

東京都 沖ノ鳥島・南鳥島に関する研究調査事業  
実施類型 BⅡ 実施機関 国立大学法人東京大学

# 沖ノ鳥島・南鳥島の地生態工学的維持のための研究調査 (成果報告書)

2025(令和7)年1月



## 目次

<b>1. 報告内容の要旨 .....</b>	<b>1</b>
<b>2. 研究調査の概要 .....</b>	<b>1</b>
2. 1 研究調査開始当初の背景及び課題.....	1
2. 2 研究調査の目的 .....	2
2. 3 研究調査の達成目標・期待される効果 .....	2
2. 4 研究調査の実施体制.....	2
<b>3. 研究調査の実施内容 .....</b>	<b>3</b>
3. 1 実施目的.....	3
3. 2 実施方法.....	3
3. 3 実施結果.....	6
3. 4 考察と研究調査の成果、今後の課題・展望等.....	21
<b>4. まとめ .....</b>	<b>22</b>

この報告書は、東京都が行う「沖ノ鳥島・南鳥島に関する研究調査事業」として決定された研究調査「沖ノ鳥島・南鳥島の地生態工学的維持のための研究調査」に係る実施内容を取りまとめたものです。

## 1. 報告内容の要旨

令和6年12月に、南鳥島において、地形・堆積物と生物相の調査を実施した。本報告では主にその結果をまとめ、島の形成メカニズムに基づいて、島の形成を促す方策について議論した。

## 2. 研究調査の概要

### 2. 1 研究調査開始当初の背景及び課題

沖ノ鳥島と南鳥島は、日本の南端と東端に位置する国境離島である。両島とも、低潮位以下のサンゴ礁と、それを土台として高潮位以上まで堆積したサンゴ礁・サンゴ礫がつくる卓礁型のサンゴ礁州島である。現代におけるサンゴ礁州島の最大の課題は、海面上昇とそれによって激化する海岸侵食によって、島が浸食・消失・水没してしまうことである。実際、沖ノ鳥島は高潮位より上数10 cmの陸地が2つしかないため、国による海岸保全事業が進められている。一方、沖ノ鳥島（面積5.8 km<sup>2</sup>）より小さなサンゴ礁からなる南鳥島（面積2.3 km<sup>2</sup>、陸地の面積は1.5 km<sup>2</sup>）は、サンゴ礫が標高9 mまで堆積して島を造っている。南鳥島がどのように形成・維持されているのかを理解することは、沖ノ鳥島や広くサンゴ礁州島一般の維持・保全に重要な情報を提供する。

海面上昇に対して、人工的に島を嵩上げして、その維持をはかることは、国連海洋法の島の定義「島とは、自然に形成された陸地であって、水に囲まれ、満潮時においても水面上にあるものをいう」（第121条「島の制度」）に、抵触する。実際、南シナ海の岩礁を中国が埋め立てて島と主張していることに対する仲裁裁判の判決（2016年）では、人工的に埋め立てられた陸地は島とは認められず、3千メートル級の滑走路を建設して軍事基地化しているミスチーフ礁とスビ礁はもともと高潮位以上にはない礁を人工的に埋め立てたもので、岩でさえない低潮高地であると結論している。こうした状況をふまえると、両島の保全は、自然のメカニズムに従い、それを促進する地生態工学的に行うことが望ましい。さらにそうした科学的成果を、国際的に発信することによって、島の地位を確立するとともに、沖ノ鳥島と同様に水没の危機にある島嶼国の気候変動適応策に資することができる。

島の地形の維持には、(1)島の土台を作るとともに、島の周囲で天然の防波堤として外洋の波浪から島を守り、基線としての低潮線の根拠となるサンゴ礁の維持と、(2)高潮位以上の陸地（島）の維持の2通りの意味がある。(1)については、サンゴ礁の形成プロセス、とくにサンゴ礁の縁の高まりである礁嶺の形成過程やそれを構成するサンゴについての情報が必要である。サンゴ礁の形成を明らかにした上で、(2)高潮位以上の島の形成過程の理解に進む。卓礁において高潮位以上の陸地（島）は、過去のサンゴ礁が削り残されたものか、サンゴ礫が打ち上げられて形成されたものなのか、両者の複合（古いサンゴ礁石灰岩を核として、サンゴ礫が堆積して島を造る）かのいずれかである。島の地学的な成り立ちを明らかにするとともに、現在の波・流れと堆積物の運搬・堆積過程について明らかにする必要がある。卓

礁において堆積物は、サンゴが成長してつくる石灰質骨格とその断片がつくることから、サンゴの分布や成長についての情報も必要である。

## 2. 2 研究調査の目的

2. 1で提起した問題点に基づいて、本年度は、南鳥島において、地形・堆積物と生物相の調査を行って、島の形成メカニズムを明らかにすることを目的とする。それに基づいて、海面上昇に対する島とサンゴ礁の応答シナリオを描き、島の地生態工学的維持・形成技術を提案する。

## 2. 3 研究調査の達成目標・期待される効果

卓礁の島の形成・維持メカニズムの解明に基づいて、海面上昇に対して島を自然（サンゴと波浪）の営力によって維持する方策を提案する。さらに島の維持・保全を、太平洋小島嶼国にも適用することによって、都民の目が、国境を越えて太平洋に広がることが期待される。現在太平洋小島嶼国は、海面上昇による水没に対して、護岸や埋め立てなど工学的な対策を求めている。小島嶼国の人々にとっての理想は、東京湾のように埋め立て・護岸された海岸をつくることである。しかしながら、東京都では、過度の埋め立てと自然破壊によって、生態系と生物資源（江戸前）の劣化、赤潮・青潮、親水機能の喪失などの深刻な問題が起こっていることを経験し、自然再生の取り組みが進んでいる。東京都が、沖ノ鳥島・南鳥島という小島嶼と同様の自然環境を持つ両島において、地生態工学的な海岸侵食・海面上昇対策をモデルとして示すことによって、東京都の取り組みを「我が国」・「我が都」の領土と排他的経済水域の維持という近視眼的な視点から、東京湾－伊豆・小笠原－国境離島を通じて、太平洋小島嶼との連携に眼差しを広げることを目指す。

## 2. 4 研究調査の実施体制

本研究は、東京大学海洋アライアンス連携研究機構「沖ノ鳥島・小島嶼国プログラム」をベースとして実施する。同プログラムは、2008年に設立され、海面上昇に対する沖ノ鳥島や太平洋小島嶼国（環礁）の生態工学的維持について研究会を行うとともに、産官学のセクターを越えた沖ノ鳥島における取り組みについて情報交換の場を設けてきた。参加メンバーは、大学・研究所、国の省庁（国土交通省、水産庁、環境省、防衛省、沖縄総合事務局）、東京都、政府系財団、民間から、220名ほどである。

渡島については、関係省庁の調査・モニタリングに同乗して行う。本年度は、防衛省の協力を得て、南鳥島調査を行った。

### 3. 研究調査の実施内容

#### 3. 1 実施目的

南鳥島は、沖ノ鳥島と同じ規模の卓礁でありながら、標高9 mにも達する州島が形成されている。その形成・維持メカニズムを明らかにすることは、沖ノ鳥島の維持のためにも重要である。本年度の調査の目的は、南鳥島において、礫が打ち上げられて島をつくる過程を明らかにするために、島の海岸地形・堆積物調査と、波浪の観測、島の生物相を明らかにすることである。

#### 3. 2 実施方法

##### 3. 2. 1 文献調査

南鳥島の地形と生物相に関する、これまでの研究をレビューするために、令和4年度東京都研究調査事業で作成した「沖ノ鳥島・南鳥島データベース」から、関連する資料を抽出して詳細を調査し、とくに出現する生物種のリストを作成して、国際的なデータベースに登録するとともに、未入手だった資料の収集とデータベース化を行った。

##### 3. 2. 2 現地調査

###### (1) 渡島

令和6年12月12-13日、防衛省の輸送機(C-130, 図1)に同乗して、南鳥島に渡島して、現地調査を行った。



**図1 自衛隊輸送機 C-130（防衛省ホームページより）**

## （2）海岸地形・堆積物調査

日没前の限られた時間の中で，南鳥島全周を対称にした砂礫浜の断面形状と堆積している砂礫粒径の分布の概要を把握するため，RTK-GNSS による断面地形測量と砂礫浜表面部の画像撮影を行った（図2）．測量地点は南鳥島海岸の北端部，東側海岸中央部，南東端部，西側海岸中央部とした．



**図2 RTK-GNSS による地形測量**

## （3）トレイルカメラの設置

高波浪によるサンゴ礫の打ち上げは，島の全方位からであると推察されるものの，台風の接近等に伴う高波浪の来襲は北東側からが卓越的であると推察され，また後浜の標高も東側が9m 前後と最も高くなっていることも勘案し，東海岸にリーフ上や砂礫浜での波と礫の挙動を観測するインターバル動画撮影を行うため，トレイルカメラを設置した．

## （4）環境DNA

南鳥島周辺に生息する魚類を対象に，海水から環境DNAを採集してその種類を把握する手法の確立を目的とする．あわせて，採集した環境DNAを分析し，これまで環境DNA学

会が実施してきた日本沿岸の魚の生物多様性に関するデータベースと比較した考察を行うことを目指す。

#### (5) 現地ヒアリング

南鳥島には、防衛省海上自衛隊、国土交通省、気象庁が、施設を置いて駐在している。今回の渡島にあたって、これら施設に駐在している職員から、島の地形、形成イベントについて、ヒアリングを行った。

### 3. 2. 3 沖ノ鳥島のデータ解析

令和5年度東京都研究調査事業で、令和6年1月に沖ノ鳥島において現地調査を実施した。本年度は、調査結果に基づいて、沖ノ鳥島の波浪場と東小島周辺の堆積特性の計算を行った。

### 3. 3 実施結果

#### 3. 3. 1 文献調査

令和4年度以降に出版された、沖ノ鳥島と南鳥島に関わる論文と、令和4年度の委託事業で未入手だった報告書、書籍、論文など30篇を収集して、「沖ノ鳥島・南鳥島データベース」に登録した。

同データベースから、両島で確認・記載された生物の「生物名・学名・観察日時・観察手法」等の情報を抽出して、国際的な生物多様性データベースである「DarwinCore形式」として登録した。これによって、地球規模の生物多様性の情報に欠けていた、沖ノ鳥島と南鳥島の生物種の情報が、公開、利用されることになる。

島の形成に関わる造礁サンゴについては、沖ノ鳥島からは93種、南鳥島からは27種が報告されている。どちらも、周辺の島々から報告されている造礁サンゴ種数より少ない（パラオ209種、八重山諸島368種、小笠原諸島180種、マリアナ諸島205種）。これは、両島とも孤立しているため、サンゴ幼生の加入が距離によって制限されているためである。沖ノ鳥島では、サンゴの分布について繰り返し調査・記載されており、種数が少ない理由が島の孤立であることは間違いない。一方で、南鳥島のサンゴの報告は限定的であり、今後より詳細な調査を実施することによって、新たに発見されるサンゴ種が記載される可能性が高い。

また、どちらの島でも、ハナヤサイサンゴ（*Pocillopora* 属）が卓越していることが、特記される。同属のサンゴは、太い枝分かれしない枝を持ち（コリンボース型）、碎波でも生息するため、自然の防波堤である礁嶺を造るとともに、波で壊された礫は島に打ち上げられて堆積して島を造る。西太平洋の島嶼では種としてミドリイシ（*Acropora* 属）が礁嶺を造るが、ハナヤサイサンゴは、幼生の生残期間が100日以上と長いため（ミドリイシ属は数日）、両島においてはミドリイシに代わってハナヤサイサンゴがこのニッチを占めている。

#### 3. 3. 2 現地調査

##### （1）渡島と島の概要

調査参加者：茅根 創・田島芳満・八木信行（東京大）。

渡島スケジュール

12月11日（水）

19時 大和集合、打合せ（泊）

12月12日（木）

厚木基地発～南鳥島着

15-16時 全島調査（図4）、A、B、C、D地点海岸断面RTK測量。

15:57:35 日没

16時 夕食

17-20時 関係機関（自衛隊、国土交通省、気象台）ヒアリング。

東海岸（地点B）調査、トレイルカメラ設置、環境DNA試料採取。

22時 宿泊



12月13日（金）

5:18:43 日の出

5時20分－6時40分 東海岸（地点B）調査

南鳥島発～厚木基地着 解散



図3 硫黄島 自衛隊基地から播鉢山を望む.

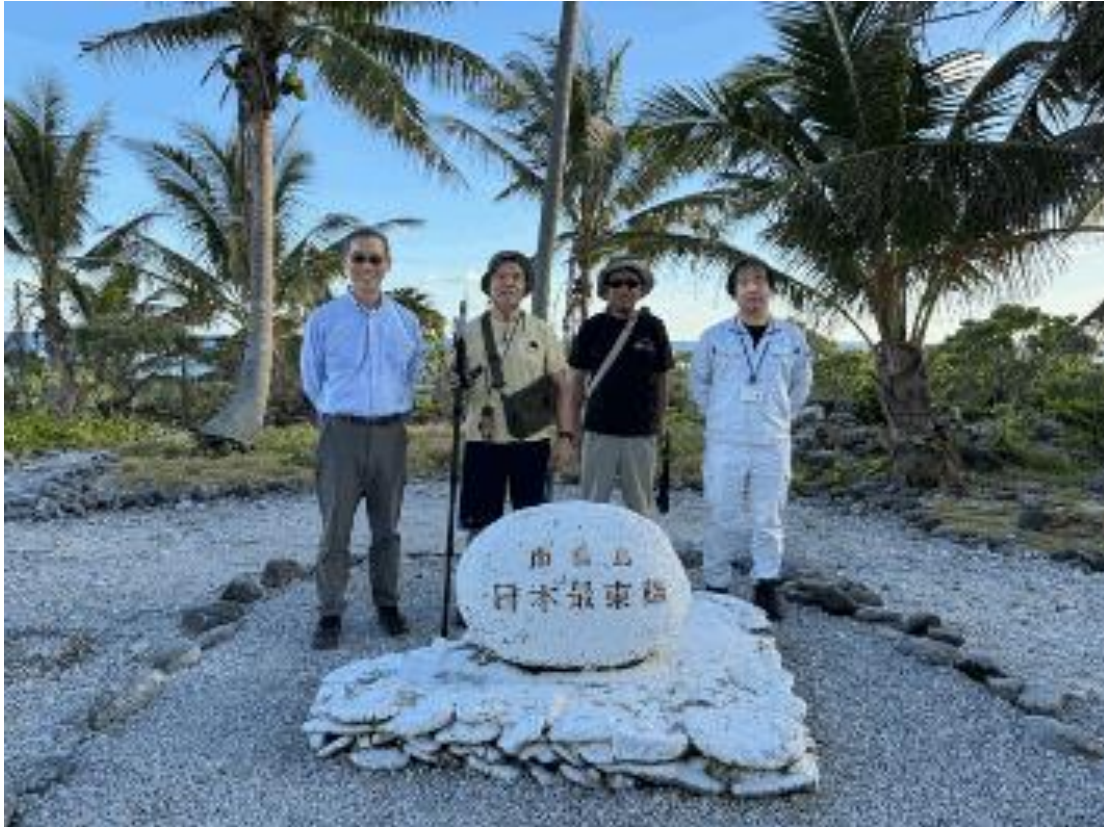


図4 日本最東端の碑で調査団メンバー。

南鳥島は、西北西—東南東の底辺 1.6 km，北東—南西と南北の 2 辺が 2 km ほどの 3 辺からなる三角形の卓礁で，幅 100-200 m ほどのサンゴ礁に囲まれる．島の標高は最大 9 m ほどある（図 5）．

島の東西を横断する測線（B—D 測線）を図 4 に示す．海岸は径が最大 1 m ほどのサンゴ礫からなり，東側海岸は標高 2 m，5 m，7 m の 3 段のステップに分かれる（図 6，7）．最低位 2 m のステップは，よく摩耗した礫からなり，現在の波浪の営力で堆積したものであると考えられる．中位 5 m のステップは，灰色に風化した礫からなり，過去の高波浪時に堆積したものであると考えられる．最高位のステップは，現在の島の頂面に続くもので植生におおわれる．



図5 南鳥島調査地点

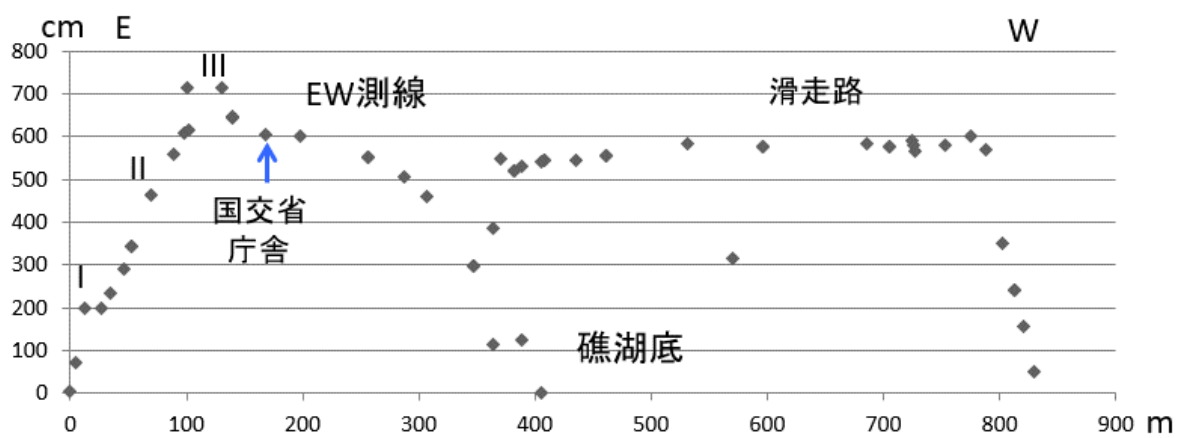


図6 南鳥島B－D断面図（左が地点B，右が地点D）。



图7 地点B海岸



島の中央には、礁湖の凹地が認められ、礁湖底の標高は1 mで、現在は離水している（図8）。なお2017年調査時に、島の西側、滑走路の西側に人為的に掘り込まれた凹地の壁面（露頭）を観察したが、すべて最大径1 mほどのサンゴ礫からなり古い石灰岩は認められなかった（図9）。



図8 E-W 測線（地点B-D）中央の離水した礁湖。



図9 滑走路西の露頭（すべてサンゴ礫、古い石灰岩は見つけられなかった）

## （2）海岸地形・堆積物調査

図10にRTK-GNSSによる断面地形測量の結果を示す。時間の制約があったものの、図に示したA~Dの北端部、東側中央部、南東端部、西側中央部の海岸において断面地形測量を行うことができた。図に見られるように、比較的浜幅の短い南東端部地点Cおよび西側中央部地点Dにおいて急な断面勾配が見られ、北端部および東側中央部では段上の地形が見られた。異なる時期の異なる波高の来襲に伴い断面地形が形成されたことが推察される。

また東側中央部地点Bの海岸においては、断面に沿った異なる地点1~9において表層堆積物の写真を撮影した（図12）。図に見られるように、汀線近傍部の地点1では粒径の比較的小さな礫が卓越的に堆積しており、前浜段上の地点2および3では中程度の粒径の礫と砂が混在している様子が見られた。さらに標高の高い地点5や6では粒径の大きな礫と砂が堆積していた。また粒径の大きな礫は黒く変色しており、比較的頻度の低い高波浪イベントによって堆積して形成された地形であることが推察された。

断面勾配が大きい地点Cおよび地点D（図13および図14）では、大きな粒径の礫が卓越的に堆積している様子が見られた。急勾配地形は粒径の大きな礫が卓越することで形成されたと推察されるが、その要因についてはさらなる調査・検討が必要である。地点Dの汀線近傍ではビーチロックが形成されており、砂の供給・堆積があったことも推察される。

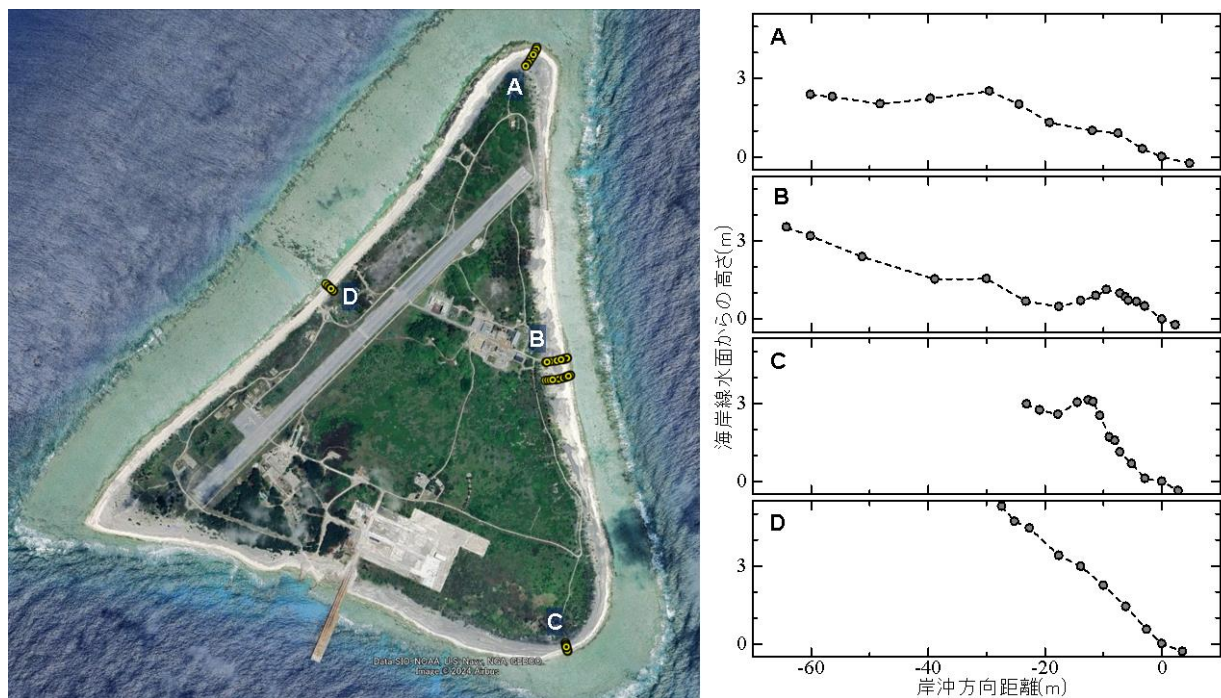


図10 RTK-GNSSによる断面地形測量結果





图 11 堆積物攝影地点





図 12 砂礫浜表層部の写真(地点 1~9)

C



図 13 地点 C における断面と砂礫浜

D



図 14 地点 D における砂礫浜



### (3) トレイルカメラの設置

トーチカに固定具をビスで取り付け、固定具に番線および結束バンドを用いてステンレスポールを設置した。さらにステンレスポールの中央部に、結束バンドを用いてトレイルカメラを設置した（図 15）。



図 15 トレイルカメラ設置状況

毎日 5:00～16:00 の間、毎正時および毎正時 30 分に 30 秒間の動画を撮影する（図 16）。データは、SDカードに記録・保存される。



## 図 16 トレイルカメラ画像

### (4) 環境DNA

以下のとおり海水サンプルを採集した（図 17）。

#### 1) 日時

2024年12月13日 AM4:50-6:10

#### 2) 場所

南鳥島： 北緯 24.28902 度 東経 153.98515 度

#### 3) 濾過サンプルの作成

1,000 ミリリットルの海水を濾過したサンプルを 2 セット作成した。2 セットで 1 つのユニットになる。なお、1 ユニットを作成するのに 1 時間以上かかるため、今回は時間の制約から南鳥島の中の 1 地点だけでサンプル作成を行った。

#### 4) サンプルの保管と発送

サンプルはクーラーバッグの中で冷蔵保存し、厚木基地まで持ち帰り、翌日、クール宅急便にて分析機関である「一般社団法人サステナビリティセンター」まで送付した。

#### 5) 現地南鳥島での具体的なサンプル作成方法

環境DNA学会の基準に準拠させて実施した。なお南鳥島での調査実施中はコンタミを避けるためゴム手袋を常時着用し、調査器具以外には触れない状況であったため、写真撮影は行っていない。



図 17 環境DNA採取試料



#### (5) 現地ヒアリング

海上自衛隊南鳥島航空派遣隊長，国土交通省南鳥島港湾保全管理所長，気象庁南鳥島観測所長と面談して，南鳥島に駐在して行っている職務の内容について，ヒアリングすることができた。

このうち，海上自衛隊南鳥島航空派遣隊長から，2006年9月3日，台風12号による礫の打ち上げの記録と写真を紹介してもらった。この写真によって，同台風通過の際に，島の北の滑走路上と東の庁舎の，いずれも標高8－9mまで礫が打ち上がっている状況を確認することができた。また，国土交通省南鳥島港湾保全管理所長からは，島の海岸視察の際にトレイルカメラの状況を確認してもらえとの申し出をもらった。

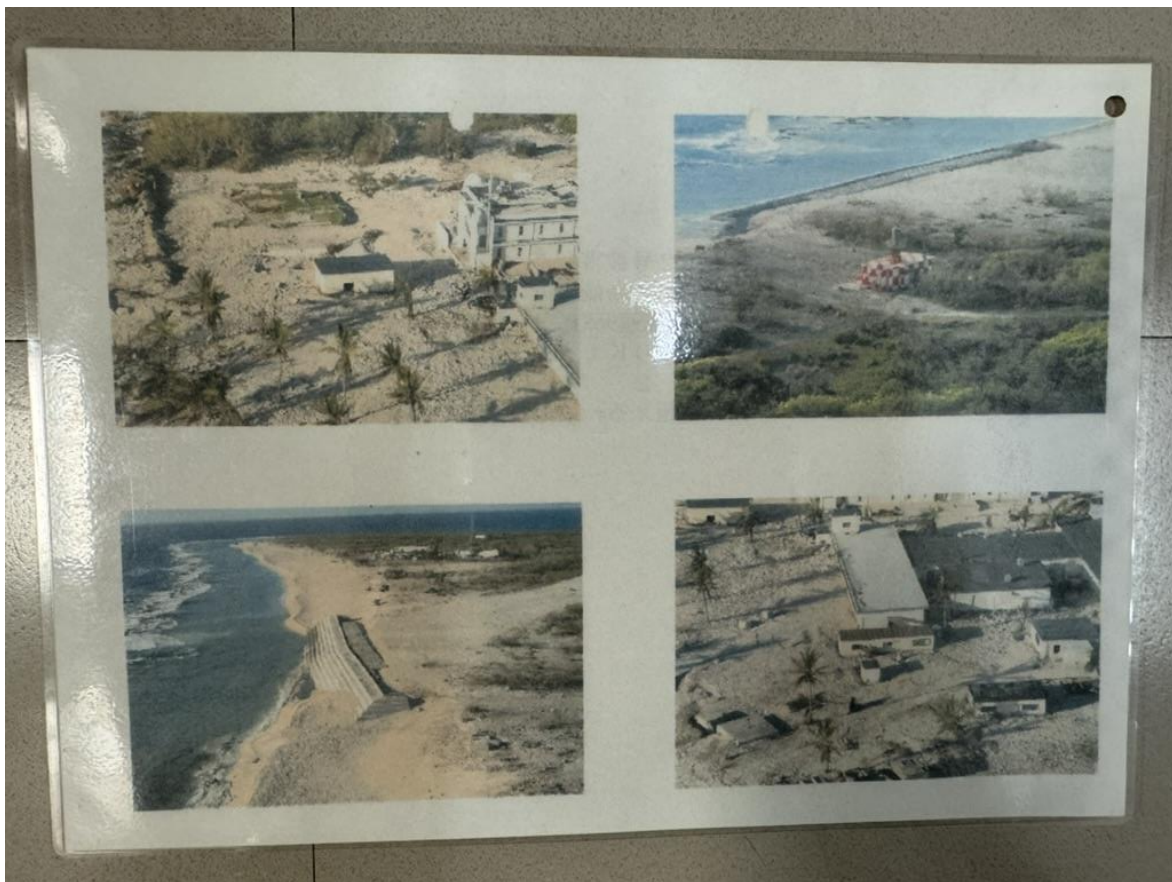


図 18 2006 年 9 月台風 12 号による礫の打ち上げ



### 3. 3. 3 沖ノ鳥島の波浪場と堆積特性

沖ノ鳥島の東小島では、島を囲むコンクリート床と消波ブロックの主に南側で砂礫の堆積が顕著にみられた。一方で北側においても消波ブロックの間隙には相対的に粒径が大きいサンゴ礫が堆積している様子を見ることができた。このような東小島近傍部におけるサンゴ砂礫の堆積特性を把握するため、定性的な再現計算を試みた。まず、沖ノ鳥島リーフ上における波浪特性を把握するため、エネルギー平衡方程式を用いてリーフ外からリーフ内への波浪変形計算を実施した(図 19)。このような結果を元に、小島周辺部における来襲波浪の諸元を推定し、その波浪条件を入射波条件として、ブシネスク方程式を用いて、時々刻々の水位変動(図 20 左)および底面近傍の流速場を計算した。計算された流速場に田島・藤川(2016)の掃流砂モデルを適用して時々刻々の漂砂量の空間分布を算定し、その差分から各地点での水深変化を求めた(図 20 右)。その結果、東西南北の各方位からの来襲波をその頻度に応じて繰り返して作用させることにより、東小島の南側においてサンゴ砂礫が堆積する様子を再現することができた。

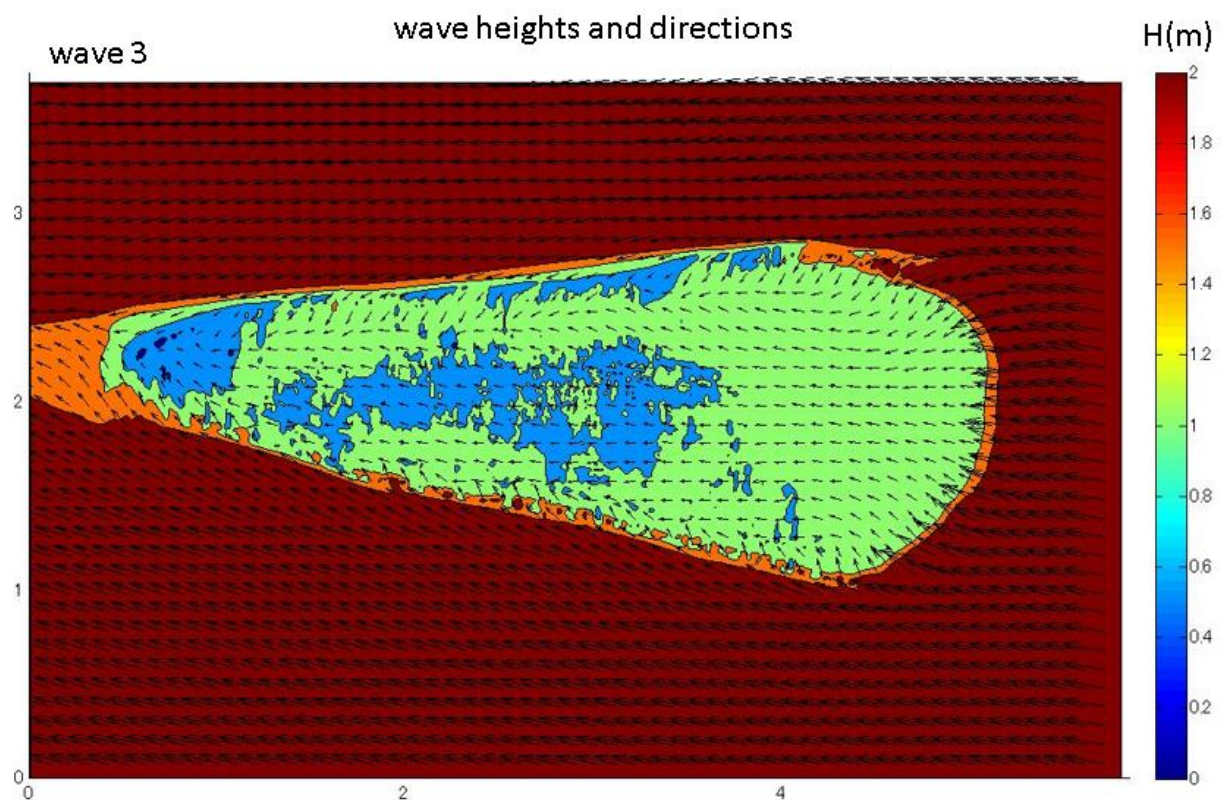


図 19 沖ノ鳥島リーフ周辺部における波浪変形計算の例(東側からの来襲波)

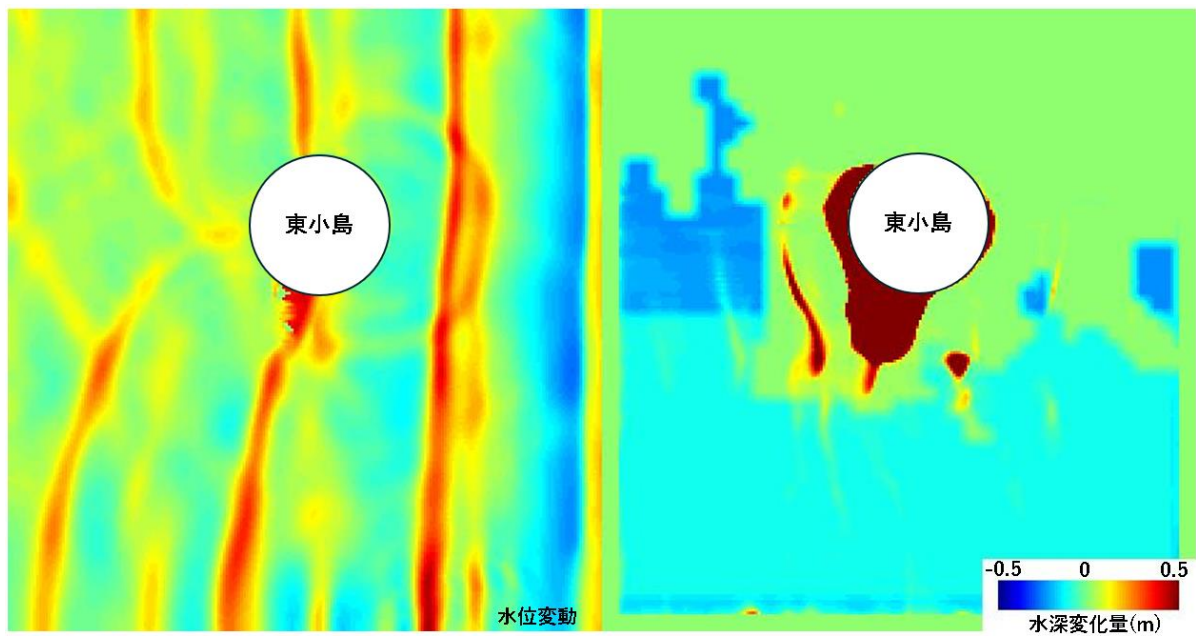


図 20 東小島周辺における波浪場(左)および水深変化量(右)の計算例.  
波浪場(左)の計算例はある瞬間の水位の分布(波は東側境界から入射)

### 3. 4 考察と研究調査の成果、今後の課題・展望等

#### (1) 海岸地形と堆積物

南鳥島の平面的な形状は、過去の航空写真や衛星写真からも大きく変形しておらず、安定的な島の形成が継続してきたことが推察される。一方で、今回の渡島における調査において、島の異なる方角の海岸では断面地形が大きく異なり、浜に堆積している砂や礫の粒径も大きく異なっていることがわかった。2006 年台風 12 号の接近に伴う高波浪来襲時には滑走路を含む各施設まで波が打ち上がり、大量の砂礫が堆積したことから、頻度の異なる様々な高波浪来襲イベントにより、島が形成されてきたことが推察される。また浜からリーフエッジまでの距離や水深も、島の方位によって大きく異なっており、リーフ周辺部から供給されるサンゴ砂礫と、リーフ上および砂礫浜での砂礫の挙動の違いも、方位別に異なる砂礫浜の形成特性に大きな影響を及ぼしていることが推察される。

地球温暖化に伴う海面上昇や海水温の上昇に伴う、サンゴ砂礫供給量の変化や打ち上げ高や浸水頻度の変化が想定される中、南鳥島海岸の保全に向けた必要な対策を講じるためには、当該海岸における海岸地形変化特性を把握し予測することのできる技術の構築が重要であると考えられる。また得られた知見は、類似した特徴をもつ太平洋島嶼国や国境離島の保全に必要な技術として拡張・活用していくことも期待される。

#### (2) 環境DNA

今回の渡島においては、南鳥島周辺に生息する魚類を対象に、海水から環境DNAを採集してその種類を把握する手法が確立できた。環境DNAサンプルを得る手法をマニュアル化すれば、今後、渡島する他分野の研究者に依頼して追加的な環境DNAのサンプルを得ることが可能になる、今回はこの基礎となる手法の確立ができた。

採集した環境DNAは、東北大学大学院生命科学研究科近藤倫生教授と一般社団法人サスティナビリティセンター(<https://m-sustainable.org>)に分析を依頼しているところであるが、1月27日現在、分析の結果は東京大学海洋アライアンス側には届いていない(東北大で素早く結果を報告できる体制づくりを行っている最中との返事あり)。なお、東北大学大学院生命科学研究科近藤倫生教授と一般社団法人サスティナビリティセンターに分析を依頼した理由は、これまで両者が環境DNA学会を牽引する働きをしていたために日本沿岸の魚類の環境DNAデータベースを保有しており、これと比較して議論を行うことができると考えたためである。

いずれにせよ、現時点では環境DNAについては分析中の段階にとどまるが、環境DNAサンプルを得る手法については今回の渡島において確立できた。よって今後、渡島する他分野の研究者に依頼して追加的な環境DNAのサンプルを得ることが可能となった。

## 4. まとめ

南鳥島・沖ノ鳥島は卓礁タイプのサンゴ礁で、サンゴ礁が低潮線と島の土台を造り、その上に打ち上げられたサンゴ礫と有孔虫砂が島を創る。これら卓礁からなる遠隔離島の保全には、サンゴ砂礫の移動・堆積だけでなく、サンゴや有孔虫の成長・砂礫生産過程を取り入れなければならない。地球温暖化に伴う海面上昇に自律的に追いつく海岸保全として、サンゴ礁と州島が本来持つ海岸を創る力を活用した、新しい生態工学的海岸保全技術の開発が求められる。

サンゴ礁と州島が本来持つ海岸を造る生態学的な力を活用した本研究の成果によって、今世紀中に 20-100cm 上昇することが予想されている海面に追いついて海岸を保全することが可能となる。生態工学的海岸保全技術は、南鳥島、沖ノ鳥島などの遠隔離島の海岸・州島の保全に活用するとともに、マーシャル諸島共和国、ツバル、キリバス、モルジブなど、国土の標高が 1～2 m で海面上昇による水没の危機にある環礁国家の国土保全に適用することが期待される。

標高 9 m の南鳥島の形成メカニズムとして、以下の 3 つが考えられる。

- 1) 現在の低潮位以下につくられた現成サンゴ礁の上に、サンゴ砂礫などが現在の波浪によって打ち上げられて形成された。
  - 2) 数千年前の高海面（いわゆる縄文海進）に対応してつくられたサンゴ礁の上に、サンゴ砂礫などが波浪によって打ち上げられて形成された。
  - 3) 12 万年前（最終間氷期）またはそれ以前の古いサンゴ礁石灰岩が、島をつくっている。
- このうち 1) であれば、現在の波浪営力によって標高 9 m もの島が形成される可能性がある。2) であったとしても、数千年前の高海面で形成されたサンゴ礁の標高と、最大標高 9 m の差の高度までは、サンゴ砂礫が打ち上げられて島をつくる可能性が示される。一方、3) であることが分かれば、標高 9 m の島の本体がより古い石灰岩からなることから、現在の営力でこうした高い島ができる可能性は限定的になる。

南鳥島が、1) 2) 3) のどのような条件（海水面とそれに対応する波浪）によってつくられたのかを理解することは、沖ノ鳥島や環礁州島などの維持策を提案する上で、基本的に重要でありながら、現地調査に基づく研究はなされていなかった。

今回の調査結果をまとめると、以下の通りである。

- ① 南鳥島は、標高 7－8 m、最大 9 m であり、観察した限りすべてサンゴ礫からなり、古い石灰岩の露出は認められなかった。
- ② サンゴ礫からなる東側海岸は 3 つのステップに分かれ、低いステップから現在、高波浪時、暴浪時の打ち上げに対応して形成されたと推定される。
- ③ 現在の波浪によるサンゴ礫の打ち上げは標高 1－2 m までで、暴浪時には標高 9 m まで達する。

また、2017 年には、離水したビーチロックの調査を行っており（図 21）、同島は 3 千年前以降、1 m 程度離水したと考えられる。





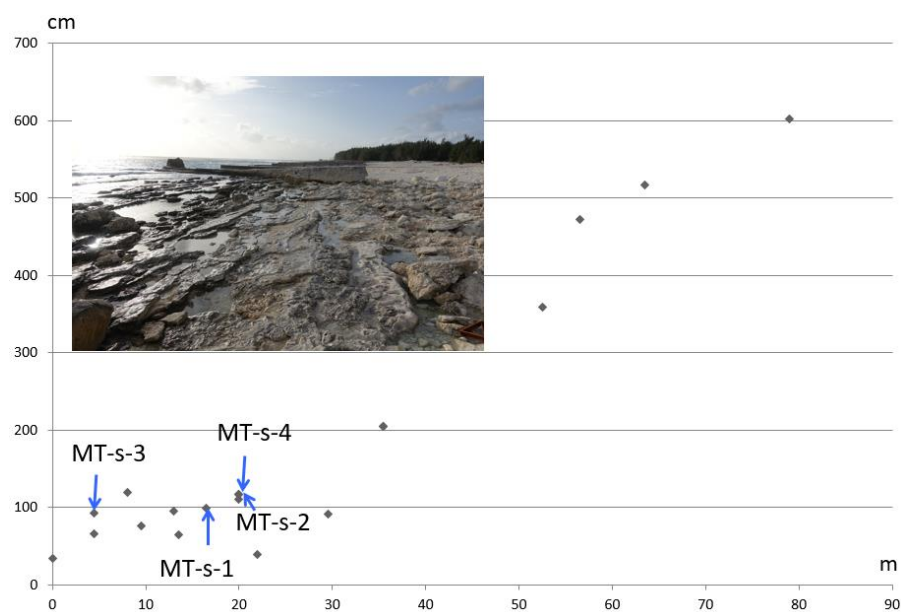


図 21 標高 1 m まで離水したビーチロック（過去の潮間帯で形成されたもの）

4千年前から2千年前までは、太平洋の広域にわたって海面が1－2 m高かったことが分かっている（図22）。南鳥島は、海面が現在より1 m高かったこの時期に、暴浪が現海面からの標高7 m（当時の海面から6 m）まで、サンゴ礫を打ち上げて、造られたと考える。現在の暴浪がサンゴ礫を打ち上げる高さが5 mであるのに対して、2－4千年前に当時の海面からの高さ6 m、最大8 mまで打ち上げたことは整合的ではない。しかし現在も台風時には、標高6 mの滑走路までサンゴ礫の打ち上げが認められることから、当時の暴浪によって島が形成された可能性は十分にある。

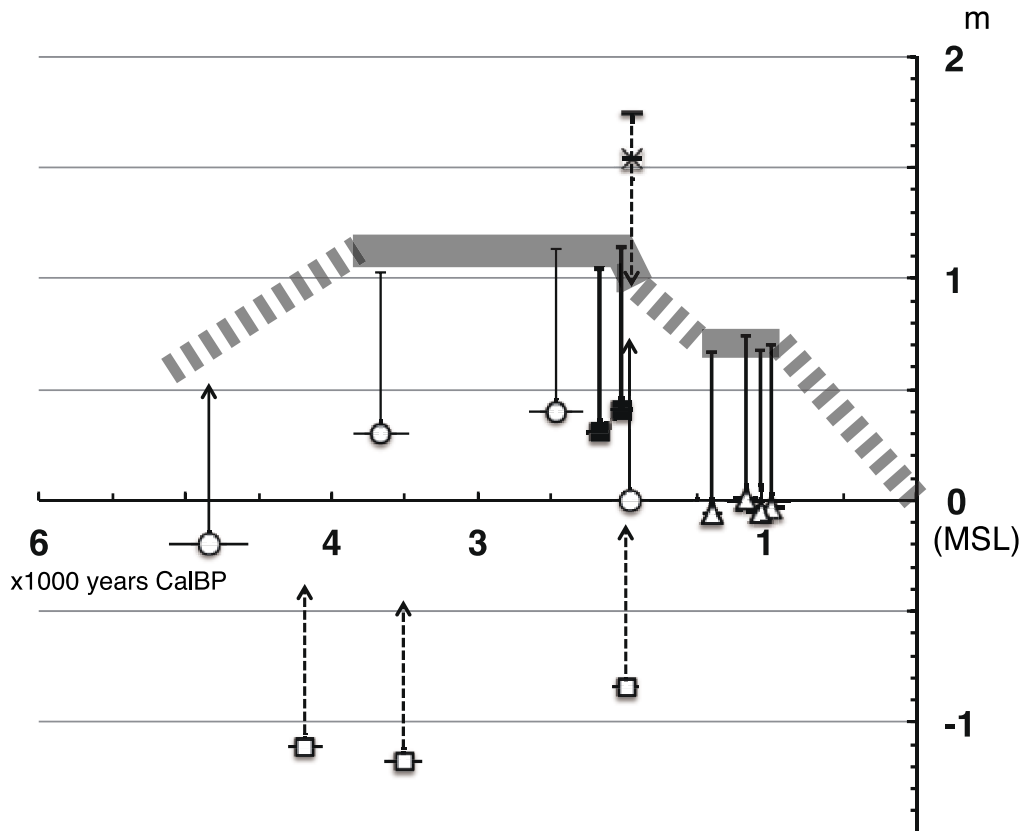


図 22 太平洋中央部における 2000-4000 年前の高海面

こうしたことを総合的に考えると、島の形成過程は、冒頭にあげた3つのうち、2) 数千年前の高海面（いわゆる縄文海進）に対応してつくられたサンゴ礁の上に、現在の暴浪によってサンゴ砂礫が打ち上げられて形成された可能性が高い。よって、現在の営力によっても標高数mの州島が形成される可能性は十分にあると考えられる。

この仮説は、今回の調査結果を解析し、来年度、波浪場や堆積物の移動・堆積、地形と堆積物、生物相のより詳細な解析をすることによって、検証することが期待される。

