

2022.10.1
日本農学会
@東京大学弥生講堂

カーボンニュートラルの達成にむけた農学研究

地域バイオマスを活用した堆肥づくりと 除染後農地土壌の肥沃度向上

溝口 勝

大学院農学生命科学研究科

復興農学会



福島

復興知学 講義

秋光信佳・溝口勝 編

本日の伝えたいこと

- 原発事故から11.5年が経過
- 大学のさまざまな分野の研究者が福島の問題に取り組んでいる
- その取り組みが復興知として蓄積されつつある



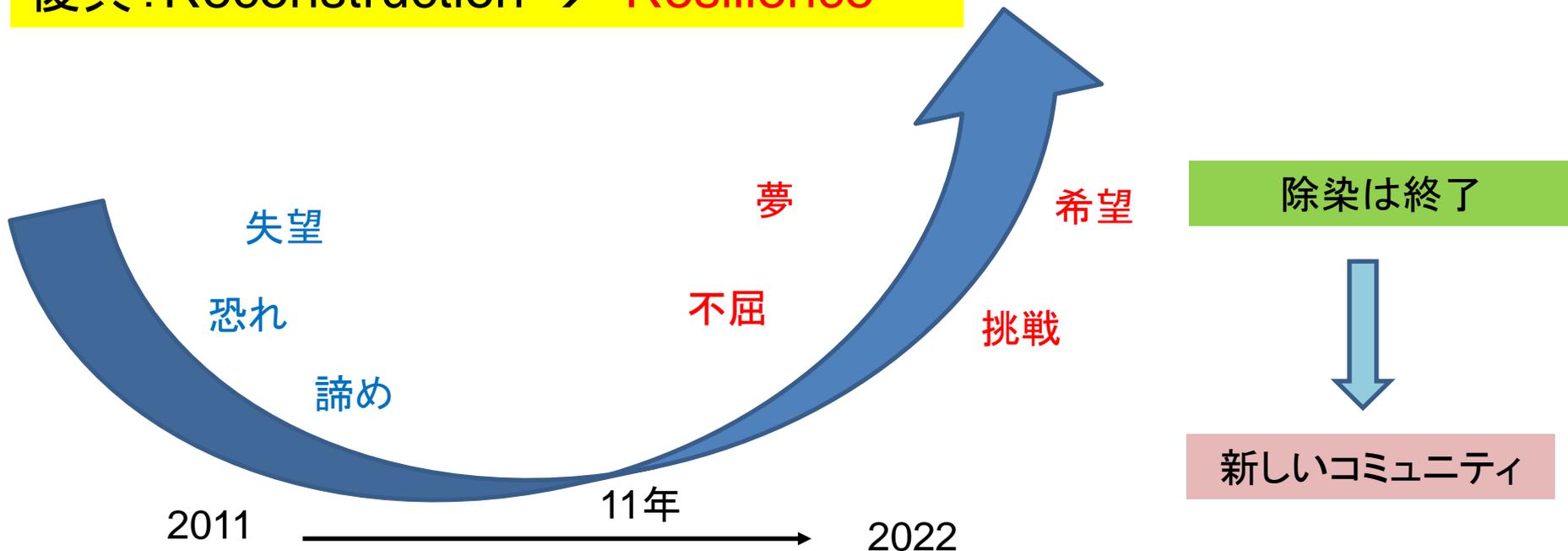
- 古くて新しい農学とは？
- 現場の課題を解決する
復興農学

新しい農学：復興農学

RESILIENCE AGRONOMY

- Resilience: the ability to be **happy, successful, etc.** again after something difficult or bad has happened (Cambridge Dictionary)

復興：Reconstruction → Resilience



復興農学会 2020年6月発足

復興農学会

イベント

会誌

成果報告

シーズ

自由投稿

事務局便り

会員登録

復興農学会のホームページ

食と農

被災した地域の現状を発信し、力強く生きる人々の今を伝える。農業再生・担い手の育成・大学・高専の共同開発を通して、未来をみつけた農業・地域の復興を目指します。



<http://fukkou-nougaku.com/>

会長: 生源寺 眞一
(福島大学)

復興農学会は

国内・外の**自然災害・原子力災害等**からの**復旧・復興**から得た**農林水産業分野における知見・技術**を、**広く国内・外に発信**します。

農学分野
専門性
生産環境農学
農芸化学
森林園科学
水圏応用科学
社会経済農学
農業工学
動物生命科学
境界農学

支部
地域性
北海道
東北
関東
東海
近畿
中国
四国
九州
沖縄
海外



想定会員

- 正会員
- 学生会員
- 賛助会員
- 実務会員
 - ・公務員
 - ・団体職員
 - ・会社員等
- 実践会員
 - ・農林水産業者
- シニア会員
 - ・65歳以上
- ヤング会員
 - ・高校生以下
- その他会員
 - ・自由業
 - ・専業主婦(夫)
 - ・アルバイト等

目的

市民、教育・研究機関、企業、団体、自治体等の

- ▼相互の**学術・技術・教育等の交流**を促進
- ▼復旧・復興事業で培った**学術・技術・教育等の成果**を「復興農学」として**体系化し、深化と継続をはかる**。

具体的事業

- ▼教育・研究活動の**成果の共有**
- ▼共同事業の**企画・推進**
- ▼研究会、シンポジウム等の**開催**
- ▼教育・研究資料の**収集・配布**

主幹大学等

東京大学、東京農工大学、東北大学、福島大学(事務局)、郡山女子大学、東京農業大学、福島工業高等専門学校

年2回発行(1月と7月)
第4号の原稿募集中

復興農学会誌

Journal of Reconstruction Agriculture and Sciences
第1巻 第1号 2021年 1月



子どもから大人まで、研究者から農業実務者まで、どなたでも参加できます。

- ◆被災現場の**声に耳を傾**けます。
- ◆農学分野を「**専門性**」の縦糸と「**地域性**」の横糸で**つなぎ**ます。
- ◆未来を見据えた**地域と農業の復興**を果たします。
- ◆日本と世界の**農業・食料生産の持続的発展**をめざします。

市民・自治体参加型の学会誌 2021年1月に創刊

問題提起(提案)

1. 復興農学 × カーボンニュートラル
= 新しい農学研究

除染工事で失われた農地土壌の肥沃度向上

2. 日本農学会が総力をあげて
福島国際研究教育機構を活用できないか？
いや、活用しよう！



講演の内容

【総説】

原発事故で失われた土壌の再生に向けて

— 除染後農地の問題と復興農学 —

+

最近の動向(情報提供)

+

農学とは？

除染後農地の問題

- (1) 除染土の処理
- (2) 排水不良
- (3) 土壌肥沃度の低下
- (4) 耕作放棄と獣害
- (5) 森林から農地への放射性セシウムの流入リスク
- (6) 農業基盤の整備と農村コミュニティの崩壊

(3) 土壌肥沃度の低下

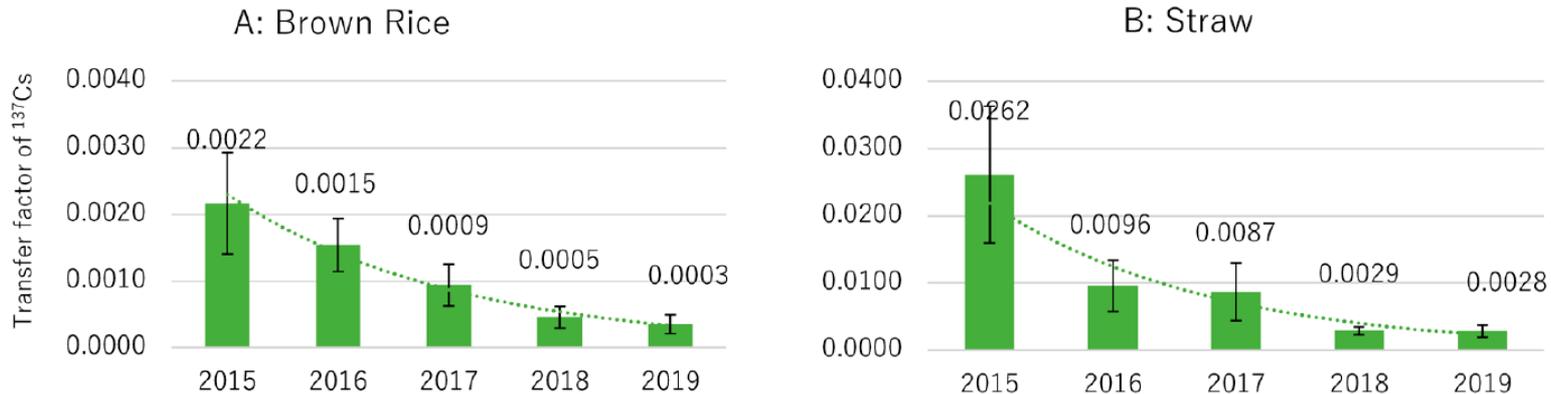
- 土壌の有機物の役割(松中, 2018)
 - 化学的緩衝材として植物栄養を供給
 - 土壌の物理性(土壌硬度・排水性・保水性)の改善
 - 土壌微生物の餌
- 原発事故後の除染工事(放射性セシウム除去と客土)
 - 肥沃な栄養分を含む表土が失われた
 - 土壌有機物含有量(肥沃度)の低下
 - 作物の生育に不利
- 土壌中の有機物含有量を増やす必要あり

土づくりは農業の基本

農水省の取り組み

- 地力増進法（昭和59年法律第34号）
 - 土壌改良資材と肥沃度に関する調査
- 土壌データのデジタル化
 - スマート農業の推進に活用
- 土づくりコンソーシアム
 - 土壌データの収集・蓄積・利用
 - 土づくりを実践できる環境を提供

福島の土壌肥沃度向上に関する研究



- 伊井ら (RADIOISOTOPES, 2021)
 - 玄米と稲わらの放射性セシウム濃度を継続的に測定
 - 2013年と2014年に除染した実験水田
 - 2015-2019年の5年間で指数関数的に減少している
- 八島ら (復興農学会誌, 2022)
 - 家畜糞尿の堆肥の代わりに緑肥を使った栽培実験
 - 除染された農地ではより多くの有機物を土壌に施用する必要がある
 - 土壌に化学肥料を施しても健康な植物が育ちにくい
 - 牛糞を施用することで植物の根や地上部のバイオマスが増加する

福島県浜通り地域の農地土壌

- 除染と客土により表土の性質が大きく変化
 - 土壌データベースを単純には利用できない
- 堆肥を作る過程や土壌に鋤き込む過程での放射性セシウムの挙動に注意が必要
- 他の都道府県にはない福島県に特有の視点での土づくりが必要

① 土壌再生技術の開発

- 農地除染で失われた地力を回復するために地域バイオマスで堆肥を作り、現場に適した肥沃土壌(テラーメイド土壌)を作る技術
- IoT土壌センサによる堆肥の熟度診断(堆肥ソムリエ)技術



除染で劣化した農地の再生



完熟した堆肥

写真: www.facebook.com/watch/?v=1054291244592879

写真: kanefarmcompany.com/compost/

写真: www.youtube.com/watch?v=S51DkRlr0kk

② 中山間地域の小規模スマート農業技術の開発

- 小規模家族農家のためのスマート農業支援技術(中山間地域ロボットテストフィールド拠点)
- 畜産ふん尿と稲わら等を活用した有畜複合農業技術
- 土壌炭素貯留による地球温暖化対策技術(4パーミル・イニシアティブ)



農作業アシストスーツ

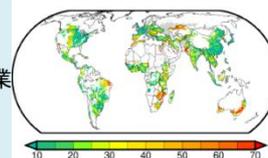


写真: www.nature.com/articles/s41598-019-55835-y/figures/1

期待される成果

有畜複合農業
地球温暖化対策に資する有機物循環型農業の開発と実践

人材育成
現場のニーズに的確に応えられる「土壌医」の活用

農×ロボット連携
中山間地域で動くアグリロボット技術の開発

研究拠点と大学との国際的連携による卓越した研究と教育、および研究を支える規制緩和

国際教育研究

復興農学分野

堆肥の熟度診断と放射性Csの作物吸収抑制技術に基づく有畜循環農業システムの構築

土壌科学分野

土壌の物理・化学・微生物の基礎に立脚したテラーメイド土壌の作出と応用技術の開発

研究交流・人的交流



国内外の大学

アメリカの大学との連携
・ワシントン州立大学
・オクラホマ州立大学
農村再生研究所(Rural Renewal Institute)

国内外の研究所

農研機構の各研究所
日本型シリコンバレー企業

篤農家・企業・NPO等

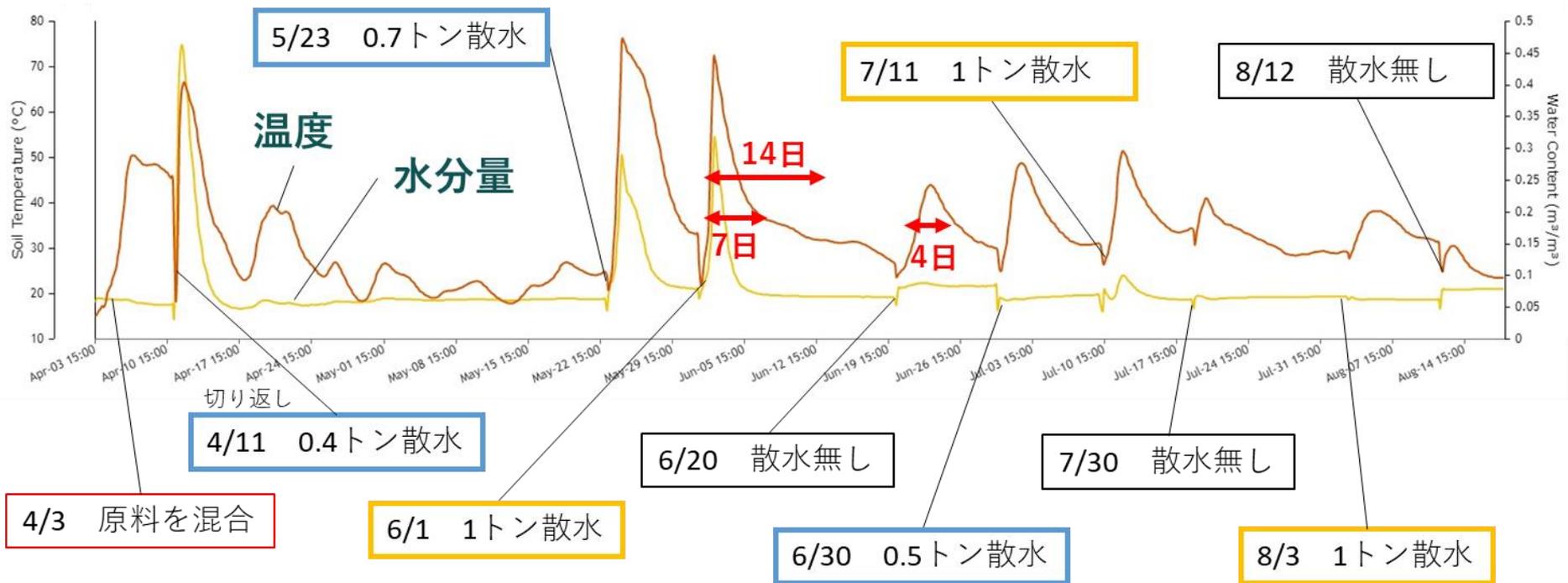
省庁間の縦割り撤廃に期待

規制緩和環境

みどりの食料システム戦略(農水省)との差別化を図る

- ★電波特区を活用してデジタル田園都市国家構想の実現 → 通信インフラ・地域バイオマス循環・獣害対策を完備した地方創生
- ★短半減期放射性物質を利用した放射線育種フィールド → 新機能をもつ土壌微生物・農作物・薬草・山菜きのこ等の探索と作出等

地域バイオマスを活用した堆肥づくり



ICTモニタリングユニットの設置 ～堆肥場への設置～

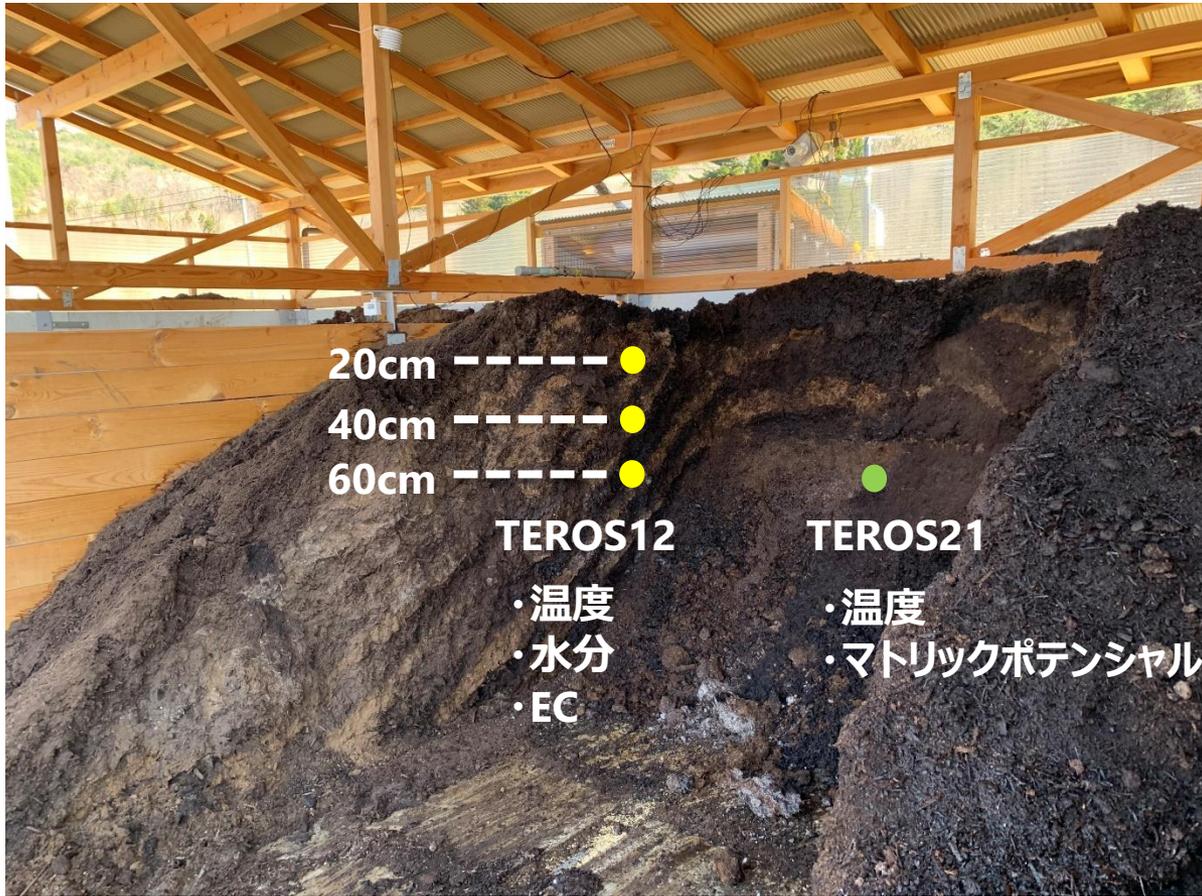


Fig.10 センサー設置深度



● TEROS12 : 温度・水分・EC
20cm、40cm、60cmにセンサーを設置



● TEROS21 : 温度・マトリックポテンシャル
60cmにセンサーを設置



Fig.11 データロガー外観
METER社製
ZL6
(測定間隔: 15分)



Fig.12 クラウドサーバー
METER社
ZENTRA Cloud

ICTモニタリングユニット設置 ～試行錯誤～ (2020年11月～2021年3月)



Fig.13 塩ビ管に固定したセンサーを横方向に突き刺した

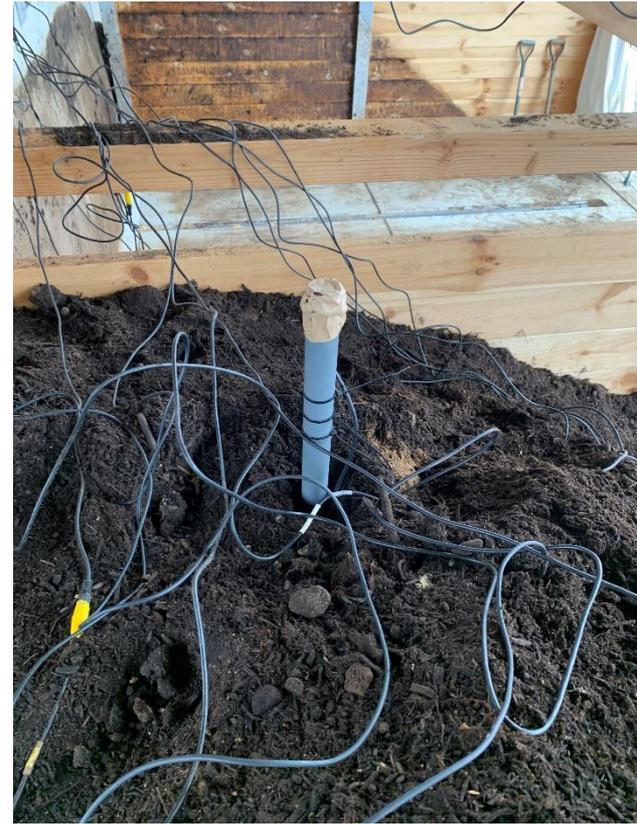


Fig.15 ケーブルが絡まってしまう様子



Fig.14 塩ビ管に固定したセンサーを縦方向に設置

- 設置方法を変えてモニタリングを実施
- 塩ビ管が変形 (再使用不可)
- センサーに負荷がかかり、破損
- ケーブルが絡まる

切り返し・散水

● 原料を混合 : 2021年4月3日

● 切り返し

1回目: 4月11日 0.4トン散水

2回目: 5月23日 0.7トン散水

3回目: 6月1日 1トン散水

4回目: 6月20日 散水無し

5回目: 6月30日 0.5トン散水

6回目: 7月11日 1トン散水

7回目: 7月30日 散水無し

8回目: 8月3日 1トン散水

9回目: 8月12日 散水無し

● 完熟堆肥完成 : 2021年8月31日



Fig.19 原料混合の様子

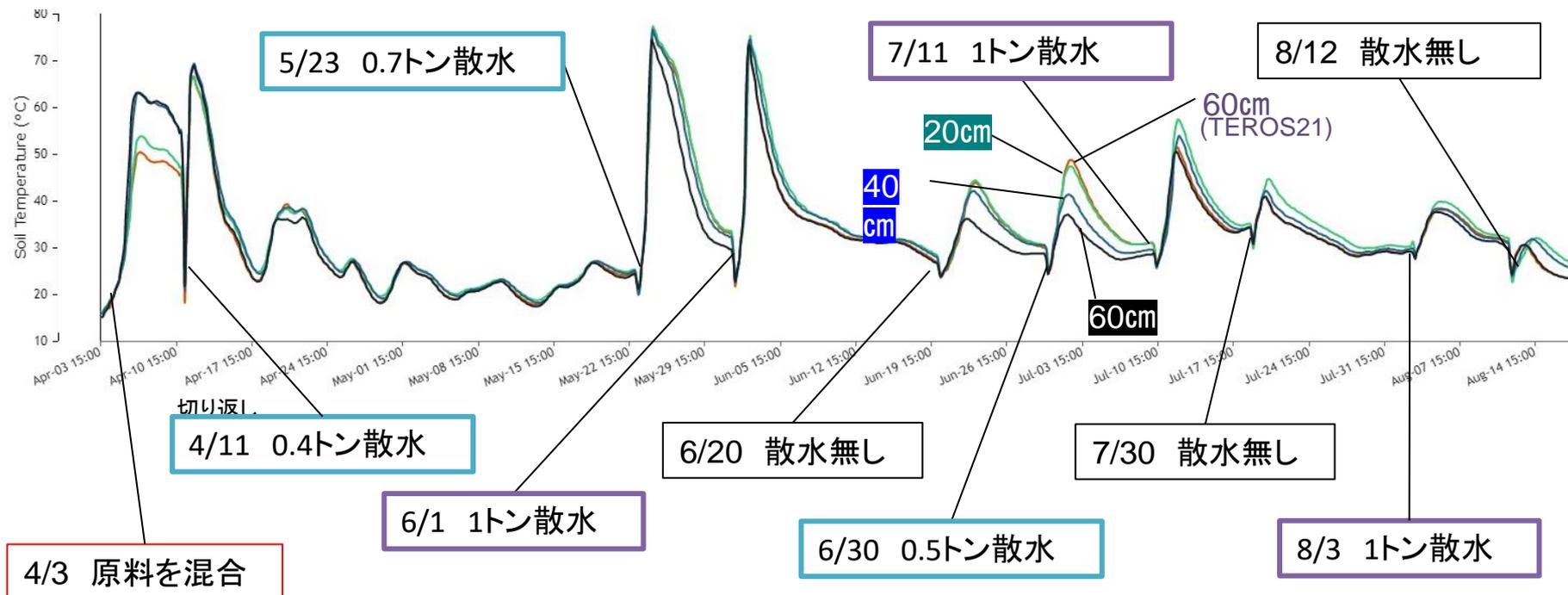


Fig.20 混合後の堆肥の様子

結果と考察

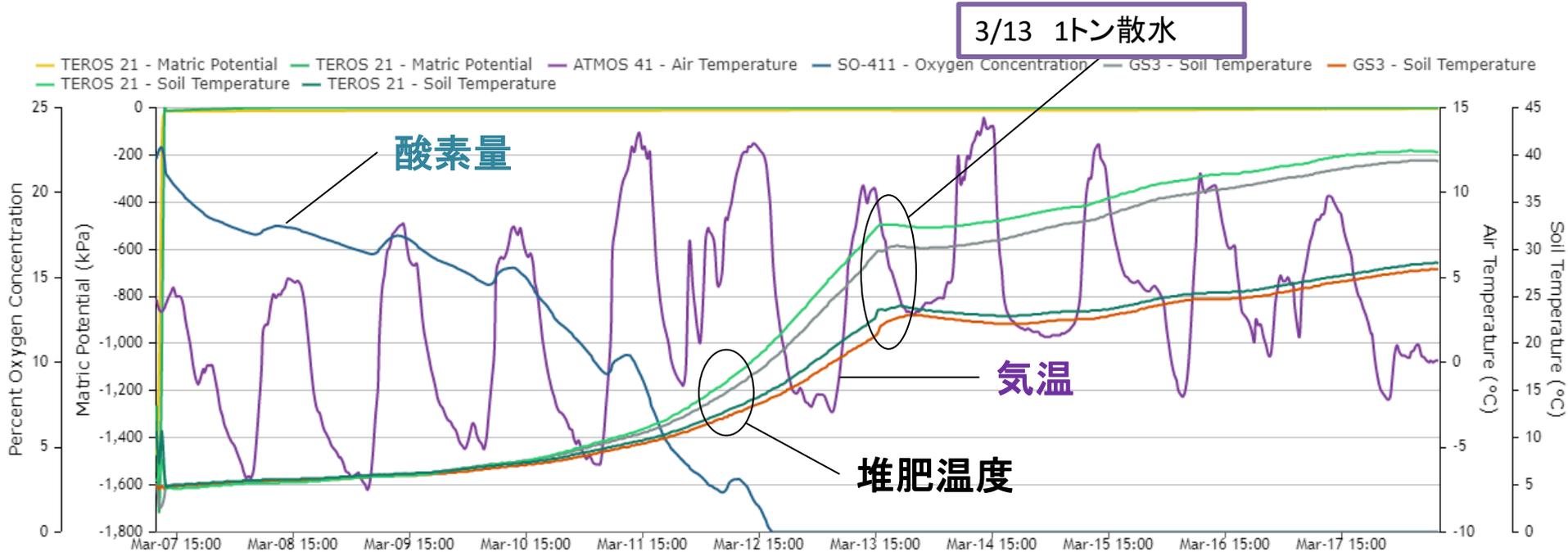
～深度別堆肥温度～

Fig.21 堆肥温度グラフ



- 切り返し時の散水は有効
- 温度低下時の散水が有効
- 深度(60cm、40cm、20cm)が変わっても温度変化のトレンドは比例
- 浅い深度の計測で堆肥全体の温度変化を推計することが可能
- 実際の運用時には20cm深度(または運用しやすい深度)のみで運用可能

● 酸素センサーによる堆肥中酸素濃度のモニタリング



- 3月7日12時に酸素濃度センサーを設置
- およそ5日後の3月12日15時ごろに酸素濃度が0に
- 酸素濃度が0の後、堆肥温度は上昇を続けた
- 酸素が無くても微生物が活動か
- 散気管を下面に設置して試したい

2020年12月

(当初)国際教育研究拠点

<https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-21/20210202160535.html>



- 福島復興再生特別措置法
 - 新産業の創出や産業の国際競争力強化
 - 人材育成等を行うことを規定
 - 2020年12月18日：福島県浜通りに「国際教育研究拠点」の設置を決定
- 主な研究分野
 - ①ロボット，②農林水産業，③エネルギー，④放射線科学，⑤原子力災害に関するデータや知見の集積・発信
- 内容
 - 連携大学院制度等の活用により大学院生等に対する人材育成を推進
 - 世界的な実績のある研究人材を招へいできる研究環境の確保
 - 大学，地元自治体，民間企業等との連携を促進する仕組み

2022年9月

(現在)福島国際研究教育機構

英語名称: Fukushima Institute for Research, Education and Innovation

略称: F-REI(エフレイ)

<https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-21/20220915144211.html>



- 2023年4月に新設@福島県双葉郡浪江町(令和4年9月16日)
 - 復興庁は2030年で解体
- 機構の研究開発テーマ
 - 「新産業創出等研究開発基本計画²⁾」(令和4年8月26日内閣総理大臣決定)に準じて決まる
- 農林水産業の研究開発テーマ
 - 「スマート農業やカーボンニュートラル等を通じた地域循環型経済モデルの構築を目指し、…」
 - 農地土壌の肥沃度向上に関する言及は一切なし
 - 福島の農業復興にとって最優先課題のはずなのに、なぜ？

いま私が悩んでいる課題

- 除染後の土壌再生が重要！
 - 誰も反対しない
 - 落葉＋牛糞等→堆肥づくり
 - 研究成果もたくさんある
- では
 - 誰がどのように土壌再生を実現するのか？
 - 農水省＋林野庁＋水産庁＋復興庁……
- 研究者に国境（境界）はないはず
 - でも役所には境界がある＝デマケ（出負け？）
 - コロナ禍・風水害で福島が忘れられてはいないか？
 - 廃炉は30-40年後（2050年以降）

まとめ

1. 復興農学 × カーボンニュートラル
= 新しい農学研究

除染工事で失われた農地土壌の肥沃度向上

2. 日本農学会が総力をあげて
福島国際研究教育機構を活用できないか？
いや、活用しようではないか！

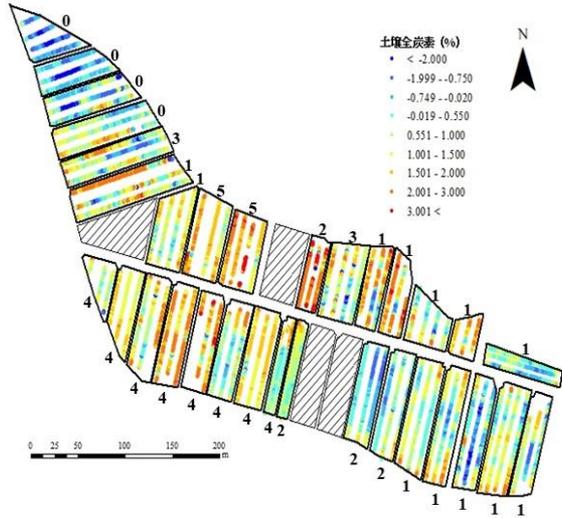
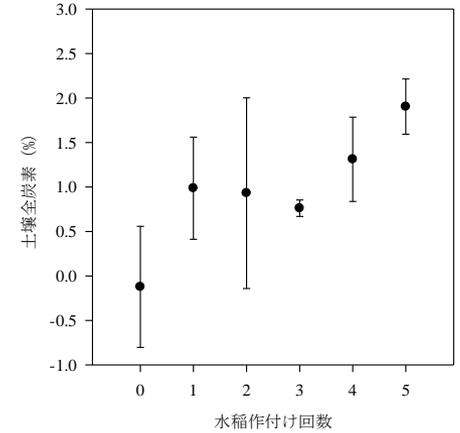
復興農学会の取り組み

福島イノベーション構想推進機構：大学等の「復興知」を活用した人材育成基盤構築事業 農業復興イノベーション人材育成のための**脱炭素次世代農業教育研究**プログラムの実践 東京農工大学

復興農学会誌 (Journal of Reconstruction Agriculture and Sciences) Vol.2 No.1, p.1-10 (2022)

■原著論文 (原文)

福島県浜通りの除染後農地での水稲栽培が
土壌全炭素蓄積に与える影響の検証



営農再開0～5年目水田の土壌炭素の蓄積



図1 本研究で使用したトラクタ搭載型の土壌分析システム。

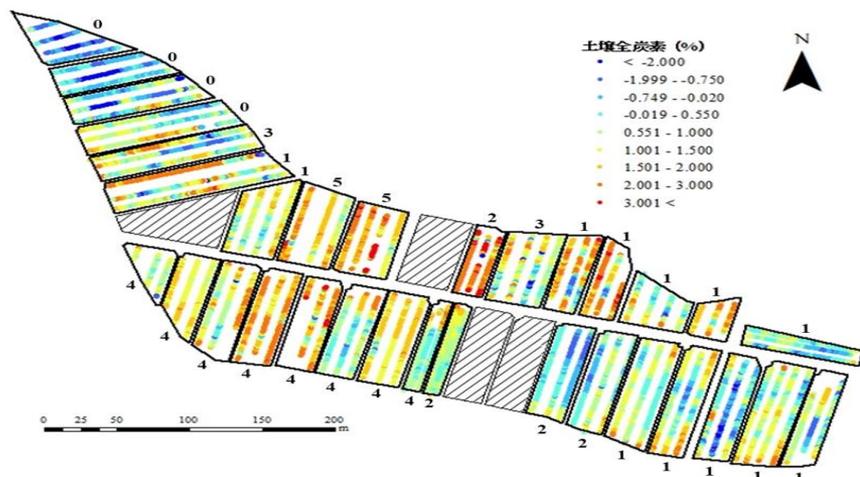


イネ180品種サンプリング
化学肥料削減、有機栽培下で生育のよい
品種のスクリーニング、ゲノム解析



学外実習(農家)、アクティブリサーチ

飯舘村で営農再開した大部分の水田で行われている飼料イネのホールクロープサイレージは、除染後水田の腐植含量や肥沃度の回復を、富岡町等の普通水田のように推移させるのか、あるいはその回復は遅れるのか検証中



福島県富岡町の営農再開した水田の土壤全炭素の圃場マップ（左図）

圃場近傍の数字は水稲の作付回数を示す。

イネの収穫後わら等は圃場へ戻している。作付け回数が増えるに従って土壤炭素の蓄積量が増加している。

（斜線の圃場は本研究の測定対象外であったことを示す。）

一方、飯舘村での水田の営農再開は、ホールクロープサイレージが行われている。

桂ら、福島県浜通りの除染後農地での水稲栽培が土壤全炭素蓄積に及ぼす影響の評価 復興農学会誌 Vol.2 No.1, p.1-10 (2022)

この場合、イネわらに含まれる養分は大部分系外へ持ち出される。このような栽培体系では、除染後水田の腐植含量や肥沃度の回復は富岡町の上記水田のように推移するのか、あるいはその回復は遅れるのか、2.8t/10aのバイオマス生産量を持つ飼料イネ（さくら福姫 農工大：大川ら育種）を用いて検証をはじめている。



さらに知りたい人のために

- [Mizo lab](#)
- [飯舘村関連の講義](#)
- [福島土壌除染技術](#)
- [マスコミ報道](#)



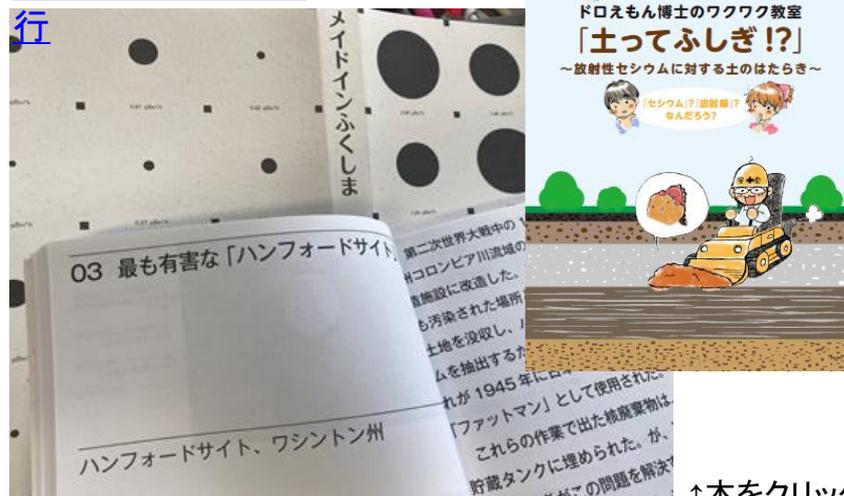
2020年12月10日発行

<https://hachikou.theshop.jp/>

2021年3月11日発



検索＝みぞらぼ



↑本をクリック

ご清聴ありがとうございました



飯館村ふるぽ返礼品「不死鳥の如く」
日本農学会シンポジウム対面開催再開記念に
東大農学部前高崎屋にてお求めください