

自然環境制限下における沈砂池効率化の基礎的研究

九州大学大学院 学○後藤 寛斉

九州大学大学院 F 安福規之 正 石蔵良平

(株) 碧コンサルタンツ 玉城 重則 (株) 碧コンサルタンツ 藤田 智康

1. はじめに

近年、地球温暖化を要因とした気候変動に伴い、沖縄本島をはじめとする南西諸島では、赤土流出問題が顕在化している。赤土が珊瑚礁の海域に流出すると、珊瑚の成育に必要不可欠な光がさえぎられ、死滅してしまうことがわかっている。赤土流出により景観も損なわれていることが右図の写真 1 からわかる。この赤土流出問題は沖縄県の豊かな環境、景観、観光業に甚大な悪影響を及ぼしている。

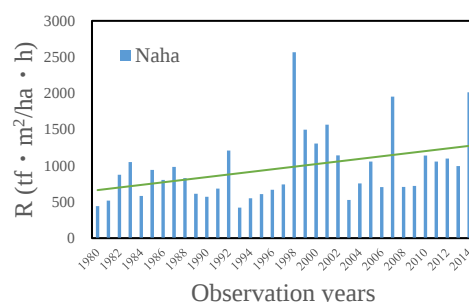
赤土流出問題は表面水が地表を流れることによる土粒子の運搬によって発生する。近年、気候変動の影響により、降雨の形態は大きく変化していることが指摘され、それに伴って赤土流出量も変動している。図一1は沖縄県的那覇市の過去 35 年間の降雨係数の推移を示したものである¹⁾。降雨係数とは、降雨の強さの指標を時間と降水量のパラメータを用いて算出したものである。図中の緑の線は降雨係数の近似直線を表しており、この図から近年になるにつれて降雨の強さが次第に強まりつつあることがわかる。

赤土の流出対策には大きく二つの対策が現状存在している。一つ目は営農的対策である。営農的対策とは、赤土流出の主な発生源である畑地に対して予防策を施すことによって、大量の赤土流出を未然に防ぐことを目的とした発生源対策である。筆者らは、既存の研究として、春植えサトウキビの作付け時期変更を行うことによる、赤土流出量の変化を、実測の値と沖縄県で赤土流出量を予測する際に用いられている土壌流亡予測式(Universal Soil Lose Equation)を用いて計算した値の比較を行った²⁾。その結果を図一2に示す。実測値と計算値では2月末植えは概ね整合しているといえるが、4月末植えに関しては実際の土砂流出量に対して過大評価しており、2月末植えにおいては赤土流出を抑えられる結果が得られた。また、夏植えサトウキビに対しては適応策として、休閑期に輪作を行った際の赤土流出予測量の変化を示したグラフが図一3である。この適応策に関しては未だ実用には至っていないが、計算上、流出予測量の約半分ほどを抑えられる結果が出たため、実用化の際の効果も期待できる³⁾。

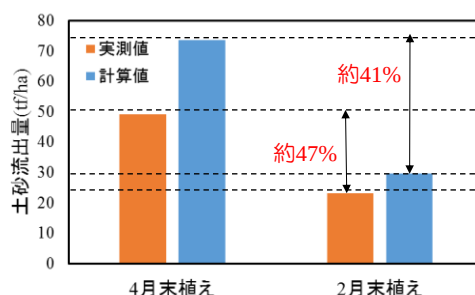
二つ目は土木的対策である。土木的対策とは、圃場の勾配修正や排水路の整備、沈砂池の設置など、赤土流出が生じた際に海や川に流出する量を減少させるための対策である。しかし、現在行われている土木的対策に関しては、実際の流出対策における効果は薄く、改善の余地があると考えられる。そこで、この土木的対策、特に沈砂池の改善を目標に掲げ、まずは赤土の土質力学的特性を把握することで沈砂池の設置が赤土流出対策としてどれほど効果があるのか実験を通して考察した。



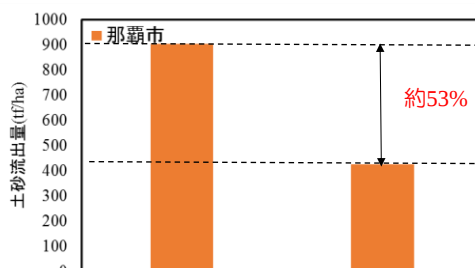
写真1 沖縄県恩納村海岸降雨時の写真



図一1 那覇市の年間降雨係数



図一2 春植えサトウキビの作付け時期変更後の土砂流出量の変化(嵐山試験圃場 平成 18 年 2~7 月)



図一3 夏植えサトウキビに輪作(トウガン)を行った際の土砂流出量の変化の計算値

2. 赤土の土質力学的特性

2.1 液性限界・塑性限界

赤土の力学的特性を把握するために、アッターベルグ試験（液性限界・塑性限界試験）を行った。図-4 は国頭マージを用いた液性限界試験の試験結果である。縦軸に試料の測定時における含水比、横軸に測定器を用いた際の落下回数を取り、特に横軸は片対数を用いて表した。測定した点に最も良く適合した直線を引き、25 回のときの値を液性限界とした。また、平行して塑性限界試験も行い、測定した液性限界、塑性限界の値はそれぞれ $w_L = 50.64\%$ 、 $w_p = 31.71\%$ となり、その結果から塑性指数 $I_p = 18.93$ を算出した。それらの値を塑性図に表したものを図-5 に示す。この図から、国頭マージは、粘り強さが弱く、透水性・圧縮性が大きいことが示唆される。

2.2 粒度分布

国頭マージの粒度分布を調べるためにふるい分析、沈降分析を行った結果を図-6 に示す。この結果から、国頭マージは粒径が 2mm 以下の粒径で構成されており、平均粒径は約 0.11mm であった。また、沖縄県における、沈砂池の設計においては現在、ストークスの式で設計されており、設計基準とされている粒径は 0.2mm である。しかし、今回の結果から、国頭マージにおいては約半分ほどの赤土流出量しか抑えられない結果となった。

2.3 沈降試験

赤土の沈降特性を確かめるために、濁度の時間変化について目視法⁴⁾を用いて実験を行った。この実験は時間が経過するごとに試験体の上澄み液を抽出し、濁度計を用いて目視によって比較を行う方法である。図-7 はこの試験結果の結果であり、Case1 がシリンダー 500ml 当たり 10g の試料を混合した場合であり、Case2 が 50g を混合した場合である。この結果から、今後、赤土の沈降特性について比較・検討等を行う場合は、時間経過による濁度変化を把握するため扱う試料によって観察媒体の濃度を変える必要があると考えられる。

3. まとめ

今回、これまでの実験結果から得られた主な知見を以下に示す。

- ✓ 国頭マージに関してはアッターベルグ試験の結果から、土粒子が流出しやすい条件が整っているといえる。
- ✓ 沈砂池の設計基準である 0.2mm を下回る粒径の重さが試料の約半分ほど存在していたため、現状の沈砂池では赤土の流出に十分に対処できていない。
- ✓ 沈砂池の設計ではストークスの式が採用されているが、ストークスの式は静置された状態の粒子の沈降速度を算出する計算式であるため、流水条件下においても同様の挙動を示すのか、実験的に行う必要がある。

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 17K20140 の助成を受けて実施したものです。関係者各位には深甚の謝意を表したい。

（参考文献） 1) 国土交通省気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> 2) 農林水産省構造改善局計画部:土地改良事業計画指針,pp158-178,1992.5 3) 後藤寛育ら 降雨形態の変化に着目した土砂流出予測と適応策効果、平成 29 年度全国大会 第 72 回年次学術講演会 4) 独立行政法人 医薬医療機器総合機構 000163419.pdf

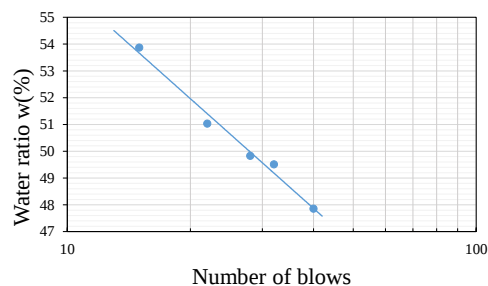


図-4 アッターベルグ試験結果
(国頭マージ)

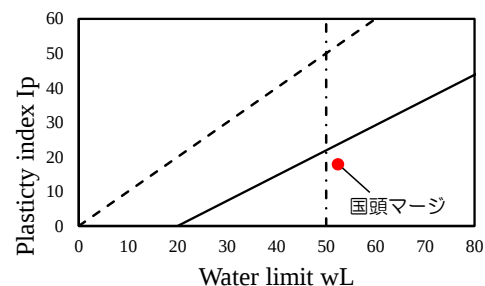


図-5 塑性図による国頭マージの
力学的性質

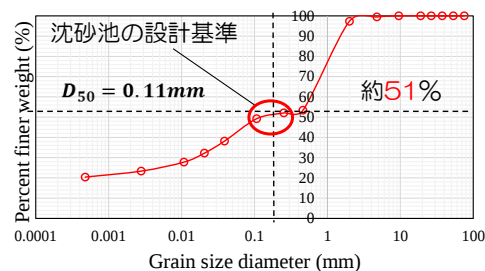


図-6 ふるい分析、沈降分析による
粒度分布 (国頭マージ)

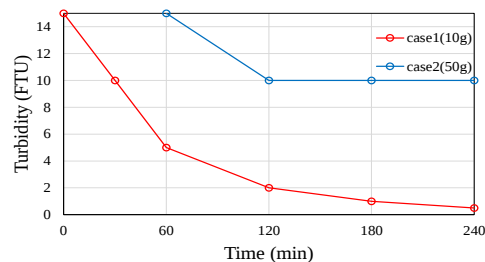


図-7 沈降試験結果 (目視法)