

# 瀬戸内通信

No.27 March 2018



マクロベントス(アサリなど)とメイオベントス(線虫など)の採集風景

撮影者:生産環境部 主任研究員 手塚 尚明

## CONTENTS

### アサリ特集(2)

- 02 アサリの生産量と栄養塩・餌料環境との関係  
ー水清ければ魚(アサリ)棲まずー
- 04 干潟のアサリと線虫類の関係
- 06 アサリ資源再生への各県の取り組みのご紹介

### イベント報告

- 10 平成29年度一般公開開催報告
- 11 平成29年度干潟観察会開催報告

編集 瀬戸内海区水産研究所



国立研究開発法人  
水産研究・教育機構

アサリ特集

# アサリの生産量と栄養塩・餌料環境との関係 一水清ければ魚(アサリ)棲まず一



うちだ もとほる  
内田 基晴

国内のアサリ生産量は、過去 30 年に渡り減少の一途を辿っています。その原因として色々な要因が指摘されていますが、統合的な理解までには至っていません。

一方、瀬戸内海では、近年、赤潮の発生件数も減るなど、明らかに水質が良くなってきています。本稿では、“水清ければ魚(アサリ)棲まず”の諺のように瀬戸内海が清浄になり過ぎたために、アサリが減っているのか?について検証してみます。

## 全国のアサリ漁場を比べる

本稿では、全国の主要なアサリ漁場でおこなった最近の調査結果をもとに、アサリの減少要因を考えてみたいと思います。国内の主要 11 漁場における環境・生物の現地調査(2013-2017年)と全国 19 漁場における農林水産統計量調査(2009-2011年)をおこないました。

## アサリは特に西日本で獲れていない

まず、全国各地のアサリ生産量(2009-2011年平均)<sup>1)</sup>を干潟面積<sup>2)</sup>もしくは漁場面積で割って、単位面積当たりの生産量を算出して比較しました(図1)。その結果、アサリ生産量は、ほぼ全国的に減少傾向にあるなかで、東日本ではまだ比較的獲れていて、瀬戸内海など西日本で著しく獲れていない傾向が明らかになりました。

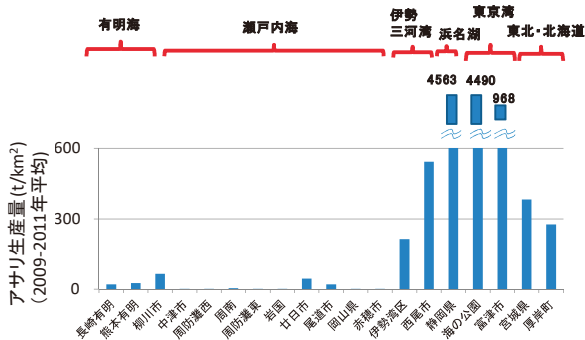


図1 主要な漁場におけるアサリ生産量の比較

## アサリ生産量は、栄養塩・餌料環境と関係している

次に各地のアサリ生産量(t/km<sup>2</sup>)と、その漁場海域の栄養塩(全窒素分 TN)・餌料環境(クロロフィル a 量)<sup>3)</sup>との関係をグラフにしてみました(図 2a, 2b)。なお、全窒素分は貧栄養度の目安、クロロフィル a 量はアサリの餌の量の目安です。その結果、アサリ生産量と全窒素分やクロロフィル a 量との間には正の関係性が認められました。図 2 のグラフで、瀬戸内海の漁場(赤丸 9 点)は左下部に集中していますので、瀬戸内海の漁場は、他の漁場に比べ貧栄養であり、餌の量が少ないために、アサリ生産量が少ないという考えが支持されました。また、図 2a のグラフから全窒素分が 0.25mg/L 以下になるとアサリが急激に獲れなくなり、0.17mg/L より低くなると全く獲れなくなることが予想されます。

## 安定同位体のデータからも貧栄養→餌不足→アサリ生産量が少ないことを示唆

さらに、各漁場でアサリを捕獲(2013-2014年)して斧足部分の安定同位体比の値を調べると、アサリの δ<sup>13</sup>C 値と漁場のクロロフィル a 量やアサリ生産量(2009-2011年平均)との間に高い正の関係性が認められました(図 3a, 3b)。アサリの餌である植物プランクトンの生育が盛んな富栄養な海域では、植物プランクトンの δ<sup>13</sup>C

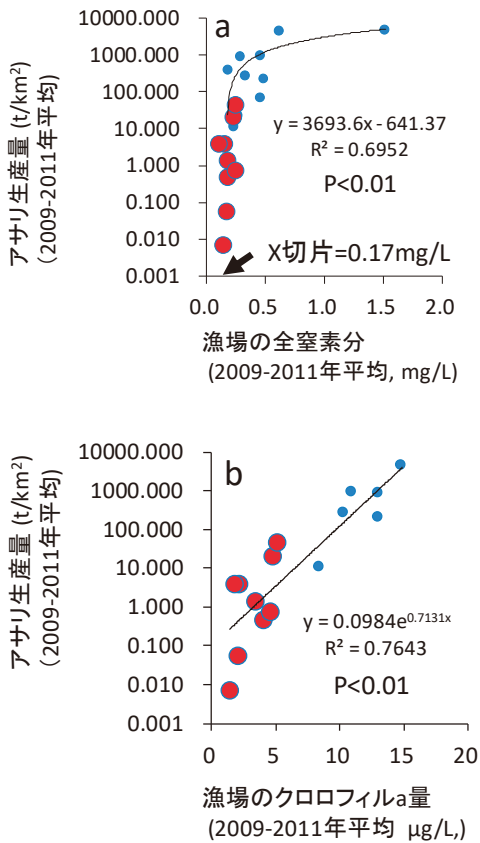


図2 漁場の全窒素分(a)・クロロフィルa量(b)とアサリ生産量との関係(赤丸は瀬戸内海の漁場)

値が高くなると理論的に予測されます。そのため、これを捕食したアサリの $\delta^{13}\text{C}$ 値も高くなったものと理解されました。換言すれば、アサリの $\delta^{13}\text{C}$ 値は漁場の栄養塩・餌料環境を代表する指標として利用できると考えられました。図3で瀬戸内海のアサリは軒並み低い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示していますので、瀬戸内海のアサリ漁場は貧栄養であり、餌不足に起因してアサリの生産量が少ないことを意味していると考えられました。

### アサリが採れない漁場はアサリだけが少ないのではない

土壌中の生物調査の結果では、各地のアサリ生産量は、現地調査で得たマクロベントス(目合1mmのフルイに残る底生動物)や線虫の現存量と正の関係性を示しました。このことは、アサリが少ない場所では、アサリだけが少ないのではなく、他の生物も併せて少ないことを示しています。本研究では経年的な調査をおこなっていませんが、アサリが経年的に減ってきていることと同様に、他の底生生物も併せて減ってきている可能性が考えられました。

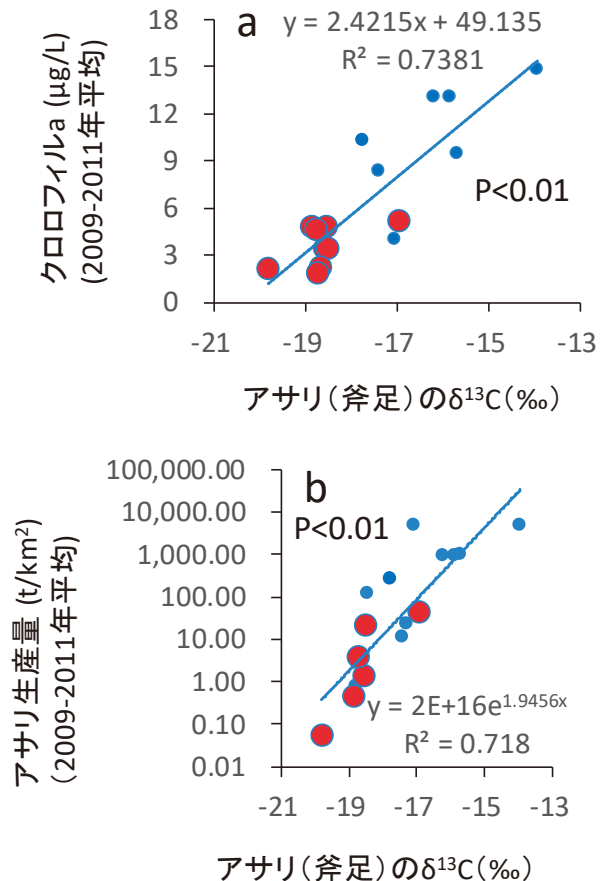


図3 各地のアサリの $\delta^{13}\text{C}$ 値と漁場のクロロフィルa量(a)およびアサリ生産量(b)との関係(赤丸は瀬戸内海の漁場) 協力: 増養殖研・石樋

### 真の要因は、海の環境の変化—とりわけ温暖化と考える

紙面の都合で話が飛躍してしまいましたが、最後に私見を述べさせていただきます。本稿では、アサリの減少に海の貧栄養化が関与していることを主に論じました。しかし、アサリ減少の真の黒幕の因子は、温暖化であろうと推測しています。海水温が上昇すると、漁場の貧栄養化と餌料の減少、アサリの肥満度の低下と再生産の不調、食害圧の増加、疾病死の増加、洪水の増加など、これまで指摘されているアサリの減少要因のほとんどを連環的に強めることが予想されるからです。

本研究は、水産庁漁場環境生物多様性評価手法実証調査事業(H25-29)によりおこなわれました。

#### 参考資料

- 1) 農林水産統計 (2009, 2010, 2011)
- 2) 環境庁第4回自然環境保全基礎調査(1994)
- 3) 環境省広域総合水質調査  
(生産環境部 主幹研究員)

アサリ特集

干潟のアサリと線虫類の関係



つじの むつみ 辻野 睦

全国の11のアサリ漁場干潟で調査した結果、アサリがたくさん獲れる干潟では、アサリだけでなく他の大型の生物（マクロベントス）も多く、さらにそれより小さな目に見えないような微小な生物（メイオベントス）も多いことが明らかとなりました。その代表が線虫です。魚類等による捕食を防ぐために設置されている被覆網によって、アサリ個体数が高まるだけでなく、アサリが増えることによって線虫も多くなることがわかりました。

線虫って何？

干潟にはアサリのような大型の生物(マクロベントス)だけでなく、目には見えない小さな生物(メイオベントス)が生活しています。線虫はメイオベントスの中で最も個体数が多い生物です。

線虫は広範な環境に生息し、種数が多く多様性が高いことで知られています。良く知られる線虫に松枯れの原因となるマツノザイセンチュウや、食中毒の原因であるアニサキスなどがあります。肉眼では見えないサイズなので、通常目にすることはありませんが、干潟にも多数の線虫が生息しています(図1)。

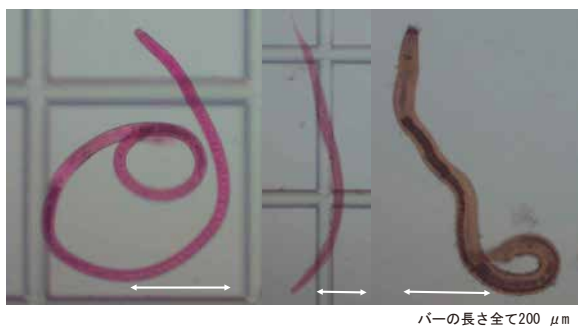


図1. 干潟に生息している海産の自由生活性線虫(観察し易いように染色液で赤く染めています)

アサリ漁場干潟の線虫類

西日本から東日本まで11のアサリ漁場における線虫の密度はアサリ漁獲量の多い東日本の東京湾や北海道の厚岸で高く(1500個体/10cm<sup>2</sup>以

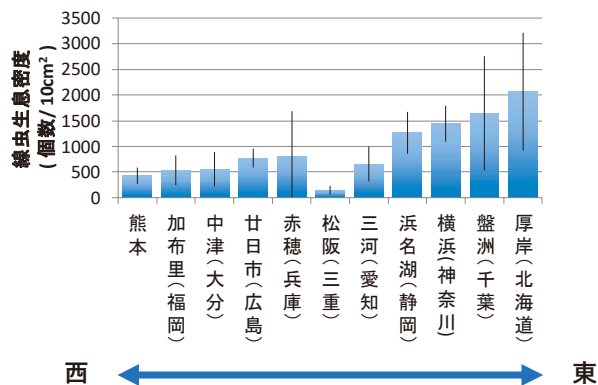


図2. 日本の主要なアサリ漁場干潟における線虫類の生息密度 (3 定点平均)

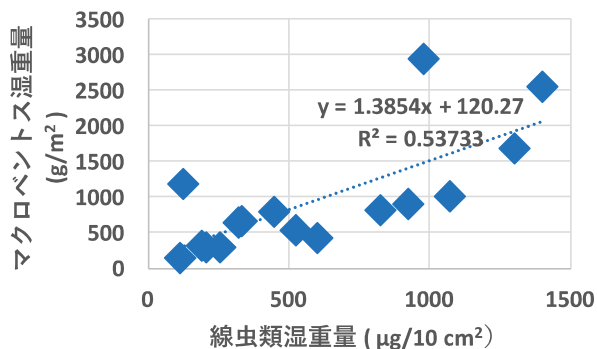


図3. 線虫の個体数から計算式を用いて換算した湿重量とマクロベントス現存量 (湿重量) との関係

上)、西日本各地の干潟では少ない傾向にありました(概ね500個体/10cm<sup>2</sup>以下)(図2)。また、線虫の現存量はアサリを含むマクロベントスの現存量と正の相関関係を示しました(図3)。したがって、アサリのような大型のベントスが多い干潟では、線虫のような微小なベントスも多いことが考えられます。広島県の廿日市市の前潟ではアサリ資源を回復させるために漁業者が主体となって干潟の清掃や底質の改善、被覆網の設置等の漁場管理が行われています。この干潟全域に55定点を設定して、線虫の水平分布と干潟の泥温等の環境要因や人的な管理等との関係を解析しました。線虫の生息密度は、干潟の手入れが良い場所で高い傾向がありました。漁業者がアサリの生産性を高めるために、海藻やホトトギスマットを除去し、網の設置や張り替え等といった漁場の管理を行うことが、底質環境の悪化を防ぎ、アサリの増殖だけでなく、線虫の増殖につながっていると考えられます。

#### 山口湾干潟の被覆網内外のアサリと線虫類

山口湾の榎野川河口干潟は、かつては瀬戸内海のアサリの主力産地の一つでしたが、近年はほとんど獲れない状態です。アサリ生産量を回復させるための取り組みとして被覆網を設置して定期的にモニタリングを行っています。そこで被覆網の効果について、網内と網外のアサリやその他のマクロベントスの生息密度を調べると同時に、線虫の生息密度を比較しました(表紙写真)。調査は2016年と2017年の夏季に行いました。アサリの生息密度は網外の方が両年ともに低くなりました。アサリ以外の二枚貝は、2016年では、ホトトギスガイとソトオリガイは網外の方が低くなりましたが、2017年ではヒメシラトリガイが網外の方で減少しました。その他には巻貝の生息密度も2016年、2017年ともに網外の方が低くなりました。これらの場所はほんの2m程度しか離れていません。被覆網で覆わなければ貝類の多くが魚類等捕食者によって捕食されてしまう可能性が高いことがわかります(図4)。

被覆網内外の線虫類の生息密度は、2016年では、網内が1308個体/10cm<sup>2</sup>、網外が592個体/10cm<sup>2</sup>で、網内は網外に対し2.2倍、2017年では、網内が2057個体/10cm<sup>2</sup>、網外が567個体/10cm<sup>2</sup>で、網内は網外に対し3.6倍でした(図5)。線虫は魚類等の直接的な餌とはなっていま

せん。また、線虫はとても小さいので被覆網の目合(9mm角)であれば出入りは自在です。にもかかわらず、網内で密度が高いことは、被覆網を干潟に張ることによって、干潟に着底したアサリの食害や逸散が防除され、被覆網内でアサリの密度が高まるのが線虫の密度を高める要因になっていると考えられます。

線虫の密度が高いことは、その干潟が生物の多い生産性の高い干潟であることを示していると考えられました。では、線虫の中のどんな種類が被覆網内で増殖しているのでしょうか。また、アサリと線虫の間には、何か相互関係があるのでしょうか。さらに研究を進め、干潟環境を評価する技術として、線虫の調査から得られる情報を活用することを考えています。

(生産環境部 干潟生産グループ 主任研究員)

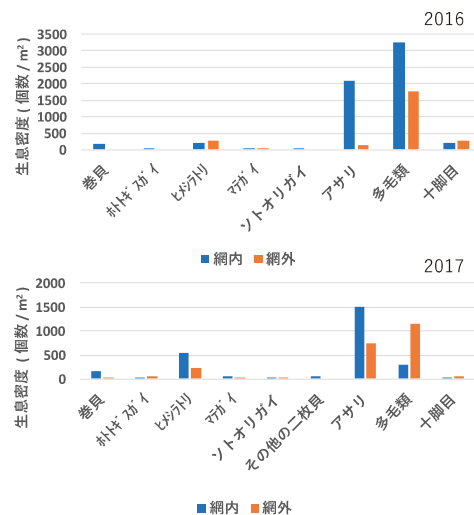


図4. 被覆網の内と外のマクロベントス生息密度の比較

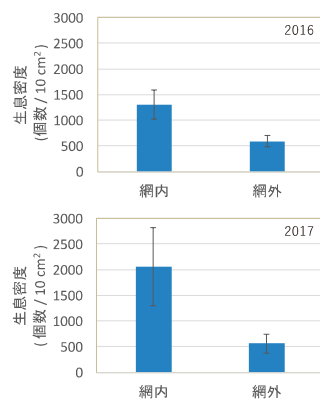


図5. 被覆網の内と外の線虫類の生息密度の比較

## アサリ特集

# アサリ資源再生への各県の取り組みのご紹介

よしだかつとし  
吉田勝俊

アサリ資源再生への様々な取り組みが各地で行われています。ここでは、「大野方式」アサリ稚貝採苗を進める広島県、人工種苗生産と天然採苗を併用している山口県の取り組みを県のご担当者から紹介していただきます。瀬戸内水研も農林水産技術会議プロ研「生態系ネットワーク」等、各地で協力して資源再生に向けた研究を進めています。

## これでバッチリ「大野方式」アサリ稚貝採苗

広島県西部農林水産事務所水産課  
木村剛司

広島県廿日市市「大野瀬戸」は、大小様々な干潟が点在する、県内一のアサリ産地です。このアサリ資源を支えているのが、区画漁業権に基づく漁場管理と網掛け保護です。漁場が各漁業者に区割されているため管理が行き届いており、平成10年頃から導入された網掛け保護も現在では漁場のほぼ全面に展開されています。この区割・網掛けで逸散や食害を防ぐことにより、アサリ

を質の良い時期まで大きく育ててから出荷しています。このため、大粒・美味な地域ブランドとして評価されている「大野あさり」ですが、漁場をコツコツ管理する姿が脈々と受け継がれてきた土地柄こそ、大野の真の財産かもしれません。

さて、大野瀬戸では、この漁場管理によって、資源の減少をある程度食い止めることができていますが、資源の維持・増大には安定した稚貝の供給

が必要です。天然資源が不足する場合は、他産地から稚貝を移植放流することで補われてきましたが、近年これも難しくなっています。そこで、平成26年から漁協・漁業者と地元稚貝の採苗・保護・移植



大野瀬戸あさり漁場における網掛け保護

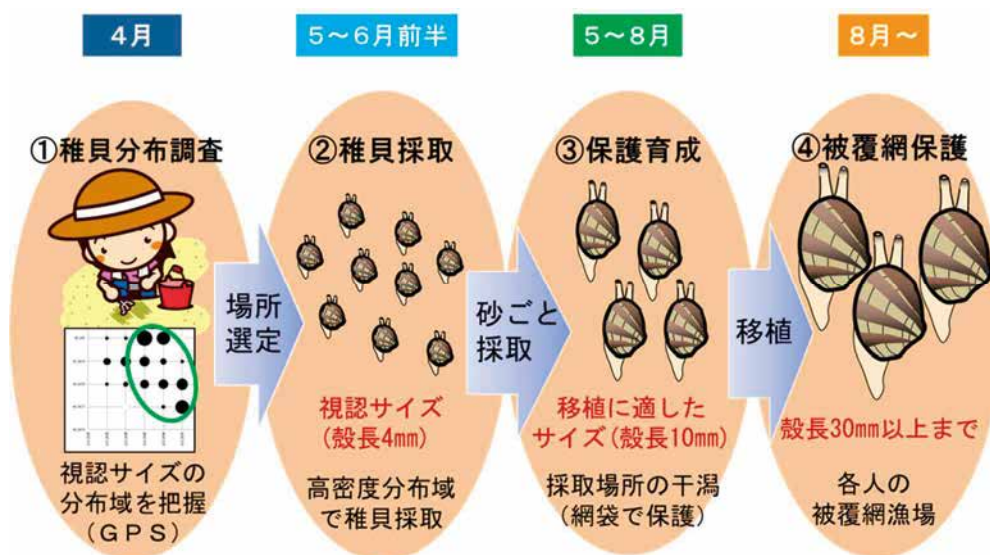
に本格着手しました。

その方法は、4月に視認サイズのアサリ稚貝の集積場所をGPSグリッド調査で把握し、比較的減耗の少ない6月前半までに稚貝を表砂ごと採取して、8月まで網袋で保護育成し、種苗として活用するものです。事前調査は必要ですが、場所さえ見つければ誰でも確実に採れる方法です。また、採苗基質が不要で、調査から移植放流まで4～5か月の短期間で完結するのも利点です。

大野瀬戸では、この方法で地元稚貝を確実に確保できるようになり、直近2年とも年間200万個を超える採苗実績をあげています。地元では、この方法を「大野方式」と命名しました。視認サイズを確実に採る

「大野方式」採苗は、漁業者の関心が非常に高く、現在58名（のべ530人・日）まで参加者が増加しています。漁協の窓口には、今春から新たに採苗作業に参加したいという声も多く寄せられており、期待と熱意の広がりを感じています。

大野瀬戸では、「大野方式」採苗の確立により、地元稚貝を確保する目的が立ち、アサリ資源の好循環を生み出す土台が整ってきました。今回、簡単・確実・短期間と三拍子そろった「大野方式」採苗をご紹介させていただくことで、各地での取組みの更なる発展とアサリ資源の回復につながることを期待しています。



「大野方式」あさり採苗のフロー（写真は稚貝採取～移植）



平成29年春は、稚貝採苗の主要干潟における稚貝集積密度が例年の3割程度と低調でした。そこで、複数候補地で稚貝分布調査を行い、採取範囲を選定することにより、不測の事態でも一定規模の採苗を行うことができました。

	実績		
	設置袋数	参加者数	回収個数
H27	458	83人・日	59万個
H28	3,400	170人・日	268万個
H29	10,400	530人・日	220万個



## アサリ特集

### マジで増やすぞ「山口式」アサリ再生法

山口県水産研究センター内海研究部  
岸岡正伸・安部謙

#### アサリ資源再生のためにとっている対策

【人工種苗生産】2mm人工種苗は、(公社)山口県栽培漁業公社で年間1,000～2,000万個のオーダーで生産しています。生産された2mm種苗は、海水池(1.5ha)に移植して約半年で20～25mmに施肥育成することで、天然種苗なみの単価(300円/kg、直接的経費)で大量生産が可能となっています。2015年は移植場所だけで前年の取り残しを含めて20mm種苗を1,200万個(17トン)生産しました(図1)。

【天然採苗】人工種苗だけでは県内の需要をまかなうことはできないため、漁業者による天然採苗の試みが行われています。採苗方法はネットに小粒の軽石等を入れたものを11月頃漁場に設置します。ネット内に着底した稚貝は食害を受けることなく成長し、1年後に取り上げて漁協に放流し、被覆網で保護します。

【母貝団地の造成】放流用種苗は、母貝として育成することを条件に県内の関係漁協

に無償で配布しています。干潟域では被覆網を使用しないと食害等でほとんど残らないため、被覆網内に放流しています。販売サイズになった親貝の一部は出荷し、残りを母貝として産卵させて浮遊幼生が周辺漁場に定着することで資源回復を図っています。

【漁獲努力量の削減】2006年に策定した「山口県瀬戸内海アサリ資源回復計画」に基づいて、現在も殻長3cm以下のアサリ採捕を禁止するとともに、禁漁期を設定するなどの措置をとっています。

#### 対策をとることになった山口県の事情

山口県瀬戸内海側の沿岸は、日本海側の岩礁域や転石帯と大きく異なり、広大な干潟域を形成しており、干潟面積は2,771haに及んでいます。この干潟域にはかつてアサリをはじめとする貝類や魚類、甲殻類など豊富な水産生物が生息していました。しかし、アサリの漁獲量は1983年の8,500トンピークに年々減少し、2003年以



図1 種苗の回収風景(2015年12月)



降、年間数～数十トンのレベルまで減少しました。アサリの減少要因は、食害生物の増加、栄養塩の低下による餌料不足、海水温上昇等、複合的なものと考えられています。

**対策の結果**

2005年以降、母貝団地の造成や被覆網保護により生産されたアサリの漁獲等により漁獲量は増加傾向にあります(図2)。現在の本県瀬戸内海域における被覆網の総面

積は28,000m<sup>2</sup>に及び、ここから間引き漁獲されるアサリの量は平均間引き量を1.5kg/m<sup>2</sup>とすれば、年間42トン程度と推定されます。

**今後の展望**

漁獲量を増大可能な規模のアサリ種苗の大量供給体制を整備するとともに、漁場における効果的な資源造成手法を検討していきたい。

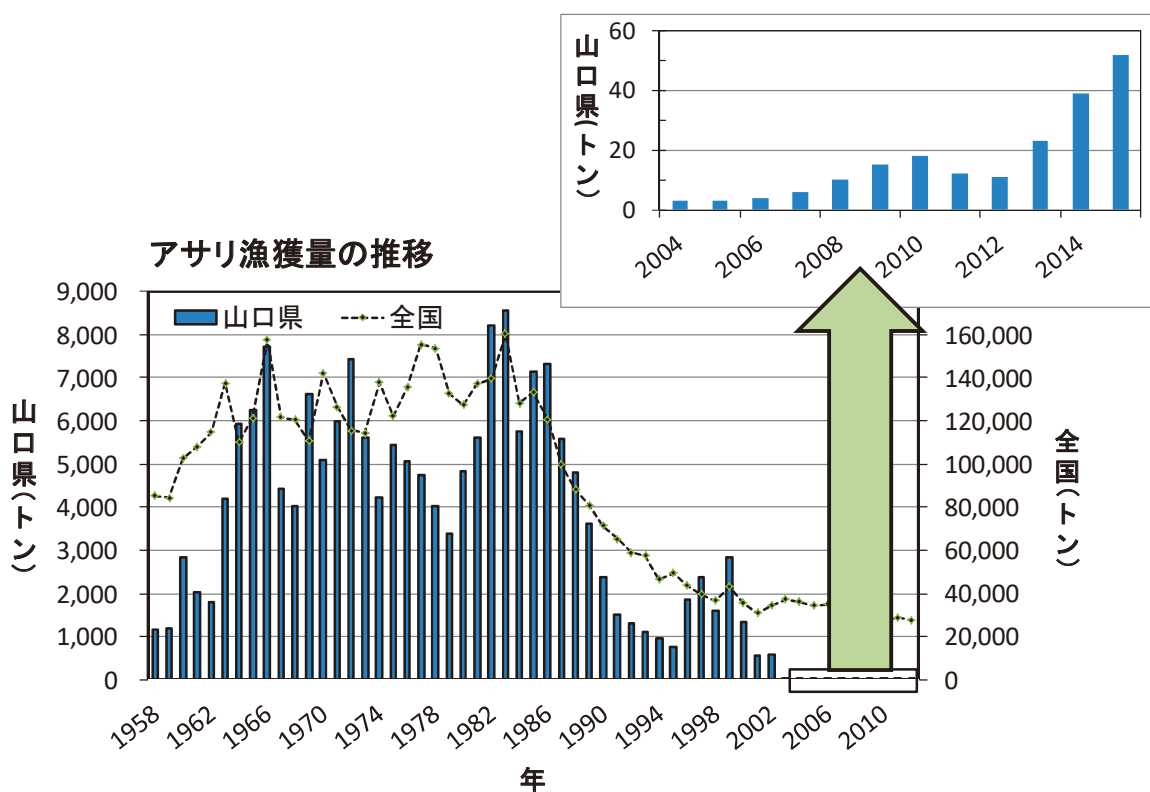


図2 山口県のアサリ漁獲量

## イベント報告

# 平成29年度 研究所一般公開

きんじょう けんき  
金城 健喜



瀬戸内海区水産研究所廿日市庁舎では、研究活動やその成果を一般の方々に楽しみながら知っていただくため、毎年一般公開を開催しています。今年度は、9月2日(土)に『もっと知りたい!瀬戸内海 2017』をキャッチフレーズに開催しました。今年度は例年と異なり、夏休み期間中ではなく9月の開催となりましたが、天候にも恵まれ445名の方にご来場いただきました。

当日は、「研究紹介」、「漁業調査船しらふじ丸の公開及びロープワーク教室」、「タッチプール」、「海藻押し葉ハガキ」、「研究所所内ツアー」、「チリメンモンスター観察会」、「おさかなクイズ大会」等を実施しました。

また、今回から福山市にある農研機構西日本農業研究センターと相互協力を開始し、研究紹介に参加していただきました。

当日実施したアンケートでは、「毎年楽しみにしています」、「今後も続けて欲しい」等のご意見が多く寄せられ、一般公開への期待の高さが伺えました。

ご来場いただきました皆様、告知をしていただいた企業及びマスコミ関係の皆様にお礼申し上げます。また、いただいたアンケートにつきましては、今後の一般公開の運営に役立たせたいと思います。これからも応援よろしくお願ひします。

(業務推進部 業務推進課 情報係長)



## イベント報告

## 平成29年度 干潟観察会

きんじょう けんき  
金城 健喜



瀬戸内海区水産研究所では、廿日市市立大野東小学校が実施している総合学習のお手伝いをしており、今年で16年目を迎えました。また、今年から大竹市立玖波小学校でも干潟観察会を行うこととなり、当水研がお手伝いすることになりました。干潟観察会では、広島湾の干潟の現状及び干潟に棲む生き物の役割について室内学習を行い、その後、実際に自然の干潟に出る観察を行っています。

今年度も同様4年生を対象とし、「広島湾の干潟と魚たち」と題した室内学習を事前に行いました。また、干潟観察会を大野東小学校の児童は宮島厳島神社大鳥居を望む大野瀬戸の干潟で、玖波小学校の児童は大竹市玖波の唐船浜港で行いました。

観察会では児童達はアサリなどの貝類、イシガニ、ヤドカリなど甲殻類、フクロノリなどの海藻類、ま

た袋状のタマシキゴカイの卵やメリベウミウシなどを見て触れて、指導員として参加した研究所職員にさまざまな質問をしていました。1時間程度の短い時間でしたが、干潟には多くの生き物がいることを知り、また見て触れることができ児童達も大変満足そうでした。

この干潟観察会を通して、身近な存在である干潟、そこに棲む生き物へより一層興味を持っていただけたのではないかと思います。生き物に興味を持つことで、研究者を目指す児童がでてくれると嬉しいです。瀬戸内海区水産研究所では、この「干潟観察会」を始め、中学生の職場体験学習、大学生のインターシップ等を通じて、地域の教育活動への協力を今後も行っています。

(業務推進部 業務推進課 情報係長)



## 編集後記

瀬戸内通信27号では前号に引き続き、アサリ特集号を組みました。今号では、餌環境などの観点からアサリが減ってしまった原因についての考察と、線虫という小さな生物とアサリの関係についての最新の研究成果を紹介しました。

また、前号にも述べられていたとおり、アサリが他の生物に食べられてしまうため生産回復が難しい状況であっても、網掛け保護が有効である事が分かってきています。そこで、様々な保護育成策を組み合わせアサリを生産を回復させるための具体的な取り組みを、広島県と山口県の方に紹介していただきました。

それでも、かつてのように自然のままアサリが湧くよう発生し、これを漁獲することは、もう期待できないかも知れません。しかし、人間の努力で生産を回復させることは可能だと思います。今回のアサリ特集号の記事が、各地におけるアサリ生産回復のための取り組みの参考に、また水産関係者以外の方々の御理解と御協力の一助になれば幸いです。

本誌は年2回、当研究所の研究成果などを発信する目的で発行しております。記事の内容に関する御質問や編集方針についての御要望などございましたら、下記まで御連絡をお願い致します。

(業務推進部 業務推進部長 日向野 純也)

National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea

Momoshima Laboratory

Hakatajima Laboratory

Yashima Laboratory

瀬戸内通信

第27号  
平成30年3月発行

編集委員 日向野 純也 廣瀬 太郎 重田 利拓 外丸 裕司  
太田 健吾 佐藤 琢 三谷 智士 金城 健喜  
発行 国立研究開発法人水産研究・教育機構  
編集 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  
〒739-0452 広島県廿日市市丸石 2-17-5  
TEL.0829-55-0666(代) FAX.0829-54-1216  
E-mail:www-feis@fra.affrc.go.jp  
URL http://feis.fra.affrc.go.jp