

第 16 章

小島嶼

総括執筆責任者：

Nobuo Mimura (Japan), Leonard Nurse (Barbados)

執筆責任者：

Roger McLean (Australia), John Agard (Trinidad and Tobago), Lino Briguglio (Malta), Penehuro Lefale (Samoa), Rolph Payet (Seychelles), Graham Sem (Papua New Guinea)

執筆協力者：

Will Agricole (Seychelles), Kristie Ebi (USA), Donald Forbes (Canada), John Hay (New Zealand), Roger Pulwarty (USA), Taito Nakalevu (Fiji), Kiyoshi Takahashi (Japan)

査読編集者：

Gillian Cambers (Puerto Rico), Ulric Trotz (Belize)

本章の<原文>引用時の表記方法：

Mimura, N., L. Nurse, R.F. McLean, J. Agard, L. Briguglio, P. Lefale, R. Payet and G. Sem, 2007: Small islands. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Alutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 687-716.

本章の翻訳引用時の表記方法：

山野博哉、松久幸敬 訳、2009：“気候変動 2007：影響、適応と脆弱性”、気候変動に関する政府間パネルの第 4 次評価報告書に対する第 2 作業部会の報告、第 16 章 小島嶼、(独) 国立環境研究所 (<http://www-cger.nies.go.jp/index-j.html>)

目次

概要	647	16.4.7 インフラと運輸	661
16.1 はじめに	648	16.5 適応：実践、オプション、制約	661
16.2 現在の感度と脆弱性	649	16.5.1 脆弱性と影響の低減における 適応の役割	661
16.2.1 小島嶼の特性	649	16.5.2 適応オプションとその優先順位： 小島嶼国における事例	662
16.2.2 気候と気象	649	16.5.3 島嶼環境における「自然」生態系 の適応	663
16.2.3 その他のストレス	652	16.5.4 適応：制約と機会	663
16.2.4 現在の適応	653	16.5.5 適応能力の強化	666
16.3 将来トレンドに関する想定	653	16.6 結論：持続可能な開発への含意	667
16.3.1 気候と海面水位の変化	653	16.7 主な不確実性と研究の空白	668
16.3.2 その他の関連した状況	655	16.7.1 観測と気候変動科学	668
16.4 主要な将来の影響と脆弱性	655	16.7.2 影響と適応	669
16.4.1 水資源	655	【図、表、Box】	671
16.4.2 沿岸システムと資源	656	【第 16 章 訳注】	679
16.4.3 農業、漁業および食料安全保障	657		
16.4.4 生物多様性	658		
16.4.5 人の居住地と福利	659		
16.4.6 経済的、財政的および 社会文化的影響	660		

訳：松久幸敬（（独）国立環境研究所 地球環境研究センター）
 監訳：山野博哉（（独）国立環境研究所 地球環境研究センター）

概要

小島嶼は、熱帯または高緯度のどちらに位置していても、気候変動、海面上昇および極端現象の影響に対して特に脆弱になるという特徴を有する（確信度が非常に高い）。

この評価は、島の限られた大きさ、自然災害や外的ショックの受けやすさといった特徴が気候変動に対する島嶼の脆弱性を高めることを示した、IPCC 第3次評価報告書（TAR）で報告された以前の観測を再確認し、強化するものである。ほとんどの場合、小島嶼は、適応能力が低く、国内総生産（GDP）に対する適応コストが高い [16.1, 16.5]。

海面上昇は、浸水、高潮、侵食およびその他の沿岸災害をいっそう悪化させると予想され、島のコミュニティの生計を支える重要なインフラ、居住地、および諸施設に脅威を与える（確信度が非常に高い）。

ある研究では、いくつかの島は形態的に回復力があり、存続すると予想されているものの、特に太平洋では、海面上昇が島嶼の大きさの減少を引き起こしうることを示唆する研究もある。島のインフラは沿岸地域に多く存在する傾向がある。カリブ海と太平洋諸島では、人口の50%以上が海岸から1.5 km 圏内に居住している。インド洋、太平洋およびカリブ海の小島嶼では、ほぼ例外なく、国際空港、道路、首都は沿岸沿いあるいは小さなサンゴ島に位置している。海面上昇は、浸水、侵食およびその他の沿岸災害をいっそう悪化させ、重要なインフラ、居住地、および諸施設に脅威を与え、その結果、島のコミュニティや国家の社会経済的福利を危うくする [16.4.2, 16.4.5, 16.4.7]。

大部分の気候変動シナリオ下において、小島嶼の水資源はひどく危うくなる可能性が高いという有力な証拠がある（確信度が非常に高い）。

大部分の小島嶼は水供給に限界があり、これらの島々の水資源は、降雨量の将来変化や分布に対して特に脆弱である。カリブ海の多くの島々は、気候変動の結果として水ストレスの増加を経験する可能性が高い。排出シナリオに関する < IPCC > 特別報告書（SRES）のすべてのシナリオにおいて、この地域では夏季に降雨量が減少することが予測されており、降雨量の少ない時期に需要が満たされる可能性は低い。冬季の降雨量の増加も、貯水設備の不足と暴風雨時の高流量のため、補填できる可能性が低い。太平洋では、(2050年までの)

平均降雨量の10%低下は、キリバスのタラワ環礁にある淡水レンズの大きさの20%の縮小を引き起こすだろう。海面上昇と組み合わさった降雨量の減少はこの脅威を増加させる。多くの小島嶼は、現在と将来予測される水不足を補うため、淡水化を含めた適応戦略の実施に投資を始めている [16.4.1]。

気候変動は、サンゴ礁、漁業およびその他の海洋資源に重大な影響を与える可能性が高い（確信度が高い）。

漁業は、多くの島嶼国における GDP に重要な貢献をしている。エルニーニョ南方振動（ENSO）現象の発生と強度の変化は、商業漁業と零細漁業に深刻な影響を与える可能性が高い。海面水温と水位の上昇、濁度上昇、富栄養化と化学物質汚染、熱帯低気圧による被害、および CO₂ 濃度の上昇が海洋化学に影響し、成長速度が低下することは、島嶼の漁業を持続させるサンゴ礁やその他の海洋生態系の健康状態に影響を与える可能性が非常に高い。そのような影響は、沿岸システムへの非気候変動ストレスをいっそう悪化させるだろう [16.4.3]。

いくつかの島嶼、特に高緯度地域の島嶼では、温暖化が既に一部の在来種の交替をもたらしている（確信度が高い）。

中・高緯度諸島が、温度条件が適さないために以前は制限されていた非在来性の侵入種によってコロニーが形成されることはほぼ確実である。極端現象の増加が、再生速度の遅い熱帯諸島における森林の適応反応に、短期的に影響を及ぼすことはほぼ確実である。それらの面積の小ささを考慮すれば、多くの島嶼の森林は、激しいサイクロンや暴風雨で簡単に破壊されうる。しかし、いくつかの高緯度地域の島嶼では、森林面積が増加しうる [16.4.4, 5.4.2.4]。

小島嶼の自給農業と商業的農業は、気候変動により悪影響を受ける可能性が非常に高い（確信度が高い）。

海面上昇、浸水、淡水レンズへの海水の浸入、土壌の塩性化、および水供給の減少は、沿岸域の農業に悪影響を与える可能性が非常に高い。沿岸から離れても、極端現象の変化（例えば、洪水や干ばつ）は、農業生産にマイナス影響を与える可能性が高い。適切な適応策がこのような影響を低減するのに役立つかもしれない。いくつかの高緯度島嶼では、農業生産を高める新たな機会が生じるかもしれない [16.4.3, 15.4.2.4]。

新たな研究により、観光に対する気候変動の影響は直接的、間接的であり、主としてマイナスになる可能性が高いという以前の結論が裏付けられた（確信度が高い）。

観光は、多くの小島嶼において GDP と雇用に必要な貢献をしている。海面上昇と海水温上昇は、海岸侵食、サンゴ礁の劣化および白化の加速の原因となるだろう。加えて、浸水や洪水による文化遺産の損失は、沿岸利用者にとって快適さの価値を低下させる。気候の温暖化は、低緯度の小島嶼を訪れる人々の数を減少させるが、中緯度と高緯度の島嶼では逆の影響が現れる。しかし、水不足と動物媒介性疾患の発症数の増加が観光客をためらわせるだろう [16.4.6]。

地球規模の気候変動が人間の健康に、多くの場合悪い形で、影響を与える可能性が高いという懸念が高まっている（確信度が中程度）。

多くの小島嶼は、マラリア、デング熱、フィラリア症、住血吸虫症、および食物媒介性や水媒介性疾患などの疾病がもともと伝染しやすい気象・気候条件の熱帯または亜熱帯地域に位置する。小島嶼にとって懸念されるその他の気候感度が高い疾患には、下痢性疾患、熱中症、皮膚病、急性呼吸器感染症やぜんそくなどがある。小島嶼でこれらの疾患の発生の増加がみられるのは、粗末な公衆衛生慣行、不十分なインフラ、粗末な廃棄物処理慣行、世界的旅行の増加、気候条件の変化などの要因が組み合わさっていることによる [16.4.5]。

16.1 はじめに

IPCC 第 3 次評価報告書 (TAR) は、小島嶼諸国の多様性を認めつつも、小島嶼諸国が、気候の変動と変化に対する脆弱性を高め、回復力を低下させる多くの類似性（例えば、物理的な大きさ、自然災害や気候の極端現象の受けやすさ、経済の極端な開放性、低い適応能力など）を共有していることを指摘した。

観測データの分析によれば、20 世紀中の全球平均気温の上昇は約 0.6°C、一方、平均海面水位は、局地的な地殻変動とエルニーニョ南方振動 (ENSO) 現象によって複雑化されるが、約 2 mm/年上昇した。20 世紀中の太平洋地域およびカリブ海地域の気温の上昇速度は全球平均を上回った。TAR はまた、降雨量の変動の多くが、熱帯収束帯の季節的また 10 年規模の変化と組み合わせられた ENSO 現象と密接に関連しているとみられることを見出した。

小島嶼諸国は、その高い脆弱性と低い適応能力のため、観測記録、気候変動の現在のパターンと結果についての経験および気候予測モデルに基づいて、自らの将来に関して最も懸念を抱いている。そのため、多くの小島嶼国は、世界の温室効果ガス排出量の 1% に満たない排出しかしていないにもかかわらず、稀少な資源を経済開発や貧困削減から引き上げて、地球温暖化によって増大する脅威への適応戦略の実施に振り向け直す必要を感じている（例えば Nurse and Moore, 2005）。

TAR は、地域内および地域間の空間的なばらつきは予想されるものの、海面水位が 21 世紀を通して平均約 5.0 mm/年の速度で上昇すると予測されることを報告し、この規模の海面水位の変化が、特に、適応が不可能かもしれない低平な島嶼に大きな課題と高いリスクを投げかけるだろうと結論づけている (Nurse et al., 2001)。今後 50 ~ 100 年間の海面水位と気温の予測をその他の人為起源のストレスとあわせて考えると、小島嶼の沿岸資産（例えばサンゴ、マングローブ、海草、サンゴ礁に生息する魚類など）は大きなリスクにさらされるだろう。沿岸地域の自然回復力が低下するだろうから、適応の「コスト」が増加することが予想される。そのうえ、予期される土地の喪失、土壌の塩性化および低い水利用可能性が、島の農業の持続可能性および食料安全保障を脅かす可能性が高い。

TAR はまた、自然システムおよび人為システムの影響に加え、予測される人的コストに対しても注意を喚起した。人的コストには、多くの熱帯および亜熱帯島嶼の生物媒介性および水媒介性疾患の発生の増加—それは、一部に ENSO 現象と関連した気温および降雨量の変化にある程度起因するとされる—も含まれる。さらに TAR は、小島嶼のほとんどの居住地とインフラが、海面上昇 (SLR) だけでなく高エネルギーの波と高潮に対してもきわめて脆弱な沿岸域に位置していることを指摘している。加えて、気温と降雨量の変化および沿岸の快適さの喪失が、重要な観光産業に悪影響を及ぼす恐れがある。伝統的な知識およびその他の文化資産（例えば、礼拝や儀式のための場所）、特に沿岸近くの文化資産もまた、気候変動と海面上昇に対して脆弱であるとされた。統合的な沿岸管理が、沿岸資源の持続可能性確保のための小島嶼における効果的な管理枠組みとして提案された。そうした枠組みがいくつかの島嶼国で既に採用された。より最近では、東カリブ海諸国機構 (OECS, 2000) が、「島嶼システム管理 (island systems management)」と称する枠組みを採択した。こ

これは、陸海空域の全環境を含む島全体の管理への（分野別ではなく）統合的かつ全体的なアプローチである。

TAR は、小島嶼が自らの回復力の向上に努力を集中し、適切な適応策を緊急の優先事項として実施すべきであると結論づけた。そこで、気候変動に対する適応計画プロセスの一環として、リスク低減戦略を主要な分野別活動（例えば、災害管理、統合的沿岸管理および保健計画）へ組み入れることを実行すべきである。

本章は、TAR に立脚して、気候変動と海面上昇に対する脆弱性、それらの影響への適応、および、適応を含む、小島嶼の持続可能な開発に対する気候関連政策の含意に関する最近の科学的情報を評価する。評価の結果は、今世紀における短期、中期および長期の時間枠に対して、可能な限り定量化して示す。ただし、小島嶼に関する文献の多くは、影響、脆弱性および適応の研究に含まれる時間スケールに関して精密ではない。実は、TAR 以降の気候変動および小島嶼に関する独立した科学的研究の数はかなり限られているが、次のようないくつかの総合的出版物、地域的情報資料、ガイドラインおよび政策文書がある：*Surviving in Small Islands: A Guide Book* (Tompkins et al., 2005) ; *Climate Variability and Change and Sea-level rise in the Pacific Islands Region: A Resource Book for Policy and Decision Makers, Educators and Other Stakeholders* (Hay et al., 2003) ; *Climate Change: Small Island Developing States* (UNFCCC, 2005) ; *Not If, But When: Adapting to Natural Hazards in the Pacific Island Region: A Policy Note* (Bettencourt et al., 2006)。

これらの出版物は、TAR のほか、世界的および地域的機関による研究、および契約報告に大きく依存している。TAR の出版以降に査読のある国際雑誌に載った小島嶼と気候変動に関する文献の量は、1995 年の第 2 次評価報告書と 2001 年の TAR の間のそれに比べてむしろ少ないというのが我々の定性的見解である。また、本章では、独立した小島嶼国だけでなく、大陸国や大群島国に属する、高緯度地域のものを含む非自治小島嶼も扱っているという違いもある。それでもなお、文献における力点を反映して、重点は主に熱帯地域および亜熱帯地域に所在する独立した小島嶼国に置かれている。

16.2 現在の感度と脆弱性

16.2.1 小島嶼の特性

多くの小島嶼は、気候変動と海面上昇の影響に対してきわめて脆弱である。小島嶼は海洋に囲まれた小さな陸塊からなり、水文気象学のおよび／または地質学的性格の自然災害を被りやすい地域に位置していることが多い。熱帯地域の小島嶼は面積の割に比較的大きい人口を擁し、人口成長率と人口密度が高い。多くの小島嶼ではインフラが十分に発達しておらず、天然、人的および経済的資源も不足しており、小島嶼の住民はタンパク質の需要に応えるのに海洋資源に依存する機会が多い。小島嶼の経済の大部分は限られた資源基盤に依存しており、貿易条件の変更、経済の自由化、移民の流れなどの外的要因の影響を受けやすい。伝統的に、環境の変化に直面して若干の回復力を持っているものの、小島嶼の気候変動への適応能力は概して低い。

16.2.2 気候と気象

16.2.2.1 全体的特徴

小島嶼の気候レジームは変動性が大きく、降水量の大きな季節変動と、低緯度島嶼における小さな季節的気温差および高緯度島嶼における大きな季節的気温差によって一般的に特徴づけられる。熱帯では、熱帯低気圧およびその他の極端な気候・気象現象が生命と財産に相当大きな被害を与えている。

中央太平洋の小島嶼の気候は、年々変動の支配様式としての ENSO のほか、貿易風レジーム、対をなすハドレー循環とウォーカー循環【訳注 16-1】、南太平洋収束帯 (SPCZ) のような季節変動する収束帯、半恒久的な亜熱帯高圧帯、偏西風の南への蛇行などのいくつかの寄与要因の影響を受ける (Fitzharris, 2001; Folland et al., 2002; Griffiths et al., 2003)。マッデン・ジュリアン振動【訳注 16-2】は、太平洋の熱帯大気海洋システムの 30 ~ 70 日周期の主要な変動様式である (Revell, 2004)。一方、十年周期の主要な変動様式は太平洋十年規模変動【訳注 16-3】である (Salinger et al., 2001)。多くの研究が、地球温暖化の影響は現在の気候レジームおよび ENSO 現象に伴って生じる標準からの変化を強調する重要な要因となりうることを示唆している (Folland et al., 2003; Hay et al., 2003)。

カリブ海諸島の気候は明瞭な乾季と雨季によってお

おまかに特徴づけられ、山岳形状と海拔がサブ地域規模の気候の重要な変動要素となっている。主な影響要因は北大西洋亜熱帯高気圧 (NAH) と ENSO である。北半球の冬季中、NAH ははるか南方にあり、赤道わきの強い東寄りの貿易風がこの地域の気候と気象を調節する。強い気温の逆転、冷涼な海洋および大気湿度の低下が組み合わさって、北半球の冬季中のこの地域は一般に年間で最も乾燥する。北半球の春季の開始とともに NAH は北方へ移動し、貿易風の強さは減少し、この地域は赤道低気圧帯の影響下に入る。

インド洋では、熱帯地域の小島嶼の気候レジームは主にアジアモンスーンの影響を受け、大気の流れのパターンが季節的に変化して、夏の南西モンスーンと冬の北東モンスーンという二つの異なる気候レジームが ENSO 現象との明確な関連を持って生じる。

地中海の小島嶼の気候は周辺の陸地からの影響によって支配される。通常、地中海諸島は北半球の冬季中に降雨量の大部分を受けた後、4、5 か月という長い夏の干ばつ期を経験する。気温は、冬の低温から夏の高温までの範囲が比較的狭く、概して温暖である。

16.2.2.2 観測されたトレンド

気温

TAR 以降に行われた地上と海面上を平均した気温の新たな観測と再分析の結果、1901～2004 年期中を通じて小島嶼地域では一貫して温暖化傾向にあることが示された (Trenberth et al., 2007)。しかし、トレンドは線形ではない。最近の研究は、1910 年以降、南太平洋収束帯 (SPCZ) の南西の南太平洋の大部分にわたり、年平均および季節平均の海面気温および島嶼の気温が $0.6 \sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 上昇したことを示している。1970 年代以降だけで、10 年間で $0.3 \sim 0.5^{\circ}\text{C}$ の年平均気温の上昇が広範にみられるが、それに先立って、記録が始まった 1940 年代以降に、SPCZ の北東にかけて若干の気温低下があった (Salinger, 2001; Folland et al., 2003)。

カリブ海、インド洋および地中海地域に関しては、分析は、1971 年から 2004 年にかけて 10 年当たり $0 \sim 0.5^{\circ}\text{C}$ の温暖化を示している (Trenberth et al., 2007)。西部カナダ北極圏諸島を含む一部の高緯度地域は、全球平均より速い温暖化を経験している (McBean et al., 2005)。

南太平洋全体にわたって、1961～2003 年期中に極端な気温の傾向がみられ、特にエルニーニョ開始後の諸年において、暑い日と暖かい夜の年間日数の増加と涼しい日と寒い夜の年間日数の減少がみられた

(Manton et al., 2001; Griffiths et al., 2003)。カリブ海では、1950 年代以降、非常に温かい最高気温または最低温度の日の割合がかなり増加し、低温の日の割合が減少した (Peterson et al., 2002)。

降水量

南太平洋における 1961～2003 年期中の極端な日降雨量のトレンドに関する分析によれば、極端な降雨量のトレンドは、極端な温度のトレンドに比べて概してより空間的に一貫性がない (Manton et al., 2001; Griffiths et al., 2003)。カリブ海では、連続乾燥日の最大日数が減少し、豪雨現象の発生数が増加している。これらの変化は、全球分析から報告された変化と同様のものであると判明した (Trenberth et al., 2007)。

熱帯低気圧および熱帯地域以外の低気圧

多くの小島嶼地域における熱帯低気圧、熱帯地域以外の低気圧、ハリケーンおよび台風の変動は、熱帯低気圧とその進路の再配置をもたらす ENSO および十年規模の変動によって支配され、そのため、ある一つの海域における増加はほかの海域における減少で埋め合わされることが多い。例えば、エルニーニョ現象の期間中、熱帯低気圧の発生は大西洋、太平洋極西部およびオーストラリア地域において概して減少するが、太平洋中部と東部では増加し、逆もまた同様である。1970 年以降、低気圧の強度と持続時間の増加による Power Dissipation Index 【訳注 16-4】の増大に伴って (Emanuel, 2005)、カテゴリ 4 および 5 に達する低気圧の数が世界的に増加していることの明確な証拠がある (Trenberth et al., 2007)。低気圧の発生総数と日数は大部分の海域でわずかに減少した。最大の増加は北太平洋、インド洋および南西太平洋でみられた。熱帯低気圧の活動を全球的に見ると、すべての海域において ENSO の重要な役割が明らかになる。＜熱帯低気圧が＞最も活発だった年は、非常に強いエルニーニョが始まった 1997 年であり、観測された過去最高の海面水温 (SST) が重要な役割を果たしたことを示唆している (Trenberth et al., 2007)。熱帯地域以外の低気圧に関しては、実施された地域研究の大部分において、最近の数十年間は低気圧の頻度と強度の増加傾向が支配的である。また、北大西洋に関する長期の記録は、最近の極端現象の期間が 19 世紀後期とレベルにおいて似通っていることを示唆している (Trenberth et al., 2007)。

熱帯南太平洋では、日付変更線より東の小島嶼は、

ラニーニャ現象に比べてエルニーニョ現象中の方が被る熱帯低気圧の数が多い可能性が極めて高く、逆もまた同様である (Brazdil et al., 2002)。東経 160 度以東の南太平洋で観測された熱帯低気圧は活動レベルが上昇中で、最も低気圧の活動が活発だった年はエルニーニョ現象を伴っており、<エルニーニョ>現象が強かった 1982/1983 年と 1997/1998 年はとりわけそうである (Levinson, 2005)。Webster et al. (2005) は、南西太平洋におけるカテゴリー 4 と 5 の熱帯低気圧の数が 1975 ~ 1989 年期から 1990 ~ 2004 年期にかけて倍以上になったことを見出した。2005/2006 年シーズンには、ラニーニャの影響により、熱帯低気圧の活動が南太平洋地域からオーストラリア地域に移動し、2006 年の 3 月と 4 月にはカテゴリー 5 の台風が 4 個発生した (Trenberth et al., 2007)。

カリブ海では、ハリケーンの活動は、1970 年代と 1980 年代および 1990 年代前半に比べて、1930 年代から 1960 年代までの方が大きかった。1995 年以降、2 シーズンを例外とするすべての大西洋ハリケーン・シーズンで標準を上回った (1981 ~ 2000 年を基準として)。例外は 1997 年と 2002 年の二つのエルニーニョ年である。北大西洋では、エルニーニョは<熱帯低気圧の>活動を低下させ、ラニーニャは活動を増大させる作用をする。<1995 年以降にみられる活動の>増大は、それ以前の 25 年間 (1975 ~ 1994 年) に観測された概して標準以下のシーズンと際立った対照を示す。ハリケーン活動のこれらの数十年周期の変動は、ほぼ全面的に、熱帯大西洋およびカリブ海で最初に命名された熱帯低気圧から発達したハリケーンと大ハリケーンの数の違いに起因している。

インド洋では、インド洋北部の熱帯低気圧の活動 (5 ~ 12 月) は、近年は標準に近くなっている。インド洋南部では、熱帯低気圧シーズンは通常 12 から 4 月まで活動的である。歴史的記録の欠如がトレンド分析の著しい妨げとなっている (Trenberth et al., 2007)。

海面水位

太平洋海域のあちこちに設置された 27 の観測地点から得られた 1 時間ごとのデータを少なくとも 25 年分有している、最も長期にわたって得られる海面水位記録の解析によると、太平洋全域にわたる平均相対海面上昇の平均値は + 0.77 mm/年である (Mitchell et al., 2001)。相対海面上昇速度はまた、太平洋の SEAFRAME【訳注 16-5】観測地点についても計算されている。これらの結果を用い、また 50 年以上のデー

タを持つ島嶼の観測地点 (4 箇所のみ) にのみに焦点を合わせると、(地殻に対する<相対的>) 海面上昇の平均速度は 1.6 mm/年である (Bindoff et al., 2007)。Church et al. (2004) は、TOPEX/Poseidon 高度計【訳注 16-6】データを歴史的潮位計データと組み合わせて使用し、1950 ~ 2000 年にわたる大スケールの海面水位変動と変化の月々の分布を推定した。Church et al. (2004) は、東経 90 度近くの太平洋亜熱帯循環周囲の南北に広がる太平洋中部と東部の海域で、たいていは 2 ~ 2.5 mm/年であるがピーク時には 3 mm/年を超える最大の海面上昇速度を観測した。この最大上昇速度<の海域>は、180 度線のすぐ西で太平洋西部とつながる太平洋東部の赤道沿いの、1.5 mm/年を下回る最小上昇速度<の海域>によって分断されていた (Christensen et al., 2007)。

カリブ海地域は、20 世紀を通じて平均して 1 mm/年の平均相対海面上昇を経験した。しかし、記録からは、海面水位にかなりの地域的なばらつきがあることが観測された。このばらつきは、エルニーニョなどの大スケールの海洋学的現象と、カリブ海周縁の火山や地質構造の動きが組み合わさったものに起因している。後者は、潮位計の設置場所の海面からの高さに影響を与える。同様に、トリニダード西部沿岸の海面水位の最近の変動は、北側の海面水位が約 1 mm/年の速度で上昇しているのに対し、南側の上昇速度は約 4 mm/年である。この差は地殻運動への応答である (Miller, 2005)。

インド洋では、1950 ~ 2001 年の潮位計データと TOPEX/Poseidon 高度計記録に基づいて再構成された海面水位によれば、ポートルイス島、ロドリゲス島およびココス島における相対海面上昇速度は、それぞれ、1.5、1.3、1.5 mm/年 (推定誤差約 0.5 mm/年) である (Church et al., 2006)。赤道帯では、モルディヴのマレ島およびガン島の海面水位観測地点は、約 4 mm/年の上昇トレンドを示し (Khan et al., 2002)、1990 年代を通じて三つの潮位観測地点から得られた範囲は 3.2 ~ 6.5 mm/年であった (Woodworth et al., 2002)。Church et al. (2006) は、モルディヴは記録が短期間であること、観測地点間に大きなばらつきがあること、およびこれらの数値を 52 年間に拡大再構成すれば、1.0 ~ 1.2 mm/年という一般的な上昇速度が示唆されることを指摘している。

高緯度諸島のいくつかは、バルト海、ハドソン湾およびカナダ北極圏諸島 (CAA) の一部を含む、後氷期アイソスタティック地殻隆起【訳注 16-7】の続く地域に

位置している。シベリア沿岸および CAA の東縁・西縁沿いのその他の諸島は沈下しつつある。この地域には長期の潮位測定記録はほとんどないが、相対海面水位のトレンドは、CAA 中部およびハドソン湾におけるマイナス（相対海面水位の低下）から、ポーフォート海における 3 mm/年程度以上の上昇速度までの幅があることが知られている。北極海のシベリア沖から得られるデータは、20 世紀後期の海面上昇が全球平均と同程度だったことを示している（Proshutinsky et al., 2004）。

16.2.3 その他のストレス

気候変動と海面上昇だけが小島嶼の極度の脆弱性に寄与している要因ではない。その他の要因としては、社会経済的条件、天然資源と空間的制約、津波や暴風雨のような自然災害の影響などがある。太平洋では、小島嶼の脆弱性はまた、伝統的慣行とは異なる、社会的および経済的組織の形態に影響を与える内部的および外部的な政治・経済プロセスと、島の伝統的環境への適用性を十分考えずに欧米諸国のために開発された適応モデルを押しつける試みに関連するものでもある（Cocklin, 1999）。

社会経済的ストレス

島嶼の脆弱性への社会経済的な寄与要因には、貿易条件、グローバル化の影響（プラスマイナス両方）、金融危機、国際紛争、対外債務の増加などの外部圧力と、急速な人口増加、貧困発生率の上昇、政治的不安定、失業、社会的一体性の低下、貧富の差の拡大などの地方的内部条件、およびそれら諸条件の間の相互作用が含まれる（ADB, 2004）。

大きなメラネシア諸島やカリブ海諸島の一部を例外として、小島嶼のほとんどの居住地は沿岸域に位置し、主な海港、国際空港および政府の活動拠点を抱える主要都市もそこにある。また、生活の糧のための沿岸資源への強い依存も、多くの小島嶼の重要な特徴である。

農村部や島の周辺部の住民の中心部への急速かつ無計画な移動が小島嶼のいたる所で起こっており、その結果として都市条件の悪化が生じ、基本的ニーズに応えるために必要な都市サービスへのアクセスへの圧力が増している。都市地域への人口の高度集中は、さまざまな社会的、経済的および政治的ストレスを生み出し、熱帯低気圧や疾病などの短期の物理的、生物的災害に対して住民をいっそう脆弱にする。そのことはま

た、気候変動や海面上昇の影響に対する住民の脆弱性も増大させる（Connell, 1999, 2003）。

グローバル化もまた大きなストレスであるが、小島嶼のほとんどは長い植民地支配の歴史を持ち、より最近では一連の国際資本主義の変容の一部を経験しているため、多くの小島嶼にとってそれは決して新しいことでないという主張もなされてきた（Pelling and Uitto, 2001）。しかし、ここ数年間に国際化の変化と増大の速度が増しており、小島嶼は、多国籍企業、国境を超えた社会運動、国際規制機関、国際通信網などの新しい形態の国外の経済的、政治的および社会的勢力と戦わなければならないとなっている。現在の背景のもとで、これらの諸要因は、小島嶼の脆弱性と適応能力に影響を与える可能性があるため、新しい関連性を持つてくる（Pelling and Uitto, 2001; Adger et al., 2003a）。

島の資源への圧力

ほとんどの小島嶼は淡水資源が限られている。環礁国と石灰岩島には地表水や川がないため、降雨と地下水採取に全面的に依存している。多くの小島嶼は現在の降雨供給レベルでも水ストレスを経験しており、地下水の採取量が供給量を上回ることが多い。そのうえ、地下水の汚染が、特に低平な島で、しばしば重大な問題になっている。質の悪い水は人の健康に影響を与え、水媒介性疾患を運ぶ。水質の問題は、気候の変動と変化およびそれが小島嶼住民の福利へ及ぼしうる影響に関連するいくつかの健康問題の一つに過ぎない（Ebi et al., 2006）。

小島嶼の生態系およびそれが果たす機能が気候変動および海面上昇の速さと大きさに敏感であることは、特に人間活動によってそれがいっそう悪化した場合には、ほとんど不可避である（例えば、太平洋の小島嶼の場合、ADB, 2004）。大きな島の陸上生態系とほとんどの島の沿岸生態系は、最近数十年間に増加している劣化と破壊を被っている。例えば、30 年間にわたるサンゴ礁調査の解析により、カリブ海の礁のサンゴ被度が、主として継続的な汚染、堆積、海洋生物疾患および乱獲の結果、わずか 30 年の間に 80% も減少したことが明らかになった（Gardner et al., 2003）。

人的および物理的ストレスの相互作用

気候変動に対する小島嶼の脆弱性に寄与する外部圧力としては、エネルギーコスト、人口移動、金融および通貨危機、国際紛争、債務増大などがある。脆弱性を作り出す内部プロセスとしては、急速な人口増加、

森林、漁業、海浜などの天然資源の開発を通じての経済成長促進の試み、弱いインフラ、所得格差の増大、失業、急激な都市化、政治的不安定、医療および教育サービスの需給ギャップの拡大、社会資本の弱体化、経済不況などがある。これらの外部および内部プロセスは関連し合い、複雑に相互作用して、気候変動に対する島嶼の社会システムおよび生態系の脆弱性を高めている。

水文気象学的起源の自然災害は、依然重大なストレス要因であり、小島嶼の経済に不釣り合いに大きな影響を与えている (Bettencourt et al., 2006)。2004 年 9 月 7 日にハリケーン・アイヴァンが通過した後のグレナダの荒廃は、小島嶼の脆弱性の現実を強力に例証するものである (Nurse and Moore, 2005)。8 時間にも満たないうちに、住宅、公益事業施設、観光関連施設、自給および商業的農業生産などの、国の生命線である社会経済的インフラが計り知れない被害を受けた。この島の二つの主要な外貨獲得源である観光とナツメグ生産が甚大な被害を受けた。ホテルの客室の 90% 以上が完全に破壊されるか損傷を被る一方で、同島のナツメグの木の 80% 以上が失われた。水文気象学的災害に関する主な課題の一つは、その被害からの回復に時間がかかることである。過去には、災害の発生頻度が少ないか、および／またはそれによる被害が少なかったため、社会経済システムは災害から回復できるのが普通だった。将来は、気候変動が、極端現象の強度および／または頻度が増すことによって、回復するための時間が少なくなる状況を作り出すかもしれない。極端現象の続発により、回復は決して完全なものにはならず、被害を受けたシステムには長期の劣化が生じる。例えば、土壌が塩性化から回復しないことによる農業生産の低下や、次の極端現象の前までに被害を修復できないことによる都市水道システムおよび住宅インフラの劣化である。

16.2.4 現在の適応

小島嶼の適応策に関する過去の研究は、主に熱帯低気圧に伴う海面上昇や高潮への適応に焦点を合わせていた。初期には、海面上昇への順応や撤退のようなその他の諸方策（それは大陸沿岸ではますます重要になってきているが）よりも、「ハード面の」沿岸防護策を通じて陸地を防護することに重点が置かれていた。いくつかの小島嶼に関して行われた脆弱性研究 (Nurse et al., 2001) は、全インフラと居住地の防護のコスト

が GDP のかなりの割合になり、ほとんどの小島嶼国の財政手段をゆうに超えることを示した。これは、都市化した国の島嶼（すなわち、人口密度が高く、主に都市住民からなる島嶼）とは必ずしも共有されない問題である。TAR 以降のより最近の研究は、適応の主要分野を次のように特定している。すなわち、水資源と流域管理、サンゴ礁の保護、農業および森林の管理、生物多様性の保護、エネルギー安全保障、再生可能エネルギーの開発促進、エネルギー消費の最適化である。これらのいくつかは 16.5 節で詳しく述べる。また、提案された適応戦略は、適応を主流化することを通じて、気候変動性と極端現象に対するシステムと分野の脆弱性を低減し、回復力を増大させることにも焦点を合わせている (Shea et al., 2001; Hay et al., 2003; ADB, 2004; UNDP, 2005)。

16.3 将来トレンドに関する想定

16.3.1 気候と海面水位の変化

16.3.1.1 気温と降水量

TAR 以降、将来の気候変動予測が更新されている (Ruosteenoja et al., 2003)。これらの解析は、海面水温 (SST) の漸進的上昇とすべての小島嶼地域およびすべての季節における表面気温の全般的な上昇トレンドを示唆した以前の IPCC 予測を再確認した (Lal et al., 2002)。しかし、縮尺上の問題により、これらの予測の大部分は外洋表面に対するもので、地上表面には当てはまらないことに注意すべきである。そのため、温度変化は現在の予測より大きくなる可能性が十分にあるだろう。

Ruosteenoja et al. (2003) によって、1961～1990 年の基準期間に対する三つの 30 年期間 (2010～2039 年、2040～2069 年、2070～2099 年) の季節別の表面気温 (表 16.1) と降水量 (表 16.2) の変化予測が、小島嶼を含む世界のすべての亜大陸規模の地域について行われた。彼らは、7つの大気海洋結合大循環モデル (AOGCMs) と、「排出シナリオに関する IPCC 特別報告書」(SRES; Nakićenović and Swart, 2000) の A1FI, A2, B1, B2 の排出シナリオから推測された温室効果ガスおよびエアロゾルの放射強制力を用いた。

7つのモデルのすべてが、すべての小島嶼地域で表面気温の上昇を予測している。Ruosteenoja et al. (2003) が予測した気温上昇は、地中海を除き、すべて以前の IPCC 表面気温予測の範囲内にある。表面

気温の上昇は多かれ少なかれ両シーズンで同様と予測されるが、地中海では冬より夏の方が気温の上昇が大きいと予測されている。南太平洋については、Lal (2004) が、2100 年までの表面気温は 1990 年レベルより少なくとも 2.5°C 高いことを示した。予測された気温上昇の季節的変動はごくわずかである。表面気温の上昇に伴う気温の日変化幅の著しい変化はない可能性が高い。平均気温の上昇に伴って極端な気温の頻度も増加するだろう。高緯度地域は、〈他地域〉より大きな気温上昇を経験する可能性が高く、その結果、海水面積の減少と永久凍土の融解の増加が生じるだろう (Meehl et al., 2007)。

降水量に関しては、予測の幅は依然として大きく、変化の方向さえ明らかでない。モデルは、南太平洋のほとんどの小島嶼にわたって年間降雨量のほんのわずかな増加または減少 (10%) を予測している。夏にはより多量の降雨が予測されると同時に、より頻繁な豪雨現象を引き起こす、日々の降雨の強度も増す可能性が高い (Lal, 2004)。

16.3.1.2 海面水位

海面水位の変化は、低平な環礁島だけでなく、居住地、インフラおよび施設が沿岸域に集中している多くの海拔の高い島嶼にとっても特に重要である。6 つの SRES シナリオに対して予測される、1980 ~ 1999 年と比較した 21 世紀末 (2090 ~ 2099 年) の全球平均の海面上昇は 0.19 ~ 0.58 m の範囲にある (Meehl et al., 2007)。すべての SRES シナリオのもとで、21 世紀中の海面上昇の平均速度が 1961 ~ 2003 年期の平均速度 (1.8 ± 0.5 mm/年) を超える可能性が極めて高い。気候モデルはまた、海水温と塩分の不均一な分布や海洋循環の変化に起因して、海面上昇に地理的ばらつきが生じることも示している。さらに、〈海面上昇の〉地域的変動や地方的差異は、島の地質構造的状況や後氷期のアイソスタティックな調節のような非気候関連要因を含むいくつかの要因によって生じる。Mörner et al. (2004) は、モルディヴに関する 21 世紀中の洪水リスクの増大が過大予測であることを示唆している。一方、Woodworth (2005) は、21 世紀中の約 50 cm という海面上昇が、モルディヴの将来研究において採用できる最も信頼できるシナリオであることに変わりないと結論づけている。

16.3.1.3 極端現象

人為起源の放射強制力による地球温暖化は対流活動

の活発化を示唆するが、局所的な対流と組織化された対流の間のトレードオフが生じる可能性もある (IPCC, 2001)。海面水温の上昇は熱帯低気圧の頻度と強度の増加に有利に働くが、局所的な対流の増加は熱帯対流圏を安定化させ、それが組織化された対流を抑制することになって、強い熱帯低気圧の発達に不利な条件を作り出す。そこで、IPCC (2001) は、大気安定と循環の変化は相殺傾向を生じる可能性があることを指摘している。

TAR 以降の最近の解析 (例えば、Brazdil et al., 2002; Mason, 2004) は、これらの結論を確認している。解像度の向上した気候モデリングには、地球温暖化のもとでの短期の極端現象の発生確率を診断する能力があることが証明された (Meehl et al., 2007)。Vassie et al. (2004) は、気候変動影響の研究に携わる科学者はうねりの方向と発生範囲の変化およびその小島嶼沿岸への影響も考慮すべきであることを示唆している。沿岸近くの居住者の数が増えているので、海洋におけるうねりの発生と気候変動の結果としてのその変化の可能性は、より集中的に研究されている平均海面水位と高潮の変化という話題とともに、注意を必要とする問題であることは明らかである。

熱帯低気圧の挙動の変化の観測記録からはまだ説得力ある証拠は得られていないものの、統合された最近のモデル研究の結果は、将来のより温暖化した気候のもとでは、熱帯低気圧の最大風速、平均および最大降雨強度が増すことを示している。全球規模での低気圧の総数は減少するかもしれないが、強い低気圧の数は増加する可能性が高い (Meehl et al., 2007)。熱帯低気圧の最大風速は 2050 年頃までに 5 ~ 10% 増加する可能性が高い (Walsh, 2004)。このシナリオのもとでは、最大降水量の割合は、熱帯低気圧の最大風速の増加の結果として 25% 増加する可能性が高く、今度はそれがより高い高潮の原因となる。〈熱帯低気圧が〉形成される地域に大きな変化があることはほぼあり得ないが、地域によっては〈熱帯低気圧の〉形成速度が変化し、増加する可能性が非常に高い。熱帯低気圧の進路の変化は、ENSO およびその他の地方的気候条件に密接に関連している。これらは、温暖化した世界では、より持続的かつ破壊的な熱帯低気圧のリスクが高くなる可能性が高いということを示唆する。

セントローレンス湾内やニューファンドランド島沖の諸島 (サンピエール島、ミクロン島) などの中緯度諸島は、熱帯低気圧、温帯低気圧および熱帯地域以外の低気圧の影響にさらされており、それらの低気圧は、

高潮による洪水、大波、沿岸侵食および（冬の暴風雨の場合に）インフラと財産への直接的な海水被害をもたらす。暴風雨の強度増大の可能性、海面上昇、および海水の期間と分布密度の変化は、特に今世紀中頃までに、悪影響の深刻さを漸進的に増大させると予測される (Forbes et al., 2004)。また、カナダ太平洋岸沖のクイーンシャーロット諸島（ハイダグアイ）では、ENSO の変動に起因する海面水位の大きな異常によって冬の暴風雨被害がますます悪化している (Walker and Barrie, 2006)。

16.3.2 その他の関連した状況

多くの小島嶼の住民は、自然環境に適応した独特の生活様式を長きにわたり発達させ、維持してきた。現在も維持されている伝統的な知識、慣行および文化は、コミュニティ支援ネットワークに強く基づいており、また、多くの島で自給経済が依然として主流である (Berkes and Jolly, 2001; Fox, 2003; Sutherland et al., 2005)。人口増加、現金経済の拡大、都市中心部や沿岸域への住民の移住、主要都市の成長、廃棄物処理問題を生む輸入品への依存の増大、観光などの近代産業の発展などの社会的変化が、多くの小島嶼の伝統的な生活様式を変化させた。貿易自由化もまた、小島嶼の住民の経済的および社会的福利にとって重要な影響を持つ。例えば、ロメ協定の段階的解消とコトヌー協定の実施が重要であろう。ロメ協定の終了は、EU が砂糖などの特定の農産物に支払う価格が低下することを意味する。フィジー、ジャマイカ、モーリシャスなどの諸国は、砂糖価格の下落の結果として GDP の大幅な縮小を被るだろう (Milner, et al., 2004)。例えば、労働力の 25% が砂糖部門で雇用されているフィジーでは、コトヌー協定の条件によるロメ協定の置き換えは、既にその多くが貧困ライン以下の生活をしている 23,000 人の小自作農の多くに、重大な失業とより深刻な貧困をもたらす可能性が高い (Prasad, 2003)。貿易自由化に起因する農業分野のこのような衰退は、気候変動に対する社会的脆弱性を高める。これらの変化は、伝統的コミュニティがしだいに崩壊するのと相まって、伝統的な人間支援ネットワークを弱め続け、社会の崩壊と、太平洋諸島において地方コミュニティの回復力の主要な構成要素であった伝統的価値、社会的一体性、尊厳および自信の喪失という追加的なフィードバック効果をもたらすだろう。

16.4 主要な将来の影響と脆弱性

16.2.1 節で述べたような小島嶼の特性が、小島嶼を気候変動による広範囲の影響を受けやすくしており、そうした影響の一部は既に生じている。そのような例を、主題別および地理的に、Box 16.1 に示す。以下に、小島嶼において特に脆弱な分野についてさらに詳細に述べる。

16.4.1 水資源

小島嶼の水資源は、限られた規模と利用可能量、そして地質学的、地形学的要因によって、気候の変化と変動、とりわけ降雨量<の変化と変動>に対してきわめて脆弱である。(IPCC, 2001)。小島嶼の大部分の地域において季節的および年間の降水量の予測される将来の変化は不確実であるが、いくつかの研究例では、降雨量がインド洋と太平洋南部で 12、1、2 月 (DJF) に、太平洋北部で 6、7、8 月 (JJA) に、それぞれわずかながら増加する可能性が高い (Christensen et al., 2007)。とはいえ、淡水の不足は小島嶼の社会的経済的開発にとっての制限要因となる場合が多い。Burns (2002) はまた、多くの小島嶼における観光およびサービス産業の急成長によって、既存の水資源の増強と、水資源の効率的計画と管理の両方が必要であることを警告した。小島嶼では、水の需要を削減し、節約を進める方策もとりわけ重要である。小島嶼では、インフラ劣化による大きな漏水が日常的であり、土壌侵食、除草剤や殺虫剤の流出、家畜排泄物、液体・固体廃棄物などによる水質汚染が高いコストを生じており、クック諸島のラロトンガ島では、それはおおまかに GDP の約 3% と見積もられている (Hajkowicz, 2006)。

このような降雨への依存は、降雨量の分布の将来変化に対する小島嶼の脆弱性を著しく増加させる。例えば、モデル予測は、2050 年までの平均降雨量の 10% の減少が、キリバス共和国のタラワ環礁における淡水レンズの大きさの 20% の減少に相当する可能性が高いことを示唆している。そのうえ、海面上昇に伴う土地喪失に起因する島の大きさの減少が、環礁上の淡水レンズの厚さを 29% も減少させる可能性が高い (World Bank, 2000)。降雨量の減少と海面上昇の加速が組み合わさると、この脅威を増大させるだろう。キリバス共和国タラワ環礁内のボンリキ島について行われた研究は、50 cm の海面上昇と 25% の降雨量減少が同時に起こった場合、淡水レンズが 65% 縮小することを示した

(World Bank, 2000)。海面上昇はまた、地下水面を地表面近くかその上まで移動させ、結果として蒸発散量を増加させ、それによって地下水資源を減少させるだろう (Burns, 2000)。

降雨量の減少は、典型的には物理的に採取可能な水量の減少、河川流量の減少および淡水レンズの再充填速度の低下につながり、その結果として干ばつの影響が長期化する可能性がある。大スケールの水循環モデルと SRES シナリオを使った、カリブ海のいくつかの小島嶼の現在と将来の水資源利用可能量に関する最近のモデル研究 (Arnell, 2004) は、これらの島嶼の多くがすべての SRES シナリオのもとで厳しい水ストレスにさらされ、とりわけ A2 シナリオと B2 シナリオのもとではそうであることを見出した。これらの島嶼のほとんどは、給水を地表の集水域に依存しているため、降雨量の少ない時期には需要が満たされなくなる可能性がとても高い。

ENSO 周期に伴う乾湿サイクルは、給水と島嶼経済に深刻な影響を与える可能性がある。例えば、1998～2000 年の強いラニーニャ現象はインド洋と太平洋の多くの島嶼における深刻な水不足の原因となり (Shea et al., 2001; Hay et al., 2003)、その結果観光と工業分野の活動が部分的に停止した。フィジーとモーリシャスでは、乾期に井戸の揚水量が 40% 減少し、サトウキビをはじめとする輸出作物も深刻な影響を受けた (World Bank, 2000)。ほとんどの島で、貯水池や給水網などの適切なインフラの不足のため、状況がますます悪化した。

人口と経済の成長、特に観光に関連する水需要の増加が、既存の水資源に強いストレスを与え続けている。過剰なダム設置、過度の揚水および汚染の増大は、すべて将来も増大し続ける脅威である。多くの小島嶼で地下水資源は特に汚染のリスクにさらされており (UNEP, 2000)、コモロなどの諸国では汚染された水が黄熱病やコレラの発生に関連がある (Hay et al., 2003)。

安全な飲用水へのアクセスは国によって異なる。シンガポール、モーリシャスおよびほとんどのカリブ海諸島などではアクセスが非常によいのに対し、キリバスやコモロではそれぞれ人口のわずか 44% および 50% しか安全な水へのアクセスを有していないと推定されている。貯水池の開発と水の処理や配給には多額の投資が必要なことを考えると、気候変化が、多くの島嶼の将来の要求を満たす能力をさらに低下させることは明白である。

小島嶼国のいくつかは、現在の水不足を埋め合わせ

るためのさまざまな増強と適応戦略の実施に多額の財源を投じ始めた。バハマ、アンティグア・バーブーダ、バルバドス、モルディヴ、セイシェル、シンガポール、ツバルなどは、海水淡水化プラントに投資している。しかし、太平洋諸島では、すでに導入されたシステムの中には、操作上の問題と高いメンテナンスコストのため、いまでは乾期にのみ使用されているものもある。大きな貯水池の設置や取水の改善などのオプションはいまではより広範に検討されているが、そうしたことの実施はモルディヴなどの諸国では既に 1900 年代初期から存在している。別の事例としては、<島嶼> 諸国は将来の適応計画に利用できる科学的データベースの改良に投資し始めている。例えば、クック諸島では最近、70 年間以上の降雨量データの解析に基づいて、干ばつ強度の推定に役立つ指標が開発された。これは、この諸島の水資源の長期計画立案に役立つ貴重な手段になるだろう (Parakoti and Scott, 2002)。

16.4.2 沿岸システムと資源

小島嶼の海岸線は島の面積の割に長い。沿岸域はまた、多様かつ資源豊富であり、広範な財とサービスを提供しているが、その多くは、人為的圧力と、特に海面上昇と海面水温の上昇および極端な気象現象の増大から生じる気候の変化と変動との組合せによって脅かされている。主な影響には、沿岸侵食の加速、淡水レンズへの塩水の浸入、および海からの洪水の増加がほぼ確実に含まれるだろう。小島嶼への海面上昇の究極的な影響の極端な例は島の放棄であり、チェサピーク湾での実例が Gibbons and Nicholls (2006) によって記録されている。

サンゴ礁上の島嶼がこのような影響の組合せに対して特に脆弱であることは古くから認められており、長期の存続可能性が疑問視されている環礁国もある。実に、Barnett and Adger (2003) は、気候に誘発される要因からのリスクが国家の基礎を危うくする可能性があることで、気候変動が環礁国にとって危険なレベルに達していると論じている (16.5.4 節を参照)。

環礁島の地形学的将来は、地質学的アナログとシミュレーションモデルの両方のアプローチを使って予測されている。Kench and Cowell (2001) と Cowell and Kench (2001) は、修正された海岸線変形モデルを使って、島の土砂供給量を一定と仮定した場合、海面上昇に伴って海岸は侵食され、土砂はさらに礁湖方向に再堆積することを見出した。また、シミュレーション

は、土砂供給量が変化した場合、海面上昇だけによる場合と同等かそれ以上の環礁島の物理的変化が生じうることを示している。しかし、完新世中期から後期における海面水位と島の進化の関係の地質学的再構成からは、一貫した解釈が得られない。例えば、太平洋のある島々では、地球温暖化と海面上昇に伴う環礁内の水深増加の結果として島の慢性的侵食が予想されている (Dickinson, 1999) 一方で、Kench et al. (2005) は、モルディヴの無人諸島が脆弱なシステムであるどころかむしろ地形学的に回復力に富み、将来の気候変動と海面上昇についての現在のシナリオのもとでも存続が期待できることを示唆するデータとモデルを提示している。そのような島々へのスマトラ津波の影響は、そうした回復力を実証しているとみられ (Kench et al. 2006)、かなりの人為的改変を被ってきた島々は、そうでない島々と比べて本来的により脆弱であることを暗示している。

地形的に高く地質的に複雑な島については、沿岸侵食は、多くの小島嶼国にとって経済の主要な推進力となっている沿岸観光施設に対して特に危険をもたらす。以前はこの問題に対処するためにその場限りの対策がとられていたが、最近はその代わって、TAR で要約された統合的沿岸域管理アプローチ (McLean et al., 2001) (それは、データの収集、沿岸プロセスの分析および影響の評価を伴う) がとられるようになった。Daniel and Abkowitz (2003, 2005) はカリブ海におけるそうしたアプローチの結果を提示しているが、それは、空間的および非空間的沿岸データの統合、海岸ごとの長期的海岸侵食/付加のトレンドと暴風雨により誘発される海岸侵食の推定、浸食に敏感な海岸の特定、海岸侵食のハザードマップの作成などに用いる手法の開発を含んでいる。北極諸島の沿岸侵食は、永久凍土と広大な地下水への温暖化の影響によって追加的な気候感度を有する。それは侵食と陸地の喪失を加速させ、また、もし海水の縮小の結果波の吹送距離が長くなるならば、波エネルギーを高める可能性がある (第 6 章、6.2.5 節; 第 15 章、15.4.6 節を参照)。

侵食は、直感的に、海面上昇に対する島の海岸線の最も一般的な応答であるが、沿岸域は決して受動的なシステムでないことを認識すべきである。むしろ、沿岸域は地質状況、柔らかいか硬いかという沿岸域のタイプ、沈降速度に対する土砂流入の速度、砂か砂利かという堆積物のタイプ、岩礫や礫岩の露出のような自然の護岸構造の存否、マングローブその他の海浜植生のような生物による防護の存否、サンゴ礁の健康など

を含む、数多くの要因によってさまざまな仕方で動的に応答する。これらの要因のいくつかが相互に関連していることは、Sheppard et al. (2005) のモデル研究によって例証されている。彼らは、セイシエルのいくつかの地点での過去 10 年間のサンゴの大量死が、裾礁表面の高さの低下、その結果としての礁を越える波エネルギーの増大、そして沿岸侵食の増加をもたらしたことを示唆した。今後、サンゴ礁の健康のさらなる低下がこのトレンドを加速することが予想される。

全球的な気候変動はまた、海面水温と海面水位の上昇、熱帯低気圧による損傷、および海洋の化学への CO₂ 濃度増加の影響によって起こりうる成長速度の低下の結果として、島の周囲のサンゴ礁の健康に影響を与える可能性が非常に高いその他の多くのストレス要因を作り出している。それらのストレス要因によるサンゴ礁への影響は、すべての小島嶼領域を通じて一様というわけではない。例えば、Donner et al. (2005) によって提示された、モデルと排出シナリオから導かれた必要な熱適応の地理的な変動性は、ミクロネシアやポリネシア西部などの一部地域のサンゴ礁が、気候変動に対して特に脆弱であることを示唆している。これらの主として気候に駆動される要因 (その影響については第 6 章、6.2.1 節で詳述されている) のほかに、主としてその他の人間活動に関連する要因があり、Box 16.2 に示すように、これらは組み合わせさせて島のサンゴ礁に複合的ストレスを与える。

16.4.3 農業、漁業および食料安全保障

小島嶼は、伝統的に、生存と経済開発を自給作物と換金作物に依存している。自給農業が地方的な食料安全保障をもたらす一方で、換金作物 (サトウキビ、バナナ、林産物など) が外貨獲得のために輸出されている。モーリシャスでは、サトウキビ産業が経済成長をもたらし、観光やその他の関連産業との連携を通じて経済の多様化に貢献してきた (Government of Mauritius, 2002)。しかし、輸出は、これまで主要な先進国市場への特恵的アクセスに依存してきたが、いまや徐々に減退しつつある。多くの島嶼国ではまた、農業の GDP への寄与率が低下している。それは、一部には、換金作物の競争力の低下、大国からの安い農産物の輸入、土壌肥沃度の維持コストの増加、特に観光産業との水資源利用の競合などによる (FAO, 2004)。

食料の国内生産は、たとえ土地面積がごく限られた国であっても、小島嶼国にとってきわめて重要である。

太平洋諸島では自給農業が数百年間にわたって続いている。小島嶼国の経済と社会の環境依存性が高いことは十分に認識されている (ADB, 2004)。FAO の食糧農業植物遺伝資源委員会の報告書によれば、いくつかの国の植物遺伝資源への依存度は、コモロ 91%、ジャマイカ 88%、セイシェル 85%、フィジー 65%、バハマ 59%、バヌアツ 37% などである (Ximena, 1998)。

予測される気候変動の影響としては、干ばつの長期化と、一方では降水量増加の結果生じる土壌の肥沃度低下と劣化があり、その両方が農業と食料安全保障に悪影響を及ぼす。いくつかの太平洋諸島に対する気候の変化と変動の経済的、社会的含意に関する研究で、World Bank (2000) は、適応策がとられないとした場合、例えばフィジーのビティレブ島のような標高の高い島では 2050 年までに年間 2,300 万～5,200 万米ドルの損害 (フィジーの 1998 年 GDP の 2～3% に相当) を被りうることを見出した。キリバス共和国のタラワのような標高の低い島のグループは、SRES A2 と B2 の排出シナリオのもとで平均して年間 800 万～1,600 万米ドル以上の損害 (キリバスの 1998 年 GDP の 17～18% に相当) に直面し得る。

農業に対する気候変動のすべての影響がマイナスと予想されるわけではない。例えば、高緯度の島々における気温上昇は、農業にいつそう適した条件を作り出して、地方の食料システムの回復力を高める機会をもたらす可能性が高い (第 15 章 15.5 節を参照)。

熱帯低気圧の強度が増すと、それに伴って食用作物およびインフラへの重大な被害が増加する可能性が高い。例えば、1990 年の熱帯低気圧オファはニウエ (太平洋) を食料輸出国からその後 2 年間にわたり輸入依存国に変え、2004 年の熱帯低気圧ヘタはニウエの農業生産にさらに大きな影響を与えた (Wade, 2005)。また、2004 年のハリケーン・アイヴァンのグレナダ (カリブ海) への影響は、GDP の 10% に相当する損害を農業分野にもたらした。どちらも長い形成期間を持つナツメグとココアの二大作物は、今後 10 年間にわたって GDP への寄与も外貨獲得も期待できないだろう (OECD, 2004)。

漁業は、多くの島の GDP に大きく寄与している。従って、漁業に対する気候変動の影響の社会経済的含意は重要である可能性が高く、乱獲のようなその他の人為的ストレスをいつそう悪化させるだろう。例えば、モルディヴでは、エルニーニョ年やラニーニャ年にマグロ漁獲量の変動が特に大きい。このことは、エルニーニョ年だった 1972/1973 年、1976 年、1982/1983

年、1987 年および 1992/1994 年にカツオの漁獲量が減少してキハダマグロの漁獲量が増加し、一方、ラニーニャ年にカツオの漁獲量が増加してその他のマグロ類の漁獲量が減少したことによって示される (MOHA, 2001)。回遊のパターンと深さの変化がこれらの期間におけるマグロ類の分布と漁獲可能量に影響を与える二大要因であり、気候変動がマグロ群集の回遊をほかの場所へ移動させる原因となると予想される (McLean et al., 2001)。マグロ漁業の変化の可能性に関する Lehodey et al. (2003) の研究とは別に、Aaheim and Sygna (2000) は、量と価格の点から可能性のある経済的影響を概観し、マクロ経済的影響の例を示した。マグロ漁業に対する気候変動の二大影響は、<マグロの>総資源量の減少とマグロ群集の東方への移動である可能性が高く、この両方がさまざまな国の漁獲量の変化をもたらすだろう。

農業とは対照的に、魚の移動性が海洋魚資源の将来変化の推定を困難にしている。そのうえ、商業的に漁獲される多くの魚種の生活環が淡水から海水にわたるため、陸上および沿岸の人間活動もそれらの魚種の個体群に影響を与える可能性が高い。気候変動によって深刻な影響を受けるであろうサンゴ礁やその他の沿岸生態系もまた、漁業に影響を与えるだろう (Graham et al., 2006)。

16.4.4 生物多様性

海洋の島嶼は、生態系の孤立に起因する高い固有性 (すなわち、地域的に制限された分布を持つ) を通じて独特な多様性を有することが多い。さらに、ほとんどの小島嶼の人間の福利は、快適さの価値や漁業などの生態系サービスに大きく依存している (Wong et al., 2005)。歴史的にみて、孤立は、その本質からして、通常侵入生物種が固有種の絶滅を引き起こすなどの脅威からの免除を意味する。しかし、中・高緯度島嶼では、気温上昇および積雪の後退と喪失が、侵入生物種と森林被覆が拡大する条件を高めうる (Smith et al., 2003; 第 15 章 15.6.3 節を参照)。例えば、生物種に乏しい亜南極島嶼の生態系では、外来の微生物、菌類、植物および動物が、地元の生物多様性の相当な損失と生態系機能の変化を引き起こしていることが広範囲に立証されている (Frenot et al., 2005)。急速な気候変動に伴って、さらに多数の外来生物種の侵入とコロニー形成が高まる可能性が高く、その結果これらの島嶼生態系への影響が増大するだろう。気候関連の生態系への影響は、

日本の北海道などの中緯度島嶼でも既に顕在化しており、そこでの高山植物相の減少が報告されている (Kudo et al., 2004)。

SRES シナリオのもとで、小島嶼は、沿岸洪水と沿岸植生湿地の縮小に対して特に脆弱であることが示されている (Nicholls, 2004)。また、ENSO 現象に関連して、サンゴの病気やカキの病原体などの海洋および陸上の病原体に対する検出可能な影響がある (Harvell et al., 2002)。これらは、サンゴの白化に加えての変化である。サンゴの白化は、0.2 ~ 1.0°C の熱耐性の上昇がない限り、今後 30 ~ 50 年かあるいはそれ以前に年々または半年ごとの事象になりうる (Sheppard, 2003; Donner et al., 2005)。そのうえ、カリブ海では、0.5 m の海面上昇がウミガメの繁殖地の最大 35% の減少をもたらすと予測されている (Fish et al., 2005)。

ハワイ諸島のような、雲霧林のある島または高海拔の島では、大きな火山がほぼ熱帯から高山帯にわたる極端な植生傾度を作り出している (Foster, 2001; Daehler, 2005)。このような生態系では、人為起源の気候変動が過去の土地利用変化および生物種の侵入と結びついて、固有種の鳥などのいくつかの種を絶滅に追いやる可能性が高い (Benning et al., 2002)。ハワイの森林に生息する鳥にみられるこの傾向は、鳥類マラリアの拡大と符号している。鳥類マラリアは高海拔域で 10 年間に倍増したが、その増加はカの繁殖と夏季の気温上昇に関連している (Freed et al., 2005)。

熱帯低気圧 (ハリケーン) のような極端現象が増加した場合 (16.3.1.3 節参照)、小島嶼の適応応答は遅いことが予想され、また、暴風雨の影響は累積的であるため、森林の生物多様性は深刻な影響を受ける可能性がある。例えば、Ostertag et al. (2005) は、カリブ海のプエルトリコ島の熱帯湿潤林を長期間調査した。21 か月後の樹木のハリケーンに関連した枯死率は 5.2%/年だった。これは、ハリケーンのない期間におけるバックグラウンド枯死率の 7 倍以上高い。この著者らは、ハリケーン被害に対する樹木の抵抗力は、個体および種の特性だけでなく、過去の攪乱の歴史とも相関していることを示しており、このことは、森林の構造に対するハリケーンの影響を解釈するに当たって、個々の暴風雨を個別の独立した現象として扱うことはできないことを示唆している。

16.4.5 人の居住地と福利

経済的、社会的活動に伴った大規模な居住地の沿岸

またはその近辺への集中は、十分に証拠立てられた小島嶼の特徴である。太平洋およびインド洋の環礁では、村落は海拔の低い狭い島に所在しており、カリブ海では、人口の半分以上が海岸線から 1.5 km 以内に居住している。小島嶼の多くの地域、例えばジャマイカの北海岸やバルバドスの西海岸および南海岸沿いでは、開発された地域の連続した回廊がいまや事実上主要な沿岸域のすべてを占めている。漁村や政府の建物、病院などの重要な施設は、海岸近くに位置している場合が多い。そのうえ、人口増加と住民の島内移住が、沿岸の居住地、公益事業施設および資源に追加的な圧力を与え、汚染、廃棄物処理、住宅などの問題を引き起こしている。海面水位の変化や暴風雨の強度と頻度の変化は、これらの土地利用に重大な結果をもたらす可能性が高い。他方、農村や内陸部の居住地およびコミュニティは、自らの栄養必要量の多くを作物生産に依存している場合が多いことから、農業が受けるマイナスの影響を通じて悪影響を受ける可能性がいっそう高い。

居住地に関連して考慮すべき重要な事柄の一つは住宅である。太平洋地域の多くの部分では、伝統的な建築様式、技術および材料は、被害に対して耐性があり、および/または修復が容易である。伝統的な住宅から離れる動きは熱ストレスへの脆弱性を増大させ、暴風雨や洪水の後の住宅再建を遅らせ、一部の国々では空調設備の利用を増加させている。その結果、太平洋やインド洋の島々のいくつかの主要居住地では、過去 20 年ないし 30 年にわたって人間の福利が変化しており、地球の気候変動と海面上昇が、ほとんどの場合悪い方向に、人の健康と福利に影響を与える可能性が高いことに対する懸念が増大している (Hay et al., 2003)。

多くの小島嶼国は、現在、極端な気象現象による罹病および死亡、動物媒介性疾病、食物・水媒介性疾病を含む、気候に敏感な疾病によって深刻な健康負担を被っている (Ebi et al., 2006)。熱帯低気圧、高潮、洪水および干ばつは、溺死、負傷、伝染病の拡大、農業生産性の低下、一般的な精神障害の発生の増加など、人の健康に対して短期と長期の両方の影響を与えている (Hajat et al., 2003)。これらの影響は複雑で広範囲に及ぶため、真の健康負担が認識されることは稀である。例えば、カリブ海地域における極端な気象現象によってもたらされる健康への脅威には、デング熱、レプトスピラ症、マラリア、黄熱病などの昆虫やげっ歯動物の媒介する疾病、住血吸虫症、クリプトスポリジウム症、コレラなどの水媒介性疾病、下痢性疾患、食中毒、

サルモネラ症、腸チフスなどの食物媒介性疾病、喘息、気管支炎、呼吸アレルギ、気道感染症などの呼吸器系疾病、食料の生産や供給の攪乱に起因する栄養不良がある (WHO, 2003a)。

小島嶼国の多くは、マラリア、デング熱、フィラリア症、住血吸虫症、食物・水媒介性疾病などの感染を助長する気象を伴う、熱帯または亜熱帯に位置している。小島嶼国でこれらの疾病の多くの発生率が増加しているが、その原因としては、貧弱な公衆衛生慣行、不適切なインフラ、粗末な廃棄物管理慣行、国際旅行の増加、気候条件の変化などが挙げられる (WHO, 2003a)。カリブ海地域では、ENSO サイクルの温暖年にデング熱の発生が増加している (Rawlins et al., 2005)。デング熱感染リスクが最大となるのは年々の雨季であるため、疾病負担を減らすには媒介動物対策プログラムは雨季に狙いを絞る必要がある。太平洋地域では、下痢性疾患の発生が年間平均気温と正の相関を示し、水利用可能量と負の相関を示す (Singh et al., 2001)。従って、気候変動に起因する気温上昇と水利用可能量の減少は、一部の小島嶼国で下痢性疾患およびその他の感染症の負担を増加させる可能性がある。

気候に敏感な疾病の発生は、人命と経済への影響の点で多額の費用がかかりうる。フィジーでは、デング熱が 1997/1998 年のエルニーニョと同時に発生し、約 85 万 6,000 人の住民のうち 2 万 4,000 人が罹患して 13 人が死亡した (World Bank, 2000)。この伝染病のためにかかった費用は 300 万～600 万米ドルであった。近隣の諸島もまた影響を受けた。

シガテラ魚中毒は、海水域、特にサンゴ礁水域ではよく起こる。シガテラ魚中毒の発生には汚染やサンゴ礁の劣化などの複数の要因が寄与している。エルニーニョ現象中の海面水温の上昇が太平洋地域のシガテラ魚中毒の発生に関連づけられている (Hales et al., 1999)。

16.4.6 経済的、財政的および社会文化的影響

小島嶼国には経済的特殊性があり、そのことはさまざまな文献で指摘されている (Atkins et al., 2000; ADB, 2004; Briguglio and Kisanga, 2004; Grynberg and Remy, 2004)。小規模な経済は、それらの多くが観光や漁業などの数少ない経済活動に依存するため、大国に比べて極端現象や気候変動のような外的ショックにさらされることが多い。例えば、最近のペルシア湾岸地域の紛争はモルディヴやセイシエルの観光客数に影響を与

え、クーデターに伴う国内紛争がフィジーの観光産業に同様の影響を与えた (Becken, 2004)。カリブ海では、ハリケーンが人命の喪失、財産の損害と破壊、および数百万米ドルの経済的損失をもたらしている (ECLAC, 2002; OECS, 2004)。島嶼の脆弱性の現実には、2004 年 9 月のハリケーン・アイヴァンの上陸の際にカリブ海の島グレナダで起きたほぼ完全な破壊によって強力に実証される。被害評価によれば、わずか数時間続いたこの一つの現象によって、同国の社会経済的開発が実質ベースで少なくとも 10 年後退させられた (Box 16.3 を参照)。

観光は、多くの小島嶼で主要な経済分野の一つであり、その重要性は増大している。その経済が観光に大きく依存しているため、小島嶼の観光資源に対する気候変動の影響は、直接的にも間接的にも重大である (Bigano et al., 2005; Viner, 2006)。特に、海面上昇と海面水温の上昇は、海岸侵食を加速させ、マングローブやサンゴ礁などの自然の沿岸防護物を劣化させ、また、浸水と洪水による沿岸の文化遺産の損失を引き起こすと予測される。ひるがえって、これらの影響は沿岸観光への魅力を減じさせる。例えば、マレーシアでは、島嶼観光リゾートの持続可能性が、海面上昇、海岸侵食、および島のリゾート地の主要給水水源である沿岸井戸の塩分汚染により、危うくなると予想される (Tan and Teh, 2001)。水の不足と生物媒介性疾病のリスク増大が観光客を小島嶼から遠ざけ、高緯度諸国の気候が温暖化することもまた、熱帯および亜熱帯地域の小島嶼を訪れようとする観光客の数を減少させる結果となる可能性がある。

小島嶼国の観光はまた、輸送や通信の障害をもたらす極端現象や海面上昇を通じて気候変動に対して脆弱である。Becken (2005) は、フィジーの観光リゾートの研究において、多くの観光業者が既に気候関連現象に備えており、それゆえ、気候変動による潜在的影響に適応しつつあることを示唆している。著者はまた、観光施設からの温室効果ガス排出を減らすことは観光業者にとって重要ではないものの、経済的理由からエネルギーコストの削減が実施されていると結論している。

気候変動はまた、休暇目的地の重要な環境構成要素に影響を与える可能性があり、そのことが観光依存経済に影響を及ぼしうる。Uyarra et al. (2005) は、観光市場とインフラが明確に異なるカリブ海の二つの島、ボネールとバルバドスを訪れる観光客の目的地選択と満足度の決定に際しての環境特性の重要性と、気

候変動の結果生じる可能性のある変化（サンゴの白化や海岸侵食）を調査した。著者らは、そうした変化が観光客の目的地選択に重大な影響を与えるであろうことと、資源を主要な観光資産の防護に集中させるなどの各島独自の戦略をとることが気候変動の環境影響と経済的コストを低減するための手段となるであろうことを結論している。同様に、「冷水域にある島（cold water islands）」（例えば、フォークランド諸島、プリンスエドワード島、バフィン島、バンクス島、ルーレオ島など）の魅力も、これらの目的地が観光分野の拡大に努めるにつれ、危うくなる恐れがある（Baldacchino, 2006）。

16.4.7 インフラと運輸

島嶼経済の重要な社会経済分野を支えるインフラ基盤も、居住地や産業と同様に沿岸域に集中する傾向がある。Hay et al. (2003) は、太平洋島嶼国の運輸分野が気候の変動と変化の結果として直面するいくつかの課題を特定した。そうした課題として、洪水や地滑りによる道路、空港および橋梁の閉鎖と、港湾施設の損害が挙げられる。その結果生じる混乱は、運輸分野だけに限らず、観光、農業、医療、清浄な水、食料安全保障、市場供給など、その他の主要な依存分野およびサービスにも影響を与えるだろう。

ほとんどの小島嶼では、主として再生不能エネルギー源、主に輸入化石燃料からエネルギーを得ている。気候変動との関係では、温室効果ガス排出への主な寄与はエネルギー利用による。小島嶼に再生可能エネルギー技術を導入し、拡大することの必要性は何年も前から認識されているが、その実行は遅々として進んでいない。小島嶼が経済成長のための施策に関して受ける助言は、資源が豊富で代替策のコストもかなり低い大国で採用されている戦略に基づく場合が多い。Roper (2005) は、小島嶼国が、グリーンエネルギーの利用において手本となり、それによって温室効果ガス排出とコスト高な輸入の地方的削減に寄与することができることを主張した。実際のところ、一部の小島嶼国は既に、「再生可能エネルギー島」になり始めている。ラ・デジラード島（カリブ海）、フィジー島、サムセ島（デンマーク）、ペルボルム島（ドイツ）およびレユニオン島（インド洋）では、現在、電力の 50% 以上を再生可能エネルギーから作り出しているという（Jensen, 2000）。

小島嶼の国際空港は、ほぼ例外なく、沿岸にあるか沿岸から数キロメートル以内、または小さな環礁島に

位置している。同様に、主要な（そしてしばしば唯一の）道路網は沿岸沿いを走っている（Walker and Barrie, 2006）。南太平洋海域の小島嶼において、Lal (2004) は、1950 年以降平均海面水位が年約 3.5 mm の速度で上昇していると推定し、今世紀の半ばまでに 25 ~ 58 cm 上昇すると予測している。こうした条件のもとで、これらの小島嶼国のインフラの多くは、沿岸地域の土地の喪失を伴う浸水、洪水および物理的損害からの重大なリスクに直面するだろう。リスクは国ごとに異なるだろうが、インド洋やカリブ海の島嶼、マルタやシンガポールなどの諸国、セントローレンス湾のマドレーヌ諸島などの中緯度諸島も同様の脅威に直面するだろう。Raksakulthai (2003) は、気候変動が南東アジア随一の観光島であるプuket 島の基幹施設へのリスクも増大させるだろうことを示した。

小島嶼のインフラへの海面上昇の脅威は、熱帯低気圧（ハリケーン）の通過によってかなり増幅される。例えば、フィジーのヌバ港やサモアのピア港の港湾施設は、0.5 m の海面上昇と 50 年に 1 度のサイクロンに伴う高波が結び付いた場合には、越波、埠頭への被害および背後地の洪水を被るだろう（Hay et al., 2003）。カリブ海では、高潮のみによる沿岸インフラへの被害だけでも深刻だった。1999 年 11 月のハリケーン・レニーに伴うセントルシア島の高潮被害は、ハリケーンの中心が何キロメートルも沖合いにあったにもかかわらず、600 万米ドルを超えた。

16.5 適応：実践、オプション、制約

16.5.1 脆弱性と影響の低減における適応の役割

これまでの節から、小島嶼が現在、気候および海洋からのさまざまな影響にさらされており、それらの影響が現在進行中の気候変動および海面上昇によっていっそう悪化することは明らかである。さらに、TAR は、小島嶼国の全体的な脆弱性は、主に次の四つの相関する要因の関数であることを示した。

- ・気候変動への曝露の度合い；
- ・予測される影響への限られた適応能力；
- ・小島嶼が直面するより切迫した問題を考えると、気候変動への適応は優先順位が高くないという事実；
- ・地球規模の気候変動予測と地方への有効性に伴う不確実性（Nurse et al., 2001）。

小島嶼の脆弱性と影響の大きさに影響を与えるその他のいくつかの要因も、全球のおよび地方的プロセスの両方を含めて、本章の中で特定されている。動因のこのような結び付きは将来も持続する可能性が高く、Box 16.4 に示すように、影響を低減するための適応策がとられない限り、小島嶼の環境状況と住民の社会経済的福利が悪化する可能性が高まる。

早期に予見的な適応戦略を実施することが望ましいのは明らかであるが (Box 16.4 を参照)、気候変動予測の不確実性に伴う障害がある。この不確実性を克服するため、Barnett (2001) は、小島嶼にとってより良い戦略は、分野別の適応に集中するのではなく、島全体の社会経済システムの回復力を高めることであることを示唆した。このテーマについては 16.5.5 節で詳しく述べる。これは、東カリブ海諸国機構の政策となっている (OECS, 2000)。

小島嶼の住民、個人、コミュニティおよび政府は、これまで長きにわたり、極端現象や、気候および海洋条件の経年変動に適応してきた。その経験が、気候や海面水位の長期的平均変化を伴う可能性が高い、気候および海洋条件の経年変動や極端現象に対処するうえで有用であることは疑いない。実際、ポリネシア、メラネシア、ミクロネシアおよび北極地方においては、社会生態学的システムは、歴史的に環境変化に対して適応できてきた (Barnett, 2001; Berkes and Jolly, 2001)。しかし、多くの島嶼で環境災害に対処するための伝統的な仕組みが失われつつあるか、または既に失われていることも事実である。矛盾したことに、気候変動への適応に関連して、そうした仕組みの有用性がますます強く認識されるようになってきている (例えば、MESD, 1999; Fox, 2003)。

16.5.2 適応オプションとその優先順位：小島嶼国における事例

小島嶼、特に小島嶼国にとってどのような適応オプションがあり、またその優先順位はどうだろうか？ TAR 以降、国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) に基づいて提出された小島嶼国の国別報告書の中に、気候変動への自国の脆弱性と国内の適応戦略を評価したものがある。これらの国別報告書は、気候変動に対する国家的な懸念、その国の脆弱性、さまざまな小島嶼国が適応オプションに与えている優先順位などに対する洞察を与える。また、それらの報告書は、今日までの適応は対応的であり、気候変動性、特に気候の極

端現象の影響への対応を中心としてきたことを示唆している。そのうえ、考慮された方策の範囲とそれらに与えられている優先順位は、その国の主要な社会経済分野、主要な環境問題、気候変動および／または海面上昇に最も脆弱な地域などに密に関連しているようにみえる。マルタなどの島嶼国 (MRAE, 2004) が、発電、輸送および廃棄物管理などの経済分野での適応可能性を強調しているのに対し、コモロ (GDE, 2002)、バヌアツ (Republic of Vanuatu, 1999) およびセントビンセントおよびグレナディーン諸島 (NEAB, 2000) の国別報告書では、農業および人の健康が強調されている。これらの国の場合、海面上昇は重要問題とは認識されていないが、キリバス、ツバル、マーシャル諸島、モルディブなどの低平な環礁国では重要視されている。モルディブは、同国政府が気候変動に最も脆弱であると考えた分野と、脆弱性の低減および回復力の増大に必要な適応策の見本を与えている (Box 16.5 を参照)。

強調の対象と分野間の優先順位に違いがあるにもかかわらず、三つのテーマが共通している。

- ・第一に、すべての国別報告書は、適応行動の緊急性と、そうした行動を支える財源の必要性を強調している。
- ・第二に、淡水は、水質と量の両方の点からすべての小島嶼国で重要な問題と考えられている。水は、セキュリティも含む生活と生計のあらゆる面に影響を与える多分野資源である。これは現在の問題であり、将来にはさらに増大する問題であると考えられる。
- ・第三に、すべての後発開発途上国 (LDC) (小島嶼開発途上国、SIDS) を含む多くの小島嶼国は、水資源、沿岸域、人の健康および観光に関連した、より統合的なプランニングと管理の必要性を認めている。

例えば、フィジーの観光の事例研究において、Becken (2004) は、双方が満足のいく (win-win) 状況を提供する気候変動対策がとられるべきなのに対して、現在の観光政策が予防的でなく主に事後対応的な適応と方策に重点を置いていることを指摘している。これらには、適応、緩和、および、天然林の再植林、節水、再生可能エネルギーの利用を例とした、広範な環境管理策が含まれる (Becken, 2004)。Stern (2007) は同様の見解を持ち、気候変動適応策は、時宜を得て効率的に実施されるならば、エネルギー安全保障の強化や環境保護などの貴重な共通便益をもたらすことを指摘している。

小島嶼においてある程度の緊急性をもって適応策を

実施することの必要性は最近 Nurse and Moore (2005) によって強調されたが、TAR でも強調されており、TAR では、持続可能な開発計画、災害予防および管理、統合的沿岸域管理、医療計画などの分野において、リスク低減戦略がほかの分野別政策イニシアティブとあわせて有効に用いられることが示唆された (Nurse et al., 2001)。それ以降、いくつかの小島嶼において、多くの適応プロジェクトがこの提案を採用した。これらのプロジェクトは、個人、コミュニティおよび政府が、気候変動への適応について情報に基づく意思決定ができるように、また、長期にわたって適応能力を高めることができるように能力を強化することを目指している。

小島嶼にとっての気候変動適応コストを見積もる試みをした公表された研究はほとんどなく、この主題に関してはさらに多くの研究が行われる必要がある。最も新しい研究は Ng and Mendelsohn (2005) によるものであり、彼らは、3つのシナリオのもとで、沿岸防護が、シンガポールにおいて海面上昇と戦う最も低コストの戦略であることを見出した。彼らは、海岸線防護の年間コストが海面上昇につれて増加し、2050年までの30万～570万米ドルから2100年までの90万～1,680万米ドルにわたることを指摘した (Ng and Mendelsohn, 2005)。沿岸を浸水するにまかせておくことは、国にとって沿岸防護より高くつくことが結論された。このタイプの研究は、将来、島嶼国の政府に対して、彼らが適応オプションの選択という難しい仕事に直面する際に役立つ指針を提供しう。

16.5.3 島嶼環境における「自然」生態系の適応

小島嶼の生態系の自然の適応を取り上げている国別報告書はほとんどない。その代わりに、注意は主として (1) 気候変動と海面上昇の結果被害を受けると予測される生態系を保護すること、および (2) 社会経済的開発の結果として劣化または破壊された生態系を修復することに向けられている。

低緯度島嶼の自然環境の一つのグループは、インド洋のモーリシャス、太平洋のソロモン諸島、カリブ海のドミニカのような、面積が広く、標高が高く、地形的に複雑な島の内陸部の、しばしば高地にある集水域を占める熱帯雨林、サバンナおよび湿地である。これらのきわめて生物多様性に富む生態系に対して起こりうる気候変動の影響、または生態系の適応力に関して

なされた研究はほとんどない。

一方、サンゴ礁やマングローブ林のような自然の沿岸生態系に対する地球温暖化と海面上昇の起こりうる影響は、いまではかなりよく知られている。これらの生態系に関しては、いくつかの可能な適応策が特定されている。人為活動の結果重大な劣化や破壊を被っていないサンゴ礁やマングローブ林では、自然の、もしくは生態系本来の適応反応であり、気候刺激の変化によって起こされる「自律的」な適応が起こりうる。例えば、ある種のサンゴは、温度耐性の高い共生藻の宿主となることによって、海面水温や気温の上昇に適応できるかもしれない (第4章、Box 4.4を参照)。また、サンゴ礁は、縦方向の受け入れ空間があれば、海面上昇に伴って上方に成長することができる (Buddemeier et al., 2004)。同様に、マングローブ林は、横方向の受け入れ空間があり、かつインフラや建物の存在、すなわち「沿岸の圧迫」による制約がなければ、完新世の海面移動の際に行ったのと同様に、内陸部へ移動することが可能である (Alongi, 2002)。

自律的適応に加えて、被害を受けたマングローブやサンゴ礁の生態系の復元および修復は、海面上昇や暴風雨に対する自然の防護の増大と、沿岸コミュニティへの資源の提供を目的とした「計画的」適応の仕組みと見ることができる。小島嶼では、そうしたプロジェクトは通常はコミュニティベースで行われ、概して小規模である。太平洋諸島では、マングローブ修復プロジェクトの成功がキリバス、北マリアナ諸島、パラオおよびトンガで記録されているが、米領サモアとパプアニューギニアでは失敗している (Gillman et al., 2006)。マングローブ修復の成功には、スタッフ訓練の改善、能力開発および沿岸管理者間の情報共有が必要である (Lewis, 2005)。より野心的で投資額の大きい技術プロジェクトには、地球規模で絶滅が危惧されている沿岸域の鳥類の生息地移転や、国内にある11の島々に固有の沿岸天然林地の修復を究極の目的にした、セイシエルの生態系復元プログラムがある (Henri et al., 2004)。

16.5.4 適応：制約と機会

多くの小島嶼に備わった特質として、規模の小ささ、限られた天然資源、相対的な孤立など、適応に対するいくつかの制約がある。一部の自律的小島嶼国が国連で後発開発途上国 (LDC) または小島嶼開発途上国 (SIDS) とみなされるのは、これらの特徴のためである。

しかし、すべての小島嶼がこれらの基準を満たすわけではなく、特に世界の金融や貿易と密切につながっている小島嶼国や、大きな国に属する非自立的な島嶼はこれに該当しない。島嶼のこれらの二つのグループも小島嶼国の制約のいくつかを共有しているが、この節ではそれらの諸島を特に取り上げることはしない。

16.5.4.1 適応能力の不足

気候変動に対する一国の適応能力の主要な決定要因は、経済的豊かさ、技術、情報、技能、インフラ、制度および衡平性である (WHO, 2003b)。ほとんどの小島嶼国が直面する共通の制約は、国内適応能力、あるいは小島嶼国が気候変動に対処できる容易さの不足である。多くの自律的小島嶼では、適応オプションを採用し、実施するコストはひどく高いものになり、国富のかなりの割合を占める可能性が高い。島嶼国の政府にとっては概して入手困難な財源は、外部から得る必要がある (Rasmussen, 2004)。脆弱な開発途上国の適応プロセスを助けるためのこの国際支援の必要性は、Stern (2007) によっても強調されている。同様に、気候変動の影響を受け入れ、対処し、またはそれから利益を得るために利用できる人的資源が不足している場合が多い。この状況は、熟練労働者の国外移住によって強められるだろう (Voigt-Graf, 2003)。こうした不足を克服するためには、小島嶼国の適応能力は、人的資源の開発、制度の強化、技術とインフラ、住民意識と教育などのいくつかの重要分野において強化される必要がある。

これらの不足の極端な例は、最近独立した東ティモール共和国である。東ティモールは、例えば、西部高地での干ばつや食料不足およびスアイでの洪水など、気候現象に対する現在の感度の高さから明らかのように、気候変動に対して脆弱である。Barnett et al. (2003) は、<気候変動に>関連した計画が、将来の気候リスクとともに、現在の諸問題に取り組むことにもなることを指摘し、持続可能な開発、人の健康、食料安全保障および再生可能エネルギーを促進する活動が、生活水準を改善すると同時に、気候変動によって引き起こされる将来の被害を低減することができる」と結論している。つまり、「気候変動は東ティモールにとって長期にわたる問題であるが、気候変動政策はプラスの機会となりうる」(Barnett et al., 2003)。

16.5.4.2 適応と世界的統合

この最後のテーマは、Pelling and Uitto (2001) によ

っても展開されている。彼らは、全球レベルの変化は、地方の回復力の構築にとって制約であると同時に、新しい機会の源であることを示唆している。彼らは、小島嶼の住民が歴史的にも現在でも移動性が高いことと、海外の親類からの送金が母国の島での経済的リスクを和らげ、家族の回復力の増大に役立っていることを論じている。彼らはまた、進行中の開発圧力、経済自由化、気候変動と海面上昇に伴うリスクからの増大する圧力と戦わなければならない小島嶼にとって、いまはまさに重要な時期であることを認めている。彼らは、バルバドスに関する事例研究から、島嶼の回復力の増強努力は一般的な開発政策の策定に組み入れて主流化しなければならないことと、適応を、切り離された、あるいは土木や土地利用計画に基づく領域に限定されたものと見るべきでないことを結論している (Pelling and Uitto, 2001)。

Barnett (2001) は、気候変動に対する太平洋地域の島嶼コミュニティの回復力への経済自由化の潜在的影響について論じている。彼は、多くの小島嶼社会は過去において社会や環境の激変に対して回復力を示してきたことを論証している。その回復力のかぎとなる要素として、移住の機会とその後の送金、伝統的な知識、制度と技術、土地と海岸の保有制度、自給経済、また、正式な国の意思決定プロセスと慣習的な意思決定プロセスとのつながりがある。しかし、この回復力も、小島嶼国が、例えば排他的経済水域における漁業権の交渉や国際観光を通じて、ますます世界経済に統合されていくにつれて損なわれるだろう (Barnett, 2001)。

これらの世界的な経済プロセスは、地球温暖化、海面上昇、それに、おそらくは極端な気象現象の頻度と強度の増加と組み合わせ、自律的小島嶼国にとって、Barnett and Adger (2003) が気候変動への適応の目的の一つであると示唆する、適切なレベルの持続可能性の達成を困難にする。彼らは、最も脆弱な小島嶼国 (すなわち低平な環礁からなる国) にとって、地方の社会経済的および環境的状况と相互作用する世界的プロセスのこの組合せが、環礁での人の居住の長期的な可能性をリスクにさらすこと、そしてこのリスクが、国家としての存続を危うくするほどに「危険な」気候変動のレベルであることを主張している (Box 16.6 を参照)。

この議論は、小島嶼国の適応能力開発の重要な構成要素としての、生物物理的および人的側面の両方の回復力の役割を浮き彫りにする。この役割は、実際上 TAR の発表以降明らかになった。Tompkins (2005) は、

ケイマン諸島に関する最近の研究において、自分が役に立つという意識、強力な地方的、国際的支援網が、喜んで共同で行動し、誤りから学ぼうとする態度と組み合わせられて、熱帯低気圧リスクに対する政府の回復力を高めたようであり、そうした回復力が気候変動に対する国レベルの適応能力の創生に寄与し、それによって脆弱性を低減させるであろうことを見出した。

16.5.4.3 リスクの分担と保険

保険は脆弱性を低減するもう一つの方法であり、ますます小島嶼および気候変動に関連して論じられるようになってきている。しかし、小島嶼のリスクの移転や分担に対してはいくつかの制約がある。これら<の制約>には、リスクプールの大きさが限られていることと、リスク管理のための金融手段や金融サービスの利用可能性が不足していることがある。例えば、2004年にサイクロン・ヘタが南西太平洋の小島ニウエを荒廃させたが、そこでは気象の極端現象に対する保険が利用可能でなく、同島は再建努力のためにほぼ完全に海外からの援助に頼ることになった(Hamilton, 2004)。さらに、自然災害の相対的コストは、先進国経済より開発途上国における方がはるかに高い傾向がある。Rasmussen (2004) は、東カリブ海諸国において自然災害が、財政および対外収支への大きな影響を含む、認知できるほどのマクロ経済的影響を与えたことから、自律的小島嶼が特に脆弱であることを示し、予防的方策の重要な役割を指摘した。

このように、多くの小島嶼国では、リスク分担のための特別の手段やサービスの導入が必要だろう。おそらく、伝統的な保険構造や、大災害債券、気象デリバティブ、マイクロ保険、小島嶼国のための地域的プールの取り決めなどの新しい金融手段を通じた金融リスク移転メカニズムについての最近のイニシアティブが、小島嶼国にこの形の適応のための柔軟性を提供するかもしれない(Auffret, 2003; Hamilton, 2004; Swiss Re, 2004)。しかし、Epstein and Mills (2005) が指摘するように、気候関連リスクへの適応の経済的コストは、政府、保険会社、企業、非営利団体、個人などのさまざまなステークホルダーの間に分散される。彼らはまた、持続可能な開発が気候変動リスクの保険適用可能性の管理と維持に寄与できること、ただし、開発プロジェクトが、特に海面上昇に脆弱な沿岸や海岸に関しては、融資が保険を条件としている場合には行き詰る可能性があることを指摘している(Epstein and Mills, 2005)。

気候変動適応プロジェクトはまた、実施の段階で、

または外国人や外国の金融にもっぱら依存するプロジェクトが完了した後に、その他の形で挫折する可能性もある。この理由から、Westmacott (2002) は、太平洋地域の統合的な沿岸管理には、例えば資源の過剰採取や破壊に特別の注意を払う紛争管理を組み入れるべきであると思っている。

16.5.4.4 国外移住と再定住

国外移住は、効果的な適応戦略として、特に一時的または恒久的な国外移住者による母国島の家族への送金が島の回復力の増強に役立っているという観点で、早くから言及されてきた(Barnett, 2001; Pelling and Uitto, 2001)。国内の移住・再定住計画は、太平洋やインド洋の多くの小島嶼でここ数十年間にわたっての共通の傾向となっている。キリバスとモルディヴは再定住計画を進めており、ソロモン諸島では、過去70年間にわたり、シカイアナ環礁の住民が環礁から離れ、主に首都ホニアラへの移住を続けている(Donner, 2002)。同様に、パプアニューギニアのカーテレット諸島からブーゲンビル島へ、また、ツバルの外縁諸島から首都フナフティへの国内移住が続いている(Connell, 1999)。前者は海面上昇と暴風雨による浸水の結果としての移住、後者は主として賃金雇用を求めている移住である。

ツバルの場合、このような国内移住は、国の人口のほぼ半分がフナフティ環礁に集中する結果をまねき、環境への悪影響をもたらした。また、政府は、侵食、洪水および塩性化の増加を通じて海面上昇の目に見える証拠があることを指摘している(Connell, 2003)。Connellによれば、この結果、世界のメディアが、ツバルの終末へのシナリオを、脅威にさらされたすべての小島嶼環境のシンボルとしてますます強調するようになった。Farbotko (2005) もまた、ツバルが気候変動に伴う海面上昇に関連して有名になりつつあることを指摘している。彼女は、過去数年間のオーストラリアの有力紙の記事を分析し、気候変動をツバル人のアイデンティティに「脆弱さ」として結び付けることは、回復力を強調する<彼らの>もう一つのアイデンティティを沈黙させる働きをすることを示唆している。彼女は、彼女の分析が、「脆弱性の誇張には、適応に関する議論を沈黙させる力があることを浮き彫りにした」と述べ、「適応戦略が気候変動に直面した島民にとって重要であり、」そして、「(特に)「地球温暖化」によってもたらされた変化に直面して、島で緊急に必要なのは、おそらく移転や緩和のイニシアティブにも

まして適応である」と結論している (Farbotko, 2005)。

一方、Adger et al. (2003a) は、小島嶼のような特殊な状況では、移住が実行可能な気候適応戦略であると主張する。しかし、彼らは、現在の労働力の流れの不均衡、特に国際移住の流れからすると、この適応戦略は異議を唱えられる可能性が高く、世界の多くの場所で、小島嶼国の住民にとってさえ、限定されたオプションに留まるかもしれないことを示唆している。彼らは、既存の対処戦略の強化、あるいは技術または制度の開発という見地からの革新の導入を含む、適応能力を支援し、回復力を強化するその他の方法が必要なことを示唆している (Adger et al., 2003a)。

16.5.5 適応能力の強化

16.5.5.1 伝統的知識および過去の経験

適応能力と回復力はまた、環境変化に関する伝統的知識と過去の経験の適用を通じて強化することができる。TAR の中で、Nurse et al. (2001) は、自給的および伝統的な技術、技能および知識、コミュニティ構造、宗教的、文化的な遺産のある沿岸地域などの島の伝統的な資産が、気候変動および特に海面上昇によるリスクに直面しているとみられることを指摘した。彼らは、これらの価値や伝統には、現代的な保護や環境慣行と両立できるものもあると主張した。

それ以降、そうした慣行のいくつかの例が取り上げられてきた。例えば、Hoffmann (2002) は、クック諸島のラロトンガ島におけるラウイに例示されているような、伝統的な海洋社会制度の実施は効果的な保護管理手段であり、サンゴ礁の健康を改善していることを示した。また、Aswani and Hamilton (2004) は、<その土地に>固有の生態知識と慣習的な海域保有制度を現代的な海洋学および社会科学と統合することが、ソロモン諸島ロピアナラグーンのカムリブダイの保護に役立つことを示している。海域保有制度をより伝統的な役割に戻すという変化がキリバスでも起こっている (Thomas, 2001)。

伝統的な知識と慣行の効用を拡大し、生物多様性の保護だけでなく観光とも結び付けることもできる。例えば、フィジーのパヌアレブ島の沿岸村落では、パヌアの哲学 (住民が祖先や保護精霊を通じて土地と結び付いているという考え) が、熱帯雨林、マングローブ林、サンゴ礁および村の庭園の管理と持続可能な利用に当たっての村民の指導原理の役割を果たしている。Sinha and Bushell (2002) は、村民が自給のために依存して

いる生態系は、観光を支える資源とまさに同一のものであるため、同じ伝統的概念が生物多様性の保護の基礎になりうることを指摘した。これらの例は、伝統的基礎がまだ残るこれらの小島嶼においては、その土地の知識、管理枠組みおよび技能が、適応能力の重要な構成要素になりうることを示している。

16.5.5.2 能力の強化、コミュニティおよび適応能力

現地コミュニティを能力強化と環境教育に積極的に参加させることは、小島嶼の多くの開発プログラムの目標の一つになってきている。例えば、Tran (2006) は、ホルボッシュ島 (メキシコ) の現地コミュニティを同島内および周辺の沿岸汚染の監視活動に組み入れることに成功した長期プロジェクトについて報告している。Dolan and Walker (2006) は、同様のアプローチを、カナダ西岸沖に位置するクイーンシャーロット諸島 (ハイダグアイ) における島と沿岸コミュニティの脆弱性、彼らの適応能力および適応オプションを評価するコミュニティを基盤とするプロジェクトに適用している。彼らの研究は、地方スケールの適応能力の決定因子を浮き彫りにし、長期の変動に重ね合わされた気候変動性への短期の曝露が脆弱性の重要な源であることを認識している。従って、彼らは、気候の極端現象に関するコミュニティの直感と経験が、コミュニティが気候変動 (この場合は究極的には海面上昇) に対応し、回復し、適応することを可能にしたり制約を与えたりする、本来備わっている特性を特定できると示唆している (Dolan and Walker, 2006)。

Box 16.7 に示すように、コミュニティの現在と将来の脆弱性を考慮に入れ、気候科学と社会科学の方法論を取り入れた同様の概念化は、適応能力の強化のための基礎を提供する。このアプローチは、コミュニティのメンバーが自らに関連する気候条件を特定し、現在および将来ありうる適応戦略を評価することを必要とする。方法論はサモアで実際にテストされ、一つの村落 (サオルアフアタ村) からの結果が Sutherland et al. (2005) によって検討されている。この場合、地元住民が、護岸の構築、排水システムと貯水槽の整備、樹木の伐採の禁止、移転、および既存インフラの修理を含むいくつかの適応策を特定した。

しかし、適応能力の強化には、地方的なオプションを特定するだけでなく、それをより大きな社会的、政治的および経済的プロセスの中で考慮する必要がある。サモアでの経験に基づき、Sutherland et al. (2005) は、

適応能力の強化が、災害準備、土地利用計画、環境保護、沿岸計画、持続可能な開発の国家計画などのその他の政策と統合された場合にのみ成功することを指摘した。

小島嶼国における適応の緊急性のため、適応のオプションや方策のための資金調達への計画的または戦略的アプローチというよりは、その場限りの個別プロジェクトが増加している。小島嶼における適応の成功は、支援制度、資金調達、情報提供および技術支援にかかっていると見える。しかし、Richards (2003) が指摘したように、分野間や制度による障壁のため、気候変動への適応戦略と貧困削減戦略との相乗作用は未発達に留まっている。Adger et al. (2003b) は、「気候変動の影響やそれに取り組むための資源が不均等に分布している」ため、気候変動への適応は公平性と公正さへの含意を有すると指摘している。この問題は、そのような影響への対処および適応の能力が低い、小島嶼に特によく当てはまる。

16.6 結論：持続可能な開発への含意

気候変動と持続可能な開発の間の経済、社会、環境的な結び付きと、貧困の軽減に対するその含意がさまざまな研究で強調されており（例えば、Hay et al., 2003; Huq and Reid, 2004）、それは特に小島嶼にきわめて関連がある。ごく最近、ある重要な研究の「主要な結論」の一つは、気候変動が、このまま放置されると、「……貧困削減努力の継続に対する重大な妨げになるだろう」という、貧しく脆弱な開発途上国に深刻な脅威を与えることを示唆している（Stern, 2007）。実際、低平な小島嶼の多くが、気候変動を持続可能な開発の達成にとって最も重要な課題の一つであるとみているのが事実である。例えば、Majeed and Abdulla (2004) は、モルディブでは、海面上昇が漁業と観光に深刻な被害を与えるため、GDP が 40% 以上減少するだろうと論じている。

もう一つの環礁島の状況として、Ronneberg (2004) はマーシャル諸島を事例研究に用い、消費・生産パターンと全球的気候変動の影響との結び付きが、小島嶼開発途上国の住民生活の向上にとって深刻な将来の課題を投げかけることを明らかにした。この事例研究に基づき、Ronneberg (2004) は、廃棄物熱源転換システムと海洋温度差発電システムを含む、いくつかの革新的な解決策を提案している。これらは、いくつかの小島嶼の持続可能な開発を促進し、同時に、気候変動に

直面したときの回復力を強化しうるだろう。

低平ではない小島嶼、そうした小島嶼は数多いが、その持続可能な開発もまた、おそらく低平な小島嶼と同程度ではないだろうが、気候変動による深刻な影響を受ける可能性が高い。例えば、Briguglio and Cordina (2003) は、マルタの経済開発に対する気候変動の影響が広範に及び、すべての経済分野、特に観光、漁業および公益事業に影響を与える可能性が高いことを示した。

Sperling (2003) は、貧困と気候変動を考察し、気候変動のマイナスの影響はとて深刻であり、数十年の開発努力を帳消しにする脅威を与えると主張している。彼はまた、多くの国際機関の経験を総合すると、気候変動の影響に取り組む最良の方法は、適応策を持続可能な開発戦略に組み入れることであると論じている。Hay et al. (2003) も、太平洋の小島嶼国に関連して同様の議論を展開し、最も望ましい適応対応は、気候変動がないとした場合でも持続可能な開発に貢献するがゆえにとられるであろう行動を増強するような適応策であると述べている。適応策は、気候変動と関連しない場合でさえ、持続可能な開発に役立つ可能性がある。気候変動への適応と持続可能な開発とを結び付けることは、天然資源への圧力を軽減し、環境リスク管理を改善し、貧困層の社会福利を増大させるが、そのことは、気候変動に対する小島嶼の脆弱性を低減するだけでなく、小島嶼を持続可能な開発への軌道に乗せることにもなるだろう。

緩和策もまた、持続可能な開発の計画と行動で主流化されうる。これに関して、Munasinghe (2003) は、究極的には、気候変動の解決策は、開発、緩和および適応政策の多様な目的の間で可能なトレードオフの均衡を求めるとともに、相乗作用を特定し、開発する必要があると論じている。Hay et al. (2003) もまた、太平洋の島嶼国による気候変動緩和のイニシアティブは、気候学的に重要な結果をもたらすことはないものの、<結果的に>持続可能な開発に貴重な貢献をするため、実行されるべきであると論じている。

しかし、小島嶼の持続可能な開発とは何だろうか？ Kerr (2005) は、この問題への前置きとして、持続可能な開発が小島嶼の管理戦略の目標の一つとして掲げられることが多いが、これに関連して持続可能な開発が何を意味するかを明示的に考察している研究は比較的少ないことを指摘している。彼女は、小島嶼には、規模の小ささと孤立、特化した経済、およびグローバル化と地方化という対立する力の諸問題があるため、

小島嶼の現在の開発は、寿命の点で持続可能なものにならない可能性があることを論じている。一方、島嶼は外来の脅威や開発の経済的動因に対して限られた支配力しか持っていないだろうが、持続可能な開発のモデルは、資源の内部的な管理の見地から島嶼の役に立つ可能性がある (Kerr, 2005)。これに関連して、気候変動に対応した適応策の開発は、そこに地元コミュニティが参加するならば、島嶼の持続可能な開発を目指して地元と世界の力を統合する適切な手段をもたらす可能性がある (Tran, 2006)。

もう一つのプラス要因は、多くの小島嶼が気候変動性への適応にかなりの経験を持っていることである。キプロスの例では、Tsiourtis (2002) は、同島が、気候変動の重要な影響の一つとなる可能性が高い、水不足から生ずる悪影響を軽減するための措置を一貫してとってきたと述べている。この経験は既に、キプロスで採択された開発戦略を特徴づけている。マルタ諸島についても、同様の議論が Briguglio (2000) によってなされており、マルタ諸島が気候の季節変動にさらされていることが、歴史的に、個人と政府を、避難、順応および保護の戦略を伴う方策をとるようにさせてきたことに言及している。例えば、マルタ島の居住地は概して低平な沿岸域から離れて位置し、古い居住地は高い場所に位置する傾向にある。島民の家屋は頑丈な素材で作られ、概して暴風や豪雨に耐えることができる。マルタ島の気温および降雨量は真冬と真夏の間で極端に変化し、このことが気候変動性への適応におけるかなりの経験の蓄積をもたらした。

しかし、前述のように、小島嶼は、気候変動を持続可能な開発戦略で主流化させようとするとき、多くの制約に直面する。制約は、資源がきわめて限られていることであり、適応策、特にインフラ整備プロジェクトに伴う総経費と隠れたコストの不可分性を考えたとき、とりわけそうである。もう一つの問題は、例外なくそうだというわけではないが (Lane, 2006)、特に土地利用や資源をめぐる起る、社会的および／または政治的紛争に関連する問題だろう (Westmacott, 2002)。このような観察にもかかわらず、小島嶼の土地利用、エネルギー利用および交通インフラの重要問題に関するほとんどの意思決定は、世界規模の気候変動の速度と大きさに対して意味ある影響を与えないだろう。しかしながら、それらの意思決定は、自国の温室効果ガス排出削減と持続可能な開発に寄与すると同様、<世界の>気候変動<問題>の舞台に重要な道徳的、倫理的影響を与えるだろう。

16.7 主な不確実性と研究の空白

小島嶼は気候変動と海面上昇に敏感であり、小島嶼の住民の多くにとって気候の変化と変動の悪影響は既に「現実のもの」になっている。この<第4次>評価報告書は、多くの小島嶼に関して十分な観測データが不足しており、また、TAR で指摘されたように、AOGCM の出力結果は、小島嶼に特定のデータを与えるに足りるだけ精密な解像度のものでないことを見出した。このような欠如は取り組むべき問題で、それによって残存する不確実性を低減させ、小島嶼の国家規模および地方規模の適応戦略をよりはっきりさせることができる。

気候変動の影響がますます明らかになるにつれ、自律的小島嶼国も、ほかの諸国と同様、適応戦略をよりいっそう緊急性をもって実施する必要性に迫られるだろう。しかし、これらの適応戦略が効果的であるためには、小島嶼の自然および人間システムが、同時にほかの非気候的なストレス、人口の増加、限られた資源をめぐる競争、生態系の劣化、社会や経済の変化のダイナミクスなどの影響にさらされている事実を反映していなければならない。そのため、気候変動への対応は、社会経済開発政策と環境保全との間で適切に調整され、統合される必要がある。能力強化、効率的な資源配分、国家的、地方的スケールでの開発政策における気候リスク管理の主流化などを通じて、社会のさまざまなレベルでの回復力の強化を図ることは、適応戦略の主要な要素となりうるだろう。

16.7.1 観測と気候変動科学

- ・気候変動とその影響の速度および大きさを監視するためには、さまざまな空間や時間スケールでの継続的な観測が必要である。地域および地方スケールでの相対的な海面水位変化の構成要素を理解するために、海面水位の原位置観測を強化すべきである。TAR 以降、海面水位の地域的予測にかなりの進歩があったものの、そうした予測は小島嶼においては、全球的予測とは対照的に不確実性が大きいと、十分に利用されていない。
- ・TAR 以降、海水温の上昇、海洋の化学や波の状態の変化など、気候変動に誘発されるその他の要因がおそらく小島嶼の沿岸システムや周辺海域に影響を与えるだろうということが認められた。小島嶼近傍の海でのこれらの要因やその他の海洋変数のモニタリ

- ・ シングを拡大し、予測を発展させることが必要だろう。
 - ・ 平均気温の将来予測はさまざまな気候モデルの間でかなり一致しているものの、小島嶼にとって重要な懸念事項である、降水量、熱帯低気圧および風向と風速の変化の予測は不確実なままである。より精密な解像度のモデル出力結果に基づく予測が、小島嶼にとって信頼できる気候変動シナリオの開発のために必要である。この点で、地域気候モデル (RCM) と統計的ダウンスケール技法は、出力結果が小島嶼規模の国々により当てはまるため、役立つ予測ツールとなる可能性がある。これらのアプローチは、脆弱性評価の改善とより適切な適応オプションの特定をもたらさう。
 - ・ 観測網の衰退を食い止め、拡大させるための小島嶼とそのパートナーによる支援努力は継続されるべきである。太平洋諸島全球気候観測システム (PI-GCOS) と政府間海洋学委員会カリブ海および周辺地域のためのサブコミッション全球海洋観測システム (IOCARIBE-GOOS) は、その範囲をほかの島嶼地域にも拡大すべき地域観測網の例である。
 - ・ 小島嶼の水文状況、給水および水利用は、大陸のそれとはまったく異なった研究課題を投げかける。これらについては、異なる地質、地形および土地被覆を持つさまざまなタイプの島嶼にわたって、最新の気候変動シナリオと予測に照らして研究し、モデル化する必要がある。
- ・ 我々の〈第 4 次〉評価は、小島嶼への気候変動の影響に関する現代の研究で十分に取り上げられていないいくつかの主要な分野と〈研究の〉空白を特定した。それらは以下のとおりである。
 - マングローブ、サンゴ礁および海浜などの沿岸生態系が、海面上昇や暴風雨に対する自然の防御物として果たす役割。
 - 平均気温、降雨量および極端現象の変化に対する、森林地、草地および湿地を含む高地や内陸の生態系の応答を立証すること。
 - 自給農業、伝統的漁業および食料安全保障と同様、商業的農業、林業および漁業が気候変動と非気候関連要因の組合せからどのような影響を受けるかを考察すること。
 - 小島嶼における気候に敏感な疾病についての知識を、動物媒介性疾患だけでなく、皮膚、呼吸器系および水媒介性疾患についても、国家的および地域的研究を通じて広げること。
 - 「島のタイプ」と所在位置の多様性を考え、島のタイプに従って最も脆弱なシステムと分野を特定すること。
 - ・ この〈第 4 次〉評価におけるその他の地域とは対照的に、小島嶼に関しては人口学的および社会経済的シナリオと予測も欠如している。また、小島嶼の社会経済状況の将来変化も、これまでの評価で十分に取り上げられていない (例えば、IPCC, 2001; Millennium Ecosystem Assessment, 2003)。小島嶼の人間システムに対する気候変動の影響を評価するためのより適切なシナリオの開発が課題として残っている。
 - ・ 気候の変動と変化、特に極端な気象・気候現象の起こりうる結果に対する理解を深めるため、気候による刺激や非気候ストレスへの曝露をより詳しい空間スケールで予測する手法を開発すべきである。加えて、島嶼の生物地球物理的システムと社会経済システムの重大な閾値を特定するための適切な手法とツールの開発にさらなる資源を投入する必要がある。
 - ・ 小島嶼における適応の我々の評価は、適応能力と適応オプションの理解はまだ開発の初期の段階にあることを示唆している。適応については、機会があると同様に、いくつかの制約があることが特定されたが、二つの特徴が明らかになった。一つ目は、大陸の場合は普通に用いられている適応策の適用が、小島嶼の状況では特に課題を生むことがあるということである。その例に保険があり、小島嶼では自然災害<

16.7.2 影響と適応

- ・ 10 年前、多くの小島嶼を対象に気候変動への脆弱性が評価された。そのような評価は、海面上昇に重点を置き、世界中の多くの小島嶼に適用される共通の方法論を適用した、きわめて単純なシナリオに基づいて行われた。その結果は、当初 IPCC 第 2 次評価報告書 (IPCC, 1996) にまとめられ、その後より包括的な研究の結果が TAR で報告された。それ以降、脆弱性と影響の研究に勢いの衰えがみられ、その結果、今回の〈第 4 次〉評価に当たっては、より最近のシナリオとより精密な予測を使って行われた、小島嶼への気候変動影響のしっかりとした研究をあまり引用できなかった。最近の予測と新たに利用可能になったツールに基づく、小島嶼の脆弱性を評価するための刷新された国際的アジェンダの開発が、小島嶼に将来計画のためのよりしっかりとした基礎を与えるだろう。

発生への傾向が高いが、人口プールが小さく、地元の回復力が経済自由化によって損なわれている。二つ目は、ある適応策が特に小島嶼のためにだけ唱えられ、ほかの地域ではそうでないとみられる場合があることである。そうした例としては、国外移住と再定住、伝統的知識の利用、短期の極端現象に対する対応を気候変動への適応のモデルとして用いることがある。これらの問題のそれぞれの研究結果はある曖昧さがあり、適応能力と回復力を向上させる実際の効果の評価を含む、さらなる研究が必要であることを示唆している。

- 技術的な方策に関しては、小島嶼諸国は、過去に島嶼コミュニティが気候変動性への対処に成功することを可能にしてきた伝統的な技術および技能をより重視したいかもしれない。しかし、伝統的な技術および技能が十分に気候変動の悪影響を低減できるかどうかは不確実なため、適宜それらを近代的な知識や技術と組み合わせることが必要であろう。
- 地方の能力を、環境評価や環境管理、モデリング、気候変動に関連した経済社会開発計画、および小島嶼における適応や緩和の分野で強化すべきである。この目標は、能力強化や制度変更への〈住民〉参加型アプローチの適用を通じて達成されるべきである。
- 信頼できる手頃なコストのエネルギーへのアクセスは、高コストのエネルギーが持続可能な開発の達成という目標への障壁になるとみられるほとんどの小島嶼において欠くことのできない要素である。小島嶼に適したエネルギーオプションに関する研究と開発は、適応戦略と緩和戦略の両方に役立つと同時に、持続可能な成長を達成する見通しも高める。

【図、表、Box】

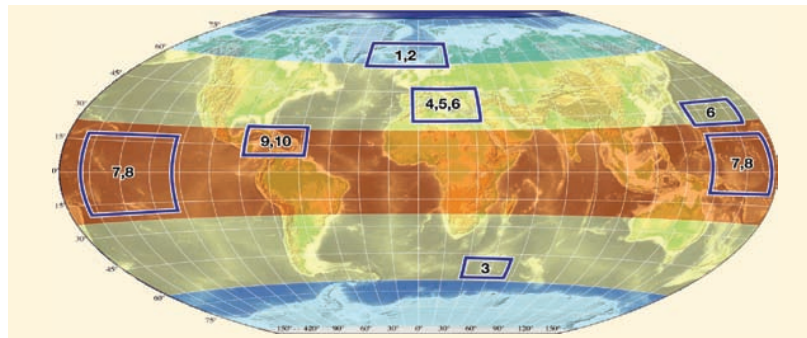
表 16.1 1961～1990 年期と比較した地域別の気温上昇の予測 (°C) 【訳注 16-8】。

地域	2010～2039 年	2040～2069 年	2040～2069 年
地中海	0.60～2.19	0.81～3.85	1.20～7.07
カリブ海	0.48～1.06	0.79～2.45	0.94～4.18
インド洋	0.51～0.98	0.84～2.10	1.05～3.77
北太平洋	0.49～1.13	0.81～2.48	1.00～4.17
南太平洋	0.45～0.82	0.80～1.79	0.99～3.11

表 16.2 1961～1990 年期と比較した地域別の降水量変化の予測 (%) 【訳注 16-8】。

地域	2010～2039 年	2040～2069 年	2040～2069 年
地中海	- 35.6～+ 55.1	- 52.6～+ 38.3	- 61.0～+ 6.2
カリブ海	- 14.2～+ 13.7	- 36.3～+ 34.2	- 49.3～+ 28.9
インド洋	- 5.4～+ 6.0	- 6.9～+ 12.4	- 9.8～+ 14.7
北太平洋	- 6.3～+ 9.1	- 19.2～+ 21.3	- 2.7～+ 25.8
南太平洋	- 3.9～+ 3.4	- 8.23～+ 6.7	- 14.0～+ 14.6

Box 16.1 小島嶼における将来の影響と脆弱性の範囲



* 下表の太字の番号は、上の地図に示された地域に対応している。

リスクのある地域*とシステム	シナリオと参考文献	変化するパラメータ	影響と脆弱性
1. アイスランド、孤立した北極圏スバルバル諸島およびフェロー諸島：海洋生態系および植物種	SRES A1 および B2 ACIA (2005)	予測される気温の上昇	<ul style="list-style-type: none"> 種の喪失と交替の不均衡が生物多様性の初期の喪失を生む。矮小低木と木本優占植生が希少固有種に富む北方地域に拡大することが、それらの種の喪失をもたらす。 アイスランドのカラフトシヤモ資源の大幅な減少、または完全な崩壊が、ほとんどの商業魚業資源、クジラおよび海鳥に相当のマイナスの影響をもたらす。
2. 高緯度諸島（フェロー諸島）：植物種	シナリオ I/II：2°C の気温上昇/降下 Fosaa et al. (2004)	土壌温度、積雪および積算成長度日数の変化	<ul style="list-style-type: none"> シナリオ I：温暖化に最も影響される種は山岳の最上部に限定される。ほかの種については、影響は主に上方への移動であろう。 シナリオ II：温度低下の影響を受ける種は低い高度にいる種である。
3. 亜南極地方のマリオン諸島：生態系	自分のシナリオ Smith (2002)	予測される気温および降水量の変化	<ul style="list-style-type: none"> 変化は固有の生物相に直接影響を与える。さらに大きな脅威は、温暖化により島がいつそう外来種に侵入されやすくなることである。
4. 地中海の 5 つ島：生態系	SRES A1FI および B1 Gritti et al. (2006)	気候および攪乱シナリオのもとでの外来植物種の侵入	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動の影響は、シミュレーションを行った多くの海洋生態系で軽微である。 島の生態系への外来種の侵入がますます問題となる。長期的には、攪乱の速度にかかわらず、島の生態系は外来種植物に優占されることになるだろう。
5. 地中海：渡り鳥（マダラヒタキ <i>Ficedula hypoleuca</i>）	なし（GLM/STATISTICA モデル） Sanz et al. (2003)	気温上昇 海面水位と植生指数の変化	<ul style="list-style-type: none"> ヨーロッパ最南端の繁殖集団のうち 2 つでマダラヒタキの一部の適応要因が気候変動の影響を受け、その繁殖に悪影響が及ぶ。
6. 太平洋および地中海：Siam weed (<i>Chromolaena odorata</i>) 【訳注 16-9】	なし（CLIMEX モデル） Kriticos et al. (2005)	湿気、寒気、暑熱および乾燥によるストレスの増加	<ul style="list-style-type: none"> 太平洋諸島は Siam weed（キク科植物）の侵入を受けるリスクにさらされる。 地中海の半乾燥、温帯気候は侵入に不適と予測される。
7. 太平洋の小島嶼：沿岸侵食、水資源および居住地	SRES A2 および B2 World Bank (2000)	気温と降雨量の変化、および海面上昇	<ul style="list-style-type: none"> 沿岸侵食の加速、淡水レンズへの塩水の浸入および海からの洪水の増加が、居住地に大きな影響を与える。 降雨量の減少と海面上昇の加速が合わさって、水資源への脅威を増大させる。2050 年までの平均降雨量の 10% の低下は、キリバス共和国のタラワ環礁における淡水レンズの大きさの 20% の減少に相当する可能性が高い。
8. 米領サモアおよび 15 のその他の太平洋諸島：マングローブ	2100 年までの 0.88 m の海面上昇 Gilman et al. (2006)	予測される海面上昇	<ul style="list-style-type: none"> 米領サモアのマングローブ地域が 50% 失われ、15 のその他の太平洋諸島のマングローブ地域が 12% 減少する。
9. カリブ海（オランダ領アンティルのボネール島）：海岸侵食およびウミガメの繁殖地	SRES A1, A1FI, B1, A2, B2 Fish et al. (2005)	予測される海面上昇	<ul style="list-style-type: none"> 平均して、0.5 m の海面上昇で現在の全海浜の最大 38%（± 24% 標準偏差）が消失しうる。低地の狭い海浜が最も脆弱であり、ウミガメの繁殖地が 3 分の 1 減少する。
10. カリブ海（ボネール島、バルバドス）：観光	なし Uyarra et al. (2005)	海洋野生生物、健康、陸域の特徴および海洋の状況の変化	<ul style="list-style-type: none"> バルバドスの海浜を基盤とした観光産業とボネール島の海洋ダイビングを基盤としたエコツーリズム産業が、バルバドスの海岸侵食とボネール島のサンゴの白化によって気候変動の悪影響を受ける。

Box 16.2 小島嶼のサンゴ礁に対する非気候変動の脅威

主に人間活動によって駆動される、多数の非気候変動ストレスおよび攪乱がサンゴ礁に影響しうる (Nyström et al., 2000; Hughes et al., 2003)。「サンゴ礁の危機 (coral reef crisis)」は、ほぼ確実に全球スケールの気候ストレスと地方スケールの人為起源ストレスとの複雑かつ相乗的な相互作用の結果であることが示唆されている (Buddemeier et al., 2004)。

Bryant et al. (1998) の研究では、4 つの人為的脅威要因—すなわち、沿岸開発、海洋汚染、乱獲と破壊的漁業、陸域からの土砂や栄養物の流入—が、800 箇所のサンゴ礁に対する人間活動によるサンゴ礁への潜在的リスクの複合指標として用いられた。彼らの地図 (図 16.1) は、低リスク (青)、中程度のリスク (黄)、高リスク (赤) の地点を特定した。低リスク地点はインド洋中部と太平洋の島嶼で一般的であり、高リスク地点は南東アジア海域とカリブ海諸島で一般的である。最もリスクの高い 2 地域におけるリスクにさらされたサンゴ礁の詳細が、Burke et al. (2002) と Burke and Maidens (2004) によって立証されている。彼らによると、南東アジアのサンゴ礁の約 50% とカリブ海のサンゴ礁の 45% が高リスク～非常に高リスクのカテゴリーに分類されている。しかし、大陸と小島嶼の両方の状況において、サンゴ礁への脅威の規模とタイプにかなりの地方的、地域的違いがある。

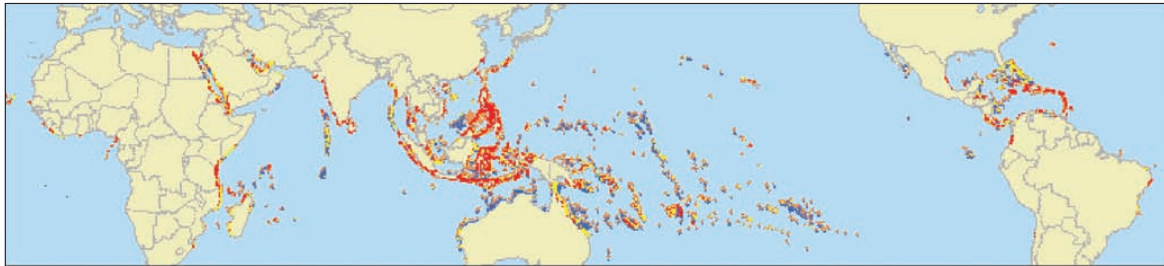


図 16.1 人為的脅威要因によるサンゴ礁への潜在的リスク。低リスク (青)、中程度のリスク (黄) および高リスク (赤)。

出典：Bryant et al. (1998)。

Wilkinson (2004) は、サンゴ礁が多くの小島嶼国にとって特に重要であることを認識したうえで、小島嶼のサンゴ礁がさまざまな非気候変動影響を受けることが多いことを指摘している。サンゴ礁攪乱のいくつかの一般的なタイプを、いくつかの島嶼地域と特定の島々からの例とともに以下に掲げる。

1. 沿岸開発と海岸線の改変の影響：
 - マレーシアのランカウィ島の裾礁上の沿岸開発 (Abdullah et al., 2002)；
 - モーリシャスにおける沿岸リゾート開発と観光からの影響 (Ramessur, 2002)。
2. サンゴおよびサンゴ礁生物の採取：
 - フィジーにおける水族館取引用サンゴの採取。
3. 陸域からの土砂や栄養物の流入による汚染：
 - パラオのアリア湾 (Golbuu et al., 2003) およびシンガポールの南方諸島 (Dikou and van Woesik, 2006) における土砂で窒息死したサンゴ礁；
 - 米領サモアのツツイラ島の非点源汚染 (Houk et al., 2005)；
 - レユニオン島の裾礁 (Chazottes et al., 2002) およびグアムのココス礁湖 (Kuffner and Paul, 2001) の栄養物汚染と富栄養化。
4. 乱獲と破壊的漁業慣行：
 - インドネシア諸島でのダイナマイト漁 (Fox and Caldwell, 2006)；
 - フィリピンでの集約的養殖漁業からの廃水 (Villanueva et al., 2006)；

- フィジーでのサンゴ礁魚類の自給的利用 (Dulvy et al., 2004) ;
- パプアニューギニアのミルン湾のサンゴ礁上のシャコ貝採取 (Kinch, 2002)。

5. 導入種と侵入種 :

- グアムのサンゴ礁生息地への非在来種の侵入 (Paulay et al., 2002)。

不注意によりサンゴ礁に損害を与えてしまう可能性のある「ストレス」のもう一つの категорияがあり、それは粗末なガバナンスによる人的要因である (Goldberg and Wilkinson, 2004)。それが政治的不安定に伴うこともあり、ソロモン諸島における現在の沿岸管理に伴う諸問題はその一例である (Lane, 2006)。

Box 16.3 グレナダとハリケーン・アイヴァン

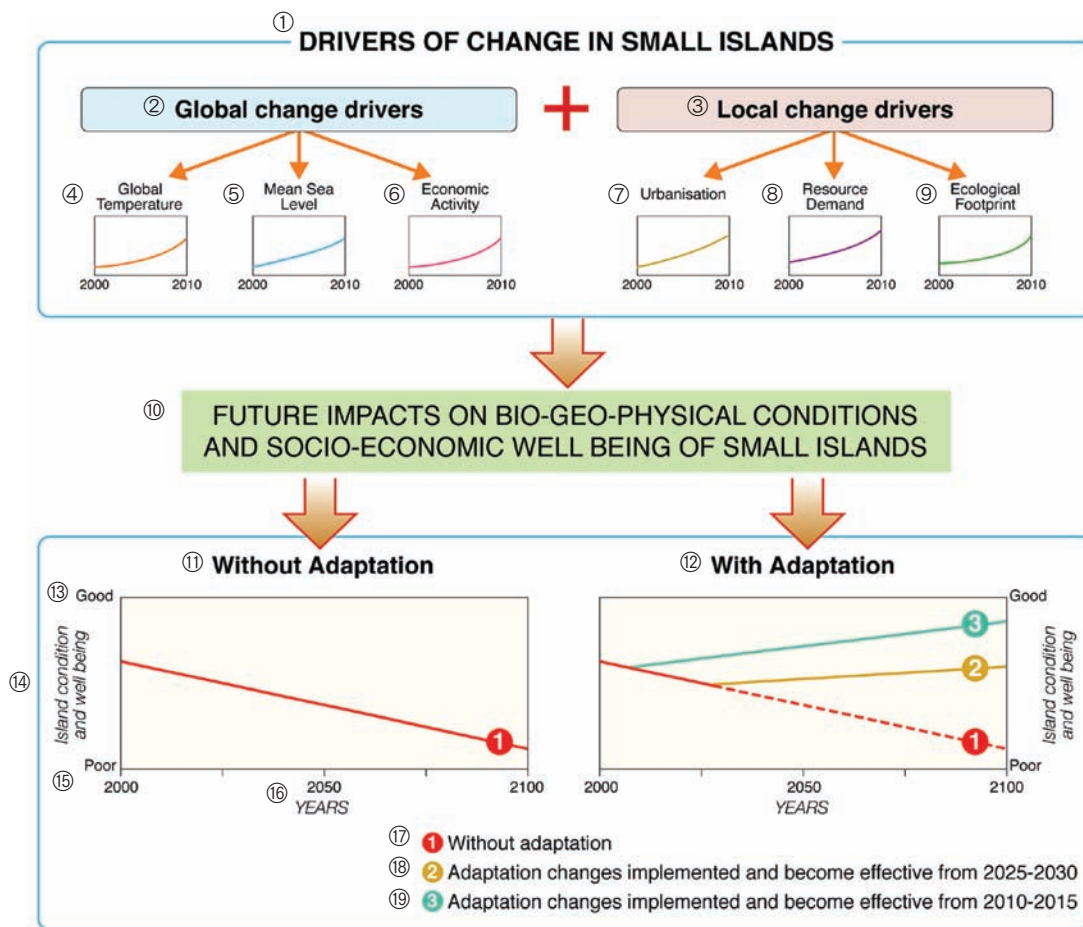
ハリケーン・アイヴァンは、サファ・シンプソン・スケールでカテゴリー 4 に該当する強度で、2004 年 9 月 7 日にグレナダを襲った。持続的風速は 140 mph <秒速約 60 m > に達し、瞬間最大風速は 180 mph <秒速約 70 m > を超えた。同ハリケーンの被害の OECS (東カリブ海諸国機構) / UN-ECLAC (国連ラテンアメリカ・カリブ経済委員会) による公式評価の結果は次のとおりだった。

- 28 人が死亡した、
- 被害総額は現在の GDP の 2 倍と推計された、
- 住宅ストックの 90% が損害を受けた、
- 観光分野の客室の 90% が損害を受け、または破壊された。これは GDP の約 29% に相当する、
- 通信施設の損失は GDP の 13% に相当する、
- 学校および教育インフラに対する損害は GDP の 20% に相当する、
- 農業分野の損失は GDP の 10% に相当する。長い形成期間を持つナツメグとココアの二大作物は、今後 10 年間にわたって GDP への寄与も外貨獲得も期待できない、
- 電気施設に対する損害は GDP の 9% に相当する、
- エコツーリズムと文化遺跡が甚大な被害を受け、この分野に 60% の雇用喪失をもたらした、
- ハリケーン・アイヴァン以前、グレナダは年率約 5.7% の経済成長を達成する軌道に乗っていたが、いまでは年率約 -1.4% のマイナス成長が予測されている。

出典：OECS (2004)。

Box 16.4 将来の島の状況と福利：適応の価値

将来、全球的变化と地域的／地方的変化は相互作用して小島嶼に影響を与えるだろう。そのどちらにも物理的側面と人的側面がある。図 16.2 の上段の図では、全球的動因の二つのグループが特定されている。第一のグループは地球温暖化と海面上昇を含む気候変動であり、第二のグループは、経済活動のグローバル化と国際貿易などの外部要因によって駆動される社会経済的变化である (Singh and Grünbühel, 2003)。これらの全球のプロセスに加えて、小島嶼はまた、人口圧力や都市化のような重要な地方的変化の影響にもさらされ、それらは地方的資源基盤に対する需要を増加させ、環境フットプリントを増大させる (Pelling and Uitto, 2001)。



- ①小島嶼における変化の動因
- ②全球的な変化の動因
- ③地方的な変化の動因
- ④全球気温
- ⑤平均海面水位
- ⑥経済活動
- ⑦都市化
- ⑧資源需要
- ⑨環境フットプリント
- ⑩小島嶼の生物地球物理的状況と社会経済的福利への将来的影響
- ⑪適応がない場合

- ⑫適応がある場合
- ⑬良い
- ⑭島の状況と福利
- ⑮悪い
- ⑯年
- ⑰適応がない場合
- ⑱適応が実施されて 2025 ～ 2030 年から効果を発揮した場合
- ⑲適応が実施されて 2010 ～ 2015 年から効果を発揮した場合

図 16.2 小島嶼における変化の動因と、適応なし、近々の適応の実施、および中期的な適応の実施の場合の、島の状況および福利への含意。Harvey et al. (2004) から改作。

一般的に、将来、全球的および地方的動因の両方が増大すると予想される。これらはおそらく島の環境およびその生物地球物理的状況と、島のコミュニティの社会経済的福利に影響を与えるだろう (Clark, 2004)。

図 16.2 の下段の図には、考えられる 3 つのシナリオが図示されている。適応がなかった場合は、環境状況と島民の福利は将来悪化する可能性が高い (直線 1)。一方、効果的な適応戦略が実施された場合は、生物地球物理的状況と島民の社会経済的福利の両方が改善されるだろう。適応策の実施が早いほど良い結果が得られることが示唆される (直線 2 および 3)。

出典：Harvey et al. (2004)。

Box 16.5 モルディヴにおける適応策

特に脆弱であると特定された低平な環礁島における適応オプションは限られており、気候変動またはその悪影響への対応策は非常に高いコストがかかる可能性がある。モルディヴでは、適応には二つの主な活動タイプがある。第一に、気候変動の影響がすでに分かっている特定分野に的を絞った活動を含む適応策がある。第二に、気候変動と海面上昇への適応を効果的に行うためのモルディヴの能力を高めることを目指す適応策がある。これらの二つのタイプの活動の中で、モルディヴ政府の自治住宅環境省（MOHA）は、いくつかの脆弱な分野を特定し、気候変動の影響を低減するためにとることのできる適応策を決めた。

脆弱な分野	適応対応
土地喪失と海岸侵食	<ul style="list-style-type: none"> ・沿岸防護 ・人口の集約化、すなわち人の住む島の数の削減 ・サンゴ採取の禁止
インフラと居住地の被害	<ul style="list-style-type: none"> ・国際空港の防護 ・既存の空港の改善 ・将来は標高を高める
サンゴ礁の被害	<ul style="list-style-type: none"> ・サンゴ礁への人的影響の低減 ・サンゴ礁の保護指定を増やす
観光産業の被害	<ul style="list-style-type: none"> ・リゾート島の沿岸防護 ・リゾートの主な呼び物としてのダイビングへの依存度の低減 ・経済の多様化
農業と食料安全保障	<ul style="list-style-type: none"> ・果実、野菜その他の作物の代替栽培方法の開発 ・水耕システムを使った作物生産
水資源	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水の保護 ・雨水の取水と貯水能力の強化 ・天日蒸留の利用 ・暴風雨水の管理 ・島の地下水涵養地域の割り当て
適応能力の不足（資金面と技術面の両方）	<ul style="list-style-type: none"> ・人的資源の開発 ・制度の強化 ・研究および系統的観測 ・公民意識および教育

出典：MOHA（2001）。

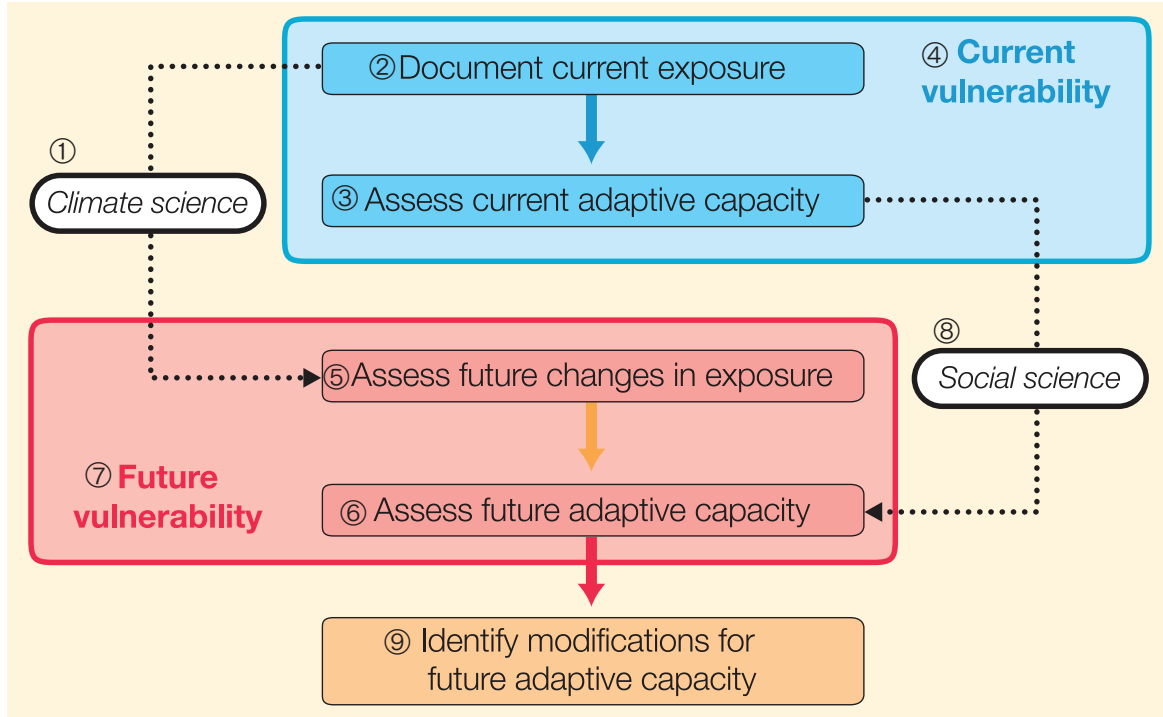
Box 16.6 気候変動の危険と環礁国

「気候変動は、環礁国の社会の長期的な持続可能性を危険にさらす。環礁国が主権国家を放棄する可能性がある<事態>を、UNFCCC が回避しようとしている「危険な」変化の目安として用いることができる。この危険は、不確実な起こりうる気候駆動の物理的影響に関連するのと同様に、適応オプションの縮小および気候変動の影響の予想の役割にも関連する。研究すべき課題は、それを越えると環礁の社会生態システムが崩壊してしまう変化の閾値を特定することと、そうした閾値が突破される可能性がどれほど高いかを評価することである。これらの閾値は環境プロセスと同様社会プロセスにも由来する。さらに、過去に採用された適応戦略で、これらの社会の将来にとって適切と思われるものを理解することも課題である。」

出典：Barnett and Adger（2003）。

Box 16.7 小島嶼における適応策の開発のための能力強化：コミュニティ・アプローチ

太平洋島嶼国における適応策の開発のための能力強化は、「コミュニティの脆弱性と適応の評価と行動 (Community Vulnerability and Adaptation Assessment and Action)」アプローチを用いている。このアプローチは一般参加型で、コミュニティの脆弱性の性質をより良く把握することを目的とし、コミュニティの適応能力の強化の機会を特定する。このアプローチは、実施にあたってボトムアップとトップダウンの両メカニズムの組合せを促進することを目指し、また、評価プロセスの各段階での地元ステークホルダーの参加を支援する。これが成功すれば、適応を国の開発計画と地元の意思決定プロセスに統合すること、あるいは「主流化すること」が可能になる。このアプローチの主要なステップの概要を下図に示す (図 16.3)。



- ①気候科学
- ②現在の曝露の立証
- ③現在の適応能力の評価
- ④現在の脆弱性
- ⑤曝露の将来変化の評価
- ⑥将来の適応能力の評価
- ⑦将来の脆弱性
- ⑧社会科学
- ⑨将来の適応能力に必要な変更の特定

図 16.3 「コミュニティの脆弱性と適応の評価と行動」アプローチの主要なステップ。

クック諸島、フィジー、サモア、バヌアツのいくつかのパイロットコミュニティは、オプションを分析し、自らの脆弱性と適応ニーズに取り組むための行動の最良の道筋を決定するために、すでにこのアプローチを使っている。

出典：Sutherland et al. (2005)。

【第 16 章 訳注】

【訳注 16-1】 原文の英語は Hadley cells and Walker circulation。ハドレー循環は、子午面に沿った大気の循環で、赤道付近で熱せられた空気が上昇し、両極に向かううちに冷えて極域で下降する。ウォーカー循環は、太平洋赤道域の大気の東西循環でラニーニャ現象のときは強まるが、エルニーニョ現象のときは弱まる。

【訳注 16-2】 原文の英語は Madden-Julian Oscillation (MJO)。インド洋から太平洋における赤道域で顕著な、40～50 日周期の気圧の変動が東進する現象のこと。

【訳注 16-3】 原文の英語は Interdecadal Pacific Oscillation (IPO)。太平洋において、大気海洋の状態（水温など）が十年の時間規模で変動していること。

【訳注 16-4】 原文の英語は Power Dissipation Index。熱帯低気圧の強度を示す指標。熱帯低気圧の発生から消滅までの最大風速の三乗の積算値のこと。

【訳注 16-5】 原文の英語は SEAFRAME。1991 年より太平洋島嶼地域で潮位観測を行っている。現在はオーストラリア気象局により維持管理されている。

【訳注 16-6】 原文の英語は TOPEX/Poseidon altimeter。レーダーを用いて海面の高度を計測する人工衛星センサーのこと。

【訳注 16-7】 原文の英語は isostatic uplift。第 12 章【訳注 12-4】を参照のこと。

【訳注 16-8】 右端の欄は 2040～2069 年となっているが、2070～2099 年の誤植と思われる。

【訳注 16-9】 原文の英語は Siam weed (*Chromolaena odorata*)。キク科の雑草のこと。

