

## 1 趣旨

我が国のアサリ漁場では、波・流れにより稚貝が流失して死亡し、漁獲につながらない海域が多く認められる。このような海域の漁場に、碎石を敷設する漁場改善手法（アサリ漁獲サイズより小さな碎石で底質を安定させる）は、三重県、愛知県及び千葉県でも効果が認められている。また、持続的なアサリ漁業活動を支えるためには数千トン規模の増産が必要とされており、このためにはアサリの生息域を大規模に拡大し、生残・成長を高める漁場整備とその効果を維持管理する技術開発が必要である。

本手引きは、碎石敷設によるアサリ漁場整備技術を開発することを目的とし、水産庁水産基盤整備調査委託事業「アサリ漁業復活のための大規模整備技術・維持管理手法の開発」の一環として、碎石を用いたアサリ漁場整備に関する効果検証、敷設場所の適地選定方法、施工方法に関わる既存技術の整理、及び整備後の維持管理手法等について取り纏めたものである。

## 2 全国的なアサリ漁獲量の推移

アサリの生産量は1980年代以前では年間に十数万トンあったものが、その後、継続した減少が続き、近年の漁獲量は極めて低位な水準となっている。

### <解説>

我が国のアサリ (*Ruditapes philippinarum*) の総漁獲量は、1960年代の約10万トンから1980年代の14万トン前後まで増加した後、1983年の17万トンをピークに継続的な減少傾向に転じ、2016年には1万トンを下回る水準にまで激減し、低迷が続いている。現在、このように減少し低迷が続いているアサリ漁獲量の回復が求められている。

アサリの死亡要因としては、一般に、底質不適、食害生物、有害生物、競合生物、貧酸素、水質不適、波浪による死亡、疾病等が考えられており、アサリ死亡率を低減させるための対策は、基本的には、これらの死亡要因を除去・緩和するように検討される。

## 3 産地ごとのアサリ資源の動向

我が国のアサリ主要5海域のアサリ資源は減少している。各海域のアサリ死亡要因は様々であるが、多くの海域に共通する要因の一つは、波・流れによる死亡である。

### <解説>

我が国のアサリ主要5海域（東京湾、三河湾、伊勢湾、周防灘および有明海）の漁獲状況を東京湾、三河湾、伊勢湾について詳しく記述し、周防灘および有明海については鳥羽（2017）に準拠し簡単に記述する。

### 3.1 東京湾

東京湾沿岸のアサリ生産は1960年代初めまでは東京都と千葉県であったが、1964年以降はほぼ千葉県のみがアサリを生産県となっている。東京湾におけるアサリの産卵盛期は春と秋の2回であり（鳥羽ほか1993）、夏から秋の産卵による個体群が翌年の秋に漁獲対象となる。千葉県の主な漁法は、腰まき、または大まきである。千葉県のアサリ生産量は1960年代初頭から1970年代初頭にかけて増大し、ピーク時の漁獲量は5～8万トン程度であった。しかしアサリの漁獲量はその後急減して、1980年代には2万トンまで落ちその後漸減傾向を示したが、2000年代中盤からさらに減少し、現在は1000トンを下回っている。千葉県の主な漁場は、湾奥の千葉県北中部地区の三番瀬、中部の盤洲干潟、南

部の富津地区であり（図 3.1-1）、地区別漁獲量を図 3.1-2 に示した。盤洲干潟では 2007 年に寄生性節足動物カイヤドリウミグモ *Nymphonella tapetis*（以下、ウミグモ）が大量発生し（小林・鳥羽 2014）、それ以降漁獲量は 100 トン前後にまで落ち込んでいる（鳥羽 2016）。千葉県では、1986 年以降、貝類資源量調査（漁業者が調査を実施し、取得データの解析は千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所が行っている）が 2 ヶ月に 1 回の頻度で行われている。この概要をまとめた岡本

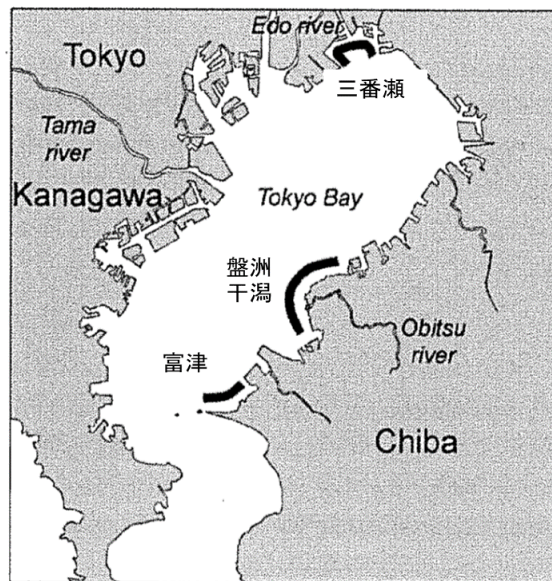


図 3.1-1: 東京湾（千葉県）の主なアサリ漁場（鳥羽 2017 を改変。）

（2015）によれば、三番瀬におけるアサリの分布密度は、成貝（殻長 30 mm 以上）では時折ピークが見られるが、全体として減少傾向である（図 3.1-3）。また稚貝（殻長 4～16 mm）の分布密度の年変動は成貝と類似傾向を示すが、その変動幅は成貝よりも大きく、2004 年以降、400 個/m<sup>2</sup>を超えるような大量出現は観察されていない。東京湾では冬季の生残率が低下することが知られており、三番瀬の冬季生残率は成貝では 20%程度、稚貝では 1993 年以降 5%前後である。岡本（2015）は、資源および漁場環境の特徴を年代別にまとめており（表 3.1-1）、近年の漁獲量の低下は稚貝、成貝ともに生残率の低下、特に秋から冬の波・流れによる生残率の低下が大きな原因の一つであると考えられている。

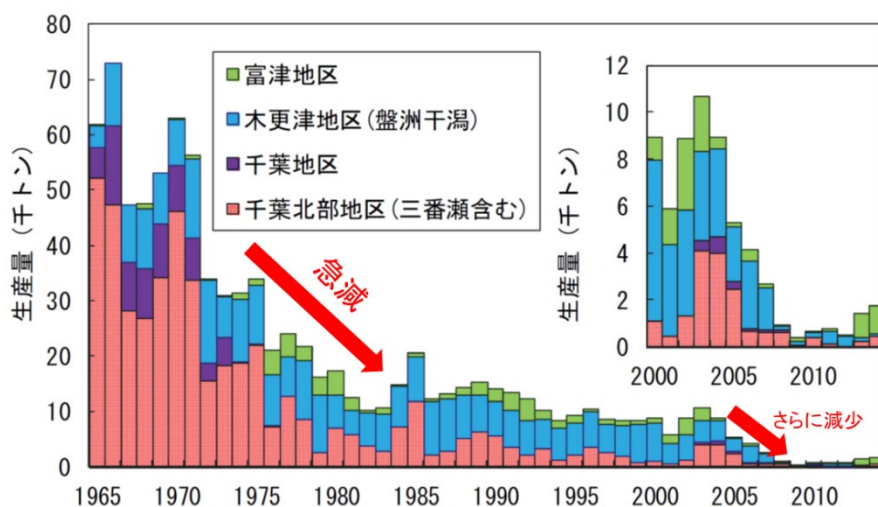


図 3.1-2: 東京湾（千葉県）のアサリ年別生産量（岡本 2015 を改変）

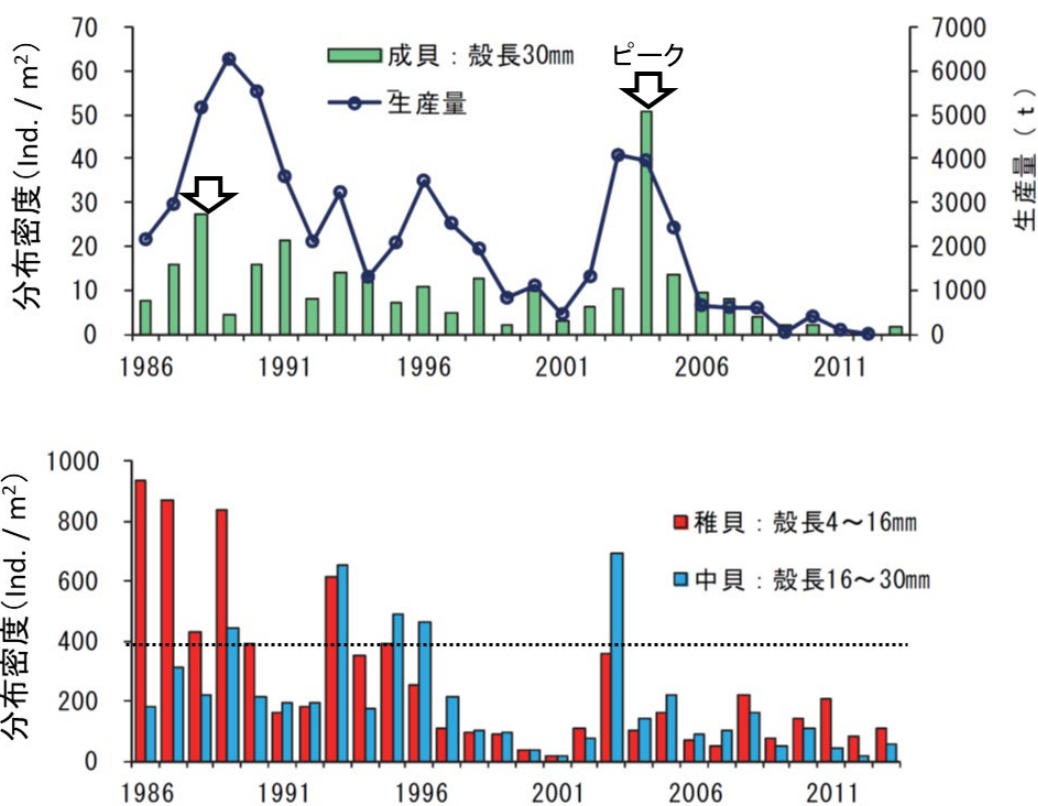


図 3.1-3: 三番瀬のアサリ生産量および分布密度 (岡本 2015 を改変)

表 3.1-1: 千葉県 アサリ主要産地の漁業の生産量に影響する資源および漁場環境の特徴 (岡本 2015 を改変)

	1965年	1982年頃	2006年頃	現在
三番瀬	○生産量の激減 (5万t→5千t) ↑埋立による干潟浅海域の消失	○生産量は5千t前後→2千t前後、数年に1度、4千tを超える生産がある。 ↑稚貝の分布密度は減少傾向、時々出現する大量分布が生産量変動のピークを導く。	○生産量は1千tを下回る。 ↑稚貝の分布密度は低水準で、大量出現がない。	
			↑稚貝出現の短期化 ↑秋冬季にアサリの残存率が低下 (成貝より稚貝の方が顕著)	
盤洲・富津干潟	○生産量の減少 (1万t台→6千t前後)	○生産量は8千t前後→3千t前後 ↑成貝の分布密度は安定 ↑漁業者数の減少? ↑稚貝の分布密度は1996年以降減少傾向	○生産量は2千t台から2008年以降は0.5千t以下 ↑稚貝の分布密度は2004年以降漸増傾向	
			↑秋冬季にアサリ稚貝の残存率が低下 (2006年以降、10%程度低下) ↑種苗放流量の減少 ↑2008年以降、ウミグモの寄生により種苗放流を自粛	

### 3.2 三河湾

愛知県では、2014年以前は年間1万トン以上が漁獲され、その約8割を西三河地区が占めていた（図3.2-1）。2014年以降はそれまでの水準を下回り、近年では1,635トン（2017年）と直近のピークである2008年の19,278トンの8.5%まで減少している。現在では、福江湾を主漁場とする東三河地区の漁獲量の割合が大きくなり、年間1~2千トンの漁獲量となっている（図3.2-1）。主な漁法は小型機



図 3.2-1：愛知県の主なアサリ漁業（愛知県 2008 を改変）

船底びき網（貝けた網）、じょれん（腰マンガ）および長柄マンガ等による採貝で、漁期は周年、盛漁期は春期となっている。三河湾の支湾である福江湾では、夏秋産まれのものが翌年7月には殻長10mmまで成長し、さらに翌々年4月には殻長30mmに達している（愛知県1983）。また、2009年から2010年における一色干潟の調査結果でも同程度の成長と推測されており（水産庁 増殖推進部研究指導課2012）、三河湾では1+歳齢から漁獲加入するとみられる。三河湾での産卵期は春と秋に盛期がみられるが（松本ほか2014）、浮遊幼生は5~11月まで継続して出現する（黒田ほか2017）。西三河地区の一色干潟で行われた2009~2011年の調査では、漁場全体で5万トン前後のアサリが生息していると推定され、資源に対する漁獲割合は約3割、殻長30mm以上のアサリに対する漁獲割合は5~6割程度と推定されており（水産庁 増殖推進部研究指導課2012）、2014年からの資源減少の直前において、現存量に対して過剰な漁獲圧がかかったとは考えにくい。また、資源が減少した現在、特に主産地であった西三河地区ではアサリに対してほとんど漁獲圧がかかっていない状態が続いているが、殻長30mm以上に達する個体の割合が少なく、資源に回復の傾向はみられていない。近年の漁獲物の主体は、伊勢湾（羽生2015）と同様に、卓越年級群に依存した単年級群で構成されると考えられる。三河湾においてアサリ資源が豊富に維持されてきた背景として、閉鎖的内湾の特性による高い生産性と豊富な浮遊幼生量が指摘されている（岡本2009）。特に浮遊幼生量は、資源が豊富であった2000年代に比べ、直近年（2017・2018年）では1~2桁少なくなっている（日比野・下村2020）。三河湾におけるクロロフィルa濃度は、アサリ漁獲量が最初のピークを迎えた1990年代から経年的に減少し、アサリの急減が見られる直前の2010年代前半に最低水準となっている（蒲原ほか2018）。アサリ肥満度も同様に減少し（日比野・下村2020）、個体群全体での活力低下が生じており、そのため親貝の減耗や産卵数の減少につながっている可能性が考えられる。三河湾ではウミグモのアサリへの寄生が、2008年4月に知多半

島東部で、さらに2015年9月に西三河地区で認められた（村内ほか 2014；鳥羽ほか 2019）。ただし、三河湾ではウミグモの寄生と同調するようなアサリ資源の減少は生じて

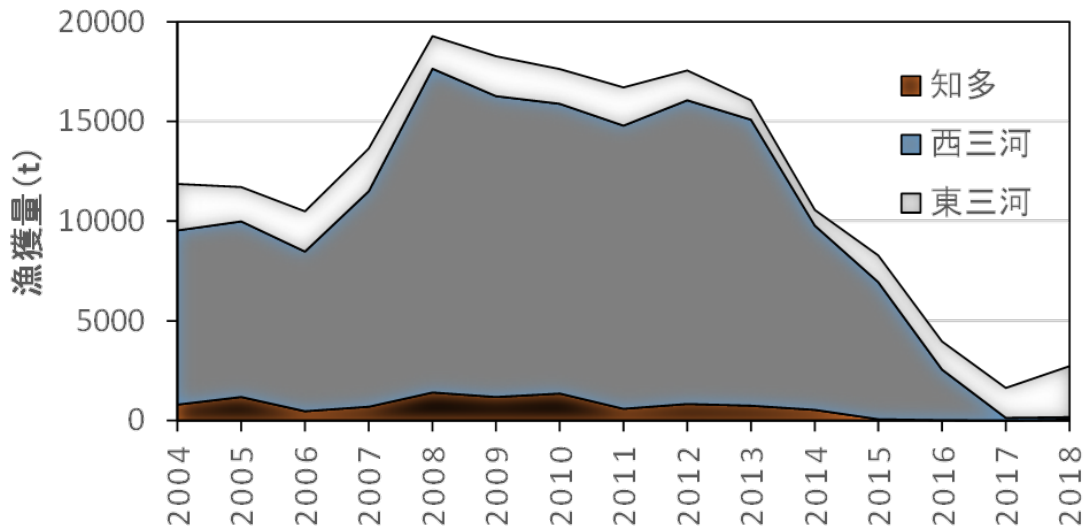


図 3.2-2：愛知県におけるアサリの地区別漁獲量の推移

おらず、本種の寄生がアサリ資源減少の主要因とは考えにくい（鳥羽ほか 2019）。一方で、寄生により潜砂能力の低下等が生じることが報告されており（富山ほか 2019；宮川ほか 2020）、資源に対する悪影響が懸念されている。近年の三河湾（特に一色干潟）では、餌不足に由来するアサリの活力低下と合わせて、冬季の波浪による死亡（松村 2019）や外敵生物等の他の減耗要因による自然死亡率の増加や再生産能力の低下が、資源形成における問題と推察される。

### 3.3 伊勢湾

伊勢湾（三重県）のアサリ漁獲量は、1970年代から1980年代にかけて1万トン以上漁獲される年も見られたが、1990年代半ばから減少し始め、2000年代には3000トン前後となった（図3.3-1）。主な漁場は松阪地区と伊勢地区および鈴鹿地区であるが（図3.3-2）、

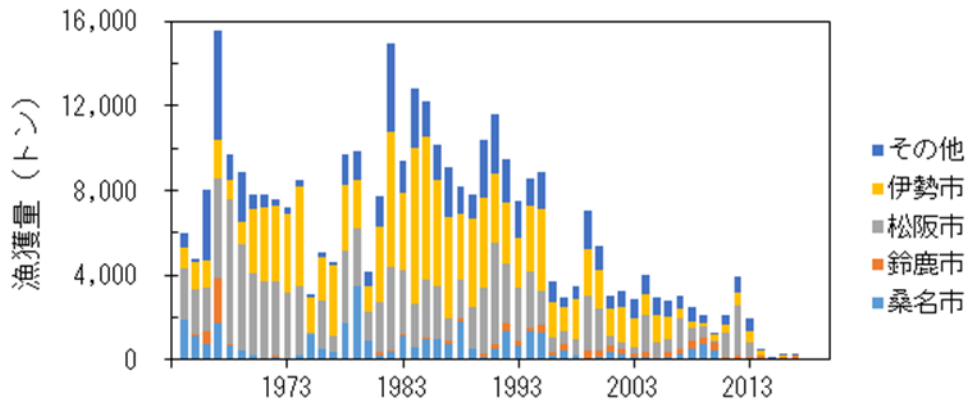


図 3.3-1： 三重県におけるアサリの地区別漁獲量の推移  
（その他の大部分は津市・明和町が占める）

2014年以降は松阪地区と伊勢地区の漁獲量が減少し、鈴鹿地区で水揚げされる100トン前後の漁獲量が県内漁獲量の大部分を占める。漁獲対象となるのは殻長30mm以上の個体であり（三重県 2011）、主な漁法は小型機船底びき網（貝けた網）、じょれん、長柄である。漁期は周年で、盛漁期は5月前後である。伊勢湾において、アサリの産卵は周年認められ、盛期は主に春と秋の年2回である（松本ほか 2014）。潮下帯に漁場が形成される鈴鹿地区では春生まれのものが翌年5月には漁獲対象サイズの殻長30mmまで成長し、約1歳で漁獲対象となる（羽生ほか 2017）。潮間帯漁場の伊勢地区では約3歳で殻長30mm以上となる（羽生 2016）。松阪地区では採泥器を用いた野外調査により2012～2014年のアサリ資源量が試算されており、松阪地区の全資源量に対する漁獲割合は、2012年は59%、2013年は36%、2014年は4%と推定されている（羽生ほか 2017）。年や地区により違いはあるものの、資源量に対する漁獲の影響は非常に大きい可能性がある。

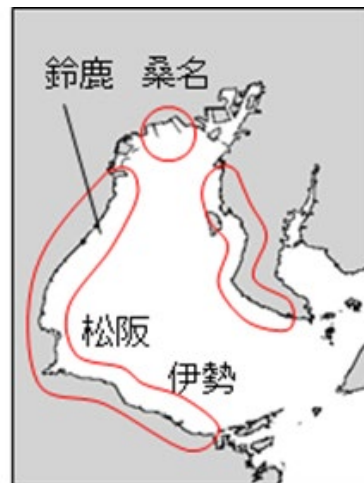


図 3.3-2： 伊勢湾におけるアサリの主漁場

伊勢湾では、数年に1回発生する卓越年級群を複数年にわたり漁獲しており、アサリ漁獲量の大部分は卓越年級群に依存している（羽生 2015）。卓越年級群の発生には稚貝の大量発生が不可欠であるが、稚貝発生量は年々減少している（羽生 2015）。また、伊勢湾では貧酸素水塊の発生がアサリの分布や資源量に大

きな影響をおよぼすと考えられており（羽生ほか 2017）、近年の稚貝発生量の減少にも貧酸素水塊の消長が影響している可能性がある。さらに、伊勢湾では、夏季・秋季に台風等にともなう河川出水により、稚貝の大量へい死が生じる（Miyawaki and Sekiguchi 2000; 羽生 2015）。近年では、秋季から春季にかけて、その理由は不明であるが、稚貝の大量減耗が生じることも報告されている（羽生ほか 2017）。

### 3.4 周防灘

瀬戸内海では、周防灘沿岸の山口、福岡、大分県の3県の漁獲量が主体をなす。周防灘において最もアサリ漁獲量が多い漁場は、福岡県から大分県の豊前海の沿岸干潟である。豊前海では、1970年代初めまで4,000～5,000トンであったが、それ以降80年代初めまで10,000～20,000トンの高水準を維持した。その後に、噴射式底引き漁具の導入とともに30,000トンを超えるピークが見られたが、80年代後半

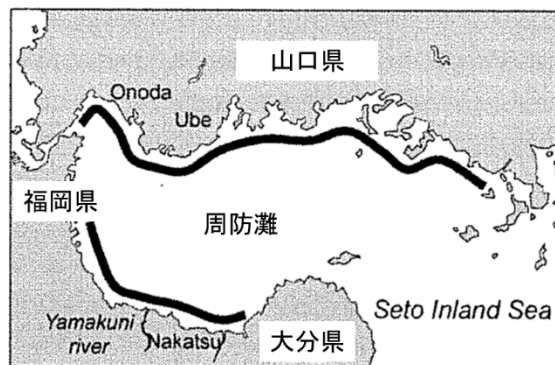


図 3.4-1: 周防灘の主なアサリ漁場（鳥羽 2017 を改変。）

以降、漁獲量は急激に減少し、1990年代には1,000トン前後となり、2000年代になると漁獲量はさらに減少し、100トン前後となった。周防灘でのアサリ漁獲量の減少要因として、潮下帯漁場での乱獲と、餌環境の変化が指摘されている。またナルトビエイ

(*Aetobatus flagellum*) 等による食害と底質泥分の増加も指摘されている。さらに、豊前海沿岸では、稚貝発生はあるものの、漁獲対象サイズに成長するまでに消失してしまうことが多く、冬季にはアサリはほとんど見られなくなる。一方で、転石漁場や被覆網下ではアサリの生存が認められることから、波・流れにより死亡がアサリ消失の原因と考えられる（鳥羽 2017）。

### 3.5 有明海

アサリの生産量が多いのは福岡県と熊本県であり、特に熊本県の生産が有明海のアサリ漁獲量の多くを占める。両県の合計漁獲量は1970年代前半には20,000~40,000万トンであったが、1970年代後半に60,000~80,000トンとなった。しかし、有明海の主体をなす熊本県の漁獲量は1980年代前半以降大きく減少し、1990年代には2,000~8,000トンとなり、さらに2010年以降は1,000トン前後となっている。熊本県のアサリ漁獲量の減少要因として漁業による乱獲を指摘する報告が多数ある。過去の文献を調査した鳥羽(2017)によれば、1980年代以降の有明海のアサリ漁獲の減少要因としては、乱獲以外に、冬季の波・流れによる死亡とあわせて、河川出水による塩分低下あるいは被泥、原因不明の秋季の大量死亡、底質の不適やかく乱、ナルトビエイによる食害および *Chattonella* 赤潮などがあげられている。



図 3.5-1: 有明海の主なアサリ漁場  
(鳥羽 2017 を改変。)

#### 4 アサリ漁場の環境改善

アサリ資源の減少要因は、漁場によっても、また生活史段階によっても異なることから、漁場の環境特性や生活史段階および対策に期待する効果を総合的に検討し、アサリ漁場の改善対策を選定する。

##### <解説>

アサリ資源の減少要因は、アサリ生活史段階ごとに異なり、その対策も多岐にわたる。水産庁 増殖推進部による「アサリ漁場環境改善技術導入のための作業手引き」（水産庁 2018）に、漁場の環境特性や期待する効果に応じたアサリ漁場の改善技術がまとめられており、これに砕石敷設の効果を付け加えて改変したものが表 4-1 である。

表 4-1：アサリ漁場の環境改善のための技術体系表（水産庁 2018 を改変）

漁場の環境特性		機能,効果	技術
漁場環境の改善維持	流れが速い、波の影響が強い	着底促進	耕耘（噴流式）
		着底促進	砕石敷設
	泥分が多い	泥分除去	振り紐 耕耘（噴流式）（+小規模作漂）
		底質改善,母貝保護	（小規模）高地盤覆砂域造成
底質改善,着底促進	砂散布		
初期稚貝～稚貝の着底促進	泥分が多い	着底促進	砂散布（+被覆網） 耕耘（噴流式）（+小規模作漂） 基質入り網袋
			砕石敷設
	流れが速い、波の影響が強い	着底促進	耕耘（噴流式）
稚貝～成貝,母貝の保護,流失抑制等	稚貝の流失抑制が必要	稚貝の流失抑制	砕石敷設 被覆網
	稚貝～成貝の成長促進が必要	成長促進	基質入り網袋 移殖
	母貝の保護が必要	母貝保護	カゴ式,垂下式
		底質改善,母貝保護	（小規模） 高地盤覆砂域造成（+被覆網等）
有害生物対策	ホトトギスガイマット対策が必要	有害生物の着生抑制	振り紐
		有害生物の除去	耕耘（噴流式）
	食害対策が必要	食害防止	被覆網 基質入り網袋

一般に、図 4-1 のように干潟上に規則正しい砂漣が形成されると、そのような場所には、アサリ稚貝が見られないことが経験的に知られている。このように干潟面に砂漣が形成されると、図 4-2 に示すように砂漣の周辺で局所的な渦が形成するようになり、この渦によりアサリ稚貝は容易に巻き上げられることになる。アサリ稚貝は、巻き上げられて浮遊状態になると、波浪等による流れによって、不適な環境に輸送され死亡するものと考えられ、これを緩和するために幾つかの方法が考えられてきた（図 4-3）。



図 4-1: 干潟上に形成された砂漣

表 4-1 によれば、アサリの移動や死亡の原因と考えられ

る「流れのはやい、波の影響が強い」または「稚貝の流失抑制が必要」と考えられるケースにおいては、砕石敷設以外にも 1. 耕耘（噴流式）、2. 被覆網が有効とされている。さらに波・流れによる死亡を軽減するために、従来から、3. 覆砂、4. 竹柵、5. 砂礫などの基質入り網袋、6. 貝殻敷設などの対策が実施されてきた。しかし、いずれの対策も砕石敷設と比較して、潮下帯への設置が難しい（2、4、5）、干潟への大規模設置が難しい点

（2、4、5、6）、設置コストが大きくなる点（2、5、6）などの問題がある。また 3. 覆砂はアサリ漁場造成技術として広く実施されてきたが、近年、覆砂材である海砂の採取が制限、あるいは禁止される方向にあり、海砂に替わる代替候補として砕石が用いられる傾向にある（水産庁、漁場環境改善技術導入の手引き

[https://www.jfa.maff.go.jp/j/kenkyu/attach/pdf/ariake130416\\_a-2.pdf](https://www.jfa.maff.go.jp/j/kenkyu/attach/pdf/ariake130416_a-2.pdf)）。1. 耕耘（噴流式）については、ホトトギスガイマットの形成阻害、シルト粘土分の堆積抑制・除去を目的とした技術である（水産庁 2018）。

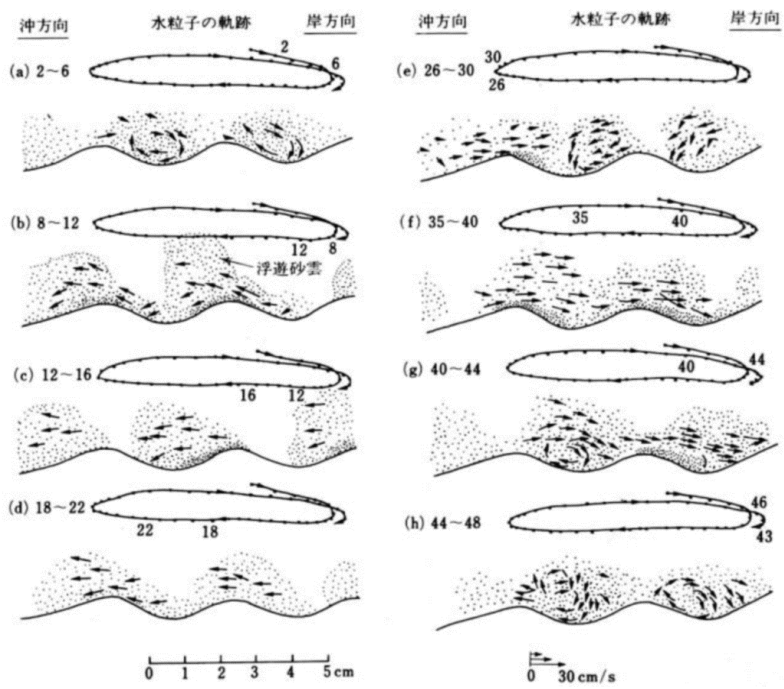


図 4-2: 砂漣上の水粒子起動と砂漣周辺に形成される局所的な渦 (砂村 ほか 1978)

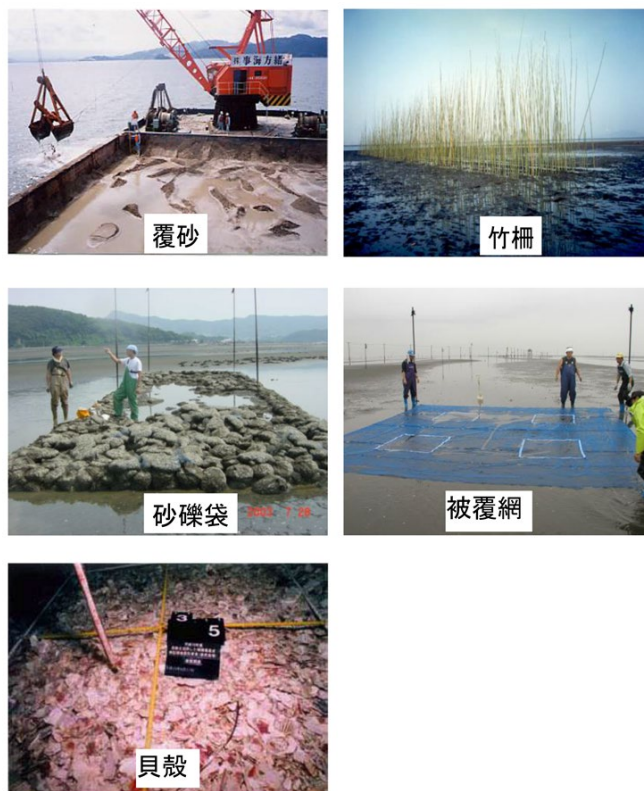


図 4-3 : 流れによる輸送を緩和するための方法

## 5 砕石効果の適用範囲

アサリ稚貝の主な死亡要因が、波・流れによる死亡である場合に砕石敷設は稚貝保護に有効である。砕石敷設の効果と適応範囲は使用する砕石材と稚貝サイズによって異なる。

### <解説>

アサリ稚貝の主な死亡要因が、波・流れによる死亡である場合に砕石敷設は有効である。主な死亡要因がそれ以外である場合、アサリ稚貝が分布しない別要因を検討する必要がある。砕石材として7号砕石（粒径 2.5～5.0 mm）を用いた場合、稚貝サイズが 10 mm 未満の場合では、台風通過時の波浪条件（底面波浪流速 = 0.6 m/s）でも砕石の保護効果は失われない（アサリがその場に定位する確率、定位率 = 0.6～1.0）。一方で、稚貝サイズが 16 mm 以上では定位率は 0.4 以下となり大きくその効果は減少する。砕石材として6号砕石（粒径 5.0～13.0 mm）を用いた場合、7号砕石と比較して定位率は上昇し、底面波浪流速 0.6 m/s を超える条件下においても、殻長 20.0～22.0 mm のアサリ定位率は 0.5 を超えており、砕石の保護効果は持続する。砕石材自身の安定性や、砕石材と稚貝サイズの違いによる保護効果の詳細については佐藤ほか（2020）によって詳しく検証されており、その詳細は参考資料 2 に示した。

## 6 碎石効果の現地試験

三河湾、伊勢湾および東京湾では碎石効果の現地試験が行われており、いずれの海域でも碎石敷設によるアサリ保護効果は認められたが、その効果の程度は海域によって大きく異なる。

### <解説>

複数の海域における現地試験により、碎石の稚貝保護効果が確認されているが、保護効果の大きさは海域によって大きく異なる。ここでは、三河湾、伊勢湾および東京湾の現地試験結果を示す。

### 6.1 三河湾 愛知県 一色地区

愛知県一色地区（衣崎）の D.L.+20 cm の潮間帯に、平成 30（2018）年の 8 月に、圧送ポンプによる施工（10 章、参照）により、400 m<sup>2</sup>（20×20 m、厚さ 20 cm）に 7 号碎石を敷設した（図 6.1-1）。碎石敷設後、碎石区（St. 1）および隣接する砂泥干潟（以下、対照区；St. 2）において（図 6.1-2）、アサリの減耗がみられる秋冬期を中心に 2018 年 8 月から 2019 年 3 月まで、おおよそ月 1 回の頻度でアサリ稚貝の分布等の調査を行った。なお、調査は 2018 年、2019 年ともに豊川河口（六条潟）で採捕されたアサリ稚貝を夏期に移植して行った。アサリ密度を推定するため、潜水により軽量簡易グラブ採泥器（0.05 m<sup>2</sup>）を用いて底土を各区 5 回ずつ採集し、目合 2 mm のふるいにかけて、残った全アサリを計数した。さらに直径 76 mm、目開き 59 μm のコアサンプラーを用いて底土表面を採取し、その中のアサリ着底初期の稚貝数を数え、密



図 6.1-1: 三河湾衣崎地区に敷設された 7 号碎石



図 6.1-2: 三河湾衣崎地区における調査地点  
(St.1: 碎石覆砂区、St.2 対照（砂泥干潟）区)

度を算出した。加えて 2020 年 5 月に、実際の漁業に使用する漁具であるスリット幅 10.5 mm の腰マンガ（ジョレン）を用いて、砕石区において 6 名の漁業者により約 1 時間の試験操業を行うとともに、漁獲資源の定量および砕石漁場での漁具の使用等に関するアンケート調査を行った。

砕石区（St.1）および対照区（St.2）におけるアサリ現存量の推移と、対照区（St.2）に対する砕石区（St.1）の増加量および増加率について図 6.1-3 に示した。調査期間中の砕石区の現存量は平均 682 g/m<sup>2</sup>であり、対照区（St.2）の 272 g/m<sup>2</sup>を上回った。砕石区（St.1）から対照区（St.2）の分布密度の差を増加量とすると、調査期間中の増加量は 26 ~ 1,117 g/m<sup>2</sup>の範囲で変動し、平均増加率は 353 %となった。ただし、現存量は秋から冬にかけて顕著に低下した。

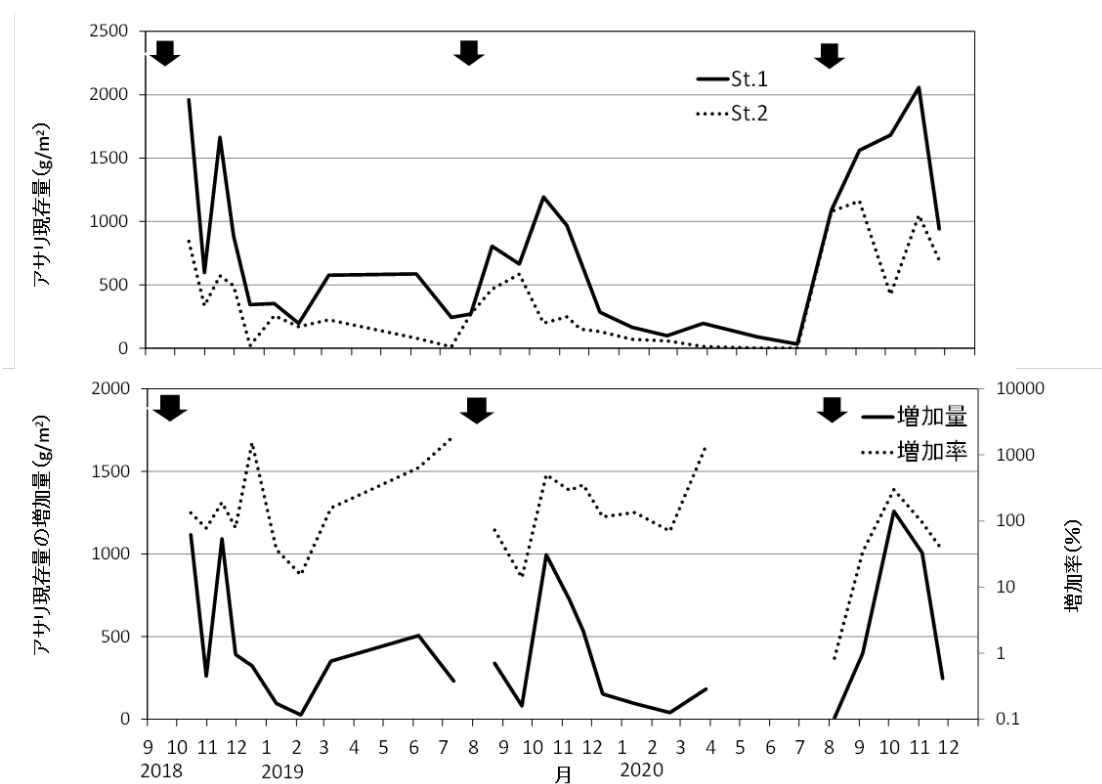


図 6.1-3: 砕石区（St.1）および対照区（St.2）におけるアサリ現存量の推移（上）と St.2 に対する St.1 の現存量の増加量および増加率（矢印はアサリ稚貝を移植した時期を示す）

砕石区（St.1）と対照区（St.2）のアサリ密度、肥満度、群成熟度、平均殻長を比較したところ（図 6.1-4）、平均殻長以外について砕石区が対照区を上回る傾向が見られた。調査期間の通期平均として、アサリ密度は砕石区（St.1）の 486 個体/m<sup>2</sup>に対し対照区（St.2）では 201 個体/m<sup>2</sup>と約 2.4 倍、群成熟度は砕石区（St.1）の 0.25 に対し対照区（St.2）では 0.15 と約 1.7 倍となった。特に、群成熟度が砕石区で高かったことから、砕石敷設は、再生産力の向上にもつながり、産卵のための親貝場としても有効である可能性が示唆

された。

あわせて観測した海水クロロフィル a 濃度の推移によると、9月から11月にかけてアサリにとって必要とされる  $3 \mu\text{g/L}$  を下回る極めて低いクロロフィル a 濃度が観測されており（図 6.1-5）、活力指標とされる肥満度も 10 以下の極めて低い水準で推移した（図 6.1-4）。これらのことから、餌不足により活力低下が引き起こされ、現存量減少につながっていると考えられた。

一方、肥満度にも砕石区（St. 1）で高い傾向が認められ、砕石区（St. 1）と対照区（St. 2）のアサリの平均肥満度について調査日ごとに比較すると（図 6.1-6 左）、通期における平均肥満度は砕石区（St. 1）で有意（ $P < 0.01$ ）に高かった。また、砕石区（St. 1）と対照区（St. 2）の肥満度の関係式を求めたところ（図 6.1-6 右）、傾きが約 0.96 で切片が約 1.1 となり、平均で砕石覆砂区の肥満度が 1 程度高いことが明らかになり、砕石の安定性により波浪等の攪乱に対するエネルギー消費が軽減されアサリの生残に関して有利になる可能性が考えられた。

2020 年 5 月の試験操業の結果、アサリが 21.6 kg 採捕された（表 6.1-1）。事後の枠取り調査とともに合計した結果、砕石区（St. 1）における漁獲資源（殻長 25 mm 以上；愛知県漁業調整規則）は現存量で  $100.7 \text{ g/m}^2$ 、分布密度で  $17.4 \text{ 個/m}^2$  と推定された。周辺の対照区（St. 2）を含む砂泥干潟漁場では、2020 年 5 月現在においてアサリ漁獲資源は皆無であり、本調査における操業結果からも、砕石敷設がアサリ漁獲資源の増大に効果があることは明らかである。実際、試験操業中には漁業者から「予想以上に獲れる」との意見があり、調査後のアンケート（表 6.1-2）においても「砕石の効果はあるか」との設問に対し全員が「ある」と回答した。また、砕石覆砂漁場における腰マンガ漁具による操業について「曳きやすいか」との設問に対し、4 名が「問題ない～許容範囲」であり 2 名が「無理をすれば曳ける」との回答であり、7 号砕石であれば概ね操業の支障にはならないと考えられた。

一方で、愛知県においてアサリを年間 1 万トン以上漁獲していた 2009 年から 2011 年に、水産庁委託事業「新たなノリ色落ち対策事業」において、現調査地点を含む一色干潟において、30 mm 以上のアサリ現存量を推定している。それによれば、漁獲サイズの平米あたり現存量は  $822 \sim 1,328 \text{ g/m}^2$  と推定され、本調査の結果の 8.2～13.2 倍となっている。砕石敷設の効果はあるものの、現時点では 2009 年～2011 年の水準には至っていないと考えられる。アンケート調査においても、「アサリ漁業するために必要な資源は今日の何倍必要か」との設問に対し、6 名中 1 名が「現在の海況では今日の水準で十分」とする一方で 5 名が「10 倍以上必要」と回答した。砕石敷設によるアサリ資源増大効果は認められるものの、年間 1 万トン以上漁獲していた 2009 年から 2011 年の水準には到達していない状況である。三河湾のアサリ資源を増大させるためには、敷設に用いられる砕石材の最適化や適地選定手法（8 章、参照）の高度化を行うとともに、生産性を高める漁場管理も併

用して実施して必要がある。

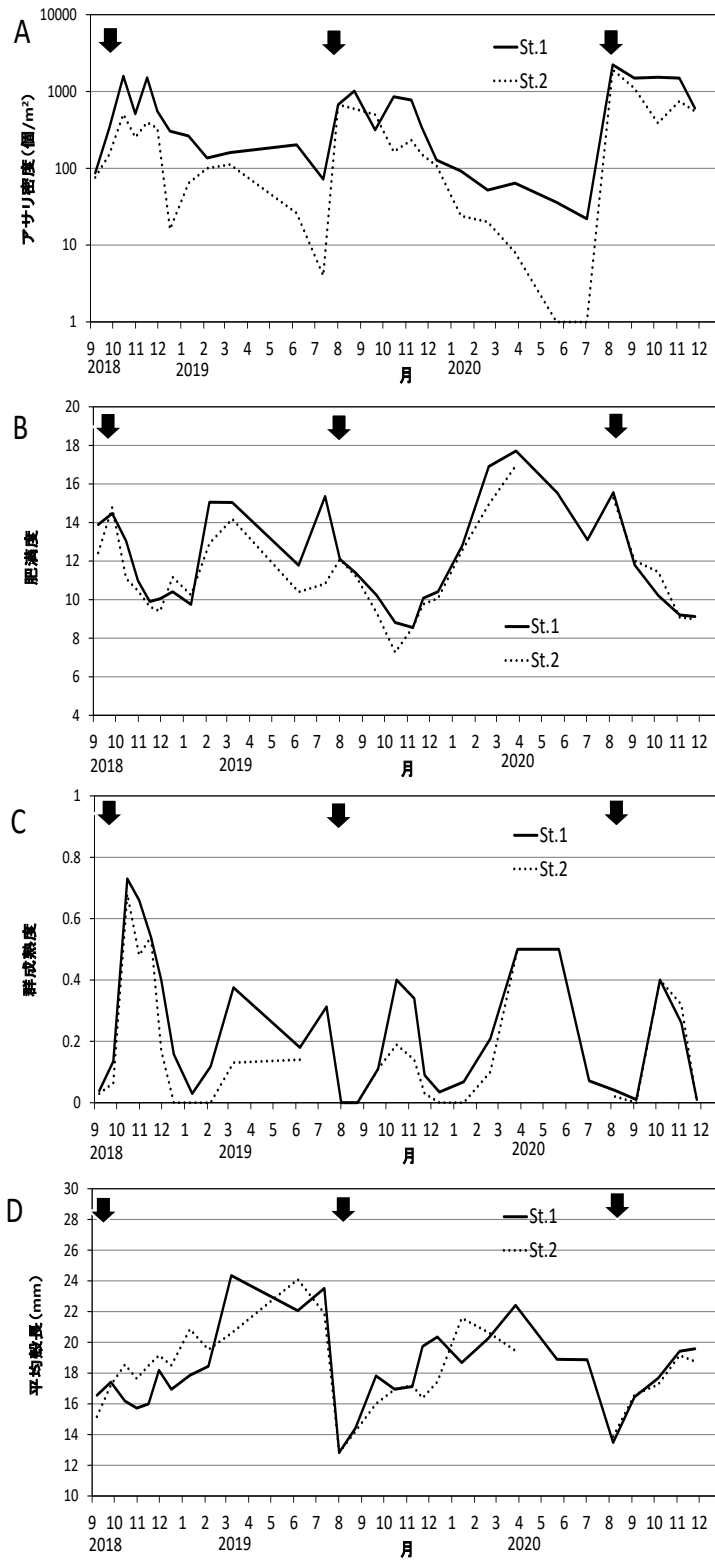


図 6.1-4: 碎石覆砂区 (St.1) および対象区 (St.2) におけるアサリ密度 (A)、肥満度 (B)、群成熟度 (C) および平均殻長 (D) の推移 (矢印はアサリ稚貝を移植した時期を示す)



図 6.1-5: クロロフィル a 濃度（蛍光値）日平均および採水による海水クロロフィル a 濃度の推移（2018 年度観測結果）

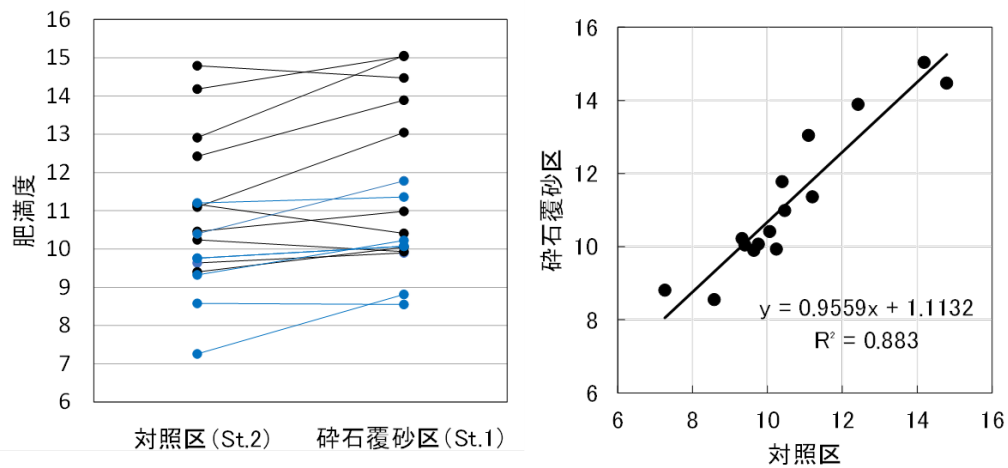


図 6.1-6: 砕石覆砂区（St.1）および対照区（St.2）における調査日ごとの平均肥満度の比較（左）と、それらの平均肥満度の散布図（右）（2018 年度結果）

表 6.1-1： 試験操業によって採捕された生物種および採捕量、現存量、分布密度

種名	採捕量 (g)	現存量 (g/m <sup>2</sup> )	分布密度 (ind./m <sup>2</sup> )
アサリ	21,600	54.0	9.36
ハマグリ	42,000	105.0	5.05
シオフキ	2,974	7.4	1.22
カガミガイ	720	1.8	0.11
アカニシ	503	1.3	0.04
サルボウガイ	160	0.4	0.02
サキグロタマツメタ	138	0.3	0.04
事後調査			
アサリ		46.7	8.00
アサリ漁獲資源量		100.7	17.36

表 6.1-2： 試験操業後に実施した漁業者アンケート結果

	Q1	Q2	Q3	Q4
漁業者番号	周辺漁場に比べて、砕石の効果はあると思うか？	腰マンガは砕石漁場で曳きやすいか？	現状においてアサリ漁業をするためには、今日の何倍の漁獲量があれば良いか？	砕石漁場について全体的にどう感じましたか？
1	はい	問題ない	今日の量で十分	アサリを増やせる可能性はある
2	はい	無理をすれば可能	10倍以上	広く造成すべき
3	はい	無理をすれば可能	10倍以上	広く造成すべき
4	はい	若干難しいが許容範囲	10倍以上	アサリを増やせる可能性はある
5	はい	若干難しいが許容範囲	10倍以上	アサリを増やせる可能性はある
6	はい	若干難しいが許容範囲	10倍以上	アサリを増やせる可能性はある

## 6.2 伊勢湾 三重県 松阪地区

三重県松阪地区では、2015年と2016年にグラブ船による施工（10章、参照）により7号砕石を敷設し、移植稚貝の生残（残存）と成長を調査することにより、砕石敷設の有効性を検討した（図6.2-1）。以下では3つの検討事例を示す。

### 事例① 2015年区（稚貝移植1回目）

松阪地区松名瀬の水深2mの潮下帯に、2015年9月にグラブ船による施工により、2,500 m<sup>2</sup>（50 m × 50 m、厚さ10 cm）に7号砕石を敷設した（以下、2015年区）。2016年6月に、櫛田川河口に自然発生した稚貝を吸引ポンプと目合4 mmのネットで採取し、2015年区とその周辺域（以下、対照区）に1,000 個体/m<sup>2</sup>以上となるよう移植した。稚貝移植後、アサリの生息密度を推定するため、各区5地点で2017年5月まで2か月に1回の頻度で、軽量簡易グラブ採泥器（0.05 m<sup>2</sup>）を用いて、各地点の底土を2回採集し、その底土からコアサンプラー（直径75 mm）で2回採泥したものを目合2 mmのふるいにかけて、アサリを計数・計測した。

採泥調査による個体数の密度と平均殻長の変化を図6.2-2に示した。2015年区の平均密度は2016年6月が1,460 個体/m<sup>2</sup>、2017年5月が622 個体/m<sup>2</sup>、この期間の生残率（平均密

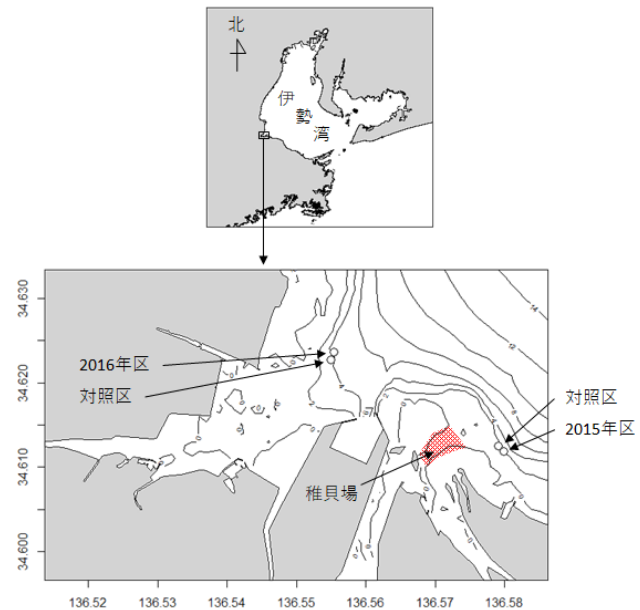


図6.2-1: 松阪地区における砕石区と対照区の配置

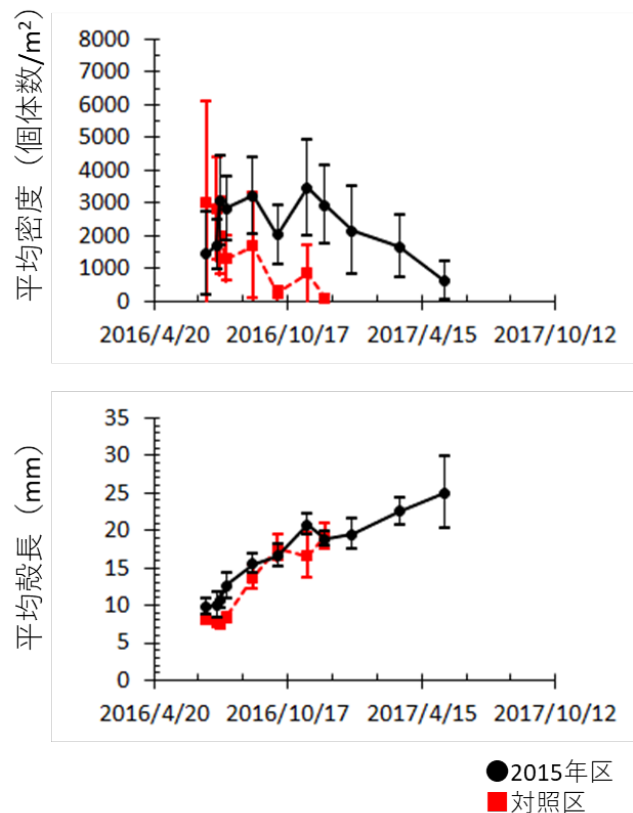


図6.2-2: アサリの生残と成長 事例①

度を用いて算出)は42.6%であった。一方、対照区のそれは2016年6月が2,999個体/m<sup>2</sup>、2016年12月が108個体/m<sup>2</sup>、この期間の生残率は3.6%であった(2017年5月は調査未実施)。2015年区の平均殻長は2016年6月が9.8mm、2016年12月が18.8mm、2017年5月が25.1mmであった。一方、対照区のそれは2016年6月が8.1mm、2016年12月が19.3mmであった(2017年5月は調査未実施)。

### 事例②：2015年区(稚貝移植2回目)

2017年8月に、櫛田川河口に自然発生した稚貝を吸引ポンプと目合4mmのネットで採取し、2015年区と対照区に1,000個体/m<sup>2</sup>以上となるよう移植した。アサリの生息密度調査を事例①と同様の手法で2018年3月まで実施した。

採泥による個体数の密度と殻長の変化を図6.2-3に示した。2015年区の平均密度は2017年8月が6,890個体/m<sup>2</sup>、2018年3月が340個体/m<sup>2</sup>、この期間の生残率は4.9%であった。一方、対照区のそれは2017年8月が1,324個体/m<sup>2</sup>、2018年3月が23個体/m<sup>2</sup>、この期間の生残率は1.7%であった。2015年区の平均殻長は2017年8月が11.0mm、2018年3月が20.1mmであった。一方、対照区のそれは2017年8月が10.4

mm、2018年3月が21.3mmであった。2018年10月に、実際の漁業に使用する漁具である長柄(殻長25mm以上を漁獲)を用いて2015年区で試験操業したところ、漁獲対象サイズのアサリを漁業者1名が1時間で35kg(35kg/人/時間)漁獲することができた。

### 事例③：2016年区(稚貝移植1回目)

松阪地区三渡川の水深4mの潮下帯に、2016年7月にグラブ船による施工により、2,025m<sup>2</sup>(45m×45m、厚さ50cm)に粒径0.5mmの土砂を敷設し、その北端と東端の2辺(幅5m、厚さ50cm)に7号砕石を敷設した(以下、2016年区)。2016年8月に、櫛田川河口に自然発生した稚貝を吸引ポンプと目合4mmのネットで採取し、2016年区とそ

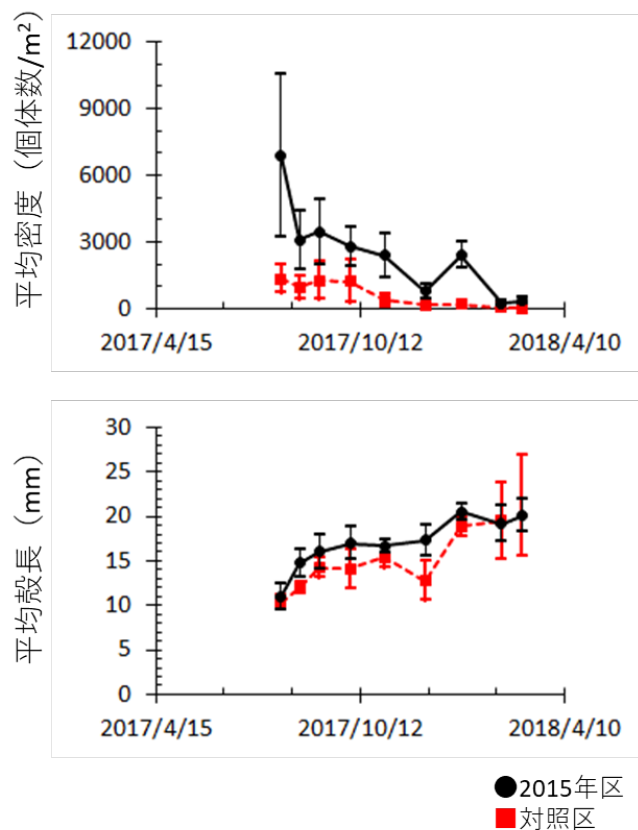


図6.2-3: アサリの生残と成長 事例②

の周辺域（以下、対照区）に 1,000 個体/m<sup>2</sup>以上となるよう移植した。アサリの生息密度調査を事例①、②と同様の手法で 2017 年 5 月まで実施した。

採泥調査による個体数の密度と殻長の変化を図 6.2-4 に示した。2016 年区の平均密度は 2016 年 8 月が 2,835 個体 / m<sup>2</sup>、2017 年 5 月が 1,483 個体/m<sup>2</sup>、この期間の生残率は 52.3 %であった。一方、対照区のそれは 2016 年 8 月が 3,056 個体/m<sup>2</sup>、2017 年 5 月が 0 個体/m<sup>2</sup>、この期間の生残率は 0 %であった。2016 年区の平均密度は 2016 年 8 月が 8.9 mm、2017 年 5 月が 29.4 mm であった。一方、対照区のそれは 2016 年 8 月が 8.3 mm であった（2017 年 5 月は生残個体が確認されず、平均殻長は不明）。

2016 年区において、2017 年 5 月に事例②と同様、長柄で試験操業を行ったところ、漁獲対象サイズのアサリを漁業者 3 名が 4 時間で 100 kg（8.3 kg/人/時間）漁獲することができた。

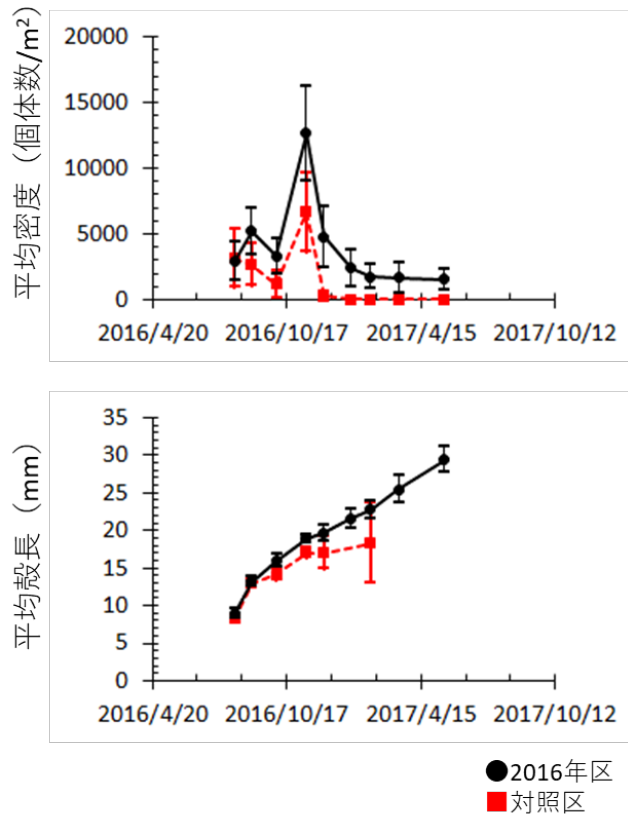
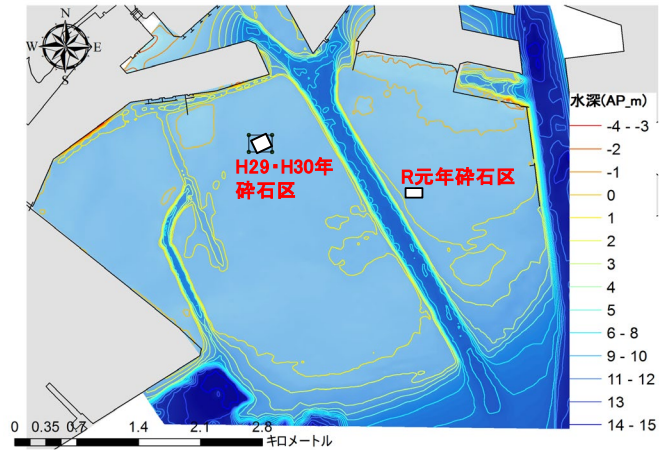


図 6.2-4: アサリの生残と成長 事例③

以上のように、事例①、②、③において、生残率に対する砕石敷設の有効性を確認することができた。成長に対する砕石の有効性は詳しくは不明であるが、事例③のでは、砕石区の高い生残により、稚貝移植後約 9 か月目には漁獲対象サイズまで生残・成長することが確認された。

### 6.3 東京湾 千葉県 船橋地区

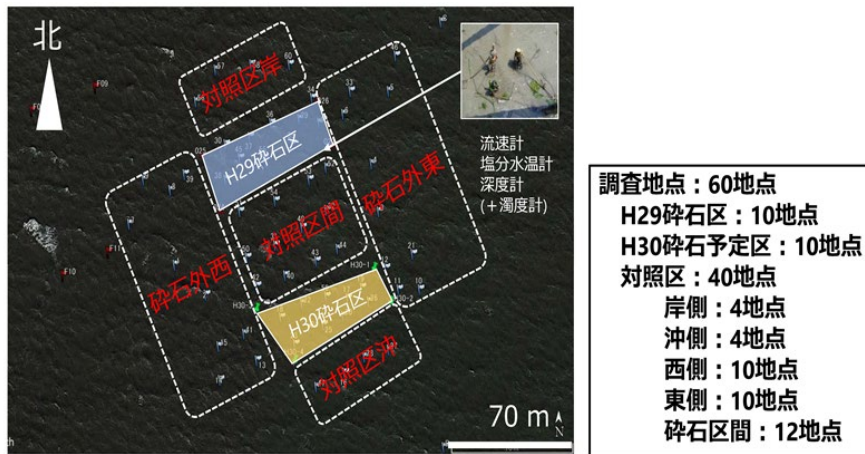
千葉県船橋地区の水深 2 m 以浅の潮下帯に、平成 29 (2017) 年 (以下、H29 砕石区) および平成 30 (2018) 年 (以下、H30 砕石区) の各 6 月に、バケツスロープによる施工 (10 章、参照) により、1,500 m<sup>2</sup> (25 × 60 m、厚さ 26 cm) に 7 号砕石を敷設した



(図 6.3-1)。砕石敷設後、各砕石区内に 10 地点、その周辺域に 40 地点程度の調査定点を設定し、ア

図 6.3-1: 船橋地区における砕石敷設

サリの分布調査を 2017 年 6 月から 2018 年 3 月まで、おおよそ月 1 回の頻度で行った。アサリ密度を推定するため、軽量簡易グラブ採泥器 (0.05 m<sup>2</sup>) を用いて各地点の底土を採集し、次に直径 75 mm のコアサンプラーで 2 回採泥したものを目合 2 mm のふるいにかけて、残った全アサリを計数した (図 6.3-2)。さらに、2019 年 5 月より 10 月まで、実際の漁業に使用する漁具である大巻 (目合 11~12 mm) を用いて、砕石区および対照区のそれぞれ 2 地点において 5~10 回の試験操業をおこない、漁獲サイズ (殻長 30 mm 以上) の分布調査をおこなった (図 6.3-3)。



#### 船上からの採泥調査



図 6.3-2: 調査定点と調査概要



図 6.3-3 : 漁具 大巻 (左) と試験操業

採泥による個体数および重量の密度変化を図 6.3-4、5 に示した。H29 碎石区のアサリ分布密度は、敷設後 4 か月程度で約 1,000 個体/m<sup>2</sup>となり、対照区と比較して 2 倍程度となった。さらに H30 年碎石区も同様に敷設直後から急激にアサリ分布密度が増大する傾向が見られた。また、2018 年の秋 (9 月～11 月) には、個体数比 (重量比) で、H29 碎石区は対照区の 5.7 (6.3) 倍、H30 碎石区では 6.6 (4.1) 倍のアサリの分布が見られた。

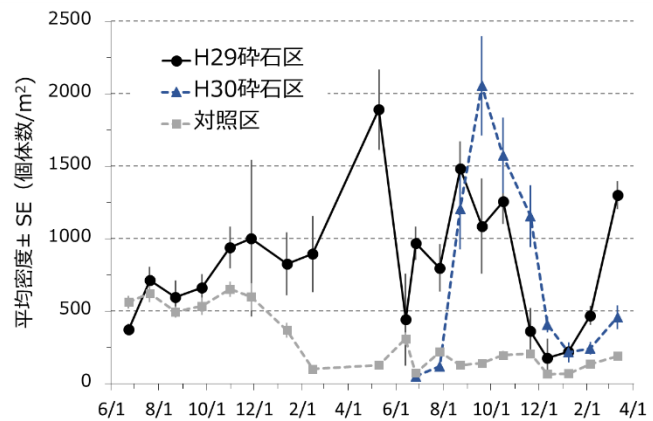


図 6.3-4: アサリ個体数の分布密度の変化

試験操業によるアサリの分布と重量の密度変化を図 6.3-6、7 に示した。対照区では 2 個体/m<sup>2</sup>となり、漁獲サイズの個体はほとんど確認されなかった。一方で、H29 碎石区では平均 14 個体/m<sup>2</sup>、H30 碎石区では平均 23 個体/m<sup>2</sup>と平均値で 7～11 倍以上の密度形成が見られた。ただし、2018 年 10 月の台風の出水による土砂堆積の影響を受けて大幅にアサリ密度が減少した。

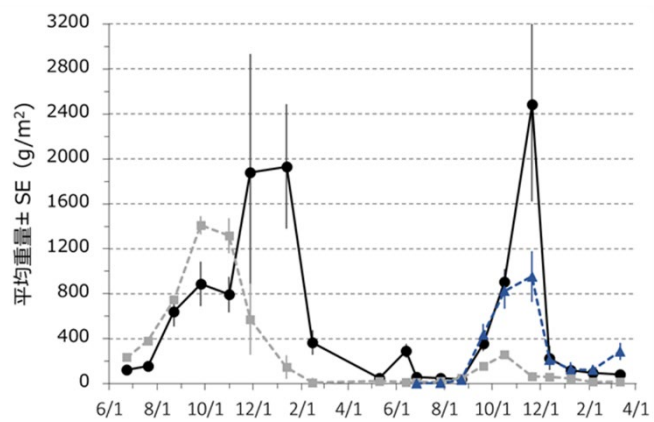


図 6.3-5: アサリ重量の分布密度の変化

千葉県では、1986 年以降、貝

類資源量調査（漁業者が調査を実施し、取得データ管理東京湾研究会が行っている）が2ヶ月に1回の頻度で行われており、船橋地区のアサリ資源量についても調査されている。これに基づき岡本（2015）は、船橋地区の漁獲サイズ（殻長 30 mm 以上）の分布密度を示している（図 3.1-3）。1986～2015 年までの期間中、H30 砕石区と同水準の 20 個体/m<sup>2</sup> を超える分布密度が見られたのは3ヶ年のみであることから考えれば、漁獲サイズについても、砕石敷設による密度増大効果は大きいと判断できる。

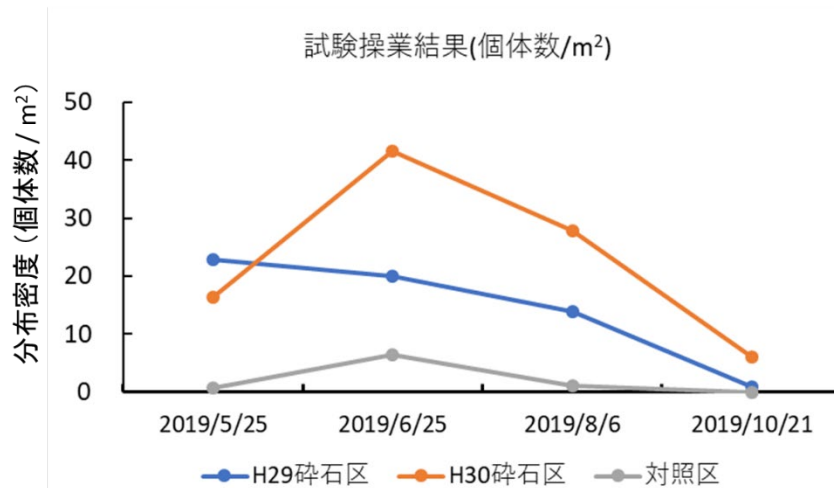


図 6.3-6: 試験操業によるアサリ個体数の分布密度の変化

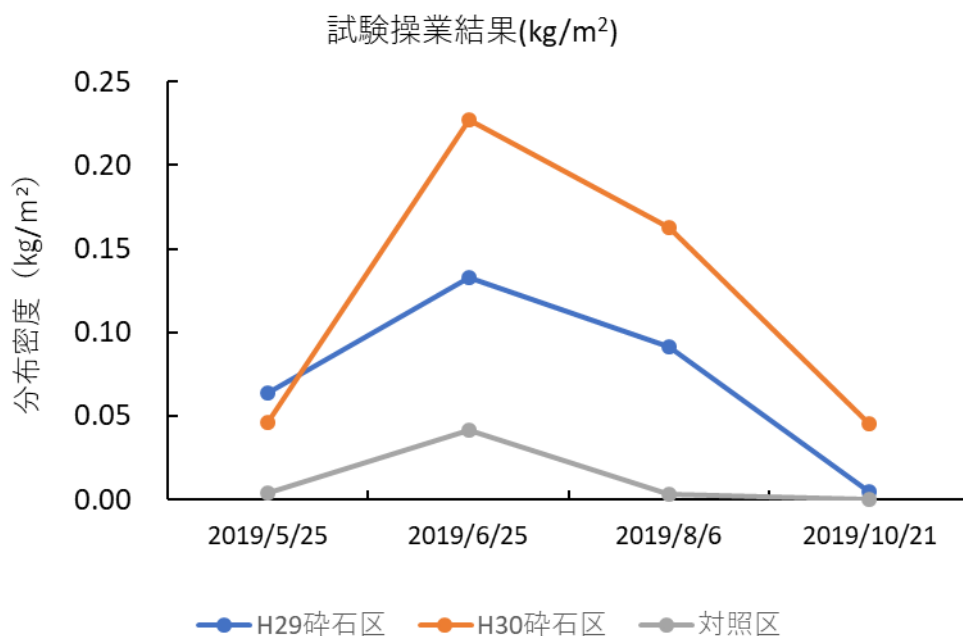


図 6.3-7: 試験操業によるアサリ重量の分布密度の変化