

泥土の改良型脱水乾燥システムの開発と処理土の再利用

西村伸一¹

¹岡山大学大学院環境生命科学研究科.

本研究は、浚渫した泥土を効率よく脱水するための改良型フィルタープレス機の開発を目指している。改良型プレス機は、従来型のフィルタープレス機に、吸引と透気の課程を付加することによって、目詰まりを防止し、浸透圧密の効率を上昇させようとするものである。さらに、本研究では、脱水ケーキの再利用についても検討を行っている。泥土を乾燥させることによって物理性が大きく改善されることが従来の研究から明らかであるが、ここでは、処理した土を農地客土として利用した場合の植物の発芽および生育に与える影響を重点的に考察している。

キーワード：浚渫泥土、脱水ケーキ、フィルタープレス機、植栽実験

1. はじめに

現在、ダムや港湾の建設事業において、しばしば浚渫土が発生する。また、湖沼やため池などの水質浄化や機能保持を目的とした底泥の浚渫が実施されるケースが多い。浚渫土は、再利用に回されるが、その中で、泥土に分類されるものは低品質と見なされ、再利用率が上がらない現状がある。再利用されない場合、泥土は産業廃棄物として処分される。また、浚渫以外にも建設汚泥に分類されるものが多量に発生している。資源のリサイクルと、処分場の延命化のためには、泥土のリサイクル技術の確立が急務である。本研究は、この課題に取り組もうとするものである。浚渫された細粒土は、運搬のために脱水する必要があり、また、再利用のために改質が必要とされる。今回の研究は、この多量に発生した細粒土（泥土）の脱水・乾燥および再利用のシステムを構築しようとするものである。

浚渫泥土に用いられる脱水処理方法として最も一般的なのは、機械的に圧力を作用させて圧密脱水する機械的脱水処理である。真空力や遠心力を用いたものなど、いくつかの脱水方法があるが、本研究では、中でも最も使用されているフィルタープレス機に着目した。従来の問題点として脱水が進行するにしたがってフィルターが目詰まりを起こし、脱水効率が低下するといった点があった。そこで、従来の脱水システムに吸引・透気のプロセスを加えることで、この問題を解決し、脱水能力の高い改良型のフィルタープレス機を開発することを最終目標とし、それによって、浚渫泥土の用途を広げ、浚渫泥土をリサイクルしやすい材料に変える技術を確立することが本研究の狙いである。

今回開発を目指す試験機は、従来のフィルタープレス機を基盤としており、基本的な脱水システムとしては信頼

度の高いものである。従来のフィルタープレス機に比較的簡便な改良を加えるのみで吸引・透気のプロセスを可能し、脱水の効率化を実現可能とすること目的で、普及性の優れたものとすることに留意した。本研究は、小型の模型により改良型フィルタープレス機を再現した模型実験を試み、従来のフィルタープレス機と比較し脱水効率を上げていくことを目標とした。

また、脱水された泥土（脱水ケーキ）の再利用法として、本研究では、農地客土としての再利用を目指し、コマツナの栽培実験を行っている。また、泥土を、熱乾燥処理すると、泥土の透水性が大きく改善することが分かっており（西村ら、2006）¹⁾、この処理の影響が植物の生育に与える影響も考察している。

2. 改良型フィルタープレス機の構造

本章では、従来のフィルタープレス機ならびに改良型フィルタープレス機の構造を記す。また、改良型フィルタープレス機に新たに搭載した吸引・透気によって脱水効率化を実現するための原理について記す。次いで、模型実験による改良型脱水システムの効果について検証し、最適なシステム運用に関して分析する。

本研究で取り上げている改良型フィルタープレス機は、従来型のフィルタープレス機に新たに吸引・透気のプロセスを加えたものである。改良型フィルタープレス機を図-1に示す。従来の浸透圧密を利用した脱水システムに、未圧密泥土の吸引と圧縮空気の透気・乾燥のプロセスのサイクルを加えることにより、フィルターが目詰まりを緩和し、脱水効率を飛躍的に促進させることを狙いとしている。コンプレッサーの送泥圧による脱水処理でフィルターが目詰まりが起きた後、真空ポンプによりス

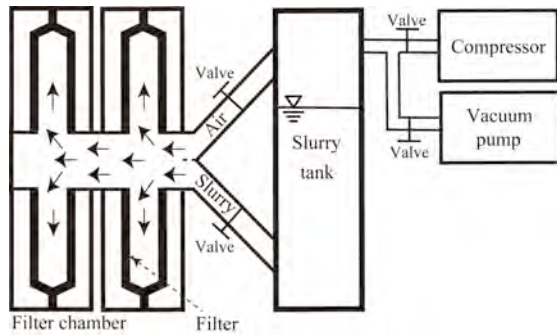


図-1 改良型フィルタープレス

ラリータンク内を真空にし、送泥されていた土を吸引させる。さらに圧縮空気を圧送することによってフィルターまで空気が通る。再度、泥土を圧送して浸透圧密を行うことにより、目詰まりを回避したシステムを作り出すことを目的としている。

3. 吸引・透気サイクルの原理

図-2 に吸引・透気の原理を示す。コンプレッサーの送泥圧によってある程度圧密が進行すると、フィルターに目詰まりが生じ脱水効率が低下する。そこで、真空ポンプによる真空圧で送泥されていた未圧密の泥土を吸引させる。そこに圧力をかけた空気を送り込むことで、圧密泥土に亀裂を生じさせる。こうして出来た亀裂を新たな排水路とすることで、低下していた脱水効率が飛躍的に促進させることが可能となる。

4. 模型実験概要

写真-1 に示すのが、本研究で開発し、使用した模型実験装置である。浚渫泥土の入ったタンクにコンプレッサーと真空ポンプを管で繋ぎ、空気管として使用する。タンクとフィルター部は2本の管で繋ぎ、それぞれ送泥

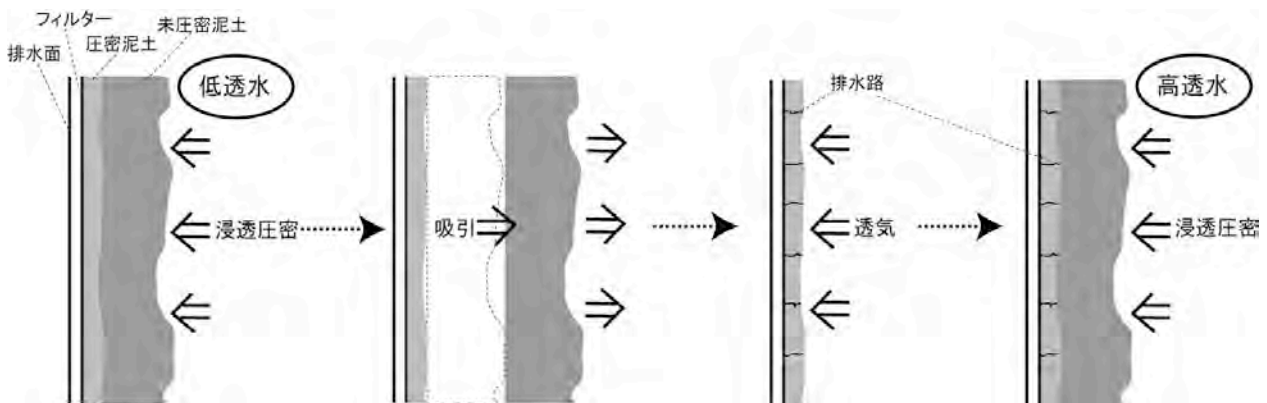


図-2 吸引・透気による圧密促進の原理

管、空気管として使用する。排水口は計4ヶ所配置し、内訳は、浚渫泥土が入ってくる側に1ヶ所、反対側は3ヶ所となっている。

5. 試料の物理特性

模型実験を行うにあたり、試験に用いる底泥の物理特性試験を行った。試験に用いたのは岡山県児島湖底泥で、液性限界 87%、塑性限界 46%、土粒子密度試験、 2.63g/cm^3 、強熱減量 9.27%の試料である。また、粒度試験の結果から、細砂分 5%、シルト分 79%、粘土分 16%であることがわかっている。今回の実験では、タンクからフィルターへ試料を送泥する管が細いため、 0.106mm 以下の粒径の試料のみを扱った。また、底泥は、凝集材（ポリ塩化アルミニウム+石灰）によって、あらかじめ改質された試料を用いた。

6. 実験方法・手順

試料を初期含水比 350~450%内に調整しタンクに入れる。そこで、注泥口のバルブを開き、コンプレッサーにより圧力をかけ試料をフィルター部に送泥し浸透圧密を行う。浸透圧密の最中に次の過程を挿入するものとする。

- ① コンプレッサーを止め、浸透圧密を中断する。
- ② 真空圧をかけ、フィルター部の未圧密泥土を注泥口よりタンクへ吸引する。
- ③ 注泥口のバルブを閉め、通気口を開く。そこへコンプレッサーにより加圧し透気を行う。

改良型の脱水システムの頻度や圧力、実験時間、フィルター材の改良や機械の操作など、あらゆる条件において従来型の脱水システムと比較し、より効率的な条件を模索した。また、実験結果は、生成された脱水ケーキの含水比により比較を行なった。また浸透圧密開始直後に一定の脱水処理は完了するため、多少の初期含水比の高

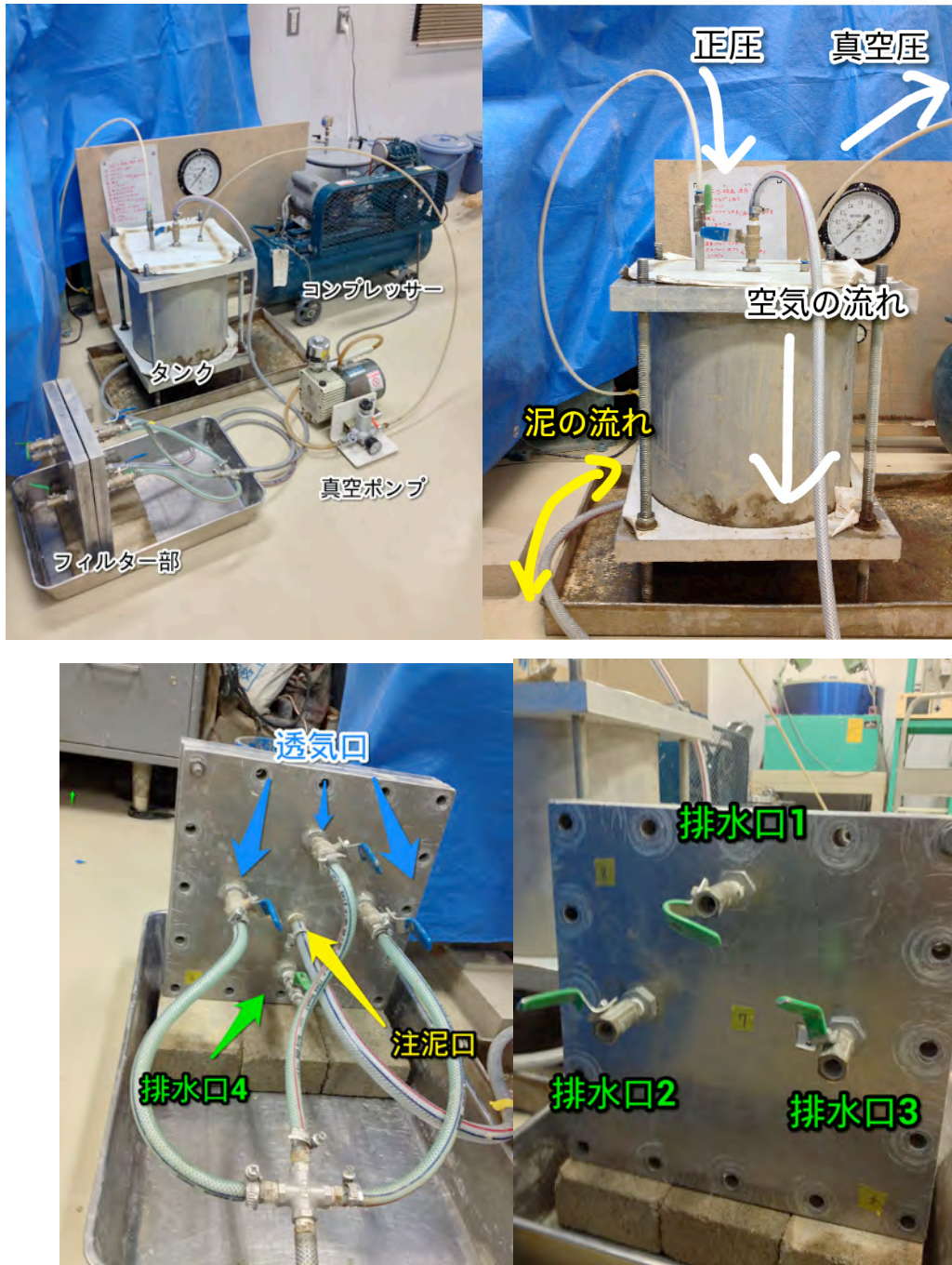


写真-1 模型実験装置

低は結果には左右されないこと、また、水の浸透圧により脱水が行われるため、ある程度多めに水を含む場合において、より脱水処理の成果が挙げられることがこれまでの研究で明らかにされている (Takisawa, 2009) ²⁾。

7. 実験結果および考察

第一に、基本実験として、吸引・透気のプロセスを加えない試験を実施した。この試験の試験条件は以下の通

りである。

実験時間	150分
圧力	0.3MPa
フィルター	定性濾紙1枚と不織布1枚

基本実験の10分毎の排水量を測定し他結果を図-3に示している。図を見て分かるように、最初の30分間が大幅に減少し、そのあと徐々に減少量は小さくなっていき、60分を超えた辺りからほぼ一定量の減少となった。この結果から、圧密開始後30分で効率が落ちているのは明らかであるので、30分おき吸引・透気のプロセスを入

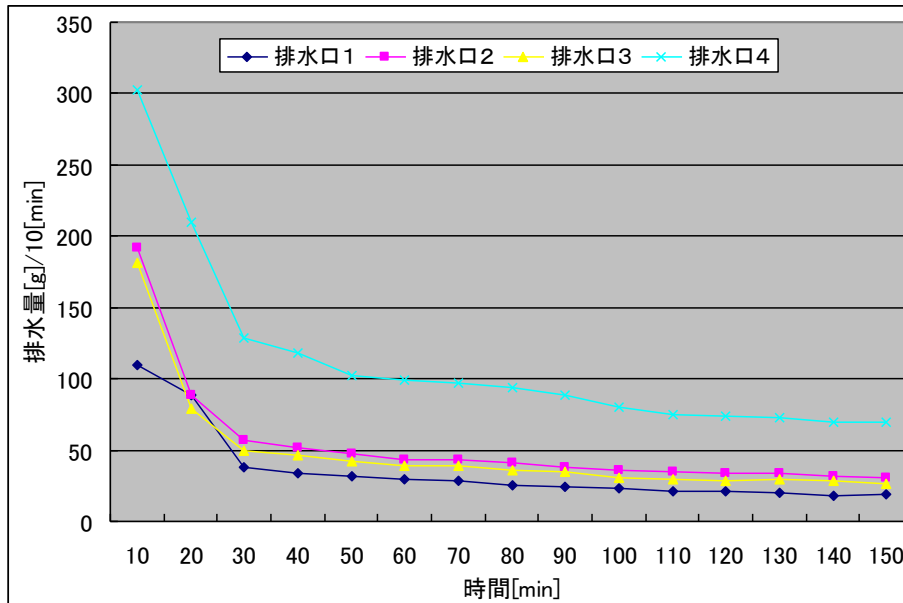


図-3 10分毎の排水量

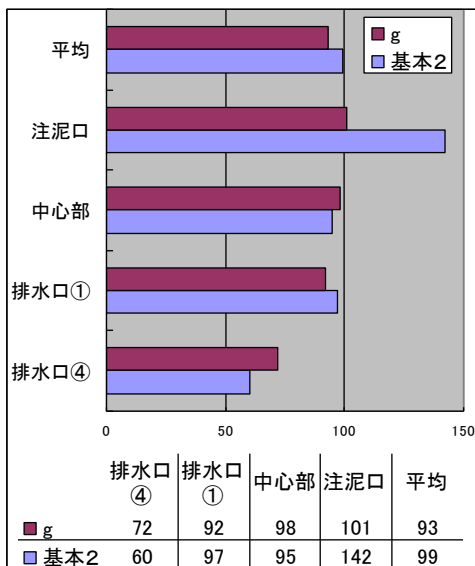


図-4 実験 g と基本実験の結果の比較(含水比(%))

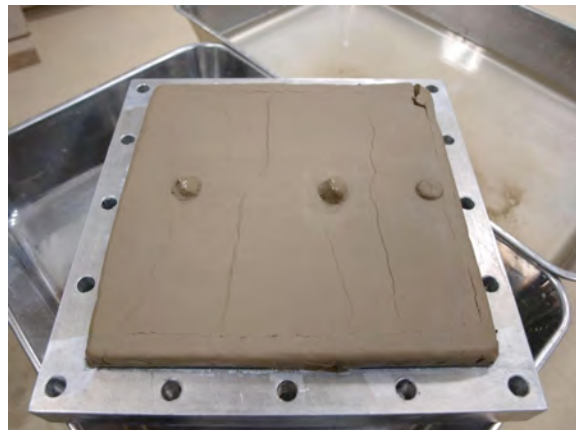


写真-2 生成された脱水ケーキ

れることにした。それを、実験 g と称し、下記に詳細を示す。

実験時間 150分

(圧密 30分 吸引・透気 5分 圧密 55分 吸引・透気 5分 圧密 55分)

圧力 0.3MPa

フィルター 定性濾紙 1枚と不織布 1枚

実験結果を図-4 に示しているが、これによると注泥口付近で含水比の減少が大きくなっている。しかしながら、その他の部分ではそれほどの効果は得られていない。全体的に、脱水効果を増大させる改善策の検討が今後必要である。生成された脱水ケーキの一例を写真-2 に示す。

8. 改良型フィルタープレス機を用いた実験のまとめ

1) 吸引・透気のプロセスは脱水効率を高めることが実証された。中でも効果的であったのは吸引・透気のプロセスを2回組み込んだもので、注泥口付近では最大41%の低減が可能となった。しかし、含水比の平均値をとると最大でも10%強の低減であり、大幅に脱水効率を上げることは出来なかった。

2) 吸引・透気の効果最も大きくなるタイミングを明らかにするために、10分毎の排水量を測定したところ、圧密開始30分経過するまで急激に排水量は減少していき、60分を経過したあたりからほぼ横ばいとなること

表-1 まさ土への混合コマツナの発芽率と生育に及ぼす影響

		発芽率 (%)	生体重 (g)
まさ土		86.7	0.06
室温	10%	93.8	0.23
	20%	86.7	0.24
	30%	93.3	0.58
100°C	10%	80.6	0.17
	20%	76.7	0.23
	30%	96.8	0.17
200°C	10%	100	0.22
	20%	93.5	0.23
	30%	100	0.20

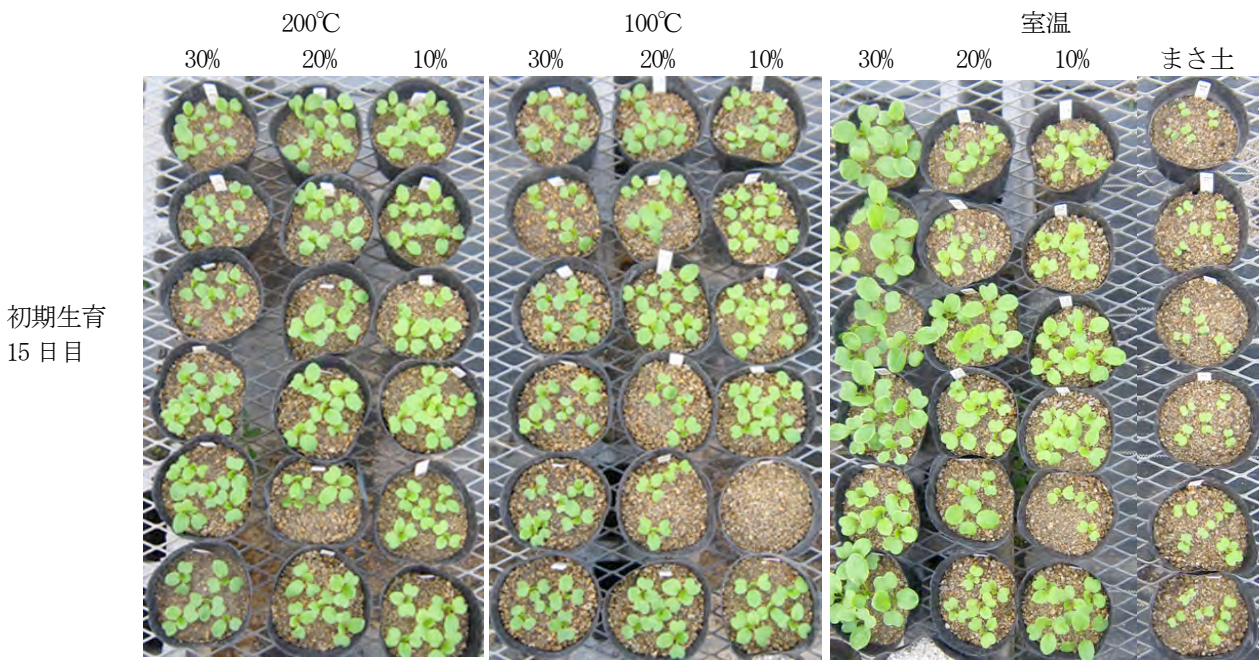


写真-3 コマツナの発芽と初期生育

が分かった。このことから、圧密開始 30 分後もしくは 60 分後のどちらかが吸引・透気の効果を最大化すると予測し、一方のタイミングで吸引・透気する実験を行ったが、特に含水比に大きな変化はなかった。

9. 乾燥処理を施した底泥の再利用

泥土処理で最も重要なのは、最終的なリサイクルである。本研究では、脱水ケーキを用いて、栽培実験を行った例を示す。ここでは、栽培作物として生長の速いコマツナを選択した。泥土に脱水乾燥処理を施すことを前提としており、無処理の脱水ケーキと、室温 および 100°C、200°C で 24 時間乾燥処理した脱水ケーキを実験資材として比較を行った。

[材料および方法]

材料：資材の熱処理区（室温、100°C、200°C）×混合割合（10、20、30%）+対照区（まさ土）の 10 処理

区

各処理区当たりポット 6 個

方法：資材をまさ土に 10、20、30%の割合で混合する。

混合土を 0.4L 入れた 10.5cm 径ポットに、コマツナを 5 粒ずつ播種する。

無肥料で灌水のみとし、発芽率と、本葉 2 枚期までの生体重を調査する。

播種日：2012.9.27 発芽率調査：2012.10.4

収穫調査：2012.10.11

[結果および考察]

底泥による発芽率の影響はなかった。対照区と比較して底泥を加えた方が大きく成長した。底泥の種類や底泥の混合割合による違いはあまり確認できなかったが、室温の 30%が最も大きかった（表-1、写真-3）。→熱処理していない室温は肥料が残っており、30%で多い方が生育によかった。すなわち、この結果によると、熱乾燥処理は、植物の生育に逆効果であることわかり、今後の課

題である.

参考文献

- 1) 西村伸一, 滝澤倫顕, 村山八洲雄, 村上 章 : 浚渫泥土の物理・化学特性と再利用, 材料施工研究部会報第 44 号, pp.69, 2006.
- 2) Takisawa, T. : IMPROVING AND RECYCLING SLUDGE DREDGED FROM FARM PONDS, 岡山大学大学院博士論文, 2009.