

大項目	2	持続可能な社会の実現に向けた地球的課題と国際協力			
中項目	2-2	地球的課題と国際協力			
小項目	2-2-1	世界の自然の大局を理解して地域多様性や地球的課題を考える基礎としての自然地理			
細項目 (発問)	2-2-1-9 サンゴ 礁	気候変動はサンゴ礁にどのような影響を与えているのでしょうか。サンゴ礁を守るためにはどうすれば良いのでしょうか。			
作成者名	山野博哉	作成/修正年	2021/2023/2024年	Ver.	1.2
キーワード 5~10個程度	サンゴ、サンゴ礁、気候変動、地球温暖化、赤土流出				

発問の意図と説明

1. サンゴとサンゴ礁はどこに分布していますか？（サンゴとサンゴ礁の分布が気候と大きく関わっていることを示す。また、気候以外の要因についても挙げ、保全策や適応策立案の重要性につなげる）

サンゴ礁は、サンゴがつくりあげた地形や生態系をさします。サンゴ礁の形成と分布には水温が大きく関わっており、サンゴ礁の形成には最寒月の平均水温が 18 度以上であることが必要と考えられています (図1)。すなわち、熱帯や亜熱帯にサンゴ礁は分布しています。一方で、サンゴの分布はもっと広く、最寒月の平均水温が 10 度以上の海域に分布しています。

日本はサンゴとサンゴ礁の分布の北限域にあたり、緯度の増加に従ってサンゴ礁の規模は小さくなり、長崎県壱岐と対馬に世界最北のサンゴ礁があるものの、最寒月の平均水温が 18 度である鹿児島県種子島周辺以北ではサンゴ礁は基本的には形成されません。ただし、サンゴ礁は形成しなくとも、日本海側では新潟県佐渡島、太平洋側では千葉県までサンゴの分布が確認されています。サンゴは、熱帯から温帯まで広く分布している生きものなのです。水温に加えて、サンゴの生息には基本的に透明度の高い海水の環境が必要です。淡水や土砂の流れ込む河口にはサンゴは分布しません。また、光が届かない深い海にもサンゴは分布しません。赤い色をした宝石サンゴは深海に分布しますが、サンゴ礁を作るサンゴとは近い仲間ですが別の種類です。

2. サンゴとサンゴ礁はなぜ大事なのでしょう？（サンゴとサンゴ礁の重要性を示し、保全策や適応策立案の重要性につなげる）

サンゴは、褐虫藻と呼ばれる微細藻類を共生させており、それが光合成を行います。植物と同じく生態系の基盤となる生物なのです。また、サンゴは骨格を形成し、立体的な構造を持つため、多様な生物の棲み場所となります (図2)。こうしたことから、サンゴ礁は地球表面のわずか 0.1% を占めるのみですが、そこには約 9 万種の生物が生息しているのです。こうした生物多様性の場としての重要性に加え、サンゴ礁は人間に漁業や観光などの資源を提供したり、また天然の防波堤となるとともに居住地を提供したりする重要性も持っています。例えば、モルディブやツバルなど国土のすべてがサンゴ礁起源の堆積物からなる島嶼国も存在します。サンゴ礁は人間にも密接につながった生態系なのです。

最近、生態系が人間に恩恵をもたらすことを「生態系サービス」と呼び、その価値を経済的に評価することが行われています。上に示したようなサンゴ礁が持つさまざまな生態系サービスをあわせると、その価値は 1 ヘクタールあたり年間約 35 万ドルと推定されています。これは、他のどの生態系より高い値です。

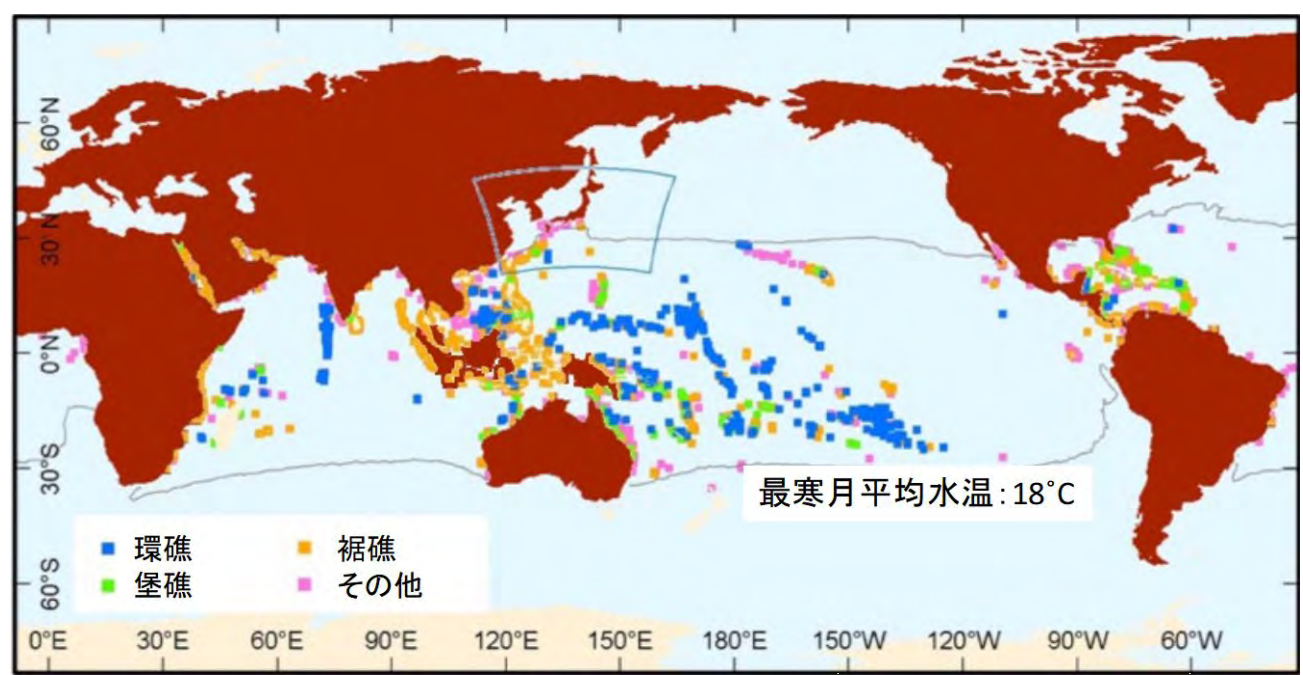


図1. サンゴとサンゴ礁の分布。色はサンゴ礁のタイプを示す。
<https://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/53/53.pdf> p.6引用



図2. サンゴとサンゴ礁のさまざまなつながり。
<https://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/53/53.pdf>
<https://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/53/53.pdf> P8引用

3. 最近のサンゴ礁の変化はどのようなものになっていますか？ 将来はどのようなものになるのでしょうか？（サンゴの保全の必要性、気候変動の緩和と適応の重要性を示す）

サンゴ礁は全体的には衰退傾向にあります。一つの大きな原因はサンゴの白化減少で、気候変動が関わっていると考えられています（図3）。白化現象とは、高水温ストレスによってサンゴに共生している褐虫藻が抜け出したり色素を失ったりしてしまうことで、その状態が長く続くと、サンゴは褐虫藻から栄養を受け取れなくなって死んでしまいます。1998年の夏に水温が上昇し、全世界でサンゴの白化現象が起きました。その後も各地で白化現象は頻発し、地球温暖化による水温上昇との関連が議論されるようになりました。最近では、2016年夏にも高水温による白化現象が起っています。熱帯や亜熱帯のサンゴが高水温で衰退しているのに対して、温帯では水温上昇によってサンゴの生息域が広がって、サンゴの分布北上が起っています。しかし、海域全体で考えると総量としてはサンゴは急激に減っており、サンゴ礁は衰退していると言わざるをえません。

さらには、二酸化炭素が海水に溶け込んで起こる海洋酸性化も新たな脅威として認識され、このままの速度で二酸化炭素の排出が続くと、地球温暖化と海洋酸性化により将来サンゴが生息できなくなってしまうという悲観的な予測がなされています。

地球温暖化と海洋酸性化という地球規模でのストレスに加え、陸域からの土砂の流入や魚の乱獲など、ローカルなストレスもサンゴ礁を衰退させている要因です（図4）。また、埋め立ては直接的なサンゴ礁の破壊をもたらします。この背景には社会経済経済的要因が大きく関わっており、沖縄では、日本復帰以降、土地開発により陸域から土砂（赤土）や栄養塩が海域に流れ出し、サンゴが大量に死んでしまいました。この状況を受け、沖縄県においては、1995年10月に「沖縄県赤土等流出防止条例」が施行され、工事などの開発行為による赤土等流出は規制され削減されたものの、農地からの赤土流出はまだ観察されており、依然問題は続いています。

4. サンゴ礁を守るためにどんなことをすればよいのでしょうか？（サンゴの保全に地理情報の重要性を示す）

日本では、環境省が「サンゴ礁生態系保全行動計画」を策定し、国や自治体などさまざまな主体が参画してサンゴ礁を保全する取り組みを進めています（参考URL1）。サンゴ礁を守るためには、地球温暖化と海洋酸性化を止めるための温室効果ガスの削減と、気候変動による変化に対して保全などの対策をとることが必要です。前者は気候変動の緩和策、後者は気候変動への適応策と呼ばれます。気候変動への適応策に関しては、気候変動以外のストレスを減らすことが考えられています。上で、このままの速度で二酸化炭素の排出が続くと、将来サンゴが生息できなくなってしまうという悲観的な予測を述べましたが、努力して二酸化炭素などの温室効果ガスの排出を減らすと生息域は残るといふ予測結果が得られています。気候変動の緩和には、我々の生活だけでなく産業界などが一体となって取り組むべき課題です。

適応に関しては、図4に示したように、サンゴは気候変動以外にもさまざまなストレスを受けており、これらのストレスを減らし、サンゴ礁の保全を進めることが必要です。保全を効果的かつ効率的に行うためには、地理情報を用いた空間計画が重要です。例えば、地図上で気候変動を考慮して広域でのサンゴ分布予測を行った上で、水温が上がりにくく将来もサンゴが生息可能な海域を特定して、そこであらかじめ集中的に保全活動を行うことが挙げられます（図5）。保全活動には、サンゴを食害するオニヒトデの駆除や、陸域からの土砂流入を減らす対策があります。陸域からの土砂流入の推定にも土地利用情報などの地理情報が役立ちます。土砂の発生源が特定できれば、そこで土砂流出を防止する対策を講じることができます。このように、地理の知識や情報は保全を支えるものとして非常に重要です。

参考 URL サイト（2024年3月参照確認）

参考 URL1 <http://www.env.go.jp/nature/biodic/coralreefs/project/index.html>

環境省 サンゴ礁生態系保全行動計画

<https://www.env.go.jp/nature/biodic/coralreefs/project/index.html>

参考文献

山野博也（2016）「サンゴ礁の過去、現在、未来」（Interview 研究者に聞く）,環境変化とのかかわりから保全へ、環境義【国立環境研究所の研究情報誌, 53, サンゴ礁を守り、再生するために,pp. 4－9.

<https://www.nies.go.jp/kanko/kankyogi/53/53.pdf>

図と表のページ



図3. 2016年夏の高温により白化したサンゴ。(写真撮影：山野)

グローバル

二酸化炭素排出 → 気候変動 → 降水量変化

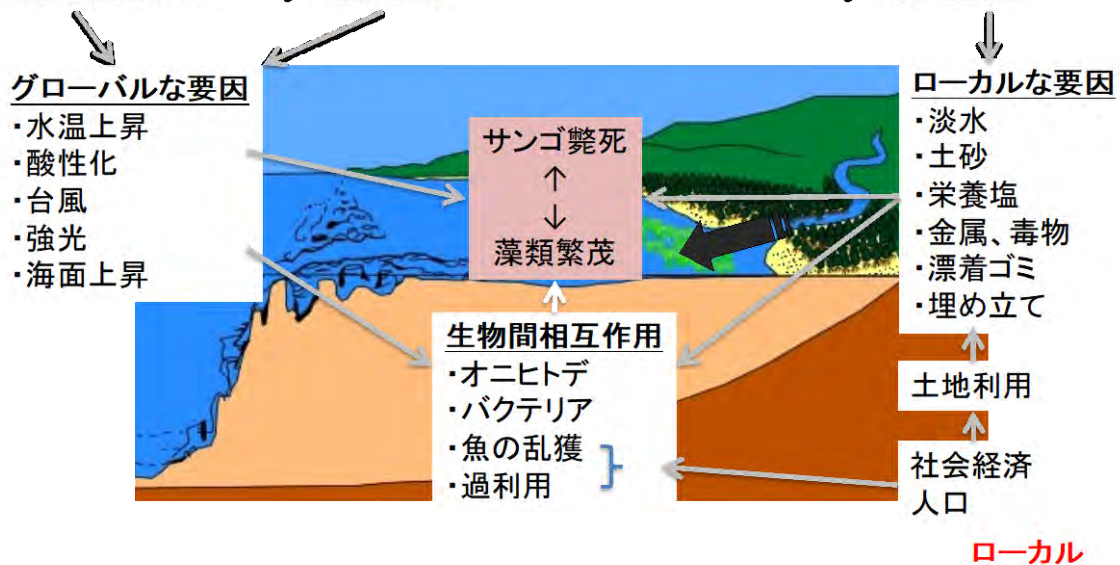


図4. サンゴ礁が受けているさまざまなストレス。(引用先?)

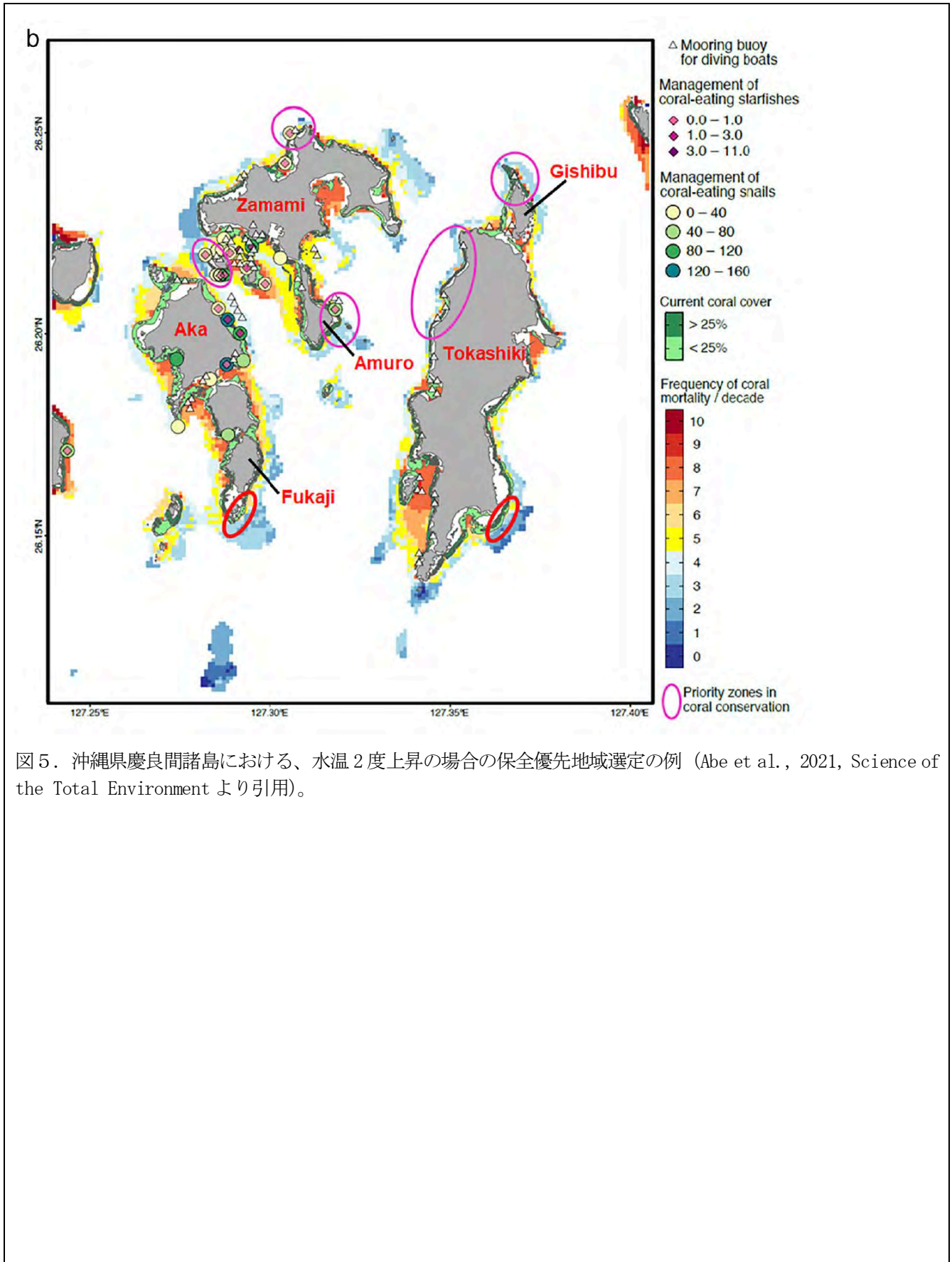


図5. 沖縄県慶良間諸島における、水温2度上昇の場合の保全優先地域選定の例 (Abe et al., 2021, Science of the Total Environment より引用)。