

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別中間評価報告書

1. 研究課題名

海面上昇に対するツバル国の生態工学的維持

2. 国際共同研究期間

2009年4月～2014年3月

3. 研究代表者

3. 1. 日本側：茅根 創（東京大学・大学院理学系研究科・教授）
3. 2. 相手側：Mataio Tekinene（ツバル国環境局・局長）

4. 研究概要

本研究は、地球規模の海面上昇やローカルな環境変化に対し脆弱なツバル国において、沿岸生態系の保全・修復および人為支援による砂の供給・運搬・堆積過程の促進によって、将来の海面上昇に対して復元力の高い海浜を再生するとともに、それを継続的に維持する人的資源をツバル国内に構築することを長期目標とする。

具体的には、ツバル国フナフチ環礁において、生態、リモートセンシング、海岸工学、地学調査を行って、サンゴと有孔虫による砂の生産、運搬（沿岸漂砂）、堆積速度を見積もり、「ハビタット・砂収支地図」をまとめる。同地図上で、人為活動による生産量の減少、運搬・堆積が阻害されている海岸を特定して、生態系の修復・強化や運搬・堆積過程の人為的補助によって、砂の堆積量がどのように促進されるかを、現状と海面上昇後のツバルについて予測・評価し、海岸侵食対策や海岸管理計画の策定を支援するとともに、モニタリングの体制を構築する。さらに砂の生産の場でありながらその劣化が著しいサイトを特定し、サンゴと有孔虫の移植・増殖による砂生産の再生と長期的な島の維持を図る。

5. 評価結果

総合評価（A：所期の計画と同等の取組みが行われている）

沿岸生態系や砂の運搬・堆積の解明とモデル化、それらのモニタリング技術の開発および砂の生産・運搬・堆積を促進する生態工学技術の開発についての研究が着実に進められており、それらを活用した海岸保全管理策の構築に向けての優れた成果が最終的に期待できる。現在までに、有孔虫・サンゴのハビタッ

ト（生息域）マップの作成、砂の生産－運搬ポテンシャルの推定、砂の生産・運搬・堆積の阻害要因の特定、砂浜再生の生態工学技術のひとつである有孔虫飼育・増殖・移植実験の着手などにより、技術の実証と成果発信が実現できる見通しである。

さらに、当初技官レベルであったツバル側カウンターパートが研究者として自覚を持って研究に取り組むことができるまで育成されつつある。また、日本側の4名の若手研究者が生活・研究環境の厳しいツバルにおいて、自ら創意工夫しながら研究を遂行するなど日本側人材が育っていること、マーシャル諸島などのその他の環礁国からも本研究への関心が示されていることなども評価できる。

これらの進捗状況に鑑み、研究計画は適切であり、その計画が着実に実施されていると判断される。

国家予算の安定的確保、ゴミ処理、水質汚染と言ったツバルが抱える包括的な問題もあるが、政策立案・決定者、市民、援助機関などに対して、ツバル環礁州島の成立機構と砂の生産・運搬・堆積阻害要因を解明し、それら成果に基づいて生態工学と海岸工学を融合させた砂浜再生技術の見通しを明示していることは大きな価値がある。

プロジェクト対象範囲外にあってツバルが直面しているローカルな環境問題は多く残されており、根本的解決は短期的に困難であると思われるものの、海岸線保全の植物活用、水質環境保全活動やメンテナンスを含むインフラ整備などに関する考えを提言としてまとめ、プロジェクト終了後のさらなる展開につなげるようにすることも期待したい。

また、これまでに判明した砂浜再生技術の実現と深い関連を持つ水質汚染の改善やコーズウェイの改変などについては、本研究プロジェクトですべての解決を行うことはできないまでも、今後の方策に関わる組織・機関への提案・連携の検討などが望まれる。

本プロジェクト終了後に残されるこれらの課題も念頭に置き、引き続き国際共同研究が進められることを期待する。

5-1. 国際共同研究の進捗状況について

本プロジェクトは、4つの研究班、すなわち、(1)リモートセンシング班：ツバル海岸環境マッピングと維持機構の解明（相手国担当機関はツバル国土地

測量局)、(2)海岸工学班:ツバル海岸の浸食・堆積過程の解明(同土地測量局)、(3)地形・生態班:ツバル海岸の地形・生態的維持機構の解明(同環境局)、(4)有孔虫班:有孔虫増殖の基礎的研究(同水産局)で構成されている。人口1万人弱のツバルでは、政府組織の各部局の職員数が数名程度しか配置されておらず、カウンターパートとなる技官も少数である。そのような中、日本側研究代表者による強力なリーダーシップの下、全体として研究は当初の計画通りに進んでいる。

研究開始当初に日本国内(福岡)で有孔虫飼育実験に着手しながら、ツバルでの生態・地形調査等を実施した。それにより、ツバル・フナフティ環礁のサンゴや有孔虫の生息域の分布、海浜地形変化とその要因、日本での有孔虫の飼育・成育条件、有孔虫飼育実験装置の運用といった国内と現地での研究から得た知見をもとに、ツバルでの有孔虫飼育・増殖実験装置の設計や砂の供給・運搬・堆積促進支援技術の開発に反映することができ、効率的に研究を進めている。

また、当初計画の中にはなかったが、砂の運搬・堆積に影響するコースウェイ開削に対する評価レポートをとりまとめた。長期的な波浪・流動外力の観測および生態系や地形変化への影響等を基にした更なる詳細な検討を必要とするが、コースウェイが有孔虫砂の移動を妨げていること、コースウェイに水路を造ることにより、礁湖側に外洋側に分布する有孔虫が流れ込み、礁湖側の砂浜の生成を促進する可能性があることをツバル国政府関係者が一堂に会する場で報告するなど、研究成果の効果的な発信を行っている。

論文誌への発表(国内2件、国際2件)や国内外の学会等での口頭発表(国内3件)が着実になされている。ツバル政府関係者のみならず、マーシャル諸島、沖の鳥島などでの生態工学的技術を活用した州島形成促進に関する助言などが、それぞれの政府関係者から研究代表者に求められており、この研究は国際的に高く評価されている。また、毎年ツバル国内の政策決定者、政府関係者、住民代表に向けて、本プロジェクトに関する研究成果の報告会を開催し、積極的な研究成果の発信を行っている他、有孔虫飼育・増殖技術等の生態工学的技術を活用した州島形成促進に関する企業との意見交換などを進めており、今後の発展が期待される。

上記に加えて、緊急的・短期的な海岸浸食への対策事業調査「ツバル国におけるエコシステム評価および海岸防護・再生計画調査」の対策工法に対する科学的な助言や提言などを行い、ツバル国関係者により、当初検討されていた計画から、永続的に復元力の高い海岸・国土を再生する点を考慮した養浜工法(を用いた計画)への変更が検討されるなど、本研究で得られた成果が活用さ

れつつある。

5-2. 国際共同研究の実施体制について

これまでの経験や洞察力を基に、研究代表者がリーダーシップを発揮して、地球科学、生態学、リモートセンシング、海岸工学など異なる専門分野の研究者のベクトルを合わせて研究チームをとりまとめており、ツバル国政府からも信頼されて共同研究が進められている。また、人口1万人弱で人的資源も限られるツバルにおいて、カウンターパートである相手国研究者の研究開発能力向上にも精一杯のことがなされている。しかしながら、本プロジェクトの実現に深く関連する周辺問題の解決を図るために、水質対策や陸上植物などを担当できるツバル側研究者や機関との連携なども望まれる。

投入機材については、有孔虫飼育・増殖実験装置、分析機器、波高・流速計などがツバル側のカウンターパート（水産局、環境局、測量局）に配備され、現地観測やツバル側研究者との共同研究に有効に活用されている。同様に、日本国内においても、福岡に設置された有孔虫飼育・増殖実験装置や共同研究機関である琉球大学に設置した機器により、有孔虫の細胞学的研究や生育・増殖条件のメカニズムの基礎的研究が実施されている。また、ツバルにおける生物資源の取扱いの規則など十分に理解し、相手国政府の信頼を得ながら、研究・調査が進められている。

5-3. 科学技術の発展と今後の研究について

本研究課題は、将来起こる海面上昇への海岸・海浜保全に対してコンクリートによる防波堤などの従来型の対症療法的対策のみを講じるのではなく、詳細な現状分析に基づいた生態工学的対策技術等も活用しながら本来の州島が持つ国土形成力を再生しようという国内外で類がない先導的な試みであり、科学技術上の成果は十分期待できる。

着実な現地調査や問題解決に必要と考えられる要素の基礎的研究に加えて、温暖化・海面上昇・島の消失など喧伝された問題認識にとらわれず、本質に迫ろうとする取り組みは興味深い。特に、グローバルな問題とローカルな現地特有の問題を勘案し総合的に解決の方策を探ろうとしており、基礎的研究で得られるさまざまな成果は、同様な問題を抱える地域に対して貴重な参考となる。一方で、問題の解決は、生態工学的対策技術や方策のみで決まるといような過大な期待や思い込みを抱かせないような、ツバル関係者への適切な啓発・助言が必要と思われる。

日本側若手研究者の参画が研究計画の中に適切に組み込まれ、かつ現場での研究実施の過程で、ツバルにおける問題の発掘、その対処の仕方を学んできており、人材育成効果は期待できる。科学技術の最先端を磨くと言う視点からは必ずしも十分な環境となっていないものの、日本側若手研究者の現地滞在期間が長ければ、研究そのものもさることながら、現地におけるさまざまな困難や

問題を解決する交渉・調整力の涵養に役立ち、グローバル化に今後大きく貢献できる若手育成の有効な舞台として更に機能すると思われる。

また、本研究課題の知見は、他の環礁国や沖の鳥島での国土の維持・再生に応用可能かという照会もきていることに鑑み、ツバル国のみならず、その他の環礁州島での展開も視野に入れる必要がある。地球規模課題および我が国の科学技術の貢献という面では十分期待できる。

5-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

本研究課題は、当初ツバル側研究体制が脆弱な中で開始されたものの、ツバルの科学技術・教育レベルと社会環境の中で、出来る限りの人材育成に向けて尽力をしている。カウンターパートの若手研究者の意欲も十分にあり、有孔虫増殖に向けた有孔虫の個体群動態の季節変化について学会発表を行うなどすでに大きな実績を上げつつある。しかしながら、このプロジェクト期間中に自立性・自主性を持ってプロジェクトを管理・継続出来るツバル側人材を育成するまでは困難であり、プロジェクト終了後もある程度の支援を続ける必要がある。

研究成果そのものについては、政策への反映などが大いに期待できるが、実際に政策を実行するにあたり、我が国の政府開発援助（ODA）も含めた外部資金の獲得をツバル政府が働きかけることが可能となるように、本プロジェクトが支援することを今後の活動の中で検討することが必要である。

本プロジェクト終了後に、どのような成果が残り、また継続・発展的な取り組みができるかについての状況を把握することも、本プロジェクト進行中から検討しておく必要がある。他の環境問題に携わる組織や機関との連携も検討することで、本プロジェクトの成果の利用が見込まれる。

本プロジェクトの成果が、ツバル国の海岸保全管理策として採用されるようになるためにも、研究成果やシナリオの妥当性の最終的検証を更に定量的・具体的に提示することも期待される。

5-5. 今後の研究の課題

(1) 水質が劣悪化したツバルの海岸域に対して、本プロジェクトで提案した砂生産・運搬・堆積を促進する生態工学的技術手法を直ちに広く適用することは難しい。しかしながら、現在の研究成果を今後活用してもらうために、相手国側の研究体制の確保や現地の社会的な状況を考慮しながら、有孔虫の生育や砂浜再生技術実現の大きな阻害要因として重要性が指摘された水質劣悪化への取り組みの具体化などの適用策やメンテナンスを含むインフラ整備などに関す

る考えをまとめ、プロジェクト終了後のさらなる展開につながるような提言を期待したい。

(2) 本プロジェクトのシナリオ（有孔虫、特にバキュロジプシナによる砂生産の向上・砂の運搬・移動の方向変化と希望する場所への移動促進、希望する海岸における砂の堆積と滞留の促進）の妥当性の検証に必須と思われるコースウェイ改変工事については、本プロジェクトの成果（コースウェイにおける水位差測定の結果、外洋からラグーン向きに強い流れが生じる可能性が示されたことは、コースウェイ改変後の砂移動ポテンシャル推計の精度向上やラグーン内の水質変化予測などに活用できること等）を周知させ、引き続き関係者の理解を得る努力が必要である。

(3) 有孔虫の生産とその活用が実際に砂浜再生に効果があるレベルか否かを更に明確にしてもらいたい。

(4) 若手研究者の現地滞在期間の延長による、研究のみならず調整・交渉・コーディネートなどをグローバルな視点で行えるような包括的な人材育成を続けて頂きたい。また、相手国人材の質と量の確保も積極的に進めて頂きたい。

以上

付随的成果

国連気候変動枠組条約による国別行動計画(NAPA)への貢献

日本を含む島嶼国の環礁州島地形での海岸保全管理海岸保全管理政策への貢献

特許出願

レビュー付雑誌への掲載

日本側・相手国人材育成

「リモートセンシング」:
ツバル海岸環境マッピングと維持機構の解明

「海岸工学」:
ツバル海岸の浸食・堆積過程の解明

「地形・生態」:
ツバル海岸の地形・生態的維持機構の解明

「有孔虫」:
有孔虫増殖の基礎的研究

上位目標

沿岸生態系の保全・修復および人為支援によって砂の生産・運搬・堆積過程を促進し、将来の海面上昇に対して復元力の高い海岸・国土を再生する

人間活動と人工構造物の影響を組み込んだ沿岸域の砂の供給・運搬・堆積を促進する支援策がツバル国の海岸保全管理策として採用される

プロジェクト目標

沿岸生態系保全、人間活動の影響を組み込んだ砂の運搬・堆積促進支援モデル・モニタリング技術(手法)の開発

砂の生産・運搬・堆積を促進する生態工学的技術の確立

環境保全に配慮した海岸侵食防止モデルの開発(モデル精度:50%以内)

支援策によって5年で100m程度の砂浜がつくことが、シミュレーションと現場実験によって検証できる

長期的モニタリング体制の構築

ハビタット再生計画

人間活動や人工構造物(既存、新規)の砂収支等の影響評価(精度:50%以内)

現場最適環境評価

増殖最適条件の解明と評価による有孔虫増殖実験技術の開発(自然条件(年2L/m³)の10倍)

砂収支等を与える阻害要因特定

有孔虫の生活史解明(クローン発生過程、環境・栄養条件による成長過程)

地形変化モニタリング手法確立

砂収支・ハビタットマップの作成(解像度10m, 精度10m³)

沿岸流と砂の運搬過程モデルの開発(誤差:50%以内, ポテンシャルベース)

有孔虫の飼育成功

地形・生態調査

リモートセンシング

海岸工学

地形・生態

有孔虫



図1 成果目標シートと達成状況(2011年9月時点)