

海水温上昇に対応した藻場造成 について

(一社) 水産土木建設技術センター
調査研究部 完山

平成30年度～令和2年度

磯焼け対策ガイドライン改訂に向けた実証や技術開発を実施

- ☑海水温上昇等の環境変化の影響を考慮
- ☑植食性魚類の調査・対策手法を更に強化
- ☑新たな知見（技術・事例）を紹介

海水温上昇に対応できる具体的な対策までは記載していない



令和4～5年度

海水温上昇に対応した藻場保全・造成のための実証や情報収集・整理

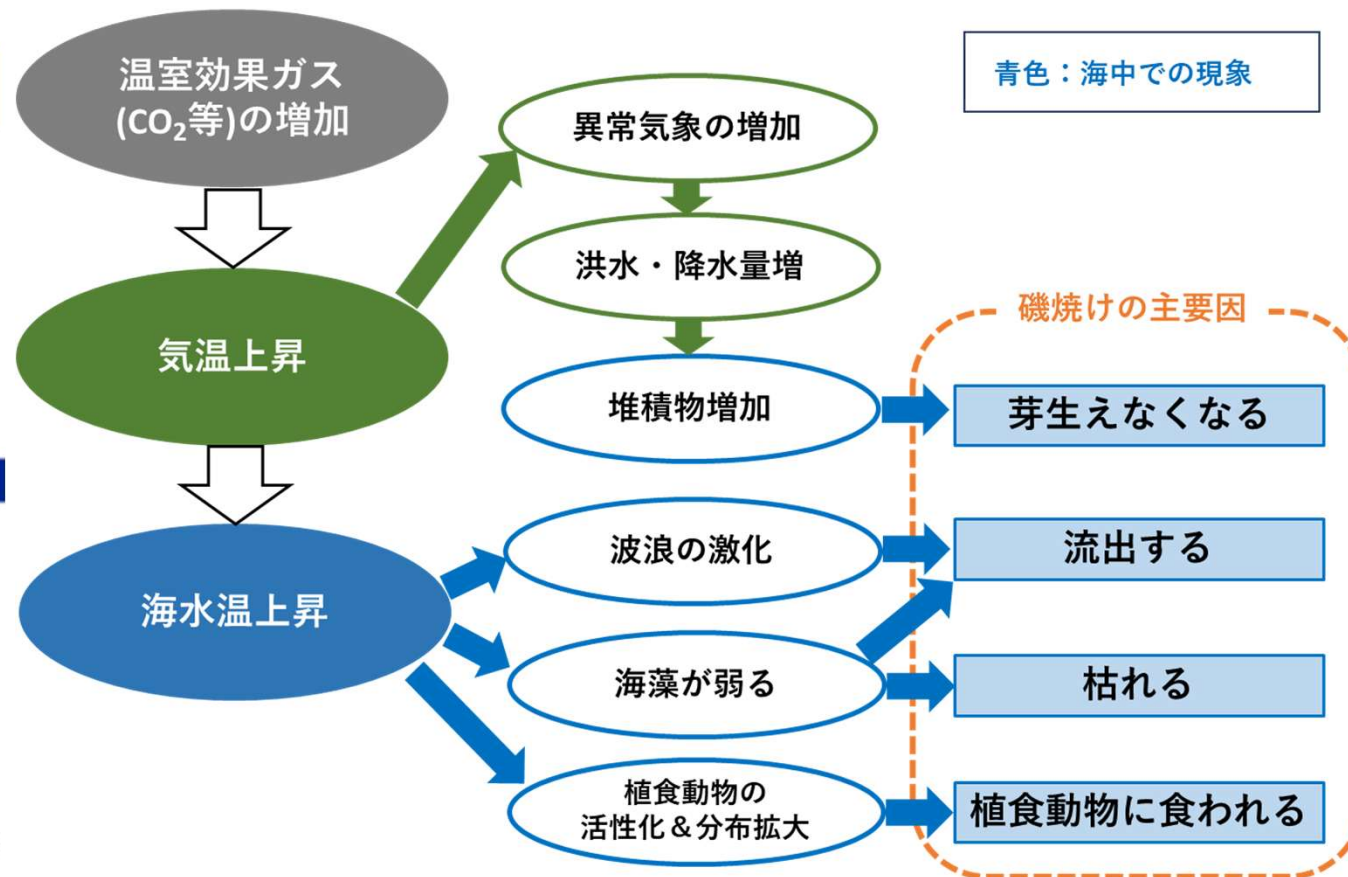
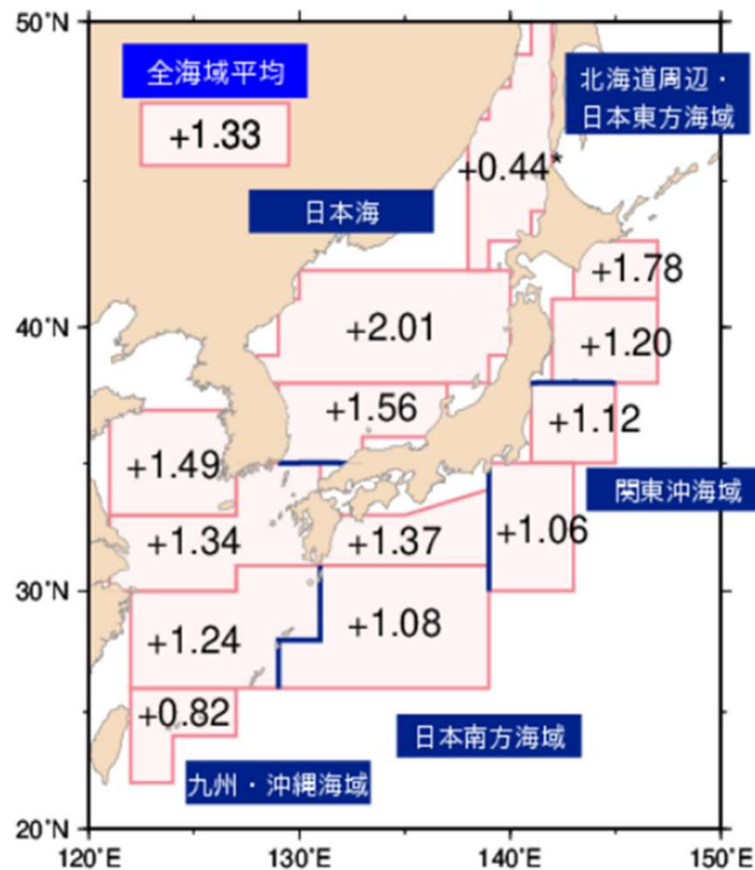
- ☑室内実験による海藻種の生育上限温度把握
- ☑海域実証による海域環境（水温等）と海藻生育状況の把握
- ☑現状分布と海水温上昇予測から将来的ハビタットマップを作成
- ☑「海水温上昇に対応した藻場保全・造成手法（暫定版）」を作成

令和6～7年度

「海水温上昇に対応した藻場保全・造成手法」充実のための実証・情報収集

- ☑海域での手法（暫定版）の試行
- ☑モデル海域における「海水温上昇に対応した藻場造成計画」の立案
- ☑植食性魚類対応策の効率化の検討
- ☑藻場保全・創造のための種苗生産実態の把握
- ☑「海水温上昇に対応した藻場保全・造成の手引き」を作成

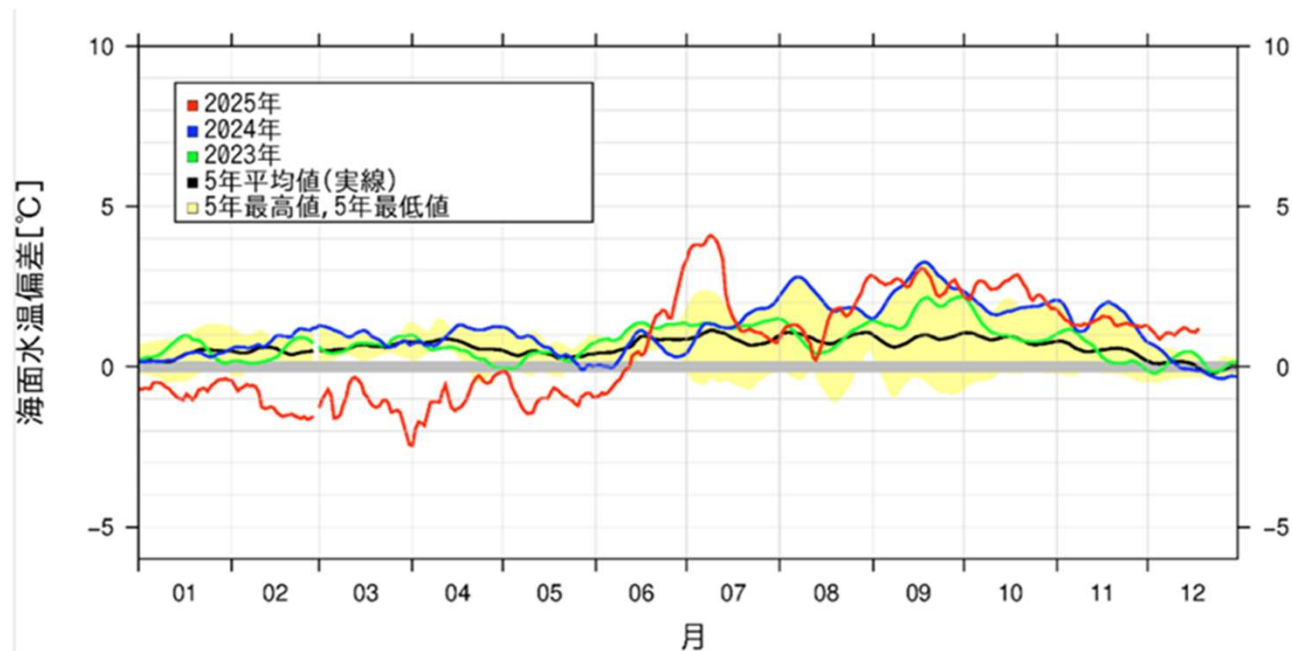
海水温上昇が藻場に及ぼす様々な影響



温暖化や海水温上昇が藻場に及ぼす主な影響（藤田（2015）を改変）

- 日本近海ではこの100年間で1.33℃も海水温が上昇したとされている
- 海水温の上昇は今後も継続する見込み
- 「植食動物に食われる」「枯れる」「芽生えなくなる」「流出する」といった磯焼けの発生・持続要因は温暖化・海水温上昇によって増幅される

海水温上昇の例



五島灘における海面水温偏差（気象庁HPより）

- 1991～2020年の平年値に比べ通年で高い傾向がある
- 特に夏～秋は2°C程度高い

海水温上昇が藻場に及ぼす様々な影響（一例）



基本的な考え方



高水温自体の影響への対策



- 高水温下でも生育可能な海藻を用いる
- 海水温上昇が抑えられている場所を活用する

高水温により高まる食圧への対策

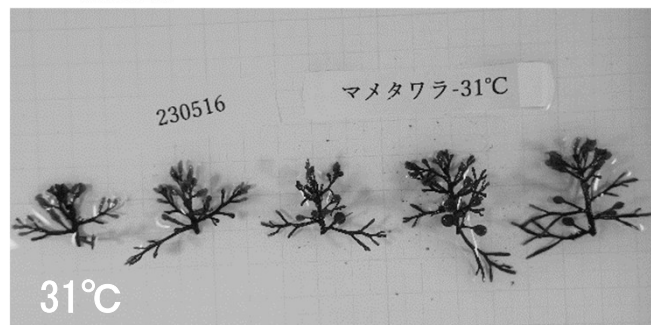


- 必要に応じて食害対策を実施

海域の状況に応じて
どの対策が適しているか
検討の上で実施する

生育上限温度

- ☑海水温は海藻の地理的分布を制限する大きな要因である
- ☑海藻が枯死せず生育できる上限の温度（生育上限温度）が一部明らかとなっている
- ☑海水温上昇に対応した磯焼け対策で対象種を検討する際の参考にできる



生育上限温度把握の室内実験結果の例（マメタワラ）

表：主な海藻種の生育上限温度（既存知見と室内実験結果をまとめた）

	生育上限温度（℃）						
	26	27	28	29	30	31	32
種名 (部位)	ワカメ幼体 (養殖株) ^{※1}	アカモク ^{※2} ワカメ幼体 (天然株) ^{※1}	クロメ (成体) ^{※3} クロメ (幼体) ^{※5}	アラメ (成体) ^{※3}	マメタワラ ^{※2} ホンダワラ ^{※2} ジョロモク ^{※2} ノコギリモク (基部) ^{※5}	ヤツマタモク ^{※2} ノコギリモク ^{※2,5} ジョロモク ^{※2} ヨレモク ^{※5} ヨレモク (基部) ^{※5}	ヒジキ ^{※4} マメタワラ ^{※5} キレバモク ^{※5} マジリモク ^{※5}

注1：特に部位の記載がないものは主枝

注2：本表におけるクロメは日本海側の個体で、Akita et al. (2020) ではツルアラメとされる

注3：マメタワラ^{※2}は山口県田布施町産、マメタワラ^{※5}は佐賀県唐津市産である

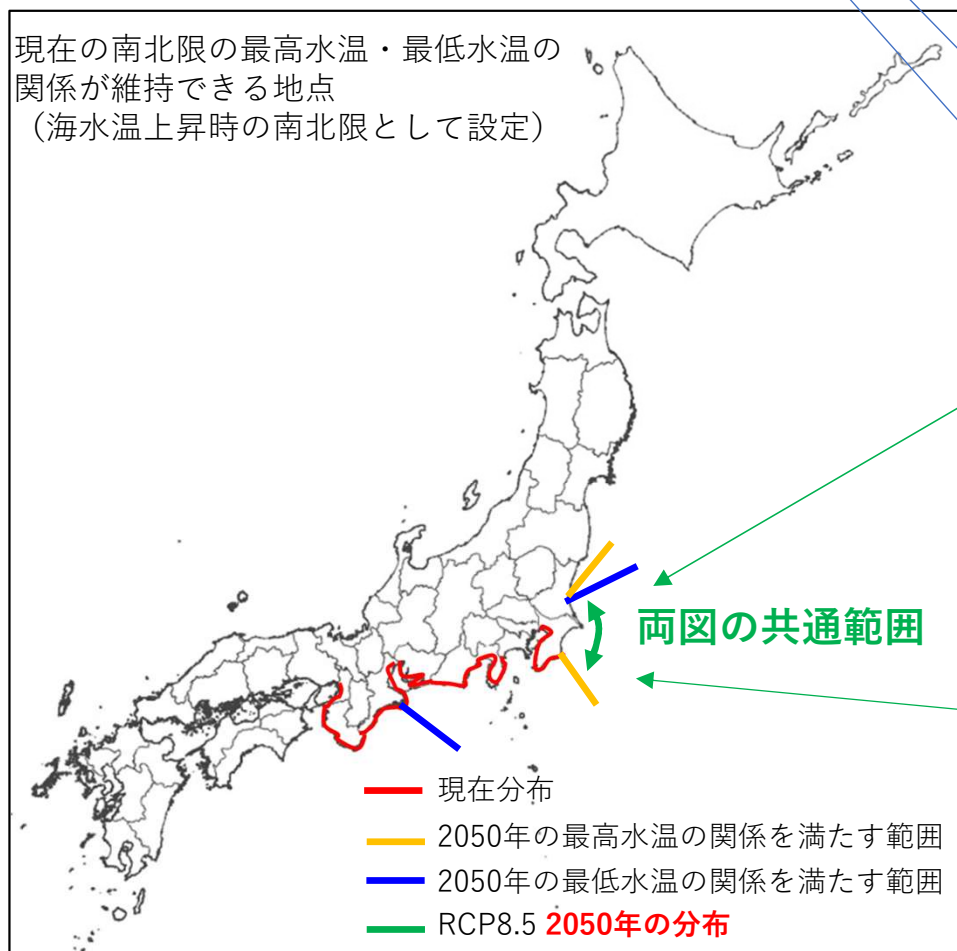
文献 *1, 村瀬ら (2021), *2, 原口ら (2005), *3, 村瀬・野田 (2018), *4, 村瀬ら (2015), *5, 調査委託事業の結果

藻場分布変化の予測

【考え方】4℃上昇シナリオ(RCP8.5)
30年後における対象海藻の分布予測

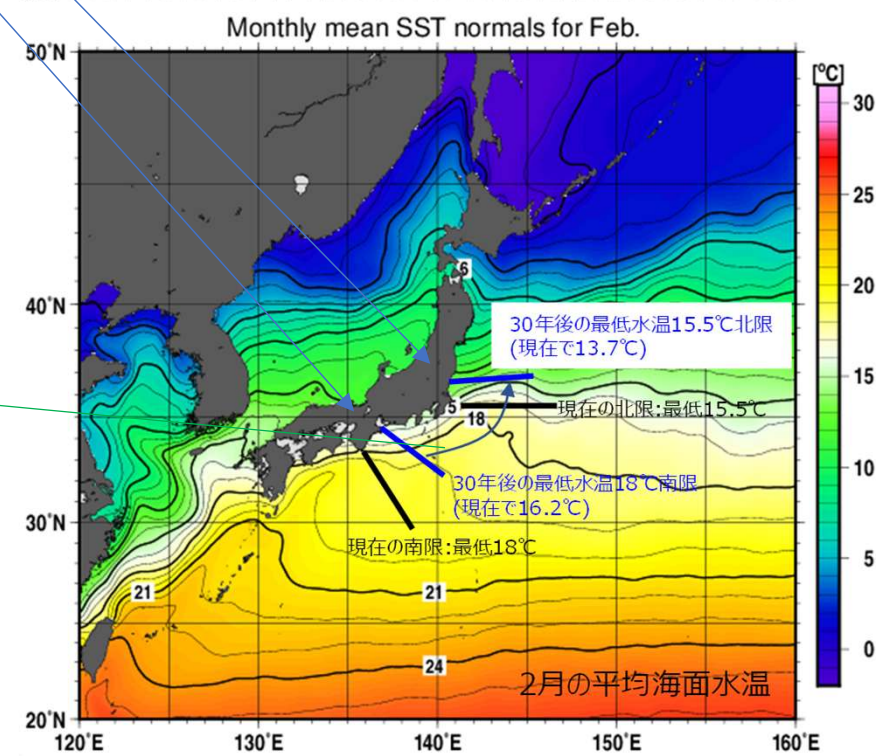
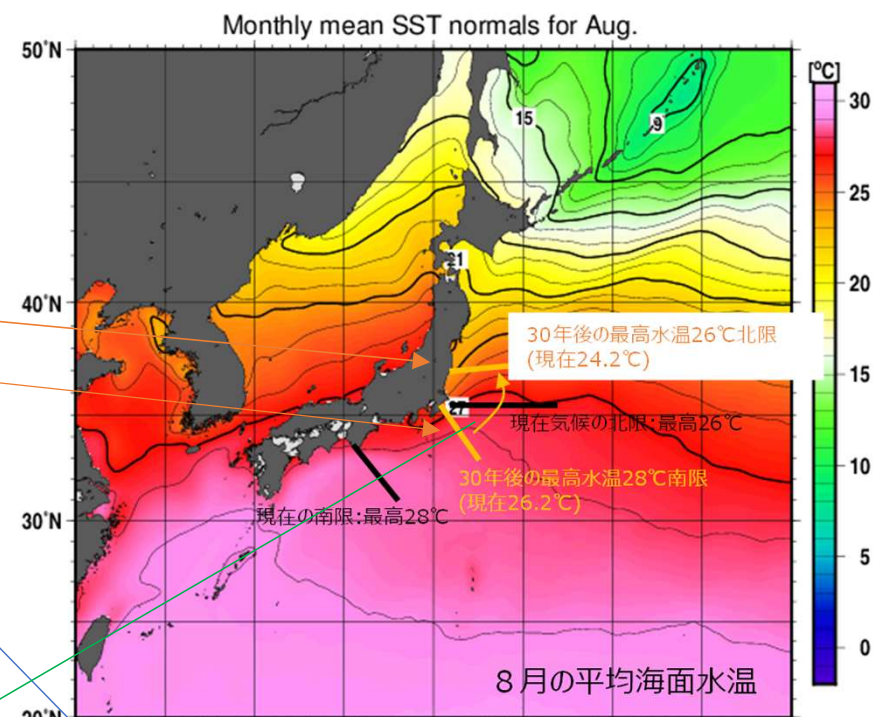
区分	現 在		30年後(+1.8℃)	
	最高	最低	最高	最低
北限	26.0℃	15.5℃	24.2℃	13.7℃
南限	28.0℃	18.0℃	26.2℃	16.2℃

現在の南北限の最高水温・最低水温の
関係が維持できる地点
(海水温上昇時の南北限として設定)

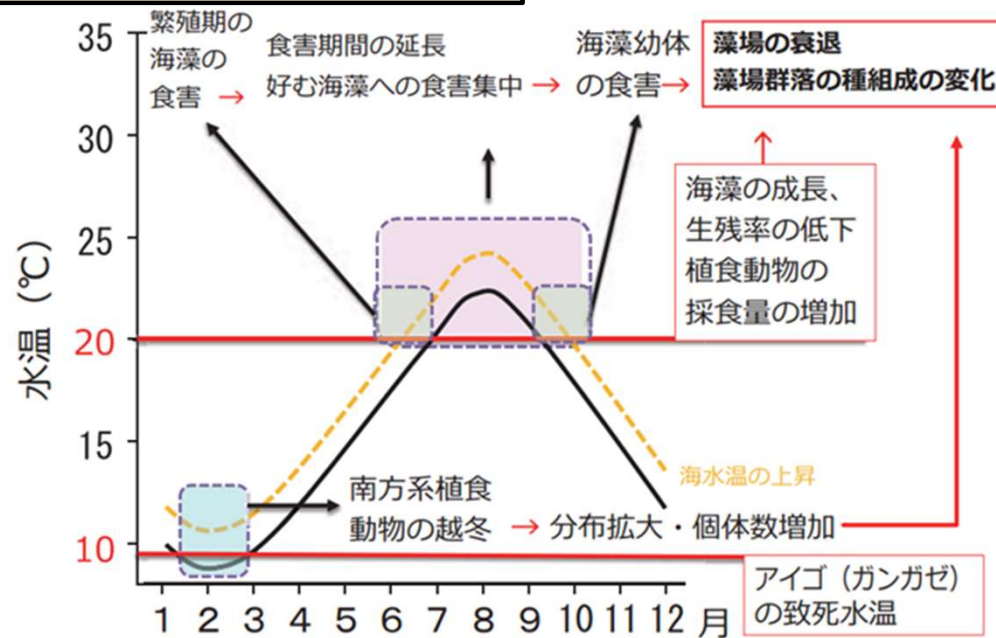


カジメの例 (RCP8.5における2050年の予測)

※注：あくまで表面海水温が一律に上昇すると仮定し、現状の藻場分布を北上させた予測



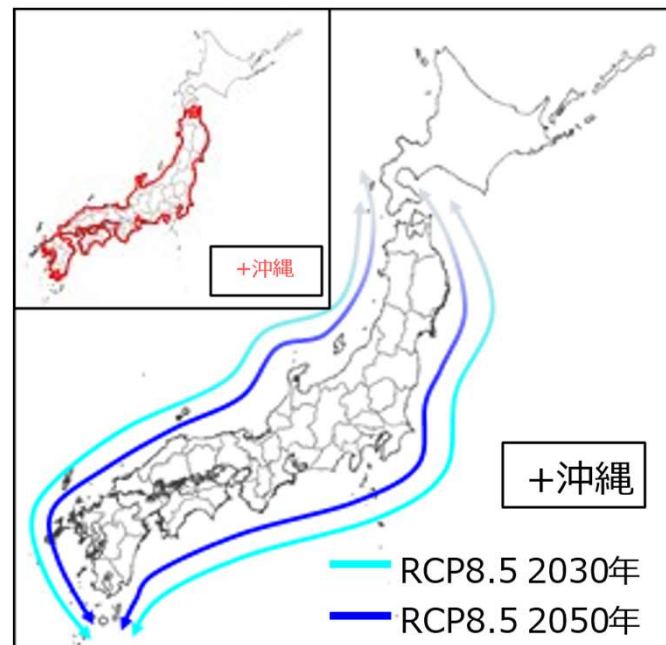
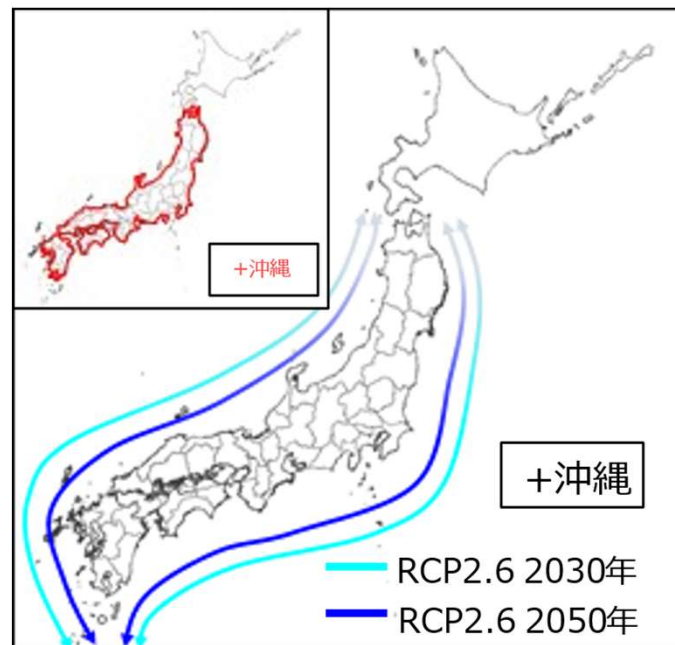
植食性魚類の活性化



- ☑ 海水温上昇で摂食活動が盛んな期間が延びる
- ☑ 冬期に死滅していた海域でも越冬可能となる
- ☑ 分布拡大はわずかに見えても食害増加の予測



アイゴ *Siganus fuscescens* (出所：水産研究・教育機構)



【例】 アイゴの分布予測 (左：RCP2.6 右：RCP8.5)

※表面海水温のみからの予測である点に留意

計画の立て方

現状把握

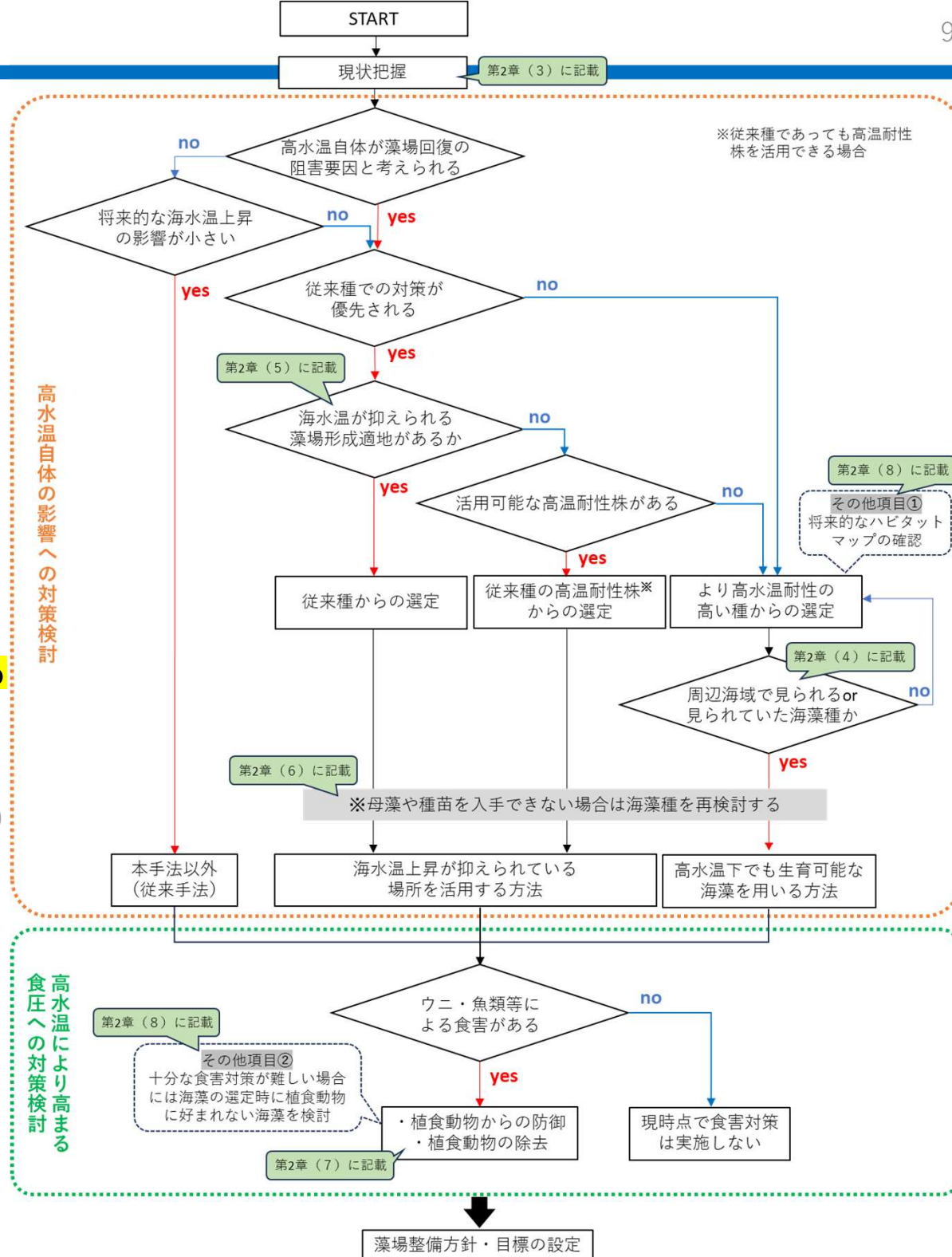
- ☑ 海域の海水温はどの程度か？
- ☑ 藻体に高水温による異常はないか？
- ☑ 植食動物（特に魚類）はいないか？

高水温自体の影響への対策を検討

- ☑ 海水温上昇が抑えられている場所を活用する
- ☑ 高水温下でも生育可能な海藻を用いる
- ☑ 従来手法（高水温が磯焼け原因でなければ）

高水温により高まる食圧への対策

- ☑ 必要に応じて食害対策を実施



現状把握

海水温上昇の影響で磯焼けが発生・継続しているのか？

①海水温情報の取得

公開データの活用（下表は一例）

名称	リアルタイム海洋情報収集解析システム	気象庁海面水温データ
発信機関	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	気象庁
URL	https://buoy.nrifs.affrc.go.jp/top.php	https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/kaikyo/daily/sst_HQ.html
備考	取得データは水産資源調査・評価推進事業による	—

水温計による計測

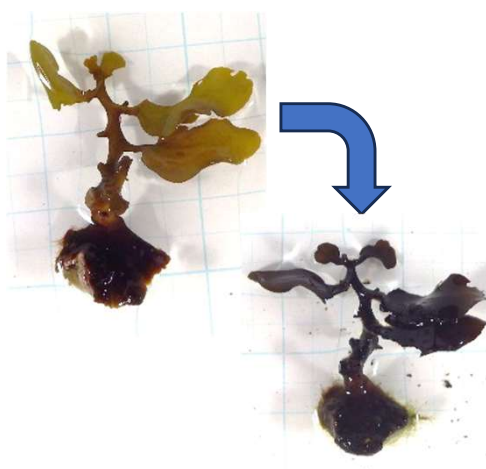


ロガータイプ



ブイタイプ

②藻体の異常の確認



藻体が黒ずむ



藻体が溶けるように凋落



藻体が倒れる

③植食動物の有無の確認



例）タイムラプスカメラの設置

海藻種の検討

従来から分布する海藻を対象とするか、環境変化に合わせて変えていくか

(海水温上昇が抑えられている場所を活用する)

(高水温下でも生育可能な海藻を用いる)

- 関係者（漁業者等）の意見を踏まえた上で調整
- 従来から生えていた海藻を増やしたい ⇒ 現在・今後も増やせる環境なのか？
- 海水温上昇に耐えられる海藻を増やす ⇒ 周辺で見られない海藻は避ける等の配慮を



クロメ（カジメ）

温帯性カジメ類・ホンダワラ類
といった代表的な従来種



ノコギリモク



ヒイラギモク

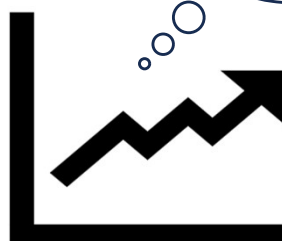


キレバモク

生育限界温度の高く分布域を広げ
ている南方系ホンダワラ類の例

例えば…

昔は生えてたクロメ
(生育上限温度28度)
が減ったから増やそう！



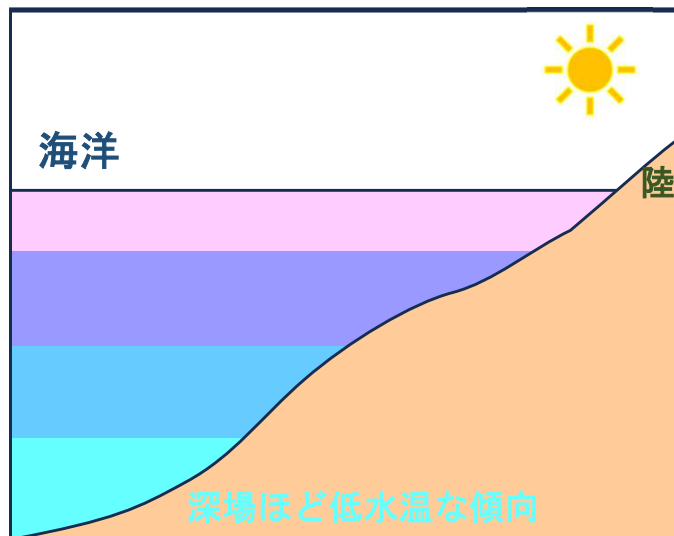
しかし、近年は夏場に水温
29℃を超える日が多い…



高水温に耐えられる海藻にするか…
水温が上がりにくい環境はないか…

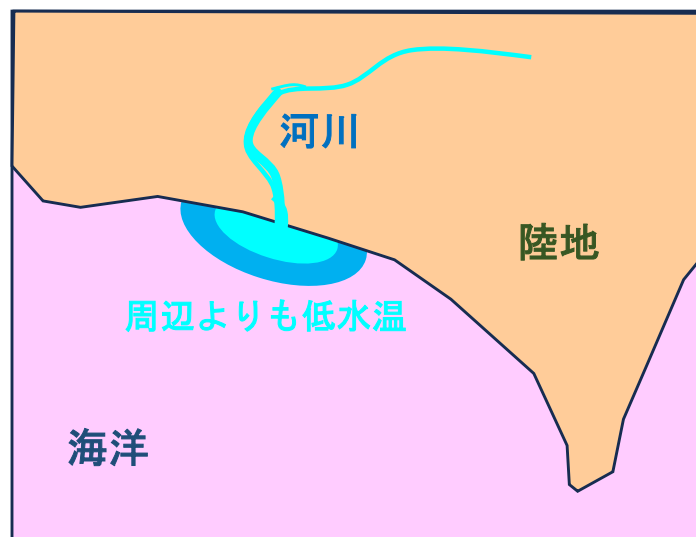
従来種の適地の探索

海水温が高い・上昇する海域で従来種を対象とするなら
水温が抑えられる適地を探す必要がある



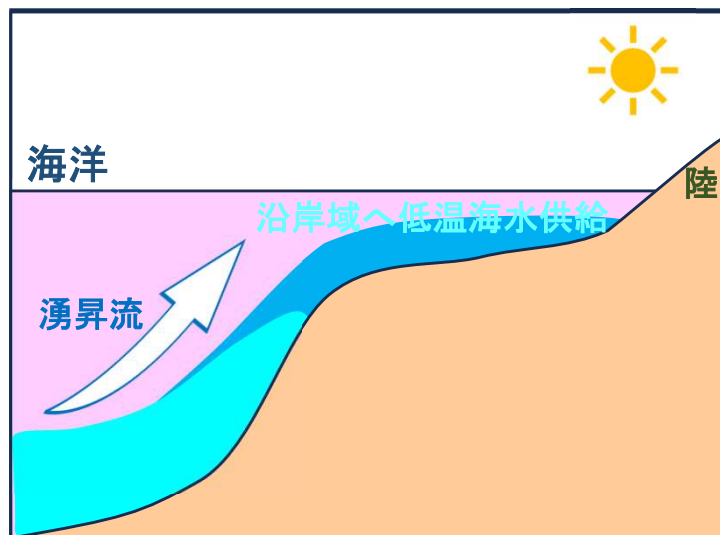
深場

- 基本的には深場程水温が低い傾向
- 活動を考慮すると深くても15m程度
- 深くても水温低下が小さい場合も



河口周辺の沿岸域

- 河川水や湧水により海水温が抑えられることがある
- 塩分濃度が下がり過ぎることもある
- 必要な場合は塩分濃度を把握



湧昇流による低温域

- 深場の冷たい海水が上がって
る沿岸域がある
- このような場所を活用する考
え方もある

海藻の選定と入手

必要事項を考慮した上で海藻を選定 ➡ 対策に必要な海藻を入手

海藻種の選定

- 前述の生育上限温度（前述）と対象海域の高水温期の水温を考慮する
- 周辺海域に見られない海藻をいきなり持ち込むことは避ける

母藻の入手

- 天然に繁茂する海藻、流れ藻、寄り藻を活用する
- 対策に必要な一定量が入手できる海藻種とする

種苗の入手

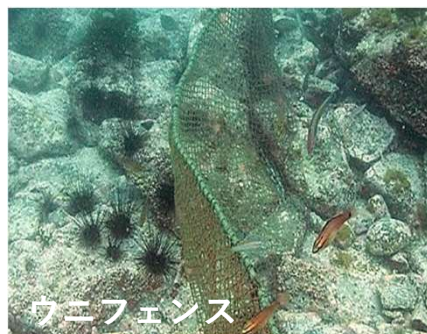
- 天然採苗（天然海域に着生基質を置く）
- 人工種苗を購入することもできる
- 購入する場合も欲しい種類が必要なだけ手に入るとは限らない



種苗生産を実施している機関

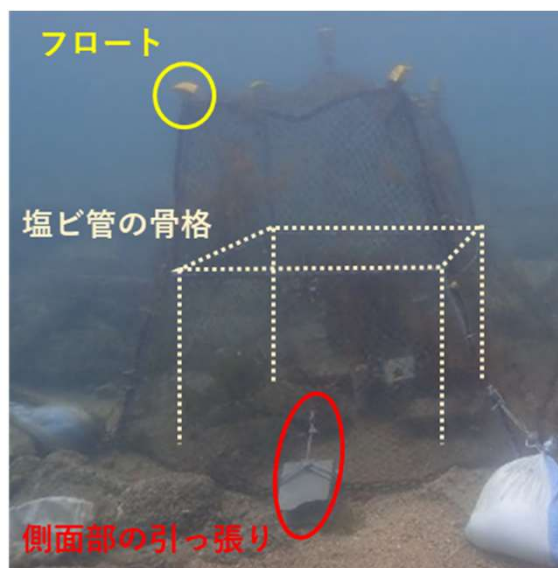
食害対策 ～防御～

必要に応じて防御・除去を実施する
磯焼け対策ガイドラインに詳しく記載されている



～～ ガイドラインに記載の技術 ～～

簡易食害防止ネットの紹介



1.5m 四方ver



2.5m 四方ver

- 植食性魚類からの防御に活用可
- 比較的簡易に作成・設置が可能
- 重石やチェーンで固定しブイ等の浮力で形状が安定する
- 設置場所を適切に選定できれば2年程度継続使用可能な実績有り

食害対策 ～除去～

必要に応じて防御・除去を実施する
磯焼け対策ガイドラインに詳しく記載されている

ガイドライン
に記載の技術



潜水によるウニ除去

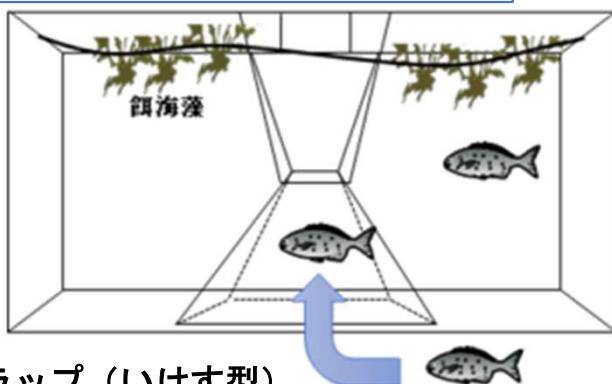


延縄によるブダイ除去

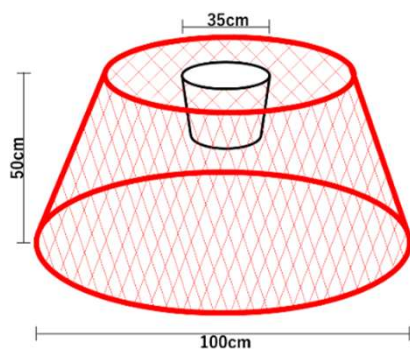


刺網によるノトリスズミ除去

効率化されたトラップによる除去



イスズミトラップ (いけす型)



カゴ型トラップ



- 新たな知見を活用し、設置箇所・時期・餌海藻等を適切に設定することで運用を効率化できる
- カゴトラップは小型で設置・回収が簡易でありながら一定の効果が見込まれる
- カゴトラップでの大量漁獲は難しいが植食性魚類除去のファーストステップとして望ましい

その他

対策を考える際の、その他の検討項目

①将来的なハビタットマップの確認

- 前半に記載の将来的なハビタットマップを考慮した対策とすることで中・長期的な対策ができる可能性が高まる
- ただし、現状分布と表面海水温を元に一律的に海水温が上昇すると仮定している点に留意

②食害を軽減できる海藻種の検討

- 相応の労力を要する植食性魚類対策は実施できないことも有り得る
- 海藻種による食べられ易さ（採食選択性）の違いを考慮して、対象とする海藻種を選定する考え方もある
- ただし、食べられにくい海藻でも周囲に海藻が少ない、食圧が高い場合には効果が薄れる点に留意

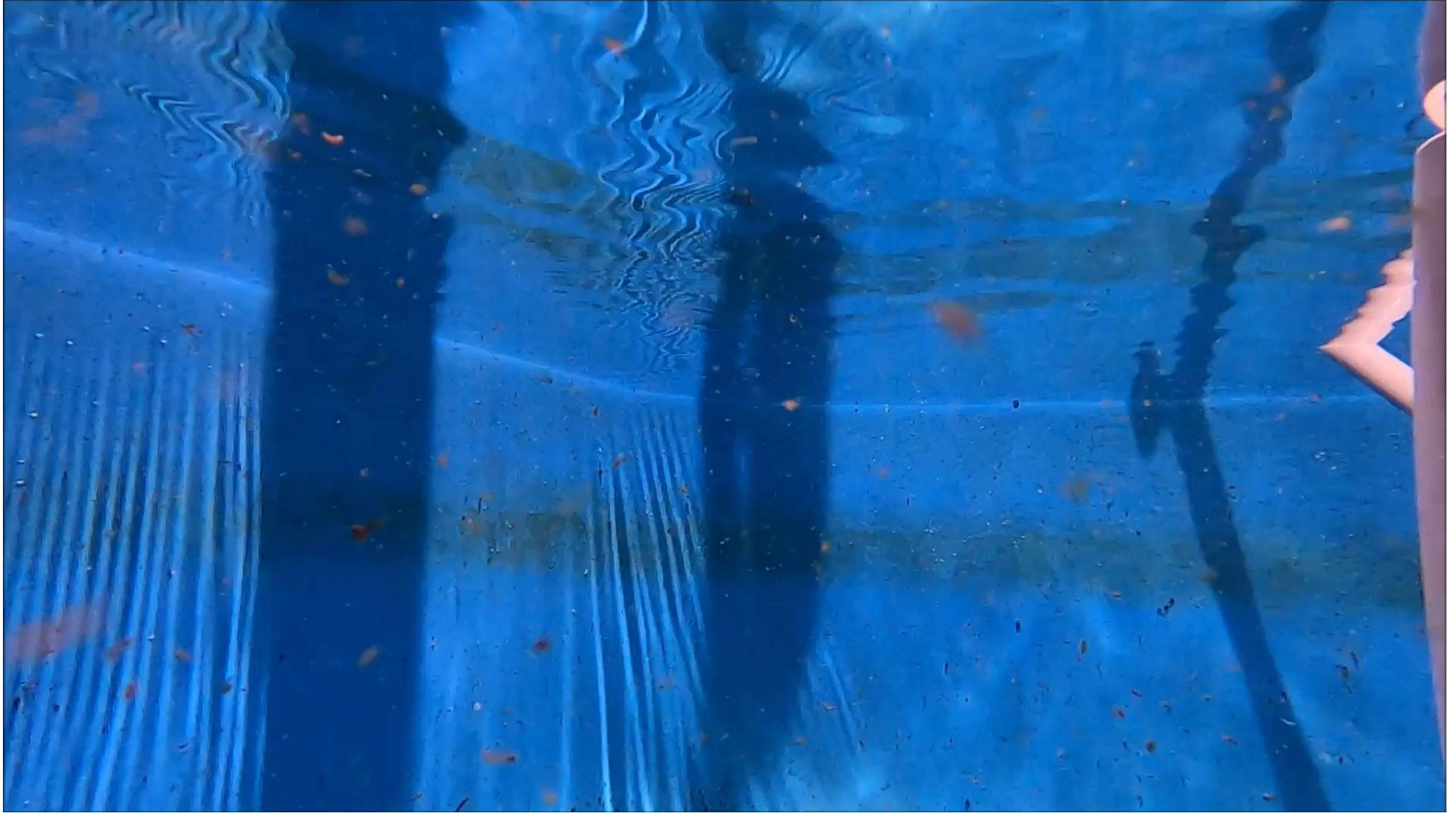
ノトリスズミが好む海藻（実験結果から）

好み	コンブ類	温帯性ホンダワラ類	亜熱帯性ホンダワラ類
高い		ヒジキ	
やや高い			キレバモク
普通	マコンブ クロメ アントクメ	マメタワラ アカモク	
やや低い			ウスバモク
低い	ワカメ	ノコギリモク ヨレモク	

将来的分布の例（高知県）
RCP2.6（2℃上昇シナリオ）

	高知県		
	現在	2030年	2050年
カジメ	○	×	×
クロメ	○	△	△
ヒジキ	○	○	○
マメタワラ	○	×	×
ノコギリモク	○	×	×
ヨレモク	○	×	×
キレバモク	○	○	○
ヒロメ	○	○	○
ワカメ	○	○	○
アカモク	○	○	△
トゲモク	○	○	△
エンドウモク	○	○	○
コナフキモク	○	○	○
コブクロモク	○	○	○
シロコモク	○	○	○
ツクシモク	○	○	○
ヒイラギモク	○	○	○
マジリモク	○	○	○
ヤツマタモク	○	○	○
マクサ	○	○	○
オバクサ	×	○	○
アイゴ	○	○	○
ブダイ	×	○	○
イスズミ類	○	○	○

ノトリスズミの嗜好性（動画）



（国研）水産研究・教育機構水産技術研究所長崎庁舎 野田様提供