

バイオマス燃焼灰(PKS 灰)を活用した 赤土対策のための土壌改良材の開発

(株)リュウクス 正会員 ○謝花 一成
 (株)リュウクス 非会員 菊池 翔
 (株)リュウクス 非会員 南出 拓人
 (株)サステナブルエコ 正会員 望月 美登志

1.はじめに

沖縄県における激しい降雨は、著しい土の浸食にも繋がり、農地などから赤土が流出してサンゴ礁の海を濁らせてしまうなどの環境問題を引き起こしている。沖縄県では1994年に「沖縄県赤土等流出防止条例」が制定されて以降赤土等の年間流出量は減少しているが、農地からの流出の抑制は限定的であり2016年には流出量全体の約83%を農地が占めている。赤土の流出を抑制するためには、微生物や高分子系材料による赤土の団粒構造形成に基づく耐侵食性の発現の研究¹⁾²⁾がなされてきたが、農家等が自ら耕土流出対策を行う「地域主導による流出源対策」が最も安価かつ効果的といわれている。筆者らは、PKS系無機複合材の吸水性材料として、火力発電所の副産物であるバイオマス燃焼灰の中でも最も利用の進んでいるパーム椰子殻(PKS)の燃焼灰を有効活用したカーボンニュートラルな吸水材料を用いることで、農地用土壌改良材として農作物の育成にも効果のある赤土防止対策を検討した。

2.赤土の性質

沖縄県において一般的に赤土と呼ばれるのは「国頭マージ」であり、県の面積の約55%に分布する。約7割を直径 $20\mu\text{m}$ 以下のシルト分が占め、直径 $2\mu\text{m}$ 以下の粘土分も約8%含む(表-1)。粒子が微細であるとともに粘着力が弱いため、容易に水中に舞い上がり水を濁らせ流出する。

赤土が河川に流れ込むと沖縄の河川は急峻であるためほとんど沈降せずに流下して海に流入し拡散する。やがて海底へ沈み堆積した赤土も潮の干満や波浪によって巻き上げられ、再び海を濁らせる。

多くはpH5.0~6.5程度の酸性を呈する。

表-1 赤土(国頭マージ)の
粒度分布³⁾

直径(μm)	重量比率
$200 < d \leq 2000$	5.09%
$20 < d \leq 200$	25.2%
$2 < d \leq 20$	60.3%
$1 < d \leq 2$	6.39%
$0.45 < d \leq 1$	1.98%
$d \leq 0.45$	0.38%

3.PKS 灰の物理特性

PKS 灰は、パーム椰子からパーム油を搾取した後に廃棄物となるパーム椰子殻(PKS)を燃料とするバイオマス火力発電所から発生する飛灰(フライアッシュ)を集塵機で捕集したものであり、PKS由来成分が主である。その他、循環流動層ボイラ等の、流動媒体として硅砂を使用する場合は硅砂由来の SiO_2 等の成分を含む。今回使用したPKS灰は沖縄県内の循環流動層ボイラを用いたバイオマス火力発電所より産出されたものである。表-2に組成、表-3に物理特性を示す。なお、表-3、表-4にある吸水比とは、参考文献⁴⁾に示される吸水材における吸水性能を表す指標であり、同文献にあるシリンダー法を用いた吸水試験結果である。

表-2 PKS 灰の組成
(酸化物換算)

SiO_2	50%
CaO	29%
K_2O	4.4%
SO_3	4.3%
P_2O_5	1.8%
MgO	2.6%
Fe_2O_3	1.8%
Al_2O_3	3.6%

表-3 PKS 灰の物理特性

土粒子の密度	2.42g/cm^3
塑性限界	NP
塑性指数	NP
最大密度	0.95g/cm^3
最小密度	0.68g/cm^3
平均粒度	$52.6\mu\text{m}$
細粒分含有率	81%
pH	11.6
吸水比	84.4%

キーワード バイオマス燃焼灰, PKS, 廃棄物, 赤土流出対策, 団粒化, 土壌改良材

連絡先 〒904-2234 沖縄県うるま市宇州崎7番地22 (株)リュウクス TEL098-939-1181

4. 土壌改良材の原理と物理特性

今回開発した土壌改良材は、無機系吸水材の特徴であるほぐし養生効果⁴⁾を生かして農作地の赤土に含まれる細粒分を団粒化・固化することで水に溶けにくい状態へと改質する原理となっている。まず主材となる PKS 灰に高い吸水性を持つペーパースラッジ焼却灰(PS 灰)を添加することで改質土の団粒化構造を促進した。PS 灰にはアルミネート相が含まれており、石膏を追添加することで最適配合のエトリンガイトを生成させた。この化学的固化性能によって団粒化した構造は溶出しにくい構造へと変化する。表-4 に本材料の物理特性を示す。

表-4 本材料の物理特性

土粒子の密度	2.32g/cm ³
塑性限界	NP
塑性指数	NP
最大密度	0.86g/cm ³
最小密度	0.58g/cm ³
平均粒度	54.2 μm
細粒分含有率	80%
pH	11.3
吸水比	141.7%

5. 土壌改良材の効果

沖縄県国頭郡にて採取した湿潤状態の赤土(国頭マージ)に開発した土壌改良材を重量比 5%の割合で混合し、3 日間養生した。試料土の組成を表-5 に示す。改良後の赤土は微細分を団粒化している(写真 1)。改良前後の赤土の上から水を注いだ結果、改良前の赤土に注いだ水は激しく汚濁したが、改良後の赤土ではほとんど濁らない結果となった(写真 2)。濁度試験の結果を図-1 に示す。養生期間や降雨等の外力要因の影響については引き続き検討を進めている。

表-5 試料土の組成

SiO ₂	62%
Al ₂ O ₃	20%
Fe ₂ O ₃	11%
K ₂ O	3.4%
CaO	1.8%
TiO ₂	1.0%



写真 1 改良前(上)と改良後(下)の赤土

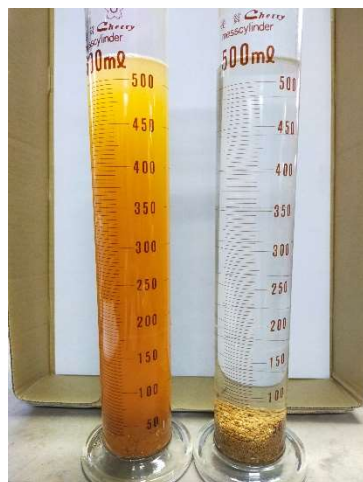


写真 2 改良前後の赤土に水を注いだ直後

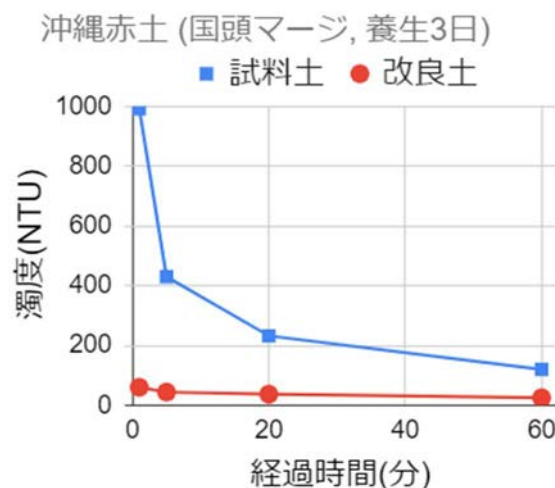


図-1 濁度試験結果

6. 今後の課題と展開

農業において土壌の性質は農作物の生育に大きな影響を与える。本材料は強いアルカリ性であり土壌の pH を変化させ、またカリウム、リン、マグネシウム等を含むため植物の生育に影響を及ぼす。現在、菊・大麦・小麦・田芋の実際の農地で混合を実施し、作物の生育に問題がないことを確認中である(写真-3)。

本材料はバイオマス燃焼灰を活用しており、安価に提供できる。無機系吸水材の特徴から、農業の作土に適していると言われる保水性のある団粒化した土づくりに活用できると考えられ、農家の自主的な赤土流出対策につなげることができると考える。



写真 3 農作物(大麦)への適用例

(参考文献)

- 1) 小山内信智ら：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。
- 2) 真鍋 誠司：土壌の団粒化による赤土流出防止技術とその利用，平成 27 年度赤土等流出防止交流集会，2015
- 3) 座間味佳孝ら：沖縄県内主要土壌の粒度分布および流出濁水における懸濁物質の粒度分布，沖縄県衛生環境研究報 第 48 号，p.63-66，2014
- 4) 公益社団法人地盤工学会関東支部 無機系吸水性材料を用いた土の改質技術の利活用に関する研究委員会：無機系吸水性材料を用いた土の改質技術に関する手引き（暫定版－PS 灰系改質材編－），2021 年