

# パラオ共和国における土砂流出を考慮した土地開発の検討 Land Development Planning Considering Soil Erosion and Sediment Runoff at Republic of Palau

○大澤 和敏\* 丸山 直毅\*\*  
○Kazutoshi OSAWA\* and Naoki MARUYAMA\*\*

## 1. 背景および目的

パラオ共和国におけるサンゴ礁は、海域における貴重な生態系を構成すると同時に国の主要産業である観光業の資源となっている。しかし、近年陸域での土地開発に伴い土砂流出が増大し、貴重なサンゴ礁への悪影響が危惧されている<sup>1)</sup>。また、経済的にはアメリカ統治後の自立的体制への移行が課題であり、国家の更なる経済発展のための「環境と経済の両立」に向けた具体的施策が急務となっている。そこで本研究では、今後更なる土地開発が予想されるパラオ共和国バベルダオブ島を対象として、土地開発に伴う土砂流出の少ない地域の特定や土砂流出抑制型の土地開発計画を、広域スケールで土壤侵食・土砂流出を解析することができる GeoWEPP (ジオウェップ) を用いて検討することを目的とした。

## 2. 研究方法

対象地は、パラオ共和国において最大の面積を有するバベルダオブ島とした。島内の土地利用を **Table 1** に示す。ほとんどの地域は未開発の土地を多く残している。

研究の流れを **Fig.1** に示す。各種予備計算の後に、土地利用を裸地とした場合の土壤侵食量を潜在的土壤侵食量とみなし広域解析を行う。流域解析では、開発に伴う土砂流出量が最小となるような地域の特定を行う。シナリオ解析はゴルフ場や農地等の開発を想定し、土砂流出量および河口域における土砂の堆積量を推定し、各シナリオの比較やサンゴへ影響を考慮した許容開発可能面積を試算する。

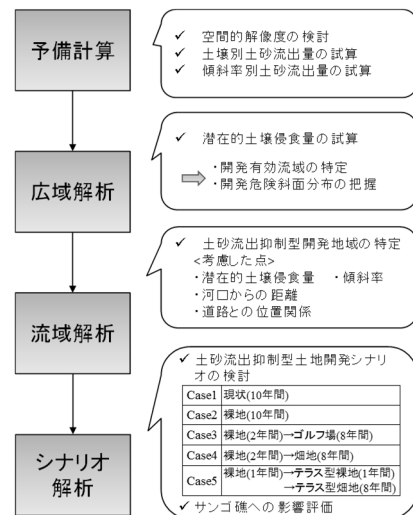
土砂流出量の試算は土壤侵食・土砂流出モデルである GeoWEPP (Geospatial interface for WEPP) を用いた。解析機構である WEPP は、斜面での土壤侵食や水路や河川での土砂流出を現象に即した形で計算するプロセスベースのモデルである<sup>2)</sup>。また、GeoWEPP は GIS から WEPP の解析に必要な入力情報を自動で作成することができ、広域解析における作業性を格段に向上させることのできるツールである。なお、本モデルをパラオ共和国の流域に適用した結果、計算値と観測値の適合性は概ね良好であった<sup>3)</sup>。

## 3. 結果および考察

GeoWEPP を島内全域へ適用した結果を **Fig.2** に示す。各斜面における潜在的土壤侵食量の分布を作成することができた。潜在的土壤侵食量が 400t/ha/y 以下の斜面は少なく、無秩序な開発は大量の土壤侵食を招くことが予想される。1600t/ha/y 以上の斜面では、いずれの斜面も斜面長 200m 以上、最大傾斜率 15% 以上であり、土壤は全 32 種類のうち 3 種類抽

**Table 1** 対象地の土地利用  
Land use of the study area

土地利用	面積	割合
森林	249km <sup>2</sup>	69%
草地	52km <sup>2</sup>	15%
マングローブ林	46km <sup>2</sup>	13%
畑地	7km <sup>2</sup>	2%
都市部	5km <sup>2</sup>	1%



**Fig.1** 研究の流れ  
Procedure of the study

\* 宇都宮大学 農学部 (Faculty of Agriculture, Utsunomiya University)

\*\* 真岡市役所 (Mouka city office)

キーワード: 環境影響評価, 水環境, 土壤侵食, GeoWEPP, パラオ共和国

出された。3種類全てが土壌固有の侵食係数が比較的大きく、透水係数が小さく、受食性の高い土壌であった。いずれの因子も裸地化した場合において多量の土壌侵食を招く要因であると考えられる。

流域単位で土壌侵食量を比較した結果、首都マルキョクを含むゲルドルク流域 (Fig.2, 流域面積 28.1km<sup>2</sup>) において比較的少ないことが判明し、この流域内において土砂流出抑制型の開発シナリオ解析を行った。検討の結果、河川中流にあたる約 200ha の範囲を開発特定地域と定めることができ、シナリオ毎に土砂流出量の試算を行った。その結果を Fig.3 に示す。特定地域を開発した場合の方が、それ以外の地域を開発した場合より全てのシナリオにおいて、土砂流出量が約 30%減少した。シナリオ毎に比較すると、裸地(Case2) > 畑地(Case4) > テラス畑(Case4) > ゴルフ場(Case3) > 現状(Case1) の順であった。開発シナリオの中ではゴルフ場化した場合 (Case3) が 30000t/y と最も少なかった。テラス地形で畑作を行った場合 (Case5) は、テラス化しない場合 (Case4) と比較して約 40%の削減率となった。

既往の研究<sup>1)</sup>で得られているサンゴの個体密度と土砂堆砂量の関係を用いて、各シナリオにおける開発許容面積を算出した (Fig.4)。サンゴへの影響を考慮すると、農地化 (Case4, 5) の開発許容面積は小さかったため、不耕起栽培などの保全農法の実施が別途必要と考えられる。一方、ゴルフ場化 (Case3) においては、100ha 程度の面積が確保でき、一般的な 18 ホールゴルフ場の建設が可能と推定された。

#### 4. 結論

本研究では、土地開発に伴う土壌侵食が問題となっているパラオ共和国を対象として、土砂流出抑制型の開発適切地を、GeoWEPP による数値シミュレーション技術を援用して提案することができた。また、開発適切地におけるゴルフ場化、畑地化等の開発に伴う土砂流出の増大を評価し、サンゴ保全のための開発許容面積を試算することができた。今後、「環境と経済の両立」に向けた具体的施策の提言のためには、予測数値の精度向上のために沿岸域での土砂輸送解析や土地開発シナリオにおける経済的評価など、環境面と経済面双方の精査が必要である。

#### 引用文献

- 1) Golbuu et al: River discharge reduces reef coral diversity in Palau, *Marine Pollution Bulletin*, 62, 824-831, 2011.
- 2) 池田駿介, 菅和利: 環境保全・再生のための土砂栄養塩動態の制御, 近代科学社, 2014.
- 3) 工藤将志, 大澤和敏, 松井宏之, 菅和利, 佐藤航太郎, 池田駿介: パラオ共和国での造成地を含む小流域における土砂流出の現地観測および GeoWEPP の適用, 土木学会論文集 B1(水工学), 70, 4, I\_337-I\_342, 2014.

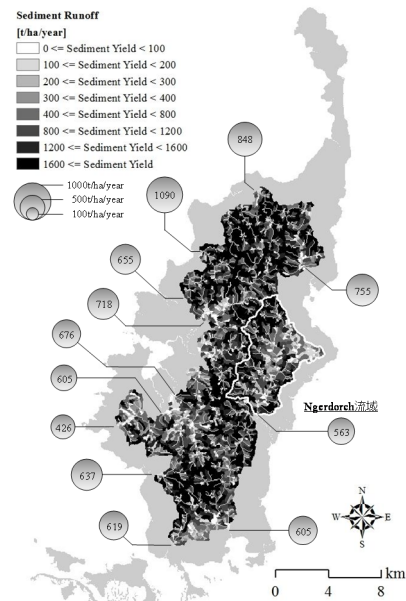


Fig.2 潜在的土壌侵食量の分布  
Spatial distribution of soil erosion and sediment runoff

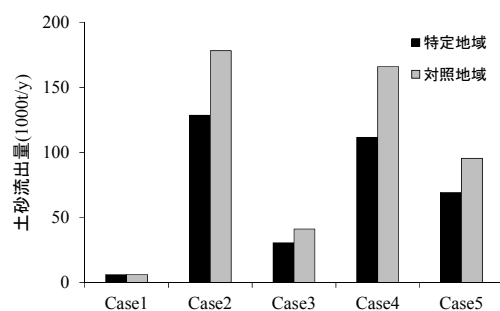


Fig.3 各シナリオにおける土砂流出量  
Sediment runoff in each scenario

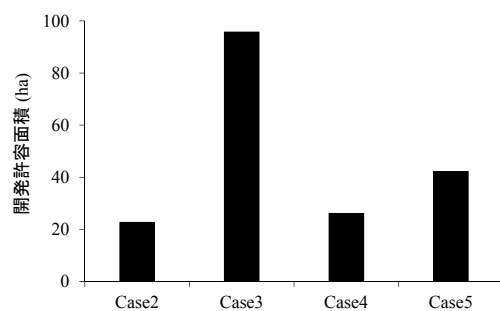


Fig.4 各シナリオにおける開発許容面積  
Permissible area of land development in each scenario