アクリル酸重合体を用いた赤土の微生物増減・団粒化・水分特性に関する実験的研究

山梨大学　正会員○荒木　功平　山梨大学　正会員　遠山　忠
NEXCO 中日本　非会員　小野　薫平　大日コンサルタント　非会員　山崎　友香

１．はじめに

亜熱帯特有の高温多雨気候を有す沖縄県で，赤土等流出により水産業，観光業等への影響が 1950 年代頃から問題化している．中でも農地からの赤土等推定年間流出量は 20 万トン以上[1)]といわれる．

近年，土の団粒構造形成に基づく耐侵食性の発現の研究がなされている．菌類や藻類微生物が繁茂した状態では裸地状態に比べて，流出量が 10%以下に減少することが明らかにされてきた[2)]．一方で，より直接的な土の団粒化の促進方法として，アクリル酸重合体などの高分子系改良剤を用いる方法がある．

本研究ではアクリル酸重合体を用いた土の団粒化と水分特性，微生物増減等について実験的に研究する．

２．赤土（宜野座国頭マージ）の物理特性

沖縄県国頭郡宜野座村で赤土（宜野座国頭マージ）を採取した．採取試料について，図-1 に粒径加積曲線，表-1 に粒度特性，表-2 に物理特性（土粒子密度，コンシステンシー特性），写真-1 に採取場所概観，図-2 に塑性図を示す．これらから，採取試料は粘土（低液性限界）{CL}に分類される．

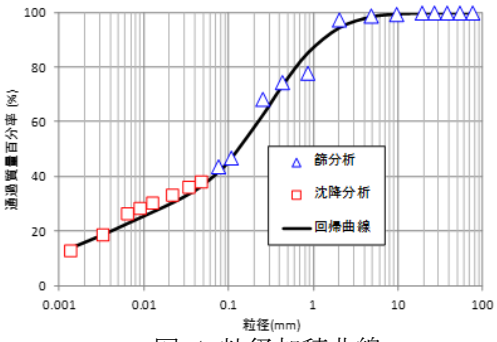

図-1 粒径加積曲線

表-1 粒度特性

物理特性	単位	値
10%通過粒径	mm	0.000587
30%通過粒径	mm	0.0199
50%通過粒径	mm	0.129
60%通過粒径	mm	0.219
均等係数	-	373
曲率係数	-	3.08
粘土分含有率	%	21.5
細粒分含有率	%	41.8

表-2 物理特性

物理特性	単位	値
土粒子密度	g/cm^3	2.668
液性限界	%	31.3
塑性限界	%	19.5
塑性指数	-	11.8

写真-1 採取場所概観

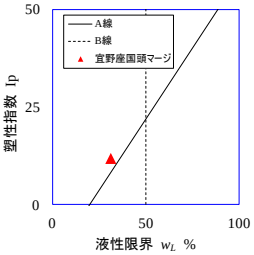

図-2 塑性図

３．アクリル酸重合体を用いた赤土の微生物増減に関する実験的研究

高分子化合物のアクリル酸重合体[3)]は粘り気の強い液体である．アクリル酸重合体に含まれたプラスの電荷は，すぐに粘土・シルト粒子の表面電化に結びつき，細かい粒子を数個ずつ繋ぎ合わせて，無数の隙間を持った団粒構造をつくる．

アクリル酸重合体（商品名：グラベール A，レモン通商株式会社．以下，団粒化剤と称する）を溶かした水溶液（希釈率 10%）を赤土に与え，2016 年 4 月 5 日～5 月 23 日にかけて撮影した．写真-2(a)～(h)に約 1 週間毎の撮影結果を示す．約 5 週目から表面が緑色を呈する．なお，団粒化剤を与えない場合は変色しない．

(a) 4 月 5 日　(b) 4 月 11 日　(c) 4 月 18 日　(d) 4 月 25 日　(e) 5 月 2 日　(f) 5 月 9 日　(g) 5 月 16 日　(h) 5 月 23 日

写真-2 アクリル酸重合体の投与と微生物の時系列的繁殖状況

ここで，微生物増減を定量的に研究するためにクロロフィル含有量を測定する．測定法を簡単に述べる．微細藻類のクロロフィル濃度はメタノール抽出法を用いた．微生物（藻類）が付着した土を微生物が均一になるように混ぜ合わせ，土 0.25ｇ，メタノール 1.0ml を 1.5ml サンプリングチューブに採取し，ボルテック 100rpm，5min）し，上澄み液の波長 650nm（A650），665nm（A665）の吸光度を分光光度計で測定する．メ

キーワード　微生物，団粒化，粒度，水分特性，国頭マージ
連絡先　〒400-0016　山梨県甲府市武田 4-3-11　山梨大学工学部土木環境工学科（荒木功平）　ＴＥＬ055-220-8528

スミキサーでよく混合した後，常温で 30 分間静置する．その後サンプリングチューブを遠心分離（100×タノール抽出液中のクロロフィル濃度（μgChl／ml）の算出式 [4]は以下のとおりである．

$$Chl(a+b) = 4 \cdot A_{665} + 25.5 \cdot A_{650} \quad (1)$$

2016 年 6 月 3 日から国頭マージに団粒化剤の濃度を 5%，15%，20%（写真-3 参照）で与えて実験を開始した．図-3 に 6 月 24 日以降のクロロフィル濃度を示す．図-3 から，団粒化剤の濃度によらず約 5 週目の 7 月 8 日頃に急激にクロロフィル濃度が増えていることがわかる．団粒化剤による微生物の繁茂が旺盛になる様子が数値的に確認された．

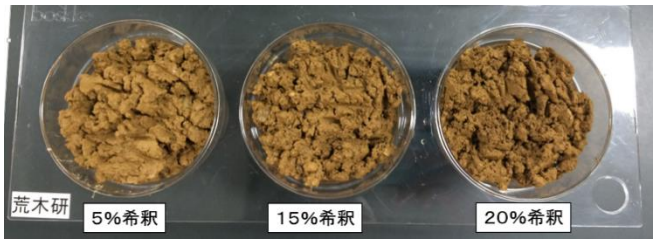

写真-3 団粒化剤投与実験の初期状態概要

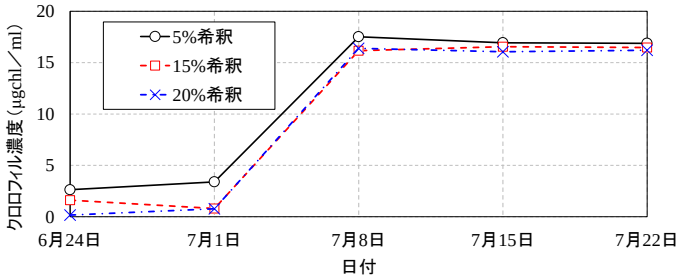

図-3 クロロフィル濃度の時間変化

４．アクリル酸重合体を用いた赤土の団粒化・水分特性に関する実験的研究

図-4 に団粒化剤の濃度を変えて（0，2.5，5，7.5，10，15，20%の 7 種類）投与した際の粒径加積曲線を示す．概ね団粒化剤の濃度が大きくなるに連れて粒径加積曲線が右側に遷移することがわかる．

図-5 に投与した団粒化剤の濃度と粒度特性（10，30，50，60%通過粒径：D_{10}，D_{30}，D_{50}，D_{60}）関係を示す．どの粒度特性においても概ね右肩上がりの傾向がみられることがわかる．

図-6 に投与した団粒化剤の濃度と水分特性曲線を示す．サクション～飽和度関係を経時的に把握できる保水性試験装置（UMS 社製 HYPROP[5]）を用いた．この装置は多くのプロットを得られることが特徴である．図-6 をみると団粒化剤を投与に伴い水分特性曲線は左側に位置するようになることがわかる．これは団粒化に伴い，間隙径が大きくなり，保水性が小さくなったためと考えられる．

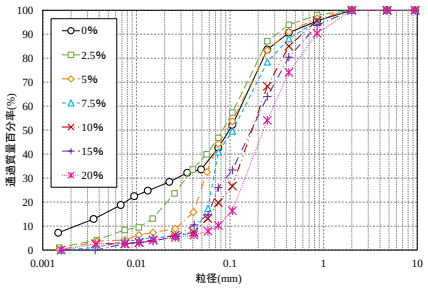

図-4 団粒化剤と粒径加積曲線

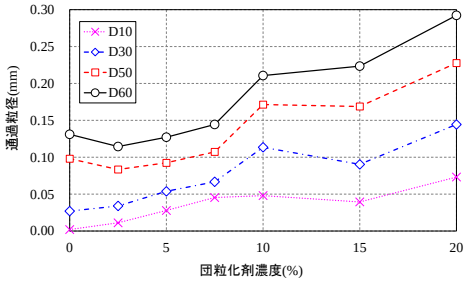

図-5 団粒化剤と粒度特性

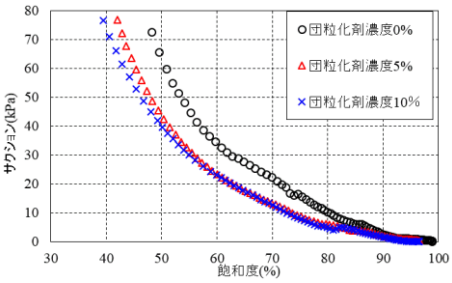

図-6 団粒化剤と水分特性曲線

５．おわりに

沖縄県の赤土等流出問題に対し、団粒化剤と微生物による対策を組み合わせた効果に着目し実験的研究を行った．赤土（宜野座村の農地で採取した国頭マージ）にアクリル酸重合体（土の団粒化剤）を与えると，土表面が藻類のような微生物で緑色を呈すること，クロロフィル濃度が増加することを明らかにした．また、粒度試験や保水性試験を行い，団粒化に伴う粒度特性や水分特性への影響を実験的に明らかにした．

参考文献

1）沖縄県：平成 13 年度流域赤土流出防止等対策事業 沖縄県における赤土等流出源実態調査報告書，p. 75，2002.
2）小山内信智，田中秀基，桜井亘，下村幸男：菌類等を利用した侵食対策手法に関する研究，平成 16 年度砂防学会研究発表会，P067，pp.376-377，2004.
3）「NETIS 新技術情報提供システム」：http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Explanation/MainExplanation.asp
4）Koichi Nakanishi，Keiji Deuchi：Culture of a high-chlorophyll-producing and halotolerant Chlorella vulgaris, Journal of Bioscience and Bioengineering VOL. 117 No. 5，pp.617-619，2014.
5）DECAGON DEVICES ウェブページ：「HYPROP」，https://www.decagon.com/en/soils/benchtop-instruments/hyprop/