

浮草・もみ殻を添加したため池底泥土の 地盤材料への適用に関する研究

富山県立大学
兵動太一

研究背景

ため池

グリーンインフラとしての側面

防災・減災

洪水調整機能や
土砂流出の防止機能など

地域振興

地域の祭りなどの
文化・伝統の発祥

環境

生物の生育・生息場所
の提供

悪影響

池内の底泥土

貯水容量の減少，水質悪化の発生



除去されるべきだが...

底泥土(粘性土)の特性

- ・ 含水比が高く，強度が出にくい
- ・ 圧密が懸念される

廃棄における課題

- ・ 標準仕様ダンプトラックに山積み
する際には固化材添加などの安定処理
が必要
- ・ 廃棄費用，廃棄場所の不足

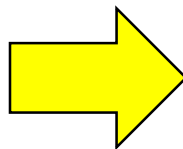
研究背景

廃棄における課題

- ・標準仕様ダンプトラックに山積みする際には固化材添加などの安定処理が必要
- ・廃棄費用、廃棄場所の不足

理想は

浚渫土を中間処理を行い，改良後に盛土材などで再利用！



出典：一般社団法人泥土リサイクル協会

でも
現実には

ため池の管理する組織の大きさは様々...
個人や地区で管理されるため池が少なくない...

より簡易的でより安価な処理が求められる！！

研究背景

ため池の問題点 浮草（浮揚植物）の繁殖



- 枯れることで悪臭が発生
→近隣住民への環境被害
- 水面を覆い、日光を遮断
→池内の光合成を抑制



浮草が繁殖する夏季に
除去が求められる

ため池底泥土・浮草ともに有効活用できないか

研究背景

富山県は日本海に面しており，豊富な水資源を活かして第一次産業が盛んに行なわれている

富山県地方自治研究センターより

バイオマスの種類		年間発生量 (富山県:2010年)
廃棄物系	家畜排泄物	約26万トン
	下水汚泥	約3万7000トン
	黒液	約79万4000トン
	食品廃棄物等	約11万4000トン
	製材工場等残材	約16万4000トン
	建設発生木材	約4万トン
未利用系	農作物非食用部	約30万5000トン
	林地残材	約6000トン

大量廃棄



活用が推進

{ 廃棄費用
廃棄場所の不足

実際にバイオマスを活用した
研究例もいくつかある

既往の研究(バイオマス混合による改良)

古賀ら(2020)

固化処理後の粘性土 + 竹チップ

大矢ら(2014)

固化処理後の粘性土 + 生石灰
+ もみ殻灰

李ら(2000)

固化処理後の粘性土 + カキ殻

研究背景

廃棄面での課題

- ・ 廃棄費用， 廃棄場所の不足

活用の推進と新規性

- ・ 廃棄ではなく， 活用が推進されている.
- ・ 実際にバイオマスを粘性土に混合した研究例はいくつかあるが， 圧密特性まで考慮したものは少ない.

底泥土



バイオマス



これらを混合し， 改良処理を行なうことで
土質材料として利用することができないか

* 土質材料として利用するには， **地盤材料としての適用性 (強度特性) 及び圧密特性**を考慮する必要がある

研究背景

・ため池底泥土は主に**粘性土**に分類される

粘性土：粒径が小さいものが多く、透水性が低いいため
圧密沈下が懸念される



既往の研究(バイオマス混合による圧密改良効果)

①林ら(2010)

粘性土 + 竹パウダー $\Longrightarrow$ **圧密降伏応力の増大**

バイオマス混合率0、6、12%で圧密試験を行い
混合率12%の場合、最も高い圧密降伏応力が得られた

②李ら(2000)

粘性土 + カキ殻 $\Longrightarrow$ **圧密促進効果**

粉碎したカキ殻を80%の割合で混合した場合、
混合土の透水性が最も高まり、圧密促進効果が得られた

→ **浮草・もみ殻は竹と同様に植物繊維を含む**

研究背景・目的

バイオマスを混合し、その圧密改良効果について調べた研究はほとんど行われていない



ため池底泥土と浮草・もみ殻を混合し、
段階载荷による圧密試験を実施

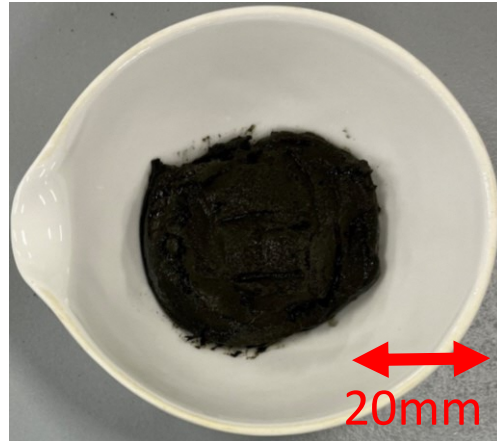
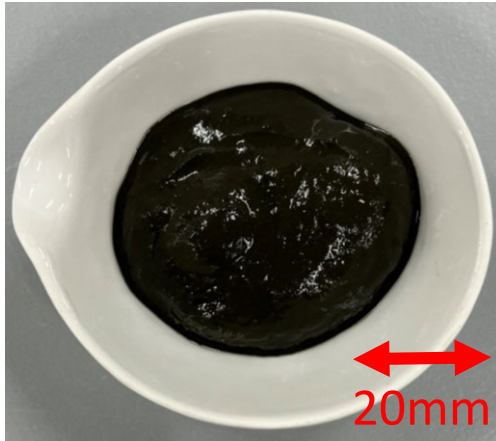


浮草・もみ殻の混合によるため池底泥土の圧密特性の改良効果について評価

試験試料

母材

薬勝寺池底泥土 打尾谷ため池底泥土
(YC) (UC)



バイオマス試料

浮揚植物(主にヒシ)
(FW)



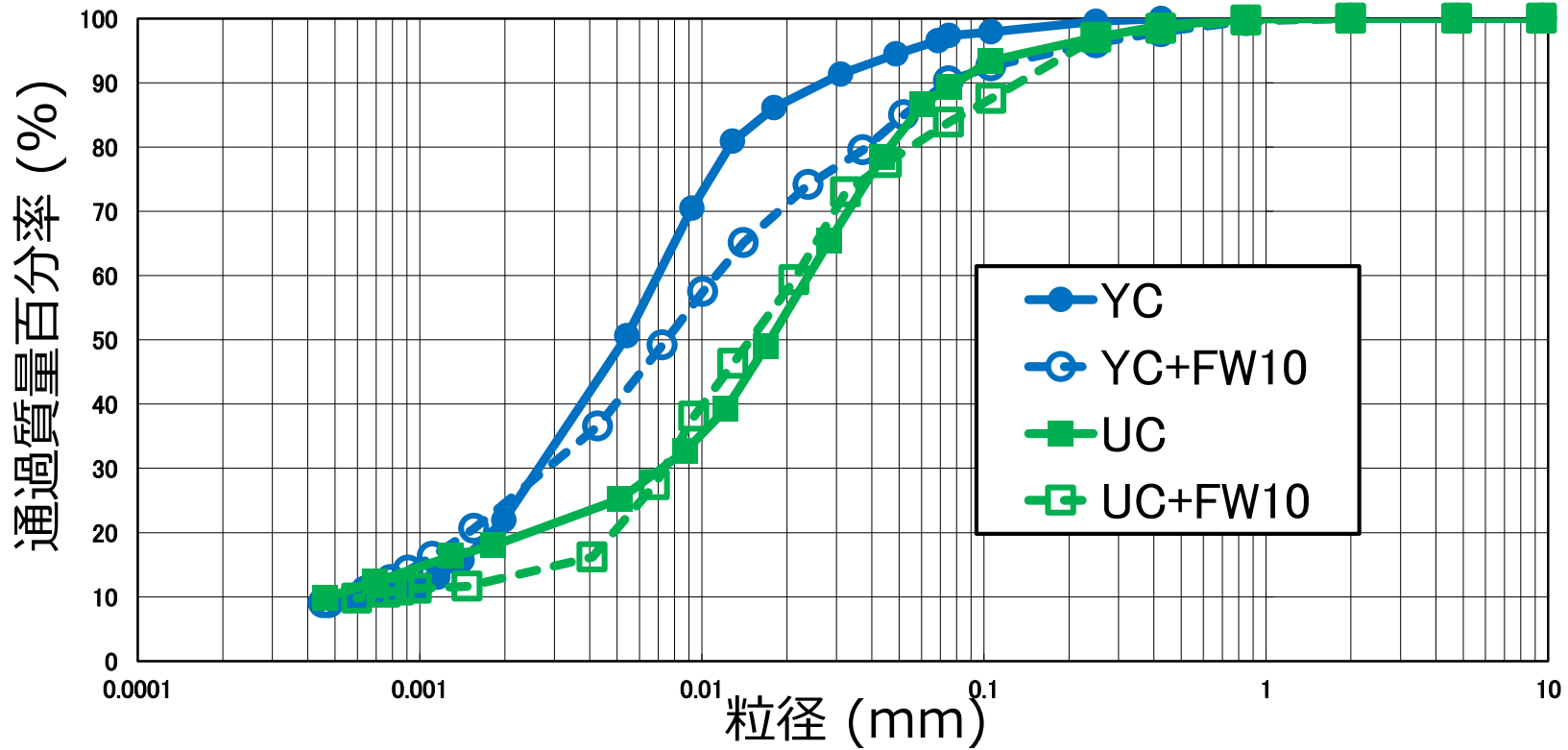
$\rho_s = 1.65 \text{ (Mg/m}^3\text{)}$ 、 $F_c = 3.2 \%$

- バイオマス試料は絶乾状態にして粉碎した
- いずれも2mmふるい通過分を使用
- バイオマス混合率は乾燥質量比で10%

※乾燥質量比：バイオマス乾燥質量/土質試料乾燥質量

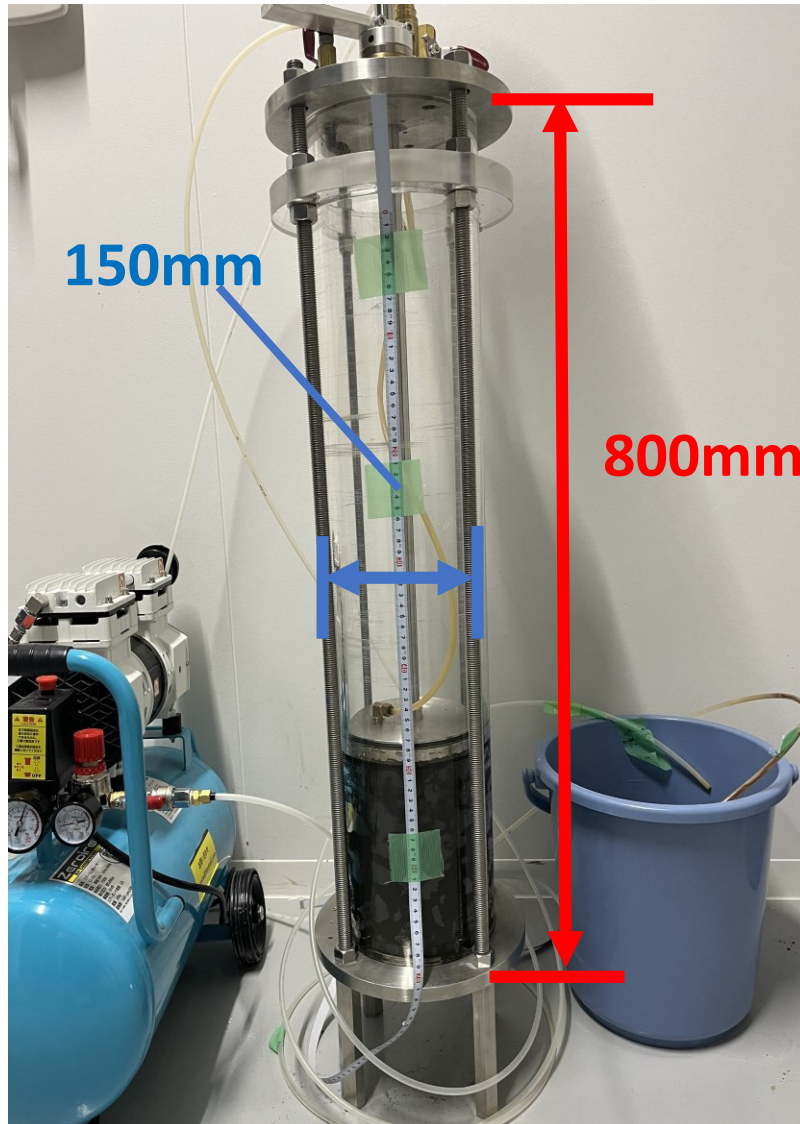
物性試験(粒径加積曲線)

試料	分類	自然含水比 w(%)	土粒子密度 $\rho_s(\text{Mg/m}^3)$	液性限界 w _L (%)	塑性指数 Ip(%)	細粒分含有率 Fc(%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)
YC	シルト	283.0	2.47	165.2	93.2	96.1	50.8	47.1
YC+FW10		272.5	2.42	129.2	68.1	85.0	53.0	39.6
UC	シルト	105.3	2.67	81.9	31.6	86.6	68.5	26.0
UC+FW10		94.3	2.61	78.6	24.4	77.6	67.6	19.0

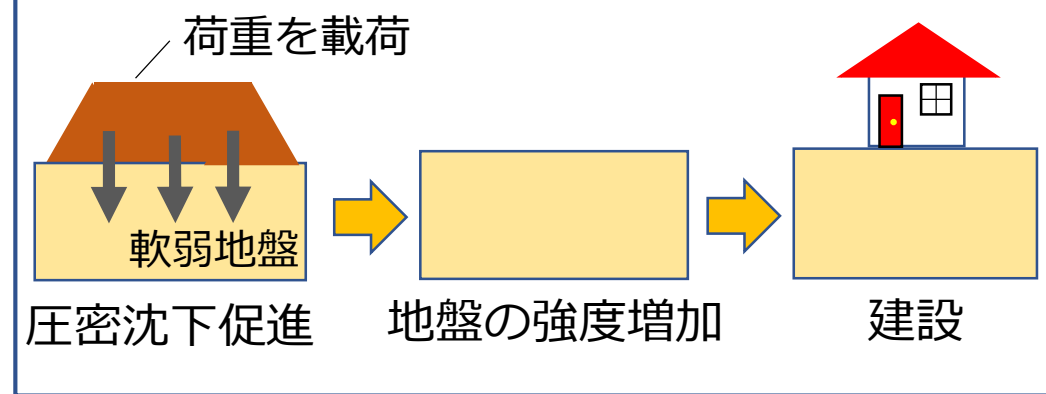


供試体作製

予圧密法



プレローディング工法

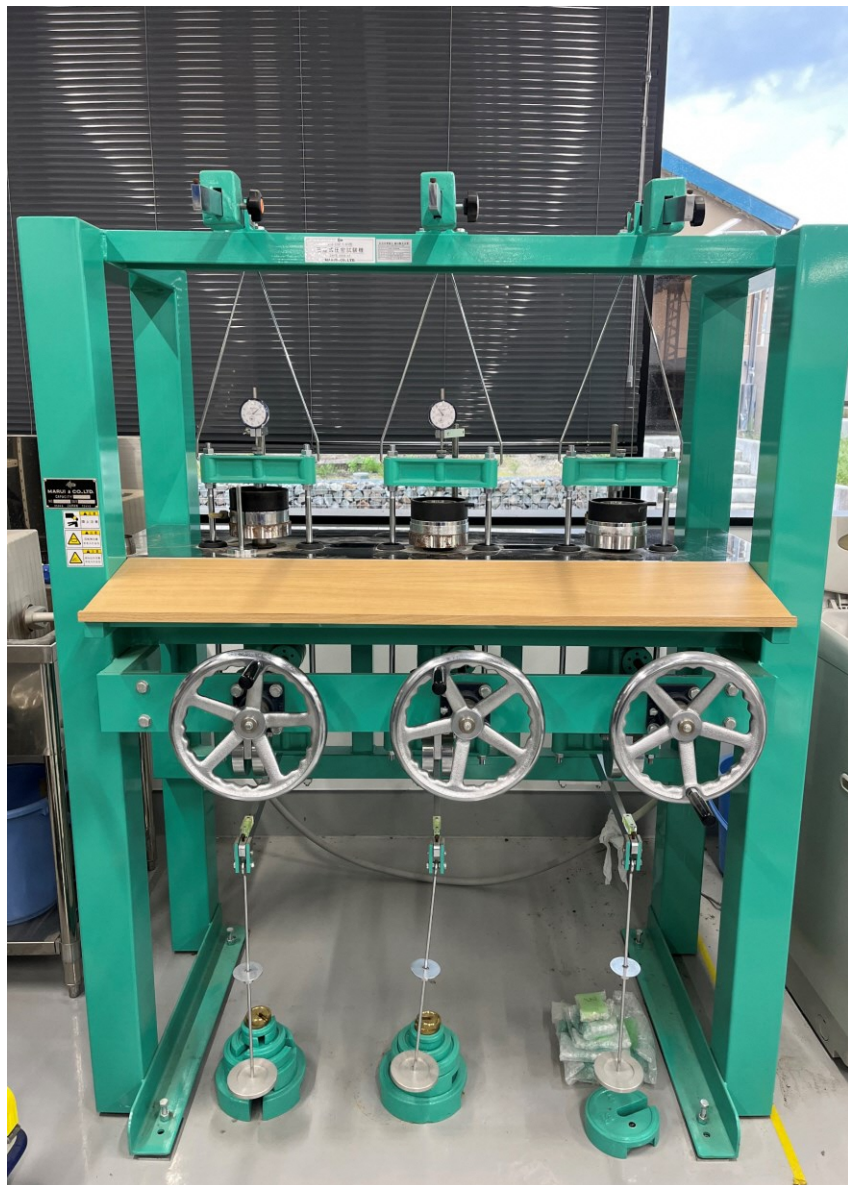


実験室レベルに規模を縮小した
予圧密法で供試体を作製

予圧密1日目	100 kN/m ²
予圧密2日目	150 kN/m ²
予圧密3日目以降	200 kN/m ²

圧密終了時間は3t法で確認

土の段階載荷による圧密試験 [JIS A 1217]



供試体を用いて
側方変位を拘束し
上下面を排水状態にして
段階的に荷重をかける試験



試料の圧縮性と圧密速度などの
圧密定数及び**圧密降伏応力**
を求める

土の段階載荷による圧密試験 [JIS A 1217]

圧密圧力：9.8kN/m²~1256kN/m²(1~8段階)

荷重増分比： $\Delta p/p=1.0$

載荷時間：24時間/1段階



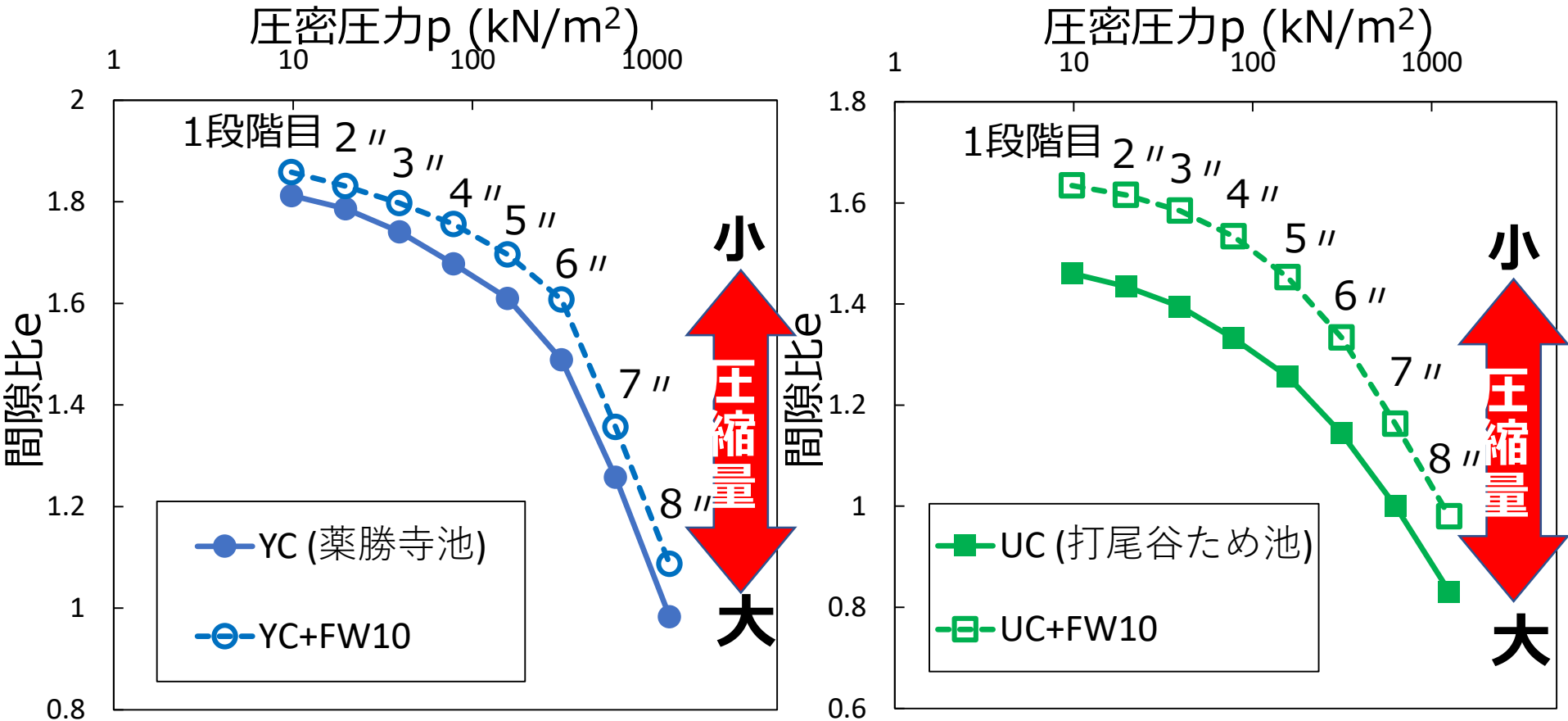
1~8段階分(8個)の
沈下量d-経過時間 $\sqrt{t}$ 曲線を作製



- ・各段階における最終沈下量及び圧密時間を算出
- ・8段階終了後、2段階($\Delta p/p=-0.87$)に分けて除荷を行い膨張量を測定

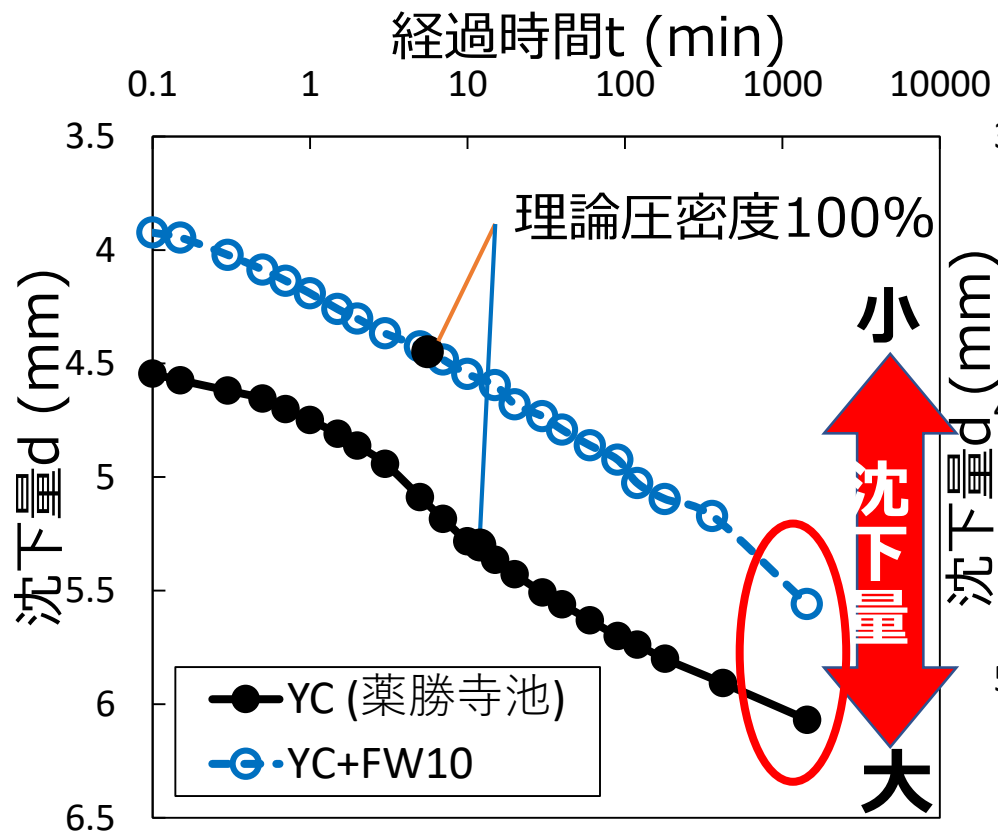
間隙比と応力の関係

荷重・荷重から24時間経過後の間隙比をプロット



- ・浮草を混合したケースでは混合なしに比べて同一圧力に対する間隙比が増加
- ・いずれのケースでも低応力域では圧縮量が小さく、圧密降伏応力を超えると圧縮量が増加する

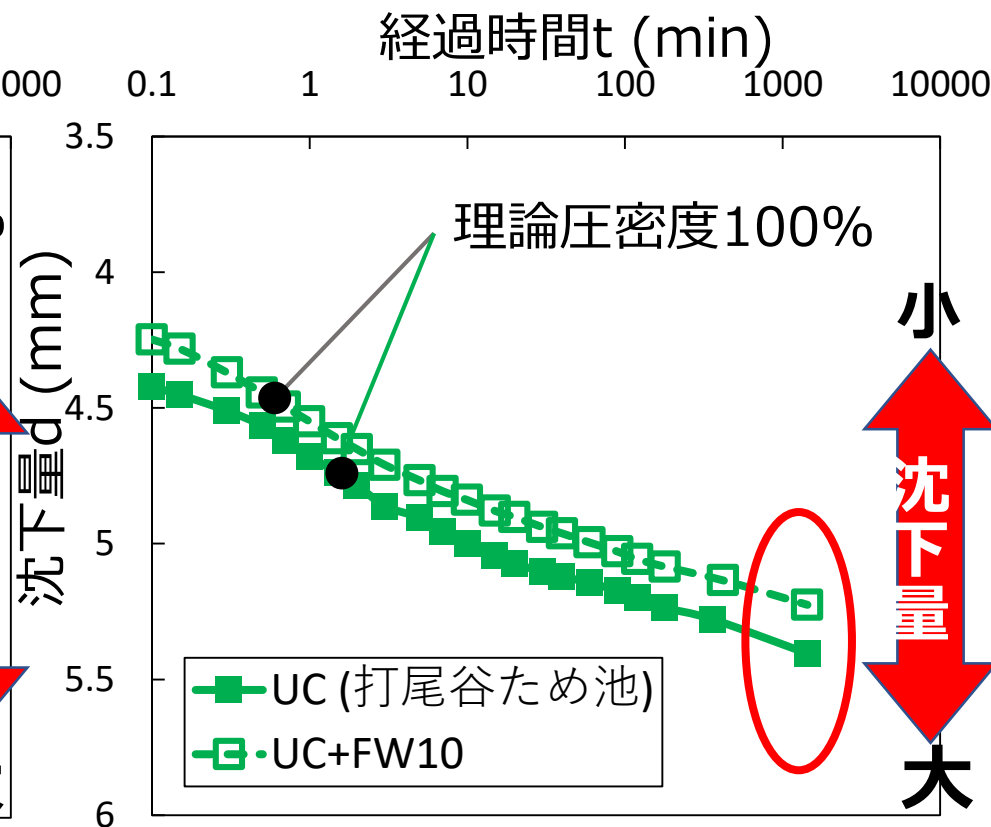
8段階目の応力-ひずみ曲線



$\sqrt{t}$ 法による整理

黒色の点：理論圧密度100%時の点
(一次圧密のみ)

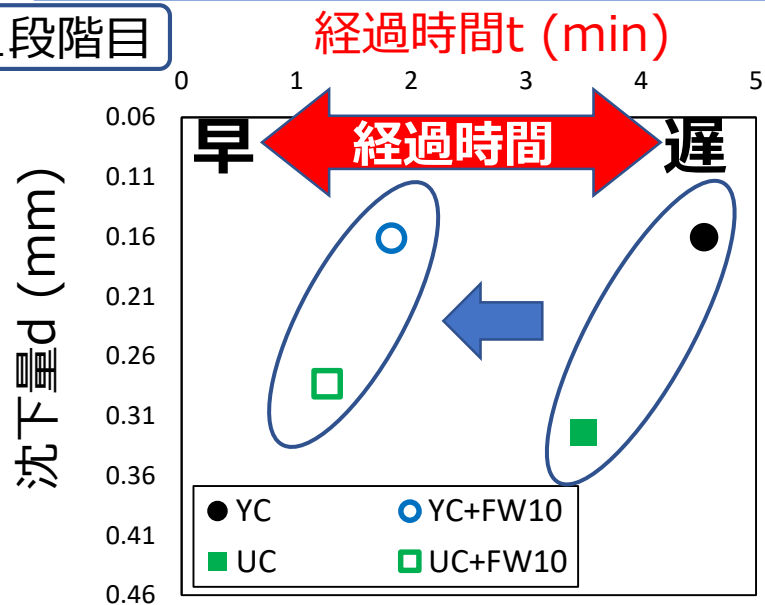
実線部：実測値(二次圧密含む)



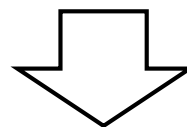
浮草を混合したケースでは、
実測値及び理論圧密度100%時の
最終沈下量が減少した

理論圧密度100%時の圧密終了時間

1段階目



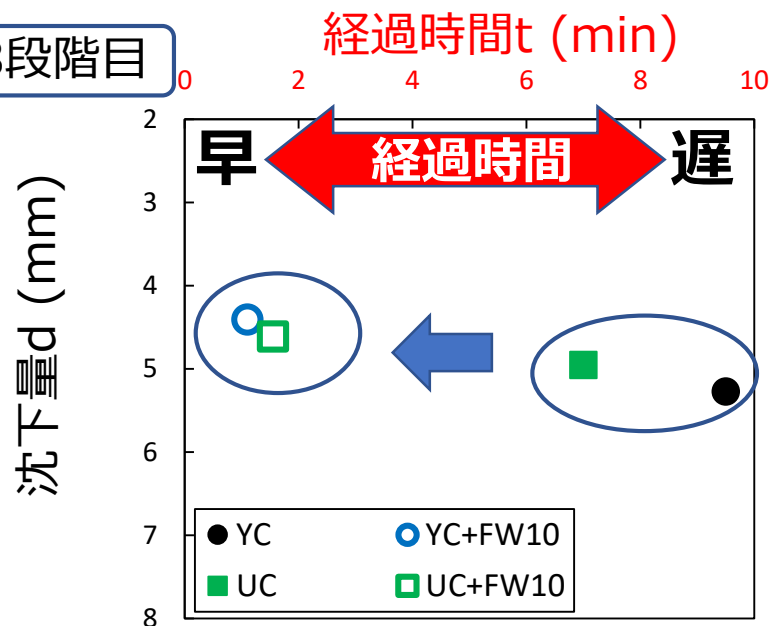
浮草を混合したケースでは、
載荷圧力にかかわらず圧密終了
時間は短縮した



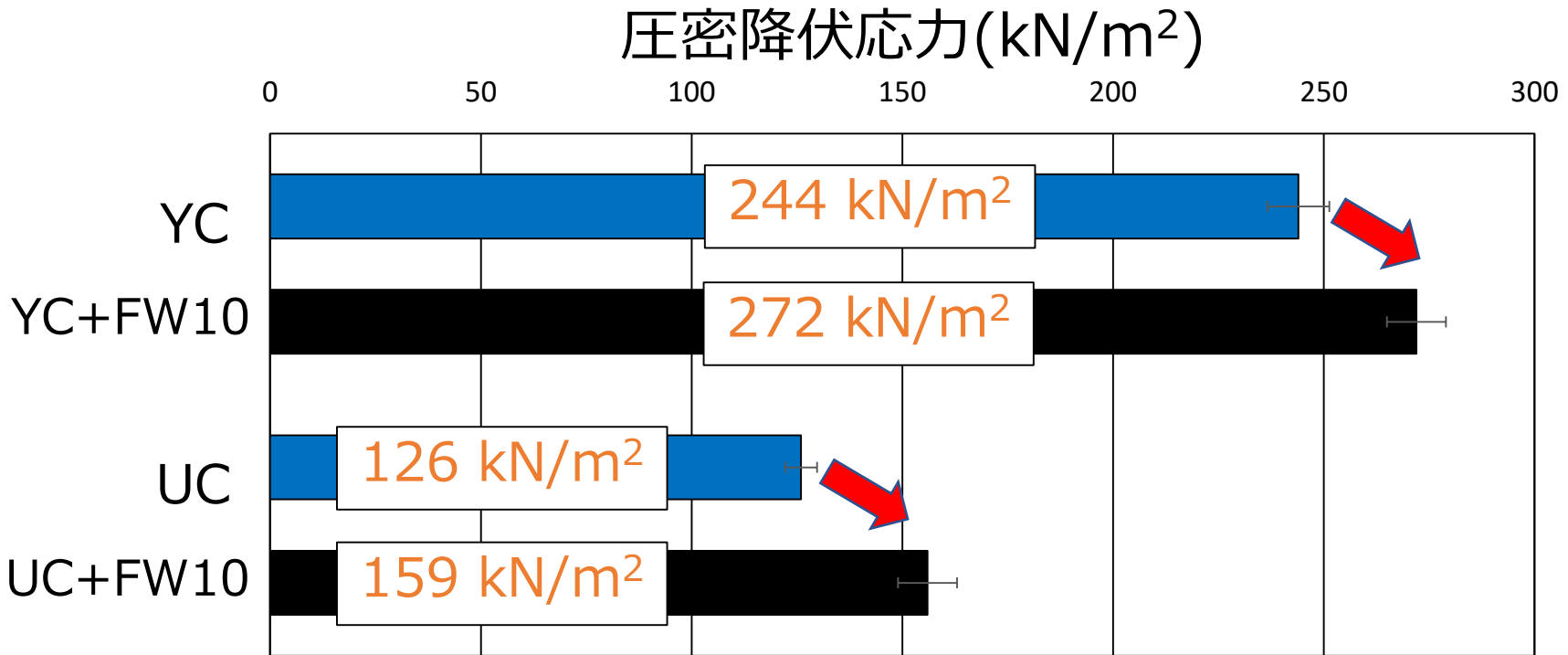
浮草の吸水性による影響

- 植物が持つ繊維質は吸水性を有している
- 本来排出される間隙水を繊維が吸水することで排水量が減り、圧密終了時間が短縮したと考える

8段階目



圧密降伏応力の比較



浮草を混合することで圧密降伏応力が増加

山中(2014)によると、粘性土に短繊維を混入させることにより、繊維と土粒子が絡み合い圧縮強さが増加する

⇒ 浮草の植物繊維と土粒子が絡み合うことで土構造が補強され、圧密降伏応力が増加したと考える

まとめ

- 浮草を混合したケースでは、混合なしと比べて最終圧密沈下量が減少した
- 圧縮過程のいずれの段階においても浮草を混合したケースでは圧密終了時間は短縮した
- 浮草を混合することで圧密降伏応力が増加した

圧密特性の改良効果は、浮草が有する植物繊維や、吸水性の影響が寄付した可能性が高い

今後の計画

- 予圧密法と機械の数から今回はバイオマスは浮草（浮揚植物）のみの結果となったため同条件でもみ殻を混合した物で継続的に実験を実施する
- ため池の選定が2か所のみだったため、他に何か所か選定し同様の実験を実施することでデータの信頼性を上げたい。
- 研究成果をまとめて学会等で報告する

謝辞

本研究，報告は，蜷川凱晟くん，畠中義正くんの卒業研究の一部を元に作成しました。また試料採取に協力してくれた研究室の他の学生や，快く試料の提供をして頂いた自治体のご担当者様に深くお礼を申し上げます。



最後にとやま呉西圏域調査研究事業の手厚いご支援に心から感謝いたします