

課題名	B-15 環礁州島からなる島嶼国の持続可能な国土の維持に関する研究		
課題代表者名	茅根 創（東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻）		
研究期間	平成15-19年度	合計予算額	137,206千円（うち19年度 26,913千円） ※上記の合計予算額には、間接経費 31,180千円を含む
研究体制	<p>研究体制</p> <p>(1) 環礁州島の自然（地形-生態）プロセスに関する研究（東京大学）</p> <p>(2) 環礁州島の人間居住-自然環境の相互作用に関する研究</p> <p>1) 環礁州島の地形発達史と人間居住に関する研究（帝京平成大学）</p> <p>2) 環礁における人間居住に関する研究（慶應義塾大学）</p> <p>(3) 環礁州島形成維持プロセスの統合モデルと変動予測、モニタリングに関する研究</p> <p>1) 環礁州島のモニタリングとGISによる診断手法に関する研究（国立環境研究所）</p> <p>2) 環礁州島の地形維持機構に関する研究（茨城大学）</p>		
研究概要	<p>研究概要</p> <p>1. はじめに（研究背景等）</p> <p>島嶼国、とくに環礁上の州島は標高が1-3mと低平で、利用可能な土地と資源が限られており、地球環境変動に対する脆弱性が著しく高い。IPCC第4次報告によれば、今世紀の地球温暖化に伴う海面上昇は19-58cmとされる。この海面上昇によって、環礁州島は水没と海岸浸食の激化によって、国土自体が喪失してしまうことが危惧されている。すでにツバルなど一部の州島では、海面上昇による水没が始まっていると報道され、早急な対策がのぞまれている。しかしながら、環礁州島の多くは正確な地図さえなく、州島がどのように形成・維持されているのかも不明なままであった。基本的な維持機構すらわからないままに人工構造物などによる対策を建てると、州島の維持機構までも破壊してしまう可能性がある。</p> <p>環礁州島の形成と維持には、州島を作る砂の物理過程だけでなく、州島の海側のサンゴと有孔虫が石灰質の生物遺骸片を生産して砂を供給する生物過程や、州島に居住する人間のココヤシやタロイモ栽培などの伝統的な植生管理（農耕森林管理）が重要な役割を果たしている。一方で、サンゴ礁の生物過程は地球温暖化の進行と州島の開発によって、人間の植生管理は島嶼国の経済システムの変容によって、いずれも崩壊の危機にある。環礁州島の危機は、地球規模の環境ストレスとローカルな環境ストレスが複合的に作用して起こっている問題である。環礁州島の地形形成と生態プロセスの相互作用、人間居住-自然環境の相互作用に基づいて、その維持機構を解明して変化を監視・予測し、適切な対応策をとることが、環礁州島からなる島嶼国の国土と経済基盤の維持をはかり環境変動に対する対応戦略を策定する上で必要である。</p> <p>2. 研究目的</p> <p>上記の点をふまえて、本課題では以下の4つの目標を定めて、西太平洋型の環礁であるマーシャル諸島共和国のマジュロ環礁と、ツバル共和国のフナフチ環礁において現地調査を行った（図1）。西太平洋型環礁は、台風や暴風の影響下にあり、過去の高海面からの低下に伴って形成された州島であり、太平洋の環礁国家の主要な型である。</p> <p>(1) 環礁州島の自然（地形-生態）プロセスを明らかにして、基本的な地形構成と形成過程、形成に関わる生態要因を明らかにする（サブテーマ1）。</p> <p>(2) 地形形成に伴う人間居住史を復元して、環礁州島の人間居住と自然環境（地形、植生）の相互関係を明らかにする（サブテーマ2）。</p> <p>(3) 州島地形の現在の変化と、それに関わる物理条件を明らかにする（サブテーマ3-2）。</p> <p>(4) リモートセンシングとGISによって地形変化をモニタリングして診断する手法を構築する（サブテーマ3-1）。</p> <p>こうして得られた成果は、現地の関係者や住民に還元するとともに、海面上昇に対する国土・海岸の保全・管理に関わる政策や具体的な現地施策への適用をはかる。</p>		

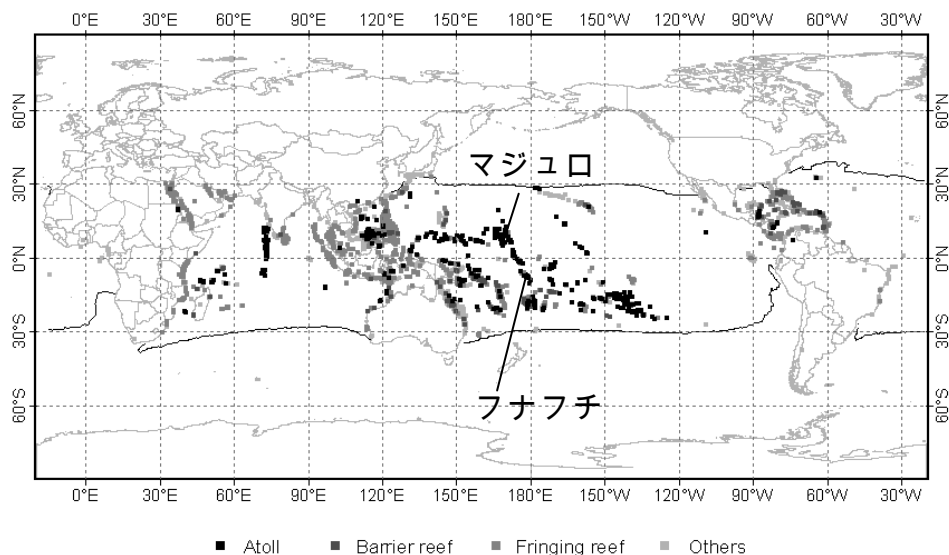


図1 世界の環礁分布（黒点）と調査を実施した環礁。

3. 研究の方法及び結果

(1) 地形-生態プロセス（サブテーマ1）

環礁州島の地形は、海側からサンゴ礁礁原- ストームリッジ- 中央凹地- ビーチリッジの順に配列する（図2）。ストームリッジと中央凹地の下部はサンゴ礁から、中央凹地の上部は無層理の粗粒-中粒砂層から、ビーチリッジと中央凹地の上部の一部は葉理の発達した中粒砂からなる。年代測定の結果は、中央凹地下部の礫層と無層理砂層は、海面低下に伴って2000年前に数10年以内に形成されたことを示す。人々の初期居住は、島の形成とほぼ同時であった。

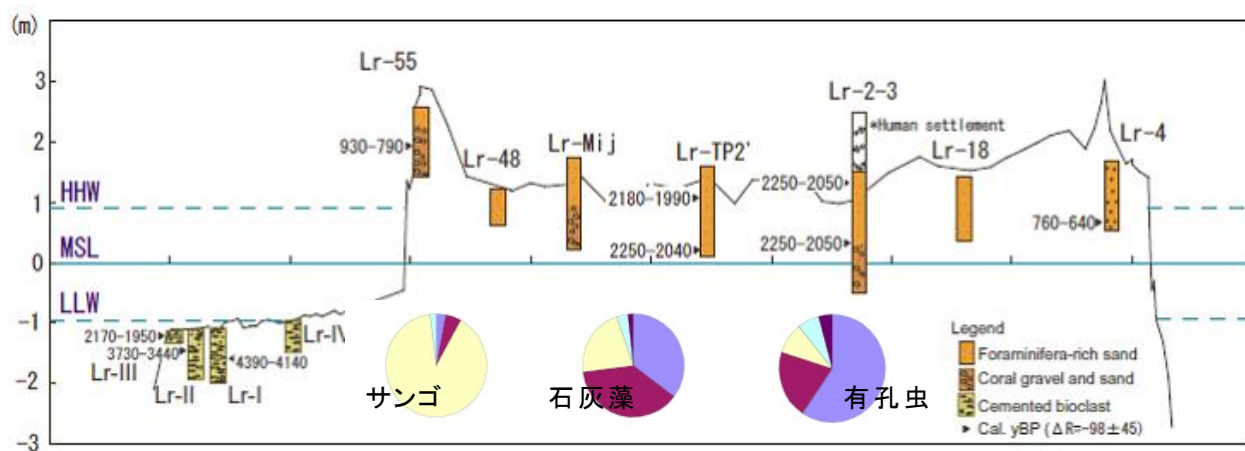


図2 マジュロ環礁ローラ島の地形断面。

州島の堆積物の構成は、サンゴ礁、有孔虫砂、石灰藻片他でほぼ1:1:1である。このうち有孔虫砂は、現在の海浜を維持するもっとも重要な堆積物である。マジュロ環礁の礁原に多い有孔虫は *Calcarina* と *Amphistegina* で、風上側に位置する外洋側礁原の低潮位線付近や、州島間の水路に多く棲息する。生産量は、風上側かつ自然条件下の地域の外洋側礁原でもっとも多く、礁湖側や風下側、人為的影響下の礁原では少ない。

有孔虫の棲息密度と州島の人口には負の相関が認められる。マジュロ環礁では、人口の増加や人間活動によって地下水の栄養塩濃度が高くなっており、栄養塩濃度の上昇が有孔虫へ直接的・間接的影響を与えることで、有孔虫の棲息密度が減少したと推測される。マジュロ環礁全体では人為影響が現れる以前には、年間15000m³の有孔虫砂生産ポテンシャルがあり、そのわずか1%にあたる200m³が沿岸漂砂によって運搬・堆積して島の地形が維持されていたと推定される。しかしながら現在は、生産ポテンシャルがわずか330m³と大幅に減少してしまった。現在は、地形の維持に十分な有孔虫の生産がない可能性が高い。

(2) 人間居住—自然環境の相互作用 (サブテーマ2)

1) 地形・植生と人間居住 (サブテーマ2-1)

環礁州島は動的な地形である。伝統的な環礁の集落は変動性の大きな地形に成立し、その生活は環境の変化に対応して動的均衡を保ちながら展開した。安定的な居住を可能にした州島の形態を地形発達過程と考古学的調査の結果にもとづいて明らかにした。その結果にもとづいて環境変動に対応した居住地の選定を提示した。

人間の居住空間に組み入れられた環礁の植生は社会的、文化的、経済的要因によって急激な変更をうける。先史ポリネシア人は自らの移動に際してさまざまな有用植物を導入し、自生種を組み合わせながら植物社会を豊富化した。とくに広汎な適応性をもつココヤシを広く栽培して、多層的な植物の管理と利用をおこない、持続的なアグロフォレストリーを確立したことは環礁における生計生産の最も大きな特色である。このシステムは近代になってからはコプラ生産と結びつきながら維持されてきたが、1980年代以降、世界市場の変化のなかで衰退した。それは植生の荒廃を招いただけではなく、島の人々の環境知識を奪い、海浜植生による海岸線の保全効果を失わせた。脆弱化した州島の自然は脆弱化した社会文化システムと一体であって、単なる工学的な対応だけでは、持続的な保全にはならない。これらにもとづいた対応策を提示した。

ツバル・フナフチ環礁フォンガファレ島は太平洋戦争における軍事基地化によって、未発達な州島地形が著しい改変をうけた。引き続き、急激な都市化によって伝統的な社会秩序が崩壊し、過剰人口や市場経済によって土地運用の混乱が起こった。硬直化した都市形態が環境変動によって著しく脆弱化していることを検討し、環礁州島における持続的な生存の可能性を提示した。

2) ローラ州島における地形形成と人間居住史 (サブテーマ2-2)

起伏に富んだこの地形がいかなる歴史的経緯をもつのか検討するために、ローラ州島でもっとも幅の広い測線上で8地点の発掘調査を実施した。検出された遺構の種類と炭化物からえられた放射性炭素年代を整理したところ、およそ2000年前に人間の居住がはじまり、その後1000年ほどかけて活動空間が外洋側とラグーン側に次第に拡大してきたことが明らかとなった(図3)。興味深いことに、発掘トレンチを共有した地形学と堆積学の共同研究者によると、基盤となる離水サンゴ礁や州島の堆積物を構成する有孔虫の年代から、2100-1900年前ごろに離水サンゴ礁上に砂礫が堆積しはじめ、600年前には現在と同じ位置まで海岸線が前進したという。

マジュロ環礁にはじめて到達した人々は、まさに姿を現したばかりのローラ州島に上陸したことになる。その脆弱な環境のなかで人間の居住を支えたのは、人間自身による州島への働きかけだったのではないだろうか。発掘からえられた年代資料は、明らかに意図的な耕地の掘削が初期居住からおそくとも100-200年の短いあいだに始まったことを示している。ピット耕地の景観構築には淡水レンズが不可欠だが、それとともに地下水を利用するための知識と根茎類そのものが必要となる。歴史言語学ならびに周辺島嶼の考古学的証拠からみて、マーシャル諸島の初期居住集団はソロモン諸島やバヌアツ周辺の後期ラピタ文化に由来する可能性が高い。マジュロにたどりついた人々はおそらく人類としてはじめて孤立し

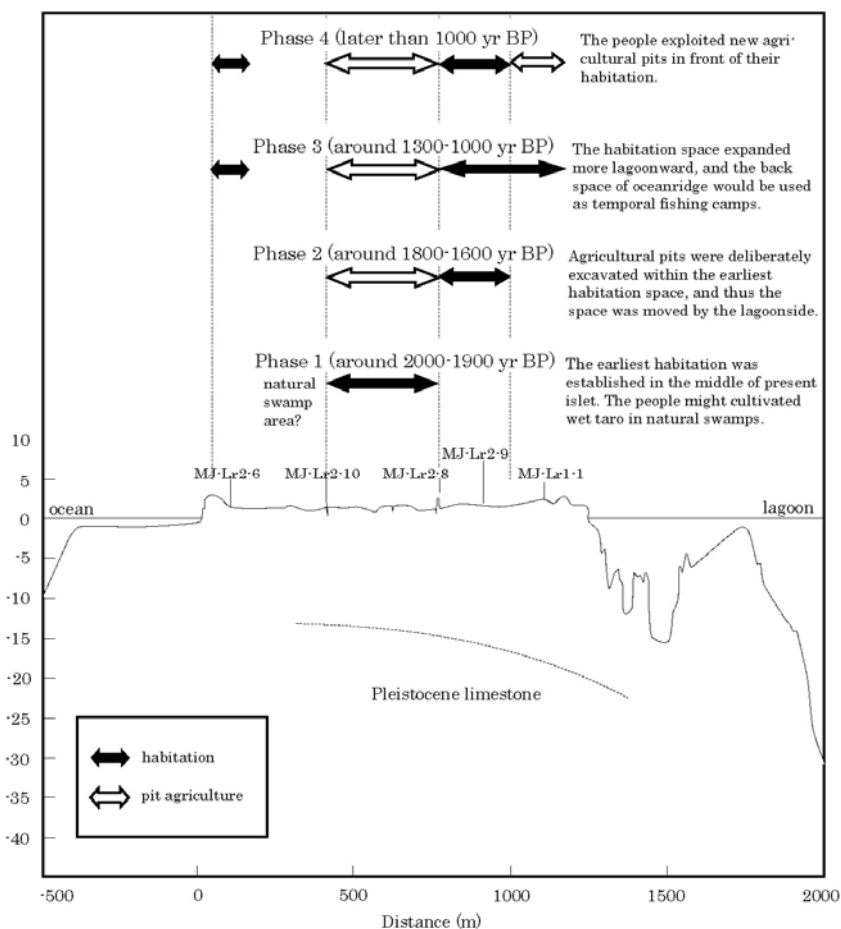


図3 マジュロ環礁ローラ州島の景観史。

た環礁州島に直面したはずだが、湿地環境の利用方法と根茎類を故郷から運ぶことによって、生まれたばかりの州島に住処をつくり出すことができたのだろう。

州島はまた、みずからも姿を変えていった。マジュロ環礁を含む海域では、完新世後期の低潮位線が離水サンゴ礁の高さを十分に下まわった時期についてAD1100年ごろと見積もられている。おそらく、この海面低下に対応してローラ州島の海岸線が前進したと考えてよい。いずれにしても、陸地の拡張は地下水レンズの拡大と水質の安定化を意味する。したがって、現在みることのできるローラ州島の景観は、地形発達の影響に対応する形で、居住空間の配置を調節しながらピット耕地の総面積を増やしてきた人間の営為による歴史的産物ということになる。なお、現在の景観を構成する要素は1000-600年前にはほぼ出揃っていたとみてよい。

(3) 州島地形の現在の変化 (サブテーマ3-2)

環礁州島における気候変動・海面上昇に対する適応策を提案することを目的として、現地調査と数値計算、および空中写真・衛星画像解析により州島の地形維持機構の解明を行った。現地調査はマジュロ環礁とフォンガファレ島で行った。現地調査では、まず海岸付近の踏査を行い、海岸地形、底質、海岸植生、陸側の土地利用の状況を調査した。その結果、ラグーン側海岸では比較的砂浜が豊富に存在しているものの侵食傾向であること、また外洋側海岸は礫浜となっていることが分かった。侵食傾向にある海岸では海岸植生の根も侵食されていた。また、マジュロ環礁のローラ島の海岸で断面地形測量を行い(2006、2007年)、同じ測線でSOPACが実施した測量結果(1997、1998年)と比較した結果、ローラ島先端部において激しい侵食傾向が見られる以外は、大きな変化は見られなかった。これは、最近10年間に大きな暴浪が来襲しなかったためと考えられる。

次に、ローラ島周辺、ロングアイランドのラグーン側海岸において流速場の定点観測を行った結果、ローラ島先端部付近では潮汐流が、それ以外の海岸では波浪による往復流が流れ場の主たる要因となっていることが明らかとなった。さらに、汎用的な波浪変形数値モデルを用いて、マジュロ環礁周辺の波浪場の計算を行い、汀線変化モデルと同様の仮定をおいてローラ島海岸の土砂変化量を算定したところ、断面地形測量の比較結果をほぼ再現することができた。また、海岸域での土地利用の変遷や海岸植生域の変化の海岸地形維持機構への影響を考察するために、フォンガファレ島およびマジュロ環礁において、地質調査図、空中写真、衛星画像を用いて最近20年間程度の海岸域の土地利用変遷と海岸植生分布について調査した。その結果、フォンガファレでは、海岸植生は州島の端部かつラグーン側海岸でより顕著に減少していたことが分かった。また、ローラ島で海岸植生分布と海岸地形変化傾向について比較したところ、明確な対応は見出せなかった。以上の知見をもとにローラ島において海岸の保護を主眼にした、土地被覆と海岸植生を考慮に入れたゾーニングマップを作成した。

(4) リモートセンシングとGISによるモニタリング・診断手法の構築 (サブテーマ3-1)

環礁州島の形成維持機構の解明や脆弱性の評価、適応策の支援のために、リモートセンシングと地理情報システム(GIS)を活用して、1) 基盤情報の整備、2) 類型化、3) 脆弱性評価、4) 予測と適応策への応用に関する研究を行った。

1) の基盤情報の整備においては、環礁州島の形成維持に関わる要因のグローバルデータベースの構築をおこなった。また、衛星データの環礁州島マッピングに対する適用性を明らかにした。

2) の類型化においては、物理環境によって海域を類型化し、代表調査地選定の支援を行うとともに、衛星データによる環礁州島の類型化を行い、適用策の一般化に向けた体制を整備した。

3) の脆弱性評価においては、類型化された州島と人間居住との関係を検討した結果、州島のタイプごとに永続的な利用に適する州島/適さない州島の区別が可能であることが示された。また、現在高潮位時に洪水の起こっているツバル・フォンガファレ島において108年間の土地利用と社会経済状況の変化を解析し、現在の脆弱性が、地球規模の要因(海面上昇)と地域規模の要因(土地条件と社会経済条件)の複合によるものであることを示した。

4) 予測と適応策への応用においては、グローバル規模で州島面積と州島の形成維持に関わる要因を定量的に評価する統計モデルを開発した。海面が上昇した場合の予測を行い、地域的な要因が州島の形成維持に重要であることを示した。歴史を再構築して脆弱性をもたらす地域規模での要因を明らかにすることによって、脆弱性の診断と適応策の立案が可能となることが期待される。こうした歴史情報と現在の地形情報に基づいて海面上昇に対する脆弱性を評価したハザードマップを現地政府に提供し、管理計画に貢献した(図4)。

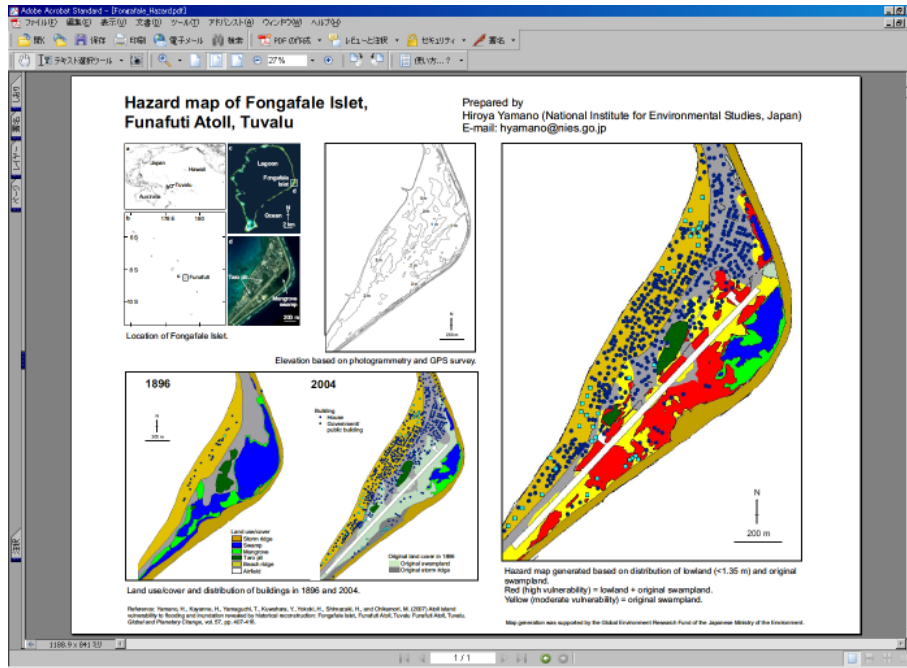


図4 歴史情報と現在の地形に基づいて作成されたハザードマップ。

4. 考察

環礁州島の問題は、決して「海面上昇による水没」という単純なものではない。地球温暖化によってサンゴが白化すれば、サンゴ礁が劣化して海面上昇に追いついて地形を作るポテンシャルだけでなく、島を作る砂礫の供給ポテンシャルも落ちる。サンゴ礁の劣化は、環礁国の人口増加や経済成長に伴うローカルな環境ストレスによっても起こる。また、経済活動の変化やライフスタイルの変化によって、土地や植生管理システムが崩壊し、これが州島地形の自然の安定化機能を損ねている。このように、環礁州島の危機はグローバル・ローカル両方の環境ストレスが複合したものであり、現在発生している問題は主にローカルな要因によるものである(図5)。ローカルな要因によって、今世紀予測されている地球規模変動に対して脆弱性の高い州島になってしまっている。

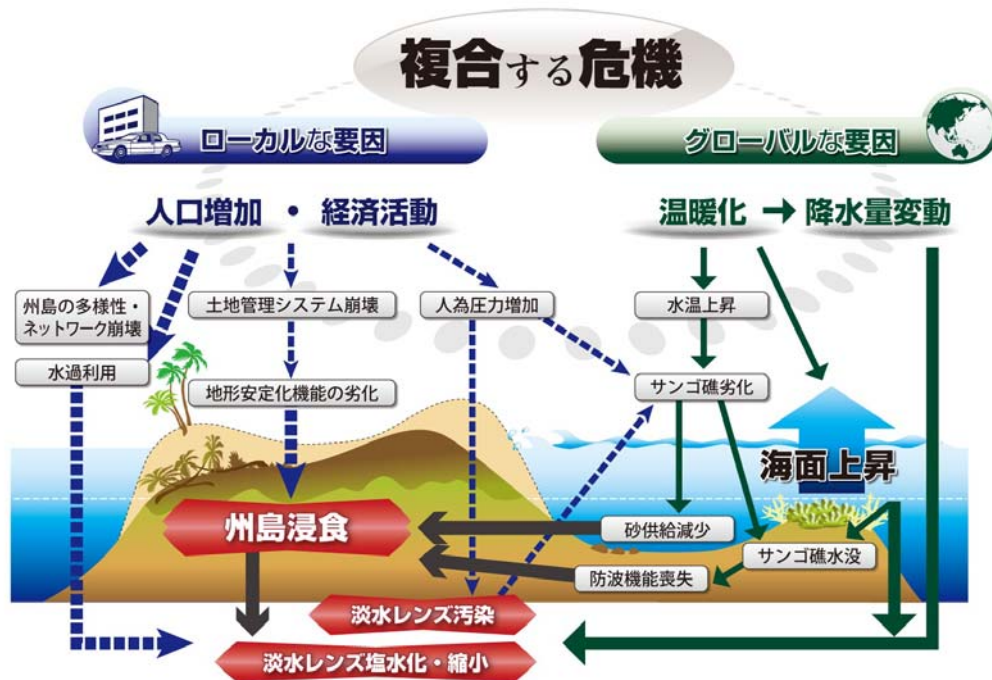


図5 環礁州島の複合する危機。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

環礁の水没が国際的な関心を集めているにも関わらず、環礁州島地形の形成過程や維持機構、人間との関わりについて科学的なデータはほとんどなかった。

本研究によってはじめて、環礁州島の基本的な地形構成とその形成・維持過程が明らかになった。さらに、地形を維持する堆積物として有孔虫砂の役割に着目して、その定量的な評価を行った。また、地形形成と人間居住の相互作用の歴史を復元して、人間による土地と植生管理の役割を評価し、こうした人間の役割が最近数10年の人口増加と経済活動の変容によって崩壊していることを指摘した。州島地形が海面上に現れたのが2000年前で、形成とほぼ同時に人間居住が始まり、それ以降現在まで継続していることは、島の資源が貧弱で人の居住には適さないとされていた従来のイメージを覆すものである。

本研究ではまた、低平でリング状という環礁地形に適した、マッピング技術と流れの場、漂砂モデルの構築に成功した。また過去の画像情報に基づいて、海岸地形や植生、土地利用や土地改変の歴史を復元して、島の脆弱性を評価する手法を開発した。得られた結果に基づいて、近年の海岸浸食の状態を評価するとともに、人口増加に伴う低平な土地への居住地の拡大がグローバルな環境変動に対する環礁州島の脆弱性を高めていることを明らかにした。

(2) 地球環境政策への貢献

人間の土地・植生管理システムが崩壊し、ローカルな環境ストレスが生態系の劣化を通じて州島地形の維持機構をも破壊していることを定量的に評価したことに基づいて、グローバルな環境変動に対処するためには、ローカルな環境ストレスを軽減し、生態系を保全・再生するとともに、伝統的な土地・植生管理システムを再評価し、州島の収容力に見合った住み方をすることが必要であることがわかった。得られた成果は、ゾーニングマップやハザードマップとして現地を提供するとともに、現地の総合沿岸管理計画等への適用をはかる。

現在、ツバルなど環礁の水没に対して、我が国のODA事業による支援が検討されているが、支援事業に上記の方針を入れることができた。

本研究終了にあたって、環礁州島の持続可能な国土の維持のために、下のような提言をまとめた。

「環礁州島は、気候変動（海面上昇だけでなく、暴風の強度・頻度の変化、水温上昇、酸性化、降水量変化など）と人間活動によって危機にある。環礁州島は、限られた面積と資源を持つ低平な島である。我々の研究によれば、環礁州島はその地形や文化に大きな多様性をもっている。

地形や生態の地理的多様性をより深く理解することによって、環礁州島システムとそれを基盤とする地域社会の適応能力を高めることができる。地形変化モデル、地形と人間の相互作用、堆積物収支だけでなく、水資源、汚染、ゴミ問題など、未解明の問題に対する調査が必要である。

我々は、現在の景観と環境危機が人間と環境の相互作用の歴史的な結果であること、環境のストレスとそれに対する適応能力が、人間活動の小さな州島と、大きな州島とで異なることを理解しなければならない。環境保持力をこうした要因に基づいて見積もることによって、州島の脆弱性を見積もることができる。

また、こうした成果を、トップダウン、ボトムアップ両面から普及しなければならない。」

6. 研究者略歴

課題代表者：茅根 創

1959年生まれ、東京大学理学部卒業、理学博士、通産省工業技術院地質調査所主任研究官を経て、現在、東京大学大学院理学系研究科教授。

主要参画研究者

(1) 茅根 創 (同上)

(2) 1) 近森 正

1935年生まれ、慶應義塾大学文学部卒業、文学博士、慶應義塾大学文学部教授、帝京平成大学情報学部教授を経て、現在、慶應義塾大学名誉教授。

2) 山口 徹

1963年生まれ、慶應義塾大学卒業、NZオークランド大学大学院博士課程修了、PhD in Anthropology (人類学博士)、千葉商科大学政策情報学部助教授を経て、現在、慶應義塾大学文学部准教授。

(3) 1) 山野博哉

1970年生まれ、東京大学大学院理学系研究科卒業、博士（理学）、現在、独立行政法人国立環境研究所主任研究員。

2) 横木裕宗

1965年生まれ、東京大学工学部卒業、東京大学工学部助手、博士（工学）、現在、茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター准教授。

7. 成果発表状況（本研究課題に係る論文発表状況。）

(1) 査読付き論文

- 1) 横木裕宗, 佐藤大作, 山野博哉, 島崎彦人, 安藤創也, 南陽介, 高木洋, 茅根創, Ishoda, A.: 環礁州島における地形維持機構とラグーン内波浪場の関係に関する現地調査. *海岸工学論文集*, **51**, 1381-1385 (2004).
- 2) Kayanne, H., Chikamori, M., Yamano, H., Yamaguchi, T., Yokoki, H. and Shimazaki, H.: Interdisciplinary approach for sustainable land management of atoll islands. *Global Environmental Res.*, **9**, 1-7 (2005).
- 3) Yamano, H., Kayanne, H., and Chikamori, M.: An overview of the nature and dynamics of reef islands. *Global Environmental Res.*, **9**, 9-20 (2005).
- 4) Yokoki, H., Yamano, H., Kayanne, H., Sato, D., Minami, Y., Ando, S., Shimazaki, H., Yamaguchi, T., Chikamori, M., Ishoda, A., and Takagi, H.: Comparison between longshore sediment transport due to waves and long-term shoreline change in Majuro Atoll, Marshall Islands. *Global Environmental Res.*, **9**, 21-26 (2005).
- 5) Yamaguchi, T., Kayanne, H., Yamano, H., Najima, Y., Chikamori, M., and Yokoki, H.: Excavation of pit agriculture's landscape on Majuro Atoll, Marshall Islands, and its implications. *Global Environmental Res.*, **9**, 27-36 (2005).
- 6) Yamano, H., Shimazaki, H., Kayanne, H., Yokoki, H., Yamaguchi, T., Chikamori, M., Tamura, M., Murase, T., Suzuki, Y., Itou, K., Hirose, M., Sano, S., Takagi, H., Watanabe, M., Akimoto, F., Watanabe, S., Yoshii, S., Ishoda, A., Leenders, N., and Forstreuter, W.: Efforts to generate maps of atoll countries. *Global Environmental Res.*, **9**, 37-46 (2005).
- 7) Shimazaki, H., Yamano, H., Yokoki, H., Yamaguchi, T., Chikamori, M., Tamura, M., Kayanne, H.: Geographic database on the natural and socioeconomic conditions of reef islands. *Global Environmental Res.*, **9**, 47-55 (2005).
- 8) Yamano, H., Shimazaki, H., Matsunaga, T., Ishoda, A., McClennen, C., Yokoki, H., Fujita, K., Osawa, Y., and Kayanne, H.: Evaluation of various satellite sensors for waterline extraction in a coral reef environment: Majuro Atoll, Marshall Islands. *Geomorphology*, **82**, 398-411 (2006).
- 9) Yamaguchi, T., Chikamori, M., Kayanne, H., Yamano, H., Yokoki, H., and Najima, Y.: Conditions and activities supporting early prehistoric human settlement on Majuro Atoll in Marshall Islands, Eastern Micronesia. *Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium*, 1549-1555 (2006).
- 10) Yamano, H., Yamaguchi, T., Chikamori, M., Kayanne, H., Yokoki, H., Shimazaki, H., Tamura, M., Watanabe, S., and Yoshii, S.: Satellite-based typology to assess stability and vulnerability of atoll islands: a comparison with archaeological data. *Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium*, 1556-1566 (2006).
- 11) Yokoki, H., Yamano, H., Kayanne, H., Sato, D., Shimazaki, H., Yamaguchi, T., Chikamori, M., Ishoda, A., and Takagi, H.: Numerical calculations of longshore sediment transport due to wave transformation in the lagoon of Majuro Atoll, Marshall Islands. *Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium*, 1570-1576 (2006).
- 12) Shimazaki, H., Yamano, H., Yokoki, H., Yamaguchi, T., Chikamori, M., Tamura, M., and Kayanne, H.: Global mapping of factors controlling reef-island formation and maintenance. *Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium*, 1577-1584 (2006).
- 13) 佐藤大作, 横木裕宗, 藤田和彦, 桑原祐史, 山野博哉, 島崎彦人, 茅根創, 渡邊真砂夫: 海面上昇後のマーシャル諸島マジュロ環礁における地形維持過程の数値シミュレーション. *海岸工学論文集*, **53**, 1291-1295 (2006).
- 14) Yamano, H.: The use of multi-temporal satellite images to estimate intertidal reef-flat topography. *Journal of Spatial Science*, **52**, 71-77 (2007).

- 15) Yamano, H., Kayanne, H., Yamaguchi, T., Kuwahara, Y., Yokoki, H., Shimazaki, H., and Chikamori, M.: Atoll island vulnerability to flooding and inundation revealed by historical reconstruction: Fongafale Islet, Funafuti Atoll, Tuvalu. *Global and Planetary Change*, **57**, 407-416 (2007).
 - 16) Yamano, H., Shimazaki, H., Murase, T., Itou, K., Sano, S., Suzuki, Y., Leenders, N., Forstreuter, W., and Kayanne, H.: Construction of digital elevation models for atoll islands using digital photogrammetry. In: Woodroffe, C.D., Bruce, E., Puotinen, M., and Furness, R.A. (eds.) *GIS for the Coastal Zone: A Selection of Papers from CoastGIS 2006* (Wollongong Papers on Maritime Policy, No. 16). Australian National Centre for Ocean Resources & Security, University of Wollongong, Wollongong, Australia, pp. 165-175 (2007).
 - 17) 山野博哉：地図の無い島- 環礁州島における地理情報の整備と地球温暖化に対する脆弱性評価・適応策への応用- . 地学雑誌, **117**, 412-423 (2008).
 - 18) Murase, T., Tanaka, M., Tani, T., Miyashita, Y., Ohkawa, N., Ishiguro, S., Suzuki, Y., Kayanne, H., and Yamano, H.: A photogrammetric correction procedure for light refraction effects at a two-medium boundary. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, (in press).
- (2) 査読付論文に準ずる成果発表（社会科学系の課題のみ記載可）
- 1) 山口徹「住みよい環礁州島の条件—マーシャル諸島マジュロ環礁の先史居住」慶應義塾大学文学部民族学考古学研究室（編）『時空をこえた対話—三田の考古学—』pp. 17-22, 六一書房（2004）.
 - 2) 近森 正（編著）：『サンゴ礁の景観史—クック諸島調査の論集』慶應義塾大学出版会, 500p. (2008).
- (3) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）
- 1) 第10回国際サンゴ礁シンポジウム（2004年6月28日～7月2日、沖縄コンベンションセンター）において、「サンゴ礁と地球規模変動」に関する7つの一連のセッションを主催した。これとは別に同シンポジウムにおいて「環礁における地形—人間相互作用」を主催した。
 - 2) 第21回太平洋学術会議（2007年6月13-17日、沖縄コンベンションセンター）において、セッション「環礁における地形—人間相互作用」を主催した。
 - 3) 「環礁州島からなる島嶼国の持続可能な国土の維持」（2008年2月2日、東京大学小柴ホール、参加者約100名）。
- (4) マスコミ等への公表・報道等
- 1) 朝日新聞（2007年3月19日、全国版朝刊）「温暖化の波 沈むツバル」。
 - 2) 朝日新聞（2007年4月9日、全国版夕刊）「地球異変—南太平洋の島々から— 平らな島 迫る海」（連載全体にわたって情報提供）。
 - 3) 朝日新聞（2008年3月12日、夕刊、「南の島 人の活動で危機」）