

第4章 海外研究機関等との協定業務補助

第4章 海外研究機関等との協定業務補助

1. 概要

本事業が開始された平成24年度には、先進地視察業務として1970年代からオニヒトデ研究の中心地となっているオーストラリア・タウンズビル市を訪れ、ジェームズクック大学（James Cook University、以下 JCU）やオーストラリア海洋科学研究所（Australian Institute of Marine Science、以下 AIMS）でオニヒトデ関連研究に携わっている主要な関係者と面会した。その際、AIMS のピーター・ドハティ博士から、オーストラリアにおいて今後優先的に着手すべきオニヒトデ研究課題は沖縄県においても共通しているであろうこと、そして、情報交換など研究協力を行うことが双方にとって有益であるという見解が示され、研究計画が正式にまとまった段階で協定関係の締結にむけた協議を行うことで合意をみた。

沖縄県側では、平成24年10月と平成25年1月に開催されたオニヒトデ総合対策事業検討委員会での諮問を経て過去のレビューに基づいた調査研究計画が策定された。AIMS では、平成24年7月にケアンズ・フィッツロイ島で開催されたオニヒトデワークショップ（フィッツロイ会合）において採択された優先課題に基づく研究計画を平成25年10月に基本方針としてとりまとめた。平成25年11月には沖縄県とオニヒトデ総合対策事業共同企業体（JV）のメンバーがAIMS を訪問し、双方の計画を開示・比較し、どの分野において協力が可能かを協議した。以後、沖縄県側では協定書の原案を作成して関係者および法務専門家に回覧、AIMS 側にも送付して内容について同意を得た。平成26年3月にはAIMS からジェイミー・オリバー研究部長とブリタ・シャップフェルケ博士を沖縄に招聘して「沖縄県とオーストラリア海洋科学研究所によるオニヒトデ研究および総合的対策に関するパートナーシップ協定（以下、協定と省略）」が正式に締結された。

平成26年度の先進地視察で再訪したAIMS では、協定にもとづいて双方の調査研究に関する情報交換を行うことと、今後の共同研究分野の可能性について協議を行うことがおもな目的であった。また、訪問の機会を利用して、かねてよりAIMS 側から要望がよせられていたオニヒトデ幼生捕食実験への技術協力と、グレートバリアリーフの視察も行った。

平成27年度はAIMS に加えてグレートバリアリーフ海中公園局（Great Barrier Reef Marine Park Authority、GBRMPA）も訪問先に加え、行政機関としてオニヒトデ防除にむけた水質改善への取り組みについて担当者から聞き取った。また、タウンズビル近郊の4ヶ所の国立公園を視察した。

平成28年度の先進地視察業務では、オニヒトデの大量発生防除を主目的のひとつとする水質管理行政の情報収集に重点を置き、クイーンズランド州政府が所管するグレートバリアリーフ事務所（Office of the Great Barrier Reef、以下 GBR オフィスと省略）で水質対策を担当している行政官と面会した。同じブリスベン市内にあるオーストラリア連邦科学産業研究機構（CSIRO）では、オニヒトデ大量発生および駆除のモデル構築に携わっている研究者にも面会した。また、同市沖合に設置されているモートン島国立公園の視察も行った。その後タウンズビル市へ移動してAIMS を訪問し、これまでと同様、オニヒトデ研究者と面会して現状や進捗状況に関する聞き取りを行った。出張行程および会合スケジュールは次ページ以降に示した。

2. 訪問行程および協議スケジュール

今回の出張の全体行程は平成 28 年 11 月 20 日から 27 日にかけての 8 日間（オニヒトデ総合対策事業共同企業体の岡地は 26 日まで）、うちオーストラリア国内での滞在は 21 日早朝から 26 日午前中までの 6 日間であった。旅程および会合スケジュールは次ページの表 1～4 に示した。各地の訪問先および面会者は下記のとおりである。

出張者：

沖縄県自然保護課 金城 賢 課長・徳里 政哉 主査
オニヒトデ総合対策事業共同企業体 岡地 賢

出張期間：

平成 28 年 11 月 20 日（出発）～平成 28 年 11 月 27 日（金城課長・徳里主査）
平成 28 年 11 月 20 日（出発）～平成 28 年 11 月 26 日（岡地）

訪問先および面会者：

オーストラリア連邦科学産業研究機構海洋大気研究部（略称 CSIRO、ブリスベン市）
Dr. Eva Plaganyi（エバ・プラガニイ博士）主任研究員
Dr. Rodrigo Bustamante（ロドリゴ・ブスタマンテ博士）上席研究員
Mr. Darren Dennis（ダレン・デニス氏）資源調査チームリーダー
Dr. John Keesing（ジョン・キーシング博士）上席研究員（テレビ会議）
Dr. Sharon Tickell（シャロン・ティッケル氏）上席ソフトウェア技師（テレビ会議）
クイーンズランド州グレートバリアリーフ事務所（略称 GBR Office、ブリスベン市）
Ms. Elisa Nichols（エリサ・ニコルズ氏）事務所長
Ms. Kirsten Kenyon（カーステン・ケニオン氏）副所長、施策評価・合意形成担当官
Ms. Nyssa Henry（ニッサ・ヘンリー氏）モニタリングプログラムマネージャー
Ms. Jean Erbacher（ジャン・エルバックー氏）水質研究プログラムマネージャー
Mr. Dominic Henderson（ドミニク・ヘンダーソン氏）技術チームコーディネイター
Mr. Chris Johnson（クリス・ジョンソン氏）普及啓発プログラムマネージャー
Mr. Peter Bramwell（ピーター・ブランウェル氏）産業参画推進コーディネイター
Mr. Billie Gordon（ビリー・ゴードン氏）産業参画広報コーディネイター
Dr. Wylie Ross（ワイリー・ロス博士）州検疫部科学プログラムマネージャー
オーストラリア国立海洋科学研究所（略称 AIMS、タウンズビル市）
Dr. Britta Schaffelke（ブリタ・シャッフエルケ博士）上席研究員
Dr. Sven Uthicke（スベン・ウチッケ博士）主席研究員

表4-2-1. 平成28年度オニヒトデ総合対策事業・先進地視察業務の行程.

日付	曜日	出発	到着	便名等	行程および面会者	宿泊先
11/20	日	11:35 14:30 19:30	13:45 15:30	JL996 JL771	那覇⇒羽田 羽田⇒成田 成田⇒シドニー	機内
11/21	月	9:30 12:30	7:15 10:00 17:30	QF514	シドニー到着 シドニー⇒ブリスベン CSIRO(オーストラリア連邦科学産業研究機構)	Hotel Ibis Brisbane ブリスベン
11/22	火	8:30	17:30		モートンベイ国立公園視察 Dolphins in Paradise社の乗り合いポートにてモートン島へ 国立公園管理の状況、ジュゴン生息地など視察	Hotel Ibis Brisbane ブリスベン
11/23	水	9:00	13:00		GBR Office(グレートバリアリーフ統合管理事務所) 水質管理行政・オニヒトデ調査研究・ヒアリ対策など に関するヒアリングおよび意見交換	Hotel Ibis Brisbane ブリスベン
11/24	木	8:55 13:30	10:55 16:00	VA367	ブリスベン⇒タウンズビル AIMS(オーストラリア国立海洋科学研究所) オニヒトデ調査研究の進捗報告および意見交換	Townsville Central タウンズビル
11/25	金	8:30 12:15	11:00 15:55	VA1520	タウンズビル周辺国立公園地区視察 タウンズビル⇒シドニー	Travelodge Wynyard シドニー
11/26	土	9:15	17:00	JL772	シドニー⇒成田 (金城課長・徳里主査は成田到着後に都内へ移動)	(金城課長・徳里主査) 都内
11/27	日	11:30	14:15		羽田⇒那覇	

表4-2-2. 先進地視察で訪問した CSIRO の会合プログラム(11月21日).

OCEANS AND ATMOSPHERE
www.csiro.au


Agenda

Okinawa Delegation

Monday 21st of November 2016

Location:

Queensland BioSciences Precinct (QBP)
306 Carmody Rd, St Lucia
Brisbane, QLD 4072
Level 5, Room 5.140

Visitors:

- Mr Satoshi Kinjo (Delegation Head), Mr Masaya Tokuzato, Ken Okaji (訪問者名)
- Delegation involved in marine conservation (names to be provided) (訪問目的 – オニヒトデ・水質
Interests: COTS, eReefs, water quality management, marine conservation 海洋保全等)

CSIRO Participants (出席者)

- Éva Plagányi (+61 438 500 926) (ホスト: エバ・プラガニイ博士)
- Rodrigo Bustamante (沿岸研究マネージャー ロドリゴ・ブスタマンテ博士)
- Darren Dennis (沿岸研究 ダレン・デニス氏)
- John Keesing (via teleconference) (沿岸研究 ジョン・キーシング博士) (テレビ会議)
- Sharon Tickell (via teleconference) (モデル研究 シャロン・ティッケル博士) (テレビ会議)
- Apologies: Andy Steven, Russ Babcock (欠席 アンディ・スティーブンス博士、ラス・バブコック博士)

09:30 – 10:00	meet and greet at QBP
10:00 – 11:00	Overview of COTS research (GBR) Eva Plaganyi
11:00 – 11:30 BREAK	Morning tea
11:30 – 12:30	COTS research (Western Australia) and general discussion John Keesing (via teleconf)
12:30 – 1:30 BREAK	Lunch
1:30 – 2:30 pm	eReefs overview Mark Baird and Sharon Tickell (via teleconf)
2:30 – 3pm	General discussion

※ブリスベン到着が午前10時であったため、実際の面会スケジュールは13:00~18:00となった。

表4-2-3. 先進地視察で訪問した GBR オフィスの会合プログラム(11 月 23 日)

RUN SHEET

Okinawa delegation visit to Brisbane

**23 November 2016
09.00-13.00**

Venue: 10.17, 400 George Street

Host – Elisa Nichols, Executive Director, Office of the Great Barrier Reef, Department of Environment and Heritage Protection

(ホスト：エリサ・ニコルス氏，GBR オフィス所長 州政府環境遺産保護局)

[All sessions include time for questions and discussion]

09.00 Coffee, introductions

09.10 Welcome (Elisa Nichols)

09.15 Overview of the Office of the Great Barrier Reef and the Reef Water Quality Protection Plan (Kirsten Kenyon, Director, Policy Analysis and Stakeholder Engagement)

(GBR 水質保全計画の概要 – カーステン・ケニオン氏，施策評価・合意形成担当)

09.30 Reef science and reporting overview (Nyssa Henry, Program Manager, Monitoring and Reporting)

(水質モニタリングと報告・公表 – ニッサ・ヘンリー氏，プログラムマネージャー)

10.00 Selected Reef Water Quality Science Program projects (Jean Erbacher, Program Manager)

(水質研究プロジェクト – ジャン・エルバックー氏，プログラムマネージャー)

10.45 Morning tea

11.00 Nutrients research (Dominic Henderson, Project Co-ordinator, Technical team)

(栄養塩研究 – ドミニク・ヘンダーソン氏，技術チーム)

11.30 Extension, BMP and science (Chris Johnson, Program Manager)

(普及啓発プログラム – クリス・ジョンソン氏，技術チーム)

11.50 Cane Best Management Practice (BMP) system (Peter Bramwell, Project Co-ordinator, Best management practice systems and industry engagement)

(サトウキビ栽培の認証制度 – ピーター・ブラムウェル氏，産業参画推進担当)

12.10 Agricultural community engagement (Billie Gordon, Project Co-ordinator, Engagement and communications)

(農業セクターの参画推進 – ビリー・ゴードン氏，産業参画広報担当)

12.30 Fire ants (DAF)

(ヒアリ対策 – ワイリー・ロス博士，州検疫部科学プログラムマネージャー)

12.50 Concluding remarks and next steps (Elisa Nichols)

13.00 Ends

表4-2-4. 先進地視察で訪問した AIMS の会合プログラム(11月24日)

PROGRAM

**Visit of Okinawa Prefectural Government - Nature Conservation Division Delegation
and Coralquest Inc.**

Thursday 24th November 2016

Hosts: Dr Sven Uthicke and Dr Britta Schaffelke

ホスト： スベン・ウチッケ博士、ブリタ・シャッフエルケ博士

Attendees:

Dr Sven Uthicke	Team Leader - Understanding and Managing Crown of Thorns Seastar Outbreaks
Dr Britta Schaffelke	Research Program Leader - A Healthy and Sustainable Great Barrier Reef
Mr Satoshi Kinjo	Head of the Nature Conservation Division
Mr Masaya Tokuzato	Engineer – Nature Conservation Division
Mr Ken Okaji	Managing Director – Coralquest Inc.

Agenda:

Time	Details	Where	AIMS Staff
1:30 – 2:00 pm	Arrival	Conference Room 1	Dr Britta Schaffelke
	Welcome and introductions		Mr Satoshi Kinjo
2:00 – 2:15 pm	Introduction to AIMS Research AIMS の概要 – ブリタ・シャッフエルケ博士	Conference Room 1	Dr Britta Schaffelke
2:15 – 2:30 pm	Update on Okinawa CoTS research 沖縄県のオニヒトデ研究(進捗) – 岡地	Conference Room 1	Dr Ken Okaji
2:30 – 3:00 pm	AIMS CoTS Research AIMS のオニヒトデ研究(進捗) – スベン・ウチッケ博士	Conference Room 1	Dr Sven Uthicke
3:00 – 4:00 pm	Tour of SeaSim facility SeaSIM 飼育施設見学 – スベン・ウチッケ博士	SeaSim	Dr Sven Uthicke
4:00 pm	Delegation departs AIMS		

3. 訪問先機関での情報交換および協議の概要

今回のオーストラリア滞在中に訪問した政府機関や研究所では、沖縄県が実施しているオニヒトデ総合対策事業の背景・目的や進捗状況に関するプレゼンテーションを行った。各訪問先からもオニヒトデ大量発生抑制を目的に含む様々な水質保全施策に関するプレゼンテーションを受けた。ここでは、各訪問先の概要、オニヒトデ研究と水質保全施策への関与、協議内容等を報告し、その後当該訪問先で受けたプレゼンテーション（スライド）を掲げて内容を説明する。

3-1. オーストラリア連邦科学産業研究機構（CSIRO）

CSIRO はオーストラリア国内で最大の総合研究機関で、産業への応用や公共の利益につながる国家的課題の解決に向けた研究開発を行うことを目的としている。研究分野は、農業、環境、情報通信、保健、材料、製造、鉱物、エネルギー等広範にわたり、そのうちのひとつが「海洋からの持続可能な財産」という国家目標の下で実施されている沿岸生態系研究である。首都キャンベラの本部と国内外 57 の支所で合計約 6,500 人の職員が研究業務に携わっている。

今回訪問した海洋大気研究部ブリスベン支所はクイーンズランド大学キャンパス内にあり、おもな業務はグレートバリアリーフを含むオーストラリア東岸の沿岸環境保全に関する包括的な調査研究である。オニヒトデ研究はブリスベン支所の職員に加え、ホバート支所（タスマニア州）、パース支所（西オーストラリア州）の職員がデータや技術を共有して実施している個体群・駆除モデル研究や海流コネクティビティ研究が主体である。個別のオニヒトデ研究としては、パース支所のジョン・キーシング博士らによるオーストラリア北西岸の大量発生調査と原因究明が行われている。



図4-3-1. クイーンズランド大学キャンパス内のCSIROブリスベン支所(上左)と協議の状況(上右)、会合参加者の集合写真(平成28年11月21日)。

プレゼンテーション終了後のディスカッションでは、沖縄県の取り組みのなかで水質モニタリングと幼生餌料制限研究、特にオニヒトデ幼生の餌料が何か興味ぶかいので今後のとりまとめに期待しているという意見が寄せられた（ロドリゴ・ブスタマンテ博士）。幼生餌料研究に興味を持たれる背景には、オニヒトデの大量発生が植物プランクトンの増加により引き起こされるという「幼生生き残り説」に疑問をもつ研究者がオーストラリア国内でも少なくないという事情がある。前出のブスタマンテ博士は、オニヒトデ幼生はもともと植物プランクトン以外の雑多な餌も取り込んで消化する可能性が高いので、自然状態の植物プランクトン密度でも現在考えられているより多くの幼生が生き残ることができるかと推測しており、適切な時期に幼生をサンゴ礁に運搬・滞留させる海流の重要性が餌料と同様に高いであろうという見解を示された。ほかにも、グレートバリアリーフで構築した大量発生・駆除モデルを沖縄県においても適用可能か検証してみたいという意見（エバ・プラガニイ博士）、そして、可能なら今後も情報交換を行って協力関係を続けたい（ジョン・キーシング博士）との要望も寄せられた。

3-1-1. エバ・プラガニイ博士のプレゼンテーション概要

- CSIRO では、オニヒトデの大量発生に関し、発生スケールや発生要因、個体群密度と駆除努力の関係などについて既存データを利用したモデリングを行っている。
- 定性的モデリングとして、これまで提唱された大量発生仮説と個々の要因の関連性および相対的重要性を評価している。栄養塩（幼生生き残り仮説）と漁獲圧（捕食者減少仮説）を比較したところ、両方でも、どちらか単独でも、オニヒトデの大量発生は説明が付きにくい。
- 定量的モデリング（MICE モデル）として、オニヒトデのサイズ別個体密度（ $>15\text{cm}$ 、 $<15\text{cm}$ 、幼生）、高成長サンゴ被度、低成長サンゴ被度、大小魚類やホラガイの補食圧、駆除圧などを数値にしてモデル化し、各々の影響を評価している。このモデルはオニヒトデの個体群動態に関する様々な疑問を検討することが可能で、既存データの質・量に応じて柔軟に対処もできる。
- MICE モデルは GBR 北部のリザード島（Lizard Island）で調査した野外個体群の動態にフィットさせることができた。親ヒトデの移入とセルフ・シーディングによる地域再生産という要因が異なる個体密度増加や、オニヒトデの密度変化に対応したサンゴ被度変化も再現できている。今後はさらにデータを加えてモデルの精度をより高め、時間的・空間的に適用範囲を拡大して、大量発生仮説へと展開してゆきたい。
- 駆除モデルに関して、オニヒトデ密度と駆除努力量あるいはサンゴの増加率（成長率）との関係はすでに求められている。これまでは、1ヘクタール当たり 10 個体がサンゴ群集を保全できるしきい値とされてきたが、MICE-CoralIf モデルでは個体間距離と受精率の関係を組み込むことでさらに精密な計算が可能となり、1ヘクタール当たり 3 個体以下で受精率を非常に低いレベルにおさえられることがわかった。
- 将来の研究の方向性としては、GBR の大小スケールの駆除が効果的かどうかの評価を行い、適切にアレンジし、あるいは究極的な発生要因を究明して、オニヒトデの大量発生を抑制することと、効率的な駆除方法を探索することである。

3-1-2. シャロン・ティッケル氏のプレゼンテーション概要

- “eReefs” はグレートバリアリーフの保全施策に必要な科学的知見の共有を目標として、2012年に組織された省庁横断型のワーキンググループによるグレートバリアリーフとその沿岸、流域も含めた水質・生物・海流などの統合的データベースである。連邦または州政府に属する複数の研究機関が参加しており（CSIRO、AIMS、クイーンズランド州政府、オーストラリア連邦気象局など）、各機関を代表する理事会とその下におかれたオペレーション部門により運営されている。
- CSIRO は他の参加機関と同様に諸データを提供するほか、オペレーション部門と協力して全体的なデータベース構築とそれらをウェブサイトで視覚的に表示するウェブ GIS の作成と管理を行っている。CSIRO 内部では、ブリスベン支所の指揮のもと、タスマニア支所とパース支所の技術者が実際の運営管理を行っている。
- 各機関から送られてくるフォーマットされたデータだけではなく、通常の google 検索などでヒットする研究論文や各種報告書に掲載あるいは引用されているデータの元データを特殊な検索エンジンで取り出したメタデータや、NASA など海外機関がオーストラリア周辺で取得した衛星（リモートセンシング）データも集積している。これらのデータは自由にダウンロードすることができる。
- ウェブ GIS では、例えば「クロロフィル」という単独の項目選択では日付の入力によりグレートバリアリーフ周辺海域の任意の部分についてクロロフィル分布が表示される。さらに「海流」の項目を追加選択すると、時間的・空間的なクロロフィル分布の変化が海流データとともに表示されるようになり、オニヒトデをはじめ浮遊幼生の分散経路と水質の関係を推測することが可能である。
- eReefs のウェブ GIS 公開は 2017 年初頭を予定している（portal.ereefs.info）。
- 現在は CSIRO が取り組んでいる eReefs の概要を専用ウェブサイトに掲載している（research.csiro.au/ereefs/）。組織概要や運営、各プロジェクトに関する概要は連邦ワーキンググループのウェブサイトに掲載されている（ereefs.org.au/ereefs/）。

3-1-3. ジョン・キーシング博士のプレゼンテーション概要

- 西オーストラリア州の沿岸は総延長約 12,500 キロにおよび、その約 1/2 でサンゴ礁またはサンゴ群集がみられる。とりわけニンガルー周辺のサンゴ礁は規模が大きく、科学的にも観光資源としても重要であるため、CSIRO パース支所がモニタリングを継続している。
- ピルバラの 60km 沖合に位置するバーロウ・モンテベロ両島は、1950 年代にイギリスの核実験場として有名になり、現在も大規模 LNG プラントが稼働しているが、周辺のサンゴ礁は最高レベルの環境保全区域として設定されたほどである。2013 年の調査では平均サンゴ被度が 40% 以上と報告され、西オーストラリア州で第二位であった。
- 2010 年末から 2011 年初め（オーストラリアの夏）と、2012 年末から 2013 年初めにかけて高水温によるサンゴ白化現象が起き、サンゴ被度は 30~40% から 10% 以下に低下した。ただし、2013 年までオニヒトデはほとんど観察されなかった。
- 2014 年 5 月のマンタ法調査で、モンテベロ島東側のサンゴ礁で高密度のオニヒトデ集団（8.9~186 個体/ha）が発見された。サンゴ被度が低下したなかでの大量発生であったため、オニヒ

トデがどのサンゴを補食しているかについてもトランセクト法で詳細調査を実施した。

- 白化現象以前のサンゴ被度約 35% の場合では、許容できるオニヒトデ密度は (サンゴ群集の成長量 > オニヒトデの補食量) 10~15 個体/ha であったが、白化減少後の被度約 10% では許容密度は 4 個体/ha と試算された。
- バーロウ・モンテベロ島やニンガルーを含む西オーストラリア沿岸では、年間を通じ降水が非常に少なく、陸域での開発や農業利用もほとんどないので、栄養塩流出による植物プランクトン増加がオニヒトデ大量発生の要因とは考えにくい。また、漁業の規模も零細で、オニヒトデの捕食に関係する魚類は漁獲対象ではないので、捕食者減少説も当たらないと考えている。
- 実際に過去 10 年間にわたる西オーストラリア沿岸のクロロフィル値の変動をみても、オニヒトデ幼生が生き残るレベルに達することはなかった。
- 考えられる大量発生要因としては、白化減少により広い範囲でサンゴ被度が低下したため、部分的にサンゴが残っていた場所へ徐々にオニヒトデが集まってきたという可能性が考えられる。
- 白化現象によりサンゴ群集構成の主体はミドリイシ類・ハナヤサイサンゴ類からキクメイシ類・ハマサンゴ類へと変化した。今回観察したオニヒトデ集団の食性は、統計的な比較ではこれまで報告されているとおりミドリイシ類・ハナヤサイサンゴ類を好む傾向にあったが、大多数がキクメイシ類・ハマサンゴ類を補食していた。

3-2. クイーンズランド州グレートバリアリーフ事務所 (GBR Office)

世界的なサンゴ礁の衰退傾向はグレートバリアリーフも例外ではなく、過去 27 年間に平均サンゴ被度が約 28%から約 14%へと半減し、何の方策もとられなければ 2022 年頃にはサンゴがほとんどみられなくなると予想されている。この衰退のおもな要因として、オニヒトデの大量発生、富栄養化、沿岸開発、気候変動があげられた。オーストラリアでは、2000 年代までオニヒトデの大量発生は自然現象だとされてきたが（人間活動の関与を示すデータが得られなかったため）、2010 年頃までに陸域からの栄養塩流出にともなう植物プランクトン増加によって生き残ったオニヒトデ幼生が大量発生を引き起こすという科学的証拠が次々と発表されたことで、他の要因と同じく人間活動に起因すると考えられるようになった。また、2011 年から 2014 年にかけて、グレートバリアリーフの世界遺産としての価値が低下しているという UNESCO の度重なる指摘も受けたことから、2015 年にオーストラリア連邦政府とクイーンズランド州政府は共同でグレートバリアリーフの統合的な保全施策である「The Reef 2050 Plan（リーフ 2050）」を策定した。

法的にはクイーンズランド州の海岸から 3 海里以遠がグレートバリアリーフ海中公園とされ、従来はグレートバリアリーフ海中公園局（Great Barrier Reef Marine Park Authority、以下 GBRMPA と省略）が全域の保全管理を一元的に管掌していた。しかし、リーフ 2050 で基本方針の一つとされた、農業、治水、沿岸開発など陸域における人間活動の規制と管理は GBRMPA の権限外であった。そこで、GBRMPA を含む連邦政府とクイーンズランド州政府がリーダーシップをとり、政府諸機関と地方自治体、民間団体、研究者グループが協力して各種の施策を実施するためにグレートバリアリーフフォーラムとよばれる枠組みを組織した。その一部で、クイーンズランド州内の農業セクターを対象とする施策を管理する役割を担っているのがグレートバリアリーフ事務所である。

グレートバリアリーフ事務所は常勤職員約 40 名で、大多数が環境遺産局職員と兼務している。同事務所はモニタリングなど日常的な管理業務を地域 NGO や農業組合に対して委託しているが、直営でも普及啓発事業や調査研究事業を実施している。今回の訪問では、エリサ・ニコルズ所長をはじめ基幹事業の担当者からプレゼンテーションをうけた。沖縄県側からは、JV の岡地が沖縄のオニヒトデ問題とオニヒトデ総合対策事業の概要についてプレゼンテーションを行った。



図4-3-2. グレートバリアリーフ事務所での会合の状況(岡地のプレゼンテーション)。

3-2-1. エリサ・ニコルズ所長のプレゼンテーション概要

- グレートバリアリーフは 1981 年に世界遺産指定をうけたサンゴ礁生態系で、総延長 2300 キロにおよぶ 3000 のサンゴ礁を含む世界遺産地域の総面積は約 35 万平方キロである。海域の生物多様性は世界で最も高く、例えば、サンゴ類は約 600 種類、魚類は 1625 種類、サメ類は 133 種類の生息が知られている。
- 近年、グレートバリアリーフは気候変動や沿岸開発、水質汚濁など人間活動にともなって増大する脅威に直面しており、とりわけ陸域の農業活動に由来する栄養塩・土砂流出は水質汚濁の最大の原因となっている。
- グレートバリアリーフ事務所は、クイーンズランド州政府環境遺産保護局におかれた省庁横断的な組織である。約 40 名の職員は、グレートバリアリーフ保全のために連邦および州政府が実施する、セクター間の協力体制構築、政策分析、水質対策の 3 つの分野にまたがる業務を行っている。
- 現在の政策としては、リーフ 2050 とその下位計画である水質保全計画、水質科学プログラム、農業改善プログラム（施肥低減基準、優良経営事例、普及啓発、調査研究、協力体制構築）、サンゴ礁レポートカードプログラム、関係者間コミュニケーションおよび合意形成プログラムなど多岐にわたる。
- リーフ 2050 は連邦政府と州政府が次の分野で協力体制を構築している：生態系保全、生物多様性保全、水質保全、文化遺産保全、地域振興、経済発展、ガバナンス。リーフ 2050 は特にグレートバリアリーフへ流れ込む陸水にフォーカスしており、農業・牧畜がサンゴ礁の脅威としないことを目的としている（サンゴ礁に悪いから規制するというわけではない）。
- 州政府は 2015 年に専門委員会を組織して方針を検討した。その結果、2025 年までに重要流域において窒素の流出量を最大 80%、土砂流出を最大 50%、それぞれ削減することを目標とする「クイーンズランドサンゴ礁水質プログラム」が策定された。
- 予算として 2015/2016 年から 2019/2020 年の 5 年間に 1 億豪ドル（邦貨約 90 億円）を確保した。初年度は 1000 万豪ドルを漁業ライセンスの買い戻しにあてた（生態系保全のため採捕禁止海域を拡大）。水質関連プロジェクトが本格化した 2016/2017 年は 7900 万豪ドルの支出が見込まれている。公的資金以外にも民間資金や寄付を募っている。
- 水質プログラムの代表例として、グリーンングオーストラリア（全国規模で景観保全をすすめる半官半民の NPO）がすすめる涸れ川からの土砂流出を削減する事業がある。この事業に州政府は 200 万豪ドルのマッチング資金を拠出して実行力を強めている。
- 協力体制構築の代表例としては、農薬・窒素・土砂流出量の削減を目標とする熱帯雨林・バーデキン川両地域におけるプロジェクトがあげられる。これらのプロジェクトでは、農家と牧畜業者だけでなく、流域内の地域住民も参加して普及啓発活動や優良事業指定をめざす地域主体の計画づくりが行われている。

3-2-2. ニッサ・ヘンリー氏のプレゼンテーション概要

- グレートバリアリーフは熱帯から亜熱帯に属し、雨期に多量の陸水が流れ込み、それが一因となってオニヒトデの大量発生が 15 年周期で起きている。規模は異なるが沖縄も同様の問題をかかえていると思う。ただし、大きく異なる点は、クイーンズランド州陸域の土地利用で最も多いのが牧草地（約 74%）で、そこから流出する肥料や土砂によってサンゴ礁生態系が衰退している。
- 代表的な例が水質悪化によるオニヒトデの大量発生で、最近の研究では過去 27 年でサンゴ被度がほぼ半減した最も大きな理由とされている。そうした水質悪化による影響を低減し、サンゴ礁生態系を過去の状態に戻すため、リーフ 2050 では、2020 年までに人間活動由来の溶存態無機窒素を 50%、流出土砂量を 20%、農薬を 60%、それぞれ削減するという目標を掲げた。
- リーフ 2050 において、クイーンズランド州政府（GBR オフィス）は主に次の 3 つの業務に取り組んでいる：1) 優先的知見への投資（調査研究・リスクアセスメント・ミチゲーション）、2) モチベーション向上（優秀活動プログラム・奨励制度・啓発活動）、3) 評価（各種営農地・流域・海域のモニタリングおよびモデリング）。特に 1) の調査研究については、科学者を含む多様な関係者の間で優先事項を決めて、調査研究の結果やその効果についてレポートカードという一般にもわかりやすい形で公表し、さらにモデリングにより達成度の評価や将来予測も行うという施策をとっている。
- 公表手段であるレポートカードは、“Paddock to reef（牧場からサンゴ礁へ）” と呼ばれるプログラムによりデータが収集・整理されている。これは各流域において、実際に存在する牧場と、それらが接続している河川・河口域と沿岸域のモニタリングデータを統合し、簡易的な指標で改善効果を評価することが目的である。科学者グループだけでなく、牧場主や河川管理者など幅広い関係者を巻き込んでおり、啓発にも効果的である。
- レポートカードの一例をあげると、大きく分けて「農業」「流域」「沿岸」という 3 つの項目があり、農業ではサトウキビ、牧畜、果樹、穀物、流域については溶存無機窒素、土砂、農薬、沿岸では海草藻場、水質、サンゴと分けられた下位項目について、改善したかどうかを示す矢印（上向きが改善、下向きが悪化）とともに、その内容が A から E（A が最良、E が最低）で 5 段階評価される。また、レポートカードには「沿岸域の水質はまだ改善していないがサンゴは回復している」といった短いメッセージも付けられている。むろん、詳細なデータとその解析・比較結果とモデリング結果を記載した報告書と、その概要版であるファクトシートも作成され、関係者と一般に配布・配信されている。

3-2-3. クリス・ジョンソン氏のプレゼンテーション概要

- リーフ 2050 で実施している啓発プログラムは、農業セクターの現場作業者の意識改善による効果的な水質保全対策の普及を目的としている。具体的な対象者としては、サトウキビ農場主と従業員、精糖関連業者、政府職員（第一次産業省、林野局、環境省など）、NGO 職員（環境保全団体など）である。
- 一般的な環境啓発プログラムと同様に様々なプレゼンテーション方法、教材、タイミングを利用している。担当者と現場作業者が1対1で会話することもあれば、地域関係者をまとめてワークショップ形式とすることもある。会場も農場のこともあれば、近郊のホテルで開催される見本市の機会を利用することもある。
- 内容も様々だが、大きく分けるとモニタリングデータ解説に代表される調査研究の解説、認証制度に関するガイダンス、そして、各種補助金・助成金に関するガイダンスである。サンゴ礁への影響についても話はするが、それよりも農業経営についての話が多い。
- 農業経営のなかで特に重点を置いているのは肥料、農薬、土壌管理についてである。肥料では施肥方法、量、時期、そして緩効性肥料の費用と収量の関係（肥料コストはかかるが適切に使えば収量の増加が見込める）、農薬では帯状散布（除草剤は雑草が生えやすい畝部分にのみ、殺虫剤は作物部分のみ）による使用量削減、土壌管理では休耕地対策（土砂流出防止）、マメ類の栽培、耕作方法などを、増収・増益の観点から解説する。
- 2012年から2014年までの2年間で、900以上の農家が啓発活動に参加した。耕作地面積で言えばおよそ96,000ヘクタールである。これら参加農家のうち約41%が施肥や農薬散布を変更した。また、継続アンケートをとっている227の農家のうち、219が技術的・知識的向上がみられたと報告してきた。
- 普及啓発活動の成否は、対象となっている農家が他の農家に自らの経験を話すことや、そうした農家のなかから地域で信頼できるアドバイザーができること、一貫したメッセージを送ること、長い時間をかけてコミットすることにかかっていると見える。そして、コストと時間はかかるが1対1の対話が最も効果的である。

3-2-4. ピーター・ブラムウェル氏のプレゼンテーション概要

- 普及啓発活動のベンチマークとして、水質向上・環境保全に貢献する農家を対象に、2013 年から” Best Management Practice（以下 BMP、改善賞 - 対応する訳語がないため造語とした）” という認証制度をもうけた。
- 制度の運営は” Canegrowers” という生産者組合が受け持っているが、運営に必要な資金はクイーンズランド州政府が拠出している。リーフ 2050 において改善対象とされているクイーンズランド州内の流域で、複数年にわたって肥料や殺虫剤の使用料を業界が定めた平均以下に削減し、あるいは耕作方法を工夫して土砂流出量を削減した農家を選定して専用ウェブサイトや各種メディアで認証する（場合によっては数千ドルの奨励金が交付される）。
- BMP への参加は、専用ウェブサイト ID を取得するか、または地域ファシリテーターを通じて事務局へ申し出る。そのうえで、科学者、州政府と運営団体とで取り決めた、土壌管理、散水・排水管理、除草・病気管理など 7 項目の水質に関わる日常管理の方法を自己申告する。ファシリテーターが必要と判断すれば、現在の日常管理を長期間継続するための計画書（アクションプラン）を作成する。
- 申告内容は地域ファシリテーターかまたは彼/彼女が指定する第三者が審査し、3 項目以上で平均以上の活動だと判断され、それを運営団体の監査役が承認すると正式な認証がうけられる。サトウキビの認証制度としては世界的に有名な Bonsucro 認証より個々の農家の活動に重点がおかれている。
- BMP を通じて集められたデータは、リーフ 2050 の科学諮問委員会で次の 3 つの観点から評価をうける：1) 水質向上への貢献度、2) サトウキビ ABCD と呼ばれる将来の認証枠組みとの一貫性、3) 前述の Paddock to Reef の報告との対比。
- 2016 年 11 月までに、1,450 の農業団体や個人農家が BMP に参加し、うち 157 の団体・個人が認証をうけた。面積比にすると、クイーンズランド州のサトウキビ畑の約 64%（256,000ha）が BMP に参加し、約 11%（43,000ha）が認証をうけたことになる。また、BMP は導入 3 年でサトウキビ業界に完全に認知されている。
- 今後も BMP を拡大するためには、認証を受けた団体・個人による啓発活動が必要であろう。業界団体が積極的にすすめる活動となり、いずれは政府の支援が少なくなっても継続できるようになることを目指している。

3-2-5. ジャン・エルバッカー氏のプレゼンテーション概要

- リーフ 2050 の下位計画であるクイーンズランド州のリーフウォータープロテクションプランのなかで実施している水質調査研究は、2050 で実施されている他の多くのプログラム（例えば前述の BMP や Paddock to Reef など）とリンクして、水質保全に貢献するサトウキビ生産や日常管理に役立てる科学的知見やデータを集めることが目的である。
- むろん、究極的にはサンゴ礁の水質改善をめざしているのであるが、流出する栄養塩を減少させるために施肥の方法やコストを検討するなど、直接的にはサトウキビ生産の利益向上につながる内容が多い。科学的知見を農場へ適用するときは前述の啓発プログラムや BMP を利用して生産者からのフィードバックを得て、また新たなサポートへむすびつけるという順応的な方法をとっている。
- 2009 年から 2013 年までの第 1 フェーズでは、どの地域を対象にどのような知見・データを集めるべきかを専門家間で協議し、2010 年から 2014 年まで総額 890 万ドルの予算を投じ 40 件以上の調査研究と普及啓発活動を実施した。優先的項目はつぎの 3 点である：サトウキビ生産の（水質と海洋環境にあたる）リスクとそれを改善したときのインパクト；生産管理における改善の優先度；新たな科学的知見と過去の経験の融合。大きな成果としては、クイーンズランド州各流域の土地利用と沿岸の栄養塩量の推移や、サトウキビ生産の実態と栄養塩・土砂流出リスクがモデル化できたことである。
- 2014 年から 2019 年までの第 2 フェーズは生産者サポートを拡大するとともに、生産現場でより強く求められる知見とデータを収集する調査研究に取り組んでいる。予算総額は 5 年で約 1,200 万ドルである。以下に示すテーマは特に注力している内容である。
- 効率的な肥料の利用：肥料コストを下げつつ収量を上げるために、肥料の種類、施肥と灌漑の時期や方法、リアルタイム水質モニタリング、土壌残留窒素の処理など。
- 殺虫剤と除草剤の管理：畦や畝への散布方法、時期、量について、除草剤の節約を目的として殺虫剤の種類や散布時期を工夫して雑草食の昆虫を活用する、グリーンゾーン（流出薬剤を吸収させる緩衝帯）の効果など。
- 流出土砂管理：牛の飼育頭数調整による牧草地の裸地削減、乾期/雨期の牧草地管理方法の変更、排水路となる涸れ川（gully）の侵食防止、土砂流出マップに基づく優先地域選定など。
- バナナ農園管理：経営分析に基づく意志決定ツール作成、苗植え付け時の密度管理による栄養塩・土砂流出量の削減など。
- 地域における問題解決策：普及啓発の重点項目、生産現場での指導、生産者サポートの順応的管理など。

3-2-6. ワイリー・ロス博士のプレゼンテーション概要

- オーストラリアには 1500 種以上のアリが生息しており、侵略的外来種として世界的に被害が報告されている 5 種、アルゼンチンアリ (Argentine ant)、ツヤオオツアリ (Big headed ant)、アシナガギアリ (Crazy ant)、コカミアリ (Little fire ant) とヒアリ (Red imported fire ant) も含まれる。
- ヒアリは南アメリカ (ブラジル、パラグアイ、ボリビア) のパンタナル地域原産である。アメリカでは 1930 年代にアラバマ州で初めて発見され、現在 17 州に分布が拡大している。最近 6 年間だけでも分布域が 4,400 万 ha にひろがった。アメリカ以外では、中米・カリブ海諸国 (1982 年)、オーストラリア (2001 年)、台湾 (2003 年)、中国とメキシコ (2004 年) で生息が確認されるようになった。
- ヒアリはその攻撃力ゆえ他種との競合にも強いだけでなく、羽化して飛翔により、あるいはコロニーの分離や (50 万匹程度の巣が 24 時間で数十メートル離れたところに行ける)、例えば洪水が起きた場合には集団で筏を形成して生き延びるなど、容易に生息場所を移動・拡大できる性質をもっている。そのため、森林や農地はむろん、市街地の様々な場所にも営巣して多くの産業に被害をおよぼし、時には人命も奪う。最近の研究では、オーストラリア国内のヒアリによる被害額は最大で 450 億ドルとの試算もなされた。
- オーストラリアでは、2001 年にヒアリが発見されてすぐ、クイーンズランド州南東部で確認された 4 つの個体群を対象とする根絶プログラムが実施された。これまでのところ州南東部の約 40 万 ha の範囲から外への拡大を止めることに成功している。特に、ブリスベン港の 8,300ha におよぶ根絶は世界最大の事例である。もし根絶プログラムがなければ、ヒアリはブリスベンとシドニーを含め約 6,900 万 ha の範囲に広がっていたと思われる。
- 根絶プログラムは複数の異なる下位プロジェクトから成る複合的な施策である：毒餌・巣への薬剤注射による直接駆除；監視犬・監視員・リモートセンシングによるモニタリング；法整備による移動制限 (生息範囲内の土壌・植物等)；地域参加；集団遺伝・移動ルートモデリング・GIS 構築；助成金など産業セクターの参加促進。
- 根絶対象となった地域では、毒餌や薬剤注射による直接駆除と、監視犬と監視員またはヘリコプター (赤外線カメラを搭載してヒアリの巣を熱感知する) による監視活動を組み合わせている。直接駆除の頻度は 3 ヶ月おきに少なくとも 6 回必要だと考えている。なお、ヘリコプターによる熱感知は土壌温度の低い時期が適しており、70% 程度の確率でヒアリの巣と他のアリの巣とを区別できる。衛星画像を利用した監視も試している。
- 根絶プログラムの啓発活動により、ブリスベン周辺では住民の約 90% がヒアリの危険性を認識しており、新しい巣が発見された事例の約 70% は一般からの通報によるものであった。ほかにも、多数の写真や、ヒアリを含む 51 属のアリ標本が一般から寄せられた。
- 集団遺伝学的調査により世界各地のヒアリがどこから来たかも調べている。これまでの結果から、ヒアリは原産地の中米からまずアメリカに渡り、そこから台湾、中国、オーストラリアへ拡散したことがわかっている。
- オーストラリア国内では、ブリスベン個体群とリッチランド個体群とを追跡して、5 年間で前者の分布域が縮小する過程が確認できた。また、ブリスベン周辺に侵入したヒアリだけでなく、シドニーやメルボルン、アデレード、パースなど大都市の港湾検疫で発見されたヒアリの遺伝子も検査して、それぞれがどこから来たかも調べて対策につなげている。

- 根絶プログラムには毎年 3,800 万ドルという多大なコストがかかったが、かりに根絶しなかった場合の被害額は毎年 160 億ドルにもものぼると試算されている。ヒアリの根絶は技術的に可能であることがオーストラリアの事例で証明され、その対費用効果も十分に期待できる。

3-3. オーストラリア海洋科学研究所 (AIMS)

2014年3月の覚書締結以降、沖縄県側は毎年AIMSを訪問して相互の進捗状況に関する情報交換、技術提供と人材交流を行ってきた。同年11月には訪問の機会を利用して沖縄県JVがAIMSに協力してオニヒトデ幼生の飼育実験を行ったほか、12月には沖縄県の調査研究を受託していた安田助教（宮崎大学）が訪問研究員としてAIMSの野外調査（幼生サンプリング）に参加した。これらの共同研究の成果は2015年と2016年にそれぞれ査読付き論文として発表されている。2016年6月にハワイ・ホノルル市で開催された国際サンゴ礁学会では、AIMS・沖縄県JV・ジェームズクック大学の三者でのオニヒトデ研究に関するセッションの共同座長をつとめた。7月にはAIMSのオニヒトデ研究リーダーであるスベン・ウチッケ博士がJSPS（日本学術振興会）の外国人招聘研究員として来日し、ホストである安田助教とオニヒトデの集団遺伝学研究に取り組んだほか、本事業の餌料制限研究（創価大学）にも助言をあたえ、ディスカッションの機会を持つこともできた。沖縄県とAIMS、双方の調査研究は単独でも国際的に高い評価を受けているが、覚書により両者が協力したことで、この3年間でオニヒトデ大量発生要因への理解がより深まったと言える。

面会の冒頭、AIMSでオニヒトデ研究を含む沿岸研究プログラムのリーダーであるブリタ・シャッフエルケ博士からは、上述したこれまでの協力と成果に対しAIMSを代表して沖縄県側に謝意を述べられた。沖縄県側からはこれに返礼をし、現在実施しているオニヒトデ総合対策事業が2018年（平成30年）で終了する旨を伝えると、シャッフエルケ博士、ウチッケ博士の両人から、現在の覚書を何らかのかたちで延長したいとの要望が寄せられた。AIMSはおそらく今後もオニヒトデ研究を継続してゆくので、かりに沖縄県事業が終了したとしても、オニヒトデの駆除や管理が含まれる総合的なサンゴ礁の保全にむけた情報共有・技術協力という観点で現在の覚書を更新してはどうかという提案であった。この要望に対し、沖縄県側は前向きに検討すると回答した。

今回の訪問は午後の2時間半だけで、AIMS側はウチッケ博士から、沖縄県側はJV（岡地）からそれぞれ30分程度、進捗に関するプレゼンテーションを行った。ウチッケ博士のプレゼンテーション概要は次ページ以降に記したとおりであるが、2015年から2016年にかけては、幼生の主食である植物プランクトンの栄養分と、野外の幼生動態を知るためのDNA検出技術において大きな進捗があった。沖縄県側のプレゼンテーションでは、オニヒトデ幼生が植物プランクトン以外の有機物粒子を捕食・同化することをデータで示した創価大学の研究にウチッケ博士は強い興味を持たれていた。幼生の餌料研究において、AIMSは植物プランクトンを、沖縄県は有機物粒子をそれぞれ対象としているが、どちらも自然海水に含まれる餌資源として重要であり、野外における幼生生残を決定する要因として今後もたがいに協力することがのぞましい。

3-3-1. スペン・ウチッケ博士のプレゼンテーション概要

- AIMS のモニタリングチームによるグレートバリアリーフ全域のマanta法調査の結果、2014/2015 年からケアンズ北方の北緯 15 度付近で大量発生が起きている。これは 1960 年代の最初の大量発生から数えて 4 回目で、この海域で 14~16 年周期で大量発生が始まるという過去のパターンが繰り返された。おそらく大量発生は今後十数年で南北へ伝播してゆくであろう。
- かつて有力視されていたオニヒトデ大量発生仮説の主役だったホラガイを使って新しい駆除技術の開発をめざしている。オニヒトデはホラガイが接近するとその化学物質を感知して逃げ出すので、このホラガイ由来の物質を特定して野外で散布し、隠れているオニヒトデを追い出して (push) 効率的に駆除する方法である。もう 1 つは誘引物質で隠れているオニヒトデをおびき寄せる (pull) 方法で、2 年前からオニヒトデのゲノム情報に基づいて物質を探索しているところである。
- 現在の有力な大量発生仮説は幼生飢餓説である (Larval starvation hypothesis、本事業では「幼生生き残り説」としている)。人為的な水質汚濁によって増殖した植物プランクトンを餌として多くのオニヒトデ幼生が生き残って大量発生を引き起こすという説で、すでに植物プランクトン量と生残率の関係が明らかになっている。この発展研究として、ウチッケ博士はどのグループの植物プランクトンが重要か、いくつかの代表的なプランクトンの成分を調べて、いくつかの種を混合して幼生を飼育し、不飽和脂肪酸量が幼生の成長に大きく影響することをつきとめた。また、同じ餌密度でも高水温下では生残率が最大 2.4 倍に増加することもわかっている。
- もう 1 つの研究分野はオニヒトデの遺伝子マーカーの開発である。2013 年に着手し、親ヒトデの組織から複数のマーカーを取り出して PCR で増幅し、種としてオニヒトデを特定可能なものを絞り込んでいった。このマーカーを使って 2014 年 12 月にグレートバリアリーフ北部の約 600 キロにおよぶ範囲で採取したヒトデ幼生のなかから多数のオニヒトデ幼生を発見した (西表の例と同程度で最大 50~60 個体/m³)。
- オニヒトデ用のマーカーを利用して、環境 DNA の解析によるオニヒトデ幼生の分布密度測定技術の確立にむけた研究も行っている。これまでのところ、日単位で幼生の在/不在は検出でき、幼生のステージ別に COI 領域のコピー数もおおよそわかっている。また、成体の密度既知の実験水槽と複数のサンゴ礁とで DNA 量に差がつくことも確認できている。将来的には、産卵の検知や幼生分布の時間的・空間的な把握と、水質との関連付けによる大量発生仮説の検証につなげたい。

4. 付録（プレゼンテーション資料）

4-1. エバ・プラガニイ博士の資料

1

Modelling to manage Crown-of-Thorns Seastar outbreaks in the Great Barrier Reef (Australia)

Éva Pálagányi, Russ Babcock, Scott Conrath, Bee Morello, Jacob Rogers
 Dave Westcott & NESP project members
 CSIRO Oceans and Atmosphere

2

Outline

- Qualitative modelling of alternative hypotheses
- Quantitative MICE model of dynamics
- Thresholds for informing management
- Allee effects investigation
- CoConet - Coral and COTS Network Model - next talk
- NESP project: Integrated Pest Management Approach

3

Crown of Thorns Starfish (COTS) *Acanthaster planci*
COTS Outbreaks - HYPOTHESES

TERRESTRIAL RUNOFF HYPOTHESIS
 (Fabricius & De'ath, 2004; Brodie et al., 2005; Fabricius et al., 2010)

PREDATOR REMOVAL HYPOTHESIS

4

Qualitative Modelling

	Coral	COTS
Coral	+	-
COTS	+	+

Babcock et al. In review

Dunbarber, J. M., Graydon, D. J., Rochet, M.-J., Rossignol, P. A., and Trankov, V. M. (2009). Qualitative modelling and analyses of exploited ecosystems. *Fish and Fisheries* 10, 305-322. doi:10.1111/j.1467-2979.2008.00233.x

5

Summary: understanding COTS outbreaks

Simple models

- same outcomes whether Nutrients or Fishing are increased
- Nutrients has same effect on recruitment whether closed or open population, or interactions with coral
- Neither Nutrients or Fishing alone, or in combination can be disproved as possible explanations for COTS outbreaks

More complex models

- Nutrient effects on COTS only clear if COTS larvae alone benefit
- Fishing and Nutrients may have different effects on COTS and corals, depending on level of interaction among predators

Improving models will depend on proving which links do or do not exist, and better quantifying linkages where effects are ambiguous

6

MICE model of COTS and corals

Morello et al. 2014, MEPS

7

Key Points – MICE in a nutshell

- Ability to address tactical questions
- Intermediate complexity
- Focus on subset of ecosystem
- Tailor equations depending on data availability
- Address specific management question
- Fit to data
- Account for major uncertainties
- Linked physical and human dimensions
- Stakeholder consultation

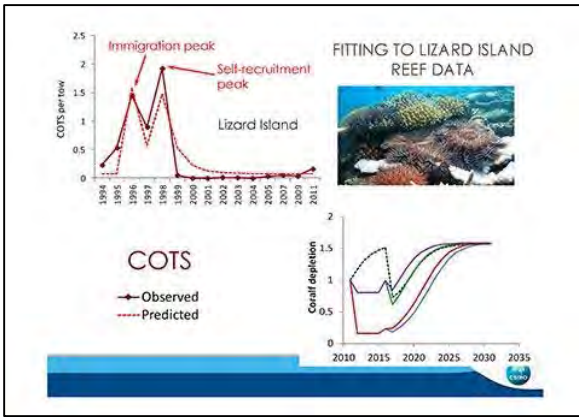
Models of Intermediate Complexity for Ecosystem assessments

8

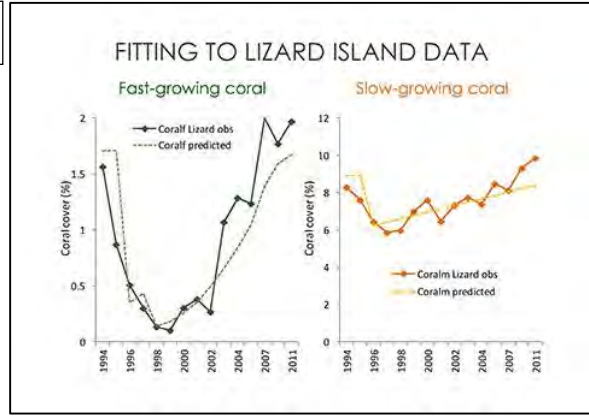
LIZARD ISLAND

図 4-4-1 (1). エバ・プラガニイ博士のプレゼンテーションスライド。

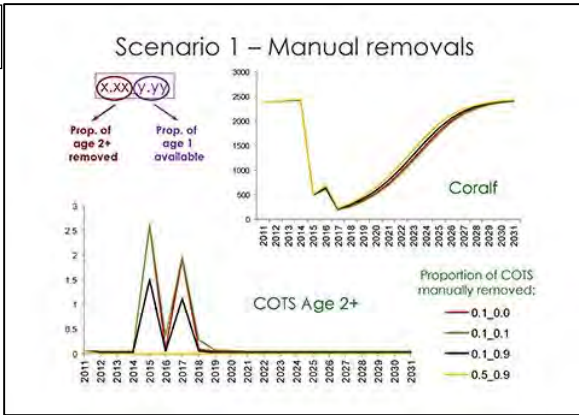
9



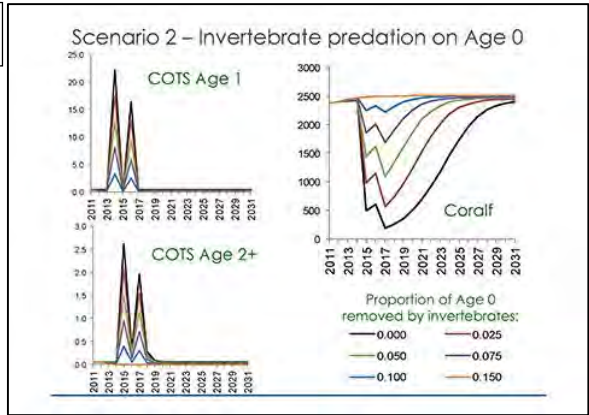
10



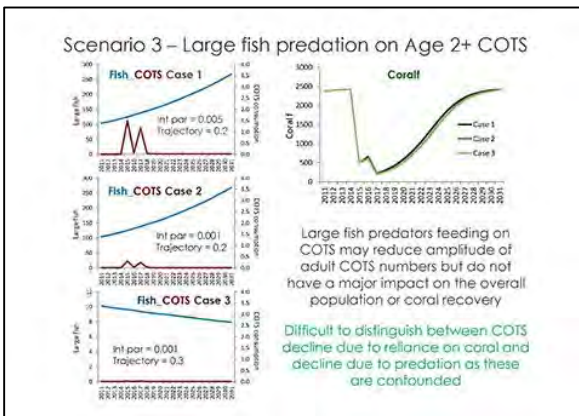
11



12



13



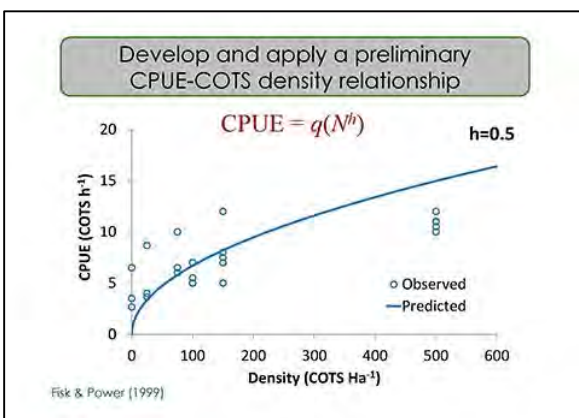
14

IN A NUTSHELL...

1. Improve conceptual understanding of linkages among components in the ecosystem
2. Improve quantification of parameters used in determining culling thresholds
3. Reduce model uncertainty through better quantification of key processes
4. Highlighted need for more integrated long-term data collection and monitoring strategies
5. Spatial extensions of models
6. Testing alternative hypotheses

Models of Intermediate Complexity for Ecosystem assessments

14



15

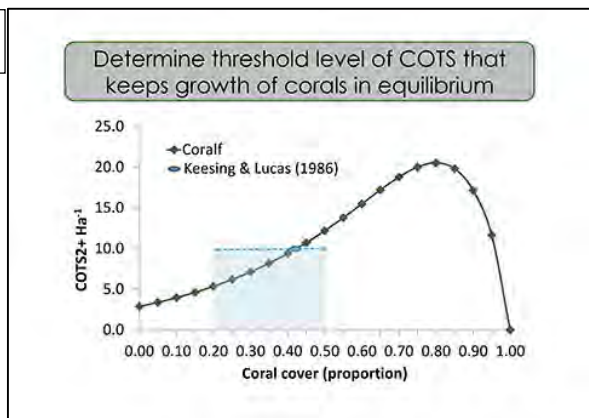


図 4-4-1 (2). エバ・プラガニイ博士のプレゼンテーションスライド。

16

COTS Outbreaks - HYPOTHESES



17

Aggregation, Allee effects and critical thresholds for the management of the crown of thorns starfish, *Acanthaster planci* Rogers, Plaganyi & Babcock – in review - MEPS

- Investigated how density and aggregation influence *Acanthaster* reproductive success
- Greater aggregation of individuals relieved Allee fertilisation dynamics allowing populations to produce many more zygotes
- Comparison of *in situ* natural spawning aggregation with model results, indicates there may exist a cost-benefit equilibrium between aggregation and reproductive success
- Mechanisms limiting aggregation, eg decreased predators = increased aggregation = greater fertilisation and zygote production
- Propose an Allee threshold of 3 starfish.ha⁻¹ below - reproductive capacity is greatly reduced regardless of aggregation level
- Management implications

18

A Strategy to Link Research and Management of Crown-of-Thorns Starfish on the Great Barrier Reef An Integrated Pest Management Approach

- David A. Westcott, Cameron S. Fletcher, Russ Babcock, Eva Plaganyi and the CoTS Working Group

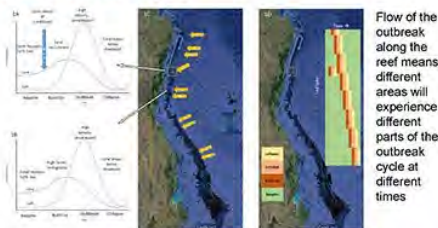
19

Four clear areas of research need identified

1. Optimising control at the site and local area scale – These represent the basic units of management. If sites and local areas cannot be effectively controlled then efforts at other scales and in other contexts cannot be successful.
2. Optimising the implementation of control at the regional and GBR scale – This represents the ultimate goal. Any attempt to prevent or modify spread must identify the local areas for management on the basis of large scale population and environmental processes.
3. Addressing ultimate causes – While we must manage current outbreaks (as per 1 and 2) we need to act to identify and prevent future outbreaks.
4. Developing new control technologies – There are limits to the gains that can be obtained from current control technologies and new options must be explored.

20

CoTS outbreak cycles



1A the outbreak cycle at an initiation reef. 1B the outbreak cycle at a reef during a secondary outbreak. Different management contexts, and different management opportunities, will exist in different locations at different times

21

Thank you

Acknowledgements:

Department of the Environment
Queensland Government
Great Barrier Reef Marine Park Authority
Association of Marine Park Tourism Operators
Integrated Eye on the Reef Program
CSIRO Oceans and Atmosphere
Hugh Sweatman (AIMS)
NESP Project

CSIRO OCEANS AND ATMOSPHERE
www.csiro.au

図 4-4-1 (3). エバ・プラガニイ博士のプレゼンテーションスライド。

4-2. シャロン・ティッケル氏の資料

1 eReefs
<http://www.ereefs.info>

Collaborating Agencies:

GREAT BARRIER REEF
Foundation

Australian Government
Bureau of Meteorology

CSIRO

Australian Government
Attache General
of Marine Science

Queensland
Government

Funding Bodies:

CARING FOR OUR COUNTRY
Queensland Government

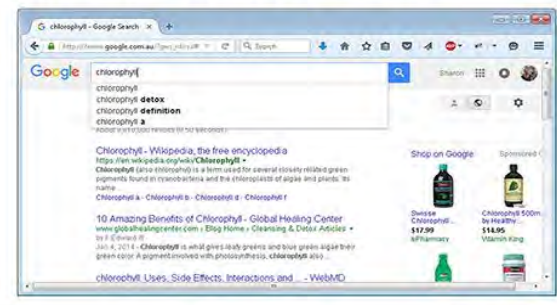
SCIENCE AND INDUSTRY ENDOWMENT FUND

bhpbilliton
reimagining the future

BMA
BHP Billiton Mitsubishi Alliance

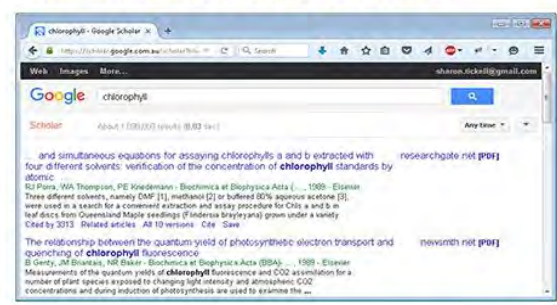
2 | eReefs for Okinawa | Sharon Ticker

2 The Data Discovery Problem



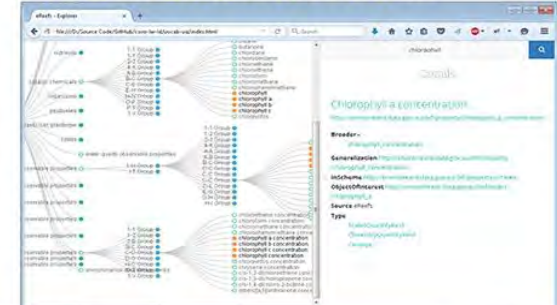
2 | eReefs for Okinawa | Sharon Ticker

3 The Data Discovery Problem



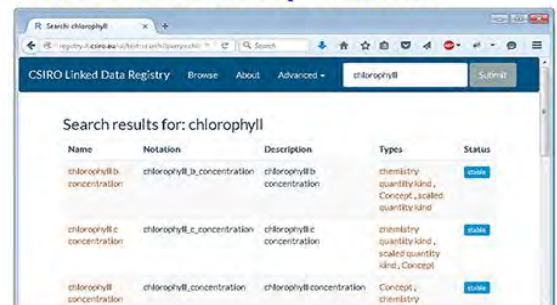
2 | eReefs for Okinawa | Sharon Ticker

4 The Data Discovery Problem



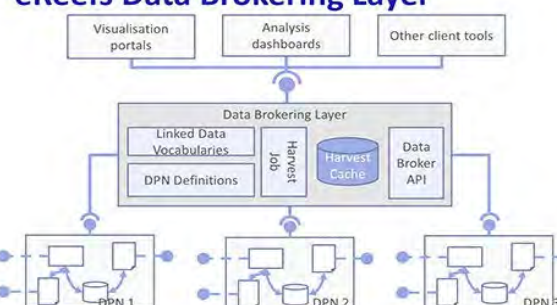
2 | eReefs for Okinawa | Sharon Ticker

5 The Data Discovery Problem



2 | eReefs for Okinawa | Sharon Ticker

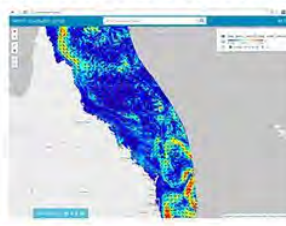
6 eReefs Data Brokering Layer



3 | eReefs for Okinawa | Sharon Ticker

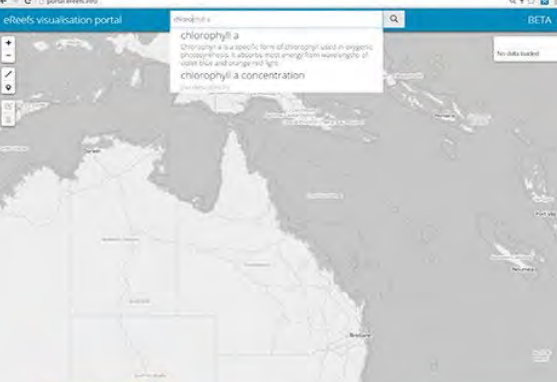
7 eReefs Visualisation
<http://portal.ereefs.info>

- Not yet public! Due for release in the next month or so
- Uses vocabulary-based searches for data discovery



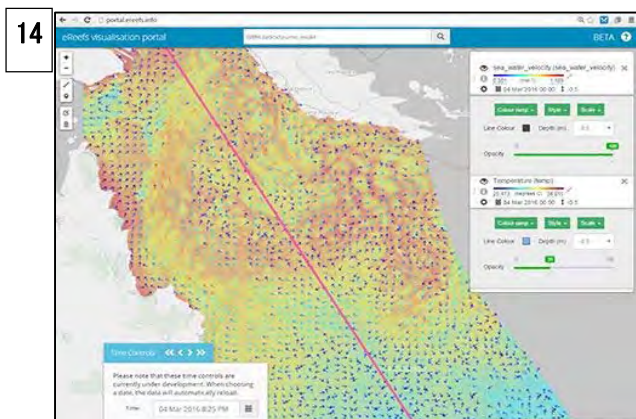
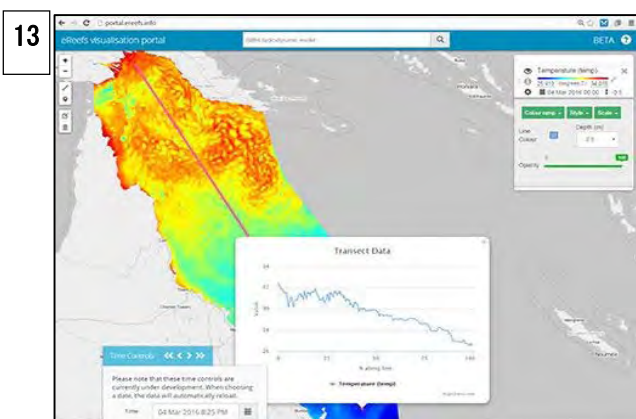
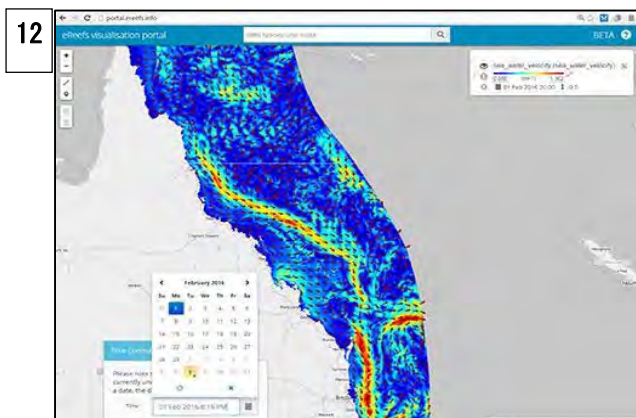
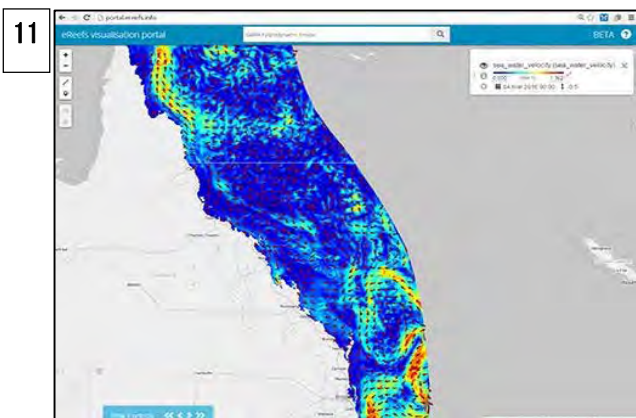
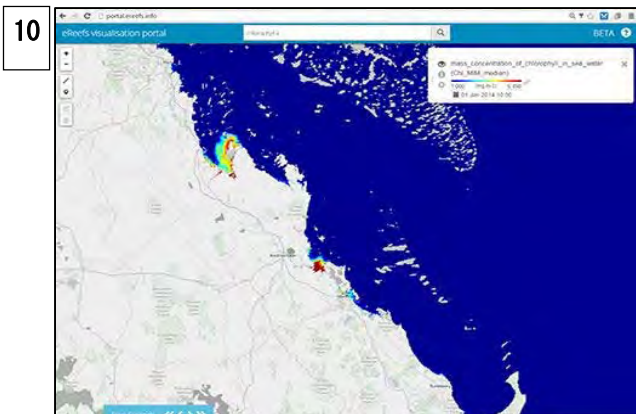
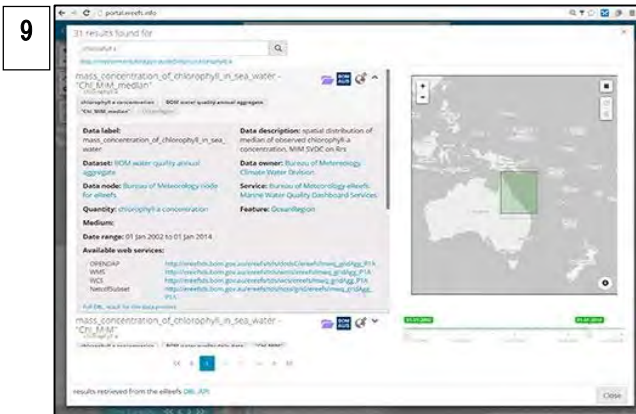
4 | eReefs for Okinawa | Sharon Ticker

8 eReefs visualisation portal



4 | eReefs for Okinawa | Sharon Ticker

図 4-4-2 (1) . シャロン・ティッケル氏のプレゼンテーションスライド.



15

Thankyou

Presenter:
Sharon Tickell
Senior Software Engineer
CSIRO Oceans and Atmosphere
T +61 7 3214 2806
e Sharon.Tickell@csiro.au

eReefs Project:
e team@eReefs.info
w http://ereefs.info


www.csiro.au

5 | eReefs for Okeanos | Sharon Tickell

図 4-4-2 (2). シャロン・ティッケル氏のプレゼンテーションスライド。

4-3. ジョン・キーシング博士の資料

1

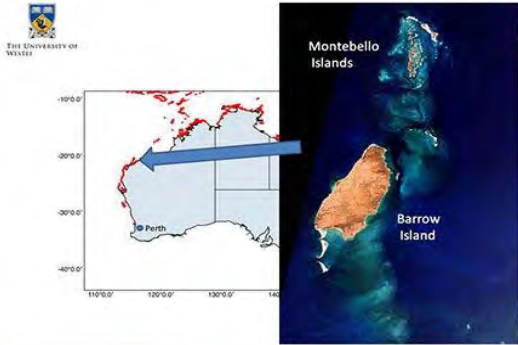


Crown of thorns starfish (COTS)/coral community dynamics

M. Haywood, J. Keesing, R. Babcock, D. Thomson, R. Pillans & G. Shedrawl

This project is funded by the Gorgon Barrow Island Net Conservation Benefits Fund, which is administered by the WA Department of Parks and Wildlife.

2

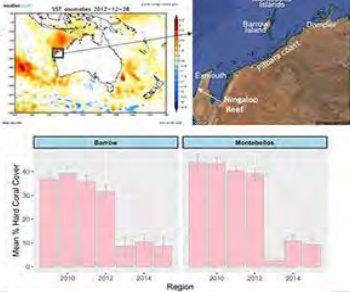


Montebello Islands
Barrow Island

3

Coral bleaching throughout WA


- Elevated SST during the summers of 2010-11, 2011-12 & 2012-13
- Extensive coral bleaching throughout the Pilbara (Ridgway et al. 2016)



4

High densities of COTS


- First recorded in WA in 1970's
- High densities of COTS observed at SE Montebellos - May 2014
- None seen by Ridgway et al. (2016)
- 10-day manta-tow survey - Oct 2014
- 2 min tows & 50 m transects when > 3 COTS per tow



5

Crown of thorns starfish (COTS)

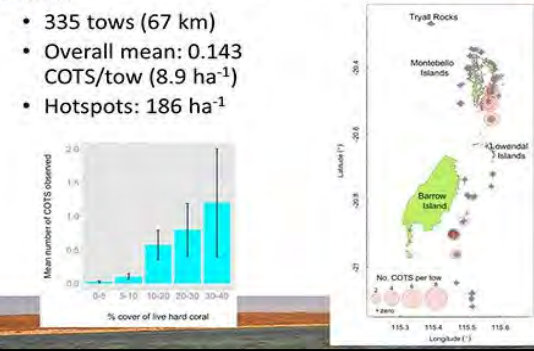
- Periodic outbreaks
- 15 ha⁻¹ (Moran and De'ath 1992)
- 50% coral loss over 27 y - half due to COTS
- What causes outbreaks?
 - Larval survival
 - Post-settlement survival



6

COTS survey

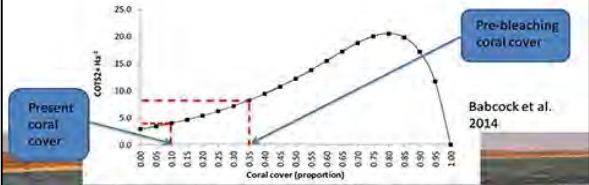
- 335 tows (67 km)
- Overall mean: 0.143 COTS/tow (8.9 ha⁻¹)
- Hotspots: 186 ha⁻¹



7

Will corals be able to recover from the bleaching?

- Outbreak threshold: density of COTS at which the coral growth rate equals the COTS consumption rate
 - 20% coral cover at 10-15 COTS ha⁻¹ (Keesing & Lucas 1992)
- Bleaching has reduced Barrow/Montes coral from 30-40% to <10% & now COTS focusing on remaining coral



8

Causes?

- Fishing pressure low to moderate
- Low rainfall + little agriculture = low phytoplankton?

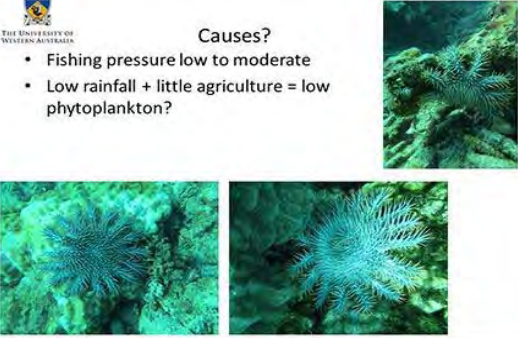
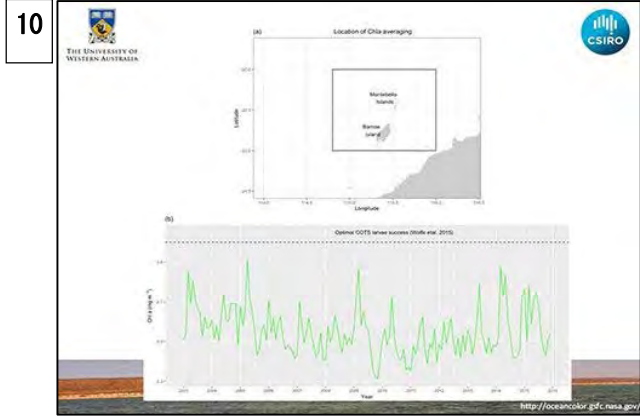
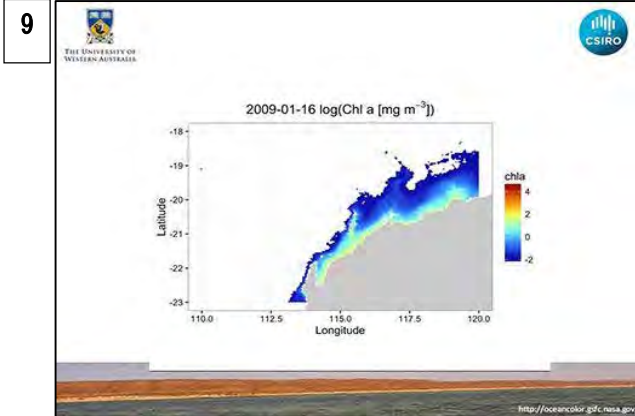


図 4-4-3 (1). ジョン・キーシング博士のプレゼンテーションスライド.



- 11
- ### Causes?
- Fishing pressure low to moderate
 - Low rainfall + little agriculture = low phytoplankton
 - Aggregation?

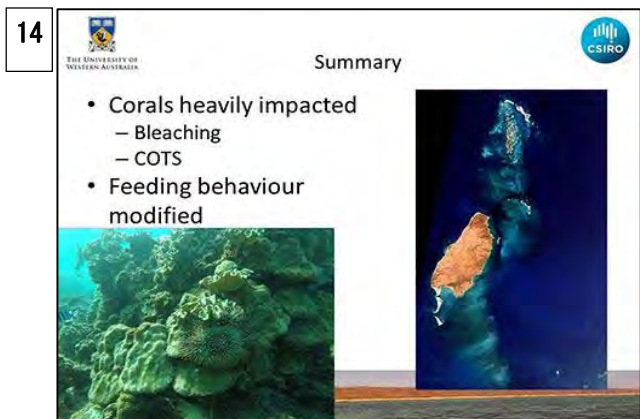
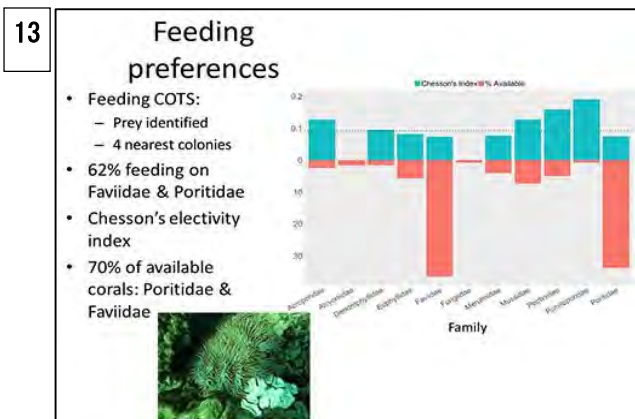
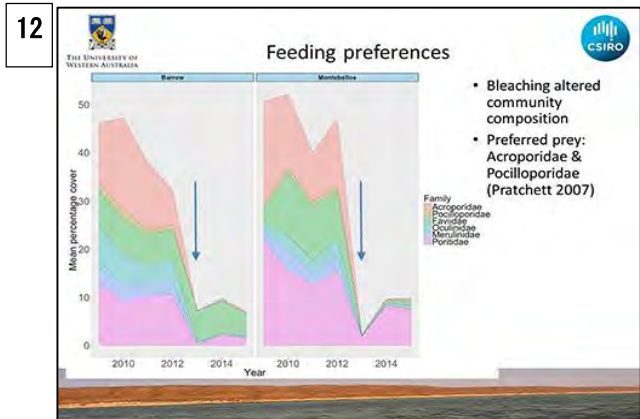


図 4-4-3 (2). ジョン・キース博士のプレゼンテーションスライド.

4-4. エリサ・ニコルズ所長の資料

1

Protecting a world icon

Office of the Great Barrier Reef

2

“So exceptional as to transcend national boundaries and to be of common importance for present and future generations of all humanity...”

UNESCO World Heritage Committee in 1981

3

Great Barrier Reef Marine Park

70 million football fields

3000 coral reefs

600 continental islands

1625 types of fish

133 varieties of sharks and rays

600 types of soft and hard corals

AREA: 344,400 km²

LENGTH: 2300 km long

4

Threats to the Great Barrier Reef

- Climate change is the biggest long-term threat.
- Improving water quality now will help build resilience.
- Land-based run-off from activities like agriculture remains the biggest water quality threat.

Threats

5

The Office of the Great Barrier Reef

Who are we?

- **Whole-of-government unit** located within the Queensland Government’s Department of Environment and Heritage Protection.
- **Around 40 passionate and committed people** working across three branches:
 - ❖ Reef partnerships
 - ❖ Policy analysis
 - ❖ Reef water quality programs.

6

What do we do?

In simple terms, we exist to protect a unique national icon of global significance, the Great Barrier Reef.

How do we do this?

We coordinate and implement the Queensland Government’s actions and commitments across the various national and state plans and programs aimed at protecting the Great Barrier Reef.

7

Office of the Great Barrier Reef

- Reef 2050 Long-Term Sustainability Plan
- Reef Water Quality Protection Plan
- Queensland Reef Water Quality Program
- Reef Water Quality Science Program (Jean)
- Improved agricultural minimum standards, best management practice, extension and education, research, industry partnerships (Peter, Chris)
- Annual Great Barrier Reef Report Card, including regional waterway health report card partnerships (Nyssa)
- Reef communications and stakeholder engagement (Billie)
- Reef policy analysis

8

Reef 2050 Long-Term Sustainability Plan


- **Overarching action plan** between the Australian and Queensland governments to ensure the long-term health of the Great Barrier Reef from now until 2050.
- **Delivered in partnership** with stakeholder groups and scientists across seven areas:

図 4-4-4 (1) . エリサ・ニコルズ所長のプレゼンテーションスライド。

9

Reef Water Quality Protection Plan

- An Australian and Queensland Government plan that focuses on the **quality of water** flowing to the Great Barrier Reef and is nested as part of the Reef 2050 Plan.
- It ensures that activities like farming and agriculture do not have a negative effect on reef water quality.



10

Queensland Reef Water Quality Program

- In May 2015, the Queensland Government sought advice from a group of experts (Great Barrier Reef Water Science Taskforce) on how the government could improve reef water quality and how it should invest \$90 million over five years.
- The Taskforce recommended actions on how the government could achieve its **water quality targets** – reduce nitrogen by up to 80% and sediment by up to 50% by 2025 in key reef catchments.
- **Queensland Reef Water Quality Program is the program of actions to implement the Taskforce recommendations.**



11

10 recommendations

1. Review the reef water quality targets
2. Better communicate how everyone can improve reef water quality
3. Increase agricultural landholder extension services
4. Use incentives to drive water quality improvements
5. Implement staged regulations for agricultural, urban and industrial activities to reduce water pollution
6. Funding for innovation
7. Expanded reef-wide water quality monitoring, modelling and reporting
8. Establish two major integrated projects in the Wet Tropics and Burdekin to trial the combination of different land management tools and approaches
9. Develop a Joint Queensland and Australian government strategic investment plan and leverage Queensland funding
10. Simplify and strengthen reef-wide water quality governance arrangements

12

Queensland Reef Water Quality Program

- Identifies and implements projects that **align with the Taskforce recommendations.**
- Takes a **multi-pronged approach to reduce water quality threats** to the Great Barrier Reef and **improve reef health and resilience.**
- **Complementary** to Reef 2050 Long-Term Sustainability Plan and the Reef Water Quality Protection Plan.
- Creates and implements **government policy.**

13

Funding

- Government committed **additional \$100 million over five years** to reef water quality outcomes in 2015
 - \$10 million to **licence buybacks in net-free fishing zones**
- Almost **\$22 million in 2016/17**
- **Total reef water quality investment in 2016/17 now almost \$57 million**
- Seeking to leverage Government investment with **private and philanthropic funding**

14

Greening Australia Gully Remediation Partnership

- A partnership between the Queensland Government and conservation organisation, Greening Australia to **trial new methods to stop sediment run-off from gully erosion** flowing to the reef.
- Queensland Government is **investing \$2 million** over four years to be matched by Greening Australia.



15

Two major integrated projects

- **Two major projects** in the Wet Tropics and Burdekin regions to trial a combination of different tools and methods in two hotspot areas to reduce **nutrient, sediment and pesticide run-off** into waterways flowing to the reef.
- Partnering with local graziers, cane farmers and the local community on the ground to design the projects – ground up approach for long term transformational change.

16

Other current projects:

- **Behaviour Change:** Project CaneChanger (CANEGROWERS)
- **Communication:** annual **Science Synthesis Workshop**
- **Landholder Extension:** scoping enhanced education and extension with landholders to encourage best management practice (DAF)
- **Great Barrier Reef Innovation Fund:** gully remediation (Greening Australia), cheaper water monitoring sensor challenge (Advance Queensland), treatment systems

図 4 - 4 - 4 (2) . エリサ・ニコルズ所長のプレゼンテーションスライド.

17

More information

Reef 2050 Long-Term Sustainability Plan:
www.environment.gov.au/marine/gbr/long-term-sustainability-plan

Reef Water Quality Protection Plan:
www.reefplan.qld.gov.au

Great Barrier Reef Water Science Taskforce Final Report and
Queensland Government response:
www.gbr.qld.gov.au/taskforce/final-report

Queensland Reef Water Quality Program: www.qld.gov.au/greatbarrierreef
Email: OfficeoftheGBR@ehp.qld.gov.au

18



図 4 - 4 - 4 (3) . エリサ・ニコルズ所長のプレゼンテーションスライド.

4-5. ニッサ・ヘンリー氏の資料

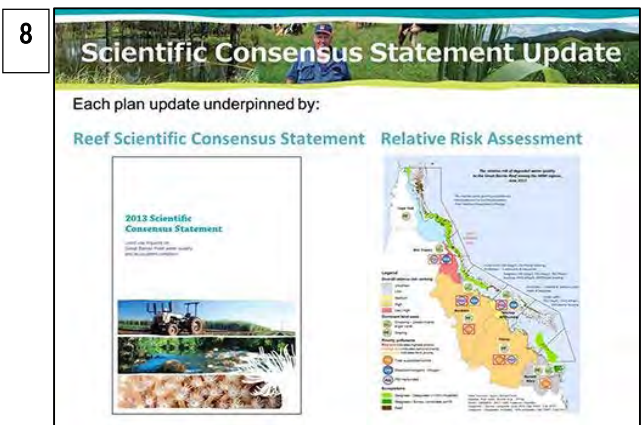
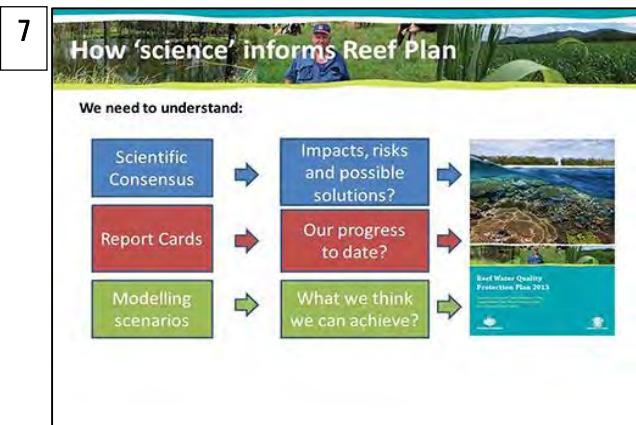
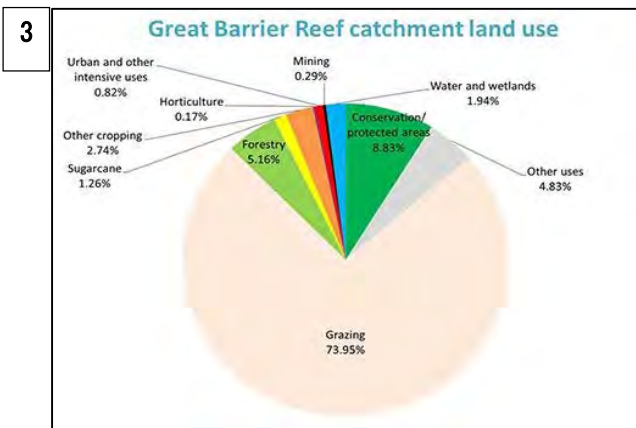
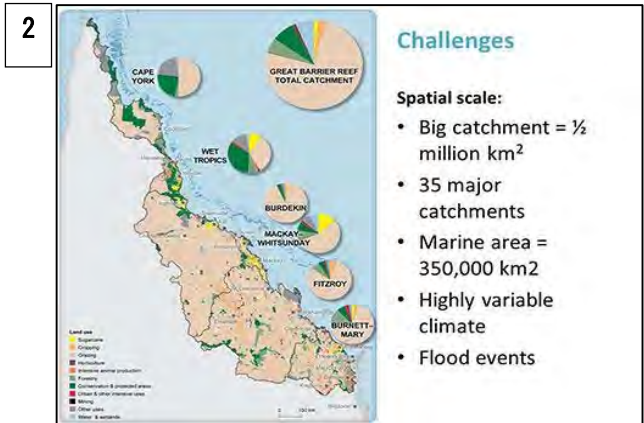
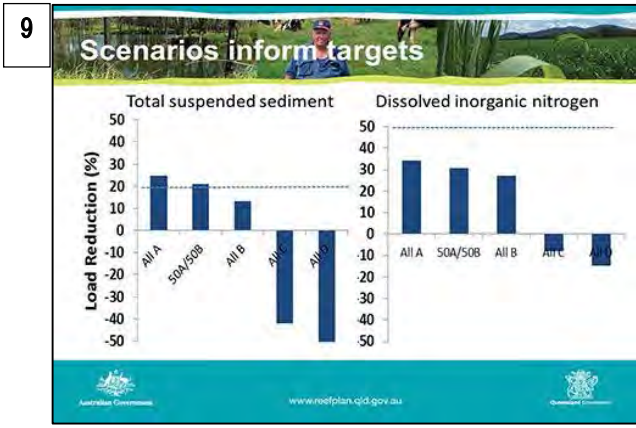
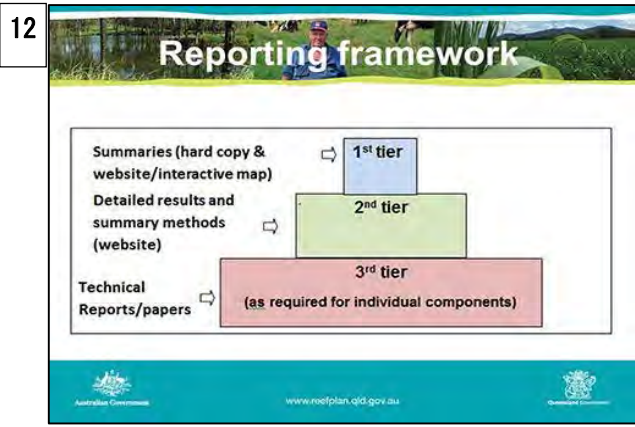
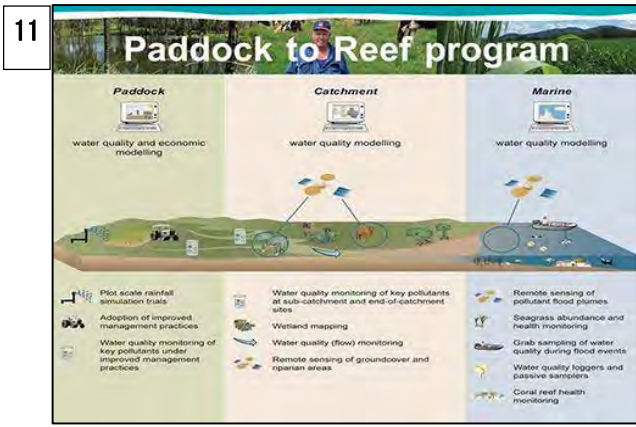


図 4-4-5 (1) . ニッサ・ヘンリー氏のプレゼンテーションスライド.



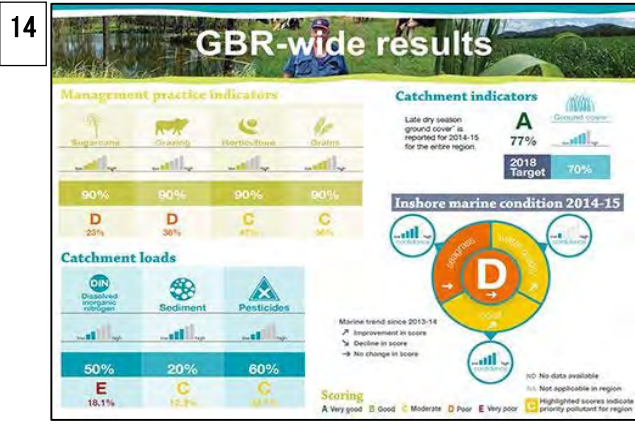
10 Paddock to Reef program

- Objective – To measure progress towards the Reef Plan goal and targets.
- A collaborative partnership involving the Australian and Queensland Governments, regional groups, researchers and industry.
- The integration of monitoring and modelling from the paddock to reef scales.
- Strong management–science interaction.



13 Reef Report Card 2015

- Report Card 2015 assesses the combined results of all Reef Water Quality Protection Plan actions up to June 2015.
- Reports on:
 - area of land managed using best management practice systems
 - ground cover levels
 - modelled reduction in pollutant loads
 - Inshore marine condition.



15 Key messages

More efficient fertiliser use needed

Inshore marine remained in poor condition but coral improved from **D→C**

In 2014-15, **402** graziers **836** sugarcane growers engaged in industry Best Management Practice programs

\$100s millions towards **BIG TARGETED PROJECTS**

Everyone not just farmers will need to make changes

16 + Regional report cards










Wet Tropics PILOT REPORT CARD 2015

HEALTHY RIVERS TO REEF PARTNERSHIP MACKAY-WHITSUNDAY

Mackay-Whitsunday 2014 PILOT REPORT CARD

図 4-4-5 (2) . ニッサ・ヘンリー氏のプレゼンテーションスライド.










17 **Paddock to Reef Program - overview**

Paddock → Measuring practices  On-farm monitoring  Paddock modelling 	Catchment → Catchment Indicators  Water quality monitoring  Catchment modelling 	Marine Sampling and remote sensing  Coral monitoring  Seagrass monitoring 
---	--	--

18 **Management practice adoption**

Paddock → Measuring practices  On-farm monitoring  Paddock modelling 	<ul style="list-style-type: none"> Estimates management practice benchmarks and change across major agricultural industries of the reef catchments. Target is based on <i>area</i> of land managed using best practice systems – also basis for water quality modelling. Data collection: <ul style="list-style-type: none"> surveys and industry data collected on farming practices and improvements.
---	--

19 **Paddock scale monitoring**

Paddock → Measuring practices  On-farm monitoring  Paddock modelling 	Catchment → Catchment Indicators  Water quality monitoring  Catchment modelling 	Marine Sampling and remote sensing  Coral monitoring  Seagrass monitoring 
---	--	--

20 **Paddock scale monitoring**

- Demonstrate benefits of management change on water quality
- Support modelling – understanding processes, model parameters, testing, credibility
- Extension & demonstration





Figure 1. Overview of modelling of the Bloodsugar P22 site.



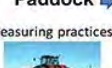








Average Annual DIN Loss Sugarcane

Treatment	Average Annual DIN Loss (kg/ha)
Treatment 1	~1500
Treatment 2	~2500
Treatment 3	~3500
Treatment 4	~4500
Treatment 5	~5500

21 **= Fact sheets for farmers**

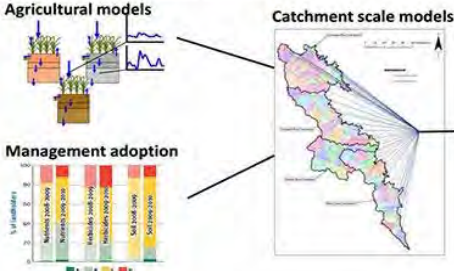
Sugarcane  http://www.reefplan.qld.gov.au/measuring-success/case-studies/case-studies/	Grazing 	Horticulture 
--	---	--

22 **Paddock scale modelling**

Paddock → Measuring practices  On-farm monitoring  Paddock modelling 	Catchment → Catchment Indicators  Water quality monitoring  Catchment modelling 	Marine Sampling and remote sensing  Coral monitoring  Seagrass monitoring 
---	--	--

23 **Paddock scale modelling**

- Models a suite of farm management scenarios to assess water quality improvements across different soil and climatic zones



Agricultural models

Catchment scale models

Management adoption

Year	% of land
Baseline (2000-2005)	~10%
2006-2010	~20%
2011-2015	~30%
2016-2020	~40%
2021-2025	~50%
2026-2030	~60%
2031-2035	~70%
2036-2040	~80%
2041-2045	~90%
2046-2050	~100%

24 **Catchment indicators**

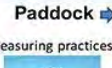



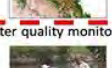
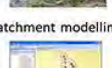




Paddock → Measuring practices  On-farm monitoring  Paddock modelling 	Catchment → Catchment Indicators  Water quality monitoring  Catchment modelling 	Marine Sampling and remote sensing  Coral monitoring  Seagrass monitoring 
---	--	--

図 4-4-5 (3) . ニッサ・ヘンリー氏のプレゼンテーションスライド.



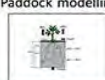






25 Catchment indicators

- Wetlands, riparian vegetation and ground cover are important to help reduce pollutant flow to waterways and prevent erosion.




- Ground cover levels are based on annual monitoring data using satellite imagery, calibrated by field data.
- Riparian vegetation extent is measured every four years using satellite imagery.
- Wetland extent is derived from wetland mapping every four years.

26 Catchment monitoring










Paddock	Catchment	Marine
Measuring practices  On-farm monitoring  Paddock modelling 	Catchment Indicators  Water quality monitoring  Catchment modelling 	Sampling and remote sensing  Coral monitoring  Seagrass monitoring 

27 Monitoring sites

- Tracks long-term trends in water quality entering the Great Barrier Reef lagoon from high priority catchments.
- Samples collected monthly during ambient (low flow/dry season) & every few hours to daily during high flow events in the wet season.

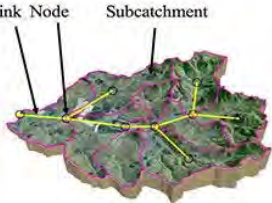


28 Catchment loads modelling

Paddock	Catchment	Marine
Measuring practices  On-farm monitoring  Paddock modelling 	Catchment Indicators  Water quality monitoring  Catchment modelling 	Sampling and remote sensing  Coral monitoring  Seagrass monitoring 

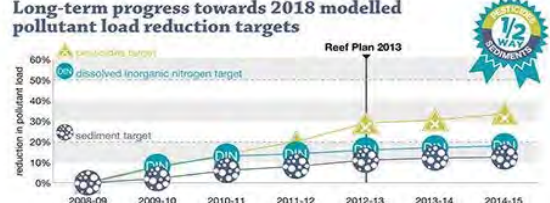
29 Catchment modelling: context

- Pollutant loads – highly variable with rainfall year to year.
- Modelling - accounts for climate variability and estimates the long-term annual load reductions due to adoption of improved land management practices.
- Long-term water quality monitoring - used to validate modelled results.












30 Long-term progress: pollutant loads

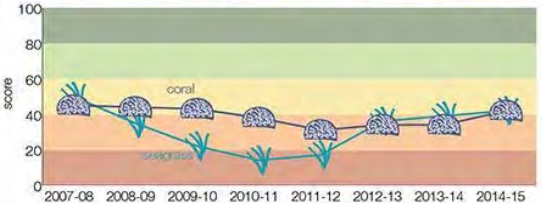
Long-term progress towards 2018 modelled pollutant load reduction targets



31 Marine monitoring program

Paddock	Catchment	Marine
Measuring practices  On-farm monitoring  Paddock modelling 	Catchment Indicators  Water quality monitoring  Catchment modelling 	Sampling and remote sensing  Coral monitoring  Seagrass monitoring 

32 Long-term progress: Marine condition



Scoring
A Very good B Good C Moderate D Poor E Very poor

will be seen in next year's report card

図 4-4-5 (4) . ニッサ・ヘンリー氏のプレゼンテーションスライド.

4-6. クリス・ジョンソン氏の資料

1

Queensland
REEF WATER QUALITY
Program

Okinawa Delegation
23 November 2016

Extension and Education


Queensland Government

2

Extension

Aim/outcome:
For canegrowers to adopt improved or best practice

- Increase knowledge, skills, awareness and understanding
- Overcome barriers to practice adoption



3

Extension

Who?


- Government
 - Dep. Of Agriculture, Dep. Of Environment
- Natural Resource Management Groups (non-gov)
- Private agronomists
- Cane Industry
 - sugar mills, productivity services)

4

Extension

How?


- 1 on 1
- On farm trials
- Tailored advice
- Meetings
- Workshops
- Field days



5

Extension

- Links to grants (\$)
- Link to BMP Program (Smartcane BMP)
- Provide latest scientific evidence
 - Impacts on reef water quality
 - Agronomic



6

Extension


Focus areas:

- Fertilisers
 - Rate, timing, placement, formulations (e.g. slow/controlled release)
- Pesticides
 - Banded application, reduce use of residual chemicals, weed prevention
- Soil health
 - Fallow management, legumes, minimal cultivation

7

What works?

- Farmer to Farmer learning
- Trusted advisors
- Consistent messages
- Long-term commitment
- 1 on 1 – still most effective



8

How do we know it works?

- Have targets – e.g:
 - Engagement and participation
 - Capacity changes (knowledge, attitudes, skills and aspirations)
 - Practice change
- Capture data for each grower
- Provide data to Reef Report Card

図 4-4-6 (1) . クリス・ジョンソン氏のプレゼンテーションスライド.

Successes

2012-2014 Results (Dep. Of Agriculture (DAF))


- Over 900 growers (96,000ha) **engaged**
- 219 growers (out of 227) reported increased knowledge and skills (**capacity**)
- 41% of growers made a **practice change**
- 139 industry/private advisors also involved in DAF activities.

図 4-4-6 (2) . クリス・ジョンソン氏のプレゼンテーションスライド.

4-7. ピーター・ブラムウェル氏の資料

1

Okinawa delegation visit to Brisbane, 23 November 2016



BMP overview

- Cane BMP modules
- Performance and certification systems
- Data collection and reporting
- Next phase

2

Briefly...

- Led by CANEGROWERS, an industry organisation, supported by government
- Coastal Queensland regions from Wet Tropics to Southeast Queensland


Priority on regulated catchments and completion of modules aligned to reef regulations (nutrient, pesticides, sediment)

- Online modules, performance and certification system, data collection and reporting

3

Cane Best Management Practice Program (Smartcane BMP)


- Based on continuous improvement
- Project timeframe for government – January 2013- December 2017
- Milestone-based project
- Stronger producer/farm focus than Bonsucro



4

Cane BMP - process


- Producers complete self-assessment modules
 - Soil Health and Nutrient Management
 - Irrigation and Drainage Management
 - Weed, Pest and Disease Management
- Cane BMP local facilitators help producers complete modules, or producers work on-line
- Action plans for continual improvement developed with the support of the facilitator



5

Accreditation and third-party review


- Growers successfully completing one or more modules can seek independent accreditation
- An 'accredited grower' needs to be accredited in the three core modules
- Accreditation is achieved after a successful audit from a Smartcane BMP Auditor



6

Linkages and alignments

- Reef Plan Independent Science Panel reviewed Smartcane BMP modules
 - Contribution towards reef water quality goals
 - Alignment with updated Cane ABCD framework
 - Alignment with Paddock to Reef reporting requirements



7

Data

- CANEGROWERS responsible for grower information database management and security
- Data aggregated at river basin or mill district level
- Data reveals:
 - uptake of BMP modules, management practice data
 - number who have achieved each BMP standard
 - monitoring data – changes in the standards over time

8

Currently...

At November 2016:

- 1450 enterprises have completed self assessment of SmartcaneBMP modules (256,000ha)
- 157 enterprises have achieved BMP accreditation (43,000 ha)
- More than 64% of cane lands in Queensland are under BMP

A recent survey showed BMP is considered an industry norm




図 4-4-7 (1) . ピーター・ブラムウェル氏のプレゼンテーションスライド.

4-8. ジャン・エルバッカー氏の資料

1

Reef Water Quality Protection Plan
Research, Development and Innovation Strategy 2012-2013

Research priorities, knowledge gaps and response 2014-2019

Updated 2016

REEF WATER QUALITY

Reef Water Quality Research, Development and Innovation Strategy 2014-15-2018-19

2

Collaborative programs 2014-2019

RESEARCH AND DEVELOPMENT COORDINATION
• Management practices - productivity and profitability
• e.g. Sugar Research Australia

NATIONAL ENVIRONMENTAL SCIENCE PROGRAM (NESP) (2014-2019)
• Impacts on freshwater, coastal and marine ecosystems
• Monitor evidence to drive variability by reducing other pressures
• Practical outcomes

REEF WATER QUALITY PROGRAM
• Informing/Influencing land management
• Management practice effectiveness
• Productivity/innovation/feasibility

ISSUES:
• Recycling water model

Aligning ...
Advance Queensland Reef Innovation Fund
Major Integrated Projects
Extension/behaviour change
Communications
EHP/GBR Foundation

INTEGRATED RESEARCH PROGRAM
• Wetlands/Soil Mapping, assessments, trials, guidelines, information, etc.)

REEF TRUST (AGI) Investment (2015-2019)
• Coastal habitat and wetland rehabilitation
• Supporting cane farmers to move beyond industry best practice
• Reinvestment for innovative practices, water

REEF PLAN PRACTICE TO KEEP PROGRAM
• Management practice effectiveness
• Management practice adoption
• Cane/cane industries (livestock, wetlands and grasslands)

• Reducing erosion from riparian grazing, streambanks and dams
• Reinvestment for innovative practices, water

• End of cane/bone trials (livestock, wetland and paddocks)
• Monitor status - water quality and ecosystem health
• Supporting export targets

3

Reef Water Quality Science Program:
Focus: enhanced productivity profitability & GBR water quality

Build robust evidence base → **Implementation & Delivery:**
• information
• extension & education
• BMP programs
• policy

→ **Support on-ground practice change** → **Improve water quality**

RWQ Science program & communications

4

2009 – 2014

- approx. \$8.9M
- 40+ projects.
 - Program prioritisation
 - Cane
 - Grazing
- new evidence, spatial layers and advice

2014 – 2019

- \$12M over 5 years
 - Program prioritisation
 - Cane
 - Grazing
 - Bananas
- continue addressing policy gaps
- plus:
 - external collaborations
 - science delivery
 - on farm engagement

5

Engagement:

Collaborations across wide cross section of industry & institutions.

6

REEF WATER QUALITY

A. Farm management systems
• Management practice effectiveness, production and profitability implications
• Response to property characteristics
• Decision support system (DSS) and communication of information

B. Prioritising of investment and policy responses
• Whole of catchment outcomes
• Reef water quality outcomes

FOCAL RESEARCH AREAS

RESEARCH GAPS, QUESTIONS AND PRIORITIES

FOCAL AREA A - THEMES
THEME 1: Improving nutrient use efficiency in sugarcane growing systems
THEME 2: Weed management and pesticide management in sugarcane growing systems
THEME 3: Soil management and land condition on intensive cattle grazing lands
THEME 4: Business - Managing nutrients, pesticides and sediments
THEME 5: Managing nutrients, pesticides and sediments in other agricultural industries
THEME 6: Local and regional solutions

FOCAL AREA B - THEMES
THEME 7: Improving whole of catchment response
THEME 8: Program monitoring and evaluation

PROJECTS

IMPROVED COMMUNICATION ACROSS THEMES

7

Theme 1 Nutrient use efficiency (NUE) - cane systems

Move to precision agriculture – more precise application of nitrogen (NUE)

- All 6 of the 'Six Easy Steps'
- Fertilise: management unit/zone
- Identify low yielding zones
- Identify yield constraints (i.e. waterlogged/sodic, late cut cane)
- Provide tools to increase NUE:
 - EEFs
 - weather forecasting
 - Sub soil constraint mapping

8

Theme 1 Nutrient use efficiency - cane systems

		Status
		Completed
		In progress
		Proposed
RP20C	Burdekin nitrogen use efficiency trials	BSES/DSITI, DAFF
RP101	MSF Sugar partnership for NUE demonstration	DSITI, WTSIP, BIFFMAC
RP102	Burdekin real-time water quality monitoring	BIFFMAC
RP10/109	Enhancements to Safegauge for Nutrients	DSITI, USQ (NCEA)
RP110	Assessing mill mud P risk	DSITI
RP120	Nutrient Use Efficiency Research and Development • Soil nitrogen mineralisation test (Moody) • Improving NUE for crops with constrained yield (Skocaj) • Estimating yield potentials at different scales (Bramley) • Using climate forecasting to improve NUE (Everingham) • Legume management strategies (Wang)	SRA/EHP Collaboration
RP151	Developing a guideline for the use of mill by products	Wilmar
RP155	Soil constraints mapping to inform nutrient management	DSITI, DNRM, MSF, Farmacist
proposed	Quantifying residual soil nitrogen in sugar cane beds in the Burdekin	BIFFMAC

NUE STEERING GROUP plus...

図 4-4-8 (1) . ジャン・エルバッカー氏のプレゼンテーションスライド.

9 Theme 2 Pesticides and weed management - cane systems

Improved integrated approaches on farms and pesticide choices

- Good fallow management
- Reduced reliance on priority PSII pesticides
- Better use of knockdowns e.g. dual herbicide sprayer
- Banded applications
- Variable rate pesticide application

10 Dual Herbicide sprayer

https://www.youtube.com/watch?v=cjZ7yYiDh_c

11 Theme 3 Sediment management and land condition

Encouraging good management practices and sustainable land condition on a grazing properties

Improved advice:

- management responses,
- cost-effectiveness, economics
- during drought,
- preventing/treating gullies and stream-bank erosion
- maps/advice on carrying capacity, groundcover, climate forecasting

Where: Burdekin, Fitzroy and other priority catchments

12 Theme 3 Sediment management and land condition - cattle grazing lands

Project ID	Project Description	Status
RP105	Spatial arrangements and seasonal dynamics of cover in grazing lands (cover under trees)	DSITI
RP112	Mapping soil erodibility in the Fitzroy	DSITI
RP128	Sources of bio-available particulate nutrients and organics	DSITI
RP132	Accelerating use of grazing land management tools (FORAGE)	DAF
RP141	Support for the Burdekin WQIP – prioritisation and communication of science (conceptual models)	Contractor, NQDT, JCU, RRRC, DAF
NESP 2.1.4	Demonstration and evaluation of gully remediation on downstream water quality and agricultural production in GBR	DSITI, CSIRO (contribution)
NESP 2.1.5	What's really damaging the Reef? Tracing the origin and fate of the environmentally detrimental sediment	JCU, Griffith Uni, DSITI (contribution)
NESP 3.1.7	Alluvial Gullies remediation and monitoring	Griffith Uni.
RP175	Gully prioritisation - Burdekin	NQDT
RP	Economics assessment – degraded lands management	CQU
TBC	Land Condition Assessment tool	DNRM

SEDIMENT MANAGEMENT WORKING GROUP

13 FORAGE REPORT: INDICATIVE LAND TYPE

14 Theme 4 Bananas - pesticides, nutrients and sediment

Refining integrated approaches:

- Improved decision-making and advice systems
- Understand and improve practice, especially in plant establishment stage.

Projects:
Economic assessment of Banana BMP (RP140 - DAF, AGBC)
Managing sediment run-off and reducing risk of nutrient and pesticide run-off (TBC)
Banana Smartapp: best management practice: record use of nutrients/pesticides on farm (AGBC)

15 Theme 6 Local and regional solutions

Engage agricultural communities

Refine approaches to achieve long term improved practice

- extending knowledge
- on-farm improved practice change.
- evaluate effectiveness of approaches
- support local communities

RP122	Herbert water quality monitoring project	Terrain, TropWater
RP123	Johnstone River water quality monitoring project	DSITI + extension partners
RP144	Hotspot water quality monitoring in Sandy Creek	DSITI + extension partners
RP161	Complete nutrient management planning for cane farming - Burdekin	Farmacist, SRA, grower
RP169	Engaging sugarcane farmers for water quality	NQDT

16 More information

RWQ RD&I Strategy:
<http://www.qld.gov.au/FarmingInReefCatchments>

Email: Coordination.ReefProject@ehp.qld.gov.au

Science Program Coordinator: Anita Leahy

Theme leaders:

Cane nutrients	Dom Henderson
Cane pesticides	Chris Johnson
Sediment grazing	Leigh Smith
Bananas	Kim Kurtz
Program prioritisation	John Bennett, Jean Erbacher
Social/behavioural change	Billie Gordon

Director Reef Programs: Scott Robinson

図 4-4-8 (2) . ジャン・エルバックー氏のプレゼンテーションスライド.

4-9. ワイリー・ロス博士の資料

1

Department of Agriculture and Fisheries
National Red Imported Fire Ant Eradication Program

Australia's battle with fire ants – a Program Overview

Queensland Government

2

The most successful invasive ant of all

- Australia has more than 1500 species of native ants and several invasive ants
- 5 ants make the world Top 100 Invasive Species list- Argentine ant, big headed ant, crazy ant, little fire ant and red imported fire ant (RIFA)
- Australia has all of these but RIFA is the worst invader

National Red Imported Fire Ant Eradication Program | Department of Agriculture and Fisheries

3

RIFA Origins – Pantanal (Brazil, Paraguay, Bolivia)

National Red Imported Fire Ant Eradication Program | Department of Agriculture and Fisheries

4

Ant on the move

- Arrived in the US in the 1930s
- Now in 17 States and hundreds of Counties
- Spread 44 million hectares in the last 6 years

National Red Imported Fire Ant Eradication Program | Department of Agriculture and Fisheries

5

Ant on the move

- RIFA has since spread to Central America and the Caribbean (1982), Australia (2001), Taiwan (2003), China (2004) and Mexico (2004)

National Red Imported Fire Ant Eradication Program | Department of Agriculture and Fisheries

6

Why is RIFA so successful?

- Spread by flight or by 'budding off' or human assistance
- Champion rafters
- Can relocate colonies quickly on land
- Aggressive and have a powerful sting

National Red Imported Fire Ant Eradication Program | Department of Agriculture and Fisheries

7

NURSERY AND LANDSCAPING

CROPPING

INFRASTRUCTURE

HUMAN HEALTH

FORESTRY

SCHOOLS

HORTICULTURE

AQUACULTURE

DEVELOPMENT AND CONSTRUCTION

TURF FARMS

TOURISM

ENVIRONMENT

MINING INDUSTRY

ORGANIC GROWERS

CATTLE INDUSTRY

PET INDUSTRY

PUBLIC UTILITIES

EQUINE INDUSTRY

PUBLIC AMENITIES

POULTRY INDUSTRY

**Agriculture
Economy
Social
Environment**

National Red Imported Fire Ant Eradication Program | Department of Agriculture and Fisheries

8

- National Program commenced 2001
- No spread from SE Queensland
- 4 populations of RIFA eradicated including world's largest ant eradication – Port of Brisbane 8300 ha

National Red Imported Fire Ant Eradication Program | Department of Agriculture and Fisheries

図 4-4-9 (1). ワイリー・ロス博士のプレゼンテーションスライド。

9

Our tools for eradication

- IGR baits & direct nest injection
- Surveillance – dogs, teams, remote sensing
- Movement controls, legislation
- Appropriate policy & detailed planning
- Community engagement
- Genetics, modelling, spatial, IT
- Research & diagnostics
- Business support & administration

COORDINATED PROGRAM

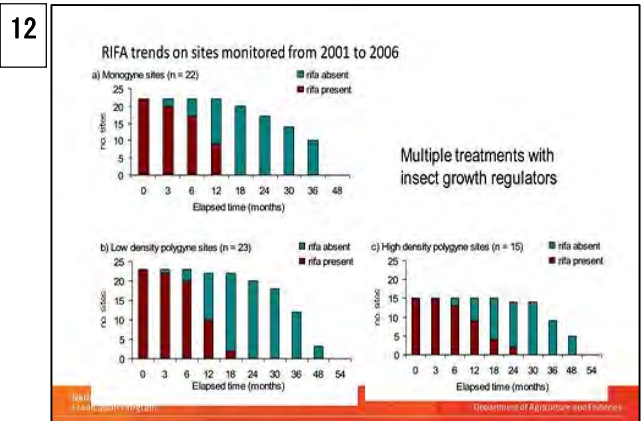
National Red Imported Fire Ant Eradication Program
Department of Agriculture and Fisheries

10

National Red Imported Fire Ant Eradication Program
Department of Agriculture and Fisheries

11

National Red Imported Fire Ant Eradication Program
Department of Agriculture and Fisheries



13

Nest in paddock

National Red Imported Fire Ant Eradication Program
Department of Agriculture and Fisheries

14

No longer a needle in a haystack

National Red Imported Fire Ant Eradication Program
Department of Agriculture and Fisheries

15

- 90% of Brisbane residents aware of fire ants
- 70% of all new finds from public reports
- 49000 ant samples in 51 genera submitted (5500 RIFA)
- Photo submissions a boon to program (nests as well as ants)

National Red Imported Fire Ant Eradication Program
Department of Agriculture and Fisheries

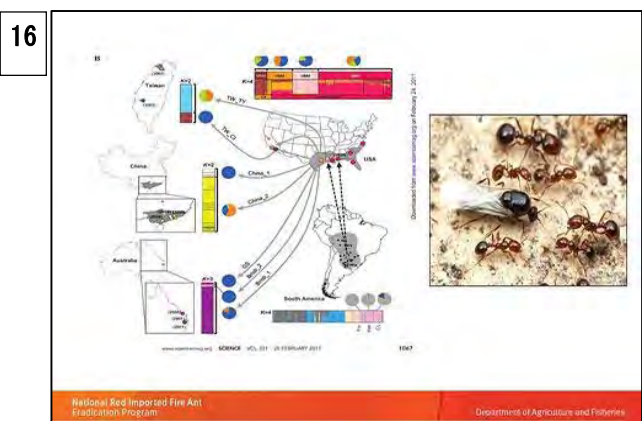
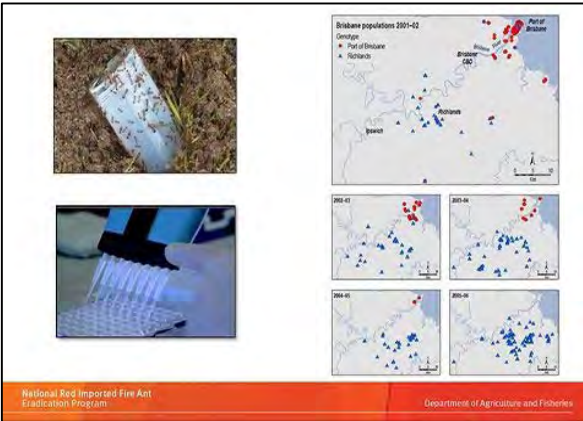
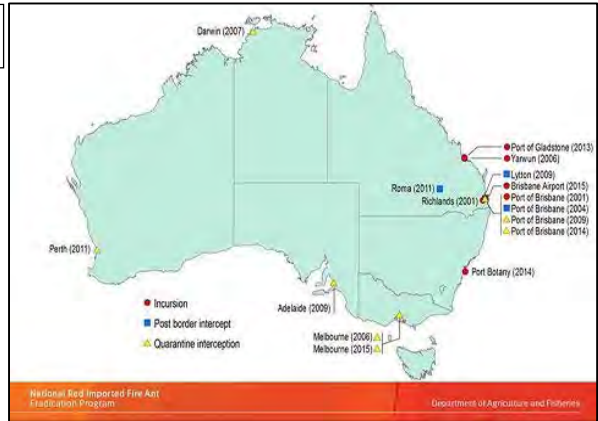


図 4-4-9 (2) . ワイリー・ロス博士のプレゼンテーションスライド.

17



18



19




図 4-4-9 (3) . ワイリー・ロス博士のプレゼンテーションスライド.

4-10. スベン・ウチッケ博士の資料

1

**AIMS CoTS research:
Understanding outbreaks and spread, and identifying vulnerabilities**

Sven Uthicke, Team leader CoTS research




AIMS: Australia's tropical marine research agency.

2

Current projects

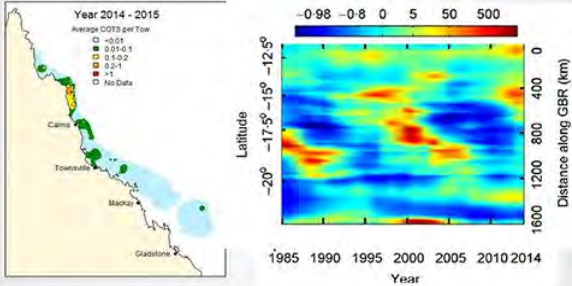
- 1) Ongoing monitoring
- 2) Re-evaluation of nutrient limitation hypothesis, larval nutrition, vulnerabilities
- 3) Where are the larvae? Development of genetic markers to identify larvae in plankton samples
- 4) CoTS control: chemical attractants and repellents, disease
- 5) Modelling to identify vulnerabilities



AIMS: Australia's tropical marine research agency.

3

CoTS Outbreaks on GBR: current




Vanhatalo et al. Appl Ecol 2016
AIMS: Australia's tropical marine research agency.

4

Hypotheses:

Top down: Predator removal, Triton shell or fish

- Finding triton chemicals to disperse CoTS
- Finding attractants to catch CoTS



THE CROWN-OF-THORNS SECRETOME: TOWARDS A CONTROL TECHNOLOGY
Hall MR¹, Boss U¹, Cummins SF, Motti CA¹, Wang Y¹, Zhou M¹, Roberts R¹, Smith M¹, Roligan BA¹, Wyeth RC, Thomas-Hall P¹ and the CoTS Genome Consortium.

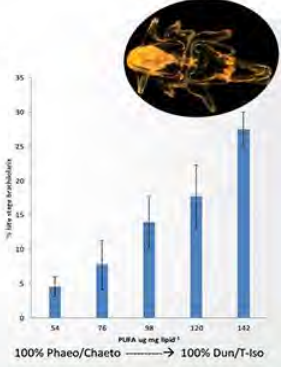
AIMS: Australia's tropical marine research agency.

5

Larval Experiment Example: Food quality and Quantity

A) Quality

- Dietary items clearly influence larval development.
- Dietary composition significant when evaluating larval development.

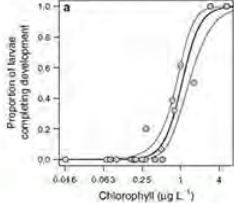


Francis, D. et al., in prep
AIMS: Australia's tropical marine research agency.

6

Bottom up: Nutrient hypothesis

- Changes in larval survival due to increased food availability suspected as main cause for outbreaks
- Every day in the plankton leads to 10-15% Mortality

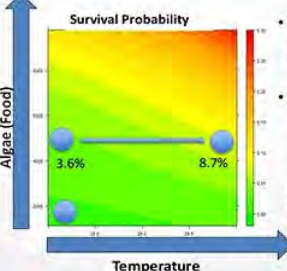


Fabricius KE, Okaji K, De'ath G (2010) Coral Reefs: 1-13
Brodie J, Fabricius K, De'ath G, Okaji K (2005). Marine Pollution Bulletin. 51:266-278

AIMS: Australia's tropical marine research agency.

7

Food quality and Temperature



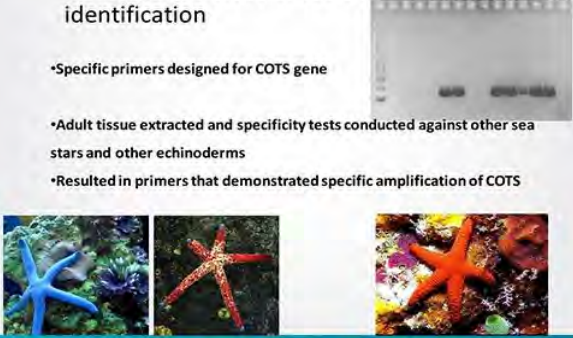
- Strong increase in survival with temperature
- Out of 1000 larvae
36 survive at 28°C
87 survive at 30°C
(but: < 10 might survive if algae in low numbers)

Uthicke S, Logan M, Liddy M, Francis D, Hardy N, Lamare M (2015) Sci. Rep. 5
AIMS: Australia's tropical marine research agency.

8

Developing molecular tools for CoTS larval identification

- Specific primers designed for CoTS gene
- Adult tissue extracted and specificity tests conducted against other sea stars and other echinoderms
- Resulted in primers that demonstrated specific amplification of CoTS



AIMS: Australia's tropical marine research agency.

図 4-4-9 (1). スベン・ウチッケ博士のプレゼンテーションスライド。

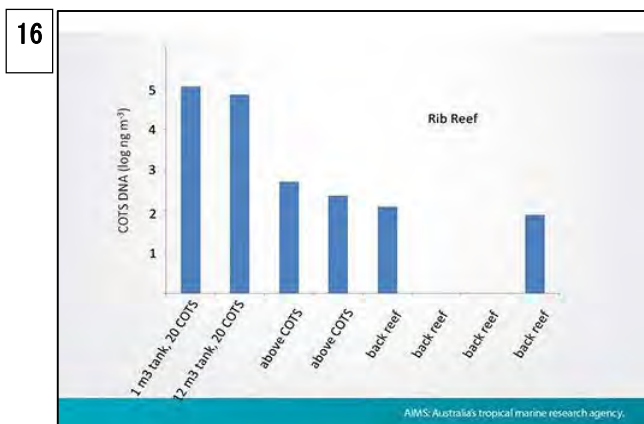
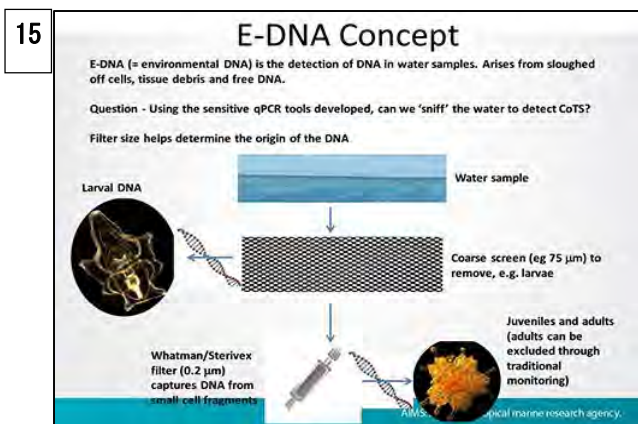
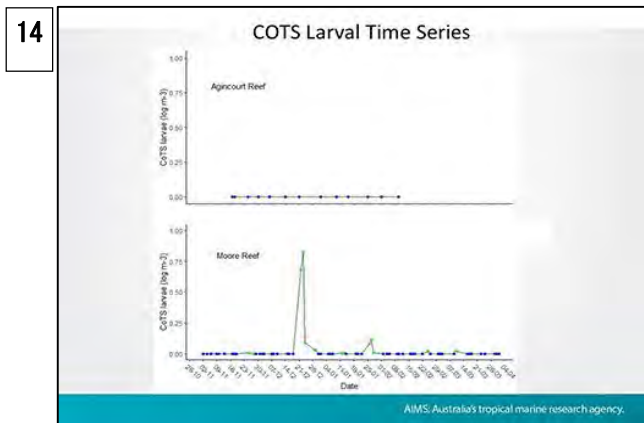
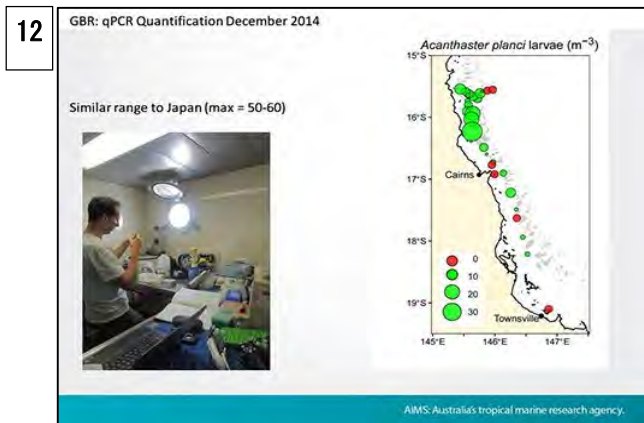
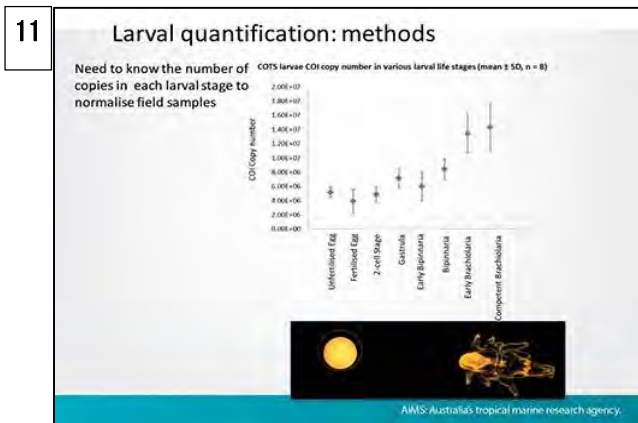
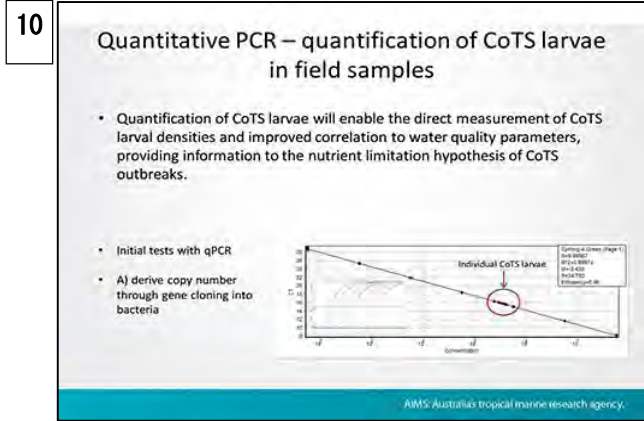
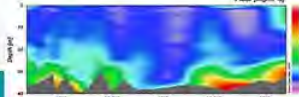


図 4-4-9 (2). スベン・ウツッケ博士のプレゼンテーションスライド.

17

Conclusions

- **Experimental work:**
 - Progress made to understand outbreak hypothesis and larval ecology
- **Larval DNA: methods are finalised**
 - Powerful tool to elucidate unknown larval ecology
 - Large and fine scale spatial resolution – correlation with nutrients and food
 - Temporal resolution (e.g. time of spawning)
 - Other Parameters needed for population modelling
- Understanding causes of outbreaks
- Management levers



18

Future work: Combine Seasim studies with larval work in the field

- Start **continuous sampling** at some selected sites
- Conduct **fine scale sampling** to test e.g. nutrient hypotheses.
- **Food and physiological** condition of wild larvae
- **Large scale sampling: How far larvae can travel** in a given period: Test of models, and for fine-tuning
- Further develop eDNA for adult and juvenile detection



19

Collaborations with Japan/Okinawa

- Visit Dr Nina Yasuda in 2014
- Visit to Japan by S.Uthicke in 2016 (funded by JSPS)
- JSPS application for ongoing collaboration pending
- Joint chairing of CoTS session at ICRS (e.g. Okaji, Doherty, Uthicke)
- Joint publications:
 - Mellin, Lugin, Okaji, Francis, Uthicke. Selective feeding and microalgal consumption rates by Crown-of-Thorns seastar (*Acanthaster cf. solaris*) larvae. Submitted to Diversity
 - Uthicke S, Doyle J, Duggan S, Yasuda N, McKinnon AD (2015) Outbreak of coral-eating Crown-of-Thorns creates continuous cloud of larvae over 320 km of the Great Barrier Reef. Scientific Reports 5: 16885

AIMS: Australian tropical marine research agency.

20

Thank you!

Special thanks:
 Dr Ken Okaji
 Dr Nina Yasuda
 JSPS

SeaSim Team
 Michelle Liddy
 Murray Logan
 Jason Doyle
 Sam Talbot
 Charlotte Johansson
 Frances Patell
 Claire Lugin



図 4-4-9 (3) . スペン・ウチッケ博士のプレゼンテーションスライド.

