

環境省・環境研究総合推進費プロジェクト(H25-27年度)

島嶼ーサンゴ礁ー外洋統合 ネットワーク系動態解明に基づく 石西礁湖自然再生への貢献

灘岡和夫・渡邊敦・中村隆志(東京工業大学)

長井 敏 ((独)水産総合研究センター・中央水産研究所)

安田仁奈(宮崎大学)

鈴木 豪・亀田卓彦・福岡弘紀・名波敦・山下洋 ((独)水産総合研究センター・西海区水産研究所・亜熱帯研究センター)

本研究の目的:

石西礁湖生態系のレジリエンス劣化をもたらしている原因やオニヒトデの大量発生 of 慢性化に関する機構を解明し、それらによって有効なサンゴ礁生態系再生方策につながる科学的知見をもたらす

主要テーマ:

「島嶼－サンゴ礁－外洋統合ネットワーク系」解析に基づく

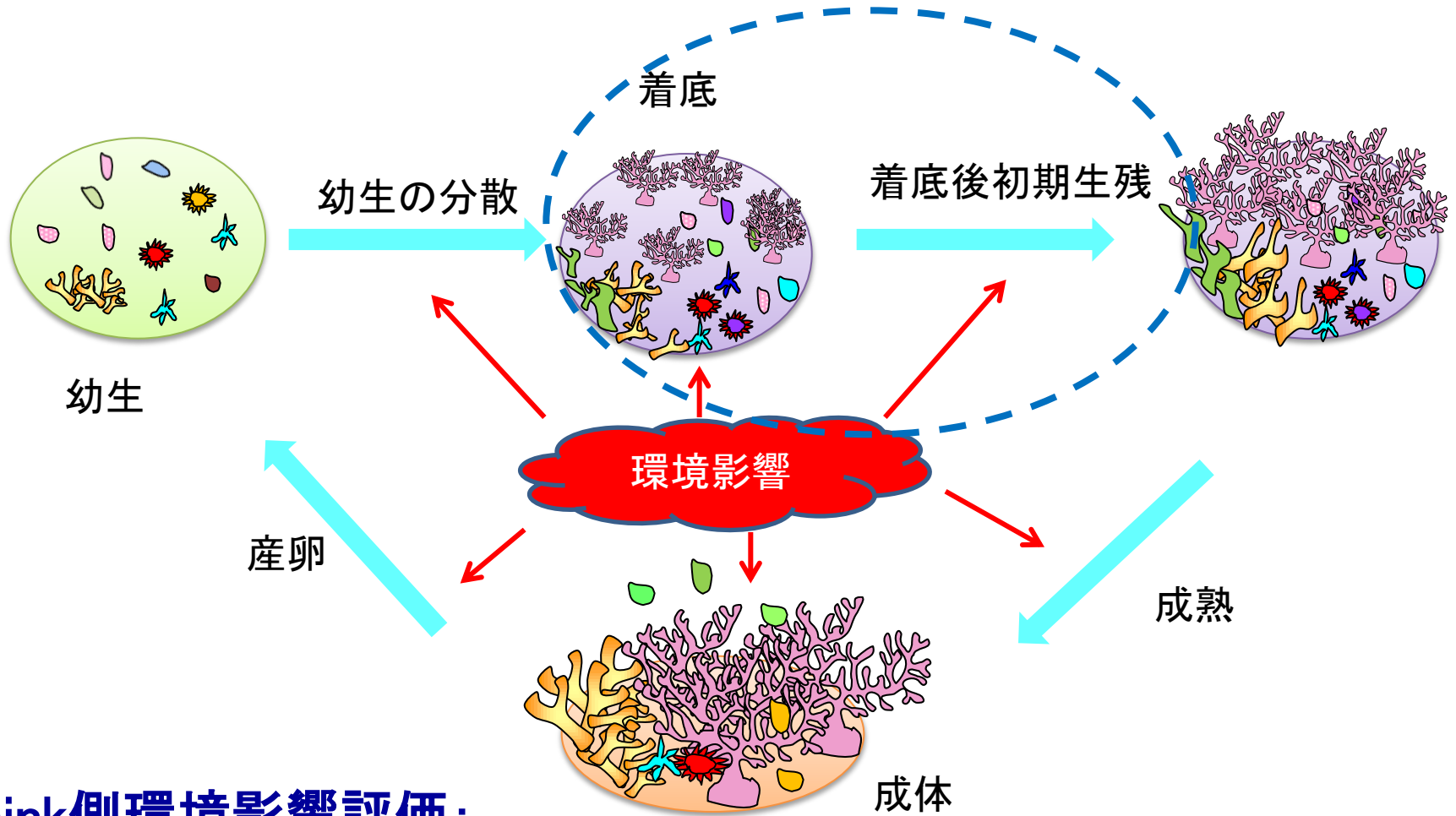
A) サンゴ礁生物の幼生分散・加入によるsource-sink多重連結構造の実態解明と環境影響評価、それによる”負の連鎖構造”の解明

B) 幼生分散過程での餌料環境や稚ヒトデの生残率制御要因の把握に基づくオニヒトデ大量発生・維持機構の解明

主要なアウトプット:

- 1) 石西礁湖及びその周辺沿岸域での**重点的保全海域の同定**
- 2) 生態系保全・再生のための**陸源負荷削減目標等の定量化**

A)サンゴ礁生物の幼生分散・加入によるsource-sink多重連結構造の実態解明と環境影響評価、それによる”負の連鎖構造”の解明



sink側環境影響評価:

重要性が高いにもかかわらず解明が遅れている
着底から初期生残過程への環境影響に着目

B)幼生分散過程での餌料環境や稚ヒトデの生残率制御要因の把握に基づくオニヒトデ大量発生・維持機構の解明

GBRにおける大量発生の有力仮説:「**栄養塩説**」

陸域からの栄養塩流入→餌となる植物プランクトン増加
→オニヒトデ浮遊幼生の生残率up

石西礁湖でも富栄養化が大量発生の原因？

課題

- ①野外でのオニヒトデ幼生検出技術が未発達
→新たな幼生検出技術の開発
- ②オニヒトデ幼生の餌料内容が不明
→メタゲノム解析
- ③栄養塩環境が大きな時空間変動性を持つ
→広域多点一斉調査＋長期定期的調査
- ④オニヒトデの各生活史段階への環境影響が不明
→オニヒトデ餌料環境・動態モデルの開発と解析

研究体制

ST1: 数値シミュレーションモデル解析と現地調査に基づく「島嶼－サンゴ礁－外洋」統合ネットワーク系の構造解明

東京工業大学 灘岡和夫・中村隆志・渡邊敦・向草世香

ST3: 石西礁湖を中心としたサンゴ礁生物のreef-scape connectivityの解明(集団遺伝学的解析)

宮崎大学 安田仁奈

ST2: メタゲノム解析による生物多様性の把握とサンゴ礁レジリエンス過程の観察

中央水産研究所 長井敏・田邊晶史・本郷悠貴

ST4: 石西礁湖におけるサンゴ礁性生物の再生産および関連する環境動態の把握(現地モニタリング)

西海区水産研究所・亜熱帯研究センター 鈴木豪・亀田卓彦・福岡弘紀・名波敦・山下洋

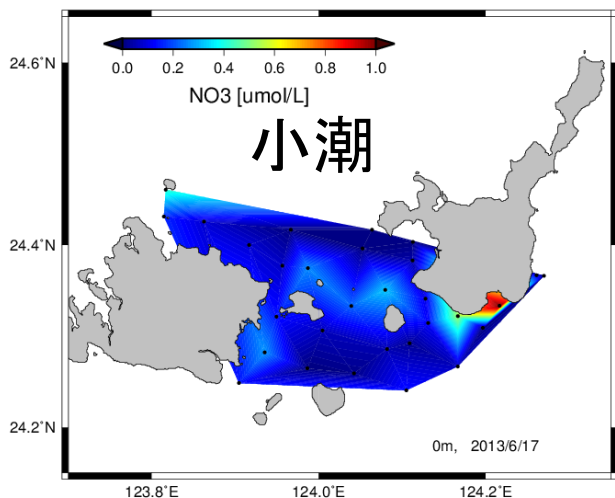


密接な連携・協働

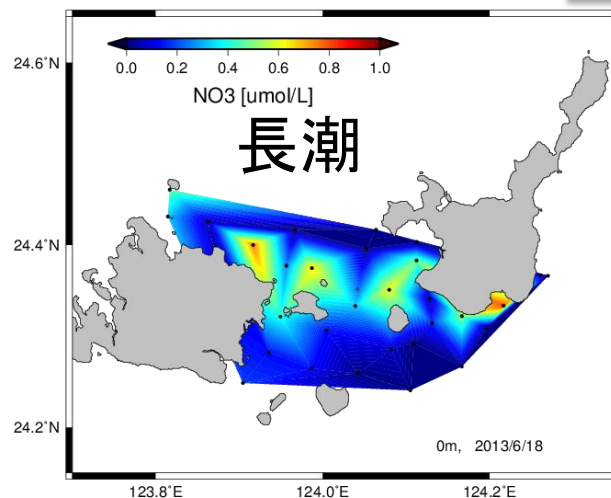
石西礁湖自然再生協議会・学術調査WG

広域一斉多点調査結果：硝酸の空間分布（表層）

2013年6月17日

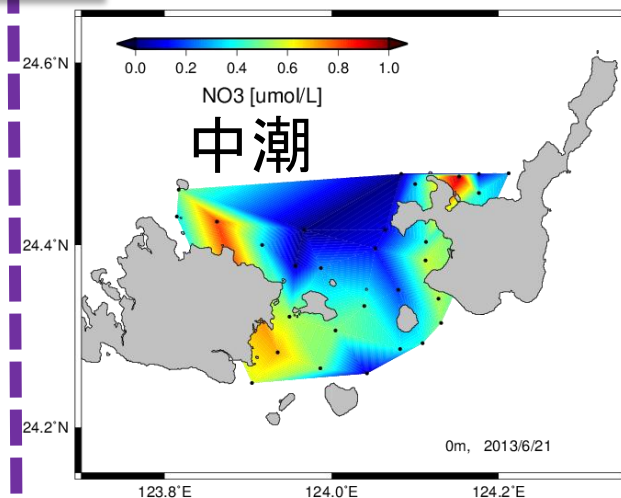


6月18日

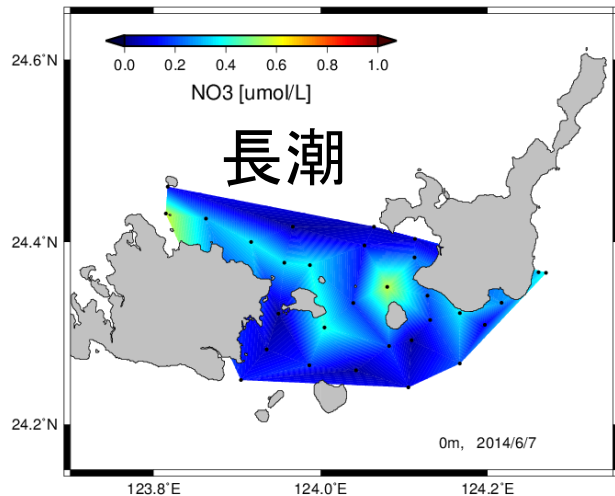


台風

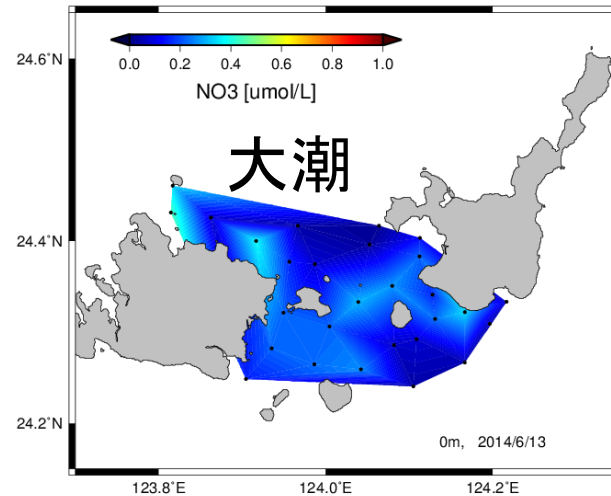
6月21日



2014年6月7日



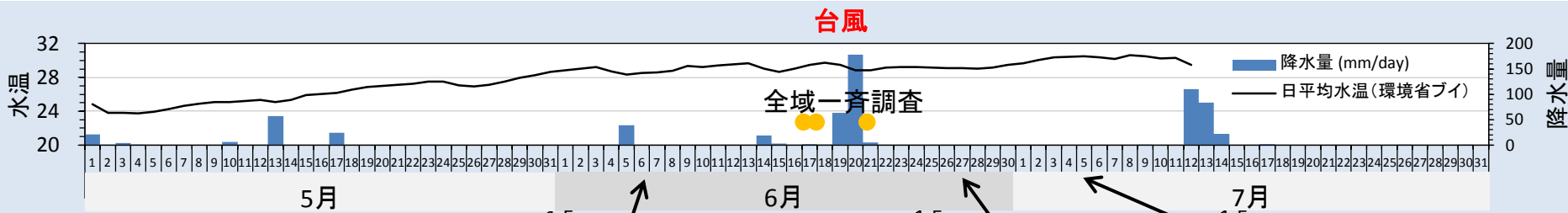
6月13日



陸源負荷の指標の一つである硝酸態窒素

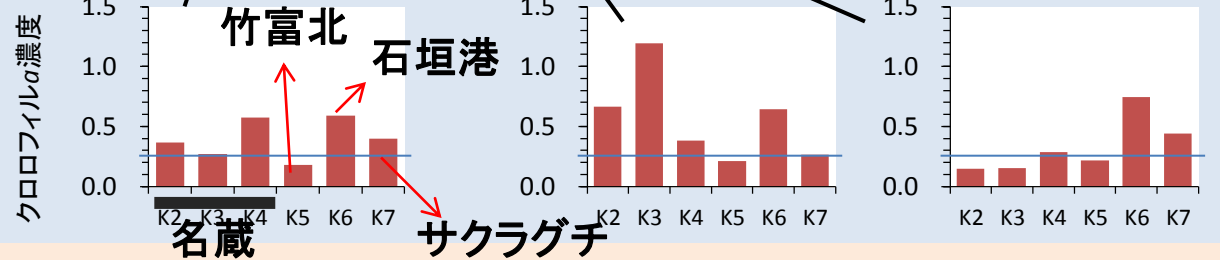
- 平常時は北礁から西表北部に掛けてやや高め。
- 台風による出水後は、河口周辺を中心に石垣・西表両島付近で高濃度に。

オニヒトデ幼生の餌となるサイズの植物プランクトン量

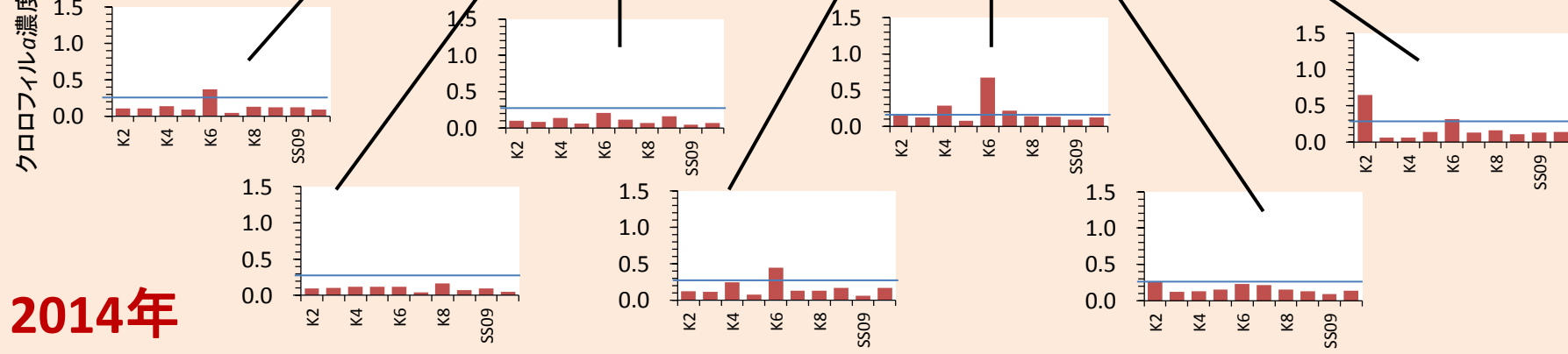


0.25 μ g/L以上でオニヒトデ幼生の生残率が高い (Fabricius et al., 2010)

2013年



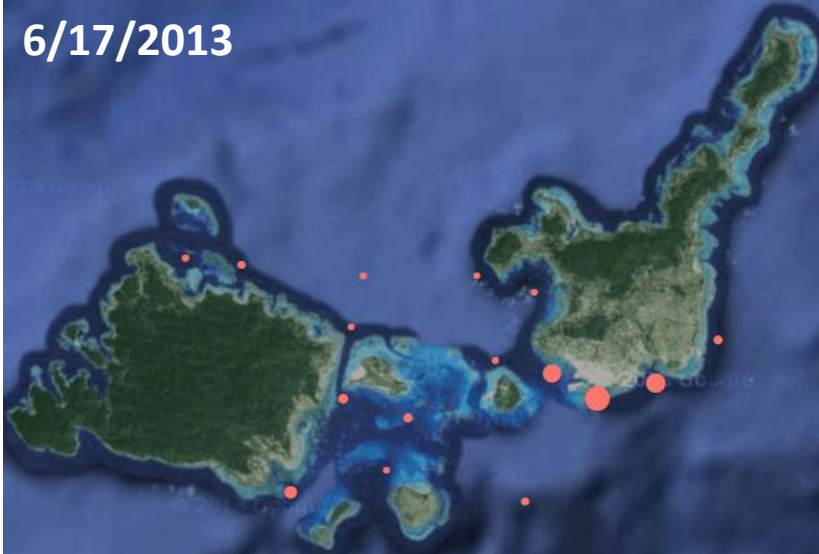
2014年



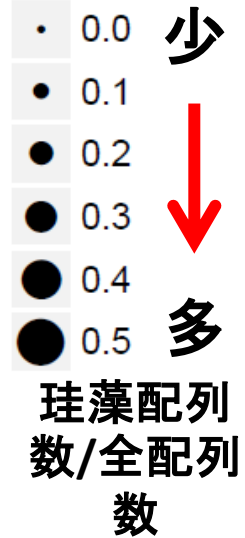
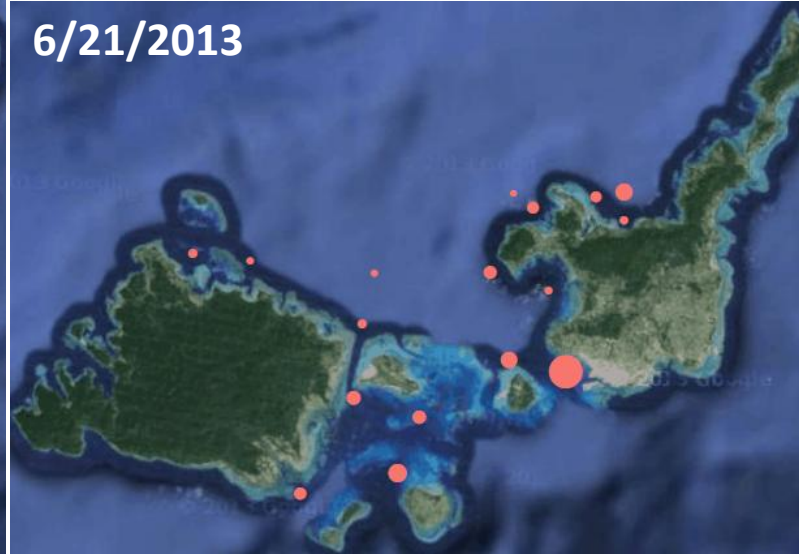
2013年に比べて、2014年は非常にクロロフィルa濃度が低く、オニヒトデの幼生が生き残るレベルにない。⇒雨量が影響か？

プランクトン多様性から見た陸源負荷の起源解明

6/17/2013



6/21/2013



6/18/2013



珪藻の出現量から、
石西礁湖の陸源負荷
の起源は石垣島南部
にあることが判明!

世界初の本格野外オニヒトデの広域密度分布調査の結果

プランクトンネットで採集(3日間)



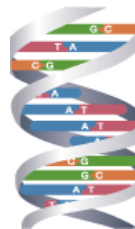
顕微鏡観察



幼生単離



DNA抽出

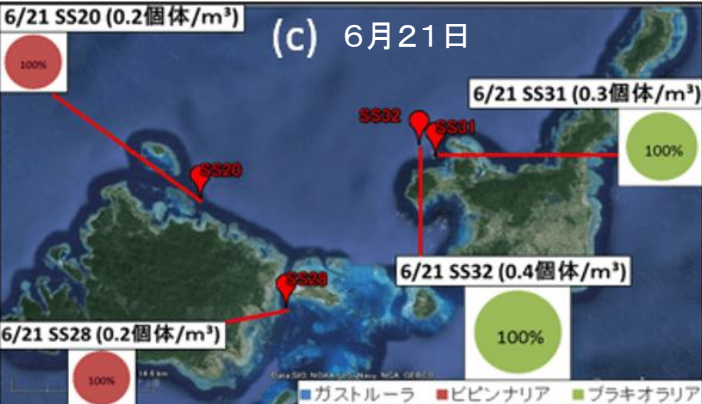


種を同定



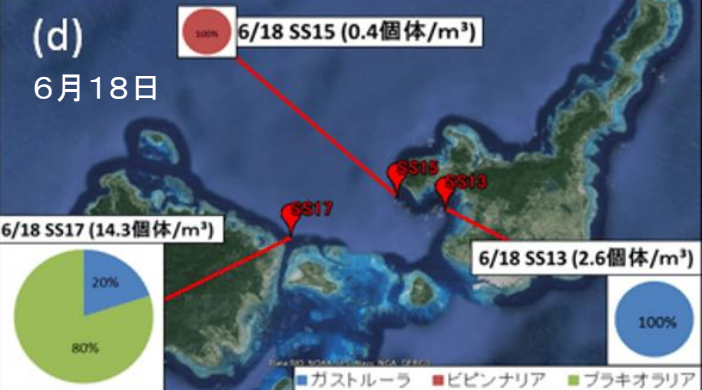
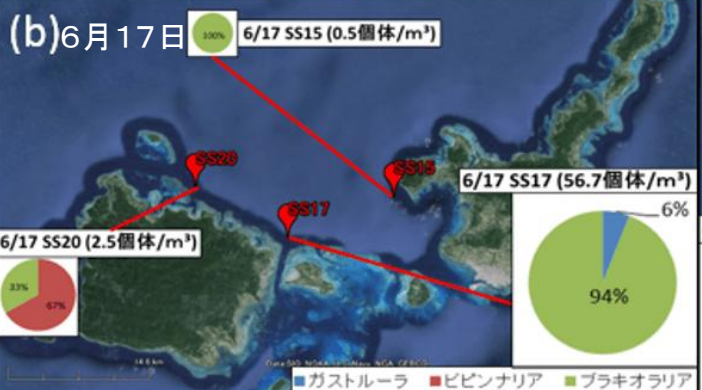
オニヒトデ幼生の大きさは0.2mmから0.8mm位

(a) サンプル場所



石西礁湖の内外をつなぐヨナラ水道周辺に多く見られた!

→石西礁湖で生まれたオニヒトデが外へ石西礁湖以外の場所からオニヒトデがやってくる両方の可能性がある

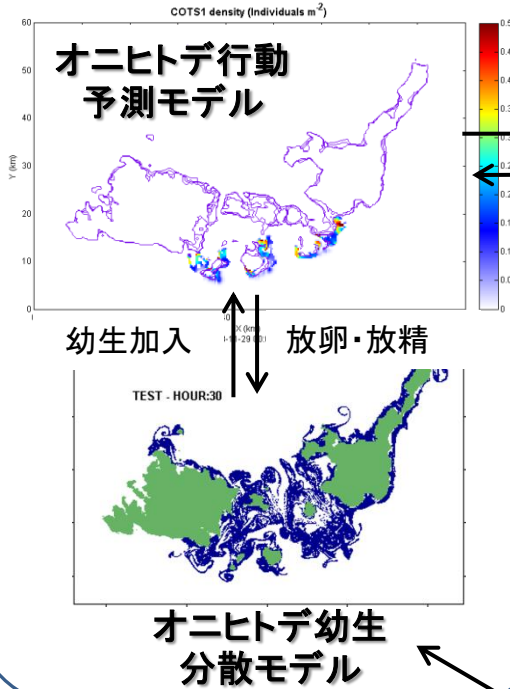


オニヒトデが多い北側に幼生が多く見つかった

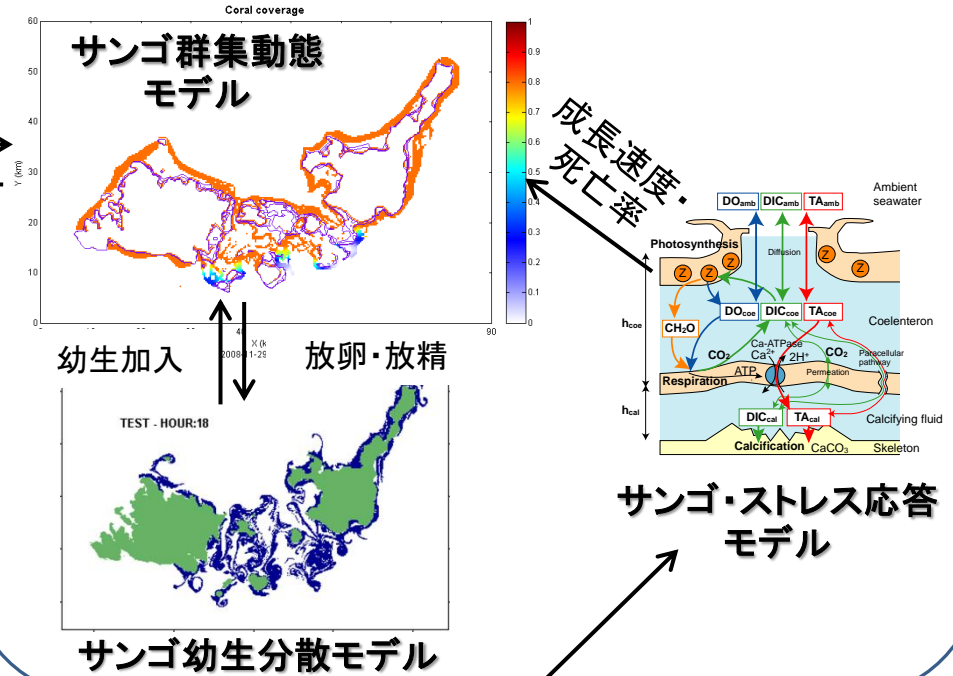
オニヒトデ幼生の発生: ガストルーラ(青) → ビピンナリア(赤) → ブラキオラリア(緑)

統合モデルシステム開発

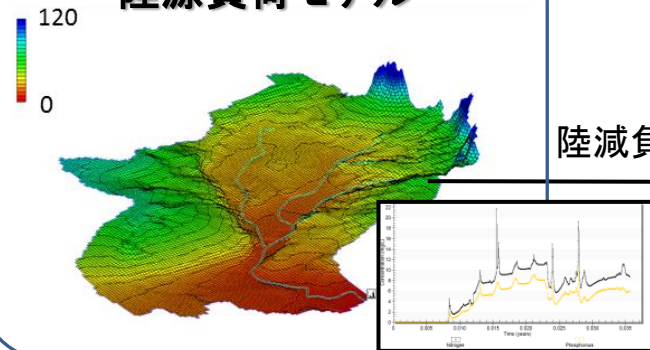
オニヒトデ動態モデル



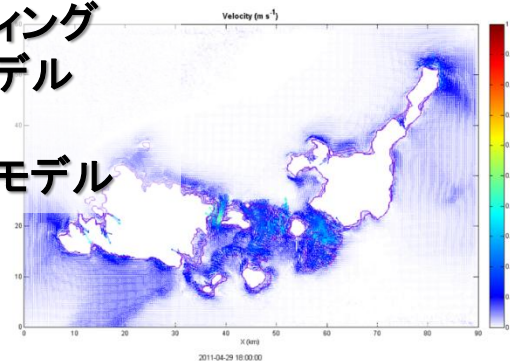
サンゴ群集動態モデル



陸源負荷モデル



多重ネスティング 3D流動モデル + 低次生態系モデル



捕食圧

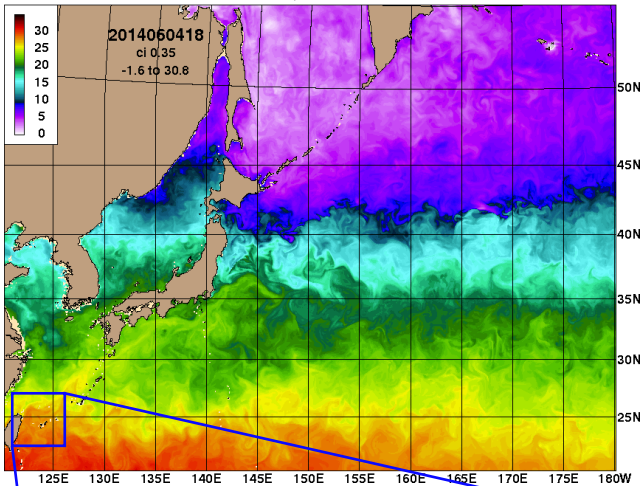
行動の制限

流動・環境
パラメータ

流動・環境
パラメータ

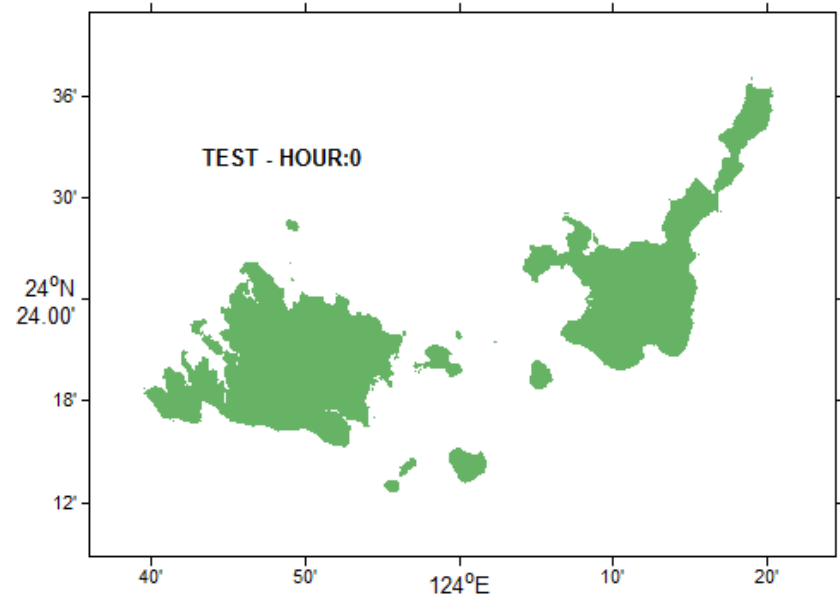
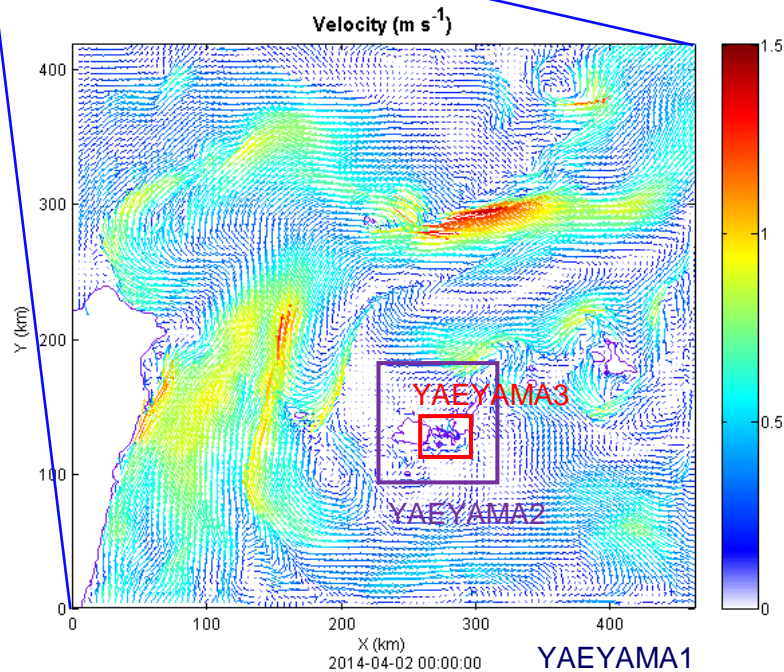
多重ネスティング3D流動モデルによる 幼生分散シミュレーション

SST Jun 01, 2014 00Z 91.1



- ①サンゴやオニヒトデから放出された幼生がどのように流れてどこに着床するかを推定する。
- ②幼生が漂っている最中に経験する環境(植物プランクトン濃度、水温など)も再現し、どの程度幼生が生残するかを推定する。

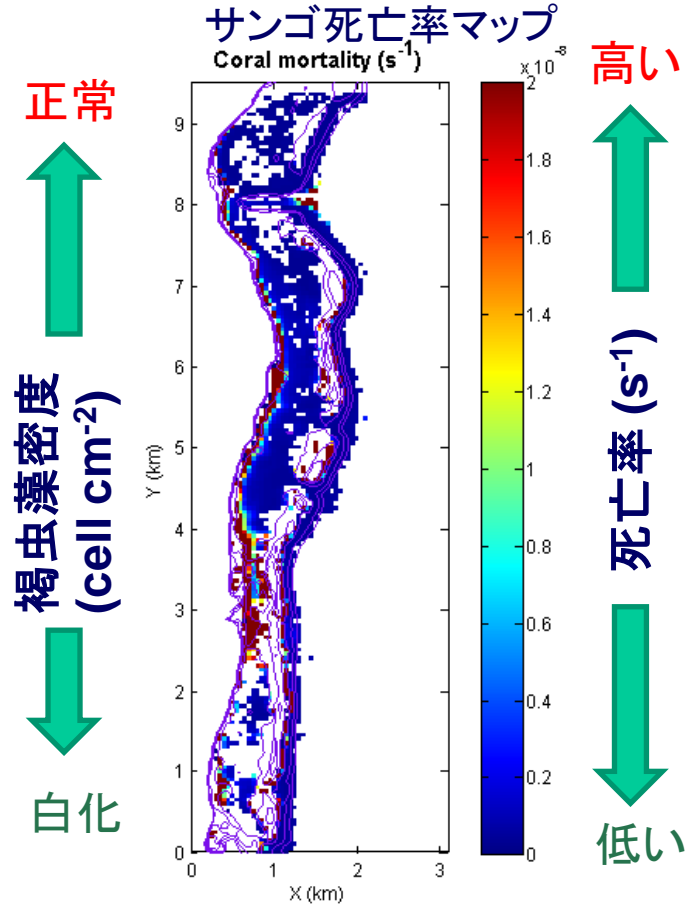
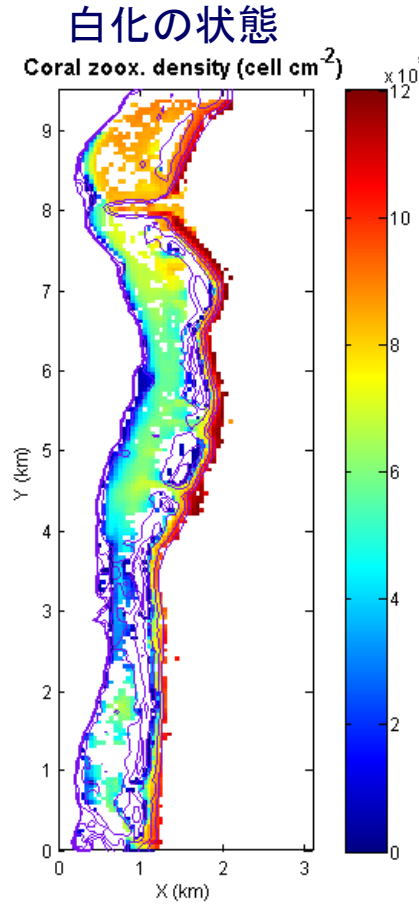
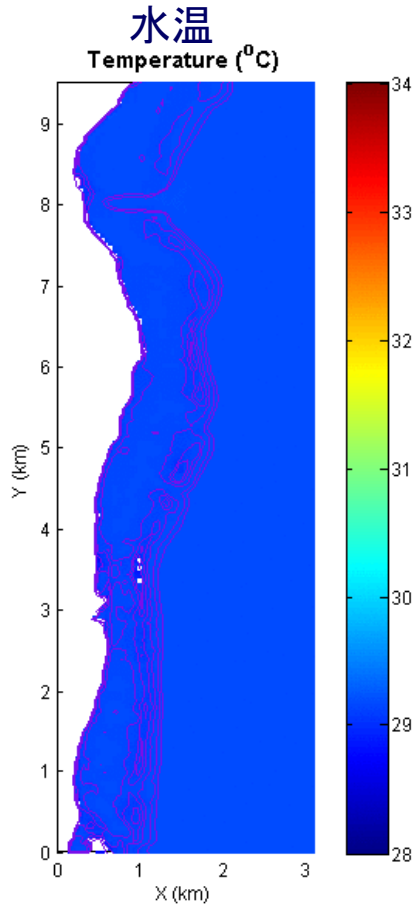
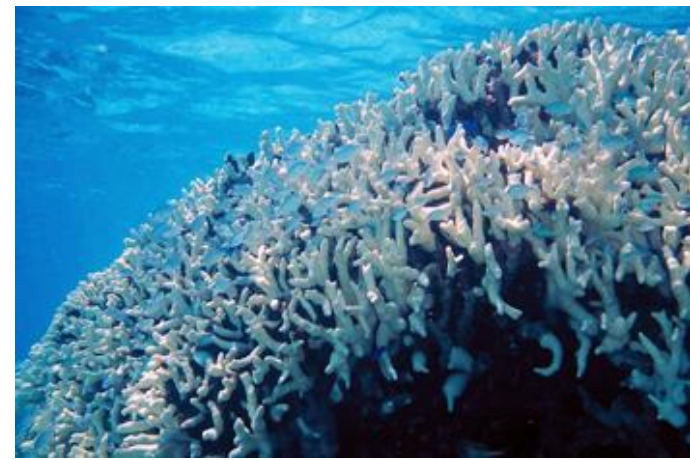
←グローバル海洋モデル
(HYCOM)のアウトプット



* 古い計算ドメインによる幼生分散シミュレーション結果

サンゴの白化現象のモデル化

石西礁湖において、白化現象はサンゴ群集の劣化を招く大きな要因の一つとなっている。そこで、サンゴの生体内の応答を記述したモデルを用いて、白化現象を再現・予測するモデルを開発し、白化のリスク評価を行う。

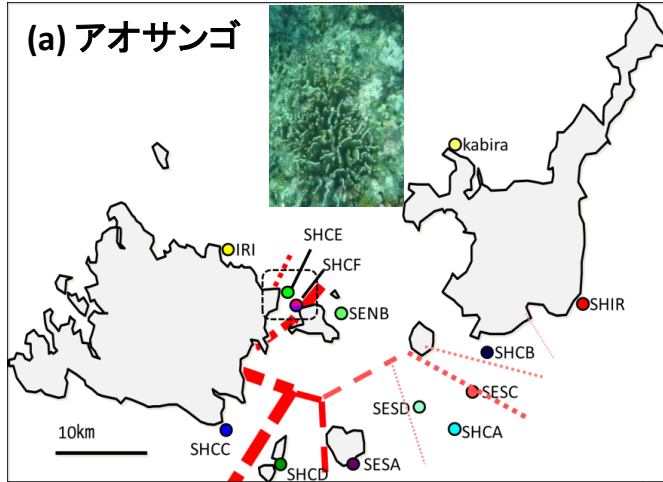


2009-08-25 00:30:00

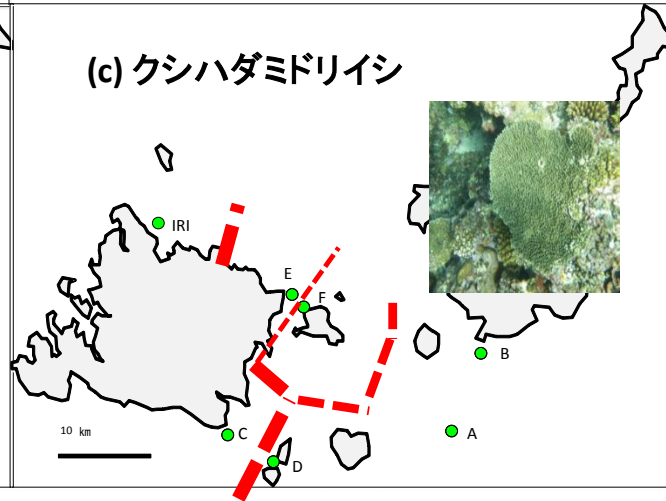
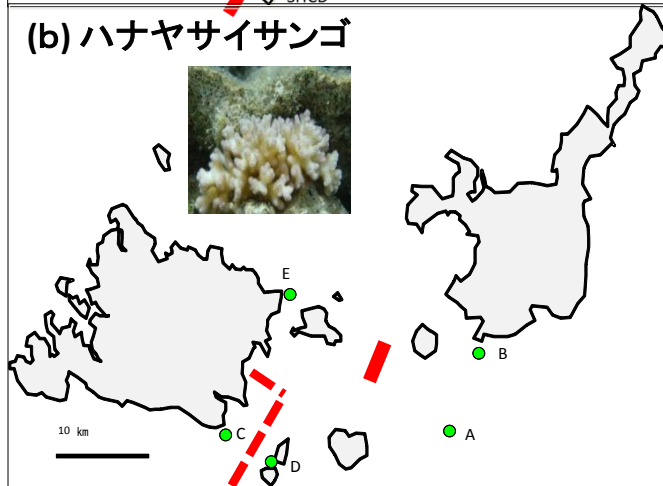
2009-09-06 23:00:00

2009-09-06 23:00:00

対象種3種から推定された幼生分散の障壁(赤線)



新城⇔西表南東
西表東の北⇔南
ヨナラ水道の東⇔西
など類似した遺伝構造が見られた
→海域間をつなぐ幼生分散は
限られている



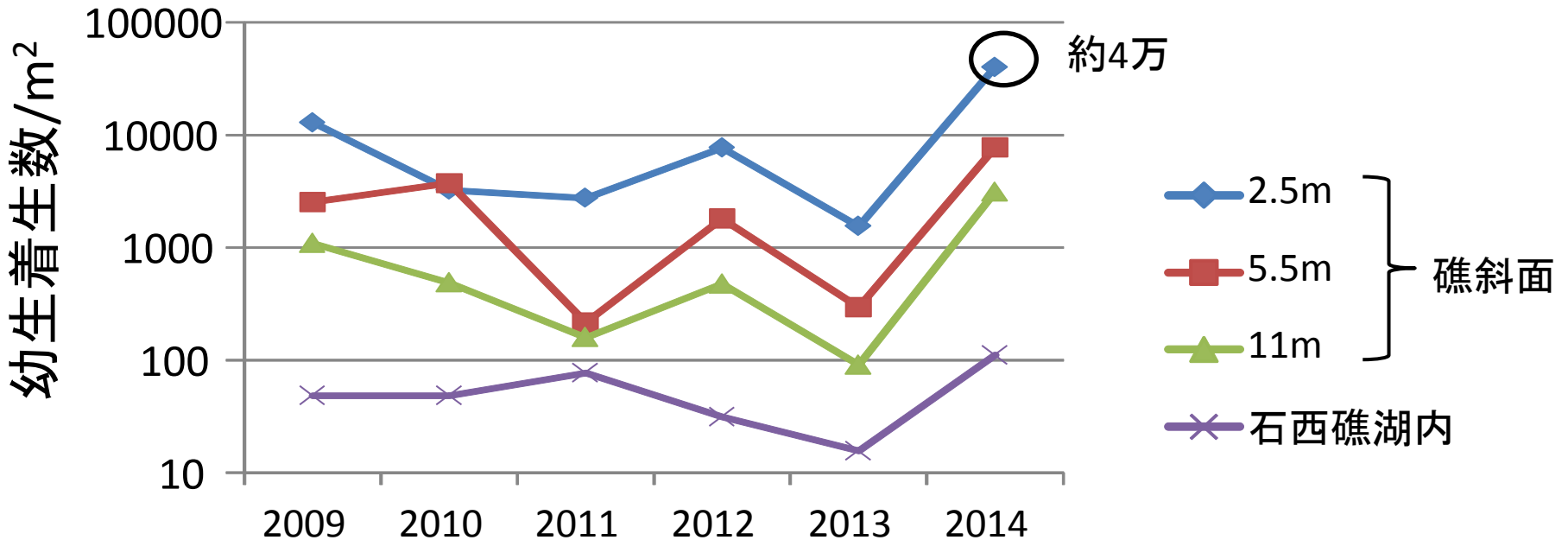
赤線は遺伝的に以外のあった集団間を区切る線(太いほど違い大)

赤線内の空間→互いに幼生が行き来しやすい海域

幼生分散の障壁(赤線)で区分された海域ユニットごとに保全する必要

サンゴ回復の遅れ＝幼生加入不足？

過去5年間のミドリイシの天然幼生加入量



礁斜面上部と比較すると石西礁湖内では、
幼生加入量が**約100分の1**程度で、非常に少ない

➡ さらに、着生直後の死亡率の高い時期ではどうか？