で稚貝飼育を行い、筋委縮症に侵されていない個体を新たな親貝としています。紫外線照射海水による稚貝飼育が有効なことを突き止め、健全なクロ稚貝の生産に成功しました（秋本，42号<sup>6)</sup>）。三重県でも種苗生産に感染症対策としてクロからメガイの種苗生産に切り替えましたが、紫外線照射海水を用いてクロ種苗の生産にも再び取り組んでいます（竹内，43号<sup>11)</sup>）。福岡県では天然稚貝の生息状況の観察と長年の水槽飼育経験に基づいて

スリット式付着板を開発しました。これは、クロ稚貝の光に対する負の走行性と流れに対する正の走行性を利用し、付着板に均一に分散させ、殻長 20mm 稚貝を一冬で 30mm 以上に成長させ、最高 6,250 個体 / m<sup>2</sup> の飼育を可能としたもので、漁業者の中間育成技術として実用化されています（秋本, 42号<sup>6)</sup>）。

東日本大震災で茨城県以北の太平洋沿岸にあるアワビ種苗生産施設は壊滅的な被害を受けました。そのため、これまでの種苗生産過程を基に、エゾ稚貝の生理・生態的な特性を考慮した新たな種苗生産システムを生産過程に導入しています（西洞, 41号<sup>4)</sup>）。例えば、殻長 0.8mm までの飼育に、餌料価値が高く通気培養で容易に増殖可能で採苗板に展開できる針型珪藻の利用、呼水孔形成後に餌料の安定化と貝殻成長のために配合餌料にワカメ幼葉を加えています。針型珪藻の利用については、震災後に新設された岩手県内 4 箇所の種苗生産施設で効果が認められ技術導入されており、ワカメ幼葉の添加については、現在その効果を検証しているところです（西洞, 41号<sup>4)</sup>）。

## 2-2. 放流場所の選定及び回収率

福岡県では種苗放流前にタコなどの駆除を行い、捕食者が不活発でアワビ稚貝の活性が高い 3 月までに漁業者が素潜りで放流しています（秋本, 42

号<sup>6)</sup>）。千葉県では捕食者の少ない秋季から冬季の放流を推奨しています（永山, 47号<sup>9)</sup>）。エゾの放流時期は外敵が少なく、食物の多い春放流が適しています（佐々木, 37号<sup>7)</sup>）。

三重県国崎の 3 漁場で行ったクロ及びメガイの累積回収率の調査では、同一種でも放流年、放流場所により結果に大きな差が認められ、平均回収率はクロが 3.5%、メガイが 5.5% でした（竹内, 43号<sup>11)</sup>）。福岡県宗像市大島地先では、静穏域である南側をメガイ、北側をクロの放流適地としています（秋本, 42号<sup>6)</sup>）。また長崎県で、アラメ・カジメ類が維持されている海域と衰退した海域へクロを放流し、3 年後に回収した結果、前者では回収率が 14.2%（殻長平均 13.5cm）、後者では回収率が 8.1%（同前 11.9cm）でした（藤井, 40号<sup>1)</sup>）。三陸沿岸では湾内浅所は、エゾの食物となる藻類が豊富ですが、再生産力は低いので、エゾの放流水域として一代再捕型で経済効果の追及に適しています（佐々木, 37号<sup>7)</sup>）。

岩手県における 2000 年から 2017 年のエゾの漁獲量と放流個体数を図 3 に示しました。震災前には継続的に実施されていた大量放流は、震災による種苗生産施設の破壊により中断されましたが、施設の再建により種苗放流数が 2015 年から震災前の水準に戻っています。放流貝の漁獲量は震災から 5 年後に減少が顕著になりました（西洞,

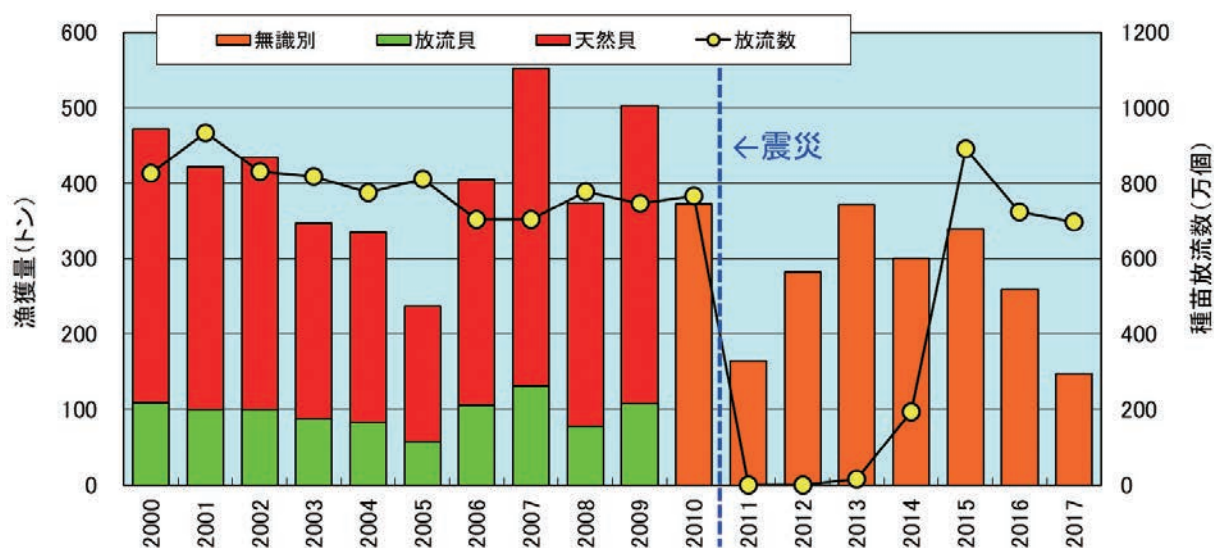


図 3 岩手県におけるエゾの漁獲量と種苗放流数の震災前後の比較

2009 年までは漁獲量を放流貝と天然貝に分けて集計しているが、その後は無識別となっている（岩手県水産技術センター提供）

41号<sup>4)</sup>。これは種苗が放流されて漁獲主群を形成するのに5年かかることを示しています。

毎年、岩手県では継続的に稚貝調査をしているので加入量の多寡を予測することが可能と考えられますが、調査をしていない県では年級群の発生量が漁獲加入年齢まで把握しにくいことを示唆しています。発生量の規模を早く把握できれば、再生産に重要な外海に面する漁場への放流量を増やすことや、漁獲サイズを大きくすることなどにより、資源補強の方法を探る可能性があると考えられます。

放流時期がアワビ類種苗の回収率に影響することが知られています。しかし、回収率はアワビの種類、放流場所、放流年により大きく異なり、その原因については断片的、経験的な知見に限られていると思われます。漁場環境のモニタリング調査などに合わせて、回収率に関連すると考えられる知見の積み重ねが望まれます。

### 2-3. 人工種苗を用いた輪採制

千葉県南房総市千倉ではコンクリート平板を用いた輪採漁場を多数造成し、殻長25mmのアワビ類稚貝を10~20個/m<sup>2</sup>で、放流年をずらして放流し、3年後の回収率は約10%です(永山, 47号<sup>9)</sup>)。回収アワビの大型化を図るため4年サイクルの輪採制の実施も検討されています(2019年9月3日の水産経済新聞に「千葉県東安房漁協白浜あま連絡協議会が4年輪採により多くが殻長12cm以上に成長し、成功した」旨の記事が掲載されています)。この輪採制は地区の連帯により組織的に行われています。その内容は、①操業や収益分配ルール of 合意形成、②密漁監視、③平板の修復、種苗放流、取り上げ作業などです(永山, 47号<sup>9)</sup>)。コンクリート平板を用いた輪採制は、南房総市の周辺漁場や三重県(竹内, 43号<sup>11)</sup>)、徳島県(小島私信)でも試みられています。人工種苗で資源補強することと同時に漁業所得を補助する方法として注目に値すると考えます。

## 3. 資源回復への取組

地球温暖化は、これまで経験したことのないスケールの大きな自然環境の変動に関連していると考えられています。私達はアワビ類資源の減少を食い止め、資源回復を目指していますが、これは

大きなスケールの環境変動に対応した沿岸生態系の人為管理と言う困難の多いチャレンジです。毎年の環境変化に対して生物群集がどのように構造的に変化するのかモニタリングが欠かせない時代に突入したと考えられます。モニタリングはアワビ類資源の回復を支える礎になります。

暖海系アワビ類(クロ・メガイ・マダカ)は生息水深、すみ場選択、移動・行動が異なり(清本, 38号<sup>2)</sup>)、また、エゾも含めて餌とする藻類の種類によって成長・成熟が異なります(清本, 38号<sup>2)</sup>、藤井, 40号<sup>1)</sup>、干川, 45号<sup>3)</sup>)。アワビ類の種の特異性にも着目してモニタリングに取り組む必要があります。また、海域によりアラメ、カジメ類、ホンダワラ類、コンブ類が種組成の異なる群落を形成していますが、年による環境変化により種組成や生育密度、分布範囲が変化します(清本, 38号<sup>2)</sup>、藤井, 40号<sup>1)</sup>、高見, 39号<sup>5)</sup>、西洞, 41号<sup>4)</sup>)。アワビ類だけでなくウニ類をはじめ岩礁生態系の資源動向も漁業資源として利用するうえで重要です(藤井, 40号<sup>1)</sup>、干川, 45号<sup>3)</sup>)。また、水域固有の自然環境があり藻類の栄養塩の供給源や外敵の個体数変動も異なります。こうした岩礁生態系の変化を一早く捉え、適切に対応するには定期的なモニタリングが必要になります。キタムラサキウニの生息密度を抑え、ホソメコンブを繁茂させてエゾを蛸集させ、ウニの身入りを改善した例(干川, 45号<sup>3)</sup>)は参考になると思います。藻場対策は、実際には植食性魚類やウニ類など植食性動物対策です。大変骨の折れる仕事ですが、漁業者が研究者と協力して磯焼け水域で植食性魚類を駆除し、母藻移植やスポアバック方式により藻場の再生に取り組んでいる水域もあります。特に植食性魚類の密度を下げるには広域で同時に継続して取り組む必要があります。そのためには人的・経済的な問題もありますが、長崎県対馬市では島内の漁業集落を含む16組織が参加して駆除事業を展開していることが最近報道されました\*。アワビ類資源に関連する新事業として紹介しましたが、今後多様な駆除事業への取り組みが期待されます。

福岡県水技センターは漁業組合と協力してアワビ資源の回復や放流アワビの効果調査を実施しています。こうした協力関係が出来るには、刻々と変わる自然や生物の状況を的確に漁業者の視点で理解し、共有すること無しにはできないと指摘さ



れています（秋本，42号<sup>6)</sup>）。京都府では、漁業者が漁獲したアワビ類の殻長の全数をパンチングした資料に基づいて資源解析を行っています（篠原，46号<sup>10)</sup>）。三重県ではアワビ種苗放流マニュアル\*\*を作成・公表し、漁業組合へ配布し、直接説明も実施しています（竹内，43号<sup>11)</sup>）。千葉県南房総市千倉のコンクリート平板による輪採漁場の管理運営は漁業者が自主的に行っていますが、県の試験研究機関及び行政機関と協力して進めています。

アワビ類資源の回復は漁業者が主体的に取り組まないと実現しません。アワビ類の生物学的及び生態学的な調査研究に取り組んでいる私たちは、漁業者に科学的な知識や方法で協力することができます。漁業者・試験研究機関・行政機関の協力・共同なしに実現できないことを心に刻んでおく時代が到来したのだと思います。

\*長崎新聞社（2019年9月19日）

<https://this.kiji.is/547262439997883489?c=17476111398879844>

\*\*アワビ種苗放流マニュアル〈H24年度改訂版〉  
三重県水産研究所（平成25年1月）

<http://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000394428.pdf>

なお、本シリーズの連載期間中に次の2つの貴重な文献が公表されました。

大いに参考となりますので、ご活用されることをお勧めします。

水産増養殖関係研究開発推進会議 養殖産業部会  
アワビ研究会 2018：アワビ類の生態に基づく資源管理・増殖（山崎 誠・鴨志田正晃編），  
国立研究開発法人水産研究・教育機構 増養殖研究所，pp.104.

<http://nria.fra.affrc.go.jp/hakko/awabi/index.html>

国立研究開発法人水産研究・教育機構 東北区水産研究所 2018：エゾアワビの生理・生態に基づいた新たな種苗生産技術の開発（高見秀輝編），国立研究開発法人水産研究・教育機構 東北区水産研究所，pp.60.

## 【引用文献】

- 1) 藤井明彦（2016）長崎県のアワビ漁業を支えてきた藻場環境の変化と今後の課題. 豊かな海. 40, 21-27.
- 2) 清本節夫（2016）高水温条件下の藻場と暖海系アワビ類の変遷—暖海系アワビ類に対する海水温上昇の影響について—. 豊かな海. 38, 53-56.
- 3) 千川 裕（2018）磯焼けがエゾアワビの資源変動に及ぼす影響について. 豊かな海. 45, 15-20.
- 4) 西洞孝広（2017）岩手県におけるエゾアワビ種苗放流事業の現状と課題. 豊かな海. 41, 29-33.
- 5) 高見秀輝（2016）三陸沿岸のエゾアワビ資源に対する東日本大震災の影響. 豊かな海. 39, 52-56.
- 6) 秋本恒基（2017）福岡県におけるアワビ類の調査と増殖への取組. 豊かな海. 42, 26-31.
- 7) 佐々木良（2015）宮城県におけるエゾアワビ生産の現状と今後のロードマップ—いつまでも続く「磯の鮑の片思い」、その思いを次世代へバトンタッチ—. 豊かな海. 37, 61-65.
- 8) 小島 博（2015）日本産アワビ類の諸問題と今後の課題—大規模気候変動期のアワビ類の漁業管理と栽培漁業を考える—. 豊かな海. 36, 49-56.
- 9) 永山聡司（2019）千葉県のアワビ漁業と資源管理について. 豊かな海. 47, 5-10.
- 10) 篠原義昭（2018）京都府におけるクロアワビ資源管理事例—潜水漁法と天然資源に注目したVPR型アプローチ—. 豊かな海. 46, 16-20.
- 11) 竹内泰介（2017）三重県におけるアワビ類栽培漁業の現状と海女漁業の再生に向けた課題. 豊かな海. 43, 33-38.

