

港湾浚渫物の有効利用について

静岡大学 農学部 持続可能型農業科学研究室

指導教員：准教授 南雲俊之

参加学生：高垣信太郎，笠松颯太，百田飛鳥

1. 要約

田子の浦港浚渫物のうちシルト・粘土に富む脱水ケーキの有効利用，とくに緑化・農業用資材としての利用法について検討してきた。この脱水ケーキには，アルカリ性資材としての側面と酸性化資材としての側面の，両面がある。

本研究では，脱水ケーキの酸性化資材としての利用法の確立を目的に，ラボメンバーが協力して幾つかの実験を行った。まず脱水ケーキをあらかじめ酸性化させる前処理法を検討した。その結果，パイライト酸化の触媒作用を持つとされる鉄(III)化合物の100 $\mu\text{mol/g}$ 添加が，脱水ケーキの酸性化に有望と考えられた。

一方，脱水ケーキの酸性化資材としての利用を前提として，キク科外来種防除効果を確かめる試験区の再建を始めた。すでにナルトサワギク個体数密度が13~106個体/ m^2 と，かなり蔓延していた。今年度中に川砂を対照として脱水ケーキ散布処理を行い，次年度以降，研究室として継続して土壌の酸性化とナルトサワギク個体数再生状況を追跡調査していく予定である。

2. 研究の目的

数年来，コース必修の環境フィールドワークⅡ（実習）や卒業研究で数名の学生が担当して，田子の浦港浚渫物のうちシルト・粘土に富む脱水ケーキの有効利用，とくに緑化・農業用資材としての利用法について検討してきた。その結果，脱水ケーキは，凝集剤由来の石灰が多く，アルカリ性pHを示す。一方，硫化物含有し，過酸化水素で強制酸化するとpH~4.5となった。つまり，脱水ケーキは土壌pHを上昇させる性質と低下させる性質の両方をもつことがわかった。

本研究では，後者の土壌pHを低下させる資材としての利用を志向した。土壌pHを上昇させる資材には，安価な石灰質資材や一般的な堆肥などがすでに実用されている。しかし，酸性化させる資材には，劇物指定の硫酸や，可燃性リスク等のある硫黄華，保全対象となっている湿地から採掘する有限資源のピートモスなどに限られる。脱水ケーキは，世界遺産となっている富士山麓流域の表層土壌を起源として多量に生産される再生利用可能資源で，潜在的酸性化資材となりうる。そこで，脱水ケーキの酸性化資材としての利用法の確立を目的に，ラボメンバーが協力して幾つかの実験を行った。

3. 研究の内容と成果

(1)当初の計画

当初の研究計画は，脱水ケーキを土壌酸性化資材として使うために，①石灰を含む脱水ケーキ添加によって土壌pH上昇の効果持続期間を知る，一方，②あらかじめ酸性化させる前処理法の確立を経て，③園芸用土への応用，および④キク科特定外来生物ナルトサワギクの発芽・再生抑制の可能性を検討する予定であった。

(2)実際の内容（Bは一部修正）とその理由

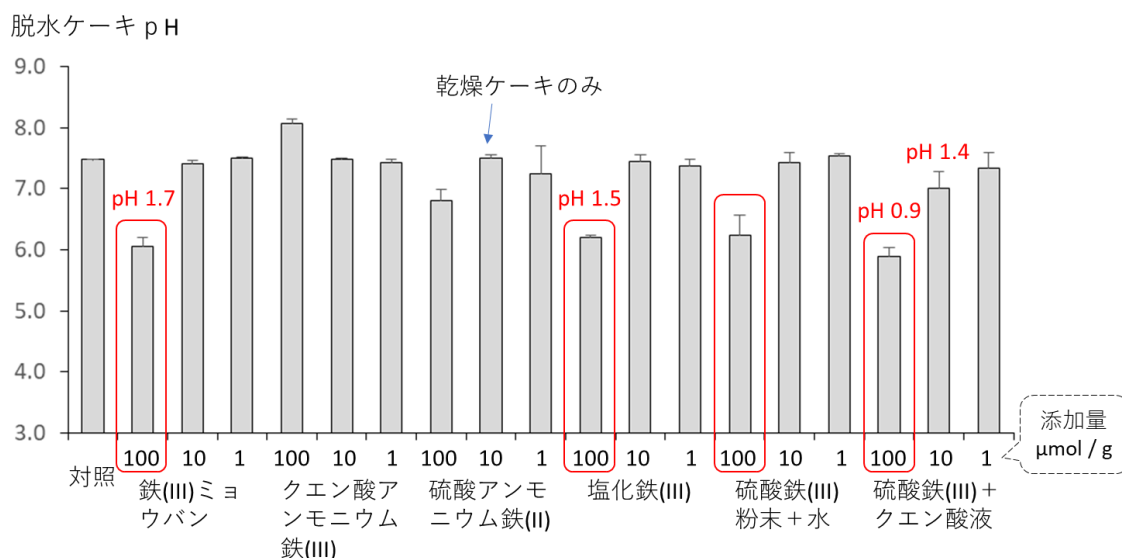
まず，春先にコロナ禍の中で研究スタートが遅れた上に，②の酸性化前処理法の確立のための文献調査や予備調査に時間を要し，当初計画の一部しか実施できなかった。

(3)実績・成果と課題

これまでの研究で、脱水ケーキには、石灰・苦土・カリなどの塩基バランスは悪くないものの、石灰含有率がとにかく高く、pHと電気伝導度ECが堆肥等の基準を超えて高いアルカリ資材であるという側面と、可酸化イオウ含有率が酸性硫酸塩土壌に準じるほど高く、潜在的に酸性資材であるという側面を持つ。土壌に対して<5%程度の施用であれば、土壌pHが適正範囲を超えて上昇することもなく、作物生育（バレイショ圃場栽培）にも問題がなかった。しかし、ハクサイ育苗用土に40%添加したところ、基準とした山土用土に比べて発芽・生育遅延が明らかで、育苗期間が1.5倍と大幅に伸びた。前者のアルカリ性資材の側面が、作物栽培にとって悪く作用したためと考えられる。

研究の開始当初「2年前は石灰凝集剤の使用量が多かった」が、現在では「圧搾機の更新後、（凝集効率が上がり）石灰凝集剤は減っている」と現場の浚渫物分級プラントの責任者の方からお聞きした。しかしながら、実際に試料をいただいて分析すると、依然として石灰Ca含有率が1.2%と高く、pHは7.6と一般的な作物の適正pHを超えており、ECは34.2 mS/mと堆肥なら発芽阻害が指摘される高さであった。

そこで、まず脱水ケーキをあらかじめ酸性化させる前処理法を検討した。脱水ケーキに含まれる可酸化イオウは、酸性硫酸塩土壌や海成堆積物にしばしば見いだされるパイライトのような硫化物と推定された。この硫化物を酸化すると、硫酸を生じて酸性化する。鉄^(II)化合物はパイライト酸化反応の触媒として働くことが知られ（酒井ら, 1988 ; Peiffer and Stubert, 1999 ; Janzen et al., 2000）、炭酸ナトリウムやキレート剤のクエン酸などはパイライト酸化の促進剤として報告された（Evangelou et al., 1998 ; Peiffer and Stubert, 1999 ; Caldeira et al., 2010 ; Zhang and Yuan, 2017）。また、農地では硫酸アンモニウムなどのアンモニア系窒素肥料が微生物による硝化を経て土壌を酸性化させる。一般的な酸化試薬である過酸化水素（オキシドール）を含めて、これらの試薬（あるいはその組み合わせ）で脱水ケーキを処理して1週間の短期培養後にpHの変化を測定し



た。その結果、鉄^(III)化合物の100 μmol/g添加が脱水ケーキの酸性化に有望と考えられた。

ただし、その添加量はおよそ2%w/w程度と少なくなく、水溶性の塩なのでEC増加のリスクもある。また、これらの試薬溶液はそもそもpHが低いため、この溶液そのものの酸性と可酸化イオウの酸化による酸性化と区別ができていない。一連の酸性化実験は引き続き継続中である。

一方、脱水ケーキの酸性化資材としての利用を前提として、キク科外来種防除効果を確認する試験区の再建を始めた。具体的には、試験区の区画づくり、区画内のナルトサワギクの個体数調査と抜き取り防除、試験区周辺のナルトサワギク抜き取り防除を行った。試験区内のナルトサワギク個体数密度は、13~106個体/m²であった。一昨年台風による高波でもとの試験区が流失する前の密度は、0~26.4個体/m²であったので、かなり蔓延してきているのが分かる。

2020年10月30日



抜き取り防除



2021年1月12~13日



1区画2×4mあたり103~847個体
(13~106個体/m²)

今年度中に川砂を対照として脱水ケーキ散布処理を行い、次年度以降、研究室として継続して土壌の酸性化とナルトサワギク個体数再生状況を追跡調査していく予定である。

(4) 今後の改善点や対策

今年度の研究で、もう少し確認実験が必要とはいえ、脱水ケーキをあらかじめ人為的に酸性化させるメドが立った。今後、あらかじめ酸性化する処理で、脱水ケーキの作物生育抑制効果が解除されるか確認実験をしたい。また、次年度以降、再建したナルトサワギク防除試験の追跡調査を行うとともに、今年度できなかった脱水ケーキを配合した園芸培養土の創出を行っていく予定である。

4. 地域への提言

脱水ケーキを農業利用するうえで、最大の問題点は石灰系凝集剤による高Ca含有と、その結果としての高pH、高ECである。石灰系凝集剤の使用量削減が脱水ケーキ利用を助けるものと確信する。一旦加えてしまった石灰分を、処理後に洗浄除去するのはほぼ不可能である。

一方、本研究では、この高石灰分を残したまま脱水ケーキを酸性化して、脱水ケーキのアルカリ性に起因する障害を軽減しようとするものである。脱水ケーキの農業利用に対しては、次善の策と言える。作物の発芽や生育に対する悪影響が解消されているかまでは確認できていないものの、現時点で脱水ケーキを試薬添加により酸性化できることは実証し

た。この酸性化脱水ケーキの利用をまずは進めてみたい。

5. 地域からの評価

研究の進捗が遅く、また成果の取りまとめが1月末になったため、この報告書を書いている時点で地域（静岡県田子の浦港管理事務所）との成果の共有ができていない。2月以降に、地域から評価をいただく予定で日程調整が進んでいる。調査継続の意思も伝えられており、大いに期待されていると感じている。