

農地への再利用を目指した泥土の改良実験と適用性

九州産業大学 正会員 ○松尾 雄治 九州産業大学 正会員 林 泰弘
九州産業大学 学生会員 徳永 哉 ワールド・リンク 非会員 藤 龍一

1. はじめに

沖縄県北部では降雨時に赤土等が海域へ流出し、水域環境や漁業に大きな影響を与えている。沖縄県赤土等流出防止条例に基づき抑制工は施されているが、設置年数が経過した沈砂池はメンテナンス不足から堆積土砂の増加に伴い十分な効果を発揮していないものも多い。既存沈砂池の延命化に向け、堆積した底泥の搬出が必要であるが、軟弱な底泥の再利用に関する有効な改良方法の確立が求められる。

本研究では、流出地域が農業主体であることから、改良した底泥を再び農地に還元することを目的に泥土の改良を行い、改良土の化学特性（pH）、物理特性（団粒構造）、力学特性（締固め特性、土壌硬度、透水性）の検証から農地資材への適用性を評価した。

2. 試料および使用する改良材

沖縄県北部の表土から採取した「国頭マージ」を試料とした。国頭マージは北部地域の代表的な赤土である。試料の物理特性を金武町屋嘉の沈砂池に堆積した底泥（屋嘉底泥¹⁾）と合わせて表-1に示す。採取状況の違いから粒度分布は異なるが、細粒分は同程度であった。改良材は、無機系泥土改良材（DSQ）、珪藻土乾燥品（K）、マグネシウム系固化材（GM）を用いた。DSQ材は、短時間で凝集・団粒化が可能で中性である。K材は、空隙率が多く吸収性の高い粉末乾燥品を用いた。GM材は、低濃度の重金属不溶化とともに強度改善も可能で、pHは弱アルカリ性である。GMは高含水比土の改良には不向きなため、DSQ材やK材を併用し余分な水分を減らすことで固化効果を期待した。

3. 配合条件および土壌の pH

沈砂池の底泥は、水浸時の含水比が液性限界付近かそれ以上となっていることが多いため、試料の設定含水比 w を液性指数 $I_L=1, 2$ に相当する $w=50.9\%$ 、 73.3% に調整した。固化材について、DSQ材は高価なことからこれまでの実験¹⁾で添加量が過剰になると効果が得られにくいことから、今回は 10kg/m^3 に固定し、K材もしくはGM材のいずれかを添加することとし、表-2の配合条件を決定した。また、固化材添加後の土壌 pH をみると、GM材添加土は弱アルカリ性を示したが、DSQ材およびK材添加土は中性域を保っており、添加量の調整で pH の増加を抑える効果が期待できる。

4. 土壌団粒構造の形成

土壌の耐水性団粒構造の形成は、農地の保水性や排水性に大きく関係し、農地土壌の適正評価の目安となる。団粒構造の形成は、土壌団粒分析器（大起理化工業 DIK-2001）を用いて分析した。図-1に固化材添加後の含水比と各ふるい残留率の関係を示す。良好な団粒量の判定基準²⁾は、ふるい目寸法における残留

キーワード 底泥, pH, 団粒化, 土壌硬度, 透水性

連絡先 福岡市東区松香台 2-3-1 九州産業大学 建築都市工学部 都市デザイン工学科 Tel 092-673-5670 Fax 673-5093

表-1 試料の物理特性

	国頭マージ	屋嘉底泥
自然含水比 (%)	19.4	151.0
土粒子密度 (g/cm ³)	2.77	2.73
礫 分 (%)	14.0	0.0
砂 分 (%)	20.0	31.0
シルト分 (%)	25.0	25.0
粘土分 (%)	41.0	44.0
液性限界 (%)	50.9	151.2
塑性限界 (%)	28.7	33.4
塑性指数 I_p	22.2	117.8

表-2 実験ケースと配合条件

配合ケース No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
試料含水比 (%)	73.3				50.9			
DSQ (kg/m ³)	10							
K (kg/m ³)	0	25	15	0	0	25	10	0
GM (kg/m ³)	0	0	15	30	0	0	15	30
pH	6.84	6.73	9.74	10.34	7.34	7.06	9.59	10.57

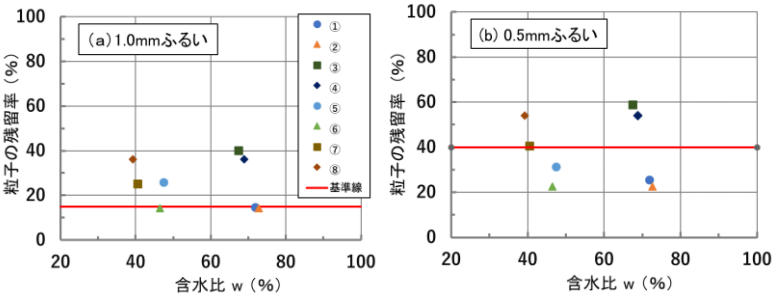


図-1 土壌団粒分析の結果

質量の測定から、(a)1 mm以上の粒子残留率 $\geq 15\%$ 、(b)0.5 mm以上の粒子残留率 $\geq 40\%$ を適用する。図中の赤線は、判定基準値で、これより上に位置する改良土は団粒構造が形成された土壌であると判断できる。1mm以上の粗い団粒は形成されやすいが、0.5mmの細かい団粒は形成しにくいことがわかり、両基準値を満足した改良土（③④⑦⑧）を力学試験に供することとした。

5. 締め固めた改良土の力学特性

団粒構造を形成した改良土を用いて、締め固め試験（A-c 法）を行った結果を図-2 に示す。未処理土と比べると改良土は、最適含水比は高く、最大乾燥密度は低くなり、曲線も緩やかな形状となっている。農地土壌は盛土や埋戻しほど強固な締め固めは不要なので、団粒構造の形成によって締まりすぎない土壌に改良されたと推察される。

農地土壌における一般的な三相分布の割合³⁾は、気相 15～25%、固相 40～50%、液相 25～45%であり、これを飽和度に換算すると $S_r=40\sim 90\%$ となる。締め固め試験の結果から図-3 に飽和度と含水比の関係を作成し、この図から求めた飽和度 40%、60%、80%の含水比と図-2 より得られる乾燥密度を求め、この条件で作製した供試体を用いて、土壌硬度を測定した。

土壌硬度は、山中式土壌硬度計（標準型）を用い、図-4 に飽和度と土壌硬度（貫入量）の関係を示す。貫入量は植物根の伸長性、透水性や通気性の目安となり、農地には貫入量が 10～22 mmが適正範囲である。飽和度が高くなると貫入量が低下する傾向にあるが、適正值の範囲内にあるプロットが少ない。これは締め固め試験の仕事量が盛土や埋戻し材に適用される仕事量で実施したため、農地にはもっと緩い土壌条件での検討が必要と言える。

変水位透水試験により土壌の透水係数を求め、土壌硬度との関係を図-5 に示す。農地に良好とされる透水係数は、 $1\times 10^{-5}\sim 10^{-7}\text{m/s}$ が目安で、土壌硬度の適正範囲と両方で満足しているプロットが確認できる。なお、前述同様に締め固め仕事量が大い条件で実験した結果であり、農地土壌に適応した緩い土壌条件とすれば、さらに透水性は高く改善されるものと思われる。

6. まとめ

農地から流出した泥土を固化材添加により改良した後、農地に再利用することを目的に、改良土の pH、団粒構造の形成、締め固め特性、土壌硬度、透水係数から、農業資材への適用性を検討した。

その結果、無機系泥土改良材、珪藻土、マグネシウム系固化材の組み合わせで、有用な結果が得られた。今後は、農地土壌に適応する具体的な配合条件を見いだす検討が必要である。

参考文献：1) 林・松尾ら：農地還元を目指した沈砂池底泥の改良実験，第 13 回環境地盤工学シンポジウム講演概要集 12-1，2019，09 2) 吉田：第 7 回露地野菜・畑作の土壌診断と土づくり，JAcom 農業協同組合新聞 Web（2019.05 閲覧）

3) 農林水産省：土壌診断の方法，http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_sehi_kizyun/pdf/ktuti6.pdf（2019.05 閲覧）

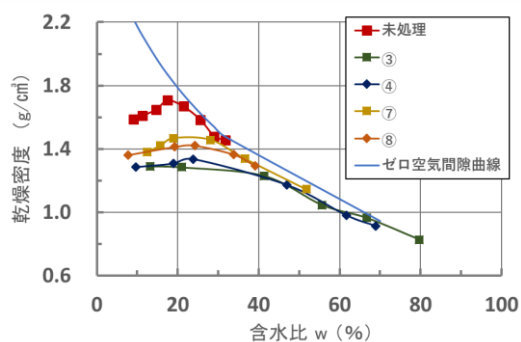


図-2 締め固め曲線

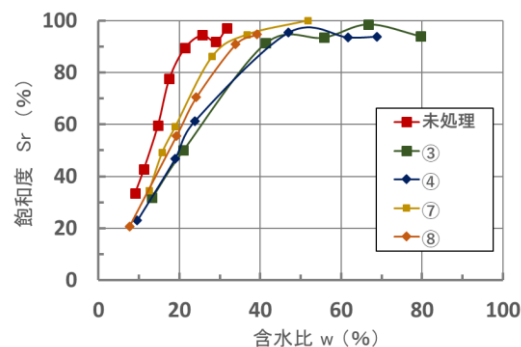


図-3 含水比～飽和度

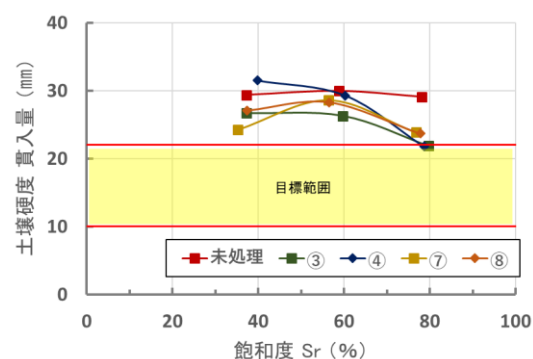


図-4 飽和度～土壌硬度貫入量

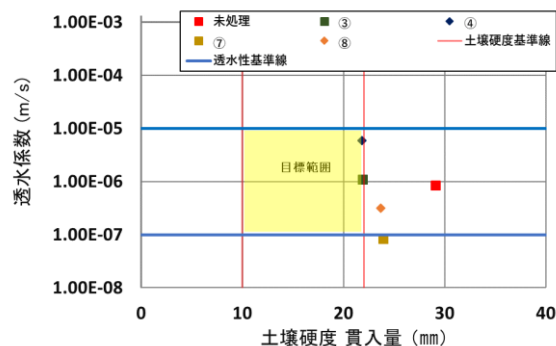


図-5 土壌硬度貫入量～透水係数