

沖縄土壌の流動特性における試料濃度効果

Effect of suspended-solid concentration on flow property of Okinawa soils

*玉城 磨 **大井節男 ***中石克也 ****高橋直也

Maro Tamaki Setsuo Ooi Katsuya Nakaishi Naoya Takahashi

1. はじめに

沖縄の赤土流出対策では、土粒子の沈降速度や土砂の輸送量の算定が必要とされるが、そのためには、まず粘度等の流動特性を知る必要がある。粘土を含む土粒子は、溶液中において内部に水を取り込んだ凝集体（フロック）を作るので、土粒子の流動特性は一次粒子の体積でなく内部に水を含む有効体積で決まる¹⁾。本研究では、この有効体積と試料濃度との関係について明らかにするとともに、沈降体積から得た有効体積との比較を行った。

2. 試料調整と測定方法

[試料調整] 試料は、38 μmのふるいを通させた国頭マーゼ、ジャーガル、島尻マーゼの3種類とし、試料濃度（体積分率）は0.5～5.0%の10段階とした。試料調整は凝集領域になるようにNaCl溶液を添加し、EC値(25)をそれぞれ国頭マーゼ55.6、島尻マーゼ439、ジャーガル475mS/mとした。

[沈降性土壌の粘度測定] 粘度の測定には瞬時に高い精度で測定ができる音叉型振動式粘度計を用いた。土粒子の沈降を防ぐためにスターラで撹拌しながら測定した。但し、撹拌強度の影響は見られなかった。なお、測定精度を上げるため、グリセリン水溶液を用いて検量線を作成した。

[沈降体積の測定] 沈降体積の測定は読取顕微鏡（精度 0.01mm）を用い、200ml ビーカーで行った。なお、各々のビーカーについて、予め界面高さとの関係から検量線を作成した。

3. 実験結果と考察

3-1 粘度測定による有効体積の算定

[平均有効体積] 沖縄土壌はビンガム流動体であった。塑性粘度に基づく相対粘度 r から森・乙竹式

$$r-1=3 \quad / \{1- (\quad /0.52) \}$$

を用いて平均有効体積()を算定した。その結果、国頭マーゼの平均的な膨潤率は5.55、ジャーガル5.13、島尻マーゼ6.30となった(図1)。但し、ここで有効体積分率 を一次粒子の体積分率 で割った値を膨潤率 と定義する。

[有効体積の試料濃度依存性] 森・乙竹式を用い、相対粘度から試料濃度毎の膨潤率 を算出した。その結果、国頭マーゼと島尻マーゼの試料濃度依存性は小さかった。一方、ジャーガルは低濃度領域で、有効体積が増加する傾向がみられた。しかし、供試体に懸濁液の上澄みを利用し、塩を完全に平衡させた場合には、膨潤率 は一定となった(図2)。

3-2 沈降測定による有効体積の算定

[沈降体積測定] 沈降開始から16日後の沈降体積を測定し、最疎充填(52%)を仮定した場合の有効体積を求めた。この結果、いずれの試料においても、低濃度領域では膨潤率 が増大した(図3)。

[界面沈降速度測定] 低試料濃度で有効体積が急上昇する部分(体積分率 0.006 ~ 0.014 の範囲)について、Michaels and Bolger式 ($U^{0.215} (1-)$)²⁾の成立を調べた。ここでUは界面沈降速度を表す。

* 沖縄県農業試験場 Okinawa Prefectural Agricultural Experiment Station *** 茨城大学農学部 Ibaraki University

** 独立行政法人 農業工学研究所 National Research Institute for Rural Engineering

($U^{0.215}$) と体積分率 f との関係は、いずれの土壌においても直線的な関係となり、膨潤率 r がこの濃度範囲で一定になった(図4)。

[希釈法による膨潤率の変化]

自重圧密効果を除くため、固体量を一定にし、上澄み液を追加する希釈法によって沈降体積を測定した。国頭マージ、島尻マージの膨潤率 r は一定であった。一方、ジャーガルの膨潤率 r は増加した。

[国頭マージの自重圧密効果の検証]³⁾

濃度一定($\rho=0.01$)の溶液を100~200mlまで変化させて沈降体積を測定した。沈降速度が等速であったことから、フロック径は一定であることが確認できた。溶液量が少なくなるにつれ、沈降体積からの膨潤率 r は上昇する傾向を示した。その結果、沈降体積の低濃度領域における膨潤率 r の上昇は自重圧密効果であることが確認できた(図5)。ジャーガル、島尻マージについては今後の課題である。

4. まとめ

沖縄土壌の有効体積を塑性粘度に基づく相対粘度 r から森・乙竹式を用いて算定した。その結果、膨潤率 r は、国頭マージと島尻マージでは試料濃度に依存しなかったが、ジャーガルでは低濃度領域において上昇した。一方、沈降体積から算定された膨潤率 r は、試料濃度が低くなるにつれて増大した。沈降体積からの膨潤率の変化には、自重圧密効果・塩濃度の効果・沈降過程の効果が考えられるが、低濃度の国頭マージの膨潤率の変化には自重圧密効果のみが影響していた。

参考文献

- 1) 二重作将雄, 宮原和己, 中石克也, 大井節男: 粘土科学41(3), P123-127(2002)
- 2) A.S.Michaels, and J.C. Bolger: I&EC FUNDAMENTALS, VOL.1, NO.1, P24-33(1962)
- 3) Y. ADACHI, LANDS. OOI: J. CHEMICAL ENGINEERING OF JAPAN, Vol.32, No.1: P45-50(1999)

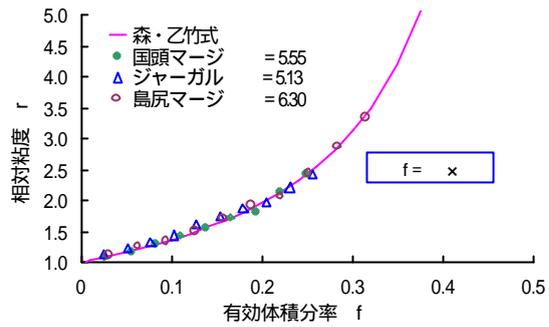


図1 相対粘度(r)と有効体積分率(f)の関係

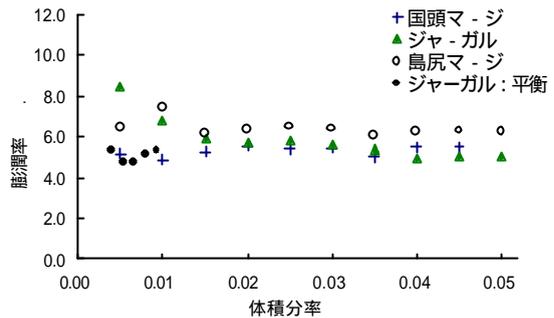


図2 膨潤率と体積分率の関係(粘度測定)

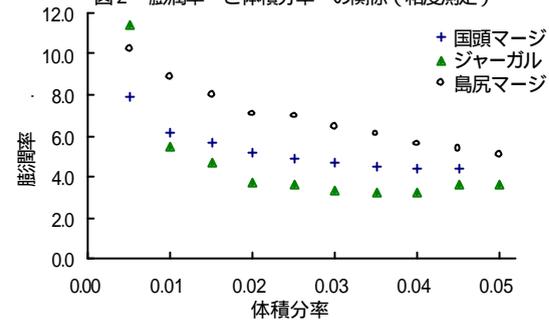


図3 膨潤率と体積分率の関係(沈降体積測定)

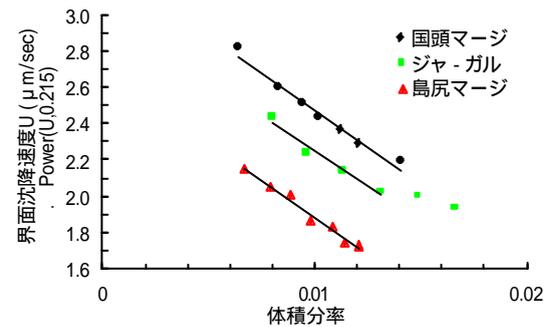


図4 界面沈降速度Uと体積分率の関係

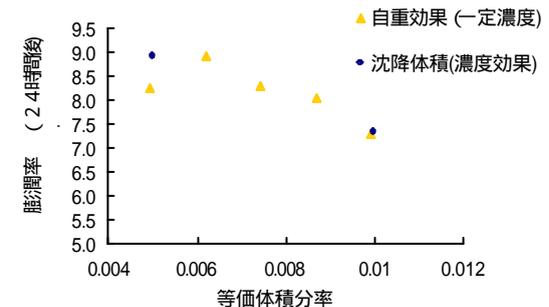


図5 自重効果と濃度効果の比較