

アサリに関する4県協調の取組

令和元年11月

福岡県・佐賀県・長崎県・熊本県
農林水産省農村振興局
協力：(国研)水産研究・教育機構西海区水産研究所

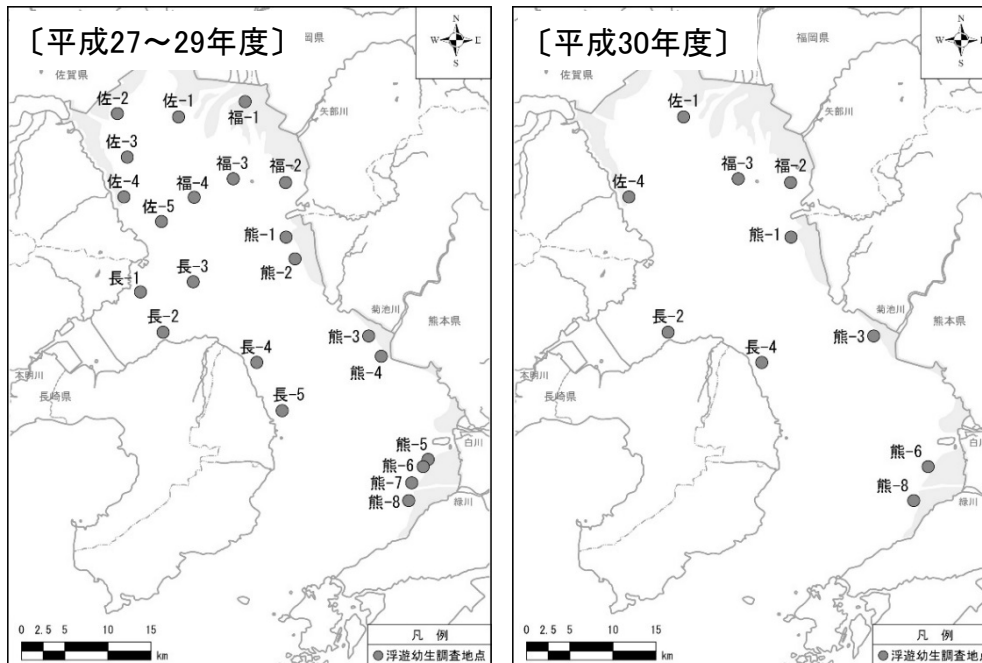
1. アサリ浮遊幼生調査

- 有明海では、アサリやタイラギ等の二枚貝類資源が減少しており、母貝の減少による浮遊幼生の発生量低下と稚貝加入量の減少が要因の一つと考えられている。
- このため、有明海において二枚貝類の母貝養成に適した漁場や、そこから発生した浮遊幼生が着底し生育する場を特定のうえ、母貝の資源保護等の取組や浮遊幼生の着底場における底質環境改善の取組を効果的に進めることができるよう、有明海沿岸4県と国が協調し、(国研)水産研究・教育機構西海区水産研究所の技術指導を得て二枚貝類の浮遊幼生調査を実施している。

(1) 浮遊幼生調査の概要

調査年度	調査時期	調査頻度	調査地点
平成27～29年度	4～6、9～11月	1回/週～3回/月	22地点
平成30年度	4～6、9～11月	1回/週～3回/月	10地点

※4カ年の総調査回数65回、総サンプル数3,155検体



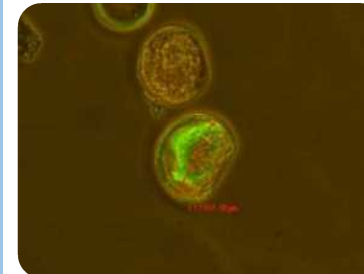
調査分析の流れ

現地調査(4県)



試料採取
(表、中、底層の3層で網目幅58μmのネットで採取)

分析(九州農政局)



モノクローナル抗体を用いて
分析したアサリ浮遊幼生



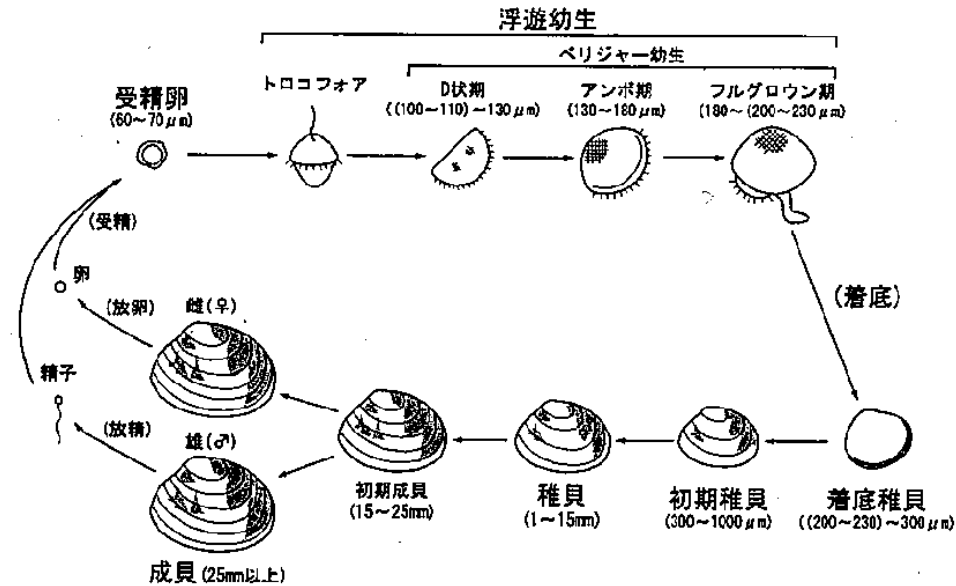
分析処理(検鏡状況)

(2) 浮遊幼生の成長ステージ区分

種類	D型幼生		アンボ期	フルグロウン期	
	初期	後期		初期	後期
アサリ	90~100μm	101~129μm	130~179μm	180~198μm	199~200μm

※参考文献 アサリ 東京湾広域アサリ浮遊幼生調査、粕谷、2001年
 有明海漁場造成技術開発事業二枚貝漁場環境改善技術導入のためのガイドライン、水産庁、2013年
 アサリ種苗生産及び増殖試験、山口県内海水産試験場報告、1992年

《参考》アサリの生活史



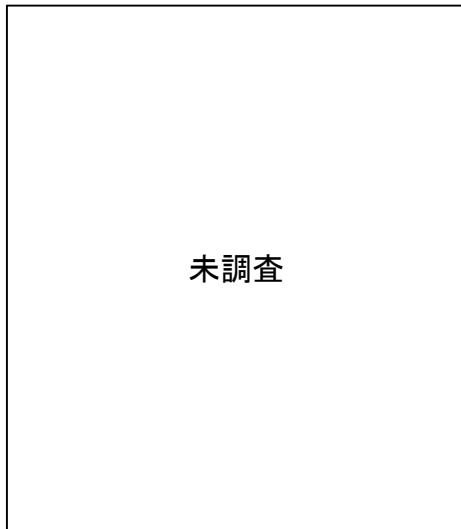
出典:「沿岸漁場整備事業 増殖場造成計画指針 ヒラメ・アサリ編」
 全国沿岸漁業振興開発協会、平成8年度版

(3) アサリ浮遊幼生の出現状況①

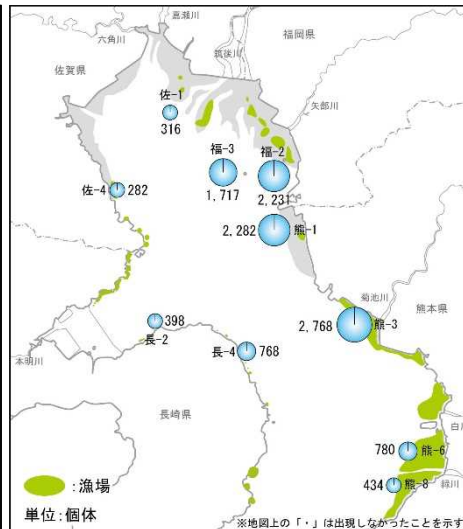
調査年度	春季	秋季
27年度	(未調査)	<ul style="list-style-type: none"> 有明海全域で浮遊幼生を確認。(80~7,801個体) 出現が多い場所は、有明海湾奥奥部(福岡県沖)、有明海中央東部(熊本県沖)で約1,200~7,800個体が出現。 発生ピークは1回。
28年度	<ul style="list-style-type: none"> 有明海全域で浮遊幼生を確認。(282~2,768個体) 出現の多い場所は、有明海湾奥奥部(福岡県沖)、有明海中央東部(熊本県沖)で約2,200~2,800個体が出現。 発生ピークは3回。 	<ul style="list-style-type: none"> 有明海全域で浮遊幼生を確認。(300~4,340個体) 出現が多い場所は、有明海湾奥奥部(福岡県沖)で約2,500個体、諫早湾、有明海湾口部で約2,200~4,300個体が出現。 発生ピークは2回。
29年度	<ul style="list-style-type: none"> 佐賀県沖の一部を除く有明海全域で浮遊幼生を確認。(0~6,845個体) 出現の多い場所は、有明海湾奥奥部(福岡県沖、佐賀県沖)で約2,800~6,900個体、有明海中央東部(熊本県沖)で約2,000~3,800個体、諫早湾で約2,900個体が出現。 発生ピークは3回。 平成28~30年度の春季で浮遊幼生数が最多。 	<ul style="list-style-type: none"> 有明海全域で浮遊幼生を確認。(23~41,707個体) 出現が多い場所は、有明海湾奥奥部(福岡県沖)、有明海中央東部(熊本県沖)で約10,000個体以上出現。 発生ピークは2回。 平成27~30年度の秋季で浮遊幼生数が最多。
30年度	<ul style="list-style-type: none"> 有明海全域で浮遊幼生を確認。(103~1,478個体) 出現の多い場所は、有明海中央東部(熊本県沖)で約1,500個体が出現。 明確な発生ピークなし。 有明海全域で少ない傾向。(ただし、観測初期からフルグロウン期幼生が確認されており、産卵時期が早かったものと想定される。) 	<ul style="list-style-type: none"> 有明海全域で浮遊幼生を確認。(366~15,495個体) 出現が多い場所は、有明海湾奥奥部(福岡県沖、佐賀県沖)、有明海中央東部(熊本県沖)で約2,300~16,000個体が出現。 発生ピークは3回。

(3) アサリ浮遊幼生の出現状況②

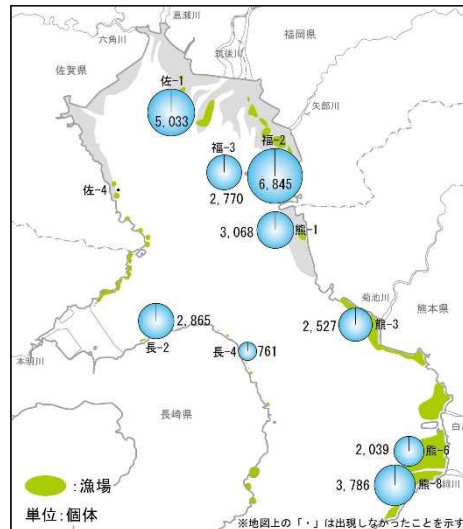
〔平成27年度春季〕



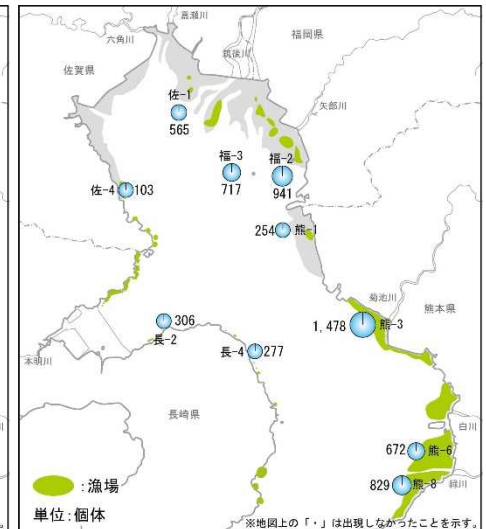
〔平成28年度春季〕



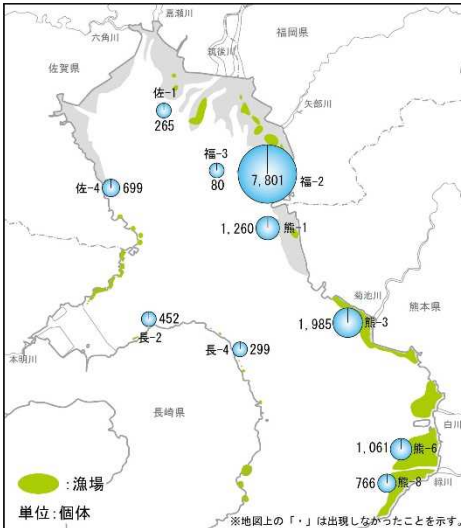
〔平成29年度春季〕



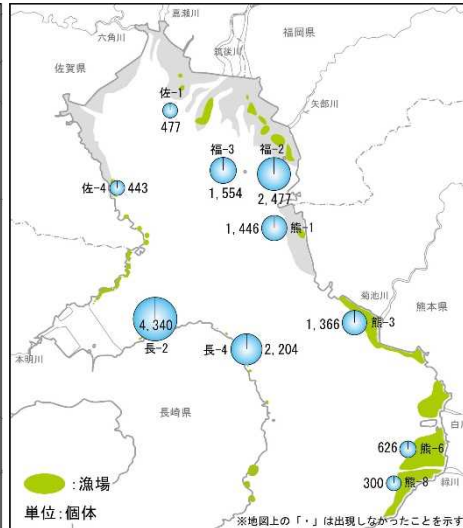
〔平成30年度春季〕



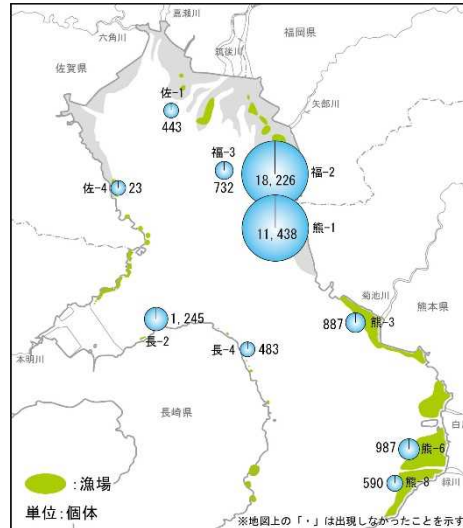
〔平成27年度秋季〕



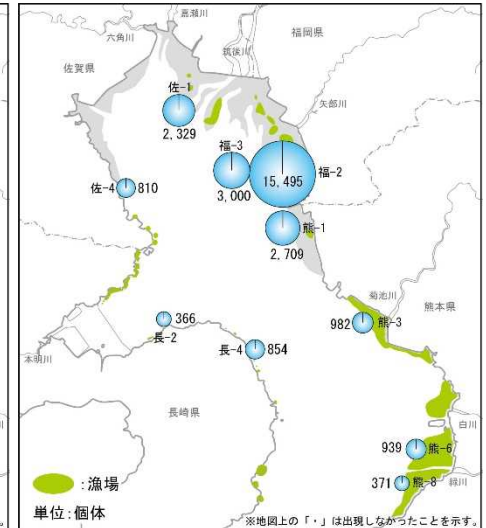
〔平成28年度秋季〕



〔平成29年度秋季〕



〔平成30年度秋季〕



※500個体以下の出現地点は同一の円の面積で示した。
 ※10,000個体以上の出現地点は同一の円の面積で示した。

(3) アサリ浮遊幼生の出現状況③ (春季の浮遊幼生数)

調査地点	27年度	28年度	29年度	30年度
福-1	—	265	2,100	—
福-2	—	2,231	6,845	941
福-3	—	1,717	2,770	717
福-4	—	2,702	15,546	—
佐-1	—	316	5,033	565
佐-2	—	1,113	135	—
佐-3	—	278	233	—
佐-4	—	282	0	103
佐-5	—	215	2,460	—
長-1	—	1,124	649	—
長-2	—	398	2,865	306
長-3	—	723	3,362	—
長-4	—	768	761	277
長-5	—	581	648	—
熊-1	—	2,282	3,068	254
熊-2	—	3,742	3,072	—
熊-3	—	2,768	2,527	1,478
熊-4	—	1,575	3,656	—
熊-5	—	1,206	2,187	—
熊-6	—	780	2,039	672
熊-7	—	698	1,515	—
熊-8	—	434	3,786	829
合計(22地点)	—	26,198	65,257	—
合計(10地点)	—	11,973	29,694	6,142

※単位：個体

※浮遊幼生調査は、各地点の水深に応じて2層(2m³)、3層(3m³)で浮遊幼生を採取しており、平面図及び表中の浮遊幼生数は、調査期間中(4~6月)の1m³あたり浮遊幼生の合計数を表記している。

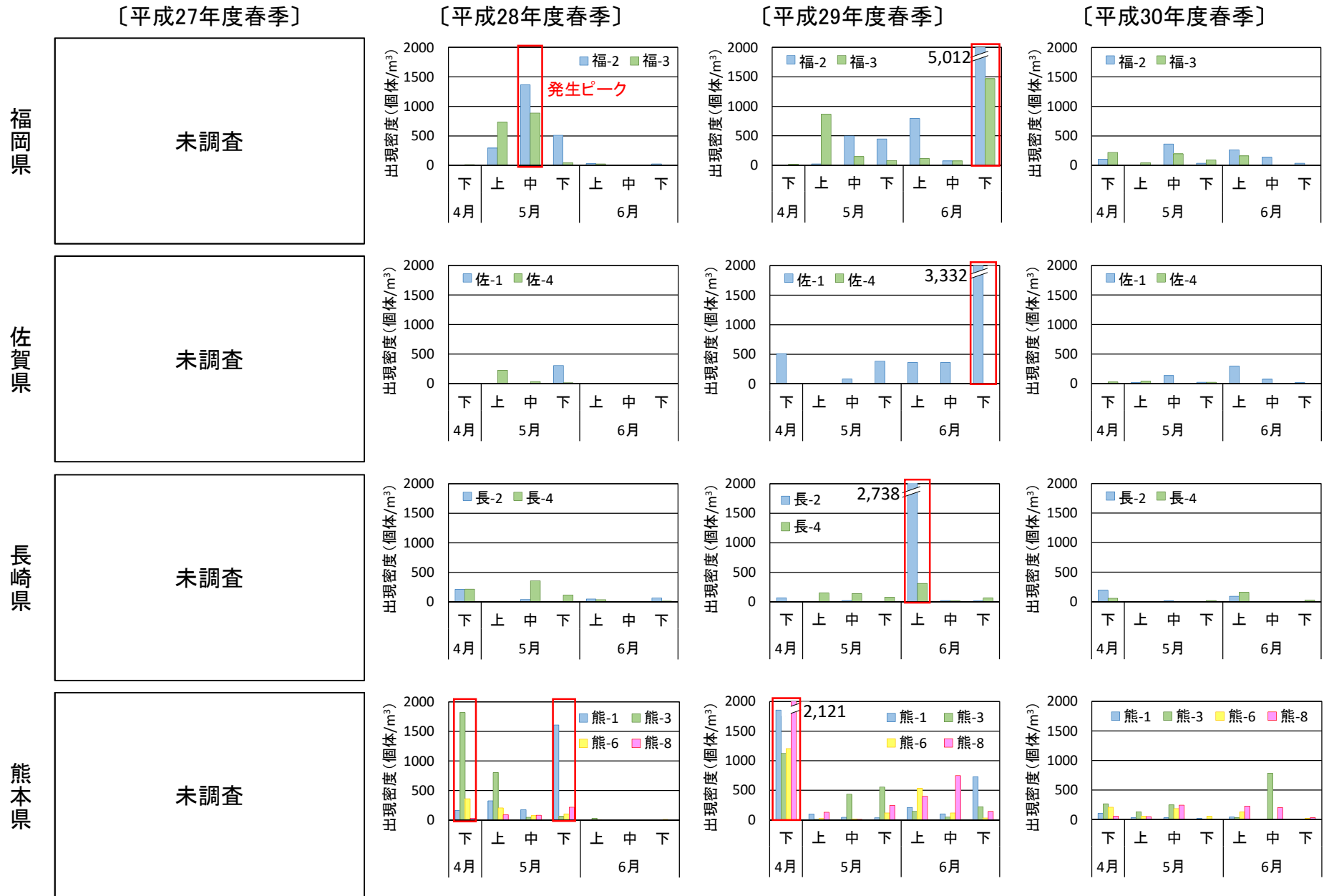
※表中の「—」は調査を実施していないことを示す。

(3) アサリ浮遊幼生の出現状況④ (秋季の浮遊幼生数)

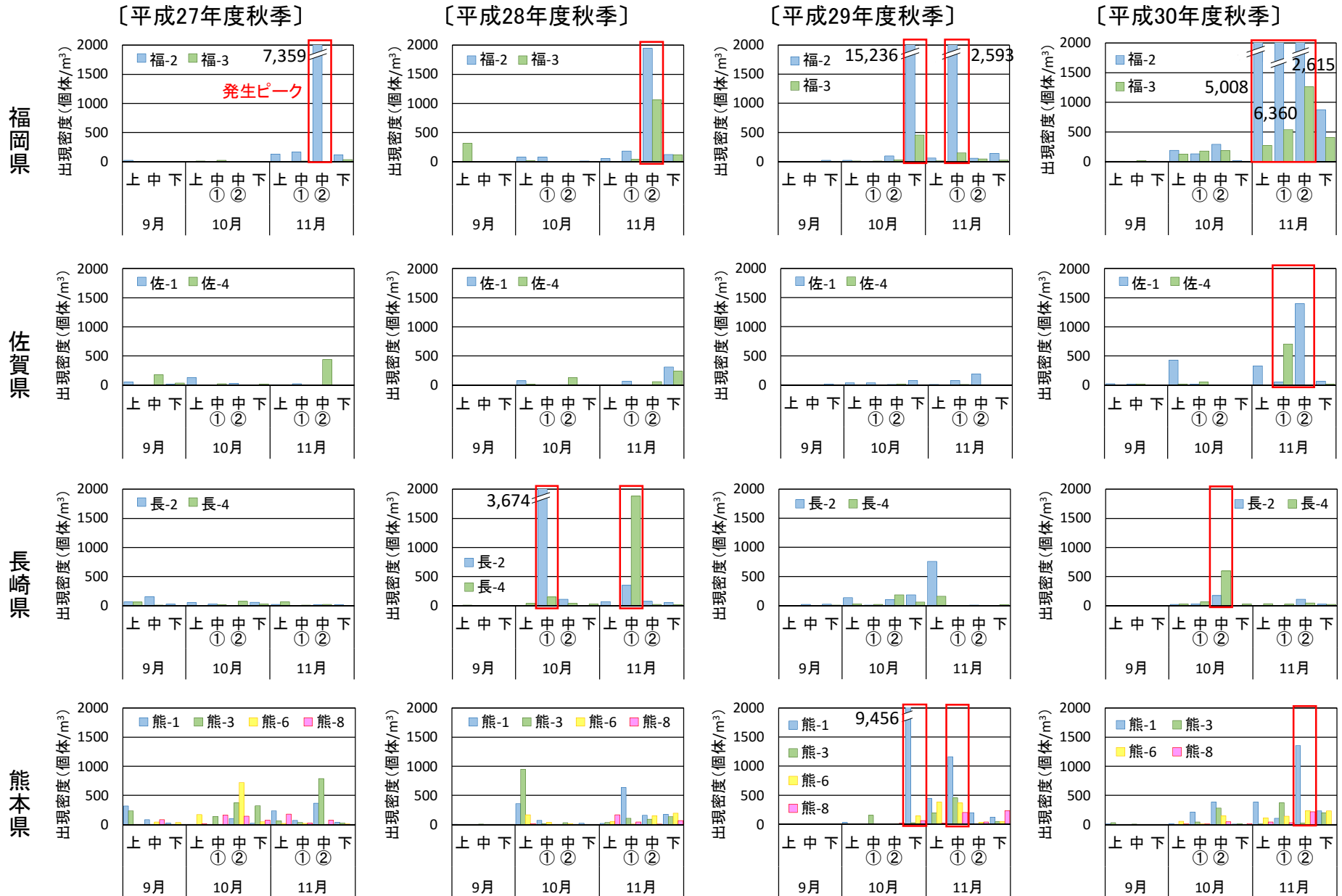
調査地点	27年度	28年度	29年度	30年度
福-1	51	34	878	—
福-2	7,801	2,477	18,226	15,495
福-3	80	1,554	732	3,000
福-4	122	353	1,106	—
佐-1	265	477	443	2,329
佐-2	242	63	1,133	—
佐-3	767	99	120	—
佐-4	699	443	23	810
佐-5	327	235	1,441	—
長-1	155	438	298	—
長-2	452	4,340	1,245	366
長-3	560	1,834	826	—
長-4	299	2,204	483	854
長-5	415	1,466	806	—
熊-1	1,260	1,446	11,438	2,709
熊-2	722	1,081	41,707	—
熊-3	1,985	1,366	887	982
熊-4	3,968	970	572	—
熊-5	553	694	836	—
熊-6	1,061	626	987	939
熊-7	1,188	619	1,068	—
熊-8	766	300	590	371
合計(22地点)	23,738	23,119	85,845	—
合計(10地点)	14,668	15,233	35,054	27,855

※単位: 個体
 ※浮遊幼生調査は、各地点の水深に応じて2層(2m³)、3層(3m³)で浮遊幼生を採取しており、平面図及び表中の浮遊幼生数は、調査期間中(9~11月)の1m³あたり浮遊幼生の合計数を表記している。
 ※表中の「—」は調査を実施していないことを示す。

(3) アサリ浮遊幼生の出現状況⑤ (浮遊幼生の経旬変化・春季)



(3) アサリ浮遊幼生の出現状況⑤ (浮遊幼生の経旬変化・秋季)



(4) 平成27年度（秋季）から平成30年度までの調査結果のまとめ

- 浮遊幼生は、春季、秋季ともに有明海全域で確認され、特に、有明海湾奥奥部の福岡県沖、有明海中央東部の熊本県沖が多かった。
- 浮遊幼生の出現個体数は、地点間および年度・季節による変動が大きいですが、平成29年度は春季、秋季ともに浮遊幼生の出現個体数が多かった。
- 浮遊幼生の発生ピークは、年度・季節によって時期が異なるが、有明海では春季・秋季で概ね2～3回の発生ピークがみられた。
- 日本の主要なアサリ漁場である東京湾、三河湾、伊勢湾の浮遊幼生発生量※は、東京湾で200～900個体/m³以上（いずれも殻長100μm以下のD型幼生）、三河湾で100～20,000個体/m³（D型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生）、伊勢湾で100～300個体/m³（D型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生）であり、有明海の発生量（100～15,000個体/m³、D型幼生からフルグロウン期幼生までの浮遊幼生）は三河湾の発生量と同程度であった。

※引用文献

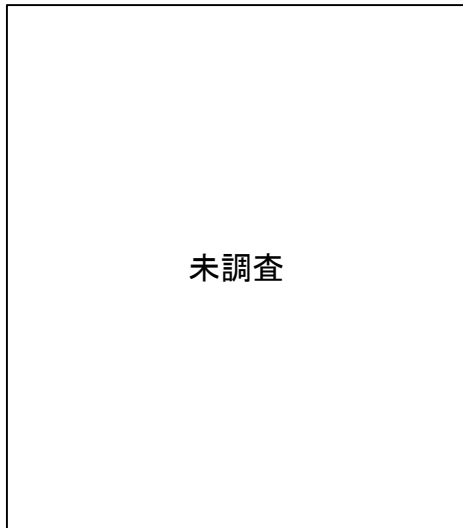
東京湾：粕谷智之、東京湾におけるアサリ浮遊幼生の動態、水産総合研究センター研究報告（2005年）

三河湾：黒田伸郎、三河湾におけるアサリD型幼生の分布、愛知県水産試験場研究報告（2002年）

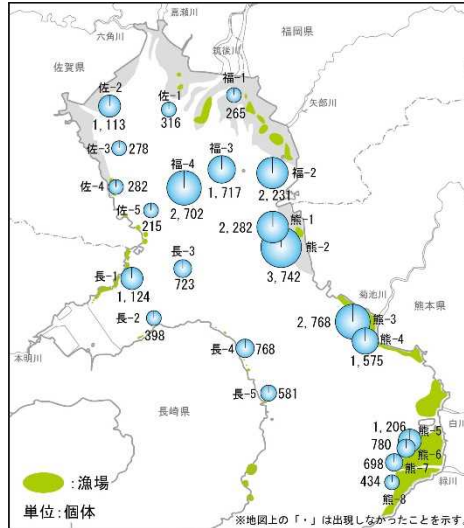
伊勢湾：水野知己ほか、三重県における伊勢湾のあさり漁業の変遷と展望（総説）、三重県水産研究所研究報告（2009）

【参考資料 1】 調査期間中の浮遊幼生数・全調査地点

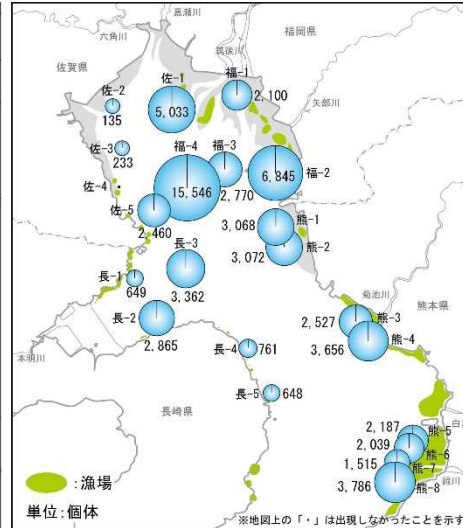
〔平成27年度春季〕



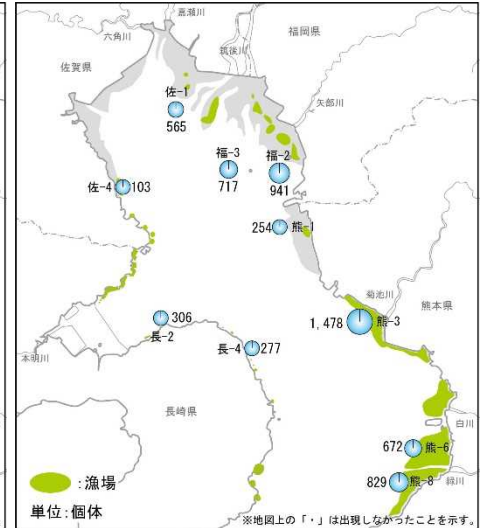
〔平成28年度春季〕



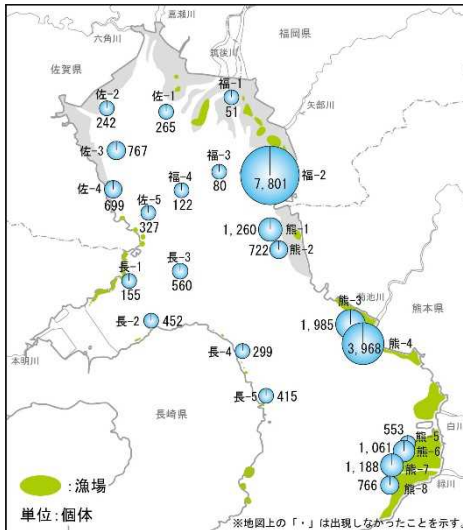
〔平成29年度春季〕



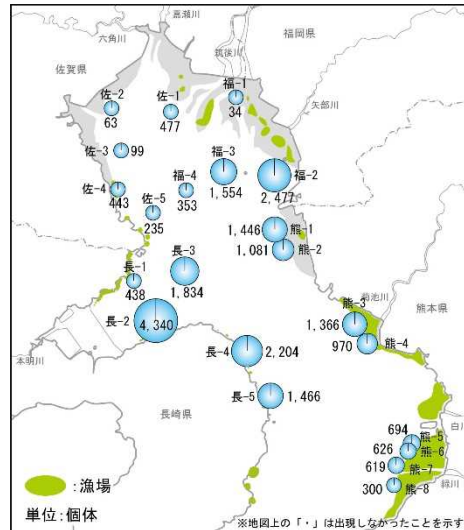
〔平成30年度春季〕



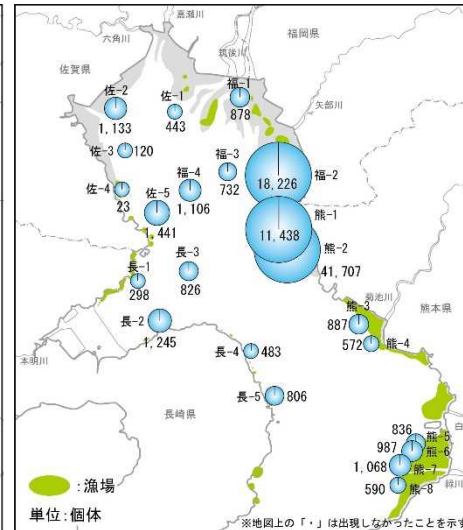
〔平成27年度秋季〕



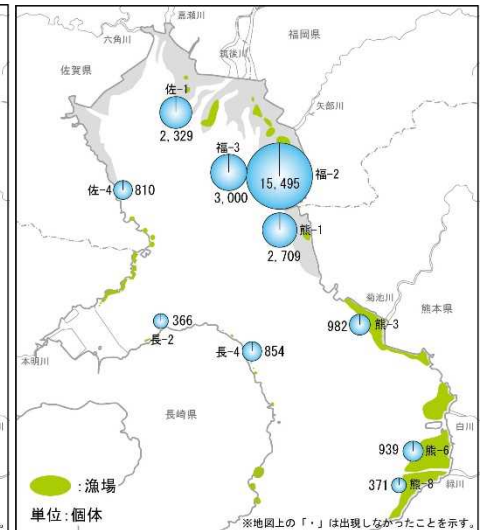
〔平成28年度秋季〕



〔平成29年度秋季〕



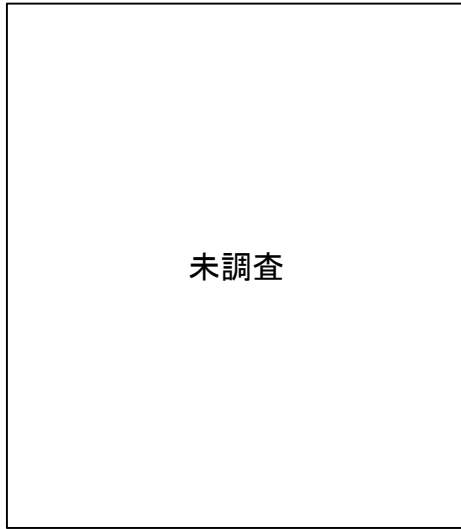
〔平成30年度秋季〕



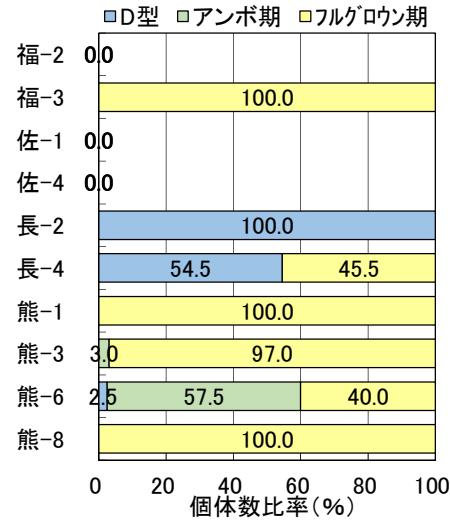
※500個体以下の出現地点は同一の円の面積で示した。
 ※10,000個体以上の出現地点は同一の円の面積で示した。

【参考資料2】各季節における発生ピーク時の成長ステージ別の構成比率（底層）

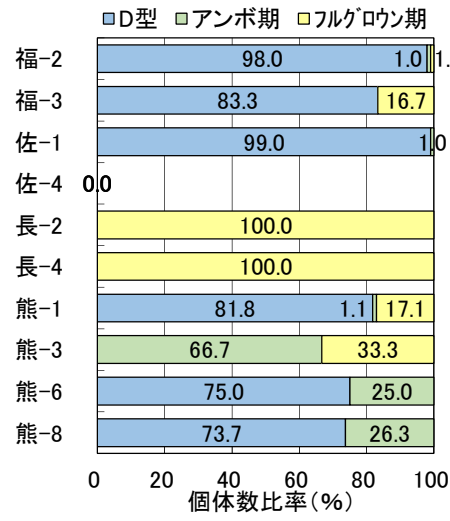
〔平成27年度春季〕



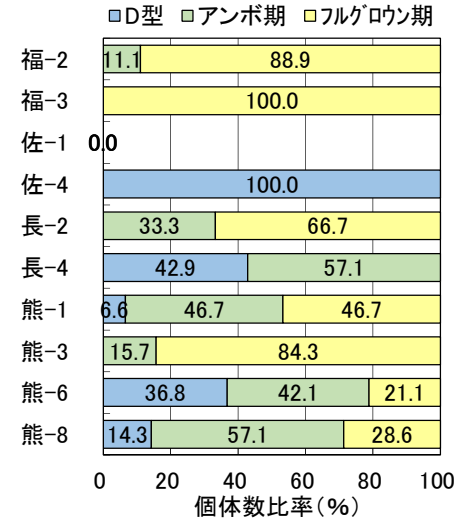
〔平成28年度春季・4月下旬〕



〔平成29年度春季・6月下旬〕

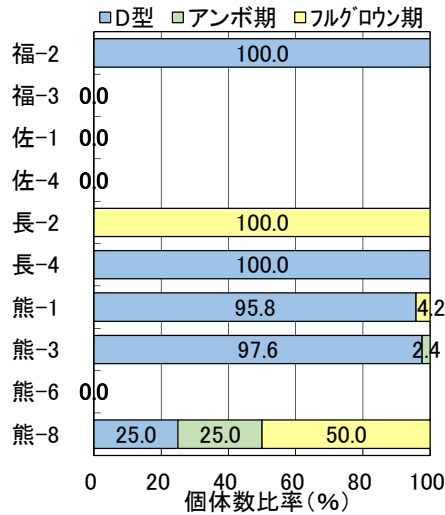


〔平成30年度春季・4月下旬〕

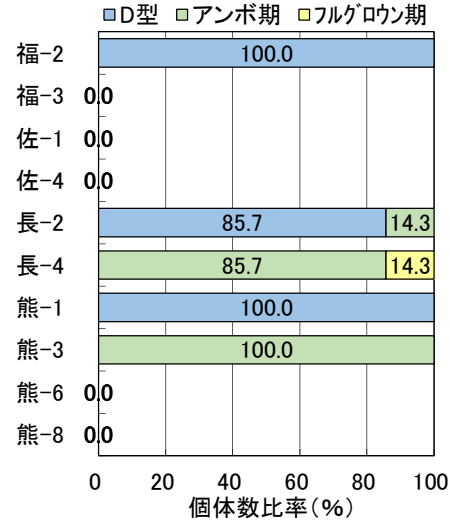


※30年度春季は明確な発生ピークがみられなかったため、特徴的な調査日の構成比率を掲載。

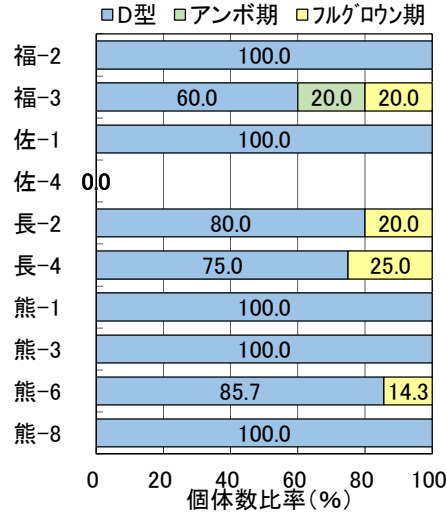
〔平成27年度秋季・10月中旬②〕



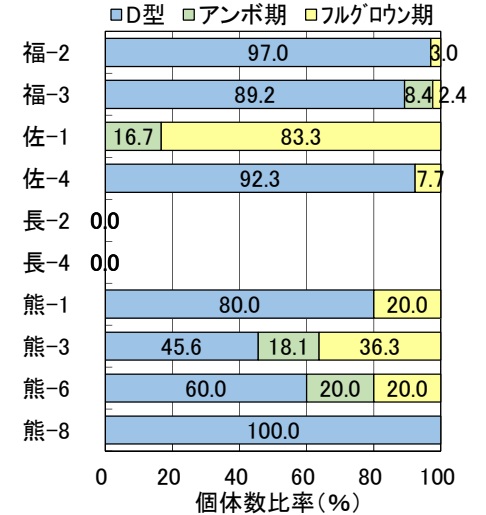
〔平成28年度秋季・10月中旬①〕



〔平成29年度秋季・10月下旬〕



〔平成30年度秋季・11月中旬①〕



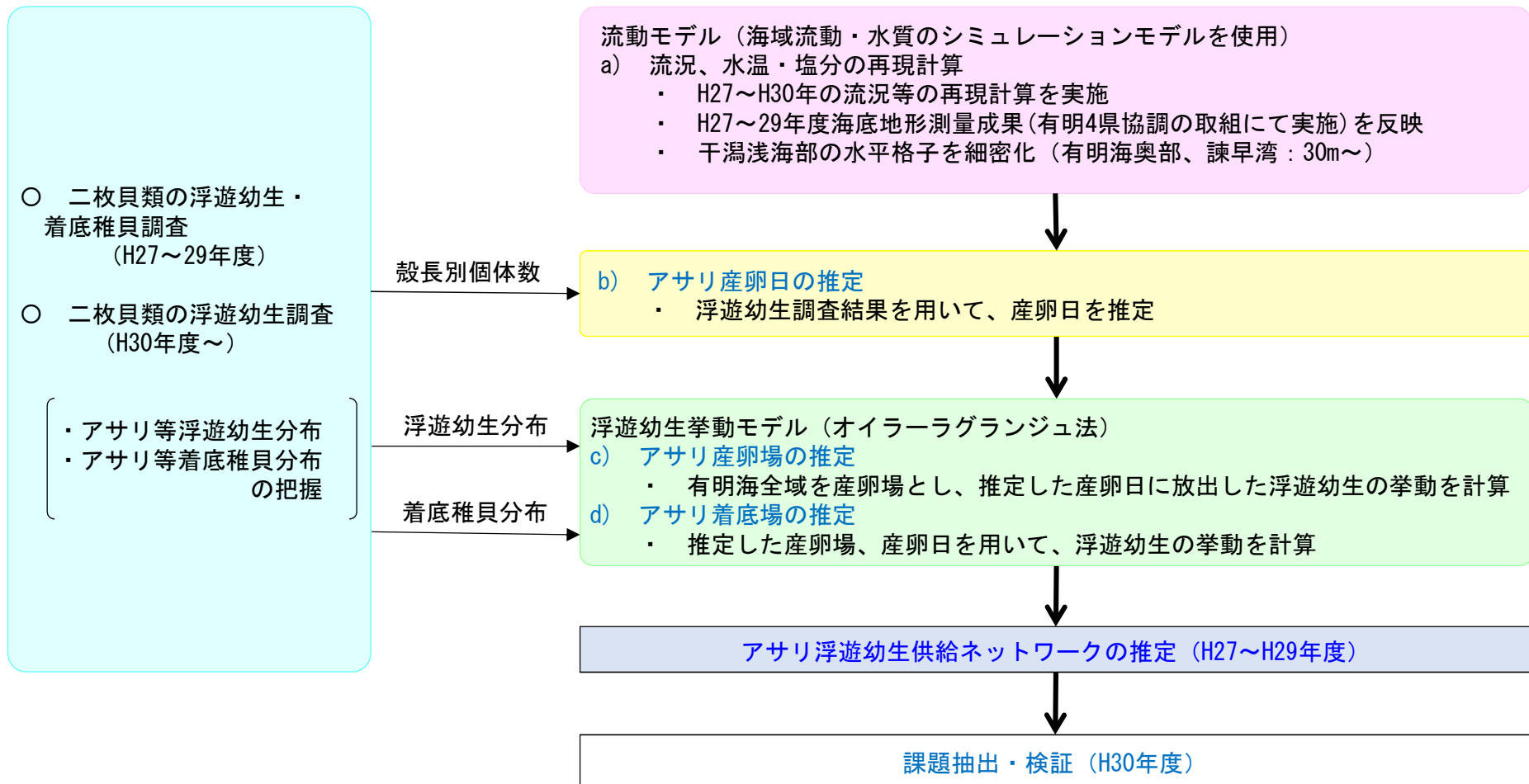
2. アサリの浮遊幼生ネットワークの形成に向けた取組

(1) 取組の概要

- 平成27～29年にかけて、有明沿岸4県と国は協調して、二枚貝類の浮遊幼生の挙動を推定するシミュレーションモデルを構築し、アサリの浮遊幼生ネットワーク推定等のデータ蓄積を行ってきた。
- 平成30年度以降は、アサリの広域的な再生産サイクルの形成に向け、漁場環境改善策の適切な組み合わせにより、有明海全体で十数箇所之母貝団地を造成する取組を推進し、併せて、安定的な再生産サイクル形成に必要な産卵母貝量の把握と、個々の課題に係る技術開発や実証事業の取組を進めることとしている。
- 平成30年度は、産卵場や着底場と推定された箇所において母貝団地の造成を進めるとともに、浮遊幼生モデルを用いて効果的な対策を進めるための広域的な浮遊幼生ネットワーク形成における課題の抽出、改善策の検討を行った。

(2) 有明海におけるアサリの浮遊幼生ネットワークの推定

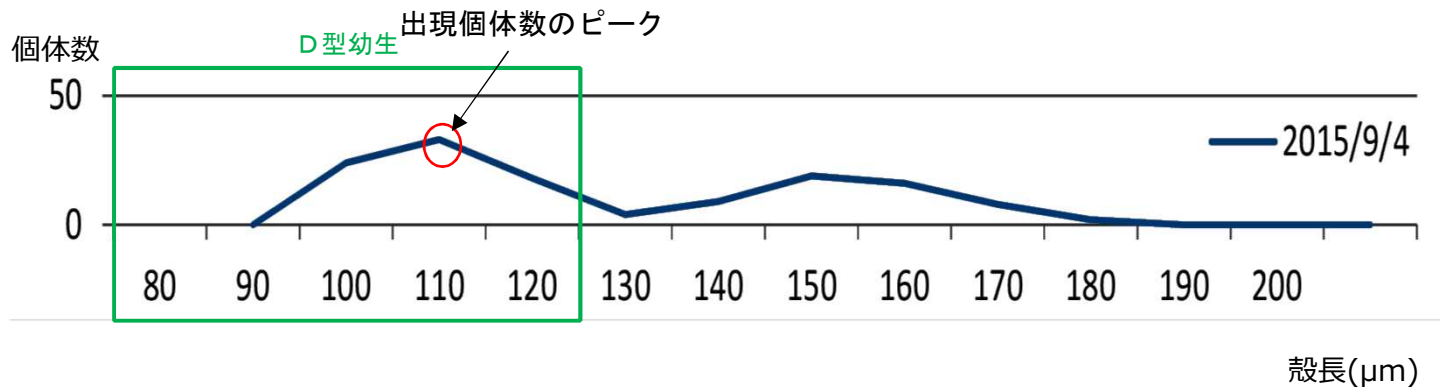
○ 二枚貝類の浮遊幼生・着底稚貝調査の結果を踏まえ、有明海の流況、水温・塩分の再現計算を行う流動モデルと、アサリの産卵場、着底場の推定を行う浮遊幼生挙動モデルを構築している。



①アサリの産卵日の推定

- 各調査日において、D型幼生の出現個体数がピークとなる殻長を求めた。
- 求めた殻長と殻長成長速度式から、産卵日を推定した。

アサリ（D型幼生期）の殻長成長速度式※： $(0.641 \times \text{水温} - 7.45) \times 2$ （ $\mu\text{m}/\text{日}$ ）



- ・ H27年9月の平均水温=25°C→成長速度=17.2 μm /日
- ・ 産卵直後のアサリの殻長=60 μm から殻長110 μm となるのに約3日間必要であり、調査日が9月4日であることから、産卵日は9月1日と推定

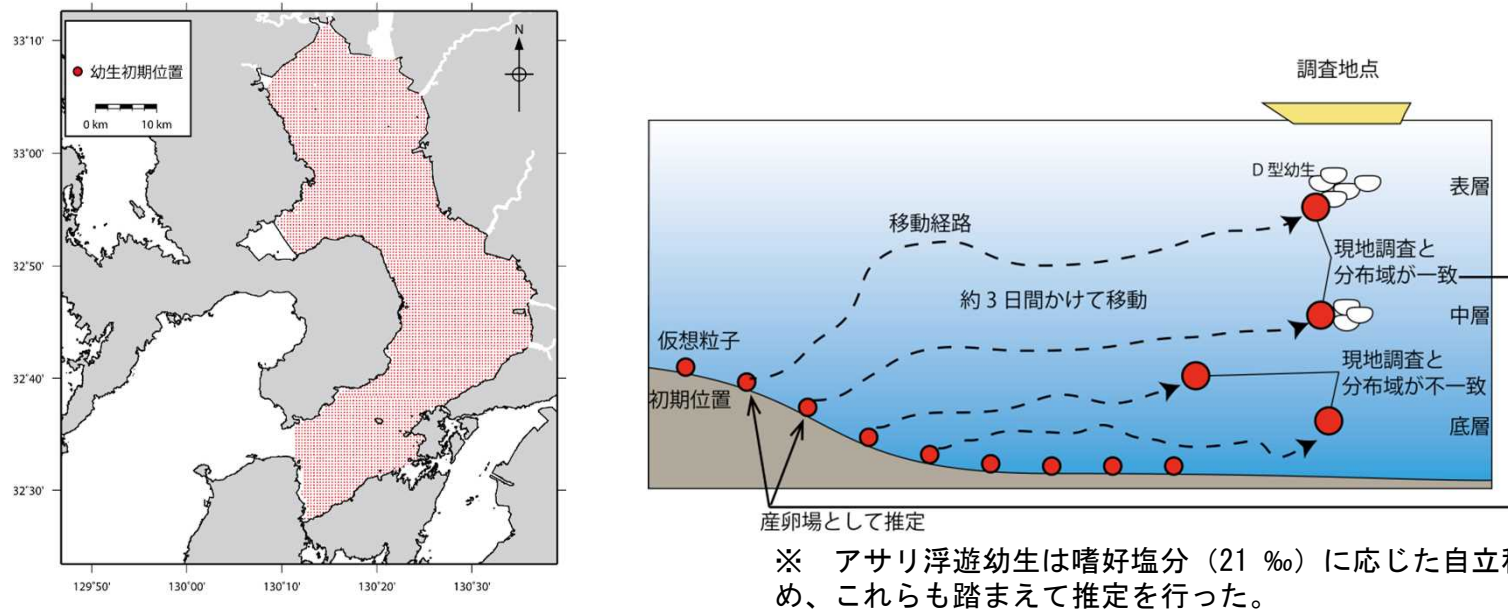
参考図1：平成27年9月4日における殻長別出現個体数と産卵日推定の例

※殻長成長速度式は以下の文献と平成27年度有明海浮遊幼生調査結果をもとに設定した。

- ・ 荒川純平・黒田伸郎（2003）アサリ浮遊幼生の窒素・リン摂取速度定式化の試み. 愛知水試研報, 10, 15-20.
- ・ 熊本県（2006）熊本県アサリ資源管理マニュアル 熊本県アサリ資源管理マニュアルⅡ—アサリを安定的に漁獲するために アサリを安定的に漁獲するために—

②アサリの産卵場の推定

- 仮想粒子を有明海全域に100m間隔で配置し、推定した産卵日から計算を行った。
- 計算上での調査日における仮想粒子分布と調査結果を比較し、浮遊幼生調査結果と分布場所が一致した仮想粒子の初期位置を産卵場として抽出した。

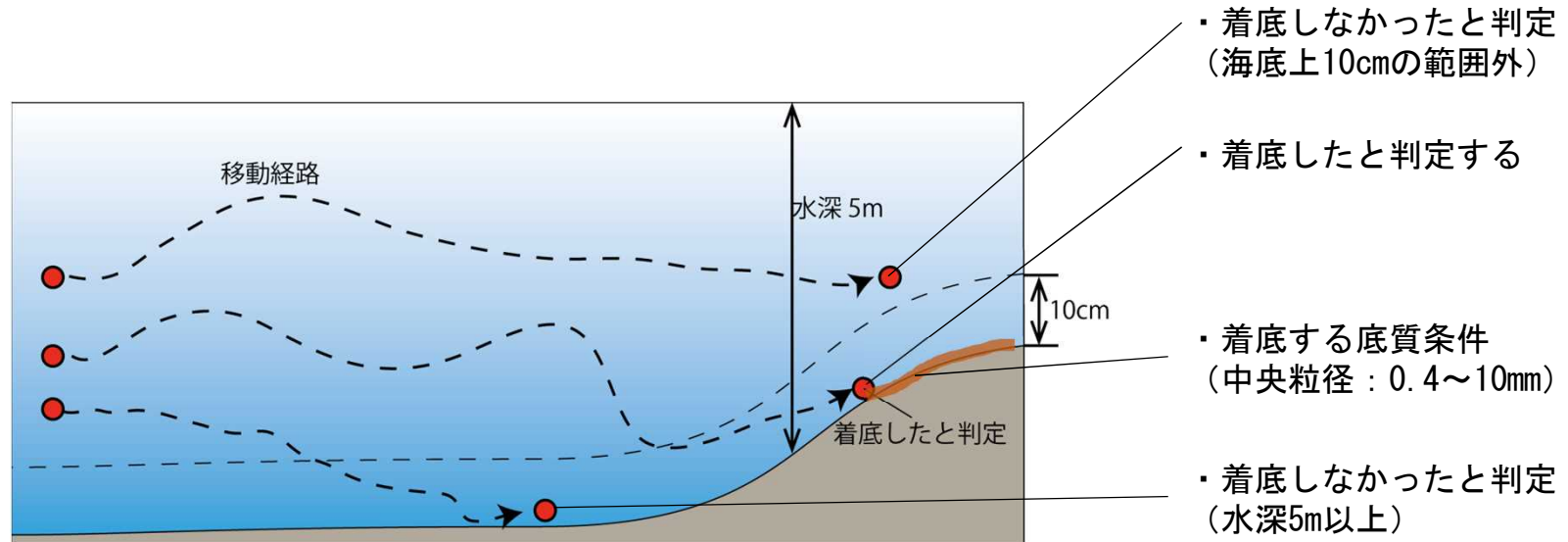


参考図2：産卵場の推定方法

※参考文献：石田基雄, 小笠原桃子, 村上知里, 桃井幹夫, 市川哲也, 鈴木輝明(2005) アサリ浮遊幼生の成長に伴う塩分選択行動特性の変化と鉛直移動様式再現モデル, 水産海洋研究, 69(2), pp. 73-82.

③アサリの着底場の推定

- 推定した産卵日、産卵場を用いて浮遊幼生の挙動をシミュレーションした。
- この際、浮遊幼生の着底は、
 - ① 底質の中央粒径が0.4~10mmの範囲であること
 - ② フルグロウン期以降に水深5m以浅の海域の海底上10cmに1時間以上滞在していることを条件としている※。



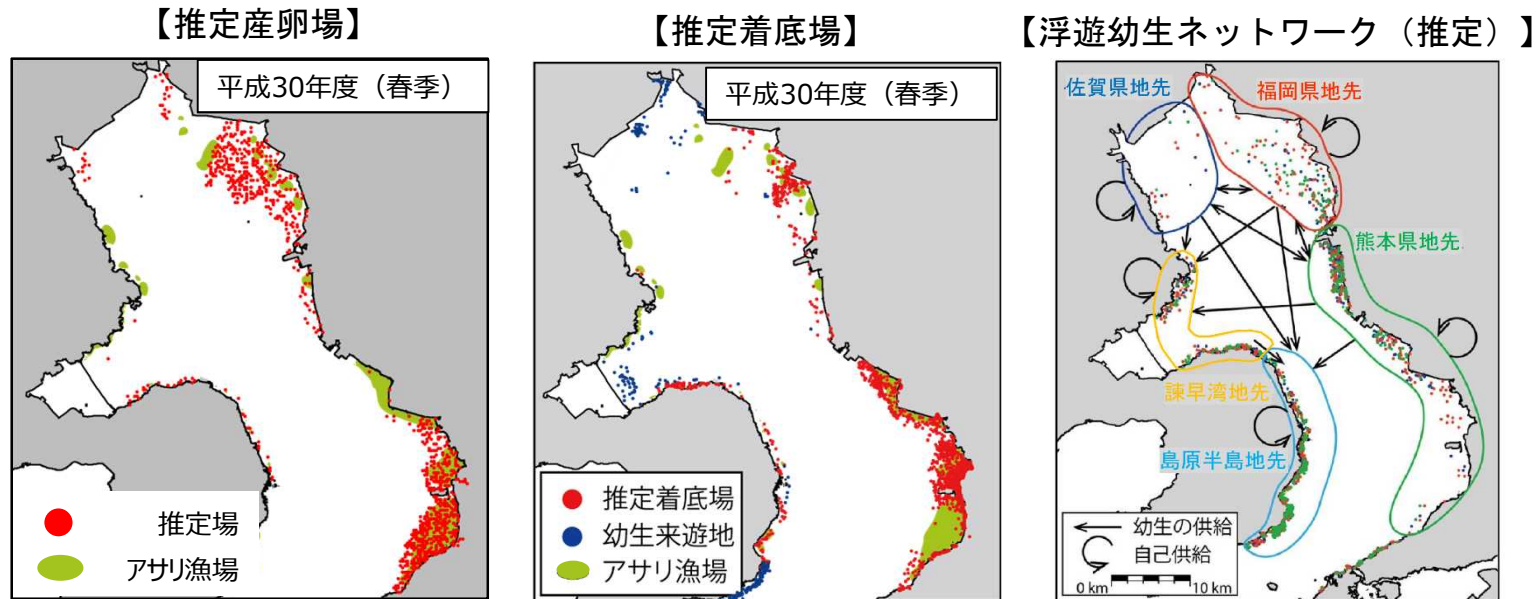
参考図3：着底場の推定方法

※①はアサリ成貝期の生育環境適地条件（水産庁（2013））とともに設定した。

②は複数の条件について感度解析を行い、着底稚貝調査結果や既往のアサリ漁場分布に最も近い着底場分布を示した条件を用いた。

④アサリの浮遊幼生ネットワークの推定結果

- 主要なアサリ漁場と産卵場、着底場が概ね一致する結果となった。
- 福岡県、佐賀県、熊本県地先は浮遊幼生を相互供給するとともに、諫早湾地先や島原半島地先へ幼生を供給するなど、有明海では広域的なアサリの浮遊幼生供給関係があることが推定された。



グループ	他グループへの供給	他グループからの供給	自グループ内での供給
1. 福岡県地先	すべてのグループ	グループ2, 4	あり
2. 佐賀県地先	すべてのグループ	グループ1, 4	あり
3. 諫早湾地先	グループ5	グループ1, 2, 4	あり
4. 熊本県地先	すべてのグループ	グループ1, 2	あり
5. 島原半島地先	なし	すべてのグループ	あり

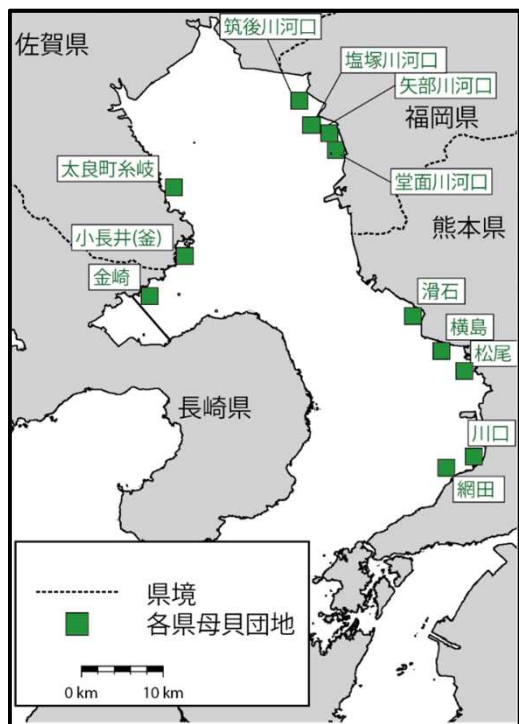
参考図5：これまでのデータ蓄積

(引用文献：藤家 亘, 井下 恭次, 武元 将忠, 江口 秀治, 西 利明, 松山 幸彦 (2018) 有明海アサリ浮遊幼生の干潟間供給ネットワーク, 土木学会論文集B2 (海岸工学), 74, 2, p. 1261-1266.)

(3) 母貝団地造成によるアサリの浮遊幼生ネットワークの形成

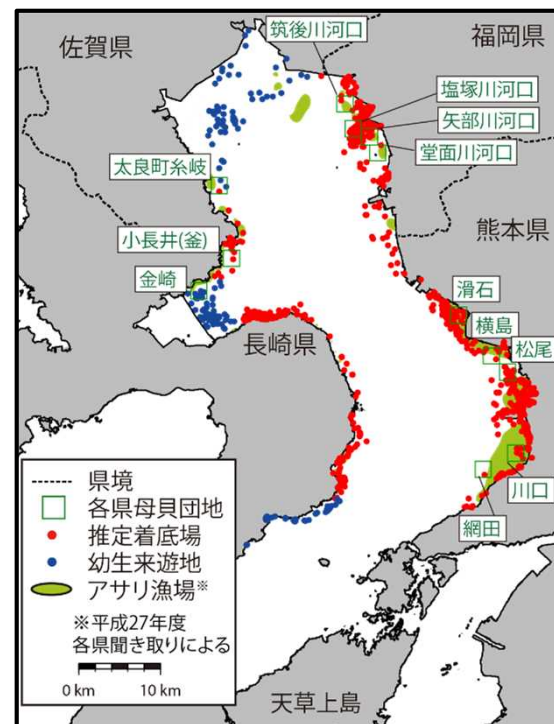
①母貝団地からの幼生の着底状況

- 有明海沿岸4県において、漁業調整規則に基づく漁獲制限や漁業団体による資源保護が継続的に行われている12箇所をアサリの母貝団地としてエリアを設定。
- これら母貝団地から発生する浮遊幼生の着底場等を浮遊幼生シミュレーションモデルにより推定したところ、概ね既存のアサリ漁場に着定することが確認された。



各県母貝団地の事業海域

	母貝団地
福岡県	筑後川河口 (有区301・3号) 塩塚川河口 (有区9・10号) 矢部川河口 (有区20・24号) 堂面川河口 (有区303号)
佐賀県	太良町糸岐
長崎県	小長井(釜), 金崎
熊本県	滑石, 横島, 松尾, 川口, 網田



着底場・来遊地推定結果

②アサリの母貝団地間の相互幼生供給関係

○ 有明海のアサリ漁場への安定的な幼生供給のためには、母貝団地が相互に幼生を供給していることが望ましいことから、既存母貝団地間の相互幼生供給関係を推定した。

○ 熊本県・網田を除く全ての母貝団地は、他の母貝団地から幼生の供給を受け、長崎県・金崎を除く全ての母貝団地では、他の母貝団地へ幼生を供給していた。

○ この結果、既存母貝団地において、複数母貝団地間の幼生需給関係があり、重層的なネットワークを形成していることが確認された。

○ ただし、熊本県・網田へ幼生を供給する母貝団地がないこと、熊本県・川口への供給源は、自己供給を除き網田のみであることから、網田や川口の母貝団地管理のあり方等の検討が必要と考えられる。

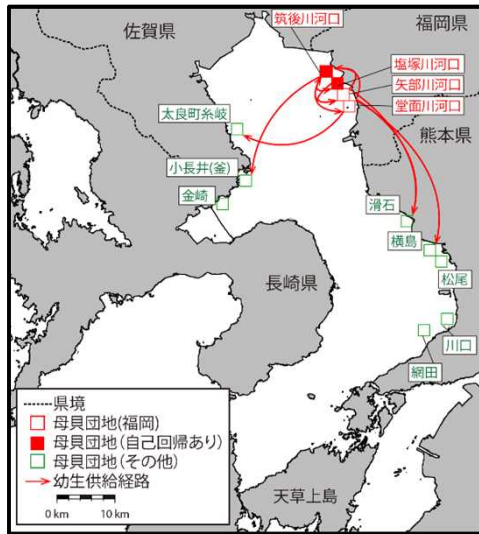
供給源 \ 供給先	筑後川河口	塩塚川河口	矢部川河口	堂面川河口	糸岐	小長井	金崎	滑石	横島	松尾	川口	網田
筑後川河口	○	○	○	○		○						
塩塚川河口	○	○	○									
矢部川河口	○							○				
堂面川河口	○				○			○	○			
糸岐		○	○			○	○					
小長井						○	○					
金崎												
滑石				○			○	○	○	○		
横島	○	○	○		○	○	○					
松尾	○	○	○									
川口		○	○	○				○	○	○	○	
網田								○	○	○	○	○

(着色部は自己供給)

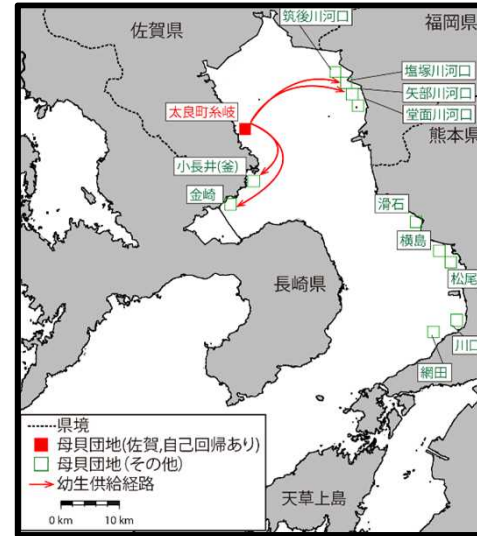
(○モデルを精緻化等した場合に需給関係が変わる場合がある。)

各県母貝団地の相互幼生供給関係

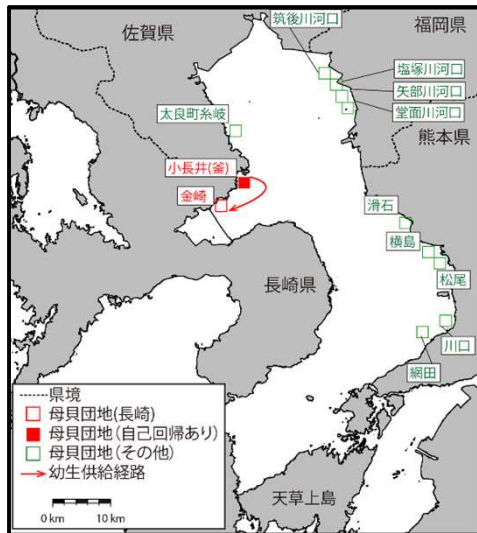
【参考】母貝団地の浮遊幼生相互供給間系図



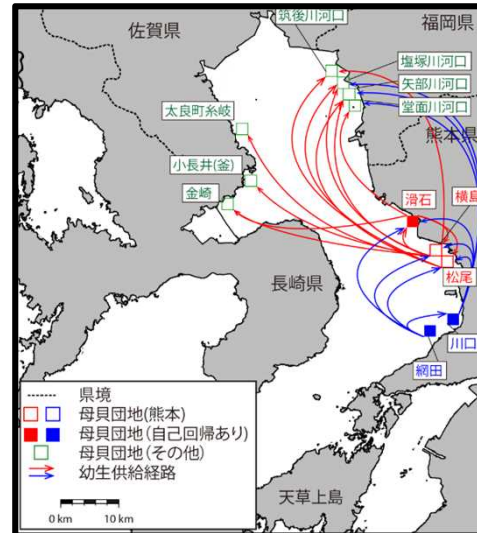
《福岡県の母貝団地を供給源とした場合》



《佐賀県の母貝団地を供給源とした場合》



《長崎県の母貝団地を供給源とした場合》



《熊本県の母貝団地を供給源とした場合》

- 母貝団地間の相互幼生供給関係を示す。矢印は幼生供給源から供給先へ結んでいる。
- 熊本県については母貝団地が多いため、滑石、横島、松尾を赤色、川口、網田を青色で示した。
- モデルを精緻化等した場合に需給関係が変わる場合がある。

【参考】 平成30年度以降のアサリの取組イメージ

広域的な再生産サイクルの形成に向け、漁場環境改善策の適切な組合せにより、有明海全体で十数箇所の母貝場造成の取組を推進する。併せて、安定的な再生産サイクル形成に必要な産卵母貝量の把握と、個々の技術的課題に係る技術開発や実証事業に取り組む。

重点エリアの設定



- 有明海特産魚介類生息環境調査の想定エリア
- 有明海漁業振興技術開発事業の想定エリア
- 有明海のアサリ等の生産性向上実証事業の想定エリア

有明海特産魚介類生息環境調査 (広域的なネットワークの強化)

浮遊幼生の
着底場所

密度管理
資源管理



移植・放流



保護区設定



養殖

各々の海域環境に応じた適切な組合せで対策を実施



採苗(網袋等)



覆砂



耕うん



食害防止対策

有明海漁業振興技術開発事業
(リスク管理としての種苗
生産技術の強化)



中間育成

有明海のアサリ等の生産性向上実証事業
(生産性向上のための技術的課題の解決)



貧酸素水塊軽減
(カキ礁の再生)



稚貝育成技術



母貝場造成技術



稚貝移植技術

浮遊幼生調査・資源調査等により効果を把握

広域的な再生産サイクルの形成