

農地への還元を目指した泥土の改良実験と改良土の諸特性

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 松岡 克樹 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農地から赤土等が流出し、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沈砂池等の抑制工は施されているが、メンテナンス不足から堆積土砂の増加に伴い効果を発揮していないものも多い。沈砂池の機能回復と延命化に向けて堆積底泥の搬出が必要であるが、軟弱な泥土の再利用に関する有効な改良方法の確立が求められる。

農地からの土壌流出を想定し、軟弱な泥土を再び農地に還元することを目的に泥土の改良実験を行い、改良土の化学特性(pH)、物理特性(団粒構造)、力学特性(土壌硬度、透水性)から農地土壌への適用性を検討した。

2. 試料および使用する改良材

筆者らは、これまでに沖縄県北部の代表的な赤土(国頭マージ)の流出底泥を試料とした改良実験から農地還元に関連する特性として、土の団粒構造を目安として報告¹⁾してきた。今回は関東地方に広く堆積する関東ロームに着目した。表-1に物理特性を示す。関東ロームは高液性・高塑性限界で粘性が強く自然状態では団粒構造を形成しやすい土と考えるが、土質材料として用いる場合に攪乱や練り返し等の変化を受けると団粒構造が失われる可能性がある。団粒構造を回復させる目的で固化材を添加した改良土の諸特性を検証することとした。添加する改良材は、無機系泥土改良材(DSQ)、珪藻土乾燥品(SPF)、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。SPF材は、空隙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材は高含水比土の改良には不向きなため、DSQ材やSPF材を併用し余分な水分を減らすことでの固化効果を期待している。

3. 配合条件および土壌のpH特性

使用する関東ロームは締固め試験と同時に測定したコーン指数 q_c から、 $q_c \approx 150 \text{ kN/m}^2$ となる含水比93%に試料調整した。固化材について、DSQ材は添加量が過剰になると効果が得られにくいことから、 5 kg/m^3 以下に設定し、SPF材もしくはGM材のいずれかを添加することとし、表-2の配合条件で改良実験を実施した。固化材添加後の土壌pHをみるとGM材を添加した配合でアルカリ性を示しているが、GM材を添加しない配合では中性域(公共用水域に排出する場合の排出基準の $\text{pH}=5.8 \sim 8.6$ (海域以外))を保っており、配合量の調整でpHの増加を抑えることが期待できる。

4. 土壌の耐水性団粒構造の形成

農地の保水性や排水性に大きく関係する土壌の団粒構造の形成は、農地への適正評価の目安となるので、土壌団粒分析器(大起理化学工業DIK-2001)を用いて測定した。この装置は、 $2 \sim 0.106 \text{ mm}$ の5段ふるいに試料を

キーワード 泥土, 団粒化, pH, 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

土の名称	関東ローム	国頭マージ
自然含水比 (%)	88.8	19.4
土粒子密度 (g/cm^3)	2.75	2.78
礫分 (%)	4.8	13.9
砂分 (%)	30.4	19.9
シルト分 (%)	59.4	25.1
粘土分 (%)	5.4	41.1
液性限界 (%)	109.1	50.9
塑性限界 (%)	71.8	28.7

表-2 配合条件と土壌pH

	DSQ材 (kg/m^3)	SPF材 (kg/m^3)	GM材 (kg/m^3)	pH (添加後)			
未処理土	0	0	0	6.32			
A	5	10	①	0	7.44		
			②	15	9.13		
			③	20	9.36		
			④	30	9.13		
			⑤	0	7.48		
			⑥	15	9.02		
		20	⑦	20	9.37		
			⑧	30	9.60		
			30	⑨	0	8.11	
				⑩	15	9.31	
				⑪	20	9.35	
				⑫	30	9.60	
B	3	10		①	0	7.58	
				②	20	—	
			③	30	—		
C	3	12	15	①	27	0	7.44
				②	12	15	9.47

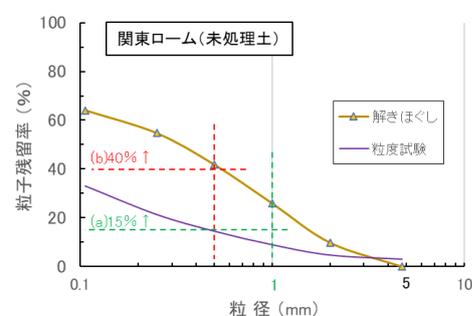


図-1 団粒分析結果(未処理土)

のせ、水浸容器中でふるい分析を行うもので、土壌の耐水性団粒の測定が可能である。

図-1 に固化材を添加しない関東ローム(未処理土)の団粒分析結果を示す。農地に良好な団粒量の判定基準²⁾は、篩目寸法における累積残留質量の関係から、(a)1 mm以上の粒子残留率 $\geq 15\%$ (緑破線)、(b)0.5 mm以上の粒子残留率 $\geq 40\%$ (赤破線)である。実線(紫色)は JIS A 1204 の粒度試験に基づく曲線で分散剤の効果により粒子の団粒化が生じていない結果である。解きほぐし試料(橙色)は、4.75mm ふるいを通過するように解きほぐした試料で分散剤を使用していない結果である。粒子残留率が高くなっていることから、団粒構造が形成されていると推察される。

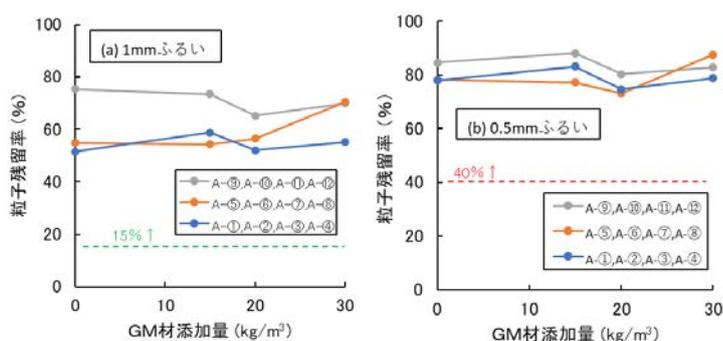


図-2 固化材添加量～粒子残留率

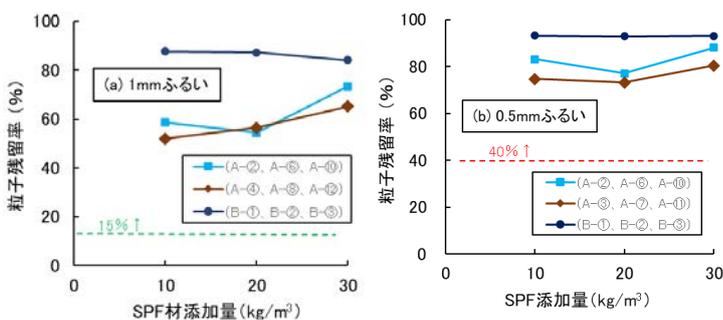


図-3 固化材添加量～粒子残留率

固化材添加量と粒子残留率の関係について図-2 に DSQ 材と GM 材の配合(A シリーズ)の結果を示す。いずれの配合も高い残留率となっているが、GM 材を添加すると pH がアルカリ域に傾向する懸念があるので、次に SPF 材の効果調べるため、図-3 に DSQ 材と SPF 材の配合(B シリーズ)の結果を示す。SPF 材は土粒子間の吸水効果が高いので、DSQ 材の添加量を減らした配合においても基準値を満足する高い粒子残留率となった。

5. 改良土の力学特性

団粒構造の形成が確認できたので、添加量の総量=30kg/m³に設定した B-①、C-①、C-②の改良土で力学性状を調べた。農地に要求される力学特性として土壌硬度と透水係数を取り上げたが、どちらも土壌の締まり具合によって変動することと農地は緩い状態で堆積していることが想定できる。そのため今回は予備実験としてカラム通水装置を用いることとし、カラム(円筒φ=50×L=300mm)に改良土を緩く詰め、上部から給水を行うことで水締めにより自然に締まる状態時の土壌の乾燥密度を適用した。土壌硬度は、山中式土壌硬度計(標準型)で測定した。

図-4 に土壌の乾燥密度と土壌硬度(貫入量)の関係を示す。貫入量は、透水性や通気性の目安となり、農地には 10~23 mmが適正範囲²⁾である。今回は最も緩い状態を設定したため乾燥密度が 0.5~0.6g/cm³と低く、貫入量も適用範囲の下限値に近い結果となった。

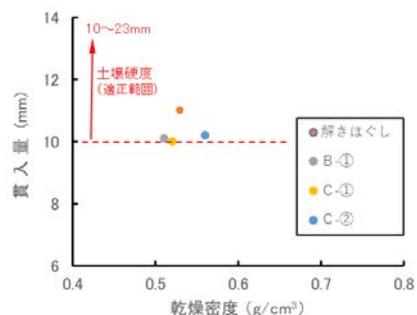


図-4 乾燥密度～土壌硬度

土壌硬度試験と同じ乾燥密度の供試体を用いて変水位透水試験(JIS A 1218)を行った。団粒構造と透水係数の関係を図-5 に示す。農地に良好とされる透水係数は、 $1 \times 10^{-5} \sim 10^{-7} \text{m/s}$ が目安である。未処理土(解きほぐし)はこの密度では団粒構造を形成しにくく適正範囲以下であるが、固化材を添加することにより改良土は団粒構造が形成され適正範囲に入っている。

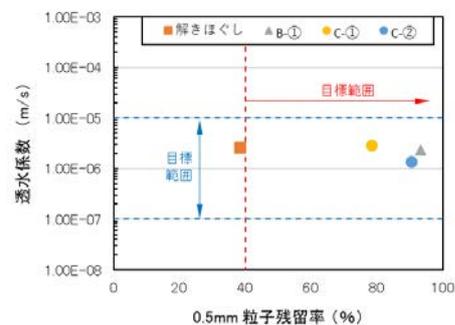


図-5 透水性の評価

6. まとめ

流出泥土を固化材添加により改良し農地に還元することを目的に、pH、団粒構造、土壌硬度、透水係数から適用性を検討した。無機系泥土改良材と珪藻土の組み合わせで有効な結果が得られた。

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) 吉田吉明：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)