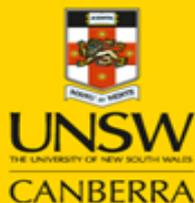


「自然な」適応は、サンゴ礁の島を 気候変動と海面上昇による破壊から救えるか？

ロジャー・マクリーン
ニュー・サウス・ウェールズ大学
物理・環境・数理科学部
オーストラリア首都特別地域・キャンベラ
オーストラリア 2610



地球温暖化防止とサンゴ礁保全に関する国際会議
於: 沖縄科学技術大学院大学
主催: 環境省
2013年6月29日～30日



モルディブ
列島

問題:

小さな島国は、気候変動と海面上昇による影響の最前線にいる。サンゴ礁の島国がもっとも弱い: モルディブ諸島、チャゴス諸島、ツバル、キリバス、マーシャル諸島、トケラウ

その理由

- ・海岸浸食/土壌侵食の加速化(ブルーン法則)
- ・浸水の進行 / 海の氾濫
- ・淡水レンズへの海水の侵入
- ・大潮および高潮の到達範囲の拡大
- ・村落やインフラの破壊

[最終的に島を放棄するか、島外に移住するか]

質問:

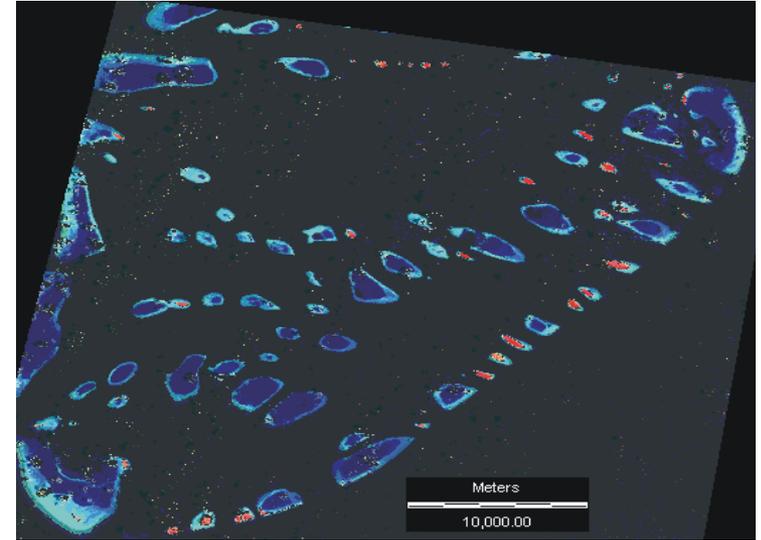
環礁の島々はどのように、適応を通じて潜在的な影響を減らすことができるだろうか? 「自然な」適応が、サンゴ礁の島を気候変動と海面上昇による破壊から救えるだろうか?

回答:

可能である。サンゴ礁の生態系とサンゴ礁の島々との動的な相互の結びつきを維持または発達させることができる。サンゴ礁が健康で生産的であり、島々が上または外に向けて拡大する能力を備えている必要がある。

サンゴ礁の島とは何か？ なぜこれほど脆弱なのか？

環礁とは、珊瑚の一部または全体を囲むリング型をしたサンゴ礁のこと。
環礁島 – 礁のふちか、または珊瑚内のパッチ礁に位置する



環礁島とは:

- 近隣の礁生または珊瑚から波が運んだ礁物破碎性の石灰質性流送土砂が堆積したもの
- ここ数千年間で堆積したもので、地質学的にはごく新しい
- 規模が小さく海拔が低い(海面から4メートル未満)
- 土壌が薄く、陸上生物相が限られており、地表水がない。

しかし、一部の環礁島は人口密度が高い。
とりわけ「首都」のある島はそうである。

マレ島 (モルディブ)



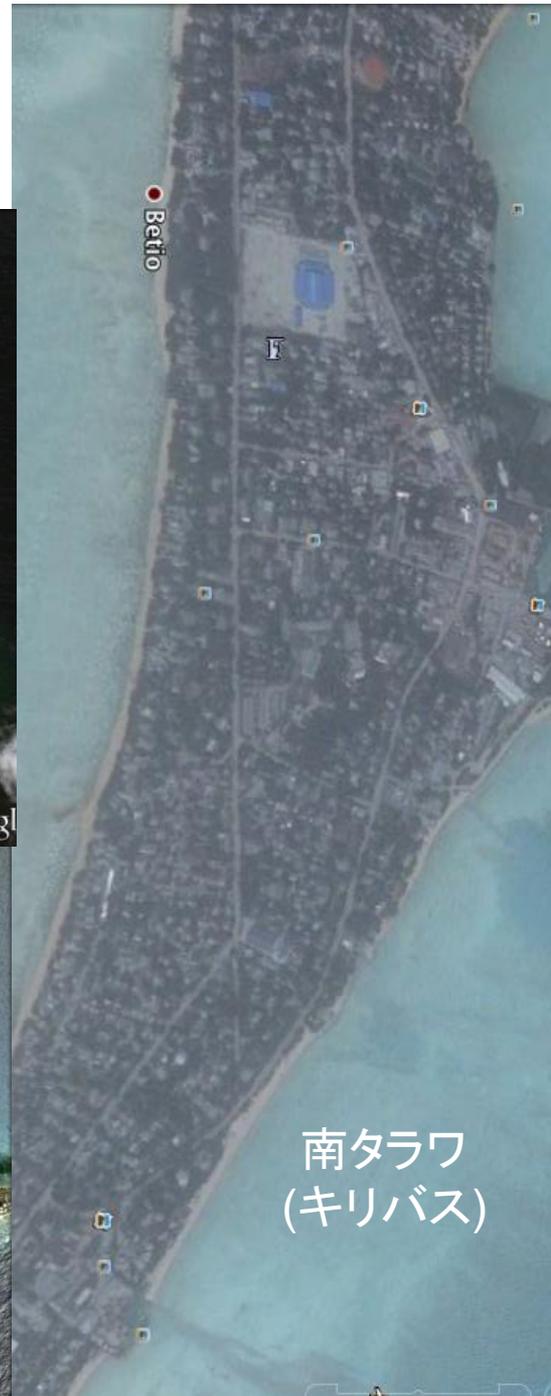
マジュロ環礁
(マーシャル諸島)

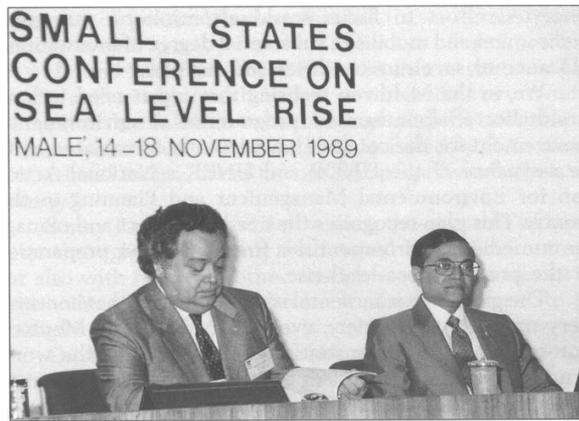


フナフティ島
(ツバル)



南タラワ
(キリバス)





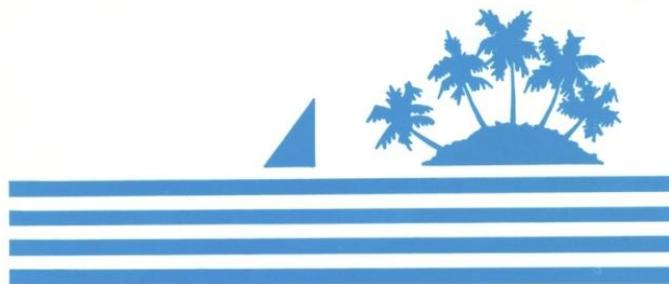
1989年
今から24年前

「われわれの前にある選択肢を要約すればこうなる。これから起きることを受け入れるか、海岸防御に取り組むか、島の陸地をかき上げるか、内陸部へと退却するか、島外に移住するか、である」

- モルディブのガユーム大統領、1989年11月16日



SMALL STATES
CONFERENCE ON
SEA LEVEL RISE
MALE', 14 - 18 NOVEMBER 1989



14 - 18 NOVEMBER 1989, MALE', REPUBLIC OF MALDIVES

SMALL STATES CONFERENCE ON SEA LEVEL RISE IS HELD WITH ASSISTANCE FROM THE COMMONWEALTH AND THE AUSTRALIAN GOVERNMENT.

PACIFIC ISLANDS

M O N T H L Y

APRIL/MAY 1989

THE GREENHOUSE EFFECT
SAY GOODBYE TO KIRIBATI, THE MARSHALL ISLANDS, TOKELAU, TUVALU, THE GREAT BARRIER REEF

New this issue 8-page Pacific Business Report

American Samoa	US\$2.00
Australia	A\$2.00
Cook Islands	NZ\$3.00
Fiji	F\$1.75
FRG	US\$2.50
Hawaii	A\$2.00
Kiribati	A\$2.00
Nauru	CP\$250
New Caledonia	NZ\$3.00
New Zealand	NZ\$3.00
Niue	NZ\$2.50
Norfolk Island	A\$2.00
Papua New Guinea	K2.00
Solomon Islands	S\$2.00
Tahiti	CFP\$300
Tonga	T\$2.00
Tuvalu	A\$2.00
USA	US\$3.00
USST and Guam	US\$2.50
Vanuatu	VT\$2.00
Western Samoa	T\$2.75

*Recommended retail price only

ツバルの首相は、上昇する海面の下に消える危険があると警告した。「これが続けば、ツバルは跡形もなく消えてしまうだろう」

- ビケニベウ・パエニウ、1989年4月

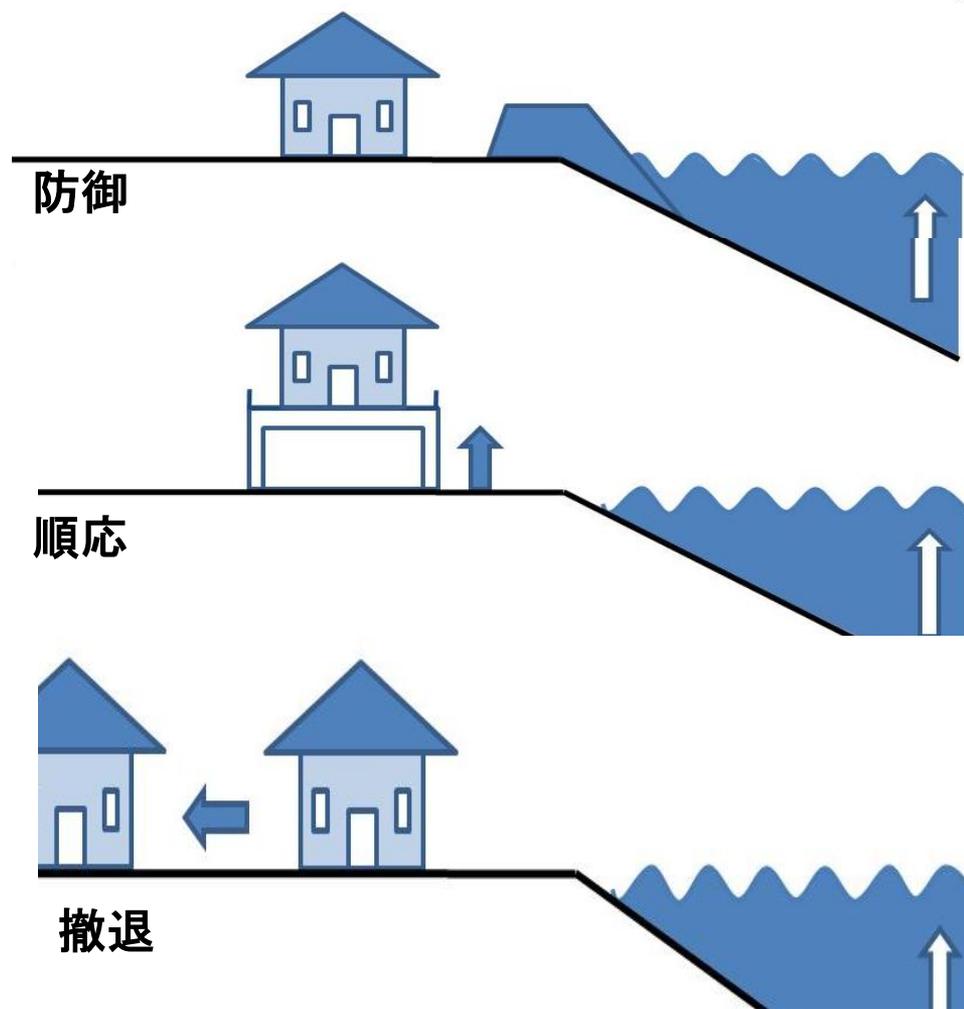
適応: 3つの定義

1. **自律的適応**: 「気候的刺激への意識的な反応ではなく、自然システム内における生態系の変化がきっかけでもたらされる適応・・・」 (IPCC、第2作業部会、2007)

2. **計画的適応**: 「計画的な政策決定によってもたらされる適応・・・」 (IPCC、第2作業部会、2007)

3. 「**自然的**」順応 = 計画的 + 自律的
「システム礁における『自然な』生態系の変化と環礁島システムの地形学的変化を、気候変動と海面上昇の結果として受け入れ、妨げない計画的な政策決定」
(ここで使っているもの)

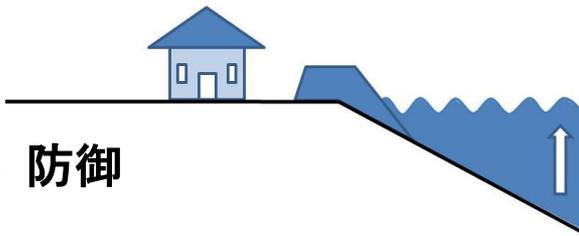
環礁島国における理論的な適応



個人、地域社会、政府がもっともよく使う方法

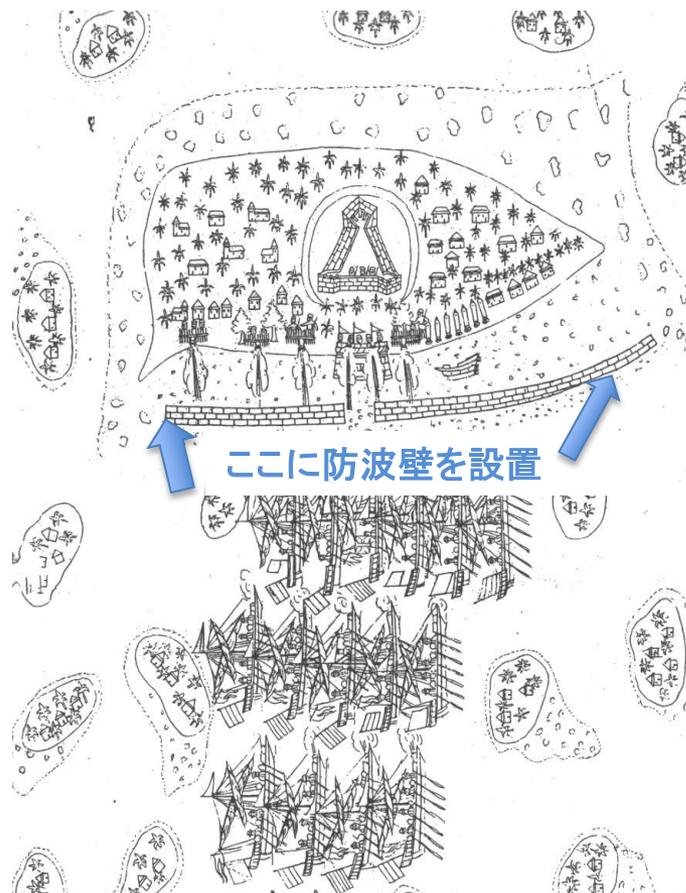
現地でさまざまな選択肢があるが、計画的順応はほとんど使われていない

ほとんどの環礁島の広さを考えると、内陸へと退却することは選択肢にはなりにくい。
もっと強い島々へと撤退するのか？
他の島への移住を通じて撤退するか？



防御

マレ (モルジブ)



ここに防波壁を設置



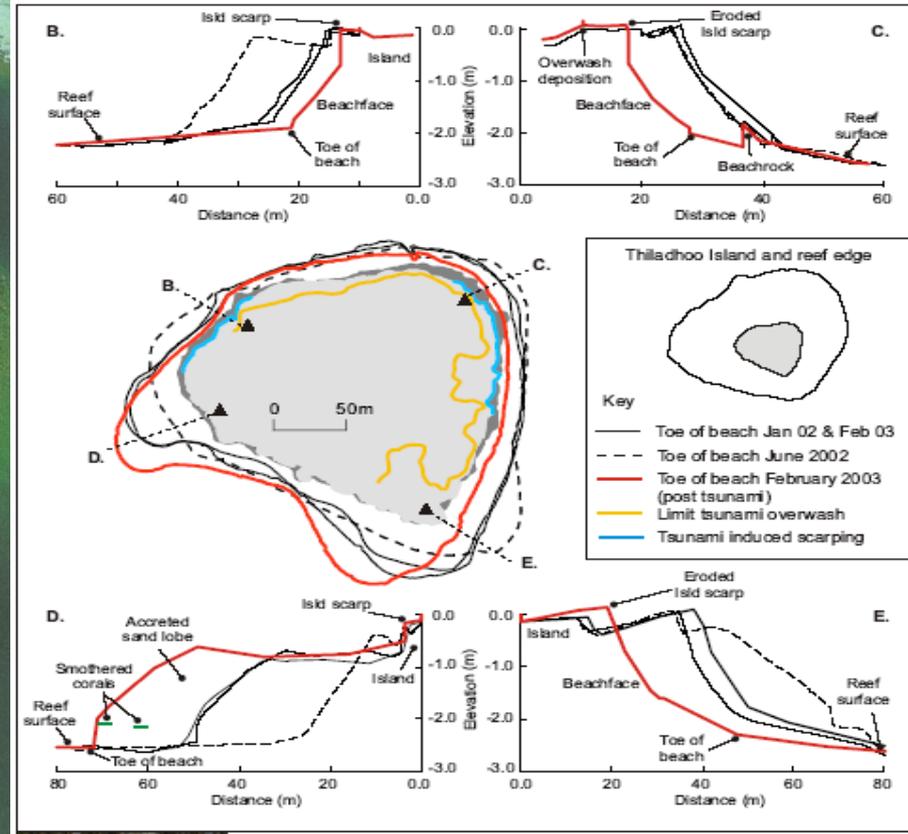
ベッラージョによるマレ攻撃
1631年

現在のマレの様子: 防波壁とテトラポッドの
防波堤が島の沿岸のほとんどを囲んでいる

石灰質砂とサンゴ砂の発生源としてのサンゴ礁 (流送土砂の「工場」と流送土砂のシンクとしての 環礁島との自然な結びつき

1. 堀は、礁と島を結ぶ動的な領域を表した、島の「足跡」の度合いを示す。

2. 島の形状計画の変更と、島の「足跡」全体に浸食と付着成長が起きていることを示す形状調査



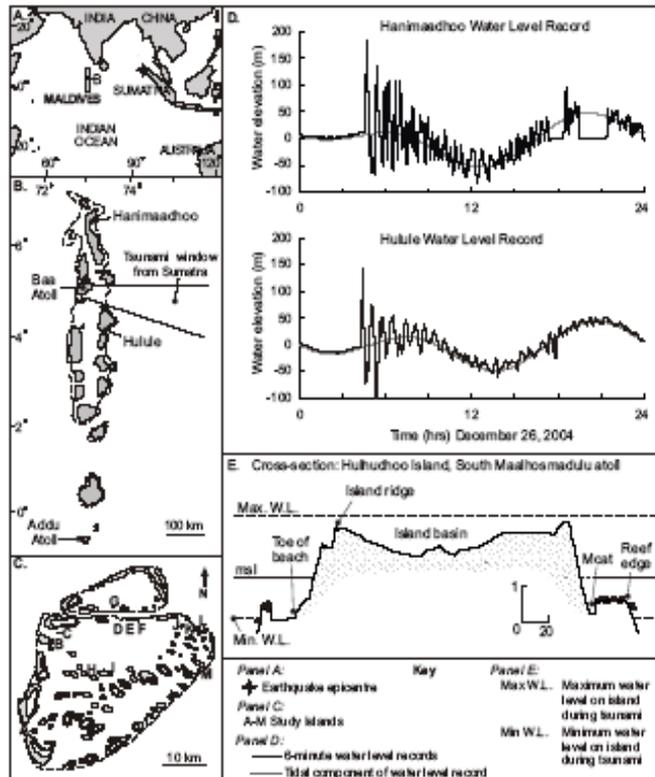
サンゴ礁が健康で、礁から島、島から礁への流送土砂の通り道をふさぐ障害物がない場合、海面上昇が進むと環礁島に何が起きると想定されるか？

例 1: 2004年12月 モルディブにおける津波の影響

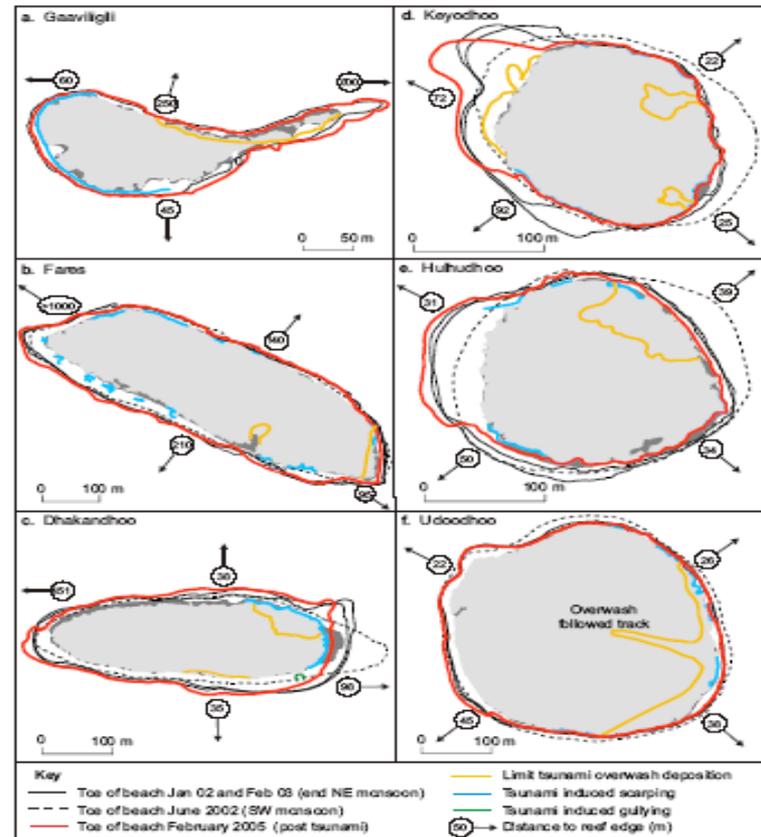
マレのフルフレにある潮位計



潮位計が測定した津波の記録と島全域における高さ



津波の前後における無人島の計画調査

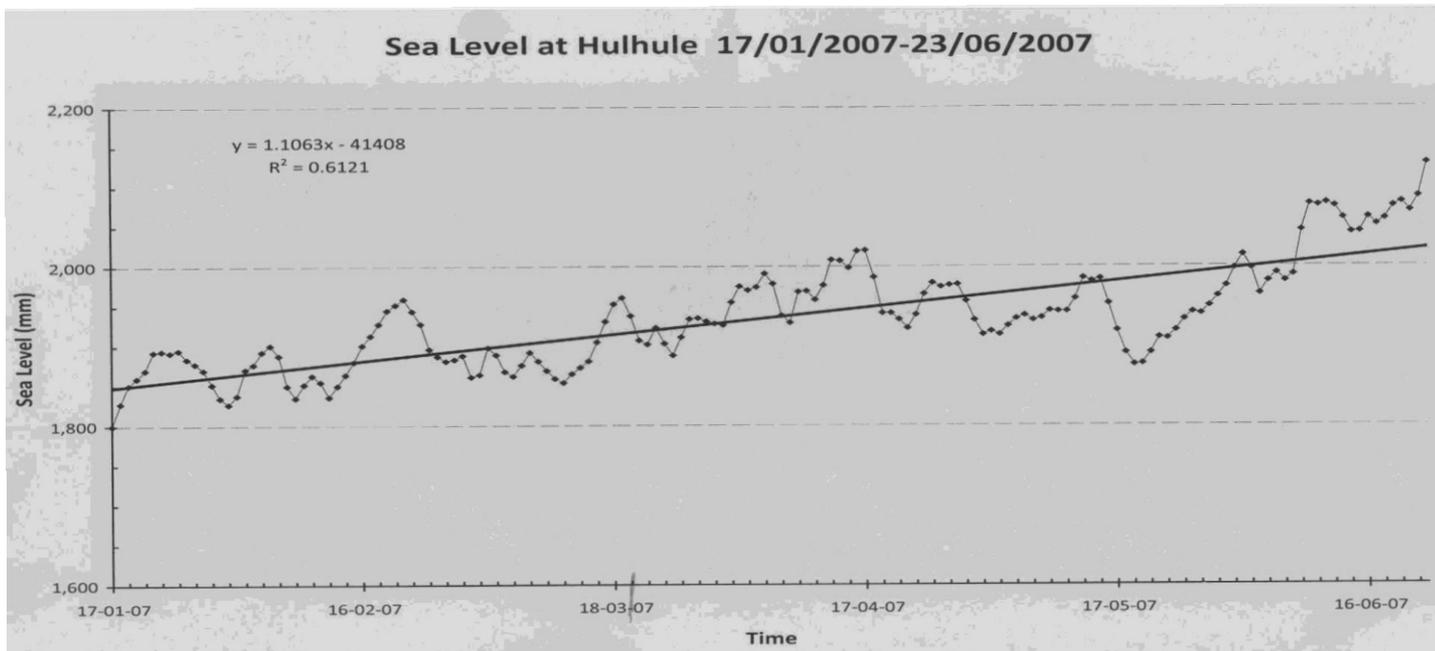




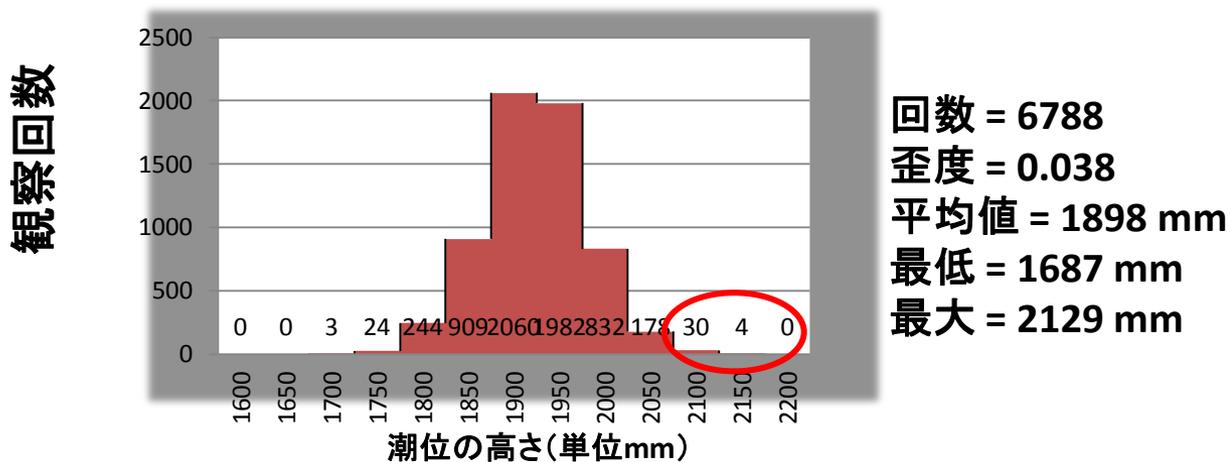
海岸の付着成長と
島の新たな砂床の堆積

結果: 島の面積の拡大と高さの
上昇

例 2:
2007年1月～7月
のモルディブにおける
短期的海面上昇



フレフレにおける平均海面の日間変動の頻度
(1989～2008年 モルジブ・マレ)



これまでの潮位の最高値: 2007年6月23日 (2129 mm) 2007年6月24日 (2110)
最大1時間値 2340 mm (23回) および 2293 mm (24回)

島の地表上の
新たな堆積物；
新しい砂床とサンドローブ



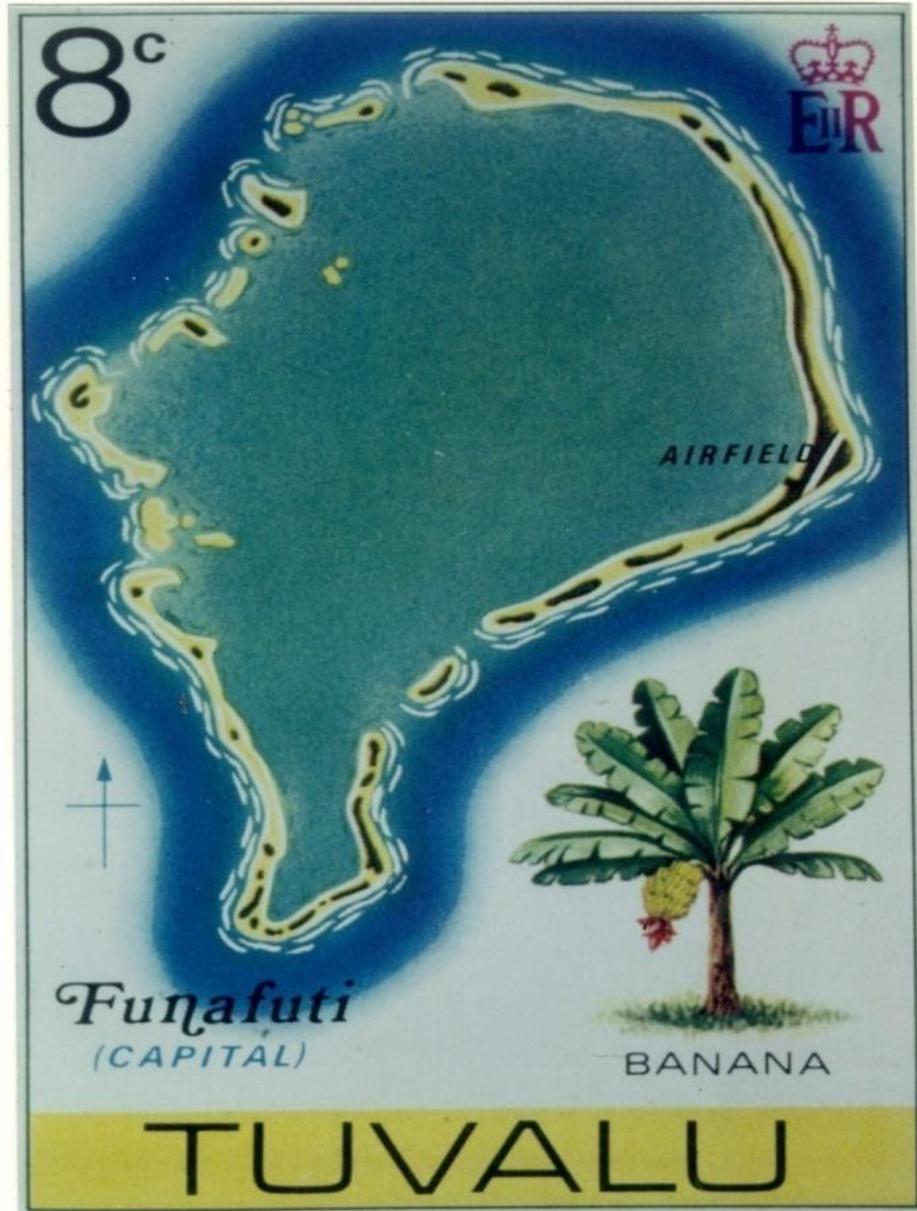
新しい生物起源の土砂

注: 2007年の堆積物は津波による流送土砂の上に積もっている

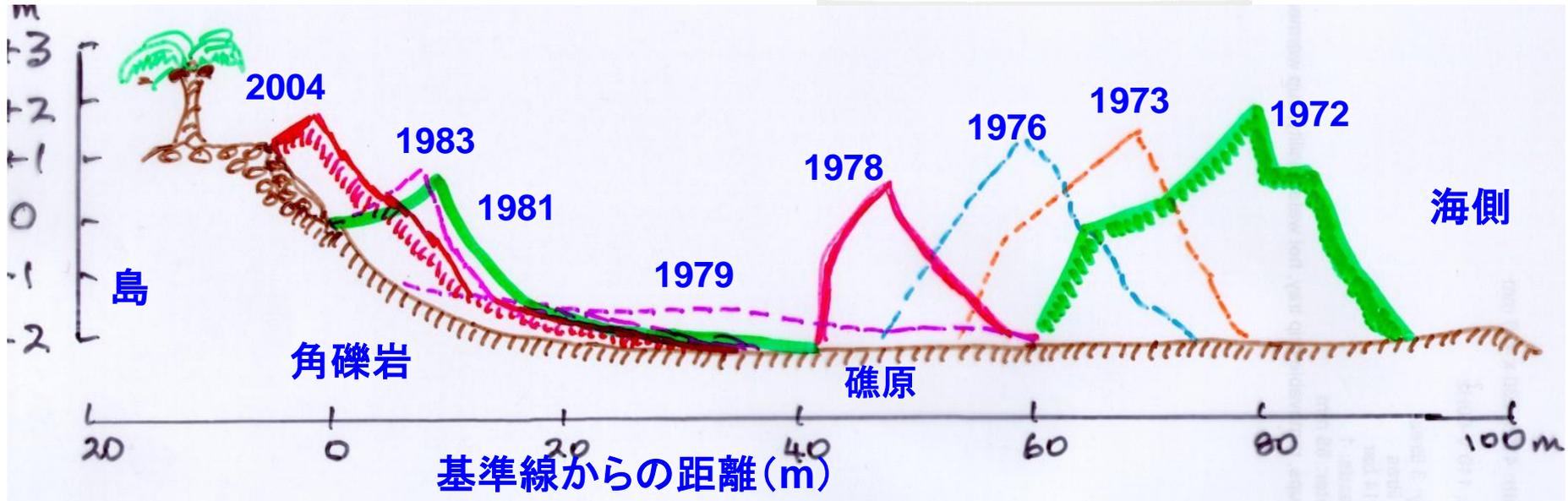
結果: 島の海拔が上昇した



例 3: 1972年10月
フナフティ環礁を襲った
ハリケーン・ベベ



ハリケーン・ベベ
の事後調査、
フナフティ環礁
プロフィール 3
1972-2004年



新たな力の均衡が確立されるまでに時間が必要である

重要ポイント

1. 環礁島は礁から島へ、島から礁への緊密かつ動的な結びつきを持つサンゴ礁の生態系の一部である。
2. 環礁島は、下記の条件が満たされることにより持続可能になり得る。
 - 健康で生産的な礁に囲まれている
 - 礁と島の間流送土砂の通り道をふさぐ障害物がない
 - 気候、海面、その他の推進要因における新たな、かつ継続的な変化に適応する（「自然的に適応する」）時間が与えられる
3. 環礁と島のシステムの自律的適応を計画的に行うことが可能である
4. これを行うことにより、環礁列島の一部の礁と島を開発・維持し、他の島の条件が悪化して居住が継続できなくなった場合に、安全弁として利用することができる

高波によるマレの水害:
2010年7月22日 (モルジブニュース)



以下の皆様に御礼申し上げます。

- 長期的調査の実施にあたり許可と支援を与えてくれた
モルディブ政府およびツバル政府
- 現場で共に働いた現地スタッフと多くの同僚および
共同研究者
- 地球温暖化防止とサンゴ礁保全に関する国際会議
(於: 沖縄科学技術大学院大学 2013年6月29日~30日)
に私を招待してくれた日本の環境省