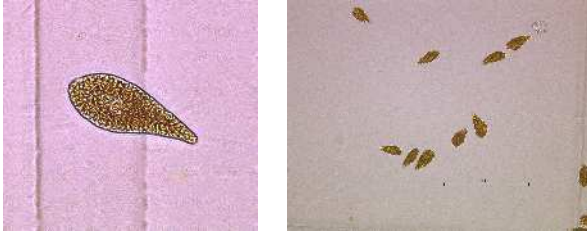


# 鹿児島県内で発生する主な有害赤潮プランクトン

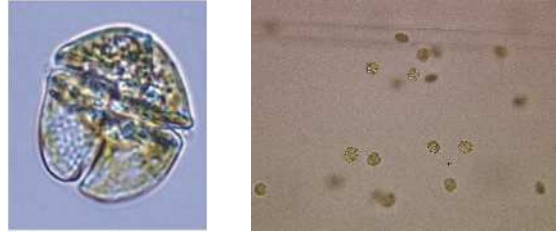
水産技術開発センター 漁場環境部

## シャットネラ アンティーカ



- 大きさ: 長さ50~130  $\mu\text{m}$ , 幅30~50  $\mu\text{m}$
- ゆっくりと回転しながら泳ぐ。
- 容易に形態が変わり, 小型化したものでは判別が困難になる。
- 赤潮発生時期: 6月下旬~9月上旬
- 赤潮発生海域: **八代海**
- 適水温・適塩分はそれぞれ23~26°C, 30以下
- **魚毒性はきわめて強く, 最低致死細胞密度は30~50細胞/ml**
- **2009年と2010年には八代海で大規模な赤潮を形成し, 2年間の合計で57億円もの漁業被害(鹿児島県内のみ)が出る原因となった。**

## カレニア ミキモトイ



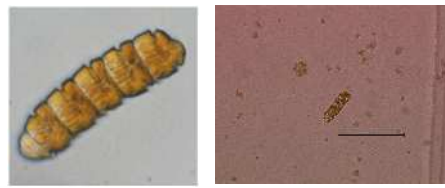
- 大きさ: 長さ18~37  $\mu\text{m}$ , 幅14~35  $\mu\text{m}$
- 上錘は、半円形又は丸みのある広い三角錘。下錘の右側がわずかに長い。
- 回転しながら直進し, 時折方向を変える。細胞が扁平なため, ヒラヒラ泳いで見える。
- 赤潮発生時期: 8月
- 赤潮発生海域: **八代海**
- 水温10~30°C(最適25°C), 塩分15~30(最適25)
- 魚毒性は強く, 致死細胞密度は当歳ブリ(体重約300g)で**5,500細胞/ml**前後。
- **中層(5-10m層)で増殖することが多い。**

## シャットネラ マリーナ



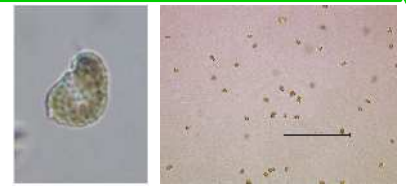
- 大きさ: 長さ30~50  $\mu\text{m}$ , 幅20~30  $\mu\text{m}$
- ゆっくりと回転しながら泳ぐ。
- 大型化した本種と変形したアンティーカでは判別が困難になる。
- 赤潮発生時期: 6月~7月上旬
- 赤潮発生海域: 鹿児島湾, **八代海**
- 水温23~26°C, 塩分30以下
- 魚毒性は強く, 致死細胞密度はブリ及びカンパチで**約2,000細胞/ml**

## ココロディニウム ポリクリコイデス



- 大きさ: 長さ30~40  $\mu\text{m}$ , 幅20~30  $\mu\text{m}$
- 連鎖は通常**8個以下**(まれに16個)
- 直線的に比較的速く泳ぎ, 時折停止して方向を変える。
- 赤潮発生時期: 5月中旬~10月中旬
- 赤潮発生海域: **八代海**
- 水温: 27~28°C, 塩分: 32~34(高塩分)
- 魚毒性は強く, 致死細胞密度はブリ類で**2,000細胞/ml**前後

## ヘテロシグマ アカシオ



- 大きさ: 長さ8~25  $\mu\text{m}$ , 幅6~15  $\mu\text{m}$
- いびつな楕円形で, 扁平。
- 赤潮発生時期: 2月下旬~7月, 9月
- 赤潮発生海域: 鹿児島湾, 浦底湾, 他
- 水温15~25°C 適塩分範囲はきわめて広い
- 致死細胞密度はブリで約10万細胞/ml, カンパチで約3万細胞/ml

# 2023年の八代海における赤潮発生状況

水産技術開発センター 漁場環境部

2023年の八代海では、6月から9月にかけて  
3種の有害赤潮プランクトンによる混合赤潮が発生

- 発生期間: 6/13~9/13(うち警報発出期間は6/19~9/13)
- 発生場所: 長島町沖(八代海全域)
- 漁業被害: 合計54,873千円
  - 6月下旬 シャットネラ, コクロディニウム混合赤潮による被害
  - 7月下旬 カレニア赤潮による被害



7/27 長島町水産種苗センター前の海水

## 有害赤潮プランクトンの発達状況

- Cochlodinium polyklycoides***…6月上旬から下旬にかけて各地で赤潮化。その後は低位で推移



- Chottonella*属**…6月から広域で増殖。南部で一時減少するが、台風6号に伴う降雨で再増殖

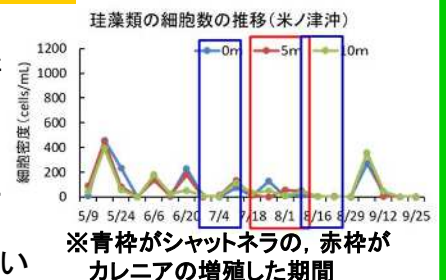


- Karenia mikimotoi***…広域的には上記2種より遅れて発生。7月下旬に増殖のピーク



## 赤潮発生に関連する環境条件(混合赤潮が長期化した要因)

- 競合種である珪藻類の増殖が低調  
例年より珪藻類の増殖が低調であり、8月以降はその傾向が顕著であった。
- 気象条件が有害赤潮プランクトンに味方した？  
梅雨期間中(5/29頃~7/25頃)の降水量は、6月上旬と7月上旬に平年を上回ったが、その他の期間は平年より少なかった。  
降水量の多い期間は低塩分に強いシャットネラに、降水量の少ない期間は低栄養に強いカレニアに有利に働いた可能性がある。

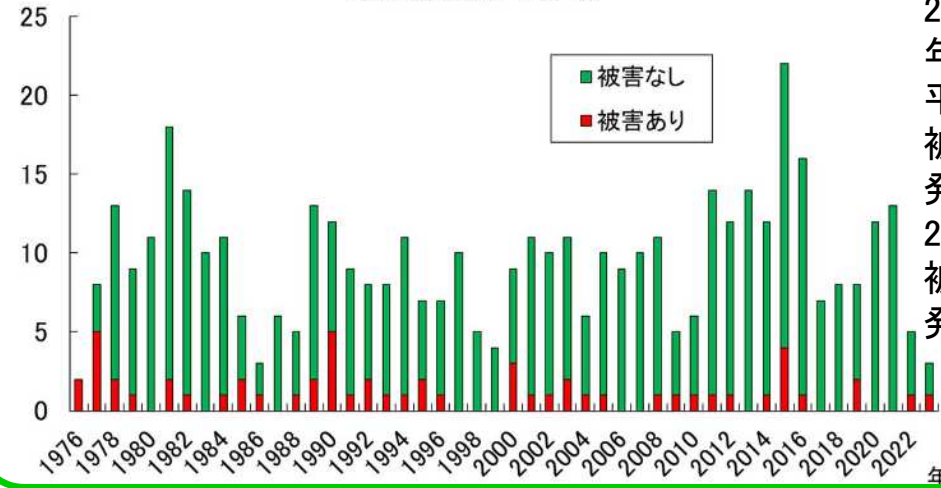


# 鹿児島県内におけるこれまでの赤潮発生状況

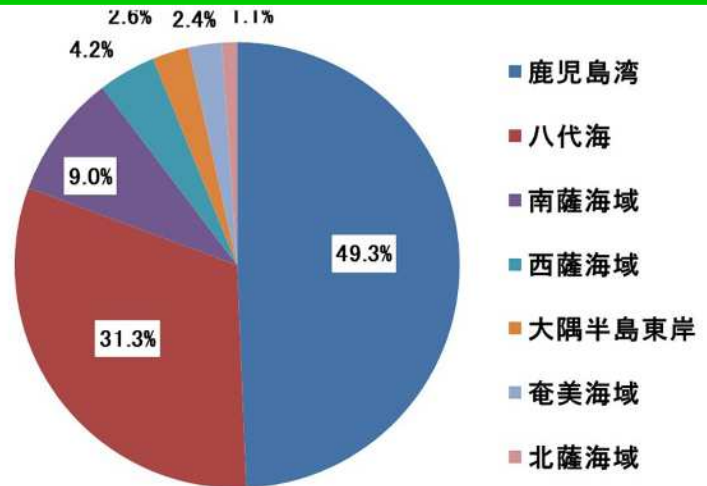
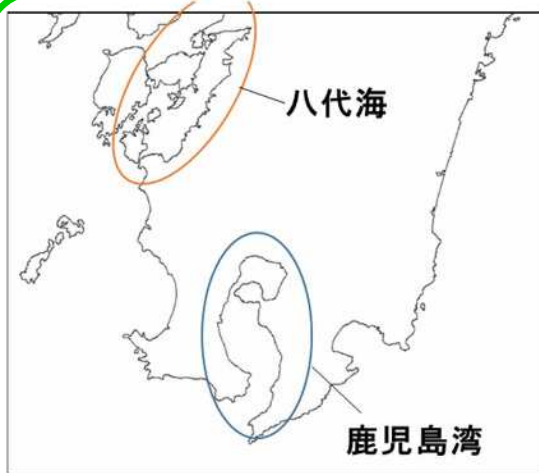
水産技術開発センター 漁場環境部

発生件数(件)

年別赤潮発生件数



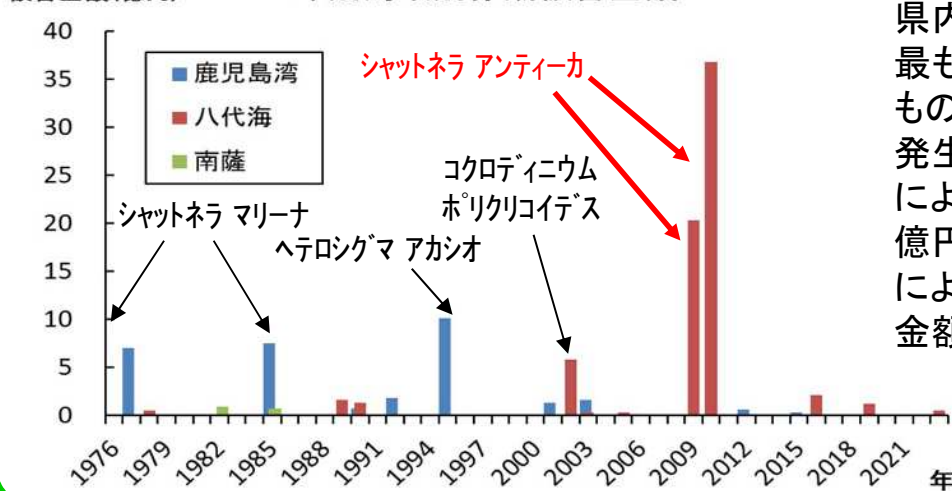
2000年以降、県内における年別の赤潮発生件数は平均10.2件で、このうち漁業被害を伴うものは平均1件発生している。2023年にも、八代海で漁業被害を伴う大規模な赤潮が発生している。



県内における赤潮発生海域は、鹿児島湾が最も多く、次いで八代海で、両海域で全発生件数の約80%を占める。

被害金額(億円)

年別海域別赤潮被害金額



県内で発生した赤潮のうち、最も大きな被害をもたらしたものは、2010年に八代海で発生したシャットネラ アンティーカによるもので、金額は約37億円にのぼり、前年の同種による赤潮と合わせて被害金額は約57億円にも達した。

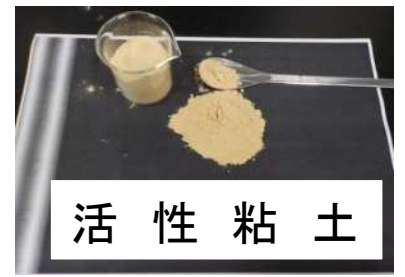


## <改良型粘土とは？>

◎従来の赤潮防除剤である入来モンモリ(活性粘土)に食品添加物の焼ミョウバンを加えたもの

### 活性粘土とは・・・

- ・ モンモリロナイトを主成分とした粘土で珪酸アルミニウムを多く含む。
- ・ 海水中では周囲の粒子を凝集し、沈降させる性質を持つ。



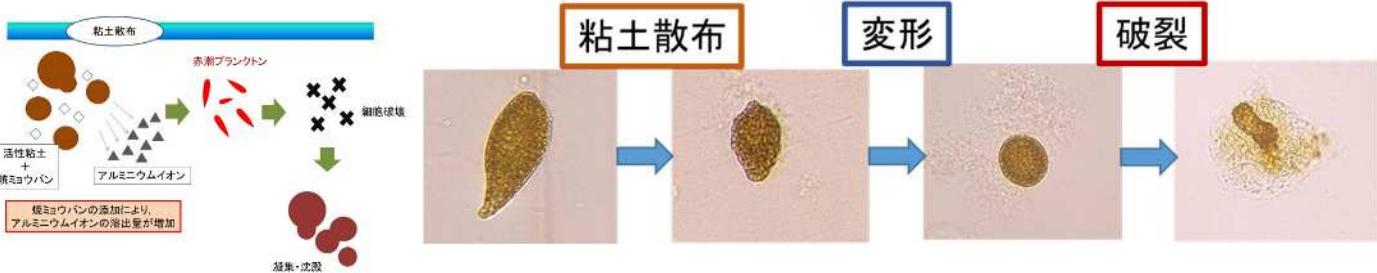
### 焼ミョウバンとは・・・

- ・ 硫酸アルミニウムカリウムを主成分とする食品添加物です。
- ・ ウニの身の引き締めや野菜の煮物の煮崩れ防止などに利用されています。



## <赤潮防除の原理>

◎活性粘土には、赤潮プランクトンへの殺藻効果をもつとされるアルミニウムイオンが多く含まれている。海水中でアルミニウムイオンが溶出して赤潮プランクトンの細胞を破壊し、さらに、粘土の持つ凝集・沈降効果によって、防除効果を示すと考えられている。



## <中層散布の例>

中層で増殖するカレンアミキモイの防除のために、中層散布器を試作しました。

### 塩ビパイプ製の中層散布器

停船状態で潮上から散布することで、帯状に粘土を散布することができます。

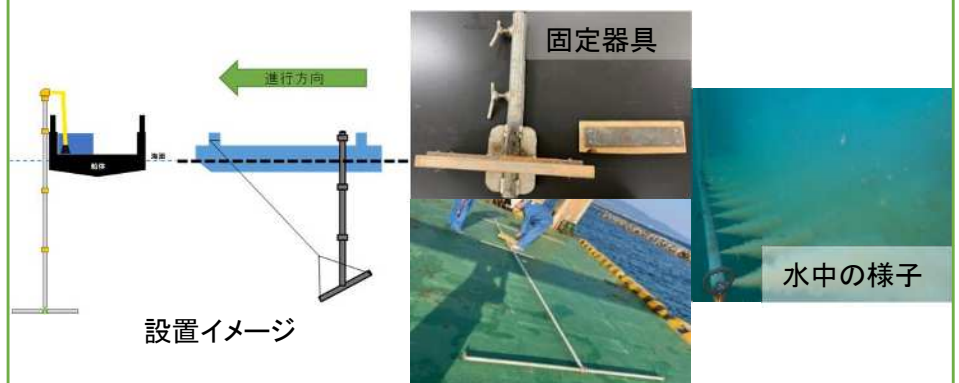


散布の様子

### ステンレスパイプ製の中層散布器

曳航しての散布が可能です。注意点は以下のとおりです。

- ・ 船体としっかりと固定する
- ・ 旋回の際は、負荷が大きくなるので海面上に引き上げる。
- ・ 航行速度は4ノット以下とする。



# 八代海南部における水質

No.1

## 目的

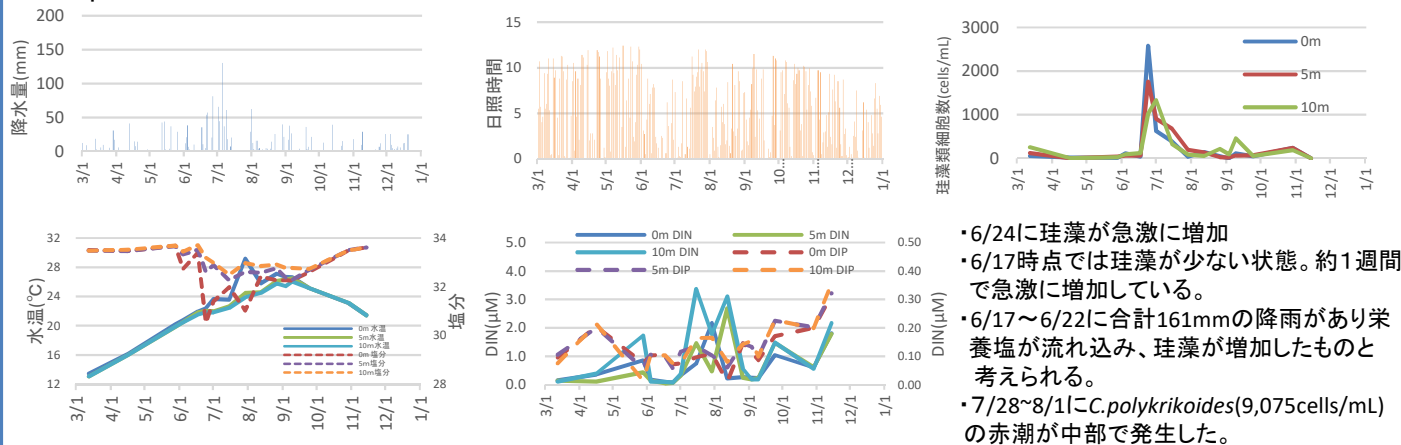
漁場環境部 研究員 赤塚麻美

有害赤潮プランクトンの発生状況及び海洋環境を広域的に監視するとともに、赤潮プランクトンの増殖特性等の把握により赤潮発生機構を解明し、漁業被害の防止に資する。

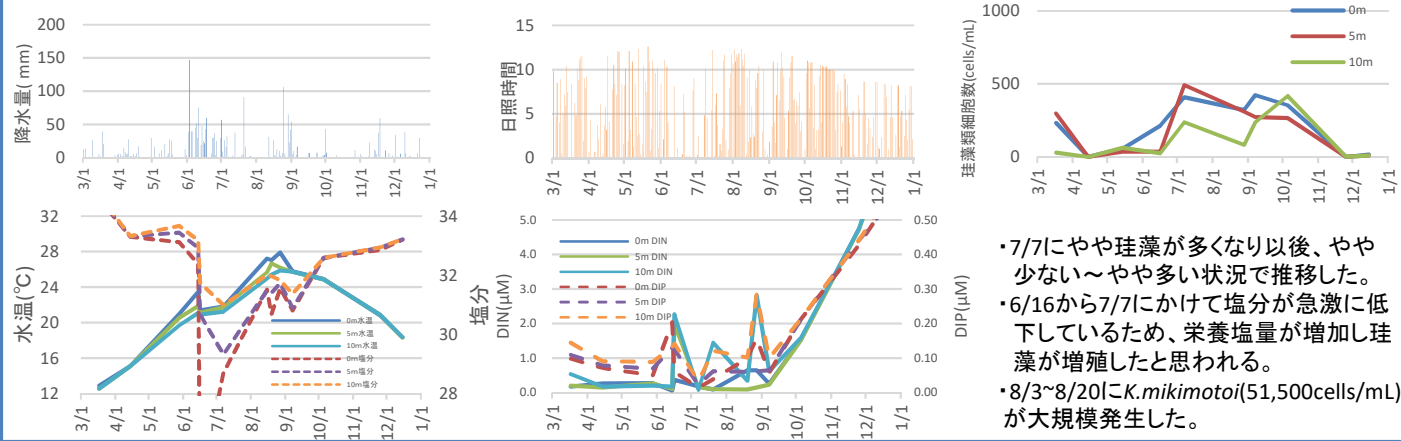
## 過去10年間の珪藻類の状態と水質環境

R5年は八代海で、*Cochlodinium polykrikoides*(以下、*C.polykrikoides*)、*Chattonella antiqua*(以下、*C.antiqua*)、*Karenia mikimotoi*(以下、*K.mikimotoi*)が増殖し、競合種である珪藻類が少ないという傾向であった。珪藻類の過去10年間の珪藻類の発生状況と水質環境について比較する。今回使用する珪藻類細胞数・水温・塩分・DIN・DIPデータは八代海南部調査の水俣沖、降水量・日照時間は気象庁の水俣におけるデータを使用した。

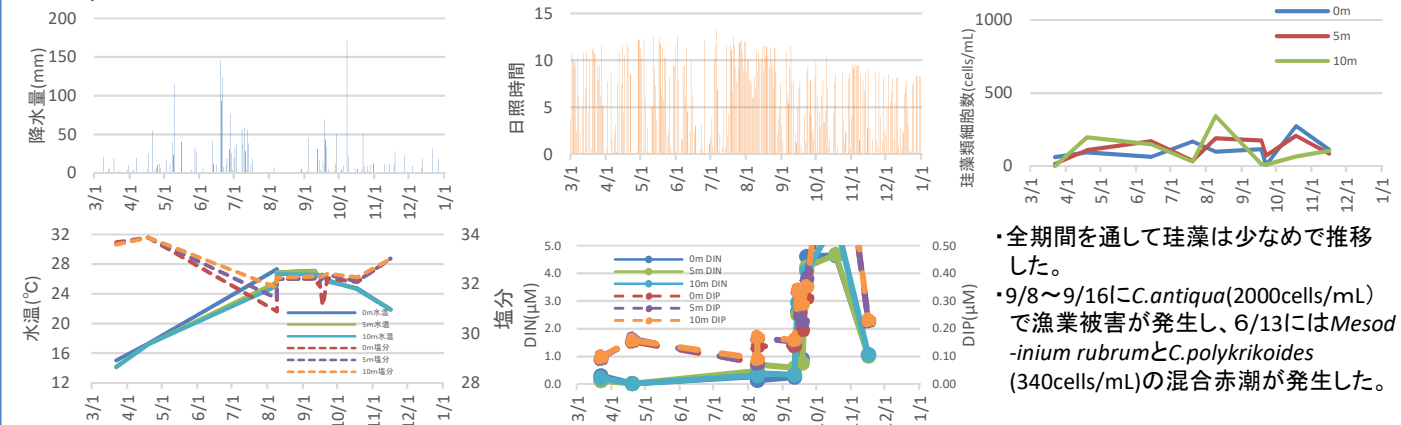
### 2014年



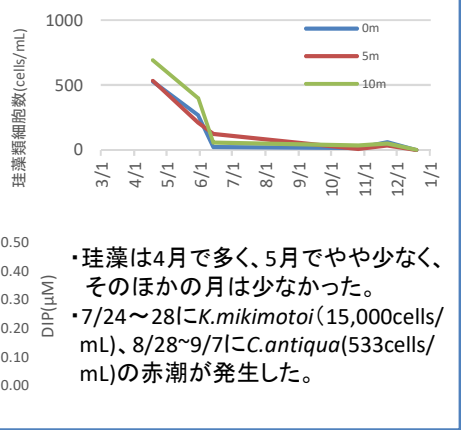
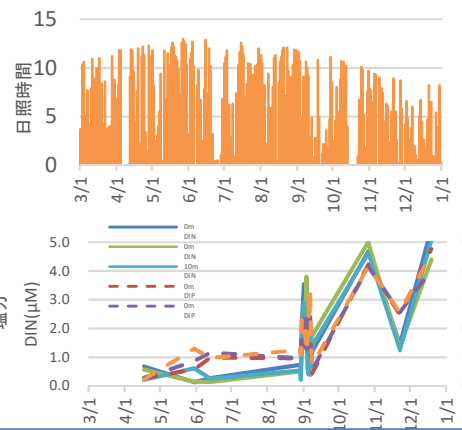
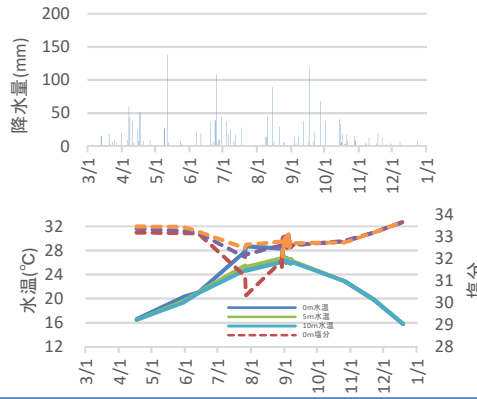
### 2015年



### 2016年

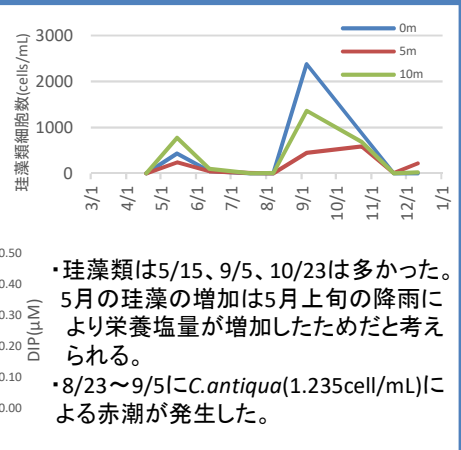
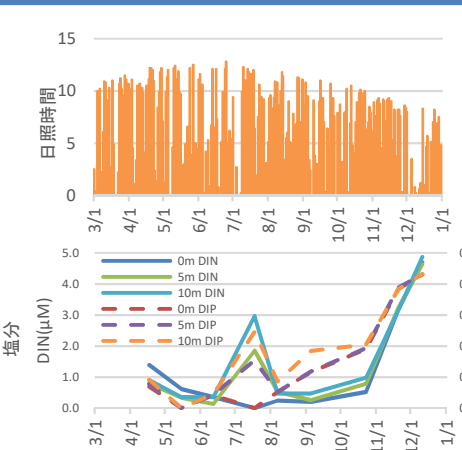
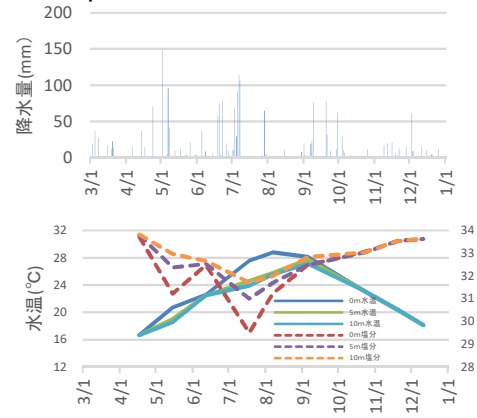


2017年



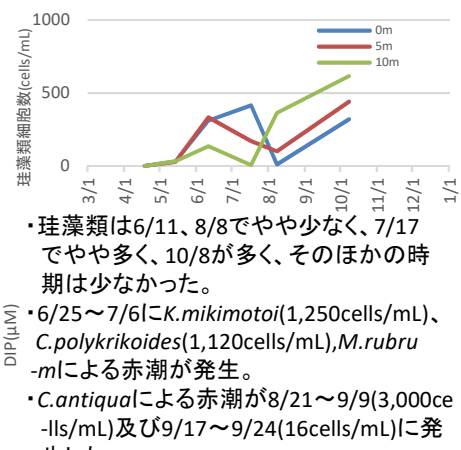
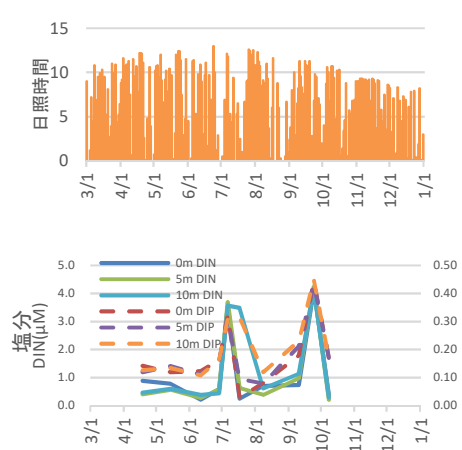
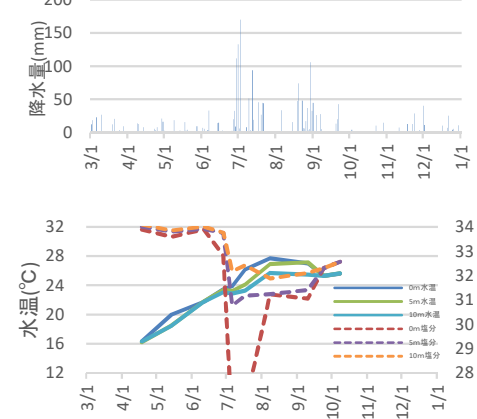
珪藻は4月で多く、5月でやや少なく、そのほかの月は少なかった。  
 ・7/24～28に*K.mikimotoi*(15,000cells/ml)、8/28～9/7に*C.antiqua*(533cells/ml)の赤潮が発生した。

2018年



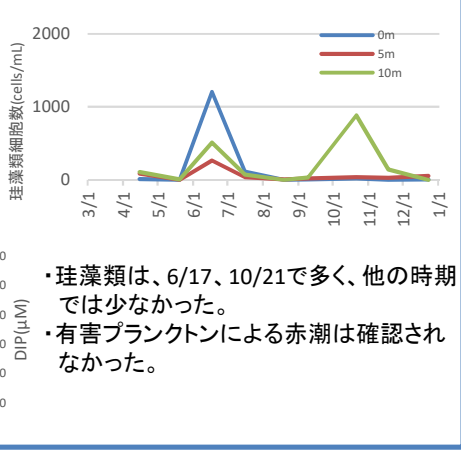
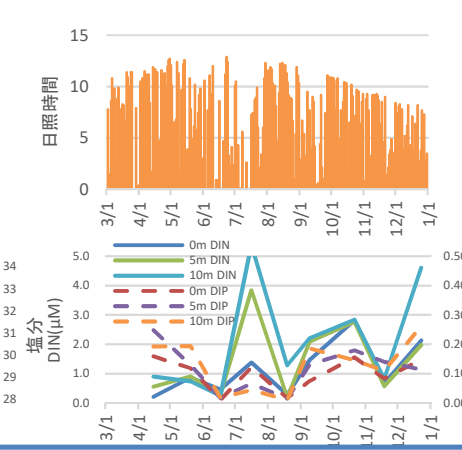
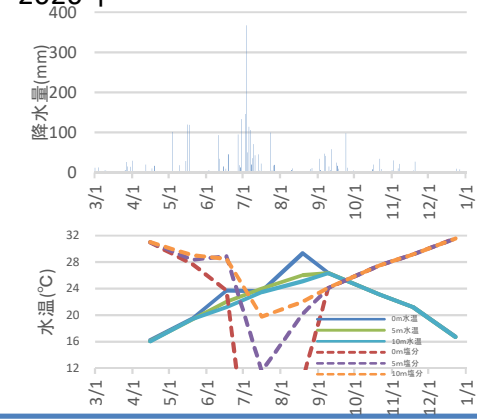
珪藻類は5/15、9/5、10/23は多かった。5月の珪藻の増加は5月上旬の降雨により栄養塩量が増加したためだと考えられる。  
 ・8/23～9/5に*C.antiqua*(1.235cell/mL)による赤潮が発生した。

2019年



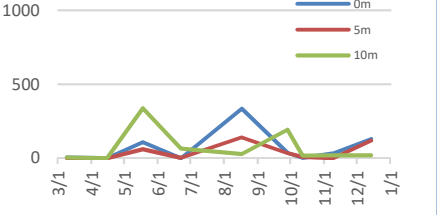
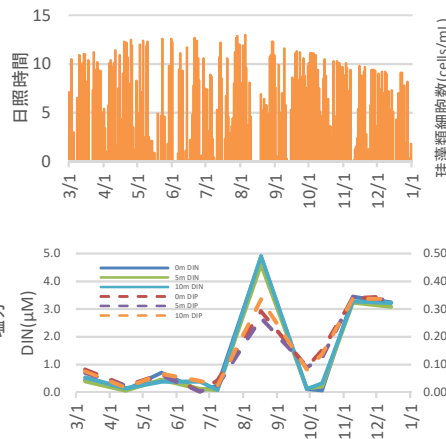
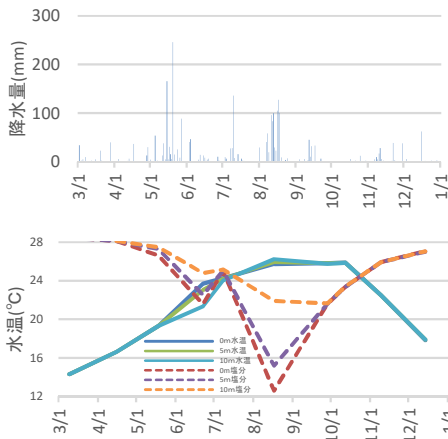
珪藻類は6/11、8/8でやや少なく、7/17でやや多く、10/8が多く、その他の時期は少なかった。  
 ・6/25～7/6に*K.mikimotoi*(1,250cells/mL)、*C.polykrikoides*(1,120cells/mL)、*M.rubrum*による赤潮が発生。  
 ・*C.antiqua*による赤潮が8/21～9/9(3,000cells/mL)及び9/17～9/24(16cells/mL)に発生した。

2020年



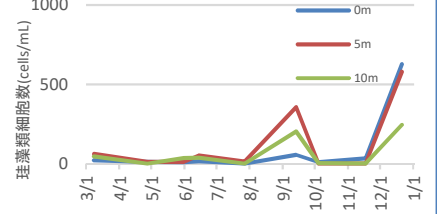
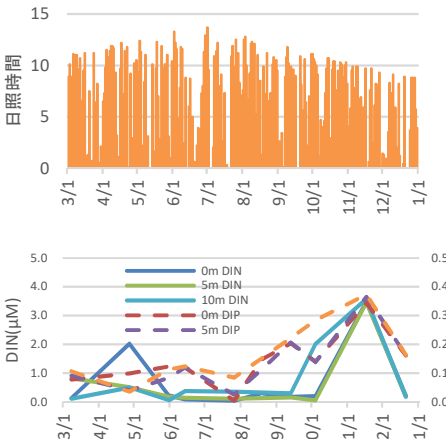
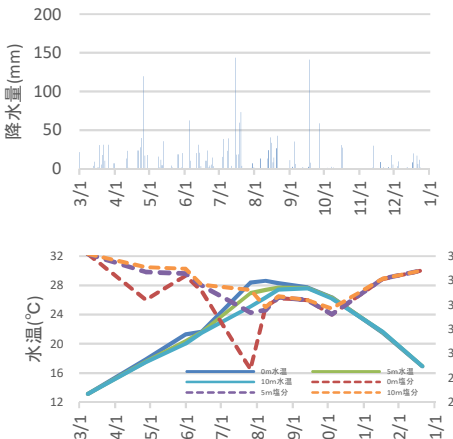
珪藻類は、6/17、10/21で多く、他の時期では少なかった。  
 ・有害プランクトンによる赤潮は確認されなかった。

2021年



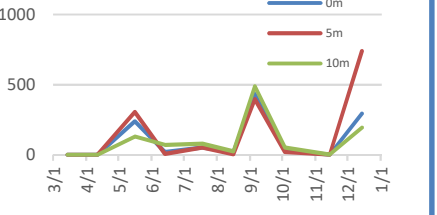
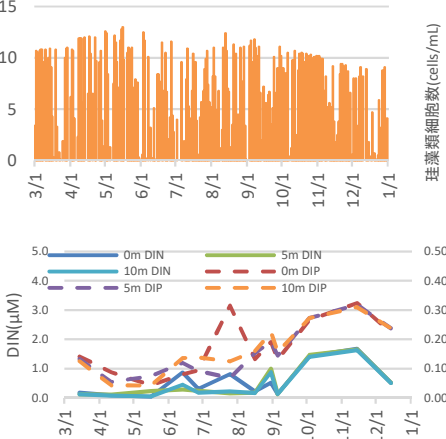
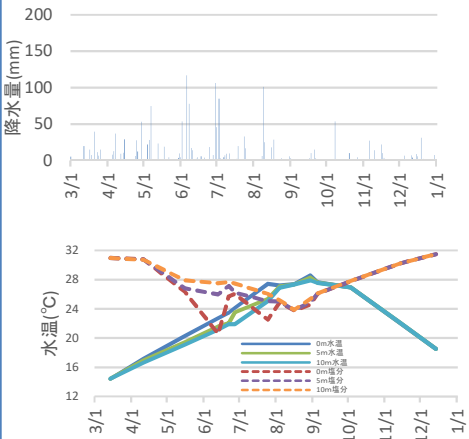
・珪藻は、5/18、8/17にやや少なく、そのほかの時期は少なかった。  
 ・7/12～8/24に*C.antiqua*(210cells/mL)による赤潮が確認された。

2022年



・珪藻は、9/13にやや少なく、12/21に多く、その他の時期は少なかった。  
 ・8/1～8/20に*K.mikimotoi*(100,000cells/mL)が大規模発生した。

2023年



・珪藻は、5/16にやや少なく、9/5にやや多く、12/14に多かった。  
 ・6/13～9/13に*K.mikimotoi*(80,000cells/mL)、*C.antiqua*(2,000cells/mL)、*C.polykrikoides*(6,000cells/mL)が確認された。

まとめ

過去10年間における八代海南部の珪藻類の細胞密度、気象条件及び水質環境について、整理したが、今後さらに風・流況・底層の水質状況等を考慮しながら、プランクトンの動向について予察できるよう知見を集めていく。



# 鹿児島湾における水質

目的

漁場環境部 研究員 赤塚麻美

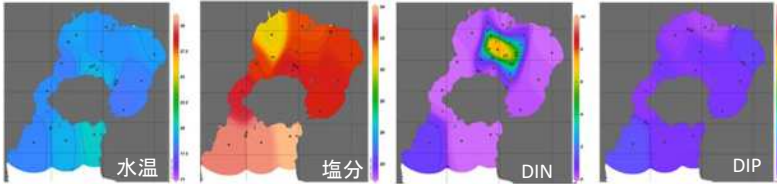
有害赤潮プランクトンの発生状況及び海洋環境を広域的に監視するとともに、赤潮プランクトンの増殖特性等の把握により赤潮発生機構を解明し、漁業被害の防止に資する。

## R5年に確認された有害プランクトンと環境要因

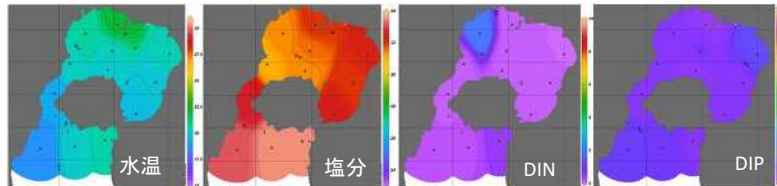
### ① ヘテロシグマ アカシオ

赤潮発生期間: 4/23~5/12(最高細胞数: 775cells/)

適水温: 15~25°C 半飽和定数: DIN-1.7μM、DIP-0.1μM



4/18 表層水温は適水温、降雨によりDINが高い場所がある。湾奥中央部のDINと福山沖のDIPが増殖の要因と考えられる。

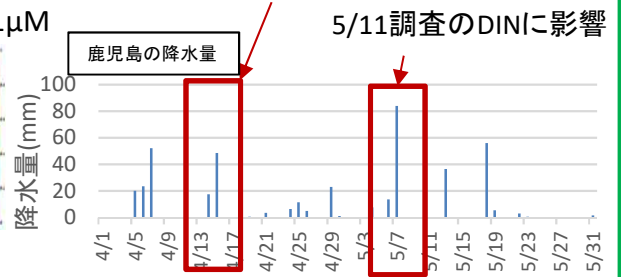


5/11 表層水温は適水温、降雨によりDINが高い場所があったが、潮汐により栄養塩が拡散され栄養塩が少ない状況になったと考えられる。

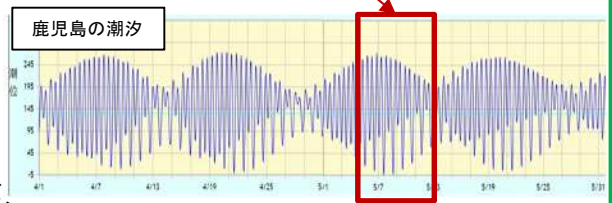
本種が増殖するために必要な栄養塩が枯渇したため衰退したと考えられる。

4/18調査のDINに影響

5/11調査のDINに影響



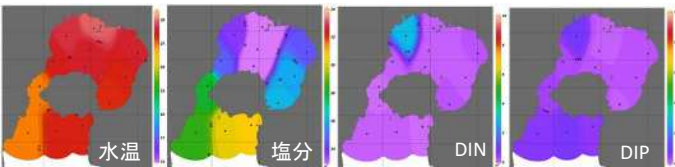
5/7の降雨の影響を拡散した可能性あり



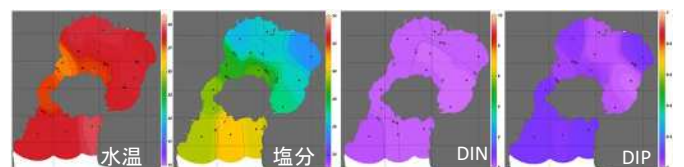
### ② シャットネラ マリーナ

赤潮発生期間: 7/13~9/29(最高細胞密度: 11cells/mL)

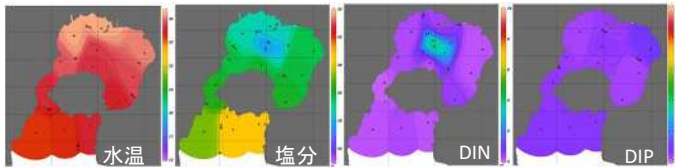
適水温: 23~26°C 半飽和定数: DIN-1.0μM、DIP-0.11μM



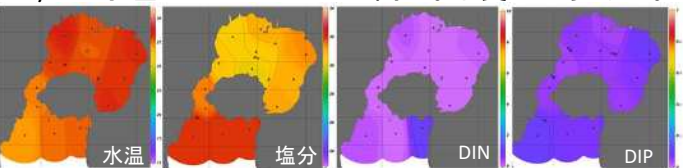
7/13 水温が27.4~29.9°Cと高い。重富沖でDINが多い。



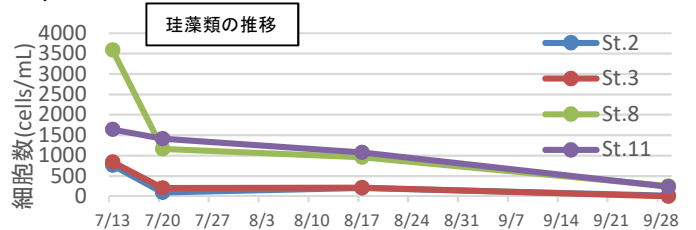
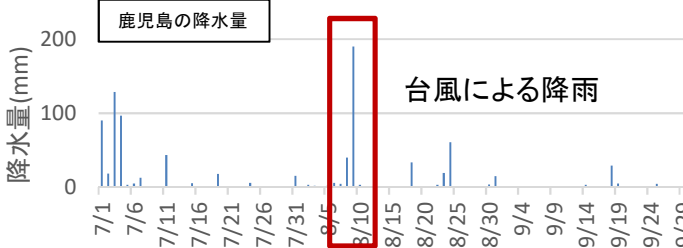
7/20 水温が27.4~29.5°Cと高い。栄養塩は少ない。



8/17 水温が28.1~30.6°Cと高い。降雨の影響によりDINが局地的に高い場所がある。



9/29 水温が27.1~28.3°Cと高い。栄養塩は少ない。



7/13-8/17にかけて湾奥では珪藻が多い。湾奥の栄養塩消費を助けたと考えられる。

本種に対し、高い水温と低い栄養塩濃度のため、大増殖しなかったと考えられる



# 藻場造成について① 藻場とは

1 藻場とは:水深の浅い海底にワカメやホンダワラなどの海藻やアマモなどの海草が繁茂している場所,あるいはその群落や群落内の動物を含めた群集

2 鹿児島県で見られる主な藻場のタイプ:



ワカメ場



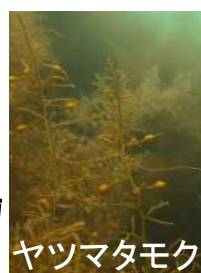
ガラモ場(ホンダワラ類※)



アマモ場(アマモ類)

※県内に分布しているホンダワラ類には、主なものに、ヤツマタモク、マメタワラ、ヒジキ、マジリモク、キレバモクなどがある。

これらの他、県北の一部ではアラメ・カジメ場に区分けされるアントクメが分布している。



ヤツマタモク



ヒイラギモク



小型海藻であるテングサも藻場とされることがある。

3 藻場の役割:

1) 海生生物の生活の場:

魚類や無脊椎動物などの生息場(隠れ場・餌場), 幼稚魚の保育場, 魚介類の産卵場等となり、「海のゆりかご」と言われる。



産みつけられたミズイカの卵



藻場に集まる小魚



ホンダワラを好むシラヒゲウニ

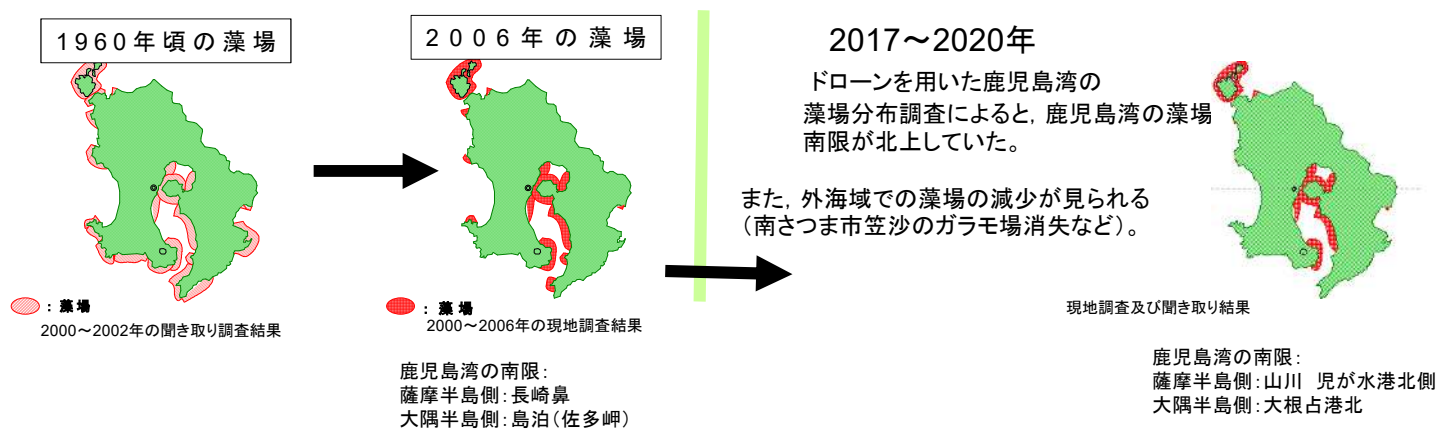
2) 一次生産・環境保全

窒素やリンを吸収し, 沿岸海域の富栄養化を防止する。二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を吸収し, 炭素を隔離・貯留する「ブルーカーボン生態系」として期待される。

3) その他 食用とされたり, 環境学習の場となる。

# 藻場造成について② 造成の考え方

## 4 藻場の減少：昭和40年代から藻場減少（磯焼け）が発生



最近では、全国的にも藻場の減少が報告されている。

## 5 藻場造成の考え方：

「藻場形成を阻害している要因を特定し、取り除く」

現状把握（藻場形成阻害要因の特定）

特定の一方法 海藻をカゴの内外に設置する

①外が生育



タネか基質が足りない

②内も消失



海藻が生育する環境ではない

③外は消失、内は残存



食害対策が必要  
そのほとんどがウニ類か魚類

本県では魚やウニ類の食害が多い。  
その他タネの不足、基質の不足など

ウニが近くにいれば、ウニ駆除を行う

対策手法の検討

次の対策の検討

対策の実施

対策の評価

## 6 対策手法：

1) 基質の確保



砂地に基質（石やブロック）を間隔を開けて設置すると、ウニが寄りにくくなる



埋没に比較的強く、段差により環境条件の変化に対応

このほか、岩盤清掃などもある。



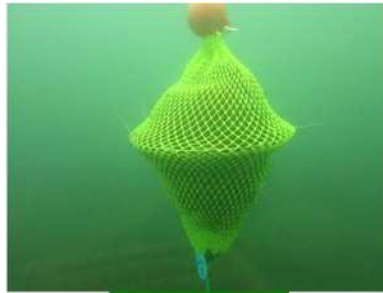
# 藻場造成について③ 対策手法

## 6 対策手法(続き) : 2) タネの追加(播種)



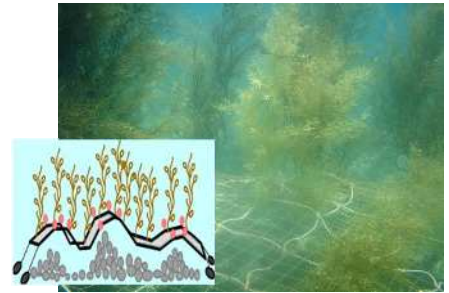
直束式

母藻の中央をロープで束ねて土嚢等で設置



スポアバッグ式

スカリ袋に枠を入れ空間を確保し母藻を入れる。藻体に海水が通るよう、網目を粗くし、詰めこみ過ぎないようにする。



中層網式

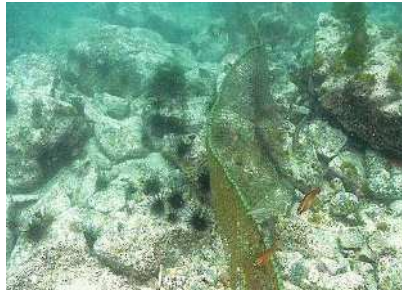
網に母藻を結着し展開する。母藻が傷みにくいので成熟前の設置が可能。静穏域に向く。

## 3) ウニ類の食害対策



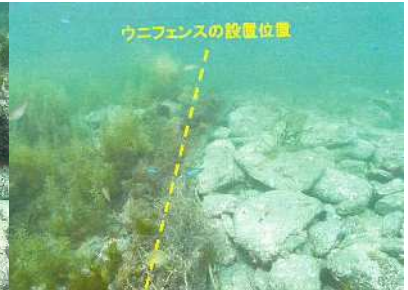
除去

海底で潰すか船上へ取り上げる。



防御

除去した範囲へのウニの再侵入を妨げるウニフェンスの設置。



## 4) 植食性魚類の食害対策 (課題)

### (1) 本県での主な植食性魚類



アイゴ



イスズミ



ブダイ



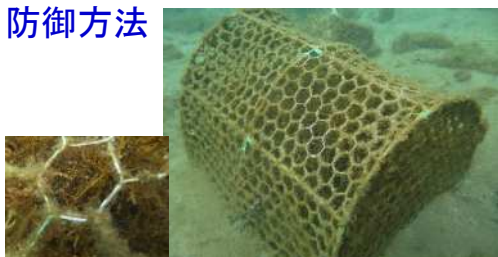
テングハギ

(主に奄美海域)

### (2) 除去方法

- ・ウニ類と違い移動能力が高く特定の地先のみでの除去が難しい。
- ・除去方法は漁獲方法と同じ(魚種により刺網, 延縄, 定置網, 釣り, 追込網等)だが, 特にアイゴ, イスズミは需要が少なく漁獲対象となっていない。

### (3) 防御方法



小規模であれば, カゴや囲い網



砂浜に転石・急深な地形を利用し, 海岸と垂直に網で仕切ることにより魚の侵入を抑え, 藻場ができた事例(瀬戸内町) 仕切り網方式

※農林水産技術会議委託プロジェクト研究  
「ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発」  
JPJ008722で実施しています。



# 囲い網の食害防除（植食性魚類の食害防止技術の開発）

目的：囲い網による食害防除技術を開発する。

漁場環境部 主任研究員 中島広樹

- 方法等
- ・調査手法…スクーバ潜水 調査員2名
  - ・調査時期…毎年12月～5月，月1～2回の頻度
  - ・繁茂個体の測定…網内，網外に繁茂するホンダワラ属藻類の藻長，着生密度
  - ・食害防除網…12月～2月頃にステンレスネットおよび囲い網を設置



## 測定について



方形枠  
(10×10cm) 内の  
全て藻体を測定  
する

## 内湾性藻場

特徴：波浪が弱い海域，種数少ない

囲い網（縦4m×横8m×高さ4m，天井網無し）

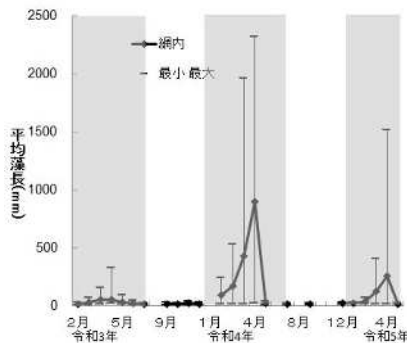


図1 網内の平均藻長の推移（網掛部は網を設置した期間）



図2 藻礁全景(上)，着生状況(下) (R4. 4. 27)

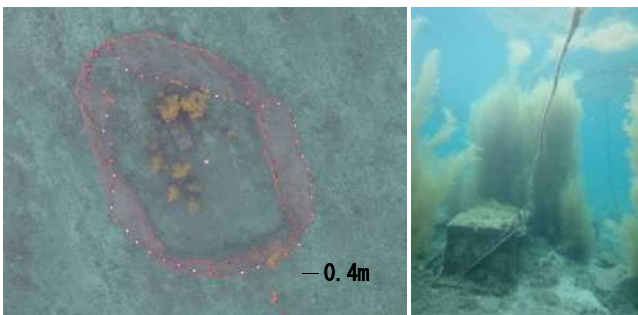


図3 囲い網内の繁茂状況 (R4. 3. 17)

## リーフ性藻場

特徴：波浪が強い海域，種数多い

ステンレスネット（縦96cm×横96cm×高さ8cm）



図4 ネット内の状況(左)，藻場非形成状況(右) (H29. 7. 5)

囲い網（縦3m×横3m×高さ2m，天井網無し）

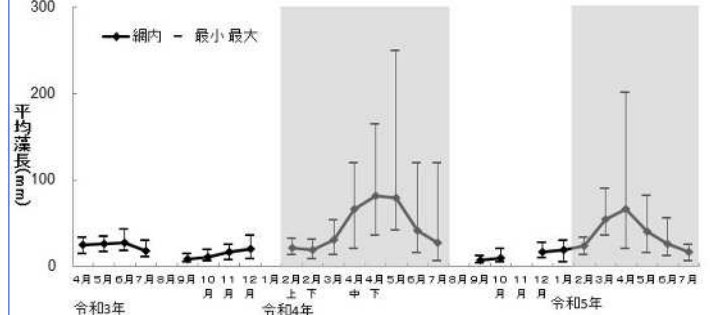


図5 網内の平均藻長の推移（網掛部は網を設置した期間）



図6 藻場非形成状況(左)，囲い網内の状況(中)，網破損の状況 (R4. 4. 15)

## 結果

- ① 網内は4月にピークとなり，その後枯死する(図1)。※ 網外は藻体がみられない。
- ① 藻長が最大2320mmまで伸長した，約6㎡の藻場造成に成功(図1，2，3)。
- ① ステンレスネットで食害防除できることを確認した(図4)。
- ① 囲い網で食害防除効果は確認できたが，破損により本来の藻長(約1m)まで伸長せず(図5，6)。
  - ・夏季に網を設置しなくても，次期の繁茂に影響はないと考えられる。

## 課題

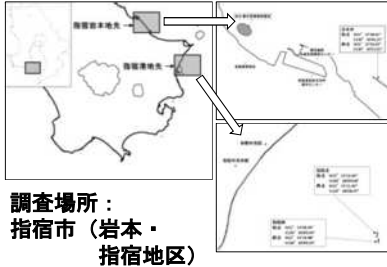
- ① 2月設置では食害を受けた可能性があり，設置時期（12月頃までに）の検討が必要である。
  - ・波浪が強いと，網の維持が困難であるため，波浪が弱い場所を選定する事が望ましい。
  - ・囲い網で造成した藻場が持つ核藻場機能の検証は今後実施する予定。

# 県内海域における藻場モニタリングについて

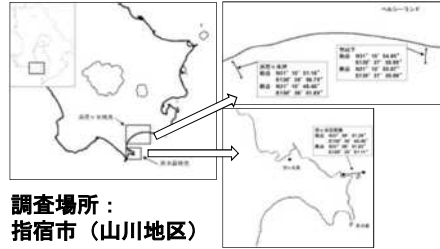
目的：定期モニタリング調査を行い、藻場を維持・回復するための活動を支援する。

漁場環境部 主任研究員 中島広樹

- 方法等
- ・調査手法…調査ラインを始点（岸側）から終点（沖側）に伸ばし、一定距離毎に調査する（スクーバ潜水、調査員2名）
  - ・調査時期…繁茂期（5月頃）、衰退期（12月頃）、年2回の頻度
  - ・調査項目…繁茂するホンダワラ属藻類や主な海藻出現種・被度、ウニ類等の密度、底質等



調査場所：  
指宿市（岩本・指宿地区）



調査場所：  
指宿市（山川地区）

表1 調査場所（ライン）

地区	調査箇所	調査ライン	ライン長 (m)	調査箇所間の距離 (m)
岩本	指宿地区	指宿東	58	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35
		指宿南	70	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30
山川	岩本沖	岩本沖	200	0, 50, 100, 150, 200, 250, 300
		岩本沖	200	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30
岩本	指宿地区	指宿北	100	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30
		指宿南	100	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30



調査風景

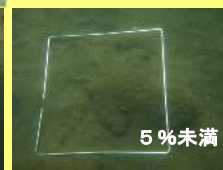
## 測定について



方形枠 (50×50cm) 内の藻体・ウニ類等を記録・計数する



50~75%

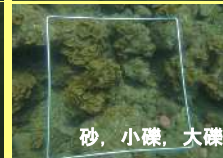


5%未満

枠内の海藻被度を記録



砂



砂、小礫、大礫

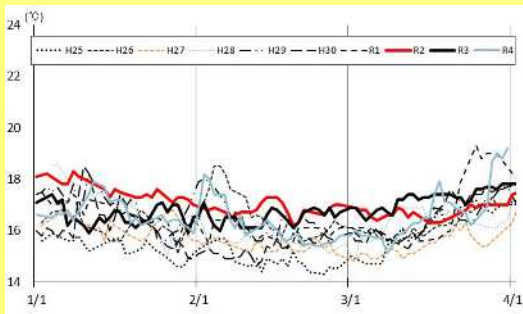
枠内の底質を記録

## モニタリングで見えてきたこと

### 衰退期の状況



岩本50m (左), 250m (右) (令和4年10月19日)  
岩本248m (令和元年11月26日)  
(左・中) 令和2年以降、ホンダワラ属の枝短い (右) 新芽が伸長



1~3月末の平均水温  
令和2年 17.0°C  
令和3年 16.8°C  
令和4年 16.6°C  
H25~R1の平均水温  
15.4~16.6°C

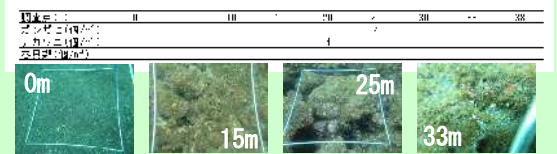


アイゴの採食量は17°Cを超えると急激に増加すると言われている

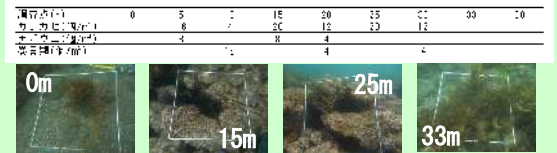
岩本沖から取水する当所種苗生産施設の取水海水温 (平成25~令和4年)

### 食害生物の状況

指宿北 (繁茂期：平成29年6月1日)



指宿北 (繁茂期：令和4年5月31日)



(上) ガンガゼは低密度で、基質に小型藻類あり  
(下) 海藻はほとんどみられず、ガンガゼが優占

### 構成種の状況

竹山下のモニタリング調査結果 (平成22~令和4年度)

種名	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
ウミトラノオ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ヒラギモク	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
マヅリモク	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

温帯性種であるウミトラノオ、亜熱帯性種であるヒラギモクやマヅリモクは近年確認されていない。

## 結果

- ・衰退期にホンダワラ属藻類の新芽の伸長がみられなくなった。(図1)。
- ・令和2~3年は冬季海水温が高く、植食性魚類の影響を受けた可能性がある(ウニは少ない)。
- ・ここ5年間で食害生物(ガンガゼ)が高密度化した。藻場の形成には、ガンガゼの密度管理(駆除)を行う必要がある。
- ・モニタリング調査を継続し、海域毎の構成種や食害状況の変遷を把握することで、適切な藻場造成活動の一助となる。



# 指宿市二反田川におけるシラスウナギの来遊状況の把握

目的：採捕調査を行い、来遊状況を把握する。

漁場環境部 主任研究員 中島広樹

- 方法等
- ・調査手法…集魚灯・手すくい網採集 調査員2名
  - ・調査時期…原則として新月頃の2日間、日没後の満潮までの2時間  
(平成25年9月～平成26年8月をH25-26年度漁期と呼称、以降も同様)
  - ・採捕個体の処理…全長、体重の測定、色素発達段階による発育段階の判定

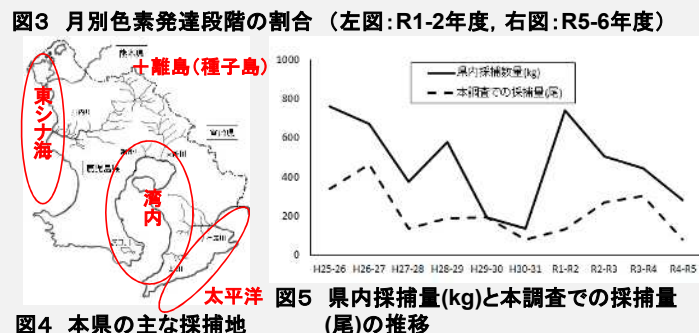
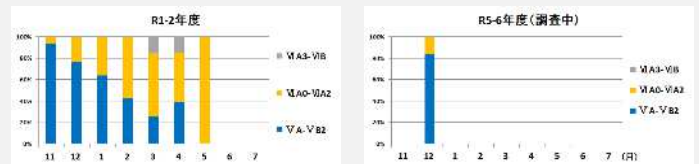
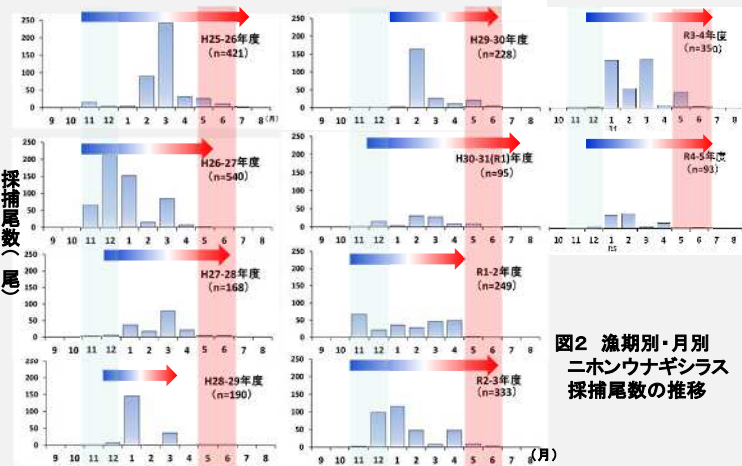
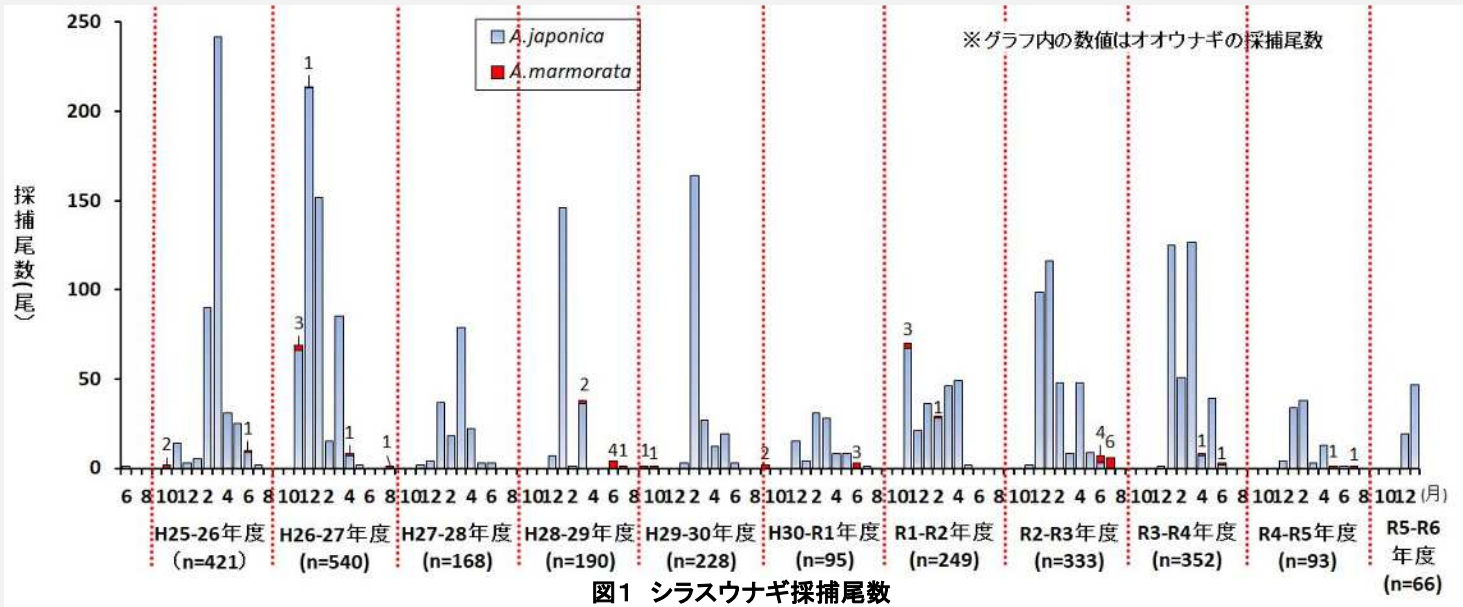


透明度の高い個体は発育前期で若い個体、黒色素の発現が多い個体は発育が進んだ個体である。  
色素発達段階の区分：VA→VB1→VB2→VIA0→VIA1→VIA2→VIA3→VIA4→VIB



## 結果

- ・シラスウナギの来遊は11～12月に始まり、5～6月まで続く(図1, 2)
- ・来遊の盛期は11～翌年3月で、概ねシラスウナギ漁業の採捕期間内である(図1)
- ・来遊の初期は色素発達段階がVB2までの初期の個体の割合が多い(図3)
- ・本調査で採捕される尾数と県内漁獲量は概ね同調する(図4, 5)



※本研究は水産庁委託である「鰻生息状況等緊急調査事業(H25, H26)」、「鰻来遊・生息調査事業(H27～H30)」、「水産資源調査・評価推進事業 うなぎユニット(R1～5)」で実施した



# 養殖ウナギの放流技術開発 ①

漁場環境部 研究員 上村沙起

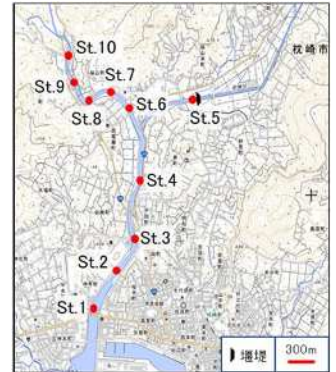
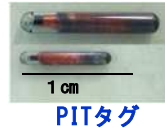
\* 水産庁委託「放流用種苗育成手法開発事業 (H25~29)」「環境収容力推定手法開発事業 (H30~R1)」、 「資源回復のための種苗育成・放流手法検討事業 (R2~)」 で実施

目的：養殖ウナギを放流し、その後の生残率や成長を追跡し、効果的な放流手法を開発する。

## I 花渡川における放流試験

### 1. 方法

- ・ 枕崎市内を流れる花渡川にてPITタグを挿入した養殖ウナギを平成26~令和4年度に表1, 2のとおり放流。
- ・ 下流（感潮域）に定めた10地点にて定期的に調査を実施。
- ・ 採捕漁具は、竹筒（全定点）、石倉カゴ（St.1と7）、小型石倉（St.6）。
- ・ 全長、体重等を測定し、混獲された天然ウナギにもPITタグを挿入し追跡。



年度 (サイズ)	定点・放流尾数										計		
	St.1	下流 石倉	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	上流 石倉	St.7	St.8		St.9	St.10
H26 (小)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	398	-	-	698
H26 (大)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300	-	-	
H27 (小)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	345	-	-	743
H27 (大)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	398	-	-	
H28	60	50	60	60	60	60	60	50	40	80	60	60	700
H29	60	50	60	60	59	60	60	50	40	80	60	60	699
R2	60	90	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	750
R3	60	90	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	750
R4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	750	-	-	750

年度 (サイズ)	放流 年月日	平均全長 (mm)±SD	平均体重 (g)±SD	平均肥満度 ±SD
H26 (小)	2014/7/22	361.3±22.8	52.7±14.2	1.09±0.12
H26 (大)	2014/10/28	502.6±16.1	186.2±16.2	1.47±0.13
H27 (小)	2015/7/29	367.9±31.7	54.8±9.8	1.11±0.15
H27 (大)	2015/7/29	498.9±19.2	191.9±16.7	1.55±0.13
H28	2016/7/14	372.3±22.5	50.2±8.6	0.97±0.11
H29	2017/7/21	356.2±30.2	52.3±10.6	1.16±0.19
R2	2020/10/13	211.7±16.6	8.5±2.0	0.89±0.10
R3	2021/7/21	224.5±23.6	10.2±3.2	0.88±0.17
R4	2022/10/28	230.2±23.2	10.1±4.0	0.80±0.11

### 2. 結果及び考察

- ・ 平成26, 27年度の約190gサイズの放流群は、放流年度しか採捕されなかった（表3）。
- ・ 平成26~29年度の約50gサイズの放流群は、放流後4~5年間に渡って採捕された。
- ・ 令和2~4年度の約10gサイズの放流群は、令和2年度を除き採捕数は低位（R2は放流3日後に石倉で大量採捕）
- ・ 放流地点より上流側での採捕は少なく、下流方向に移動または流下している傾向（表4）。

放流 年度	年度別再採捕個体数									
	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5
H26 (小)	23	14	4	2	1	0	0	0	0	0
H26 (大)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H27 (小)	-	23	14	6	3	1	0	0	0	0
H27 (大)	-	17	0	0	0	0	0	0	0	0
H28	-	-	66	38	13	8	4	1	0	0
H29	-	-	-	37	17	9	4	2	3	0
R2	-	-	-	-	-	-	48	5	3	4
R3	-	-	-	-	-	-	-	0	4	1
R4	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2

放流 年度	再採捕定点・再採捕個体数										その他				
	下流 石倉	St.1 竹筒	St.1~2 袋網	St.2 竹筒	St.3 竹筒	St.4 竹筒	St.5 竹筒	St.6 石倉	上流 石倉	St.7 竹筒		St.8 竹筒	St.9 竹筒	St.10 竹筒	
H26 (小)	9	8	0	2	0	1	4	2	4	5	4	4	1	0	0
H26 (大)	0	0	0	0	0	0	2	1	6	0	1	0	0	0	0
H27 (小)	8	9	0	9	2	3	7	1	0	4	0	1	0	0	3
H27 (大)	1	0	0	0	1	1	1	6	1	2	2	2	0	0	0
H28	10	12	0	8	15	9	23	16	4	17	6	1	3	3	0
H29	3	12	0	4	8	14	5	8	11	4	1	0	1	0	0
R2	41	3	0	3	2	3	0	0	0	5	1	0	1	0	0
R3	0	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
R4	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0

塗りつぶし部は放流地点を示す。  
複数回採捕された個体あり

- ・ 平成26~29年度の約50gサイズの放流群の再採捕率は、近似していた（図2）。
- ・ 天然ウナギの再採捕率も養殖ウナギに傾向は似ているが、養殖ウナギよりも再採捕率が高い（図3）。



- ・ 天然ウナギの再採捕率減少は再生産回遊に参加と減耗と考えられる。
- ・ 養殖ウナギの再採捕率が低目なのは死亡率が天然ウナギより高いためと考えられる。

しかし、  
放流後4~5年で再採捕されなくなるのは、天然ウナギ同様に再生産回遊に参加しているからでは？

(2枚目に続く)

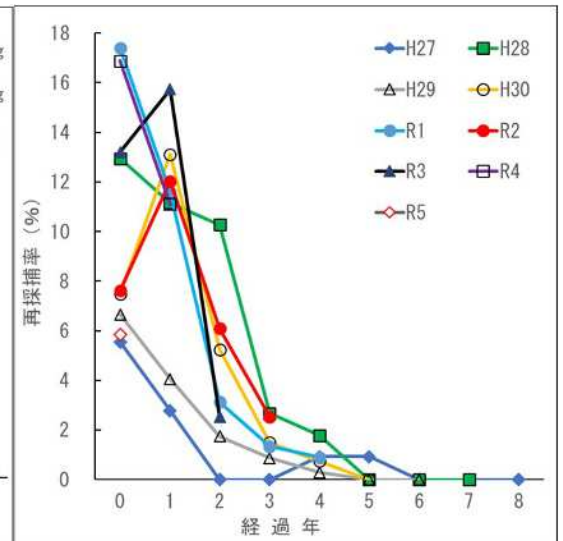
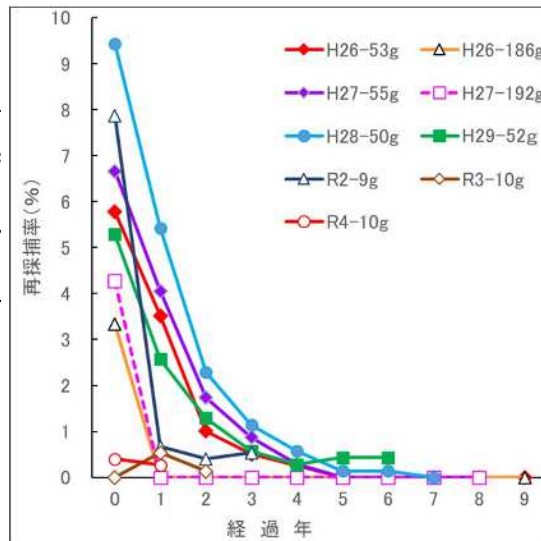


図2 花渡川 養殖ウナギの再採捕率の推移

図3 花渡川 天然ウナギの再採捕率の推移

# 養殖ウナギの放流技術開発 ②

## 2. 結果及び考察(続き)

- ニホンウナギの雄は200g前後で再生産回遊に向かう。雌はさらに大型になってから（中には1kg超も）再生産回遊に向かう。
- 平成26～29年度の約50gサイズの放流群は、早い個体では放流後2年で約200g近くに達し、中にはサイズの雌と考えられる個体も出現した（図4）。 ➡ **サイズの雌にも再生産回遊に参加した可能性は否定できない。**

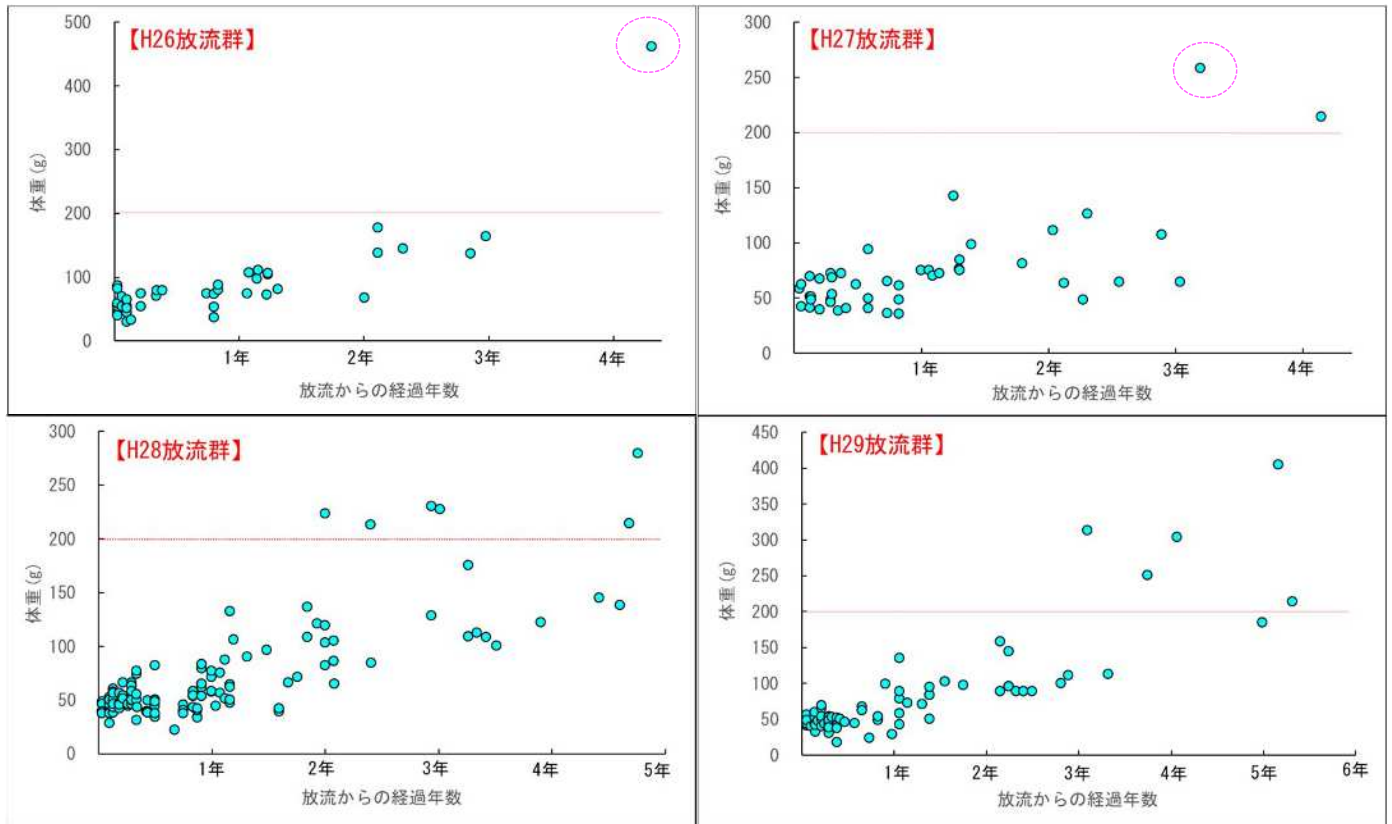


図4 花渡川 50gサイズ放流群の再採捕時の体重推移

天然ウナギと各放流群の年間成長率を比較した（図5）。

（放流後100日以上経過個体，天然は8～60gサイズで比較）

- 約50gの放流群（H26～29）は、天然ウナギと比べると成長が劣る群が多い。
- 約10gの放流群（R2～4）は、再採捕された個体が少ないため今後の調査で成長は評価する必要あり。
- 一点放流（H26, H27, R4）と分散放流（H28～R3）に差は無い。

再採捕された個体の肥満度を比較した（図6, 7）。

- 放流後1年間は天然ウナギより痩せてる個体が多い。環境に順応し、生物餌料を摂餌するまでに時間を要している。 ➡ **適応できず斃死する個体もいると思われる。**

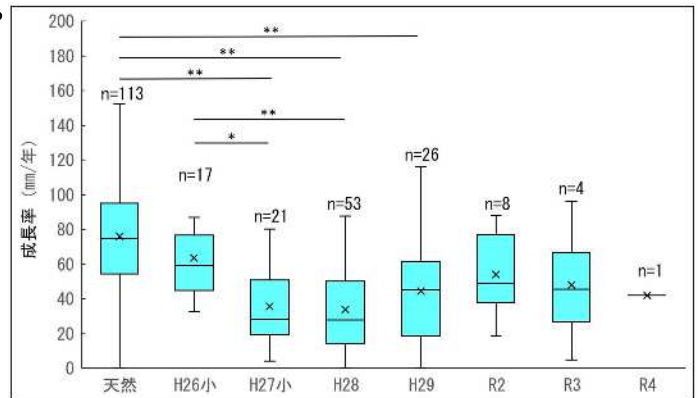


図5 花渡川 放流群別年間成長率 (Steel-Dwass test \* $p < 0.05$  \*\* $p < 0.01$ )

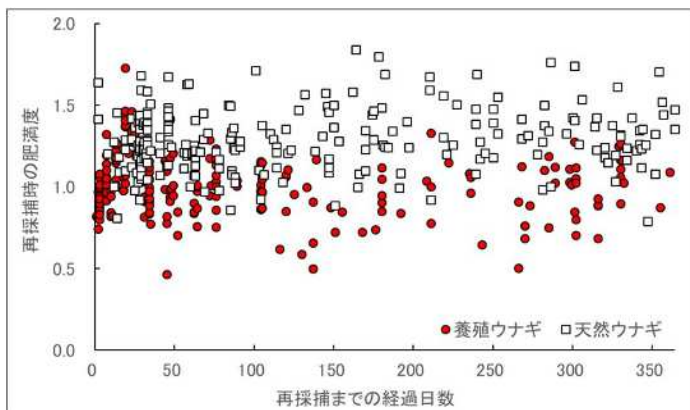


図6 花渡川 再採捕時の肥満度（放流から1年未満）

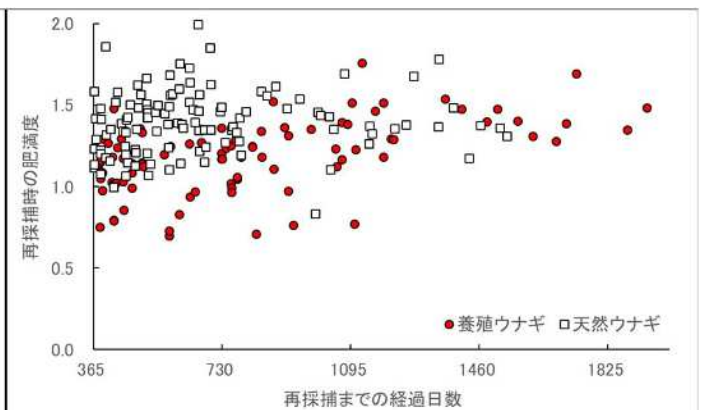


図7 花渡川 再採捕時の肥満度（放流から1年以上）



# 養殖ウナギの放流技術開発 ③

## 2. 結果及び考察(続き)

竹筒で採捕される魚体サイズは400mm台の個体が最も多い(図8)。

- 令和2~4年度の約10gサイズの放流群は、放流時の平均全長は約220mm。
- 順調に生育すれば、放流から2, 3年後から再採捕され始めると考えられるが再採捕率は低位で推移している状況。

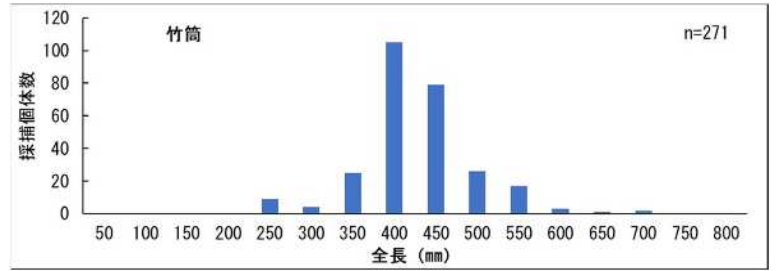


図8 花渡川 竹筒で漁獲された養殖ウナギの全長組成

天然ウナギと競合する水域では、小型個体では生残するのは厳しい可能性がある。

## Ⅱ 貝底川における放流試験

### 1. 方法

- 鹿児島市喜入町内を流れる貝底川にて、H29年度は水産庁事業で、R2年度は鹿児島県ウナギ資源増殖対策協議会事業でPITタグを挿入した養殖ウナギを図9, 表5, 6のとおり分散して放流を実施。
- 河口域のSt. 1にて定期的に調査を実施。
- 採捕漁具は竹筒にて行い、秋~冬季にはPITタグアンテナによる検出も実施。
- 全長, 体重等を測定し、混獲された天然ウナギにもPITタグを挿入し追跡。

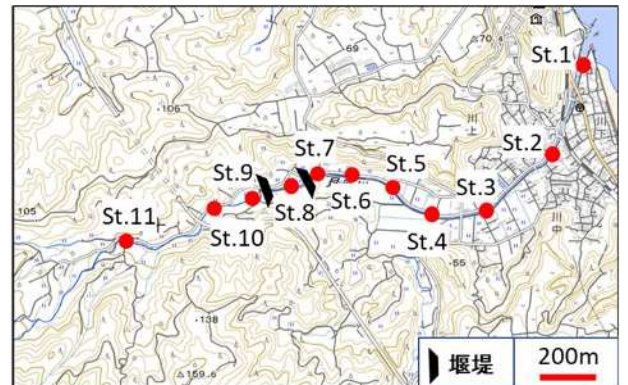


図9 貝底川の調査定点位置図

### 2. 結果及び考察

- 竹筒での再採捕数とPITタグアンテナでの検出数は同傾向(表7, 8)
- H29放流群(約30g)は、放流から6年目で採捕されなくなった。

年度	定点・放流個体数											計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
H29	-	125	35	20	30	20	10	25	20	30	55	370
R2	-	300	74	61	75	60	30	44	60	60	161	925

▶ 花渡川の50g群と同じ傾向

- R2放流群(約13g)は、竹筒で採捕されるサイズに近づいているので再採捕数が増え始めそうだが、現時点では低位で推移。

年度	放流年月日	平均全長 (mm) ± SD	平均体重 (g) ± SD	平均肥満度 ± SD
H29	2017年6月8日	296.8 ± 16.8	29.6 ± 4.6	1.13 ± 0.10
R2	2020年7月22日	226.7 ± 22.5	12.7 ± 4.1	1.05 ± 0.15

▶ 花渡川の10g群と同じ傾向

ただし、St. 1のみで調査しているため実態が反映されていない可能性もある。

放流年度	調査年度		
	R3	R4	R5
H29	6	1	0
R2	21	23	3

複数回採捕された個体を含む

放流年度	調査年度・検出個体数			
	R2	R3	R4	R5
H29	25	12	7	2
R2	11	26	26	12

複数年度で検出された個体を含む

- H29放流群(約30g)放流から4年で約200gに成長(図10)

▶ 花渡川の50g群と同じ傾向

- R2放流群(約13g)成長している個体がいる一方で、成長停滞個体も存在

▶ 花渡川の10g群と同様に小型個体は厳しい?

- 貝底川の各放流群と天然個体では成長に優位な差は無かった(図11)。

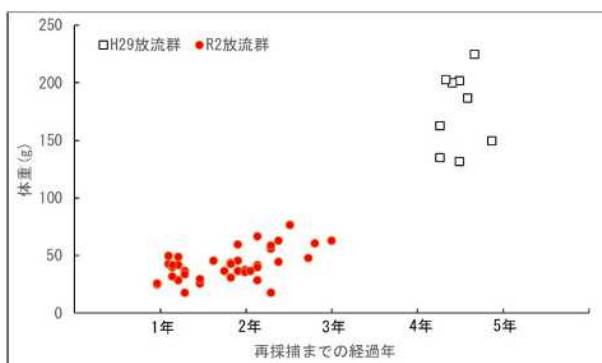


図10 貝底川の放流群別体重の推移

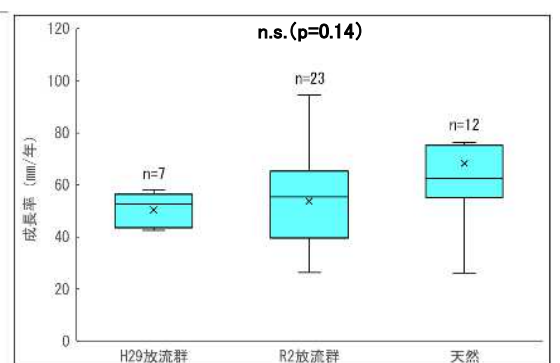


図11 各放流群及び天然ウナギの年間成長率 (Kruskal-Wallis test)

④に続く



# 養殖ウナギの放流技術開発 ④

## 2. 結果及び考察(続き)

- ・年間成長率を比較すると、天然ウナギと差はなかったが、肥満度を比較すると、天然ウナギよりも痩せている。  
→花渡川と同じ傾向
- ・放流から1年以上経過しても肥満度が低い個体が存在する。  
→河川環境に適応しきれない個体が存在する。  
→花渡川と同じ傾向



迅速に環境に適応し、天然ウナギに近い成長を遂げる個体もいるが、天然ウナギとの競合は小型の養殖ウナギにとっては厳しいのかもしれない。

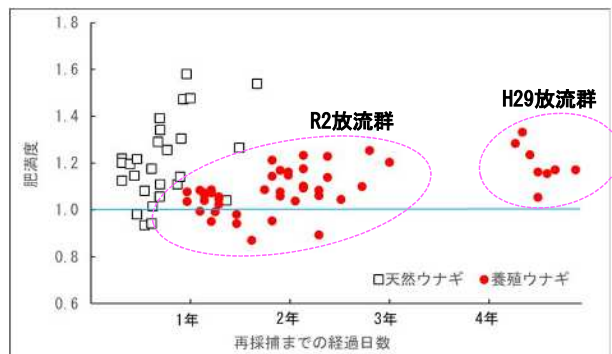


図12 貝底川 養殖ウナギ及び天然ウナギの肥満度の推移

## III まとめ

### 1. 大型放流群(平均体重約190g)について

長期飼育により雄化した個体が多かったと考えられ、放流時点で雄としては再生産回遊に参加するサイズに達していた。

雌が存在すれば雌は雄よりも大型になるため複数年にわたって再採捕されると考えられるが、採捕されなかった(中・小型放流群の再採捕状況とは明らかに異なっていた)。

以上のことから、平成26、27年度の大型放流群は大半が雄で、放流した年に花渡川を離脱し再生産回遊に参加した可能性は否定できない。

### 2. 中型放流群(平均体重約50g)について

概ね2～5年で200gに達する個体が出現し、一部はさらに大型サイズにまで成長し、雌と思われる個体も出現し、その傾向は各放流群で近似していた。

再採捕率及び成長経過から、50g放流群のうち生残できた個体は放流から2～5年後に再生産回遊に参加している可能性が大型放流群同様にありそう。

放流後に肥満度が低下する傾向が見られたことから、天然ウナギとの競合や急激な環境変化に適応できず斃死あるいは捕食されている個体が相当数いると考えられた。

### 3. 小型放流群(平均体重約10g)について

成長とともに再採捕率が上昇すると考えられたが、実際の再採捕率は低位で推移している。

このことから、10gサイズの放流個体は天然ウナギとの競合や鳥類を含めた捕食者等の影響により生残率が悪い可能性がある(天然のクロコにも同じことが言える)。

花渡川については引き続き調査を行い、今後の推移を注視していく。

### 4. 今後の課題

- ・今回の調査結果から、放流した養殖ウナギが再生回遊に参加した可能性が示唆されたが、養殖池で飼育された個体が産卵場を見出す能力を天然ウナギ同様に有しているかについては未解明。



養殖ウナギを放流する意義の根幹部分であることから早期の解明が望まれる。

- ・養殖ウナギは性比が大きく雄に偏る傾向があることから、雌をより多く再生産に寄与させるためには、性決定前の小型サイズで放流するのが望ましいのだが、

本調査結果から、本県のような天然ウナギ等が多い水域では競合等により小型サイズでは生残率が悪い可能性がある。

どのようなサイズをどこに放流すれば生残、成長し、かつ雄に偏らないか?



本県のような競合する天然ウナギが多い地域では、天然ウナギの遡上が困難な堰の上流で、かつウナギの生息に適した環境がその流域にあれば、小型群でも成長、生残が期待できるかもしれない。