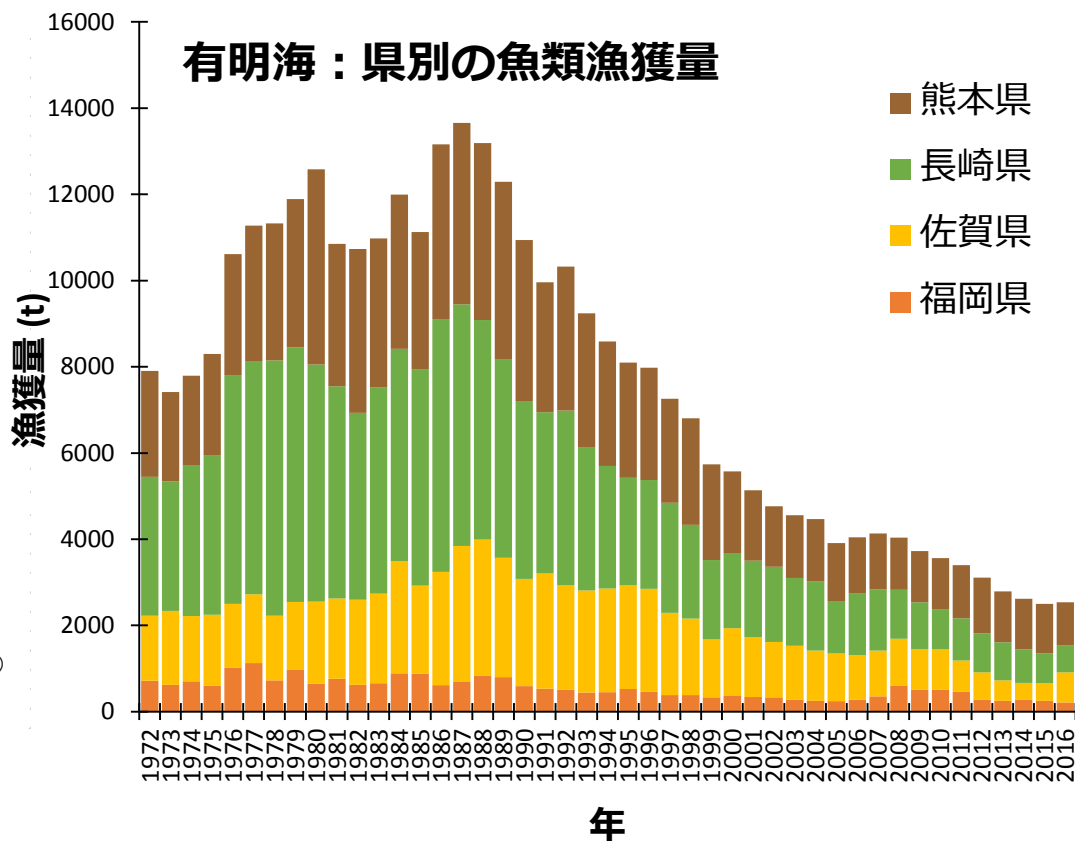
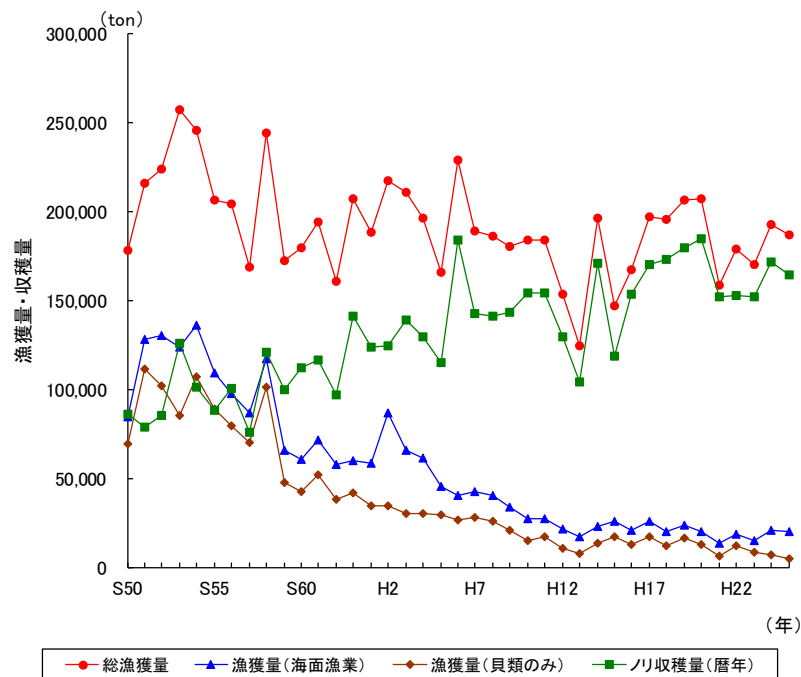
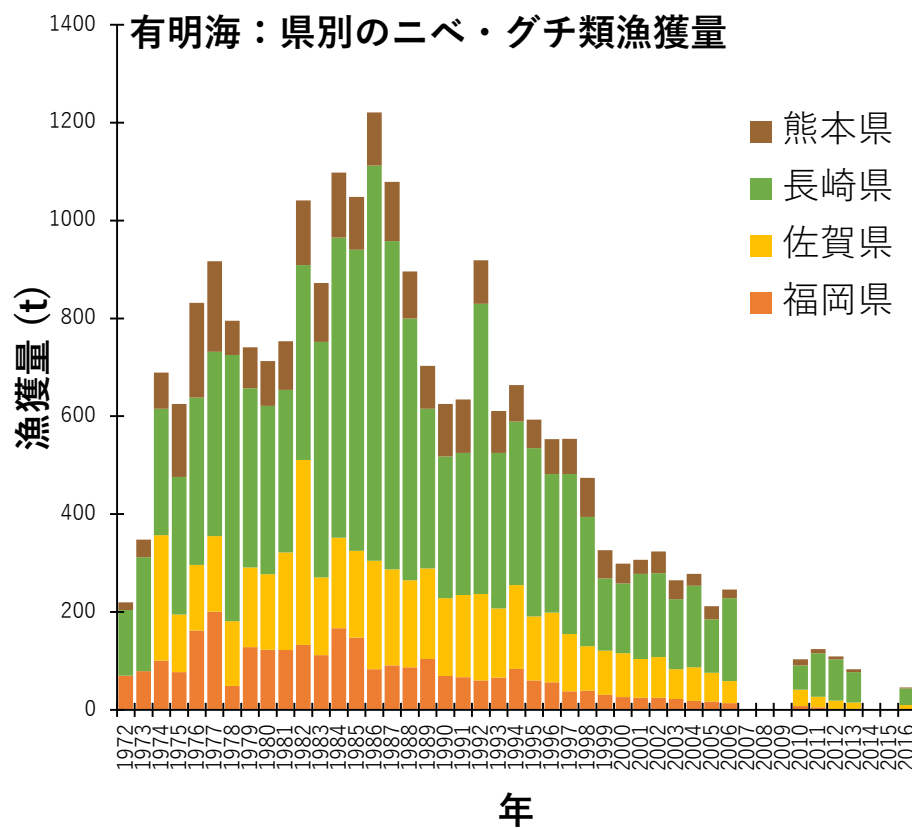
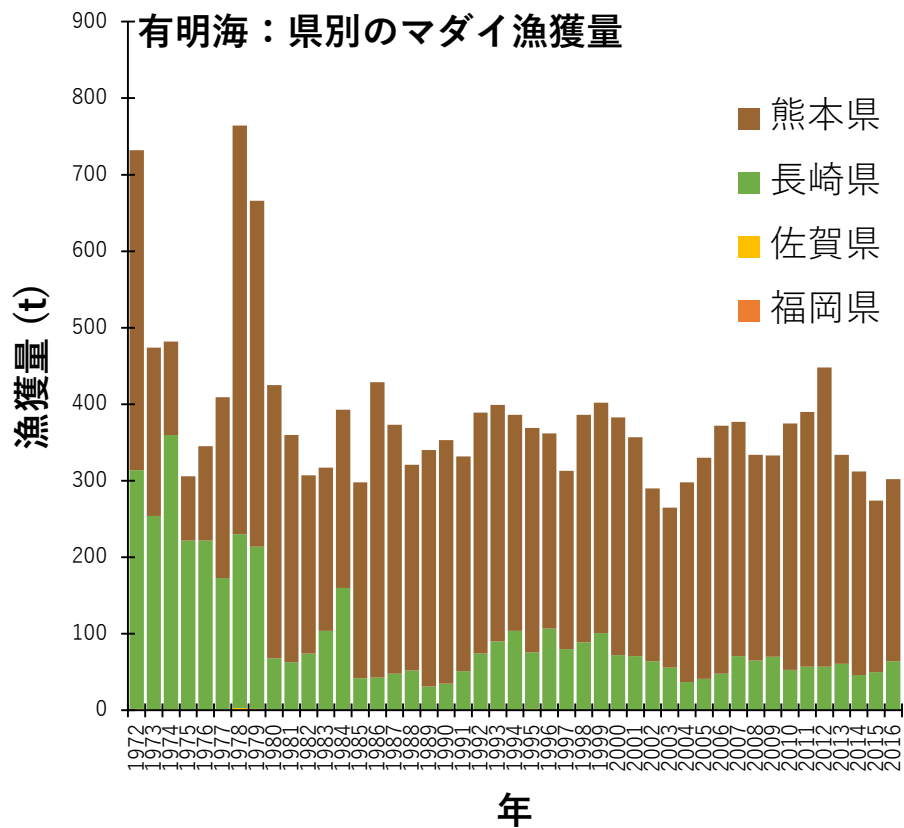


有明海・八代海の魚類について

長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科
山口 敦子

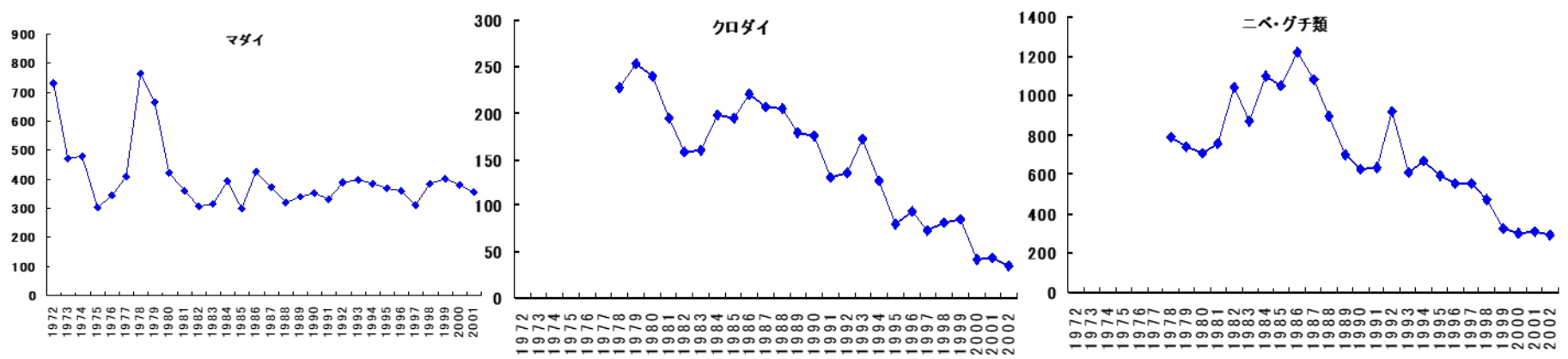
有明海の漁業生産量および魚類漁獲量の推移（農林水産統計年報より）





平成18年（2006年）の評価委員会報告作成に向けた検討では…

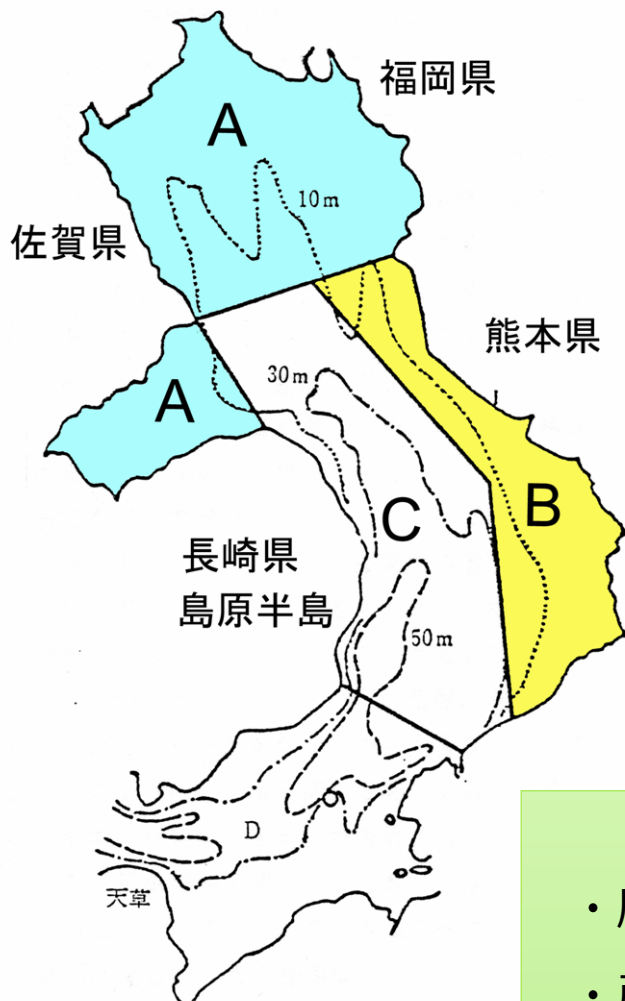
有明海の魚類の生態と減少（増加）要因解明に向け 過去の知見をまとめるとともに漁獲統計を整理・分析



- 漁獲量 = 資源量ではないが、場合によってはある程度の傾向を推測できる
- 全漁獲量に対し、底生魚類が占める割合が多く、それらは近年の減少程度が大きいことが判明
- しかし、有明海では魚類に関する知見はあまりにも少なかった

⇒過去の知見とあわせてまず生活史の特徴について検討することにした

産卵場所と仔稚魚の成育場所（2005年の委員会で発表したもの）

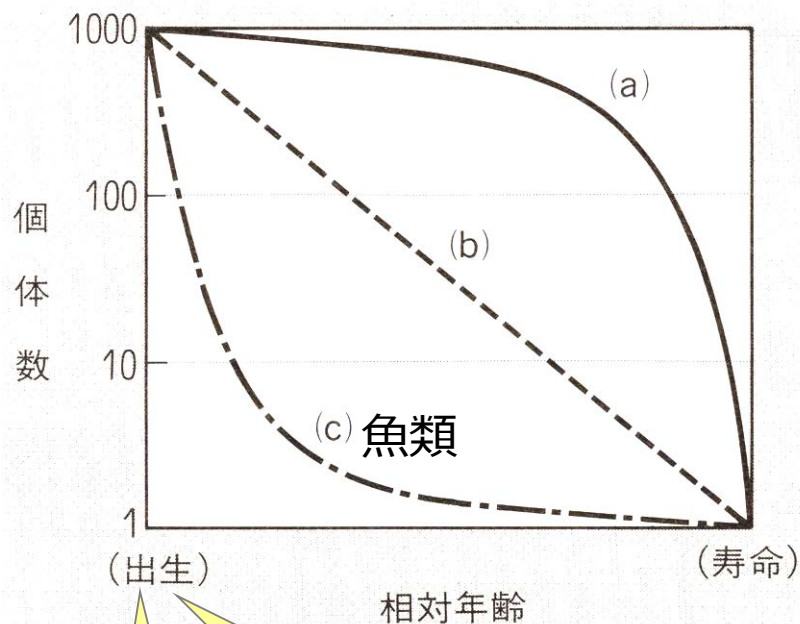


	産卵場	産卵期	稚魚出現場所
クルマエビ	C	5-10月	A,B
ヒラメ	C	5-6月	
アカシタビラメ	A	6-8月	A(成魚より浅い)、着底は夏
コウライアカシタビラメ	C	3,4月	A,B
メイタガレイ	C	11~12月	
シログチ	C	6-8月	A
アカエイ	A,B	7, 8月	A,B

1990年代後半に減少が著しい魚種に共通の特性

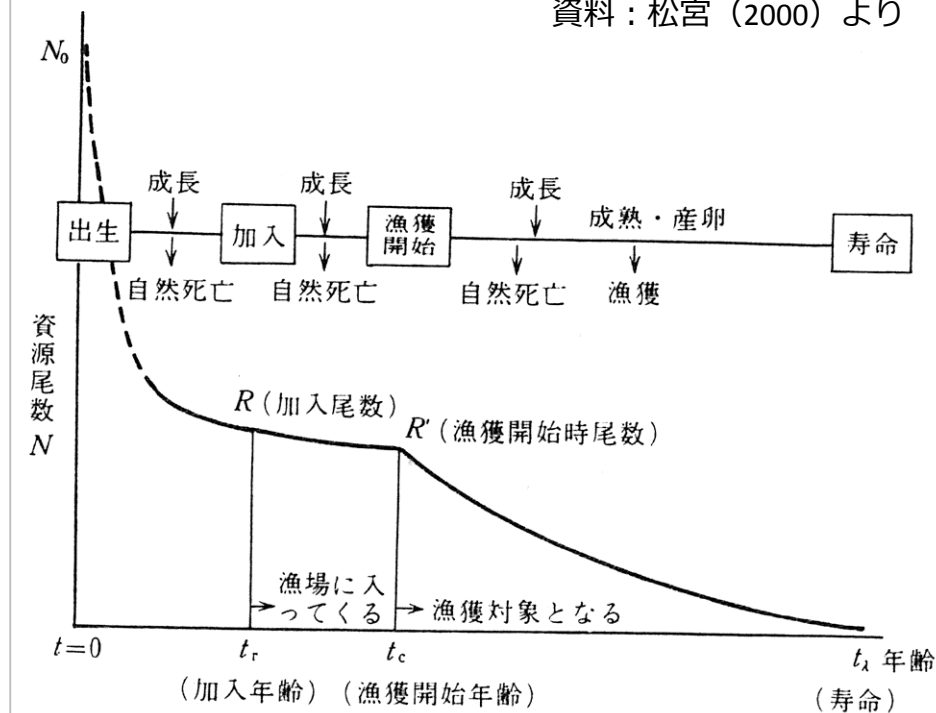
- ・ 底生種で、いずれも奥部の干潟・河口・浅海域が成育場
 - ・ 産卵場は中央部もしくは奥部の深場
 - 奥部浅海域への流れによる輸送が必要
- ⇒底層の環境と流れの変化の影響が大きい？

魚類の初期減耗と資源の変動について



一つの年級群の生残過程

資料：松宮（2000）より



卵から仔魚期にかけての発育段階初期の減耗の程度によって資源量が決まる

有明海の魚類相に関する知見（現在も継続中）

①内田・塚原（1955）＝全域 74科 147種

②鷺尾ら（1996）＝湾奥部 59科 119種

③田北ら（2003）＝湾奥部 48科 87種

（以上については、当時と分類が変更されているので修正が必要）

- ・ 定性的な研究のみで、定量的な研究はされていなかった
- ・ 湾奥部に研究が偏っていた
- ・ 市場に水揚げされない種の調査が不足



有明海全域で全種を対象とした魚類相の調査研究を開始（現在も継続）

（2001年以降、長崎大学・山口ら）

- ・ 現在までに81科152属225種を認めた
- ・ 誤同定、新種、分類学的検討が必要な種も存在
- ・ 有明海は魚類の生産性が高いことに加え、種の多様性も高いことが判明
- ・ 底魚類が豊富な海域
- ・ 少なくとも生活史の一部を干潟・河口・浅海域で過ごす種が多い
- ・ 水産重要種以外が多くを占めている

有明海の最近年の環境変化とその魚類資源への影響

(2005年の委員会での発表時に作成した資料より)

場の縮小

- ◆ 淡水流入域（感潮域）の減少→**生息場の縮小（とくに特産種）**
- ◆ 干潟面積の減少→**生息場（仔稚魚など）の縮小，浄化能力の低下**
- ◆ 潮流速の減少、流向の変化→**生物生態変化，卵稚仔輸送の変化**
- ◆ 底泥の細粒化→沈積有機物の増加→**貧酸素域の拡大（底層環境の悪化）**
- ◆ 透明度の上昇（濁りの減少）→**赤潮発生頻度の増加・発生域の拡大**

環境変化

しかし、魚類の減少にどのような要因がどの程度関与しているのかは不明

そこで、原因を突き止めるために必要な調査とともに、有明海の魚類に関する基本的な事項（分布状況や魚類相、各種の生活史、特に産卵場の特性と仔魚の輸送などの再生産機構 等々）についての研究を開始することにした

➡ その後の研究で、特に「**干潟の減少**」は有明海にとって極めて重要な問題であり、単に干潟面積の減少（場の減少、すなわち再生方策としては増やせば良い？）という問題ではないことがわかってきた。

有明海では魚類の減少に加えてエイ類の増加が指摘

現状とその要因の分析が必要

エイ類増加の要因（山口2009ほか）：

生態系構造の変化

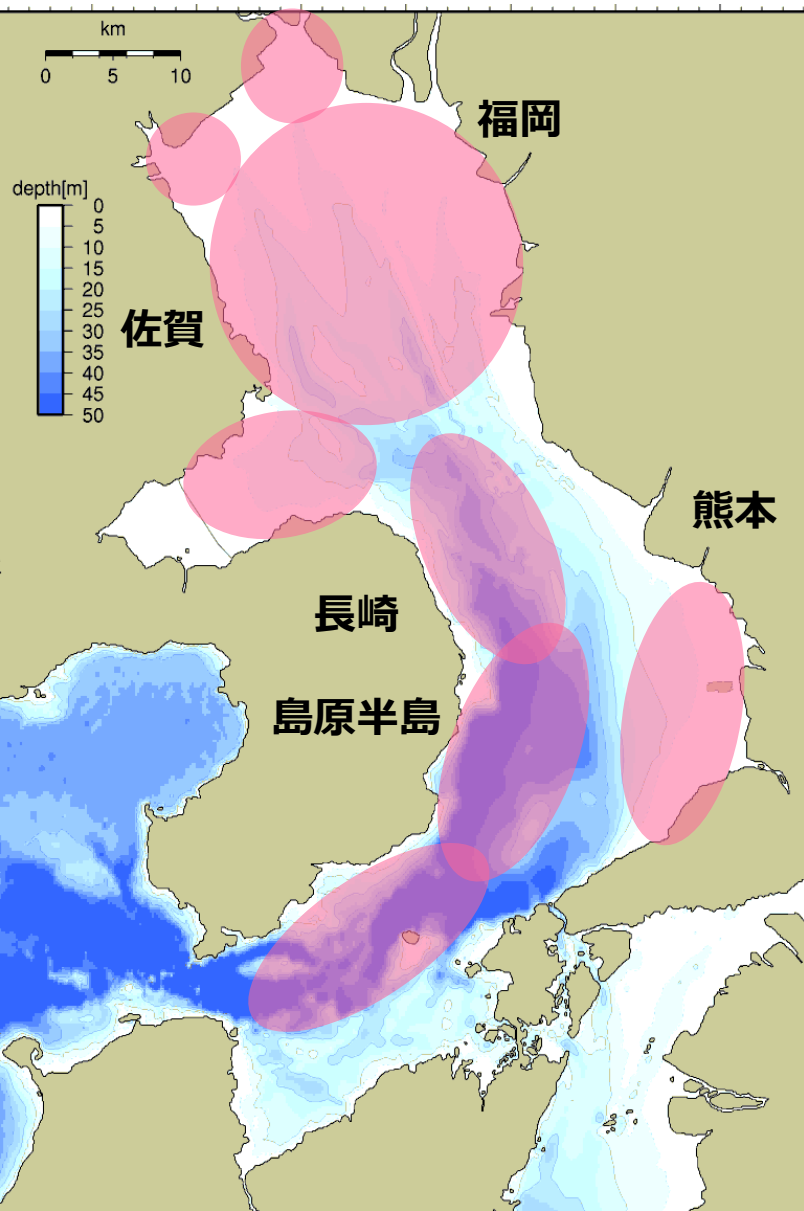
- ①競合する種（底生魚類）の減少？
- ②捕食者（サメ類）の減少
- ③水温上昇による生物相の変化？

エイ類増加の影響：

- ・底層における餌や生息場をめぐる競合関係の強化
⇒他の魚類の環境収容力の減少
- ・水産業との競合⇒ナルトビエイによる二枚貝の捕食など

➡その後の研究で、有明海は本来エイ類が豊富な海域であることがわかった。
もともと豊富に生息しているにもかかわらず、あまりにも知見が少ないことが問題。有明海再生のためには一側面だけではなく、長期的な視点で広い視野をもって考えることが重要。

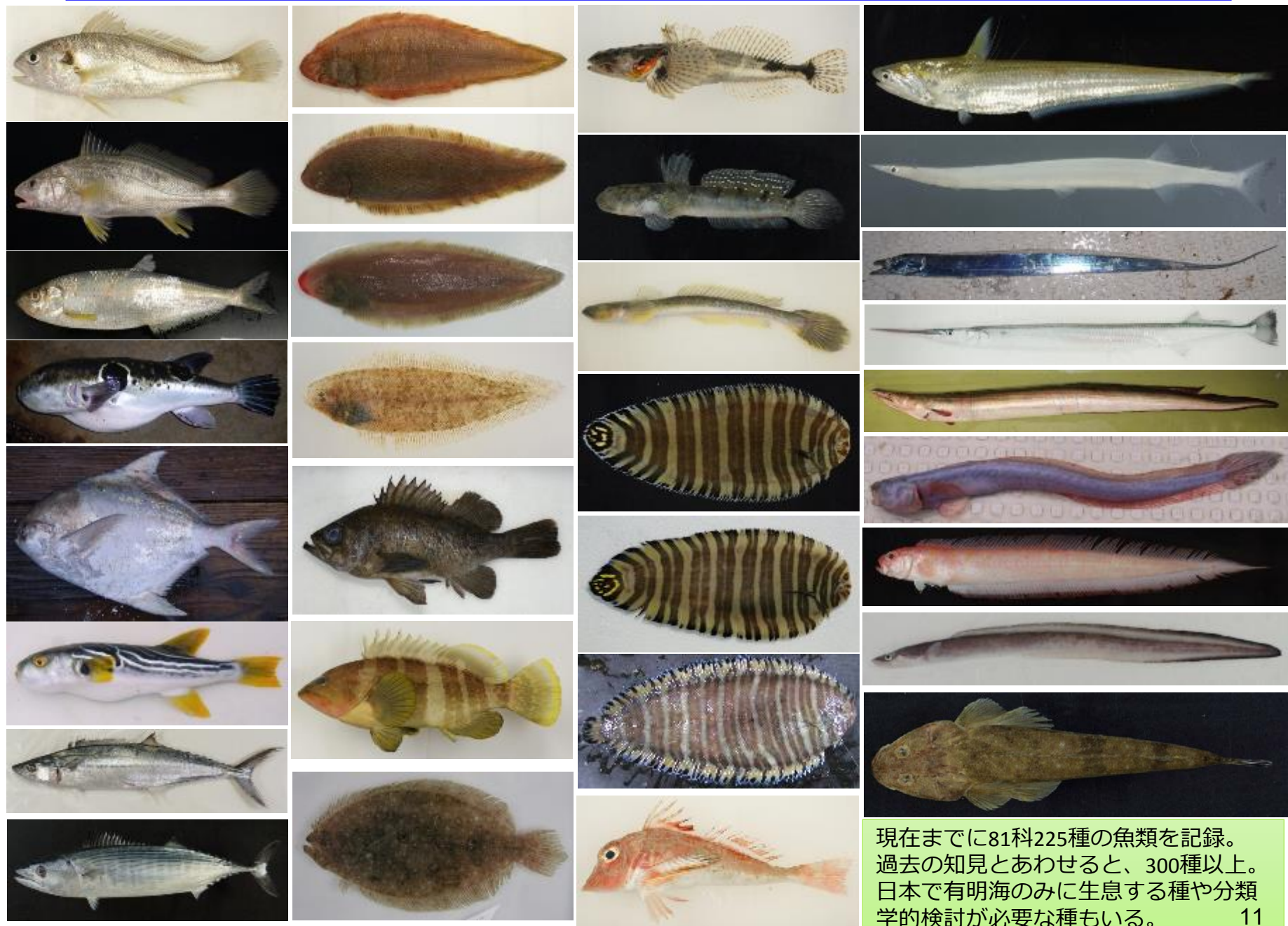
有明海での魚類に関する調査研究（長崎大学・山口2001年～現在）



- 多くの流入河川と6 mに達する大きな干満差、
広大な泥干潟⇒**奥部は大陸遺存の環境・生物相**
- 平均水深は浅いが（20m、東京湾は45m）、最
深部は200mに達する
- 高い生物生産性（1 k m²あたり漁獲量：年間20
トン以上で瀬戸内海に並ぶ最高水準）
- 日本で有明海のみに生息する特産種（大陸遺存
種）が存在
- 水産的にはノリと貝の生産高が圧倒的に高く、
魚類の研究は、特産魚種を除きほとんどなかった

⇒**有明海の魚類に関する現状把握と再生方策の
検討を目的として…**2001年以降、各県の地先の
様々な環境特性の海域（干潟・河口・浅海～深
い海域）までを網羅するように、魚類相、各種
の分布や初期生態を含む全生活史、再生産機構、
生態系構造と機能の解明に取り組んでいる

ポイント：特産種の存在に加え魚類の種多様性が高いことが判明



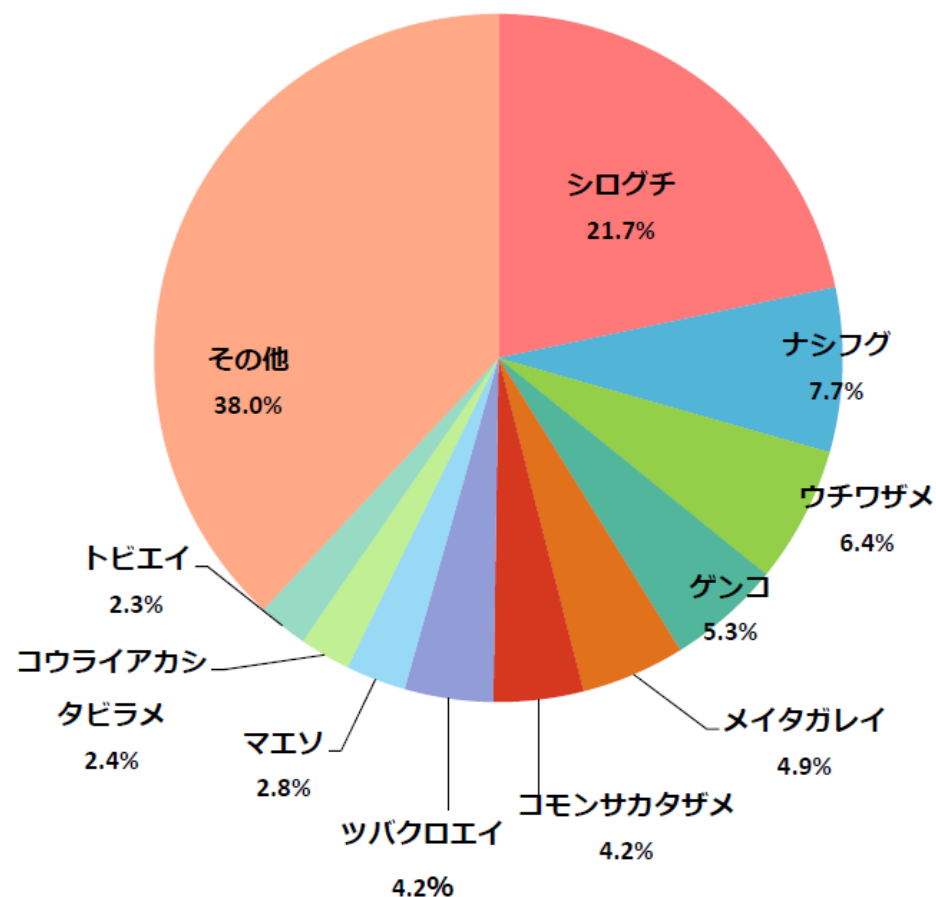
現在までに81科225種の魚類を記録。
過去の知見とあわせると、300種以上。
日本で有明海のみに生息する種や分類
学的検討が必要な種もいる。

有明海中央部における魚類モニタリング調査



底曳網調査(2001～2010)により明らかにした
有明海における魚類の種組成 (長崎大学 山口)

平均漁獲重量割合 (%)



底曳網による魚類相調査

有明海ではこれまでに魚類の定量調査が
行われたことはなかった

ポイント：底魚資源が重要⇒有明海独特の再生産戦略（産卵場と成育場とが離れている）を持つ魚種が多い。



シログチ



- ①有明海の底魚魚類中の最優占種。
- ②有明海特有の再生産機構を持つ。
- ③近年資源の減少が著しい種の一つ。



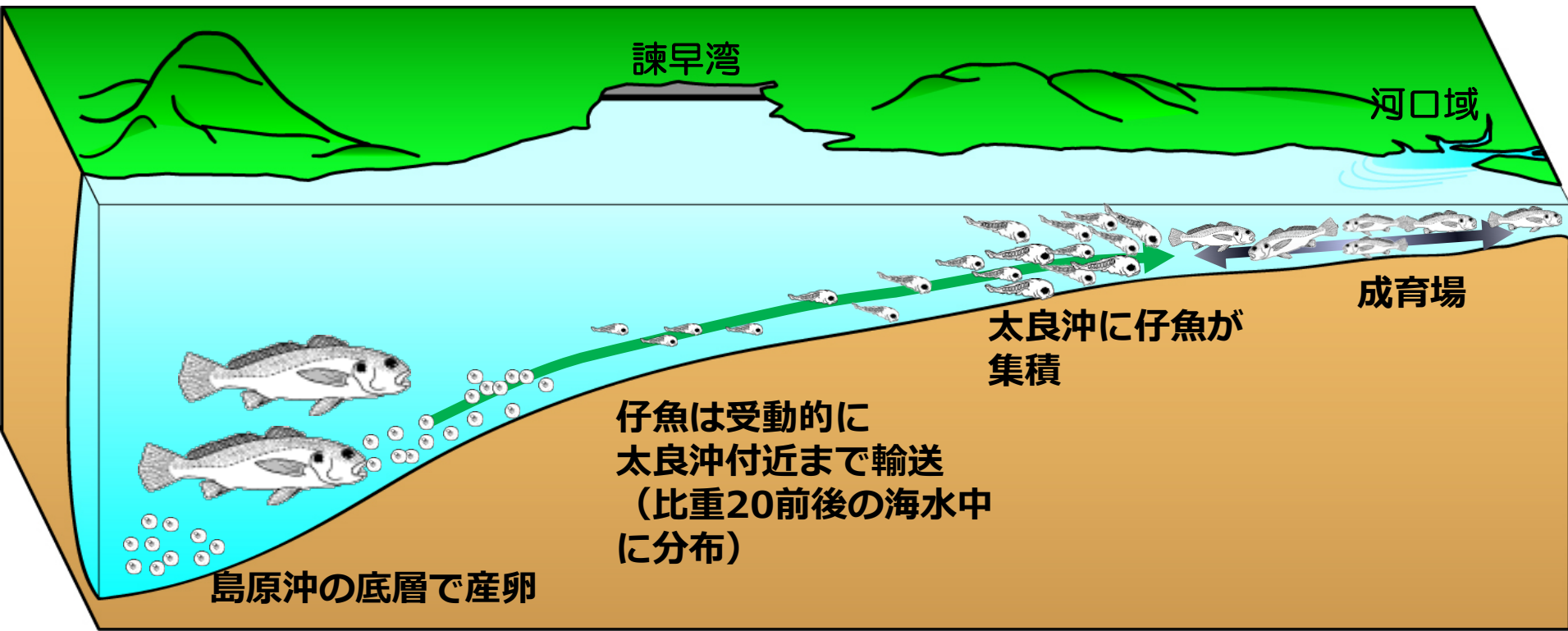
シログチをモデル生物として、輸送のしくみ、生残機構、初期減耗要因等を研究。

【結果】

- 寿命は6年程度、生後1年で成熟
- 産卵は6月～8月にかけて、産卵場は島原半島沖の底層（有明海中央～湾口部の水深40～60m）⇒孵化仔魚は有明海の西側を受動的に輸送されることが判明。奥部の干潟・河口域は稚魚の成育場
- 佐賀県太良沖から福岡県の大和町にかけて多くの仔魚が集積し、しばらくの間とどまる可能性。
- 稚魚はそれよりも奥の河口域を中心に出現する。

（Yamaguchi et al., 2006, 山口ら2008, Kume et al. 2015などより）

フィールド調査とDNAシログチ分析等により明らかになったシログチ・コイチの卵・仔魚の輸送機構と成育場 (Kume et al. 2015)



湾奥方面へ受動的に輸送

成育場に滞留して成長

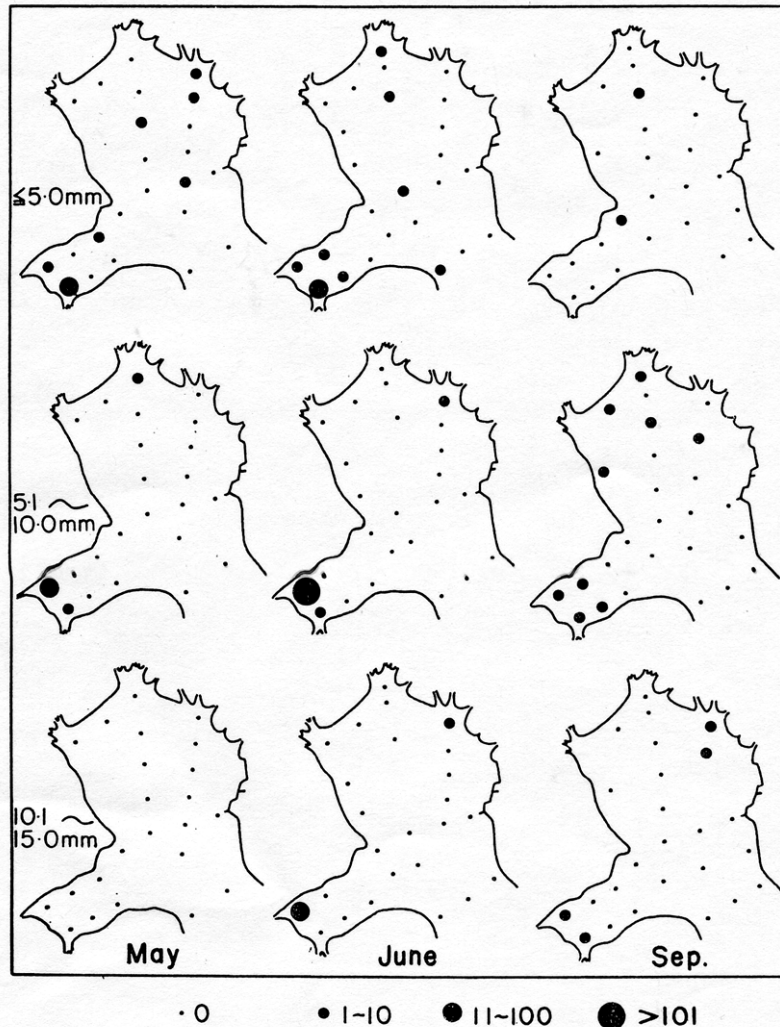


コイチ仔稚魚の分布について は過去に研究されていた

(田北 1974より)



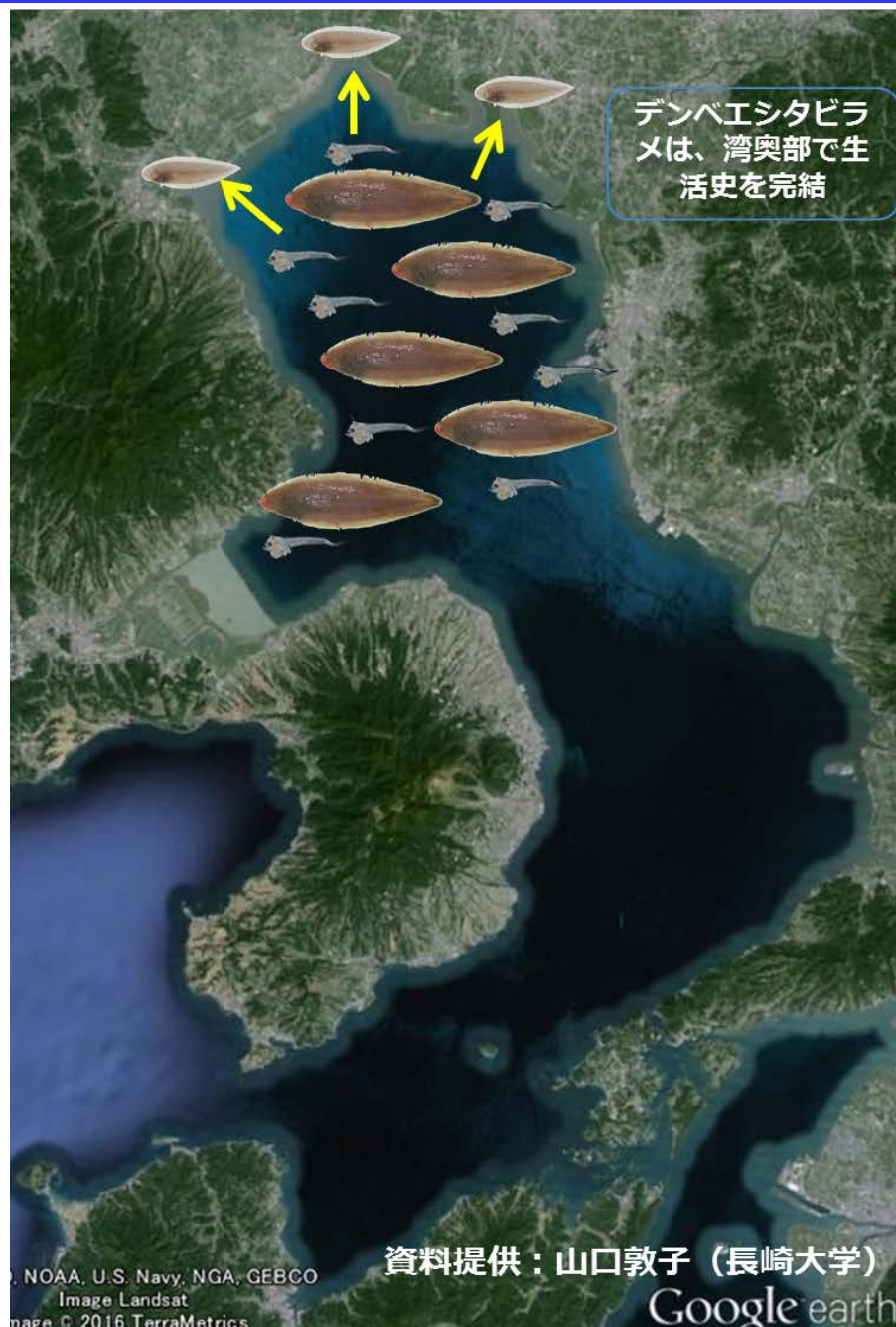
環境省版の海洋生物レッドリスト
(2017) : 絶滅危惧IB類 (EN)と評価



- * 産卵場所は湾奥部と諫早湾
- * 産卵盛期の水温は19~23℃
(19~29℃で産卵)
- * 湾奥部の底層で午後3時~7時に産卵
- * 産卵後しばらくは底層に多く分布
卵の浮上速度は環境水の比重によるが、
約5時間で表層から底層までほぼ均一に
分布⇒その後表層に多く分布
- * ふ化時間 : 37時間30分 (19℃)
15時間40分 (29℃)
- * 体長15mm以下の仔稚魚は湾奥部沿岸の
浅海域から河口域に多く分布
稚魚は成長に伴い沖合に移動。

その後の私たちの研究で、コイチとシログチ仔魚が混同されていたことが判明し、両種の再生産機構の明確な違いを明らかにできた(Kume et al., 2015)

ポイント：特産・準特産種の全生活史は有明海奥部で完結



デンベエシタビラメ



- ①有明海の特産魚種。
- ②湾奥部で生活史を完結。
- ③近年資源の減少が著しい種の一つ。



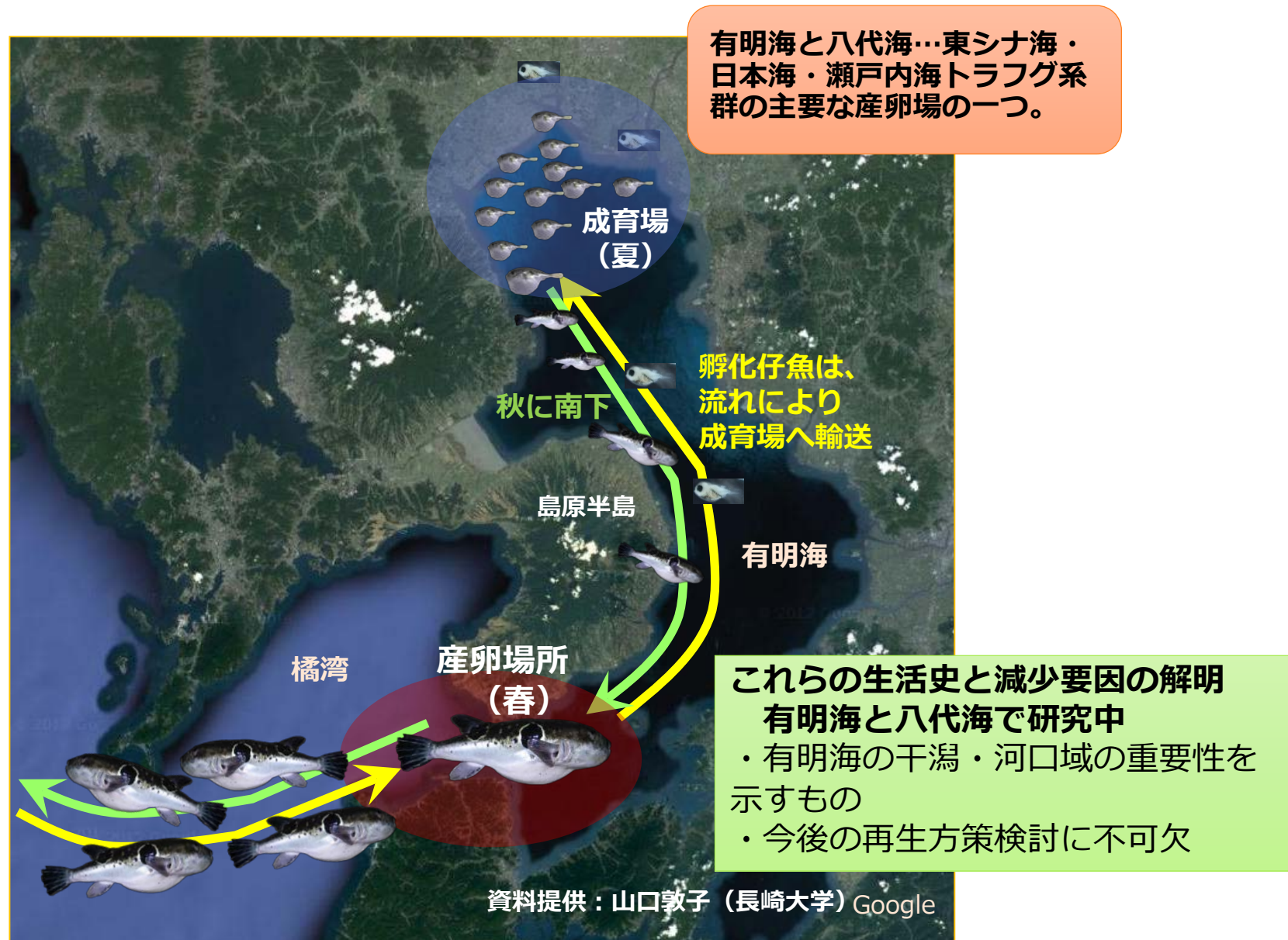
有明海の特産魚種、準特産魚種のうち、特に資源として重要な種（コイチやワラスボなど）の生活史解明の一環。

【結果】

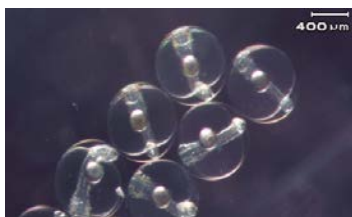
- 寿命：雄5歳、雌4歳
- 生後1年で成熟
- 主な産卵期は夏
- 産卵場は湾奥部の浅海域（諫早湾を含む）
- 卵と孵化仔魚は成魚と同じ場所に出現
- 変態直前の仔魚から着底後の稚魚は潮間帯から河口域に出現
- 全長2cmくらいになると水深が深い場所に分布を拡大(水深約10mくらいまで)

（田北 1980、山口・久米 2004、Kume et al. 2014、田北・山口 2011などより）

ポイント：有明海を産卵・成育場とする外海からの魚類も重要



シログチ等仔魚の減耗要因について検討（飼育実験＋フィールド）



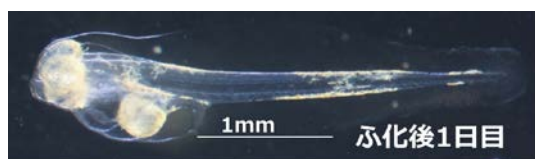
すでに開口
＝開口後、数時間以内に餌を食えられなかった個体は死亡した



摂餌成功の可否は生残に大きく影響⇒利用可能な餌がそこにあるかどうか？



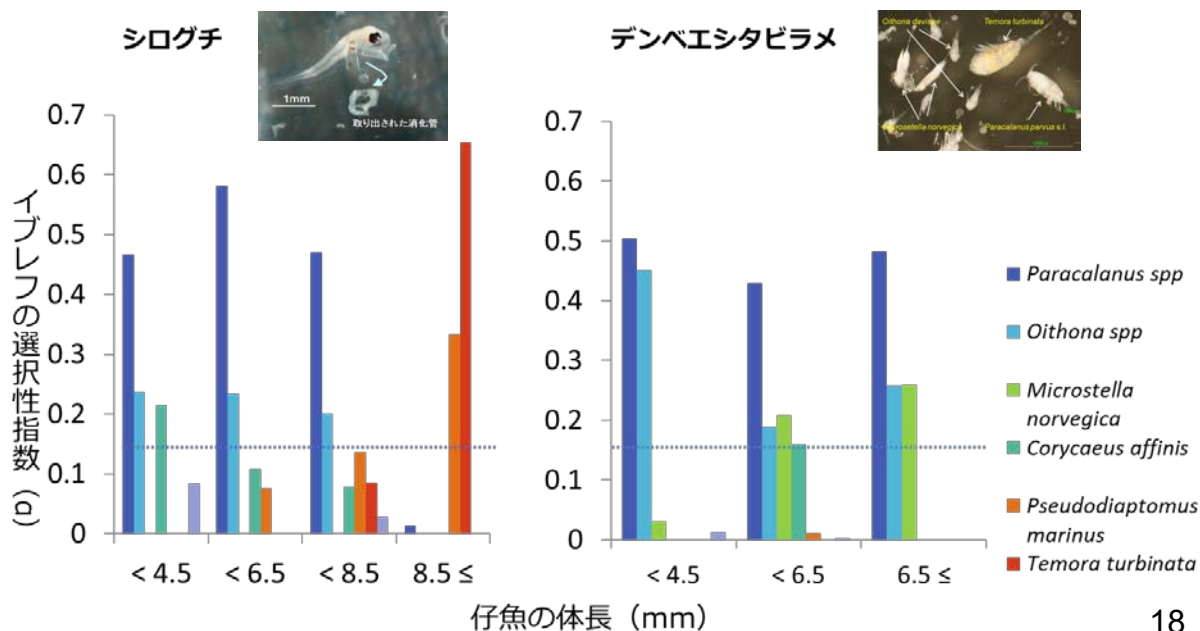
天然海域でのシログチ仔魚はカイアシ類やノープリウス幼生等を摂食。



いずれも、成育場・輸送経路上（干潟・河口・浅海域）での餌環境の重要性を示す結果

山口（2009）、Kume et al.(2014)、Kume et al. (2016) などより

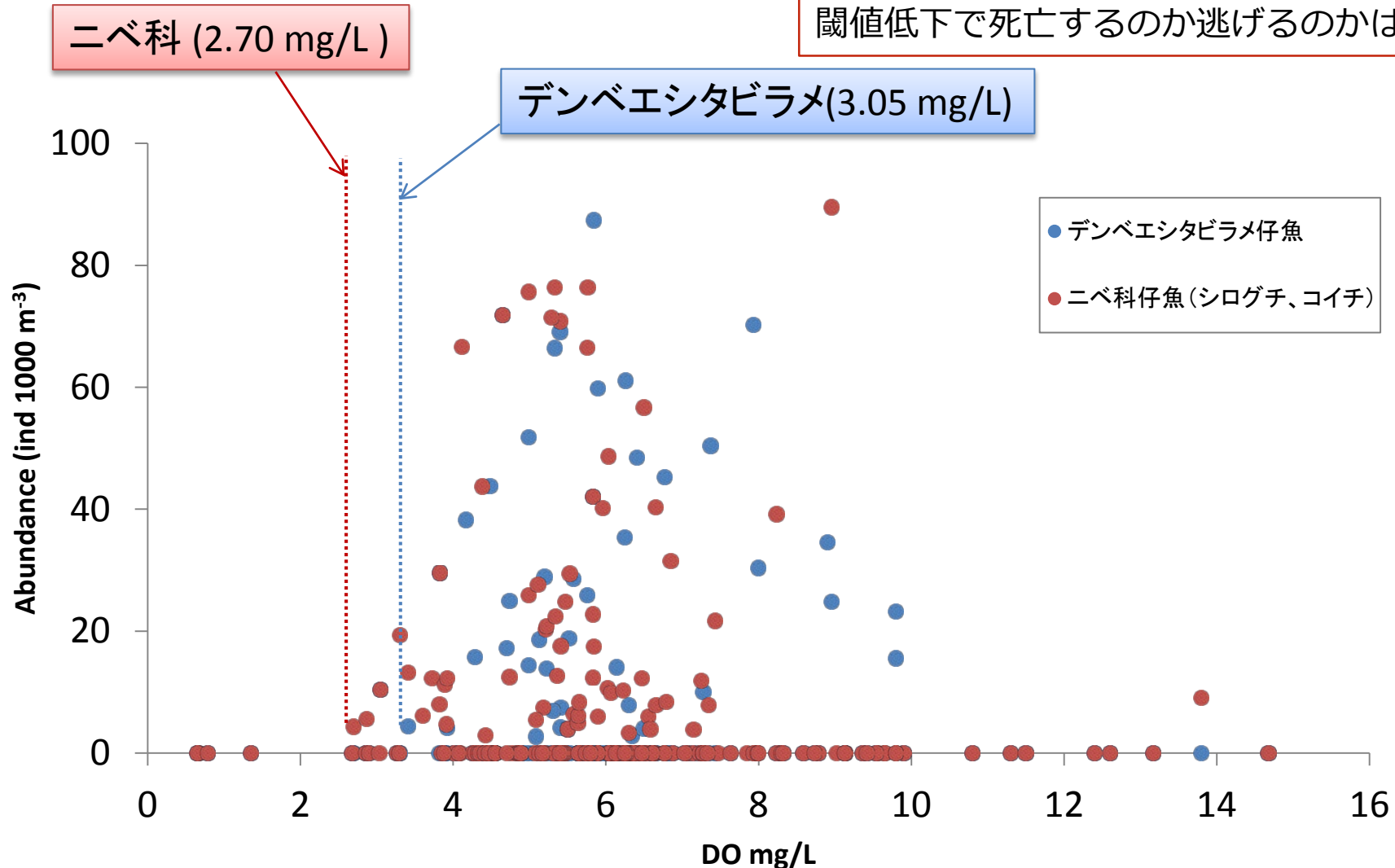
仔魚の餌生物(カイアシ類) に対する強い選択性が明らかに



魚類の減耗要因：仔魚にとってのDO閾値の推定

ニベ科仔魚（シログチ、コイチ）およびデンベエシタビラメ仔魚の個体数密度と採集地点における溶存酸素量との関係（2008年以降の全データまとめ）

DOの閾値は種によって異なる
閾値低下で死亡するのか逃げるのかは不明



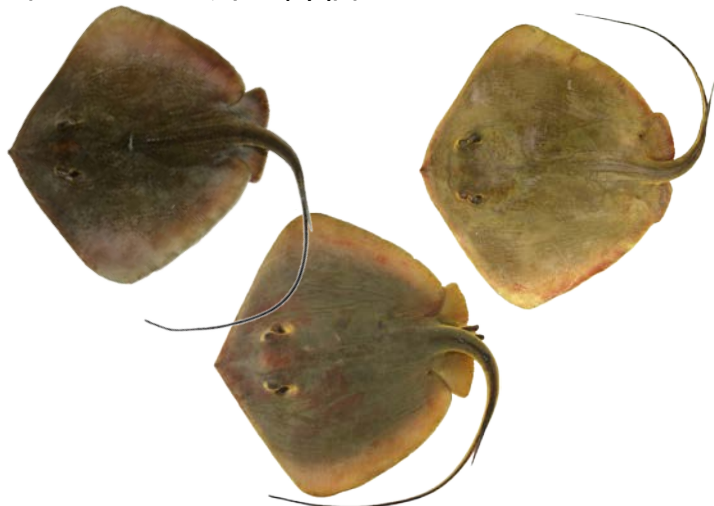
ポイント：本来サメ・エイ類が豊富な海域である

サメ類10種類 エイ類12種類 ⇒特にエイ類、なかでもアカエイ類が豊富な海域であることが判明（別途少なくとも1種の地域個体群は絶滅の可能性）



ヤジリエイは他の海域からはほぼ報告がない稀少種

環境省版レッドリスト（2017）では7種が準絶滅危惧（NT）、6種がデータ不足（DD）、9種がランク外と評価。



アリアケアカエイ、アカエイ、シロエイ、イズヒメエイ等、外部形態がよく似た種が多く、よく間違えられている。



ナルトビエイの増加と貝類への影響 (Yamaguchi et al., 2005、山口2009、山口ほか2018など)

ナルトビエイは熱帯性の種と考えられていた



1990年代後半頃から温暖化によりナルトビエイが増加し、貝類を減少させた一要因と考えられた。しかしエイの生態と食害実態は全く不明であった。

2001年よりナルトビエイの研究を開始

貝類を専食し、繁殖・摂餌のために季節回遊すること、冬季は外海で越冬すること、長寿（最高19歳）で成熟年齢は遅く、繁殖力が弱いことなどを明らかにした。

食性には季節や年、サイズによる変動も見られるが、18年間を通じて最も重要な餌はサルボウで、近年はカキ（マガキ）も重要な餌となった。安定同位体比分析やバイオロギングによる行動追跡の結果も胃内容物調査結果を支持するものであった。アサリの重要度は低い（この5年間で重量指標で0～4%）。



ナルトビエイの歯



胃内容物中の数100個のサルボウ

ナルトビエイの増加と貝類への影響 (Yamaguchi et al., 2005、山口ほか2018 など)

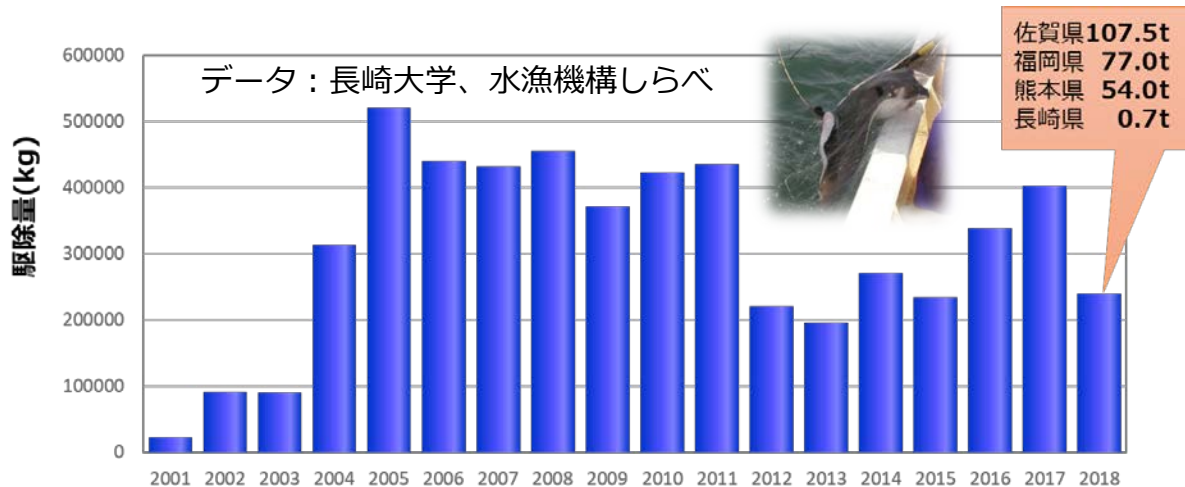
この18年間、漁業者とともに乗船して生態に関する調査研究を行うとともに、駆除された漁獲物の同定・測定・胃内容物調査を各潮ごとにを行い、短～長期の変遷を調べている。



・この18年間、ナルトビエイの生態や駆除のモニタリングを継続、**エイ生物量の減少と小型化の傾向**を確認

・エイの食性研究についても18年間継続、貝類資源量の変遷とナルトビエイの食性変化を明らかにした。

・回遊、貝類漁場での行動特性による研究等から、**ナルトビエイの摂食が貝類漁業に及ぼす影響について精査。⇒漁業資源となる貝類への影響は、現状では過大評価の可能性**



有明海におけるナルトビエイの駆除量（全事業分）

ナルトビエイの分類学的検討を行った結果、新種であることが判明

新たな学名 *Aetobatus narutobiei* White, Furumitsu & Yamaguchi, 2013

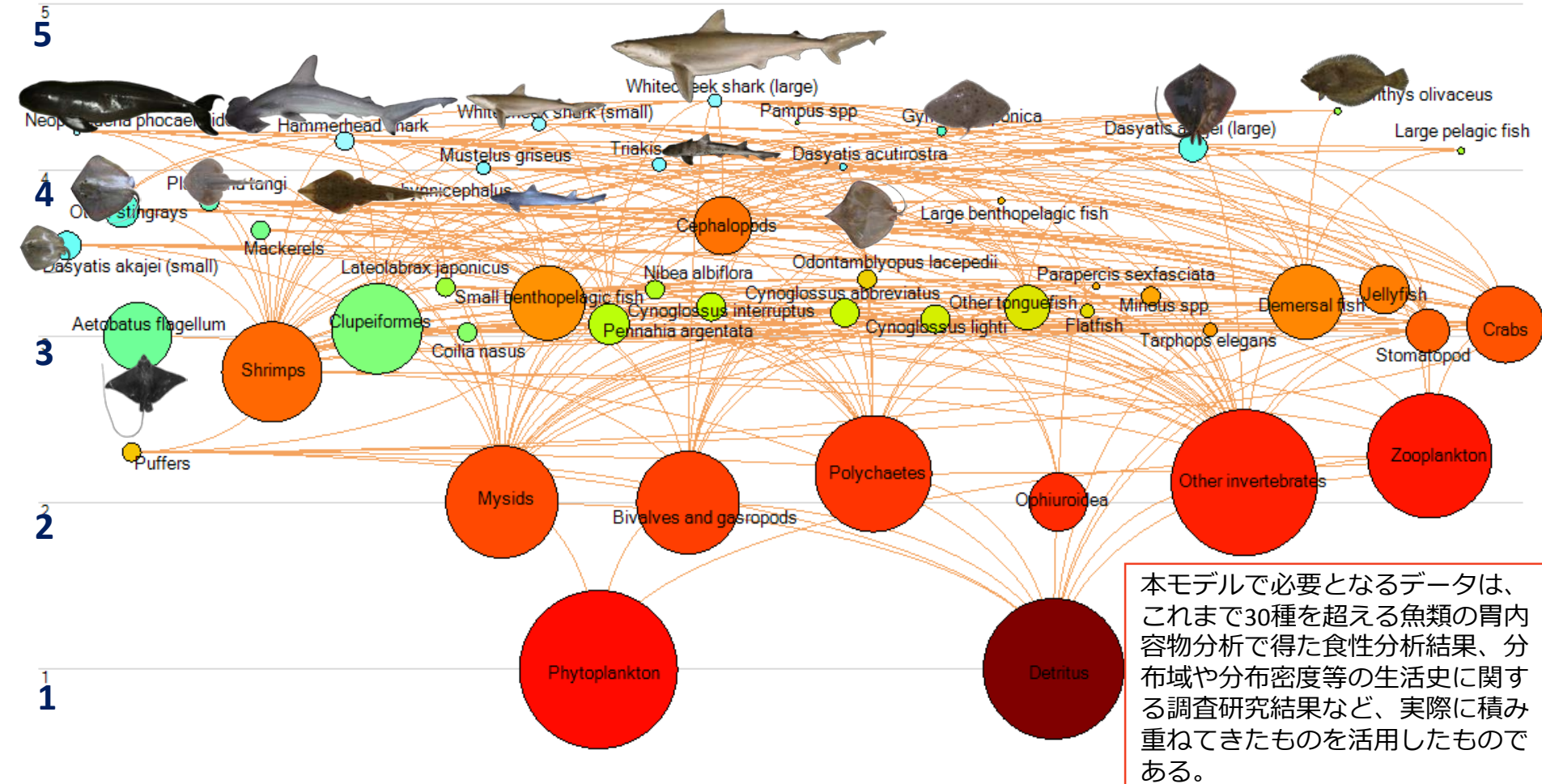


- 世界の分布域について再調査を行ったところ、従来考えられていたように熱帯性の種 (*Aetobatus flagellum*) ではなく、日本、韓国、中国のみに分布する東アジアの特産種であることが明らかに (White et al. 2013)
- 分布範囲が狭く、移動能力もそれほど高くないことが判明 (White et al. 2013ほか)。
- 環境省版レッドリストでは準絶滅危惧種 (NT) と評価 (環境省 2017)

各種の生態研究成果に基づき生態系モデルにより描いた有明海生態系の構造

栄養段階

(Ecopath with Ecosim 6)



これまでに知見が少なかった栄養段階3以上の高次捕食者および水産重要種以外の種の存在を見出し、それらの食性等の生態を明らかにしたことで食物網ネットワークが可視化でき、生態系の視点で頂点の捕食者から生態系を俯瞰することが可能となった
⇒有明海再生方策の検討には水産の視点だけでなく、広い視野で行うことが重要。

近年ではアカエイの増加が指摘、貝類の食害が懸念されている

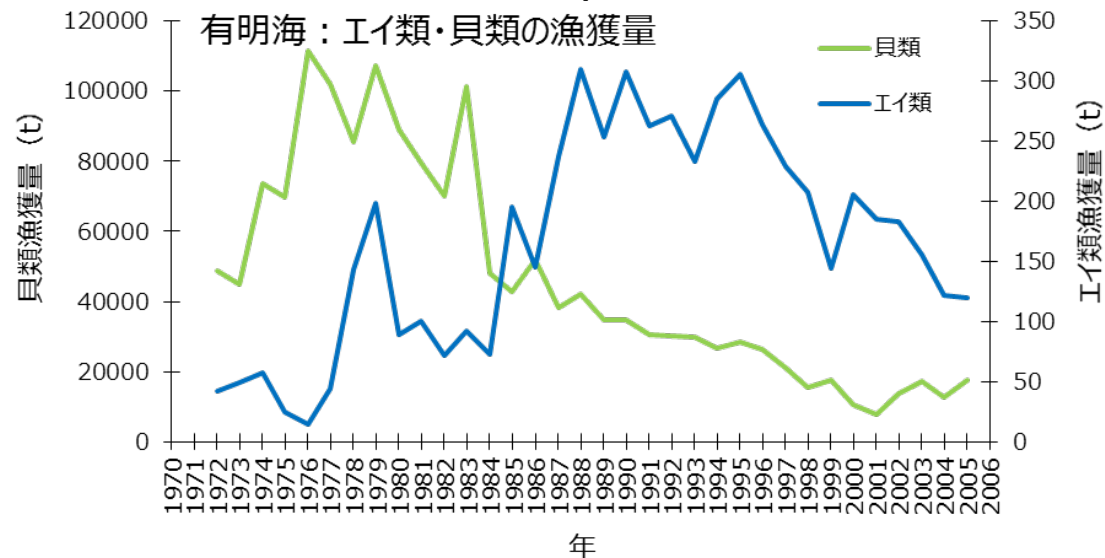
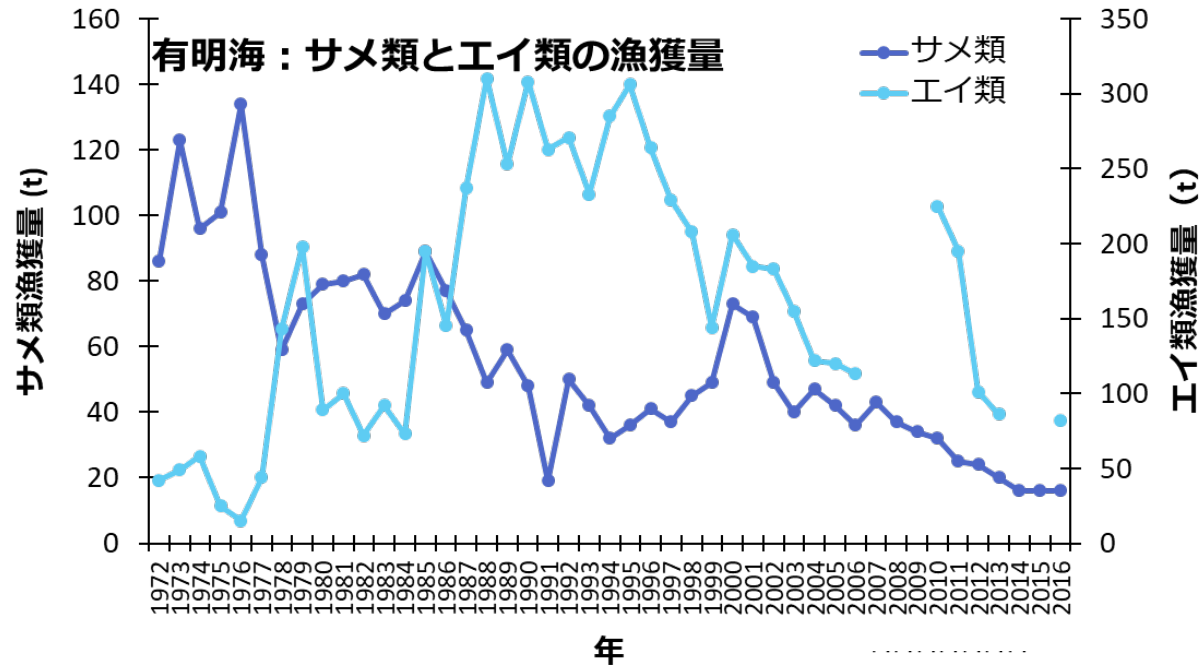
⇒貝類保護のため漁業者らからは駆除の要望も出ているが、長崎大学・山口らのグループは、アカエイは雑食性であり、魚類や頭足類を主な餌とし、貝類の優占度は極めて低いことを明らかにしている（古満2009ほか）。

有明海のアカエイ類は6種。エイ類の動態についての現状把握と資源となる貝類への捕食圧の程度について、専門的な知識に基づき調査研究を行ったうえで正しい評価を行う必要がある。

アカエイも資源として重要な魚類であり、冬季のトッププレデターとして生態系の調節機能を担っているため、十分な根拠がないまま短絡的に捕食者の除去による対策を推進すべきではない。広い視野に立って問題の所在を明らかにし、必要な対策を考えるべきである。



有明海のサメ類、エイ類、貝類の漁獲量の推移 (農林水産統計年報より)



サメ・エイ類には相関があるが、エイ類と貝類には相関がなかった。近年のエイ（アカエイ類やナルトビエイ）の減少が二枚貝漁獲量へもたらした効果について検証しておく必要がある。

重要なポイント：奥部の干潟・河口・浅海域は日本有数の魚類の繁殖・成育場

大型の捕食魚類まで、有明海内・外から産卵に来る魚が多く、卵や仔稚魚が極めて豊富な成育場。橘湾や東シナ海の生産性にも多大な貢献。このような成育場は他にないのでは？それぞれが特異な餌生物と食う一食われるの関係で結びつき複雑な生態系を構成。➡単なる「広大な干潟」ではなく、日本で他にない大陸遺存の干潟の質と河川、更なる歴史の中で形成された独自の生物相・生態系の存在。一部の生物（固有種や水産重要種）のみに注目するのではなく、広い視点でユニークな生態系の構造と機能を理解することが海域再生に役立つと考える。



具体的・効果的な有明海再生方策を講じるために

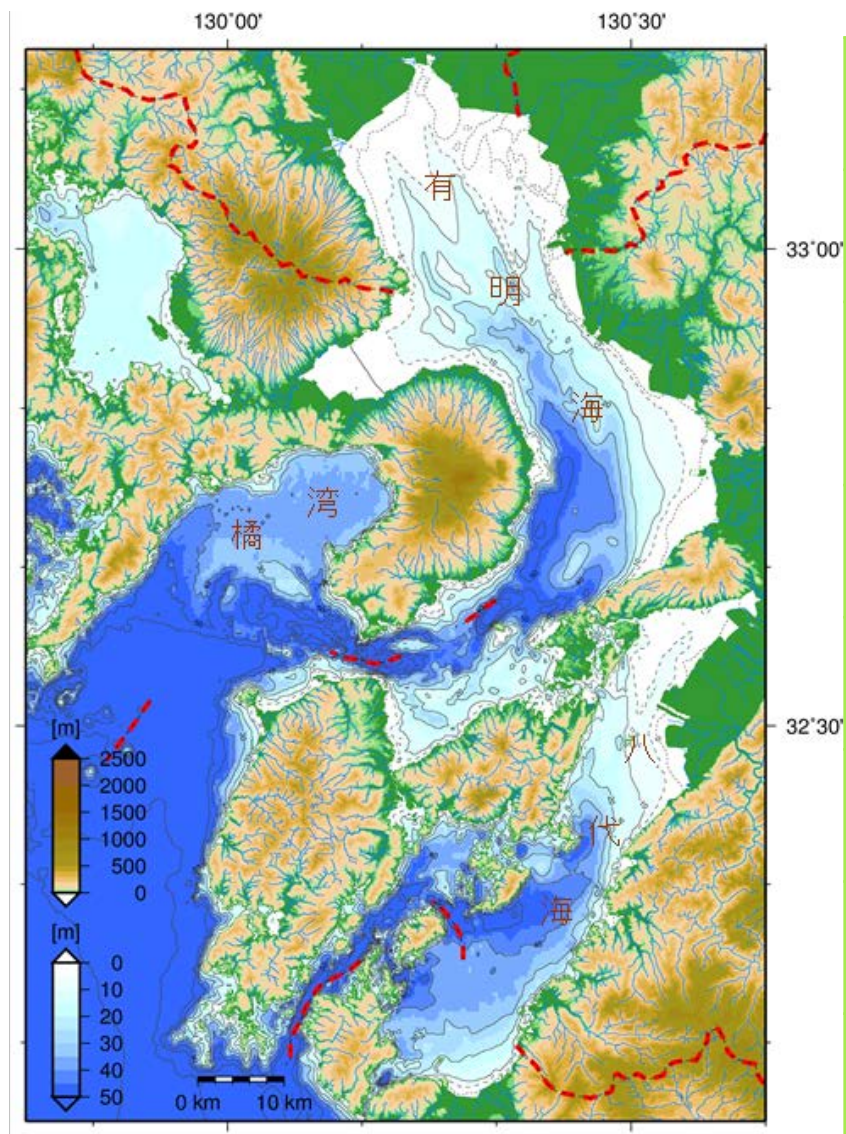
- ①**有明海奥部の干潟・河口・浅海域は極めて特殊な海域、重要な鍵をにぎる**
生態系構造は未解明、現存の環境を出来るだけ遺すことが重要
- ②**水産資源・生物多様性・生態系の観点から重要な種を対象に生態を解明**
初期生態を含む再生産機構や各生活史段階での海域利用とその環境解明
- ③**仔稚魚の輸送経路および成育場の環境評価・仔稚魚の減耗とその要因の解明**
餌生物、捕食者、流れ、底質、河川・外洋水の影響、水温、DO等
- ④**魚類および生態系の効果的なモニタリング手法を開発**
つながりと全体のバランスを意識。長期的視野で変化を見守ることも重要

* 魚類は移動性が高く、生活史の全容解明は難しいが、それにより魚類の生態やその変化を通じて海域全体の環境特性や変化を把握することも可能となる。

* 環境収容力に留意。養殖や水産対象種に偏った視点・対策には注意が必要。食物連鎖を通じた生物相互の作用も重要な視点。これまでのボトムアップの視点だけでなく、トップダウンの視点からの再生も重要（高次捕食者の存在は必要）

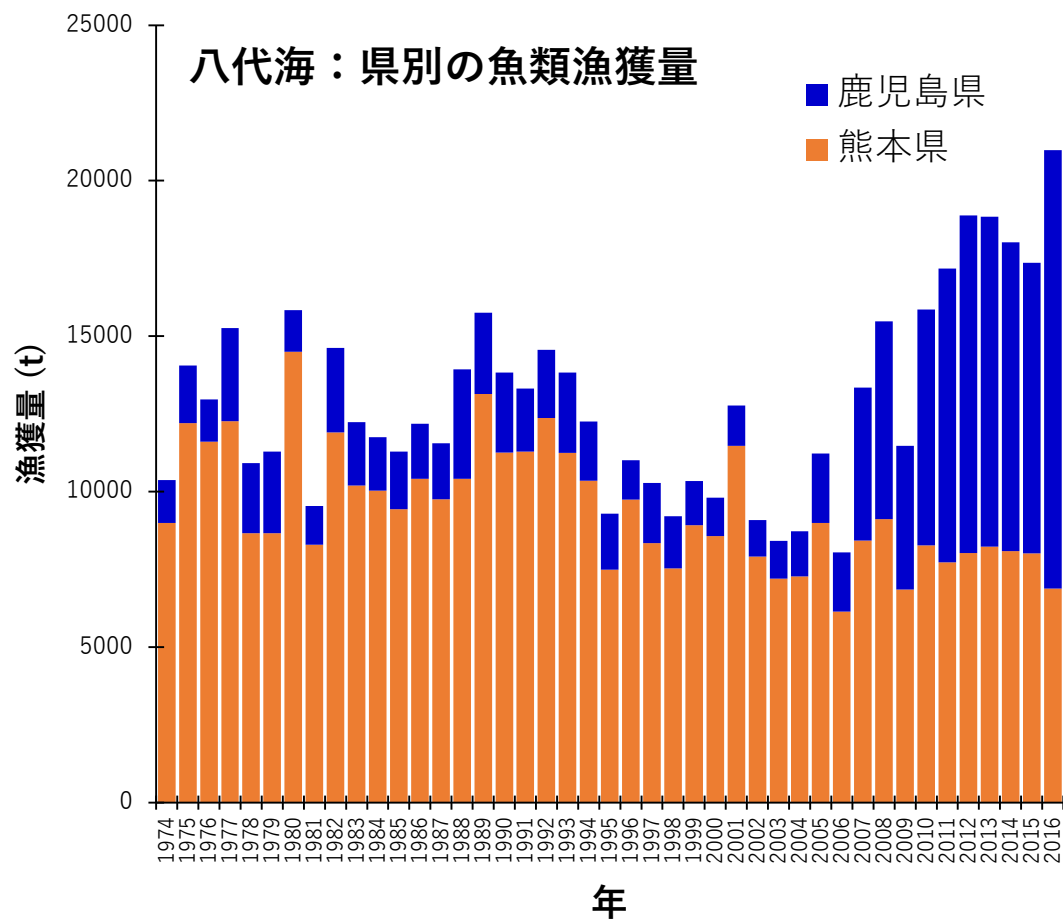
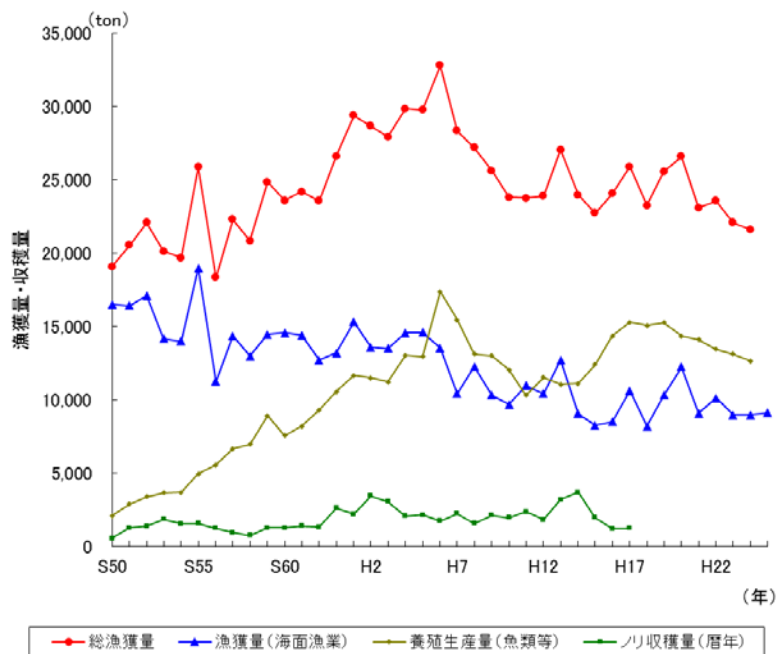
* 魚類の種苗放流については天然資源への影響の配慮も含めくれぐれも慎重に検討。効果の検証も必要。取り組みやすい対策ではなく、本当に必要な対策を科学的知見に基づき、長期的かつ広い視点で考えなければならない。

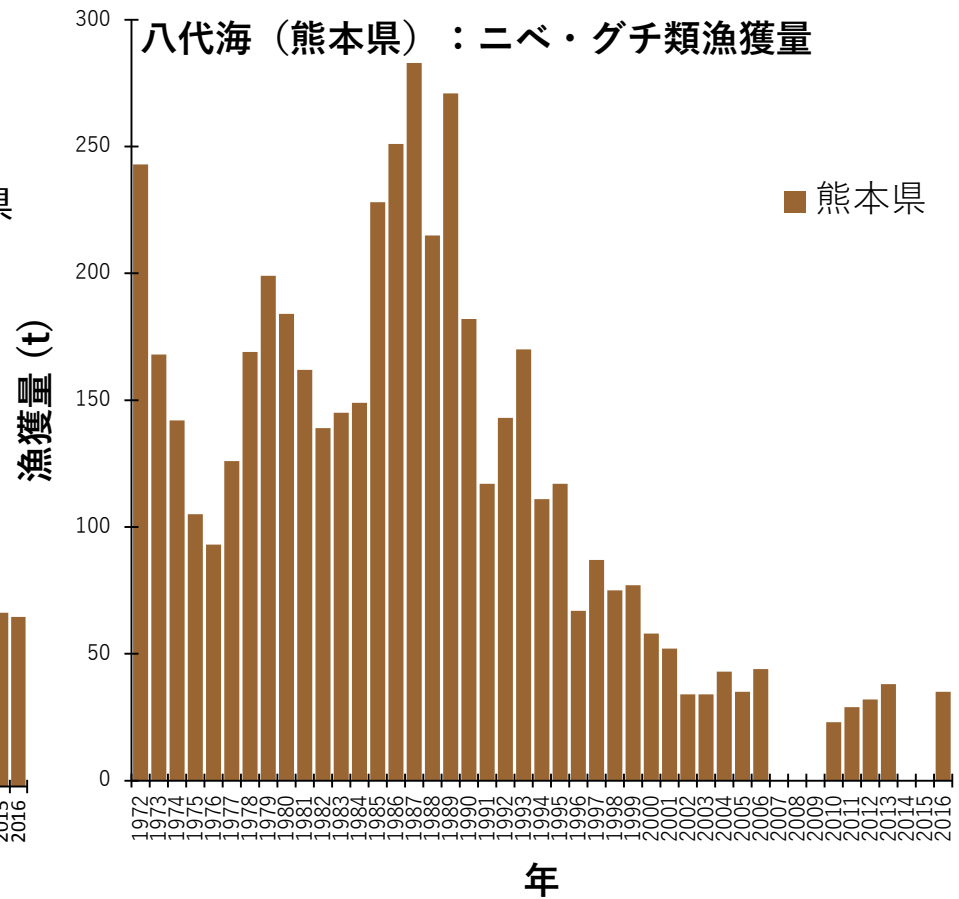
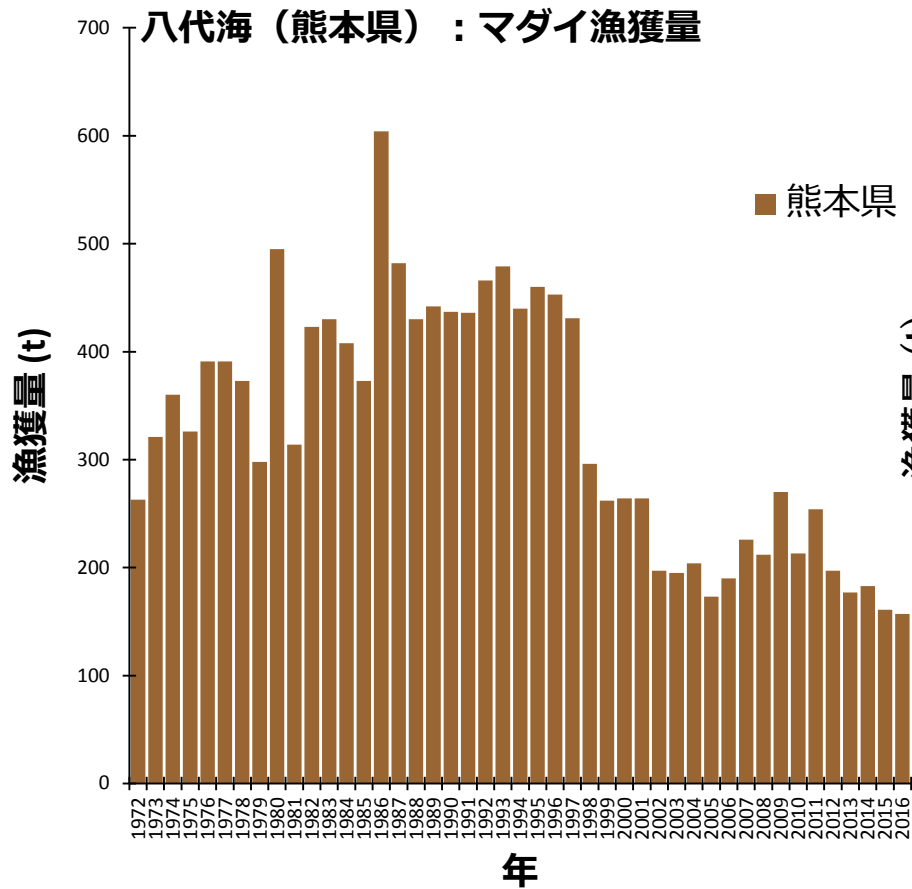
八代海の生物生態系構造の現状把握と再生方策にかかる調査研究



	有明海	八代海
総面積	1700km ²	1200km ²
平均水深 (最大)	20m (165m)	23m (89m)
干潟面積	20,713ha	4,085ha
干満差	6m	4m
閉鎖度	12.89	32.49
河川数	112	47
河川流入 面積	8,156km ²	2,971km ²

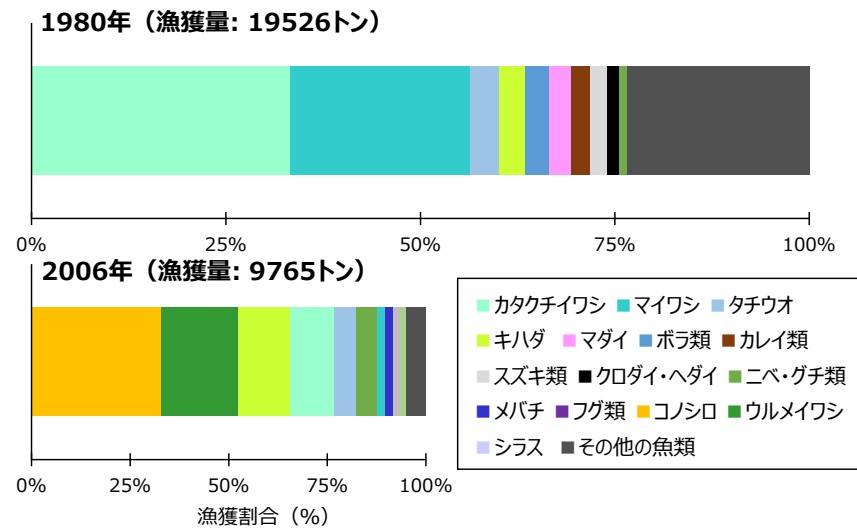
八代海の漁業生産量および魚類漁獲量の推移（農林水産統計年報より）



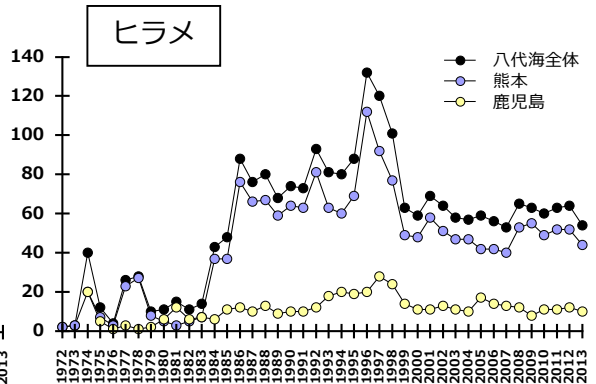
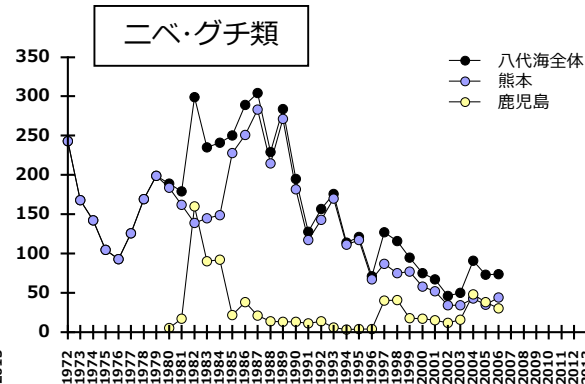
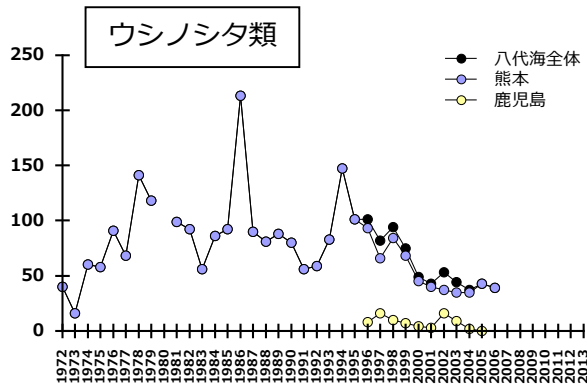


八代海の魚類について

- 魚類養殖生産量が多い
- 魚類に関する基礎知見は少ない
- 海面漁業生産量は有明海ほどの減少傾向は認められず、鹿児島では増加傾向
- 魚類の漁獲量は、ニシン目をはじめとした浮魚類が多くを占める



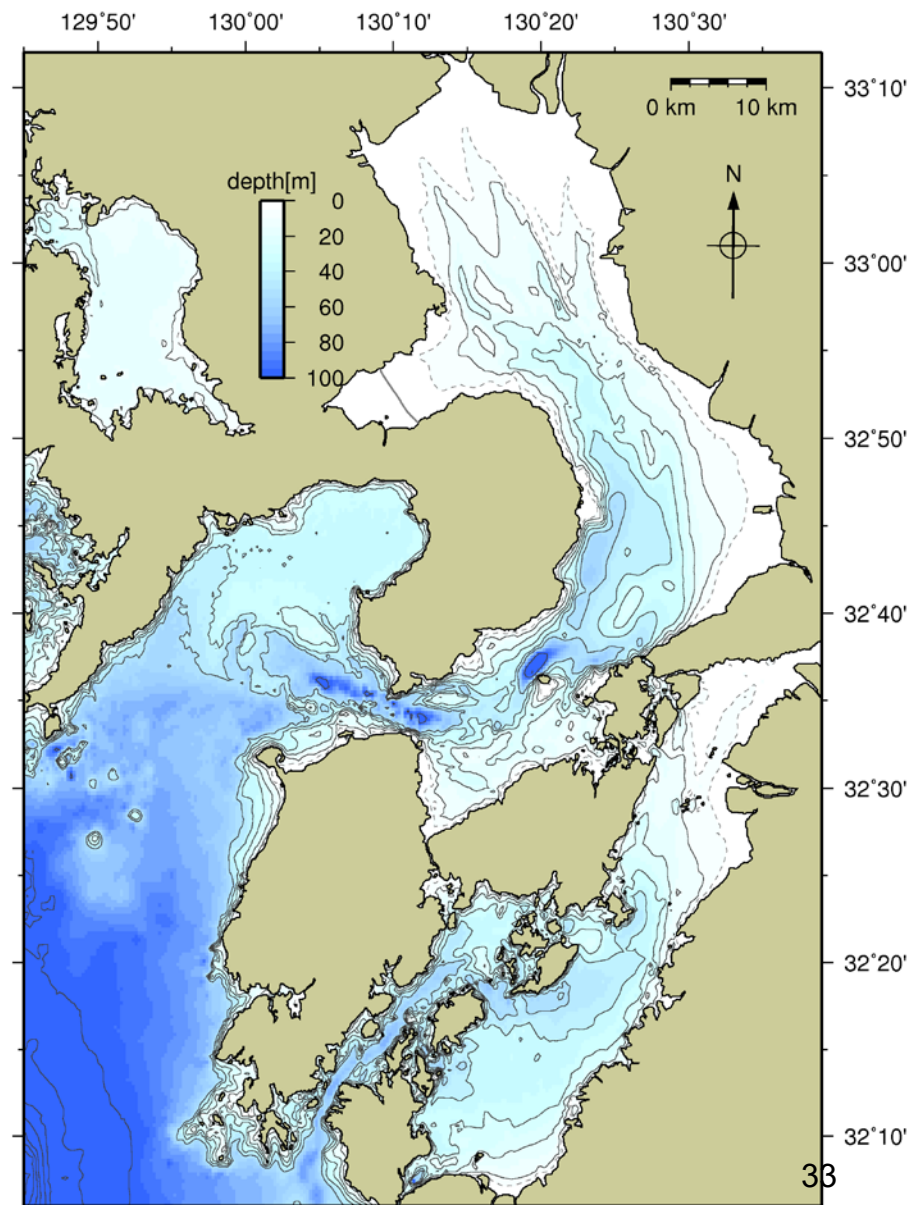
八代海の魚種別漁獲割合～
1980年および2006年との比較



魚種別漁獲量

平成25年（2013年）度から本格的に魚類相や仔稚魚に関する調査研究を実施

→まずは奥部の干潟域を重点的に



八代海の魚類相と種組成および生態系構造解明に向けて

八代海に出現する魚類の種同定、標本作成、魚類目録の作製



①羽瀬網等で漁獲



②船上である程度仕分け、全漁獲物を持ち帰る



③研究室で全個体を1個体ずつ同定、生物解剖



④鰭立て後、写真撮影を行い標本として登録

八代海の魚類相～奥部について

八代海奥部で採集した魚類の種数

15目48科66属81種 ⇒調査年数が短いのでこれから増える可能性

有明海奥部で採集した魚類の種数

17目54科88属115種

八代海のみで出現した種：30種



ホタテウミヘビ、ミナミホタテウミヘビ、ゴンズイ、アユ、ワニエソ、セスジボラ、オニオコゼ、ヨシノゴチ、イケカツオ、ロウニンアジ、オキヒイラギ、ダイミョウサギ、セトダイ、ヘダイ、シロギス、コトヒキ、シマイサキ、テンジクガレイ、イシガレイ、アミメハギ、ヒガンフグ、コモンフグ、クサフグ、コイ、カタボシイワシ、ミヤカミヒラアジ、オオニベ、ヒメコトヒキ、ツバメウオ、ツバメコノシロ

有明海と八代海奥部の魚類生態系構造は大きく異なる可能性

サメ・エイ類：有明海16種、八代海6種

ハゼ科：有明海21種、八代海2種

ネズツボ科：有明海4種、八代海1種

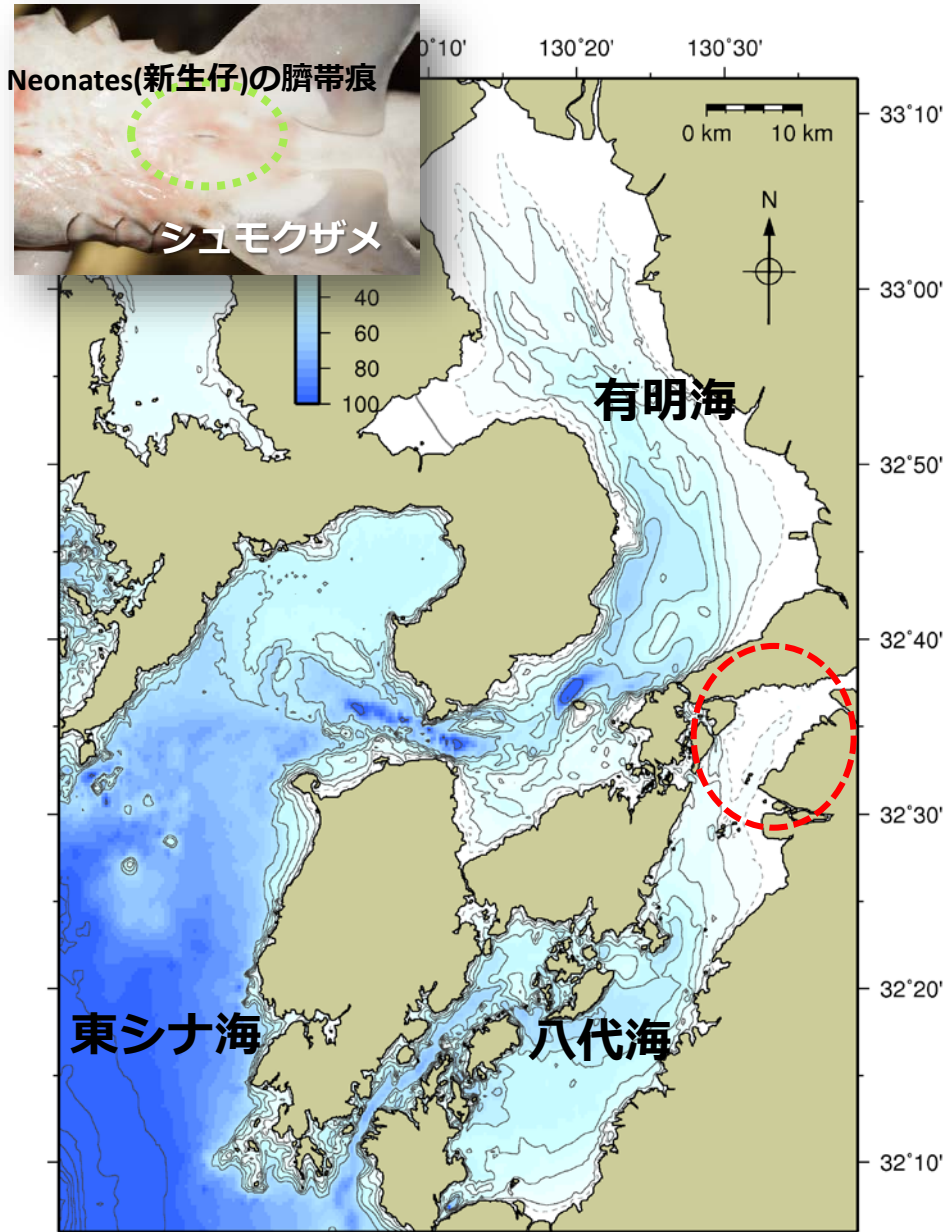
フグ科：有明海3種、八代海6種

ウミヘビ科：有明海0種、八代海2種



両海域とも広大な干潟域…魚類相が有明海とは異なる理由は？

八代海奥部で採集された板鰐類（サメ・エイ類）の種組成



種名	種組成	Neonatesの割合
アカエイ	82.6 %	うち 51.2 %
ナルトビエイ	7.5 %	うち 7.4 %
ツバクロエイ	6.4 %	うち 0 %
ウチワザメ	1.7 %	うち 0 %
スミツキザメ	1.4 %	うち 80.0 %
シロエイ	0.6 %	うち 100 %

奥部に出現するのはほぼアカエイ。アカエイ類は2種のみ。アカエイは成魚・幼魚ともによく出現するが（約50%）、奥部に出現した全種のNeonatesの95%がアカエイであり、成育場として利用する種は極めて少ない。
⇒成育場としての干潟の機能、高次生態系構造は、有明海とはかなり異なっている！

有明海と八代海は連結しているのに、干潟・河口域に出現する種や出現状況は大きく異なる。有明海でのサメ・エイ類の豊富さ、多様性の高さの要因を解明することが次の課題⇒再生方策検討に重要な知見となる

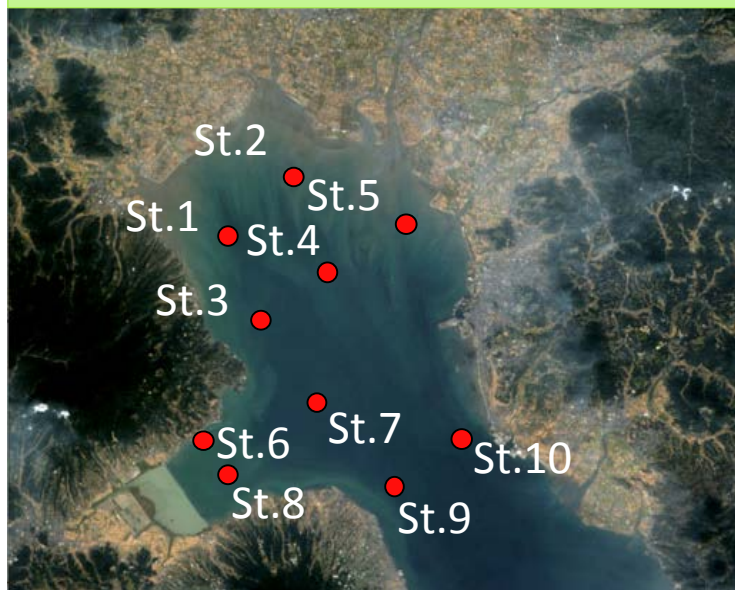
⇒硬骨魚類についても同様に調査を継続

* Neonatesとは生後間もないサメ・エイ類のこと

仔稚魚の分布と生息密度の海域間比較：八代海奥部の成育場としての機能は？

- ・ どのような種がどの時期にどの水域にどれくらい出現するか？
- ・ 八代海奥部のどの水域が有明海奥部に相当する海域なのか？

a)有明海奥部の定点



b)八代海奥部の定点



●稚魚ネットによる採集

口径0.8 m、目合い0.335 mm

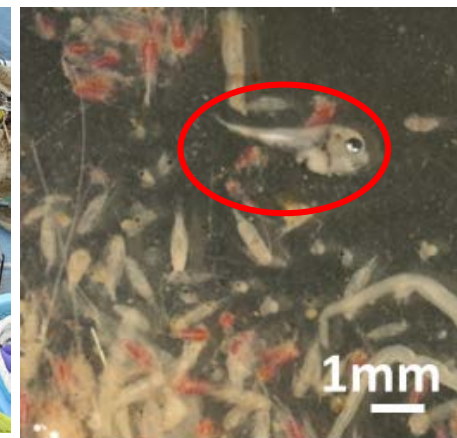
●環境測定

水温、塩分、水深、DOなど

●ソーティング

仔稚魚の同定と計数

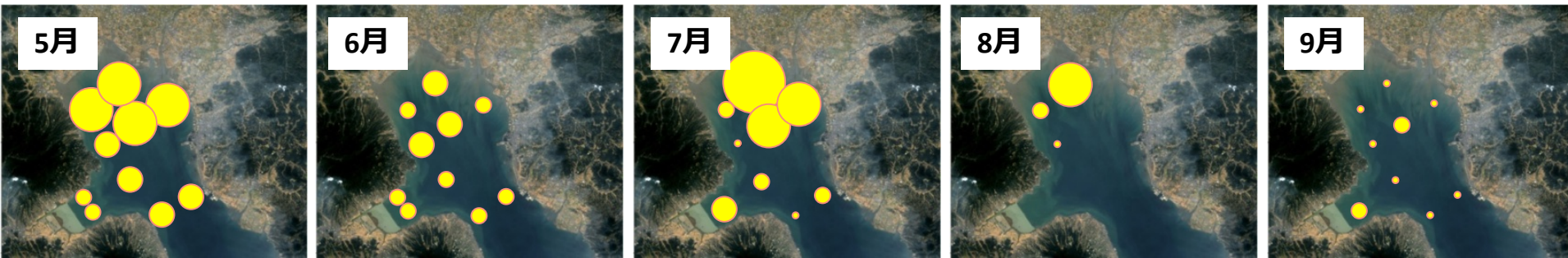
➡個体数密度算出 (/1000 m³)



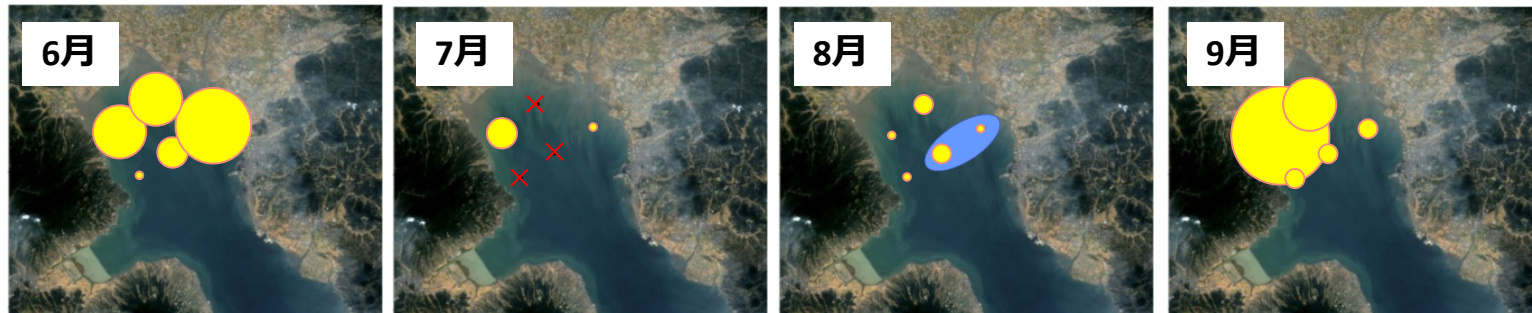
有明海と八代海での海域間比較：全仔稚魚の分布密度

有明海 (n=11642)

2012年



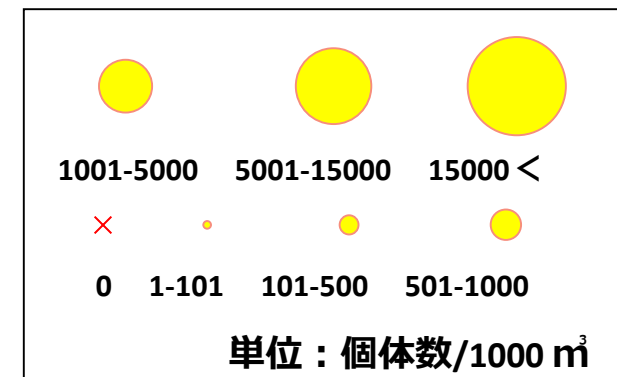
2013年



DOが3mg/l以下の定点

八代海 (n=474)

2013年



八代海における年度別にみた仔稚魚の分布密度

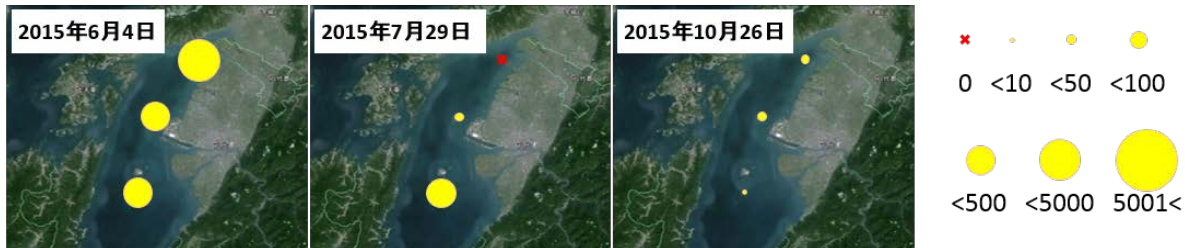
2013年度



2014年度



2015年度



2016年度



2017年度



分布密度、出現する種組成も有明海とはかなり異なる

八代海全体の環境、特に流れはどのような構造なのか？

漁獲調査およびバイオロギングによる魚類の移動・行動生態

- ・三か所で連結した有明海と八代海の関係性や海域環境の違いを魚類の移動や回遊生態から調査した→両海域の環境や生物相の全体像とその相違を解き明かし、今後問題解決に必要な調査研究あるいは検討内容を抽出するために有効である。
- ・有明海および八代海の再生方策検討に必要な海域区分に活用できる。



これまでに様々な魚種あわせて100個体以上に種々の発信機を装着し、追跡

位置情報が得られた地点にマーク（精度の高いものに限定）

ピンク：有明海で放流 黄色：八代海で放流

種によらず、移動経路は有明海—橘湾—外海または、八代海—外海であり、有明海と八代海をまたいで移動する個体はいなかった。

本報告は主に長崎大学・山口らの研究グループが2001年以降に行ってきた有明海・八代海に関する下記の研究プロジェクトや事業等による成果に基づくものです。

- **長崎大学**

- 長崎大学第三期重点研究課題「近未来の海洋環境変動に対するトラフグを基軸とした海洋生態系機能の把握と活用」

- 長崎大学第二期重点研究課題「東アジア河口域環境・資源回復研究拠点」

- 個人研究費

- **環境省**

- 「有明海の環境変化が魚類の卵・仔魚の輸送と生残に及ぼす影響の評価調査」

- 「有明海・八代海における生物生態系解明に向けた基礎情報収集調査」

- 「有明海生態系回復方策検討調査（生態系機能解明調査）」

- **文部科学省の科学研究費**

- 基盤研究（S）「有明海の環境変化が漁業に及ぼす影響に関する総合研究」

- 若手研究（B）「ナルトビエイの成長・成熟・食性および回遊に関する研究」

- 基盤研究（B）「エイ類（トビエイ亜目）胎仔の発生初期に見られる胚休眠の実態と環境への適応戦略」

- 基盤研究（C）「海洋温暖化がエイ類の生物量・分布および行動生態に及ぼした影響の解明」

- 挑戦的萌芽研究「エイ類（トビエイ亜目）発生初期の胚が極めて短期間休眠することの実証的研究」

- 基盤研究（B）「有明海におけるシログチ仔稚魚の輸送・減耗過程：最近年の魚類資源減少の要因を探る」

- **科学技術振興調整費**

- 「有明海生物生息環境の俯瞰的再生と実証試験：海水温上昇による魚類影響調査」

- **水産業・漁村活性化推進機構**

- 「有明海のナルトビエイ生物生態調査」