

国頭マージの侵食特性に関する一考察

九州大学大学院 学○村山啓太 九州大学工学部 学 奥村謙一郎
九州大学大学院 正 安福規之 荒木功平 大嶺聖 ハザリカ・ヘマンタ

1. はじめに

2010年10月19日～21日にかけての秋雨前線と台風13号の影響により、鹿児島県奄美大島で記録的な豪雨が発生した。地球温暖化等に伴う気候変動による大雨や渇水の頻度増加が指摘されるようになり、経験したことのない災害の発生、各種産業への影響等が懸念されている。特に沖縄県では、亜熱帯特有の高温多雨気候により、土壌侵食を受けやすく、農地から流出する赤土等は、水産業、観光業、サンゴ等の生息環境に影響を与えており、1950年代頃から問題化している。加えて、赤土等の一種である国頭マージは他の土壌に比べ、分散性が高いので容易にクラストを形成し、浸透能を低下させるため受食性が高いことが知られている¹⁾。

本論文では、降雨装置を使用し降雨強度および土質材料を変えて室内土壌侵食試験を行い、降雨強度の変化等に対する侵食特性を比較、検討することを目的とする。侵食量は、流末部での流出土砂の採取・測定、またレーザー変位計を用い、地表面の侵食高さの変化から降雨後の土層の体積変化量を算出する。

2. 試験概要

2-1. 試験装置

図-1、図-2は試験で使用した土槽と降雨装置である。土槽は縦100cm、横25cm、高さ16cm、降雨装置は縦190cm、横40cmで750個の注射針(外径:1.25mm)からできており、雨滴落下距離はおよそ140cmである。

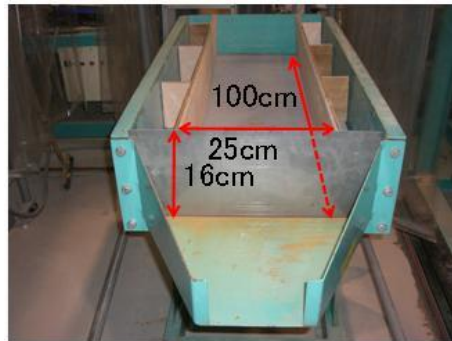


図-1 実験土槽

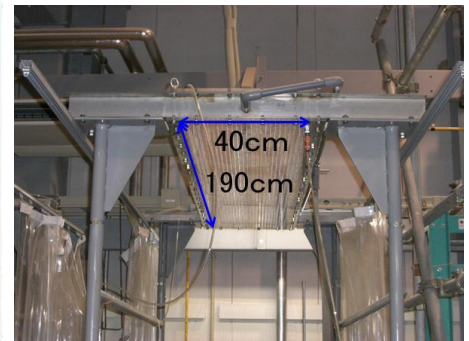


図-2 降雨装置

図-3には、降雨装置の蛇口の流量の変化に対する降雨強度の変化を検定した結果とその近似直線を示す。蛇口で調整できる最小の流量は0.3(l/min)であるため降雨強度はおよそ40(mm/hour)が最小となった。また、本試験で用いたレーザー変位計は土槽に設置することができ、土槽上端より2.5cm、横端より5cmの点から縦横5cm間隔で測定した。

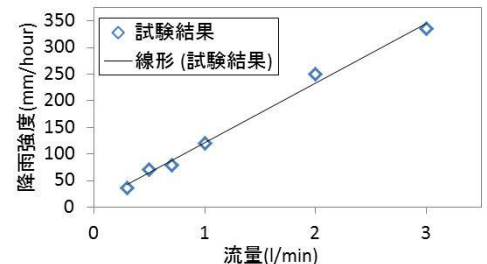


図-3 検定結果(降雨強度～流量関係)

2-2. 試験条件

試料には沖縄県国頭郡宜野座村の農地より採取した赤土(国頭マージ)およびまさ土を用いた。また、炉乾燥砂を用い初期含水比は0%、突き固めによる土の締固め試験結果から締固め度は70%で統一した。図-4に国頭マージとまさ土の締固め曲線を示す。試験時の土槽の勾配は3%(約1.7°)とし、宜野座村で取り組んでいる現地実験の圃場と同じ勾配とした。降雨強度は、国頭マージでは40(mm/hour)(Case 1)、80(mm/hour)(Case 2)、120(mm/hour)(Case 3)の3ケース、まさ土では40(mm/hour)(Case 4)の1ケースで試験を行い、それぞれ降雨開始30分後の流出土砂の測定および降雨開始前、降雨開始後10分、20分、30分の計4回侵食高さを測定することとした。

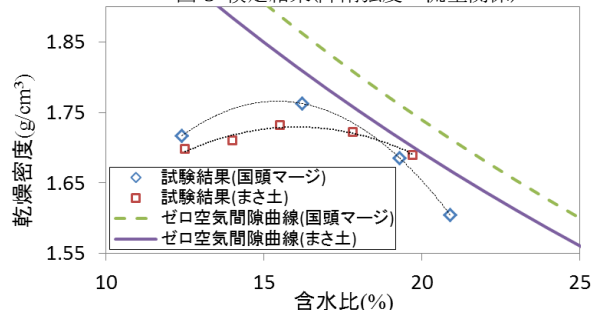


図-4 締固め曲線(国頭マージ・まさ土)

2-3. 侵食量評価方法

侵食量は、流末部での流出土砂を採取し測定することを試みた。また、侵食高さは上記のように、土槽上端より

2.5cm, 横端より 5cm の点から縦横 5cm 間隔で計 80 点測定した。次に, 土槽を縦 5cm, 横 25cm, 高さ 16cm の土層 20 個の集まりとし, 各々, 縦(5cm)×横(25cm)×侵食高さの平均(cm)の土壌が侵食されたと仮定しその和を全体での侵食量として算出した。

3. 試験結果と考察

本試験では, 緩勾配のためか土砂が流末部の土留め壁を越流できず, 全ての条件(Case 1～Case 4)において流出土砂を採取することはできなかった。そのため, 勾配 3%での流出土砂量による侵食量の比較は行えなかった。以下に, レーザー変位計による侵食量の測定結果について考察する。

3-1. 降雨強度と侵食量の関係

試料に国頭マージを用い, 降雨強度を 40(mm/hour), 80(mm/hour), 120(mm/hour)と変化させ試験を行った (Case 1～Case 3)。図-5 に試験結果を示す。Case 1 では, 10 分後と 20 分後の侵食量はほぼ変わらず, 30 分後の侵食量が最も多い結果となった。Case 2, Case 3 では 10 分, 20 分, 30 分と降雨時間が長くなるにつれ侵食量も増加する結果となった。また, Case 1～Case 3 について測定毎の侵食量を比較すると, 10 分後, 20 分後, 30 分後の侵食量の大小関係にはばらつきがあることがわかる。これは, 測定点が 5cm 間隔と大きいこと, 雨滴落下地点にばらつきがあることが原因と考えられる。30 分後の侵食量に着目すると, Case 3, Case 2, Case 1 の順に多くなっており, 降雨時間に伴う侵食量の増加の様子から降雨強度が増すと侵食量は増加する傾向にあると考えられる。今後, 侵食量のばらつきの考察, 30 分以降の侵食量の確認のためさらに試験を行う必要がある。

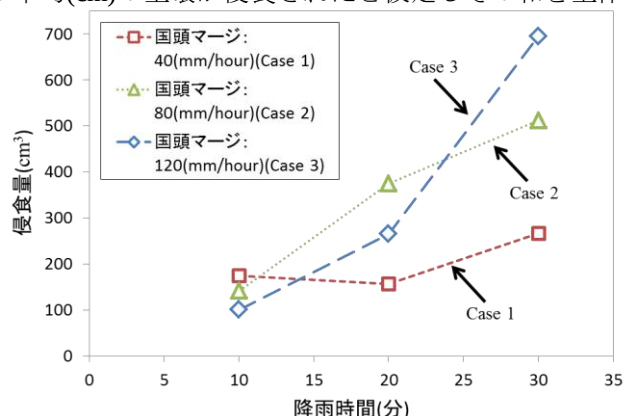


図-5 侵食量～降雨時間関係(Case 1～Case 3)

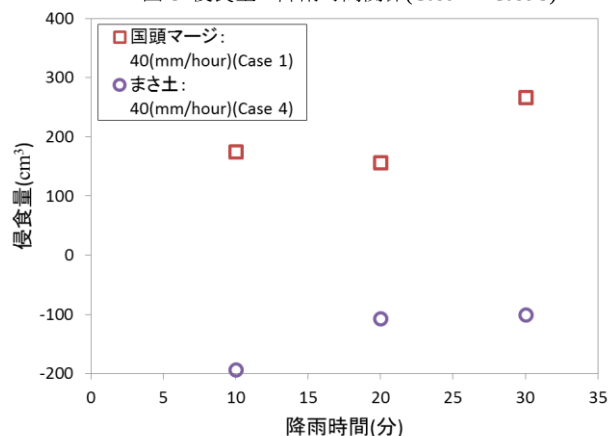


図-6 侵食量～降雨時間関係(Case 1, Case 4)

3-2. 土の種類と侵食量の関係

試料に国頭マージとまさ土を用い降雨強度 40(mm/hour)で試験を行った (Case 1, Case 4)。図-6 にはその試験結果を示すが, Case 4 では侵食量がマイナスの値を示していることがわかる。これは, 降雨により土壌が増加したことを示しており, 浸透水の作用により体積膨張したことや土粒子が雨滴により測定点に飛散し堆積したことなどが原因として考えられる。Case 1, Case 4 の結果を比較すると, Case 1 の国頭マージの侵食量が多いという結果が得られた。これは, 国頭マージはまさ土に比べて浸透能が小さく地表面水を発生させやすい土壌であり, その結果を反映したものであると考えられる。

4. まとめ

本論文では, 降雨装置を用い降雨強度 40(mm/hour)～120(mm/hour)の範囲で室内土壌浸食試験を行った。侵食高さによる侵食量の算出結果より, 降雨強度が増すと侵食量が増える傾向にあると考えられ, 降雨強度は侵食量に影響を与えていることがわかった。また, まさ土と比較すると国頭マージは侵食されやすい土壌であるという結果が得られた。今後は, 土槽の勾配, モデル地盤の締固め度, 降雨時間, 初期含水比を変えて試験を行う必要がある。また, 地盤中の含水比の変化を測定し浸透水の様子を調査したい。

参考文献

- 1) 安福規之・大嶺聖・荒木功平・村山啓太：気候変動に伴う赤土等流出リスクの増大に備える適応策に向けた取り組み, 第9回環境地盤工学シンポジウム論文集, pp.201-206, 2011年10月
- 謝辞：本研究は, 環境省の環境研究総合推進費(S8-2(2)), 研究代表者:小松利光)により実施された。