

石川土（赤土）を用いた室内降雨侵食実験による流出特性に関する研究

琉球大学理工学研究科 安谷屋 賢

琉球大学工学部 原 久夫

1. はじめに

沖縄県には地域によって、国頭まあじ、島尻まあじ、クチャ（泥岩）やジャーガルなど様々な土壌が分布している。その中でも一般的に赤土と呼ばれる国頭まあじは、沖縄県本島中部・北部地域の山地や丘陵地などに広く分布しており、受食性が高く侵食され流出しやすい要因を有している。その土壌要因に分布地形や降雨などの自然的要因、そして開発工事などの人為的要因が重なり、赤土濁水が河川や海を汚染し「赤土汚染」として社会的問題となっている。そうした状況を受け、沖縄県では平成7年に「赤土等流出防止条例」の施行、また各企業や研究所などの環境問題に対する関心などにより、現状の把握や対策についての研究や論議等によって解決へと進んでいる。

本研究は赤土流出防止対策の最も基本的な解決策である発生源対策の部類に属し、既往¹⁾²⁾³⁾の研究を元に流出量に大きく関係していると考えられる降雨強度と流出土量との関連性、乱さない土と流出土量との関連性等を過去の実験結果と比較するために沖縄県石川市の赤土試料を用いて室内降雨侵食実験を行い、その結果を検討した。

2. 実験方法

2.1 試料採取地：沖縄県石川市（赤土）《緯度 26° 25' 30" 経度 127° 49' 1"》

2.2 実験手順

今回行った実験は(a) 乱さない試料を用いた室内降雨侵食実験と(b) 降雨強度を変えた室内降雨侵食実験の2つに分かれる。図-1には実験の流れを示す。

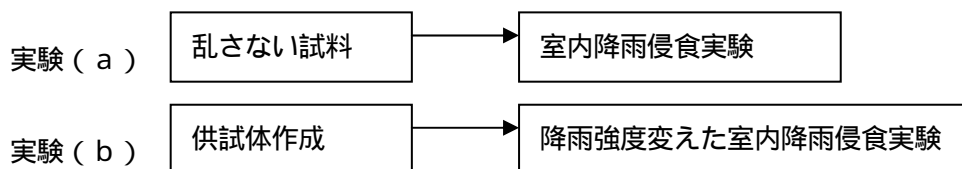


図 - 1 実験の流れ

2.3 (a) 乱さない試料を用いた室内降雨侵食実験

(1) 乱さない試料



写真 - 1 表面積 30×30cm² 残す

モールドが 20cm 程度埋め込まれたらモールドの下部に赤土を付着させたまま全体を乾燥しないようにビニールで包み、同じ方法で 3 個サンプリングをおこなう(写真 - 1, 2)。含水比、質量を測定し、含水比は自然の状態のままである。(サンプリング日：H14 年 12 月 10 日)

これまでの室内降雨侵食実験では試料を採取し、締固め試験機により締固めを行ってきた。ここで実際に乱さない試料を用いて室内降雨侵食実験を行い、締固め特性と流出土量の相関性についてこれまでの実験データと比較する。まず石川市の赤土土壌を表面積 30×30cm² ほど表面部分を残し、その周りを約 20cm 掘り、突起した土壌の上部にモールドを当て込み、ハンマーで徐々にモールドを埋め込んでいく。



写真 - 2 ハンマーでモールドを押し込む

(2) 室内降雨侵食実験

写真 - 3, 4 には室内降雨侵食実験に用いた模型実験装置の実験風景を示す。ブルーシートで風を防いでいて、作成された供試体を所定の位置に固定し、はしごに設置したシャワーで一定時間降雨を与えて流出した試料をバケツに採取し流出量を測定した。実験条件を表 - 1 に示す。



写真 - 3 実験装置 側面



写真 - 4 実験装置 モールド

表 - 1 室内降雨侵食実験条件

降雨強度	散水時間	含水比	斜面勾配
250mm/hr	12分	自然含水比(%)	40°

2.4 (b) 雨量強度を変えた室内降雨侵食実験

(1) 供試験作成

石川市(赤土)を用いて供試体を作成する。供試体作成時の締固めは、地盤工学会規定の{A-b法}⁴⁾を参考にして行なう。室内降雨実験を行う際に締固め実験条件をすべて一定にし、締固め試験機による供試体作成を行った。試験はJSF T 881-1990を元に応用して行なう。

(2) 雨量強度を変えた室内降雨侵食実験

これまでの室内降雨侵食実験では試料土の違いによる流出土量の変化を調べるのが主な目的であるため、降雨強度を1200mm/hrと現実にはない数値に設定してきたが、本実験では降雨強度と流出土量との関連性を検討するため現実により近い降雨強度に設定していく。

作成した供試体を2.3の室内降雨侵食実験同様にセットする。降雨強度およそ600mm/hrまでは(写真-3)シャワーを取り付けたはしごの位置を移動することによって調節し、600mm/hr以下の降雨強度からは低く設定するのが困難になるため、モールドの上部に2mm、0.84mmのふるいを設定したい降雨強度に応じて被せる(写真-5)。ふるいを被せることにより被せない状態に比べて約25~50%まで降雨強度が低くすることができる。この状態で室内降雨侵食実験を行い、雨量強度約30~2000mm/hの間の実験を約30回行った。そして、降雨強度と流出土量との相関性を検討した



写真 - 5 降雨強度を下げるためにふるいを掛ける

3. 実験結果及び考察

3.1 乱さない試料を用いた室内降雨侵食実験

乱さない試料を使用した室内降雨侵食実験の結果を表 - 2 に示す .

表 - 2 乱さない試料を用いた室内降雨侵食実験の結果 (石川土)

試料 NO.	乾燥密度 (g/cm^3)	湿潤密度 (g/cm^3)	含水比 (%)	流出量 ($\text{g}/\text{mm}\cdot\text{m}^2$)
NO. 1	1.16	1.49	28.34	18.24
NO. 2	1.25	1.62	28.98	16.88
平均	1.205	1.555	28.66	17.56

締固め試験機で試料作成し室内降雨侵食実験での流出量 (石川土)

乾燥密度 $1.52 (\text{g}/\text{cm}^3)$ 湿潤密度 $1.65 (\text{g}/\text{cm}^3)$ 含水比 $8.67 (\%)$ 流出量 $6.70 (\text{g}/(\text{mm}\cdot\text{m}^2))$

乱さない試料を用いた供試体と締固め試験機で作成した供試体と同じ条件のもと室内降雨侵食実験を行なった . 乱さない試料と締固めた試料を比較してみると乱さない試料の流出量 $17.56 (\text{g}/(\text{mm}\cdot\text{m}^2))$, 締固めた試料の流出量 $6.70 (\text{g}/(\text{mm}\cdot\text{m}^2))$ と乱さない試料の方が約 2.6 倍締固めた試料より流出量が多いという結果が得られた . このことより , 締固めた試料と乱さない試料とでは流出量に差異がある . 締固め特性が流出量に影響を与えていることがわかる .

3.2 降雨強度を変えた室内降雨侵食実験

雨量強度を変えて行った室内降雨侵食実験の結果を図 - 2 に記載する . また , 加えて乱さない試料の結果も記載する .

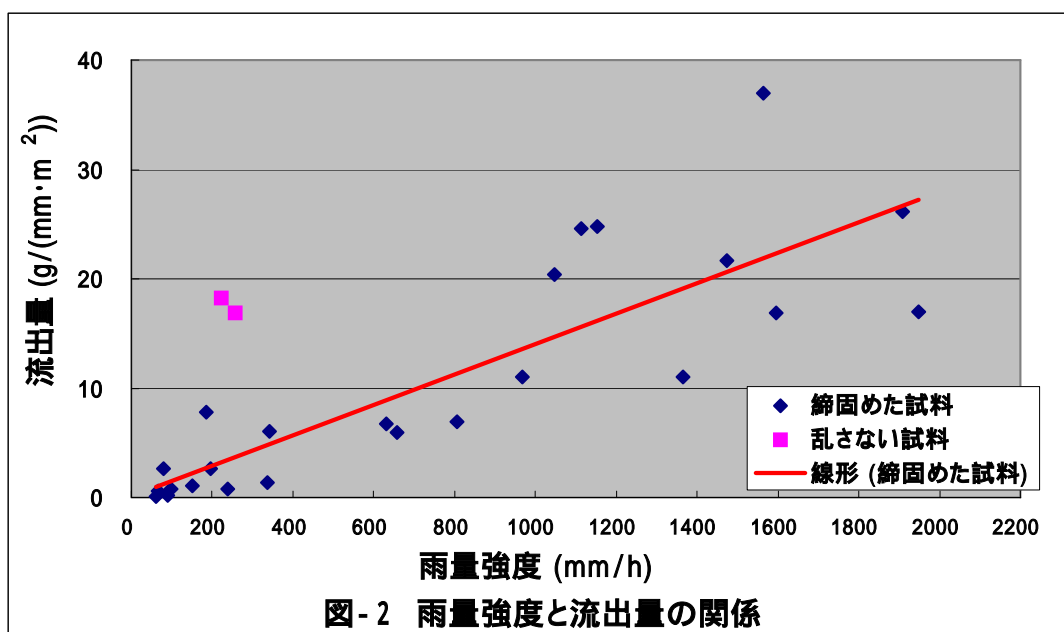


図 - 2 雨量強度と流出量の関係

図 - 2 より , 降雨強度が上がるに連れてばらつきはあるが流出量が増えているのがわかる . 線形は締固めた試料の近似直線である . 降雨強度 900 (mm/hr) を境に流出量が一気に高くなっている . 多少ばらつきがあるものの雨量強度 900 (mm/hr) 以上になると実験試料が流出量 $10 (\text{g}/(\text{mm}\cdot\text{m}^2))$ 以上となっているのが分かる . 実験試料 , 降雨強度 1562 (mm/hr) で流出量 $36.95 (\text{g}/(\text{mm}\cdot\text{m}^2))$ と最も高い値が得られた . この結果 , 降雨強度は流出量に大きな影響を与えているという事が考えられる .

4. おわりに

本研究の目的は、雨量強度の変化、乱さない試料土での室内降雨侵食実験を行なうことで、過去の実験データと比較、検討することであった。

降雨強度と流出量の関係は、降雨強度を変えることにより多少ばらつきはあるものの関連性がある。この結果、降雨強度は流出量に大きな影響を与えていることがわかった。

締固めた試料と乱さない試料とでは、今回の実験では乱さない試料の方が約 2.6 倍流出量が多く得られた。すなわち、締固め特性が流出量に関係している事が考えられる。

今回さまざまな角度で、流出量との関係について調べ比較、検討し多くのデータを得ることができた。しかし、乱さない試料を用いた実験についてはまだデータ不足なので今後さらに研究を続けデータを増やすことでデータ不足を解消し、流出量と分布地域、土の工学的特性などとの関連性についてその信頼性を高めたい。

参考文献

- 1) 上間長徳, 渡久地勲「沖縄本島北部における国頭まあじの流出量と粒度特性に関する研究」平成 12 年度 卒業論文
- 2) 宮国真砂, 知念清一「国頭まあじの流出量に及ぼす締固め特性と粒度特性の影響」平成 13 年度卒業論文
- 3) 安谷屋賢, 島英二郎「国頭まあじを用いた赤土の流出特性に関する実験的研究」平成 14 年度卒業論文
- 4) 「土質試験-基本と手引き-」 社団法人地盤工学会
- 5) 安谷屋賢, 島英二郎「沖縄県地域土の人工降雨実験による流出土量に関する実験的研究」第 15 回沖縄地盤工学研究発表会