

Funafuti 環礁 Fongafale 島を対象とした 養浜エリアの浸食モニタリング

茨城大学大学院 学生会員 ○真保 琢海
茨城大学 地球・地域環境共創機構 正会員 桑原 祐史

1. はじめに

ツバル共和国は南太平洋に位置する環礁国であり、最大標高が約 5 m ほどの低平な島々によって構成されている¹⁾。陸域総面積は約 26 km² と世界で 4 番目に小さな国であり、IPCC 第 5 次評価報告書に記されるような近年の気候変動に伴う海面上昇によって島が水没する危機にある²⁾。

この国の国土は破碎されたサンゴ・レキや有孔虫外殻により形成されており、これらが沿岸流により運搬され、島本体近くに堆積することにより国土が形成されている。しかし、首都があるフナフチ環礁フォンガファレ島では、水質悪化による有孔虫の生息数の減少や、島と島をつなぐコーズウェイの建設による外洋からの沿岸漂砂の供給不足、漁業を行うための海岸構造物の建設およびサンゴ掘削による漂砂流入サイクルの破壊などの影響により、ラグーン側の砂浜の浸食が続いている。これら問題に対して、ツバル政府は 2015 年に埋め立て事業及び養浜事業を実施した。大中らはこれらの事業の有効性を検討し、2016 年の時点で養浜箇所は全体の 3 %、埋め立て箇所は全体の 34 % が流出したことを明らかにした⁴⁾。このように、従来の環境による問題が解決していないことから国土の減少は未だに続いている。

そこで、本研究では Fongafale 島の養浜領域の浸食を長期間モニタリングする方法として衛星リモートセンシングに注目し、現時点での砂の侵食による流出の挙動を示し、効率的な海岸保全の方法の提案に向けた基礎データを生成することを目標とした。

2. 解析手法

海面下の砂域を正確に特定することは、水域における太陽光の吸収、散乱(消散)と流れの影響を受けるため難しい。ここで、神野らは、Lyzenga の著した論文から以下の水深推定式を述べている⁵⁾。

$$X \equiv \log[L(\lambda) - \alpha_0 - \alpha_1 L(\lambda_{NIR})] \quad (1)$$

$$X = -kh + \log[(B - V)T \cdot E] \quad (2)$$

ここで、 X は輝度を水深と線形関係になるよう変換した変数であり、 L は放射輝度、 λ は波長、 α_0, α_1 は適切な係数、 V は無限水深での体積錯乱による反射率、 B は底面反射率、 k は実効消散係数、 h は水深、 T は大気・水面の透過率、 E は水面直上での下向き放射照度である。(1)式で X を求め、底質の光学特性を表す(2)式右辺 2 項目に値を代入することで、水深 h を特定することができる。この式を底質に応用させ、砂域を求めることを予定している。

3. 現在までの成果と考察

対象領域となる Funafuti 環礁 Fongafale 島の衛星画像(WorldView-3)を示す(図-1)。撮影日時は、養浜前の 2014 年 12 月、養浜後の 2016 年 10 月と養浜後約 3 年経過した 2018 年 5 月の 3 時期分とした。

本解析手法を用いるためには、水域の特定が必要であるため、衛星データの閾値処理により汀線の特定を行った。まず、本研究で利用する潮位の変化による汀線の不一致を直すために、汀線の特定および潮位差と砂浜の勾配から補正量の算出を行った(図-3)。汀線の特定時には、可視(赤)、近赤外データより NDVI 値を求め、そのヒストグラムから陸域と水域の境界となる閾値を目視により設定することで求めた(図-2)。次に、汀線の補正量を求めるため、SEA LEVEL CENTER から 3 時期に対応する潮位データを取得し⁶⁾、養浜前の 2014 年を基準とする潮位差を求めた。また、砂浜の近似的な勾配として、養浜計画にて勾配の指標となる九十九里浜の前浜の勾配である 1/20 を利用し、勾配と潮位差から 2014 年を基準とした他時期の汀線の補正を行った⁷⁾。

2014 年を基準に補正した汀線を重ねると、北川の養浜区の突堤の南側の砂が減少し、埋め立て地の北側の砂が蓄積していることが分かる(図-4)。また、この水域では海流が北から南へ進むことが佐藤らの研究(2009 年)によって明らかにされており、その海岸特性が本モニタリング結果からも確認することができた⁸⁾。

キーワード：地球温暖化、砂浜、モニタリング

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学大学院理工学研究科 都市システム工学専攻

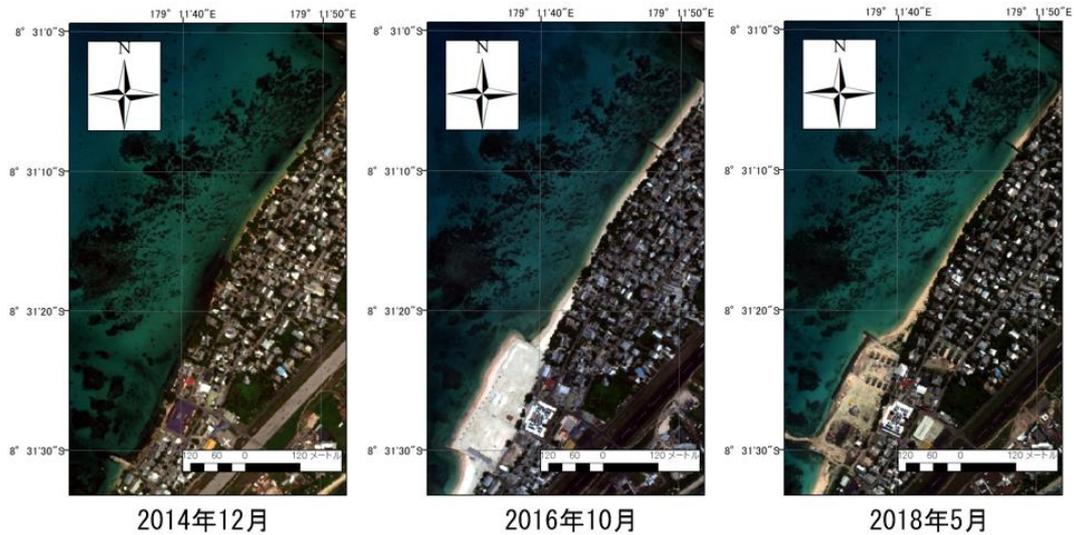


図-1 Funafuti 環礁 Fongafale 島の養浜地域

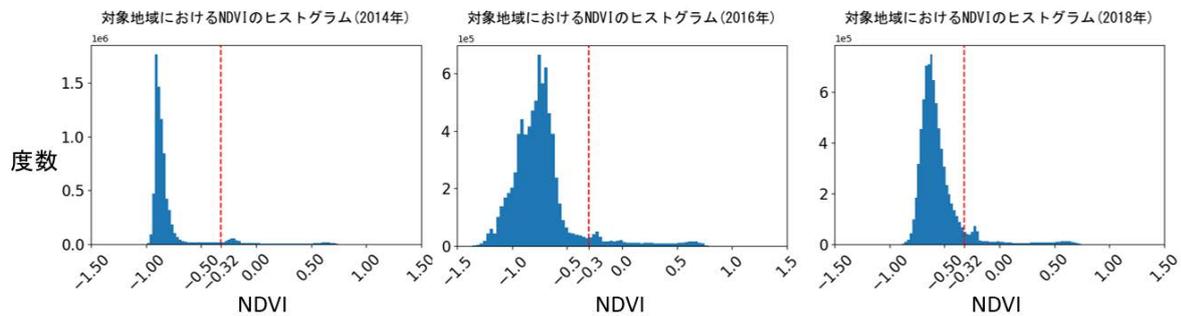


図-2 対象領域の NDVI のヒストグラム

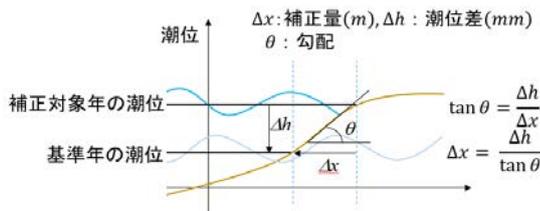


図-3 汀線の補正量について

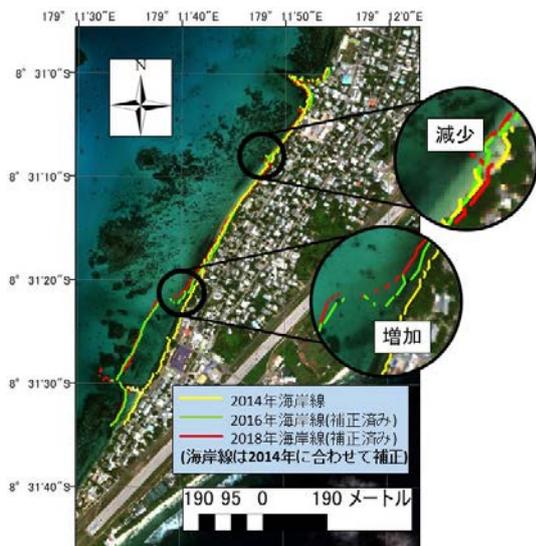


図-4 汀線の変化の様子

4. 今後の方針

本論では、水域特定のための汀線の補正とその時系列変化を確認し、考察を行った。今後は、SOPAC Geonetwork より対象領域の水深データを入力し、Lyzenga の式より海面下の砂域の特定を行っていく予定である。

参考文献

- 1) SOPAC Secretariat Private Mail Bag Suva Fiji: TUVALU COUNTRY PROFILE, 2020.
- 2) Intergovernmental Panel on Climate Change : Climate Change 2014 Synthesis Report, 2014.
- 3) 大中晋,市川真吾,泉正寿,宇多高明,平野潤一,澤田秀貴:ツバル国における礁養浜の有効性に関する検討,土木学会論文集 B3(海洋開発),Vol.73,NO.2,I_528-I_533,2017.
- 4) 山田和人,芹沢真澄,大野栄治,三村信男,西岡秀三:気候変動・海面上昇に対するツバルの脆弱性-南太平洋の驚嘆に標高の高い低いサンゴ礁島嶼国の例として-,地球環境シンポジウム講演集,5巻,p.127-132,1997.
- 5) 神野有生,鯉淵幸生,磯部雅彦,寺田一美,関根雅彦,胡忠:WorldView-2 衛星画像を用いたサンゴ礁汎用水深推定式構築の試み,土木学会論文集 B3(海洋開発),Vol.67,NO.2,I_744-I_749,2011.
- 6) UHSLC Legacy Data Portal: <http://uhslc.soest.hawaii.edu/data/> (2021年1月12日閲覧)
- 7) 宇多高明,三波俊郎,大谷靖朗,大木康弘:北九十九里浜の汀線変化と飯岡漁港周辺における海浜変形の実態土木学会論文集 B3(海洋開発),Vol.72,NO.2,I_109-I_114,2016.
- 8) 佐藤大作, 横木裕宗, 桑原祐史, 茅根創, 渡邊真砂夫:Funafuti 環礁 Fongafale 島における作用外力と地形変化に関する現地調査,地球環境研究論文集,Vol.17,No.11,p77-p83,2009.