

ISSN 2758-1160

復興農学会誌

Journal of Resilience Agriculture and Sciences

第5卷 第2号 2025年 7月



復興農学会

復興農学会誌

第5巻 第2号 (2025年7月)

巻頭言

「ボ—っと生きてんじゃねーよ！」と叱られないように

溝口 勝 1

原著論文

土づくり向け予測値マップによる除染後水田群復興の可視化

小平 正和・桂 圭佑・山下 恵・本林 隆・大川 泰一郎 2

Effect of biochar in combination with chemical fertilizer and manure on Komatsuna growth and decontaminated soils in Iitate, Fukushima

Fawibe KEHINDE O. • Liang YIJIA • Kyu Kyu HMWE • Shoko YASHIO • Hiroyuki CHINO • Yuko AKIIKE • Miwa YASHIMA 14

スターリングとメッシュネット Wi-Fi 技術を用いた中山間農地のインターネット環境整備の実験

溝口 勝・板倉 康裕 23

現場からの報告

東京電力福島第一原子力発電所見学ツアーに参加して

堀川 洋子 29

第4回 復興農学研究会：講演要旨集

32

その他

復興農学会会則	55
復興農学会_幹事・監事選考要領_学会賞規程	57
投稿規定集	59
復興農学会 役員名簿	70

Journal of Resilience Agriculture and Sciences

Vol.5 No.2 July 2025

Introduction

To avoid being told, “Don’t go through life in a daze,” with a sharp rebuke

Masaru MIZOGUCHI 1

Original Papers

Visualization of Paddy Fields Recovery After Decontamination using Predicted Maps for Land Preparation

Masakazu KODAIRA • Keisuke KATSURA • Megumi YAMASHITA • Takashi MOTOBAYASHI • Taiichiro OOKAWA 2

Effect of biochar in combination with chemical fertilizer and manure on Komatsuna growth and decontaminated soils in Iitate, Fukushima

Fawibe KEHINDE O. • Liang YIJIA • Kyu Kyu HMWE • Shoko YASHIO • Hiroyuki CHINO • Yuko AKIIKE • Miwa YASHIMA 14

Experiments on Internet environment improvement in mountainous farmland using Starlink and mesh net Wi-Fi technology

Masaru MIZOGUCHI • Yasuhiro ITAKURA 23

Reports from Fields

Participating in the tour to visit the Tokyo Electric Power Company Fukushima Daiichi Nuclear Power Station
Yoko HORIKAWA 29

4th Annual Meeting of the Society of Resilience Agriculture: Abstracts 32

Others

The Regulations of the Society of Resilience Agriculture 55
Secretariat and auditor selection and guidelines academic awards regulations 57
Submission rules for the Journal of Resilience Agriculture and Sciences 59
List of officers of the Society of Resilience Agriculture 70

Journal of Resilience Agriculture and Sciences Published by Society of Resilience Agriculture
1, Kanayagawa, Fukushima-city, Fukushima, 960-1296 Japan

1 ■復興農学会長 卷頭言
23 「ボーっと生きてんじゃねーよ！」と叱られないように
45 溝口 勝¹
67 Masaru MIZOGUCHI¹8 このたび、選挙により復興農学会の第3期会長に就任いたしました。学会規定に
9 基づき、会長は2年ごとに交代し、再任も妨げないとされています。2020年6月の
10 設立シンポジウムから5年が経過し、本学会もいわば「5歳」を迎えることとなり
11 ました。この節目に、これまでの活動を振り返り、今後の展望について少し述べた
12 いと思います。13 本学会は、毎年3月中旬に福島大学で研究会を開催してきました。研究会は、時
14 宜にかなったテーマでのシンポジウムと、一般講演で構成されています。特に高校
15 生のポスター発表参加が活発になってきており、地域とのつながりを感じる機会にもなっています。開催地を福
16 島大学に固定しているため、近隣高校との継続的な関係が築かれたことも、本学会の特色の一つです。一方で、
17 参加者の属性が偏る傾向にあり、今後はより多様な分野・立場からの参加を促していく必要があると感じています。卒論や修論がひと段落する3月という時期は、学生が学会発表に挑戦する良い機会でもあり、より多くの大学からの参加を期待しています。20 本学会は日本農学会に加盟しており、日本農学会賞の推薦権を有しています。会員数は百数十名とまだ小規模
21 ですが、今後さらに増強を図ってまいります。現在、日本学術会議の協力学術研究団体への登録を申請中であ
22 り、今期中には確実に登録を果たす予定です。学術評価の観点からも、これは重要なステップです。23 復興農学会は、「専門性」という縦糸と「地域性」という横糸を織り合わせることを理念としています。復興
24 という共通の目標のもとに、農学をはじめとする多様な分野の研究者が結集している点が大きな特徴です。その
25 ため、会員の多くは他の学会にも所属しており、学際的な交流の場としての機能も果たしています。26 今後の挑戦の一つとして、学会誌の特別号の発行を企画しています。福島には、留学生向けプログラムの一環
27 として地域を訪れる大学もあり、留学生が独自の視点で復興の現場を観察する機会が増えてています。これらの貴
28 重な記録を特集として取りまとめ、学会誌に掲載することで、国際的な発信にもつなげていきたいと考えています。
29 また、今後は熊本や能登など、他の被災地域への視察も計画しています。30 福島第一原発事故から14年が経ち、記憶の風化が進むなかで、現地にはなお多くの課題が残されています。
31 たとえば「2045年問題」として知られる、中間貯蔵施設に保管された除染土の県外搬出期限の問題は、その象
32 徴とも言えます。国民的な関心が薄れるなか、環境省は浜通りに中間貯蔵情報センターを整備し、また除染土の
33 再利用実証事業の一環として、飯舘村長泥地区に環境再生情報ひろばという広報施設を作り、除染土の再生利用
34 の取り組みを紹介しています。こうした現状を、研究者・行政・住民・学生それぞれの視点で再確認し、記録
35 し、共有していくことが、復興農学会の大きな役割だと考えています。36 この夏には、アメリカ土壌科学会が主催する4年に一度の国際会議「カーカム会議」が福島で開催されること
37 になり、本学会もこの会議を後援しています。除染土の再生利用や、飯舘村における農業再建の現場を、世界の
38 土壌物理学者が視察し、2045年問題の解決策につながるヒントが生まれることが期待されます。39 「ボーっと生きてんじゃねーよ！」とチクリに叱られないよう、第3期会長として、会員の拡大と自由闊
40 達な議論ができる環境づくりに努めてまいります。そして、復興という言葉の重みを再確認しつつ、今こそ「レ
41 ジリエンス=再び幸福になる能力」を信じて学会員の皆様と一緒に復興農学を発展させたいと思います。43 ¹東京大学大学院農学生命科学研究科44 ¹Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

■原著論文（報文）

土づくり向け予測値マップによる除染後水田群復興の可視化

Visualization of Paddy Fields Recovery After Decontamination using Predicted Maps for Land Preparation

小平 正和^{1*} 桂 圭佑² 山下 恵¹ 本林 隆¹ 大川 泰一郎¹Masakazu KODAIRA^{1*} Keisuke KATSURA² Megumi YAMASHITA¹ Takashi MOTOBAYASHI¹ Taiichiro OOKAWA¹

要旨：本研究では除染後水田群（福島県双葉郡富岡町、全 36 筆）において、トラクタ搭載型土壤分析システムを用いて可視・近赤外土壤拡散反射スペクトル測定と土壤分析をおこない、供試ほ場向けの予測モデルを 81 データで解析した。除染後水田群復興状態は 3 年 3 作分を可視化した。予測モデルはスペクトル前処理として Savizky-Golay 法 2 次微分、多変量解析は PLSR (Validation は Leave one out) で解析した。Prediction による予測精度検証は課題とし、 R^2 と $RMSE_{Val}$ および RPD_{Val} で予測精度を評価した。解析する予測モデルは、土づくりの観点から炭素率 (C/N 比) と全炭素、全窒素、有機物含有量および砂とした。炭素率は窒素供給の過剰や不足の指標であり、炭素率予測値マップは病害虫発生や倒伏および窒素飢餓などのリスク把握を支援できる可能性が示された。また、全炭素と全窒素および有機物含有量の予測値マップも参照することで、緑肥や堆肥および有機肥料などの有機物施用方法を選択する参考データとなり、除染後水田復興への道筋を構築するための土壤管理データとして貢献できる可能性も示された。予測値マップのしきい値調整により、砂の割合が多いほ場は全炭素や全窒素、炭素率および有機物含有量が低い傾向であることが瞬時に把握可能となった。

キーワード：経年変化、水田復興、土づくり、土壤マップ、分光分析。

Abstract: In this study, a tractor-mounted soil analyzing system was used to measure visible and near-infrared soil diffuse reflectance spectra in 36 paddy fields after decontamination in Tomioka Town, Fukushima Prefecture. A total of 81 soil samples were obtained and analyzed to develop regression models for the experimental fields. The recovery state of paddy fields after decontamination was visualized for three cropping seasons within three years (one cropping season per year). The datasets were preprocessed using the Savizky-Golay method second derivative and the regression models were determined using multivariate analysis method, Partial Least Square Regression with leave one out validation. The regression models were analyzed based on carbon ratio, total carbon, total nitrogen, soil organic matter and sand from the perspective of land preparation. The accuracy of the models was evaluated using R^2_{Val} , $RMSE_{Val}$, and RPD_{Val} . Based on the results the predicted map of carbon ratio could help to predict potential risk of pest and disease outbreaks, lodging and nitrogen starvation as carbon ratio is an indicator of excess or shortage of nitrogen supply. In addition, the total carbon, total nitrogen and soil organic matter maps can be used as reference for selecting organic matter application methods such as green manure, compost and organic fertilizer. These maps can contribute to soil management data for the restoration of rice paddy fields after decontamination. Moreover, by adjusting the threshold value of the predicted maps, it is possible to easily identify the paddy fields with a high value of sand which tend to have low total carbon, total nitrogen, carbon ratio and soil organic matter.

Key words: Aging changes, Land preparation, Paddy fields restoration, Soil map, Spectroscopic analysis.

1 はじめに

東日本大震災（2011 年 3 月 11 日）で福島第一原子力発電所事故が発生し、福島県浜通り地域の農地も放射性セシウムで汚染された。2013 年から始まった本格的な農地除染作業では、表土削ぎ取りと山土客土により、作物の持続的安定生産が困難となり、地力回復が最優先となった（溝口、2021）。地力回復に向けた飯館村や伊達郡の実証試験では、稲わらすき込みや有機質資材施用、緑肥作物栽培とすき込みによる土づくりが報告され、除染後農地における地力回復の手引きも発刊された（西脇ら、2017；八島ら、2022；農研機構、2021）。既往研究では、土壤の理化学分析なしに比較対象区における生育や収量などの統計値での検証や、慣行の 1 筆内 5 ヶ所（対角線採土法やランダム採土法）から土壤を採取・混合した 1 筆 1 点の土壤サンプルの理化学分析値で地力評価をおこ

¹東京農工大学大学院農学研究科 ²京都大学大学院農学研究科¹ Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology ² Graduate School of Agriculture, Kyoto University

Corresponding Author*: kodaира.phd@gmail.com

2025 年 6 月 19 日受理。

土づくり向け予測値マップによる除染後水田群復興の可視化

なっているが、1筆内のバラツキは考慮されていない。分析値での比較を可視化する手法としてはレーダーチャートがあるが（青山・津高, 2003），ほ場数や経年数が増すとグラフを理解し難い欠点がある。土壤の理化学分析の課題は土壤のサンプリングと乾燥碎土などの理化学分析前処理の期間と労力，サンプル数に応じた費用と理化学分析値を得るまでの期間である。

除染後農地には、ほ場内の地力（土壤肥沃度）の低下とバラツキが見られ、農作物の生産性から間接的に土壤肥沃度のバラツキ評価手法が開発されているが、農作物の作付け前に土壤肥沃度のバラツキを迅速かつ精度良く把握する技術は展開されていなかった。農作物生産性回復と増強においては、土壤肥沃度のバラツキや低下の実態把握と、簡易的な土壤肥沃度改善策を実現する技術が要望され、福島イノベーション・コースト構想に基づく先端農林業ロボット研究開発事業では、京都大学などが福島県と連携し、放射性物質（KURAMA-X: 自動放射線量計測システム）や土壤肥沃度（土壤中炭素含有量）のバラツキを可視化するトラクタ搭載型のロボットが開発された（塚田ら, 2022；井上ら, 2023；齋藤・谷垣, 2023）。このように、ほ場群や1筆内を緻密に測定が可能になると空間的な変動理解や松尾（1971）のサンプリング地点の空間代表性的問題解消に貢献でき、土壤改良判断やスマート農業における資材可変散布などの土壤の局所管理への応用も可能となる。土壤の局所管理が可能になると、生産性の向上、環境負荷や資材投入量の低減が見込まれ、持続可能な営農体系の構築につながる。

澁澤ら（1999）は土壤の空間的なバラツキを可視化するために、土中に連続的な観測空間を形成しながら連続的かつ実時間で位置情報も同時に記録し、ハロゲンランプを光源として外光の影響なしに安定した光反射スペクトル測定を可能とする、トラクタ搭載型土壤分析システム（Soil Analyzing System : SAS）を開発した。SASもリモートセンシングに含まれるが、人工光を使用し、土壤とセンシング部までの距離が数センチと近接している所に特徴がある。開発当初は、含水比やpH, EC, 土壤有機物含有量、硝酸態窒素の予測値をGISソフトウェアで可視化していたが、データ処理が煩雑であり、可視化までに数時間要していた。近年では34項目の予測モデル解析の実績もあり（小平・澁澤, 2021），著者がSAS専用の可視化ソフトの仕様を作成し、シブヤ精機株式会社（愛媛県松山市）のSAS開発担当者によってSoil Map Viewerを開発したことで、測定後数分で予測値マップの可視化を可能とした。SASにSoil Map Viewerを搭載すると、測定直後にトラクタに乗車しながら複数項目の予測値マップの確認が可能である。SASの運用方法としては、耕うんや収穫などと同時にセンシング可能な装置開発が課題であった。トヨタ自動車は東京農工大学と共同研究を2017年に開始し、SAS製造技術をシブヤ精機株式会社から受け継ぎ、2020年に初号機を完成させた（小平・澁澤2021）。その後、改良と普及のために、トヨタ自動車を中心としたコンソーシアムは、耕うんしながらの計測を可能とする既存農機との連携システムの開発（農研機構, 2022a）を実施中であり、SASの課題も克服されつつある。

このように、土壤肥沃度を可視化する手法は完成されつつあるが、除染後農地において継続的観察測定だけでなく、ほ場間や1筆内の土壤肥沃度のバラツキを詳細に可視化し、バラツキ要因の把握まで報告された文献は確認されていない。除染後農地においては、土壤肥沃度を増進していくことも要求され、有機物の施用、適切な施肥、的確な耕うんなどの方法で土づくりをおこなっていくことが必要不可欠であり、特に有機物の施用は土壤の物理的、化学的および生物的性質を良好に保ち、可給態窒素などの養分を作物に持続的に供給するために極めて重要な役割を果たす。そこで、本研究では福島県浜通り地域の営農再開5年目の農家が管理する栽培経歴が異なるほ場群において3年3作に渡ってSASで測定をおこない、ほ場間や1筆内のバラツキとその要因を可視化することを目的とした。ほ場間や1筆内のバラツキとその要因の可視化対象は、供試ほ場において土壤肥沃度を増進していくために土づくりがおこなわれていることから、全炭素（桂ら, 2022；塚田ら, 2022；齋藤・谷垣, 2023），と有機物含有量、全窒素、炭素率とした。また、土壤の有機物含有量は植物の一次生産量と微生物による分解量のバランスに依存し、熱帯に向けて微生物の分解活性が高まることで腐植量が減少する傾向があり、地質の影響も大きく、花崗岩では砂質土になりやすく、苦鉄質な安山岩や玄武岩では粘土質で肥沃な土になりやすい特徴を有する報告（藤井, 2020）に加え、供試ほ場に客土された山土は山地内の谷頭部や山麓を中心とした緩斜面の花崗岩の角礫やそれが風化したマサ（久保ら, 1994）であったことから、砂も対象とした。

2 水田群と供試装置

1) 水田群復興経緯

供試ほ場の水田群は図1に示す、福島県双葉郡富岡町の全36筆（北緯37.3度、東経141.0度、標高15～20m、計948a）である。復興経緯は、2015年にバックホウなどで表土5cm以上の厚さを剥ぎ取る除染作業が実施され（農林水産省, 2013），隣接する檜葉町から山土（真砂土：北緯37.1度、東経140.5度）が客土された（溝口, 2023）。客土前の土壤分類名は礫質普通灰色低地土（中粒質低地土）であった（農研機構, 2022b）。2016年には農地保全管理が開始され、除草と耕うんが定期的に実施された。水稻栽培は2017年に2筆、2018年は10筆、2019年は

12筆, 2020年は19筆, 2021年は29筆, 2022年は33筆, 2023年は35筆で実施された。ほ場群の作付け回数は図1に示す0~7回である。土壤センシングを開始した2021年の段階で水稻栽培が再開されていないのは、図1に示す282~285番, 288番, 292番と306番であった。292番は保全区であり、2022年までは雑草管理のみ実施された。水稻の栽培管理は現地の慣行法や各試験研究栽培法に従って実施された。作付け品種は福乃香, 天のつぶ, 五百川, ふくひびき, さくら福姫などであり, 移植と直播の栽培区がある。イネの収穫後には稻わら, もみ殻, 緑肥のすき込みなどが実施され, 2021年には堆肥の投入も開始された(桂ら, 2022)。

2) 供試装置とデータ取得

供試装置は図2に示す, トラクタ搭載型土壤分析システム (SAS3000, シブヤ精機株式会社) である。測定するデータは位置情報 (DGPS : Differential Global Positioning System), 可視域と近赤外域の土壤拡散反射スペクトルである。土壤拡散反射スペクトルは深さ15cm (機械的設定値) の層を測定した。トラクタ走行速度は約2km/h, データ測定間隔は3sに設定した。測定ラインの間隔は, ほ場の短辺の長さに応じて3または4ラインとした。ほ場番号292は2022年3月に可変施肥(浜地域農業再生研究センター)が実施されたことから, 2022年と2023年において測定ライン数を増やした。また, 1筆ごとの外形も可視化するために, ほ場ごとに端点位置情報も測定した。

予測モデルの解析に使用する土壤拡散反射スペクトルと土壤分析値で構成されるデータセットは, 2021年11月に10データ, 2022年11月に61データ, 2023年10月に10データの全81データであり, 各ほ場から1データ以上を3年間で収集した。土壤分析用の土壤サンプルは土壤拡散反射スペクトルを測定した地点の測定面まで土壤を掘り起こし, 土壤拡散反射スペクトル測定面(深さ15cm)の土壤および同じ土層(深さ15cm)の周辺土壤を1kg程度採取し, ダブルジッパーのジップが土壤を噛まないように, 空気を十分に抜きながらジップした。

3 予測モデル解析と土壤分析および可視化

データセットの土壤拡散反射スペクトルデータは, ノイズ低減とバイアス補正や微小変化の顕在化を目的とし, Savitzky-Golay法の2次微分を前処理に使用した。予測モデル解析には, データ数が少ないデータセットでも解析が可能で, 多重共線問題を回避可能なPLSR (Partial Least Square Regression) を使用した。PLSRのValidation(内部検証)はデータ数が81であったことから, Leave one outを選択した。Prediction(外部検証)は今後の課題とした。PLSR結果の評価分類は表1のChang et al. (2001)を参照した。評価指標は決定係数(R^2)とResidual Prediction Deviation(RPD)であり, RPDはPredictionを実施していないことからValidationの結果とした。解析には多変量解析ソフト(The Unscrambler Ver. 9.8, CAMO Analytics AS, 現AspenTech)を使用した。

5項目の土壤分析は有機物含有量を著者が定量し, 全炭素と全窒素および砂の定量は農産化学研究所(北海道帯広市)に依頼した。有機物含有量は強熱減量法(750°C, 2h)で定量し, 全炭素と全窒素は乾式燃焼法(CNコードー, Sumigraph NC-TRINITY)であり, 砂は粒径組成を土壤環境分析法 II.2(ピペット法)で定量(粗砂と細砂の和)した。粒径は2.0mm~0.02mm(国際土壤学会法の粒径区分)である。炭素率は全炭素の分析値を全窒素の分析値で除算した。

福島県の水稻栽培における5項目の基準値範囲は明確ではないが, 多収土壤の要因を集約した報告など(東北大農学研究所, 1966; 岡本, 1975)を参考し, 炭素率のしきい値は10から12とした。福島県施肥基準(福島県環境保全農業課, 2019)によると, 腐植は2%以上が推奨されていることから, 全炭素のしきい値は腐植から換算した。全窒素は炭素率と全炭素から算出した。有機物含有量は全炭素との分析値間の散布図から線形近似式を求め, 全炭素のしきい値から算出した。砂は砂壤土に分類される割合とした。予測値マップはシブヤ精機株式会社と共同開発したSAS専用のSoil Map Viewerで可視化した。

4 結果と考察

1) 土壤分析と予測モデル解析の結果

全81サンプルの分析値範囲と平均値を表2に示す。炭素率は8.73から13.2, 平均10.9, 砂は59.0%から86.0%, 平均73.8%, 全炭素は0.17%から2.21%, 平均1.07%, 全窒素は0.02%から0.18%, 平均0.10%, 有機物含有量は2.0%から9.39%, 平均5.74%であった。図3に示す土性三角図によると, 土性の分類(森泉, 1998)は砂質埴壤土に多く分布し, 次いで砂壤土, 壤質砂土, 砂質埴土であった。2023年11月の土壤断面調査では, 深さ20cmまで客土された真砂土が混合されていることが確認された(図2)。水田の土層の改良目標は土性が砂壤土から軽埴土, 作土の厚さは15~20cmであり(内山, 1984), これらについては概ね改良目標値範囲内であった。

5項目のPLSRの結果を表2に示す。予測モデル解析としては炭素率のPC(主成分)8が最大であり, 5項目

土づくり向け予測値マップによる除染後水田群復興の可視化

についてはオーバーフィッティングの可能性は低いと判断した。炭素率と有機物含有量の R^2_{Cal} は「Successful」、それ以外は「Possibility」に分類され、5 項目の予測モデルは使用可能と判断した。全 81 サンプルの分析値に対する予測値の精度（内部検証）は R^2_{Val} が 0.5 から 0.7 であり、砂が最も低く「Possibility」に分類された。 RPD_{Val} は炭素率と全炭素が 2.0 以上の「Successful」であったが、 R^2_{Val} が「Possibility」に分類された。5 項目の予測値の総合評価は「Possibility」であり、 $RMSE_{Val}$ は砂の 2.58% が最大であることも考慮し、予測値としての使用も可能と判断した。得られた予測モデルで算出される予測値の信頼区間は土壤分析値範囲である。

2) 土壤分析間の相関と予測値マップのしきい値設定

各項目における分析値間の相関係数を表 3 に示す。砂と負の相関を得たのは全炭素、全窒素、有機物含有量であり、炭素率との負の相関は低かった。全炭素と全窒素は正の高い相関が確認され、全炭素の増加と共に全窒素も増加する線形関係にあり、図 4 に示す散布図の R^2 も 0.96 を得た。この結果は佐合・小林（2007）の報告 (R^2 : 0.96) と一致した。

全炭素のしきい値は腐植からの換算値 1.16% 以上（腐植を 1.724 で除算）とした。全窒素は全炭素と炭素率から算出し、0.12% 以上とした。砂は国際土壤学会法の砂壤土の 65% から 85% をしきい値とした。有機物含有量のしきい値は、分析値間の正の相関が最も高い全炭素との分析値間の線形近似式 ($y=2.0677x+3.5314$, $R^2=0.40$, 図 5) から算出し、5.93% 以上とした。

Soil Map Viewer の予測値マップ表示は、各しきい値の範囲が分類「中」の黄緑色で表示される。しきい値未満は分類「低」の青色、砂においては 85% より高くなると分類「高」の赤色で表示される。分類「下限」は「0」に設定し、「0」以下の負の予測値は黄色で表示される。全炭素と全窒素および有機物含有量においては、しきい値範囲の分類「上限」の指定はないことから、マップ表示に支障のない任意の値を設定した。

3) 水田群の経年変化

水田群全 36 筆 3 年 3 作の経年変化を図 6 に示す。2021 年の測定では、288 番と 292 番は測定対象外のほ場であり、311 番と 312 番は排水不良による水溜まりが多く確認され、測定を中止したことから予測値マップは白地図である。また、図 6 (a), (b), (c) の 1 筆内において局所的に白地図となっている部分（黒矢印）は、泥濘や水溜まり、試験栽培区であったことから測定ラインが短くなっている。

図 6 (a) から (i) の全炭素と全窒素および有機物含有量は設定されたしきい値以上となるほ場が年々増えており、表 4 に示す通り、全ほ場の分析値と予測値の平均値も増加傾向であった。このように、作付けと緑肥栽培や稲わら、もみ殻および堆肥などの有機物資材を土中にすき込むことで、土壤肥沃度だけでなく、全炭素含有量の増加にともなう炭素貯留も同時に達成されている可能性が示唆されており、バイオ炭施用なしにカーボン・ファーミングが可視化された事例の一つである。

図 6 (j), (k), (l) の炭素率は全炭素などのような経年的な増加傾向は見られず、表 4 の全ほ場の分析値と予測値の平均値推移も 11 から大きな変化はなかった。一般的な解釈として、炭素率が高いと窒素飢餓を生じるリスクがあり、本論のしきい値においては、経年とともにリスクが懸念される赤色の部分が増減していることが把握できる。北西部に位置する 282 番から 284 番は 2022 年に作付けを開始したほ場であり、炭素率と有機物含有量、全炭素、全窒素は 2023 年の時点でしきい値以下の青色表示（図 6 (c), (f), (i), (l)）であることから、土づくりの優先度は高い。

図 6 (m) に示す、砂の割合は 2021 年において一部のほ場で 85% を超える場所が局所的に確認された。2022 年以降は 85% を超える局所的な場所はほぼ解消され、2022 年には 65% 未満となる局所的な場所が確認され始めた（図 6 (n), (o)）。表 4 の全ほ場の分析値と予測値の平均値推移においても、砂の割合は低下の傾向であった。砂の割合低下要因としては、ロータリ耕うん後の層別土塊分布を検討した結果（森泉・林、1995）によると、ダウンカットロータリ（荒起こし・秋起こし）では上層の土塊が中・下層の土塊より大きく、アップカットロータリ（春起こし・整地）では逆に上層の土塊が中・下層に比べ小さくなり、代掻きで表層に粒径の小さな土壤が堆積する土壤管理体系の繰り返しが、下層部の土壤混合や客土された真砂土の団粒構造を壊し、測定深さ 15cm 近辺に粘土やシルトが沈降したことによるものと推察される。

4) 予測モデルの適合性と改善

図 6 (m) の赤色の場所においては、図 6 (a) から (e) の全炭素と全窒素の予測値マップを確認すると赤矢印の測定ラインの一部（中央付近など）の予測値が負の値（下限以下の黄色）であった。同地点の炭素率と有機物含有量の予測値マップにおいては、負の値は確認されておらず、経年と共に負の値の場所は全炭素で 156 ヶ所から 15 ヶ所、全窒素は 83 ヶ所から 3 ヶ所と少なくなっていることから、土壤拡散反射スペクトルデータの異常ではなく、解析した予測モデルが局所的に適合していないことを示しているものと考えられ、同地点の土壤拡散反射スペクトルと土壤分析値をデータセットに追加し、予測モデルを再解析することで負の値は算出され難くなると推察する。CN コーダーの検出下限値は全窒素が 0.003%，全炭素は 0.001% であり、土壤サンプルの分析値下限

は全窒素が 0.02%，全炭素は 0.17% であったことから、低濃度の分析値が予測モデルの教師データとなっている場合は、予測モデル再解析に加え、低濃度における土壤拡散反射スペクトル変化量の測定限界について確認することが今後の課題である。このように、予測値が異常値を示した場合、ほかの項目の予測値や予測値マップの経年変化時の異常値の推移を確認することで、ほ場理解だけでなく、予測モデルの適合性や改善判断も可能であることが示された。

5) 水田群可視化による特徴抽出

図 6 (b), (e), (h), (k)において、292 番は 2022 年の時点では作付け回数が 0 回であるにも関わらず、全炭素と全窒素および有機物含有量は作付け回数が多いほ場と同じ分類「中」の黄緑色であり、炭素率は局所的に 12 を超えた。その要因は、福島県農業総合センター、浜地域農業再生研究センターの PJ チームが 2022 年 3 月にレオグリーン特号（濃縮ペレット堆肥、朝日アグリア株式会社）の可変散布試験（60~370kg/10a, 3m×3m メッシュ）であった。292 番は可変散布後に作付けは実施されていないが、2022 年 10 月の予測値マップによると 1 筆内にバラツキが確認され、全炭素、全窒素、有機物含有量、炭素率がしきい値以下の青色の場所はほぼ一致した。また、全窒素が黄緑色の部分は炭素率がしきい値よりも高い赤色であり、本論のしきい値設定では窒素飢餓のリスクが懸念される場所と推察される。292 番は 2023 年に初めて作付けが実施され、図 6 (l) の 2023 年の炭素率においては赤色の部分が 2022 年よりも減少しているが、バラツキの様相は図 6 (k) と類似しており、図 7 (a) に示す 2022 年 11 月と図 7 (b) に示す 2024 年 5 月の衛星画像における淡い土壤色部分が図 6 (k), (l) の青色や黄緑色の部分と比較すると、ほぼ一致していることから、レオグリーン特号の 3m メッシュ可変散布によるバラツキの解消には至っていないと推察する。可変散布などの詳細については、浜地域農業再生研究センター（2024）の「圃場内の土壤肥沃度ばらつき改善システム」を参照されたい。

6) しきい値調整による要因抽出

砂のバラツキ把握や、砂と全炭素、全窒素、有機物含有量、炭素率との比較をより把握し易くするために、2023 年の予測値マップのしきい値を調整した結果を図 8 (a) から (e) に示す。平均値 2 分割予測値マップは、砂の予測値平均値 70.3%，全炭素の予測値平均値 1.40%，全窒素の予測値平均値 0.12%，有機物含有量の予測値平均値 6.13%，炭素率の予測値平均値 11.0 を境に青色と黄緑色で表示した。図 8 の赤矢印で示すほ場は、砂の割合が平均値しきい値よりも高い黄緑色になると、全炭素や全窒素、炭素率および有機物含有量は平均値しきい値よりも低い青色となる傾向にあることが瞬時に把握可能となった。この結果から、ほ場管理の一つの考え方としては、砂の割合が高い黄緑色と青色のほ場で土壤管理手法を変えることで、収量や品質を向上できる可能性を営農指導員や営農コンサルタント、肥料メーカーなどが提案することも可能と推察する。

図 8 (a), (d), (e) の黒矢印のほ場は、砂が黄緑色と青色が混在し、炭素率が黄緑色、有機物含有量が青色である。炭素率は 11 以上であり、図 6 (l) によると炭素率 12 を超える場所も確認できる。これらのデータによると、本論のしきい値設定では窒素飢餓のリスクが高く、土壤の保肥力や微生物活性の低下が推察されるが、ほかの土壤化学性と生育や収量などのデータと照らし合わせることで、より適正な、ほ場理解が可能になると考える。

5 まとめ

福島県浜地域の除染後水田群 36 筆において 3 年 3 作の土壤センシングをおこなった結果、水田群の土壤肥沃度は年々回復の傾向にあることが、予測値マップ化することで瞬時に把握可能となった。複数項目の予測値マップを確認することで、回復が遅れているほ場や局所的特徴のある場所の要因、リスクのあるほ場や局所的な場所の把握も可能であることを示した。また、本論以外の土壤化学性や生育、収量などのデータを参照することで、より適正な、ほ場理解が可能であることが示唆された。

予測値マップなどの可視化は従来のペーパーベースではなく、Soil Map Viewer などのデジタルベースに置き換えることで DX (Digital Transformation) 化も達成でき、しきい値の任意調整も可能とすることで農地の評価や改善を様々な視点で検討することが可能となる。本論の応用として、各種サンプリング候補や定点観測機器類設置などの場所の選択、みどりの食料システム法における化学肥料低減や窒素過多による病害虫発生を低減することによる農薬散布の改善、バイオ炭に依存しない農地炭素貯留（カーボン・ファーミング）のモニタリング、データ駆動型の土壤管理や GAP (農業生産工程管理)、スマート農業における土壤データとして、営農指導員や営農コンサルタントおよび肥料メーカーなどにも利用されることに期待する。

SAS の運用において土壤管理作業同時測定が可能になると、経費や環境負荷低減は達成できるが、装置導入費とメンテナンス体制および持続的営農サイクルへの組み込みが新たな課題である。

謝辞

本研究において、土壤センシング作業では福島県富岡町役場産業振興課および福島県双葉郡富岡町の営農再開農家、渡辺伸氏には多大なご支援を頂いた。可変散布の情報は浜地域農業再生研究センターの平山孝氏にご提供頂いた。本研究の一部は文部科学省学術研究活動支援事業（大学等の「復興知」を活用した福島イノベーション・コースト構想促進事業、助成番号「4160122501」）の支援を受けたものであり、ここに謝意を表す。

引用文献

- 青山喜典・津高寿和 2003. 兵庫県下水田土壤の養分特性の経年変化と土壤改良対策. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告〔農業編〕, 51, 13-18.
- Chang, C. -W., Laird, D. A., Mausbach, M. J., Hurlburgh Jr., C. R. 2001. Near-infrared reflectance spectroscopy-principal components regression analysis of soil properties. Soil Science Society of America Journal, 65, 480-490.
- 藤井一至 2020. 土壤という複雜系. 表面と真空, 63, 159-164.
- 福島県環境保全農業課, 2019. 福島県施肥基準 - 土壤肥料技術指針 1 ~ 3 -. <https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/319440.pdf> (2025年3月14日閲覧)
- 井上吉雄・吉野邦彦・古館正行・丹優太郎・平山孝 2023. ハイパースペクトル計測による土壤肥沃度の計測と改善 - 圃場内変異解消と炭素貯留量の増強. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcsproc/256/0/256_47/_pdf-char/ja (2025年3月17日閲覧)
- 浜地域農業再生研究センター (2024). 圃場内の土壤肥沃度ばらつき改善システム<土壤肥沃度の見える化>+<高機能堆肥の可変散布>https://www.f-rei.go.jp/assets/contents/sentanpro_references_dojohiyokudo.pdf (2025年3月25日閲覧)
- 桂圭佑・小平正和・山下恵・山口友亮・高村大河・安達俊輔・大川泰一郎 2022. 福島県浜通りの除染後農地での水稻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, 2, 1-10.
- 小平正和・澁澤栄 2021. リアルタイム土壤分光計測と精密農業. レーザー研究, 49, 556-561.
- 久保和也・柳沢幸夫・吉岡敏和・高橋浩 1994. 浪江及び磐城富岡地域の地質. 地域地質研究報告 https://www.gsj.jp/data/50KGM/PDF/GSJ_MAP_G050_07046_1994_D.pdf (2025年3月10日閲覧)
- 松尾嘉郎 1971. 土壤分析によるサンプリング. p. 121. 講談社, 東京.
- 溝口勝 2021. 原発事故で失われた土壤の再生に向けて - 除染後農地の問題と復興農学 -. 復興農学会, 1, 28-34.
- 溝口勝 2023. 地域バイオマスを活用した堆肥づくりと除染後農地土壤の肥沃度向上. 農業および園芸, 98, 37-41.
- 森泉昭治 1998. 土壤の物理性. 農作業研究, 33, 221-226.
- 森泉昭治・林尚孝 1995. ロータリ耕うん後の土塊分布測定法 - 土塊の採土・篩別法の検討 -. 農作業研究, 30, 92-101.
- 西脇淳子・浅木直美・小松崎将一・溝口勝・登尾浩助 2017. 飯館村除染後水田における生産性回復のための有機資源投入実証試験経過と飯館村の現状. 土壤の物理性, 135, 33-39.
- 農研機構 2021. 除染後農地における地力回復の手引き. 農研機構東北農業研究センター 広報チーム, 1-33.
- 農研機構 (2022a) 適正施肥に向けた土壤センシング技術の開発と農地集約型大規模農業法人での現場実証. <https://www.naro.go.jp/laboratory/brain/smart-nogyo/theme/files/SA1-414G1.pdf> (2025年3月22日閲覧)
- 農研機構 2022b. 日本土壤インベントリー. <https://soil-inventory.rad.naro.go.jp/index.html> (2025年1月30日閲覧)
- 農林水産省 2013. 「農地除染対策の技術書」について. <https://www.maff.go.jp/nousin/seko/josen/pdf/tyousa.pdf> (2025年1月30日閲覧)
- 岡本春夫 1975. 土壤の健全化と窒素肥沃度. 日本土壤肥料学雑誌, 46, 323-327.
- 佐合隆一・小林久 2007. 水稻の有機栽培水田における土壤養分の特性. 農作業研究, 42, 21-28.
- 齋藤隆・谷垣実 2022. 放射性セシウムの研究と土壤肥料学の貢献 3. 除染後農地の現状と問題点. 日本土壤肥料学雑誌, 94, 38-43.
- 澁澤栄・平子進一・大友篤・李民賛 1999. リアルタイム土中光センサーの開発. 農業機械学会誌, 61, 131-133.
- 東北大学農学研究所 1966. 稲作技術発展の論理と方向: 東北大学農学研究所 25周年記念シンポジウム. 農山漁村文化協会, 東京. p. 206.
- 塚田祥文・高田裕介・前島勇治・神山和則・齋藤隆・山口紀子・中尾淳・藤村恵人・二瓶直澄・古川純・信濃卓郎 2022. 原発事故から10年—これまで・今・これから農業現場を考える. 日本土壤肥料学雑誌, 93, 46-61.
- 内山直治 1984. 土地改良事業計画設計基準計画「土層改良」の制定について. 農業土木学会誌, 52, 459-462.
- 八島未和・斎藤葉瑠佳・菊地悠汰 2022. 除染による土壤肥沃度低下とその回復に向けた取り組み (第1報) 山木屋地区除染後農地における緑肥の分解と土壤微生物バイオマス炭素量への影響. 復興農学会誌, 2, 11-23.

表1 PLSR 結果の評価分類 (Chang et al., 2001)

評価	R ²		RPD
Successful	0.80 <	&	2.0 <
Possibility	0.50 – 0.80	&	1.4 – 2.0
Not useful	< 0.50	&	< 1.4

表2 土壤分析と PLSR の結果

項目	単位	土壤分析値 範囲	平均	N	PC	R ² _{Cal}	RMSE _{Val}	R ² _{Val}	RPD _{Val}	評価
炭素率	—	8.73 - 13.2	10.9	81	8	0.83	0.43	0.70	2.5	Possibility
砂	%	59.0 - 86.0	73.8	81	4	0.68	2.58	0.50	1.8	Possibility
全炭素	%	0.17 - 2.21	1.07	81	5	0.77	0.19	0.67	2.1	Possibility
全窒素	%	0.02 - 0.18	0.10	81	5	0.71	0.02	0.59	1.9	Possibility
有機物含有量	%	2.00 - 9.39	5.74	81	5	0.87	0.48	0.64	2.8	Possibility

PC : Principal Components, R²_{Cal} : Calibration の決定係数, R²_{Val} : Validation の決定係数

表3 土壤分析値間の相関係数

項目	全炭素	全窒素	炭素率	有機物含有量	砂
全炭素	1	—	—	—	—
全窒素	0.98	1	—	—	—
炭素率	0.74	0.61	1	—	—
有機物含有量	0.63	0.62	0.46	1	—
砂	-0.64	-0.66	-0.29	-0.69	1

表4 土壤分析値と予測値の平均値推移

年	サンプル数	データ数	全炭素		全窒素		炭素率		有機物含有量		砂	
			分析値	予測値	分析値	予測値	分析値	予測値	分析値	予測値	分析値	予測値
2021	10	5,299	0.94	0.86	0.08	0.08	11.0	10.6	3.93	4.53	77.1	77.1
2023	61	6,595	1.05	1.13	0.09	0.10	10.9	11.0	6.03	6.05	73.8	73.4
2023	10	6,018	1.36	1.40	0.12	0.12	10.9	11.0	5.82	6.13	70.4	70.3

※予測値における負の値は除外して算出

土づくり向け予測値マップによる除染後水田群復興の可視化

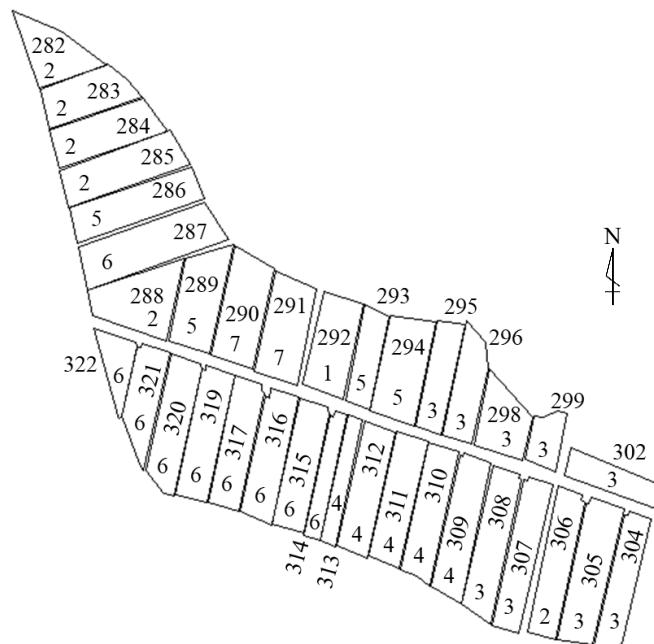


図1 全36筆のほ場番号（3桁数字）と作付け回数



図2 SAS3000 と土壤断面調査（2023年10月観測）

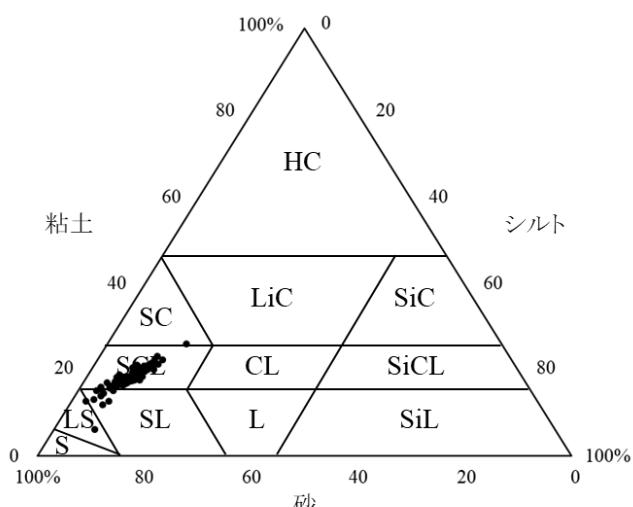


図3 土壤サンプル81個の土性三角図

土性分類：国際土壤学会法, SCL：砂質埴壤土, SL：砂壤土, LS：壤質砂土, SC：砂質埴土

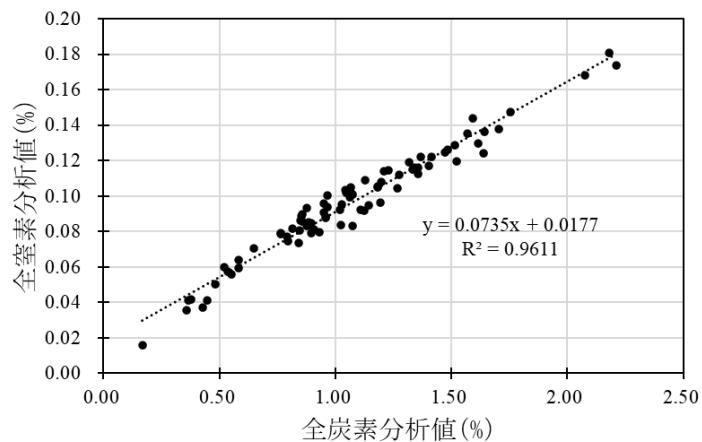


図4 全炭素と全窒素の分析値散布図と線形近似式および決定係数

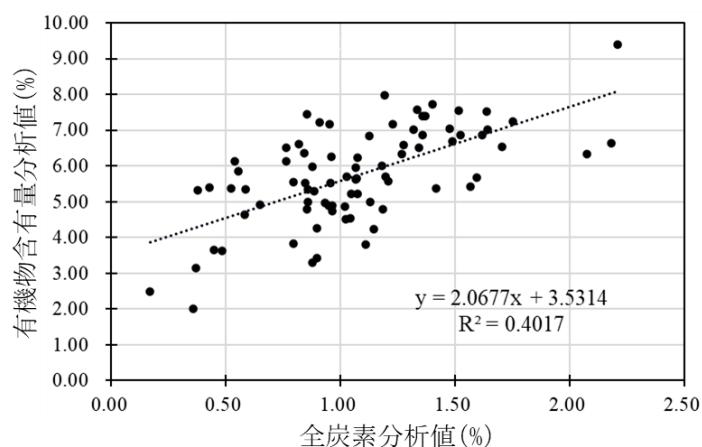


図5 全炭素と有機物含有量の分析値散布図と線形近似式および決定係数

土づくり向け予測値マップによる除染後水田群復興の可視化

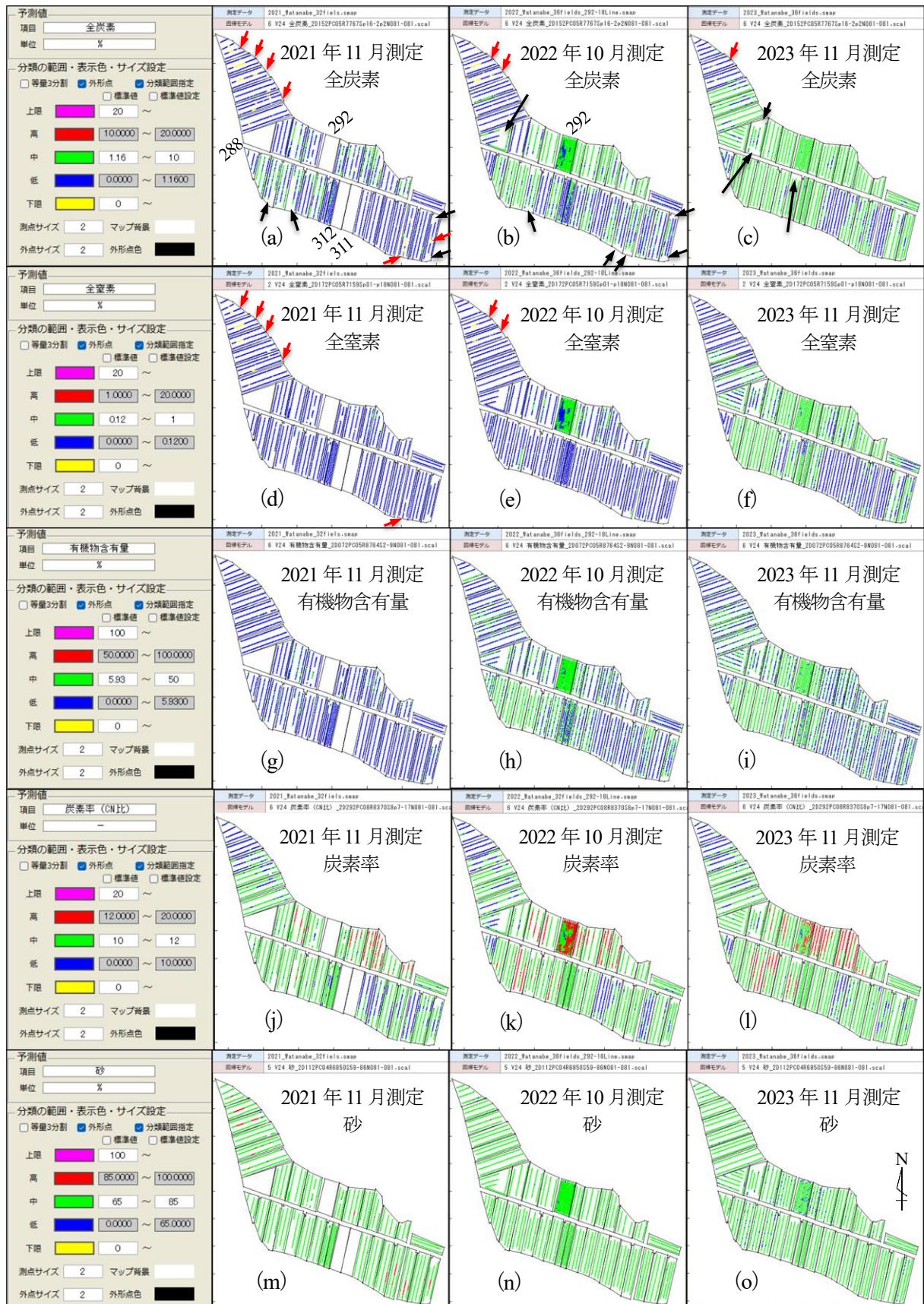


図6 全炭素, 全窒素, 有機物含有量, 炭素率, 砂における3年3作の経年変化の可視化



図 7 292 番の衛星画像 (Google Earth 参照)

上 (a) : 2022 年 11 月撮影

下 (b) : 2024 年 5 月撮影

土づくり向け予測値マップによる除染後水田群復興の可視化

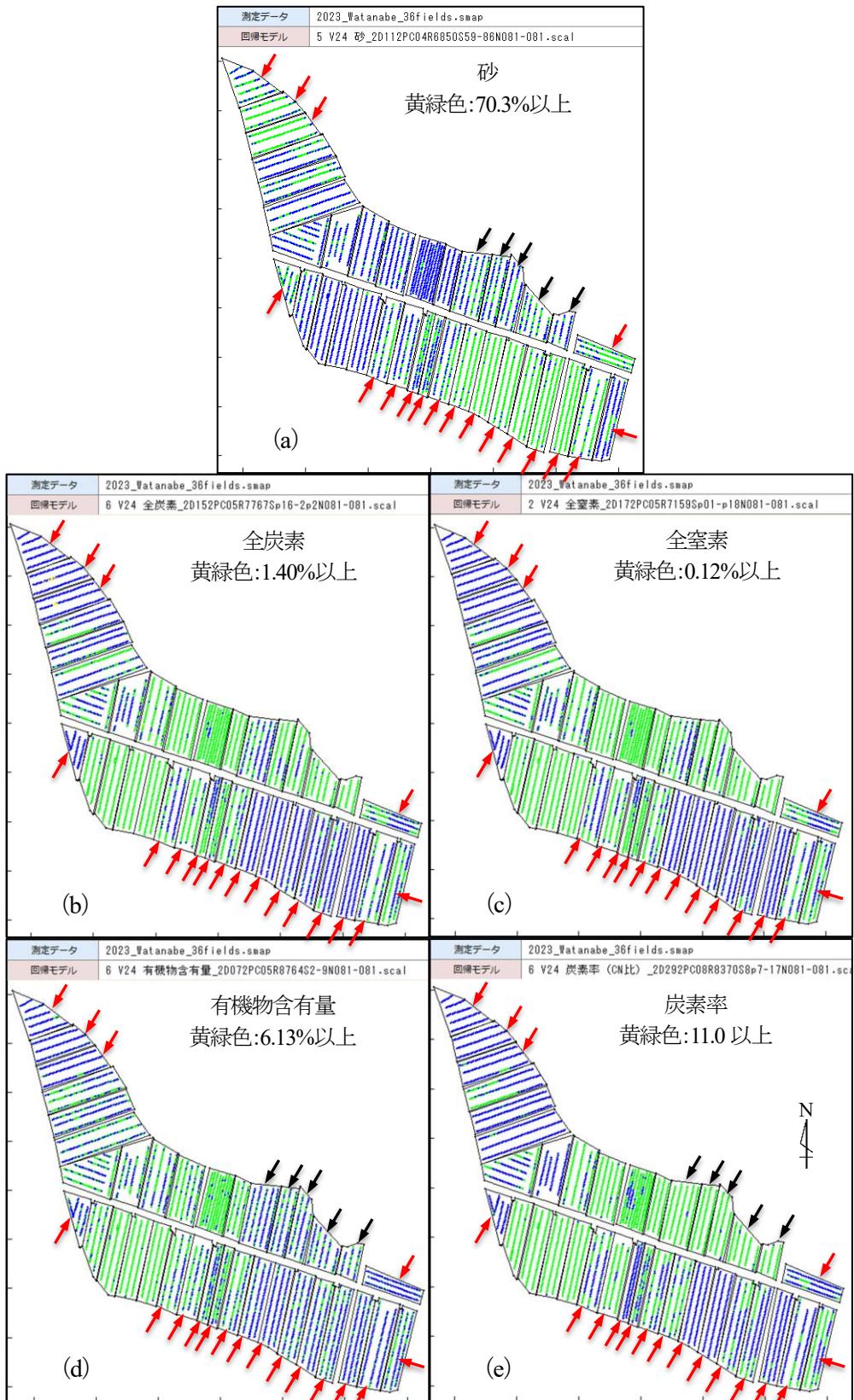


図8 平均値2分割予測値マップ (2023年11月測定)

■原著論文（報文）

Effect of biochar in combination with chemical fertilizer and manure on Komatsuna growth and decontaminated soils in Iitate, Fukushima

福島県飯舘村内の除染後農地においてバイオ炭と化学肥料および堆肥の施用が
コマツナの成長と土壤に与える影響

Fawibe KEHINDE O.¹ Liang YIJIA¹, Kyu Kyu HMWE¹ Shoko YASHIO² Hiroyuki CHINO² Yuko

AKIIKE² Miwa YASHIMA^{3*}

ファウイベ ケヒンデ¹ リョウ イカ¹ チュチュ ムエ¹八塩 晶子² 千野 裕之² 秋池 優子² 八島 未和³

要旨：福島第一原子力発電所事故に伴う大規模な除染作業により、除染地域の農耕地土壤は低肥沃度な砂質土壤に変化した。本研究では、福島県飯舘村の除染後農地圃場において、穀殼燻炭と肥料（化学肥料および堆肥）の施用が作物生育と土壤肥沃度に与える影響を2年間にわたり評価した。3段階の燻炭施用率（0%, 2%, 20%, 体積比）と3種の肥料区（無施肥、化学肥料、堆肥）を組み合わせた3×3の試験区を作成し、コマツナ (*Brassica rapa* var. *perviridis*) を指標作物として栽培した。その結果、燻炭と肥料との間に有意な交互作用は認められなかった。燻炭は作物の乾物重、窒素吸収量に対して有意な影響を示さなかったが、土壤中の炭素濃度は2年間で有意に增加了。また、土壤の無機化窒素率は、特に20%燻炭区でマイナスとなり、一時的な窒素の有機化または吸着が示唆された。化学肥料は堆肥よりも作物の成長を促進する傾向であった。これは除染後の砂質で有機物含有量が著しく低い土壤における微生物活性の低さが原因で、堆肥の無機化が制限されたためと考えられた。以上より、穀殼燻炭は土壤炭素の蓄積に寄与し、作物成長への悪影響がないことから、除染土壤における長期的な土壤改良資材としての有用性が示唆された。

キーワード：土壤肥沃度、除染後農地、コマツナ、バイオ炭、堆肥。

Abstract: The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident led to extensive soil decontamination, resulting in nutrient-depleted, sandy soils across the region. This two-year field study aimed to evaluate the effects of rice husk biochar and its combination with fertilizers on crop growth and soil fertility in decontaminated upland fields in Iitate, Fukushima. A randomized complete block design with three biochar rates (0%, 2%, and 20% v/v) and three fertilizer treatments (control, chemical fertilizer, and manure) was implemented using Komatsuna (*Brassica rapa* var. *perviridis*) as a test crop. Results showed no significant interaction between biochar and fertilizer treatments. Biochar application did not significantly affect plant biomass, or nitrogen (N) uptake, but significantly increased soil carbon (C) content over two years. Net N mineralization, an indicator of soil N mineralization, was negatively affected, particularly in the 20% biochar treatment, suggesting temporary N immobilization. Chemical fertilizer significantly enhanced Komatsuna growth compared to control and manure treatments, despite manure supplying more N, likely due to low microbial activity in the sandy soil. Overall, biochar contributed to soil C accumulation and had no adverse effects on crop growth. These findings highlight the need for long-term evaluation of biochar and organic amendments in nutrient-poor, decontaminated soils to sustainably restore agricultural productivity.

Key words: Soil fertility, decontaminated soil, Komatsuna, biochar, manure

¹Graduate school of Horticulture, Chiba University ²Obayashi Corporation ³Graduate school of Horticulture, Chiba University

¹千葉大学大学院園芸学研究科 ²株式会社 大林組 ³千葉大学大学院園芸学研究院

Corresponding Author*: matsumshima@faculty.chiba-u.jp

2025年 6月 27日受理。

Introduction

The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) accident, triggered by the March 11, 2011 earthquake, posed significant risks to the health, environment, and agricultural productivity of neighboring prefectures due to radioactive substances (Evrard et al., 2019). By March 2018, decontamination efforts in Fukushima Prefecture, excluding the Difficult-to-Return Zones, were completed, including the cleaning of 23,000 residential houses, 8,700 hectares of farmland, 7,800 hectares of forests, and 1,500 hectares of roads (Ministry of Environment, Japan, 2018). Large-scale decontamination of agricultural soils involved removing contaminated topsoil and replacing it with uncontaminated, low-fertility soil. This removal of nutrient-rich topsoil decreased soil fertility, and its replacement with low-fertility soil worsened nutrient depletion, further constraining food production. Thus, restoring soil fertility is vital for food security in the region.

The reliance on chemical fertilizers has long been criticized as a non-ecofriendly method for maintaining soil fertility and improving long-term crop yields. Overuse of chemical fertilizers can degrade soil quality, reduce biological activity, and diminish micronutrient availability (Adediran et al., 2005). Consequently, there is growing demand for sustainable, eco-friendly soil amendments that improve soil health and boost crop yields, especially in decontaminated soils with limited microbial activity and nutrients.

Biochar, a carbon (C)-rich product from biomass pyrolysis, has emerged as a promising soil amendment for enhancing soil physico-chemical and biological properties, promoting root growth, nutrient uptake, and crop yield (Diatta et al., 2020). Its benefits include reducing nutrient and chemical losses through runoff, enhancing water-holding capacity, and improving microbial activity (McLennan et al., 2020; Blanco-Canqui, 2017). Additionally, biochar can help remediate contaminated soils by absorbing heavy metals due to its high surface area and porosity (Sizmur et al., 2017; Cheng et al., 2020). Biederman et al. (2012) found that biochar enhances soil health and crop yields, particularly in acidic and sandy soils. However, its effectiveness depends on factors like feedstock type, pyrolysis temperature, and environmental conditions (Joseph et al., 2018).

Despite its potential, there is limited research on biochar's performance in decontaminated soils, such as those in Fukushima. While biochar is typically low in nutrient content and has limited release capacity (Tsai et al., 2012), it gradually releases nutrients, improving nutrient use efficiency in plants. To maximize its benefits, biochar is often applied alongside organic or inorganic fertilizers. This combination enhances nutrient use efficiency and stimulates root physiological activity (Joseph et al., 2018; Yu et al., 2017). Agegnehu et al. (2015) found that combining biochar with compost improves soil properties and crop yields more effectively than biochar alone. On the other hand, some studies suggest biochar can inhibit organic C mineralization and negatively affect nitrogen (N) and other nutrients over time (Haider et al., 2017). Therefore, it remains unclear whether biochar or its combination with fertilizers can improve agricultural productivity in decontaminated soils in Iitate, Fukushima.

Moreover, biochar's effectiveness depends on its application rate. Rice husk biochar applied at 50–150 g kg⁻¹ significantly improved lettuce and cabbage growth in acidic sandy soils, whether or not organic fertilizers were added (Carter et al., 2013). Similarly, applying biochar at 2–4 t ha⁻¹ enhanced root traits, leaf area, and yield-related parameters, whereas higher rates of 6 t ha⁻¹ negatively affected plant height and yields (Minhas et al., 2020).

The objectives of this study are: 1) to evaluate how different application rates of rice husk biochar affect Komatsuna (*Brassica rapa* var. *perviridis*) growth and soil fertility; and 2) to assess the effects of combining chemical fertilizer and manure with biochar in decontaminated soils in Iitate, Fukushima. Komatsuna, a fast-growing leafy vegetable prized in Japanese cuisine, was chosen for its adaptability and efficient nutrient uptake, making it ideal for cultivation in decontaminated soils. Ultimately, this study aims to explore ways to support the revival of agricultural activities in the region.

Materials and Methods

Site Description and Initial Soil Properties

A two-year field experiment was conducted in a farmer's upland field located in Nagadoro, Iitate, Fukushima, Japan (37° 39.9' N, 140° 43.6' E). The site was decontaminated prior to 2022 by removing the surface soil and covering the scraped layer with clean sandy soil. The field had no agricultural activity and left fallow after 2011. The region is characterized by a humid temperate climate. In 2023, the mean daily temperature was 12.0 °C (range: 6.7–17.6 °C), and it remained the same in 2024 (range: 7.2–17.3 °C). Annual precipitation totaled 1,034.0 mm in 2023 and 1,308.5 mm in 2024 (Japan Meteorological Agency).

Initial soil samples were collected on July 10, 2023 after removing weeds and plowing 15cm depth soil. Based on the pipette gravimetric method, the soil was classified as loamy sand, with sand, silt, and clay contents of 85.1%, 10.4%, and 4.5%, respectively. Additional physicochemical properties of the soil are presented in Table 1. Soil and manure pH were measured in 1:2.5 (w/w) soil-to-water suspensions using a glass electrode pH meter (LAQUAact D-72, Horiba Ltd., Japan). Electrical conductivity (EC) was determined in 1:5 (w/w) suspensions using an EC meter (MM-41DP, TOA Electronics Ltd., Japan).

Experimental Design and Field Management

To achieve the study objectives, a field experiment was conducted using a 3×3 randomized complete block design (RCBD). The main factor was the biochar application rate at three levels: 0%, 2%, and 20% (v/v). Hereafter, these treatments are called 0BC, 2BC, and 20BC, respectively. The sub-factor was fertilizer treatment, which included three types: no fertilizer (control), chemical fertilizer (CF), and manure (MN). These treatments resulted in nine combinations, each replicated three times, totaling 27 plots. Each plot measured 4 m² (2 m × 2 m).

Biochar derived from rice husks was purchased from a local supplier in Miyagi Prefecture. Its pH was analyzed in 1:20 (w/v) suspensions. Carbon and N concentrations were measured using a combustion analyzer (MT-700, Yanaco Analytical Instruments Co., Kyoto, Japan), while the concentrations of other elements were determined by X-ray fluorescence spectroscopy (XRF-1800, Shimadzu Corp., Japan) (Table 2).

The chemical fertilizer used in the study contained 8% N, 8% phosphorus pentoxide (P₂O₅), and 8% potassium oxide (K₂O), and was applied at a rate of 15 kg N per 10 ares on each planting day in both 2023 and 2024.

Cow-dung manure was locally sourced each year. Its physicochemical properties are presented in Table 1. Manure was applied at a rate of 2 t per 10 ares and incorporated into the soil 2–4 weeks before each planting date in 2023 and 2024.

Komatsuna, a leafy vegetable popular in the region and known for its rapid growth, was selected as the test crop to evaluate the effects of soil amendments. Seven juvenile seedlings were transplanted into each plot on August 23, 2023, and on July 17, 2024. Plants were harvested on September 20, 2023, and on August 26, 2024. On each harvest date, soil samples were collected from the 0–10 cm soil layer for subsequent analyses. In addition, oats (*Avena sativa*) were cultivated in all experimental plots to support the restoration of soil fertility and structure in the decontaminated sandy field. Seeds were sown on March 25, 2024, and biomass was harvested on June 4 using 20 cm × 20 cm quadrats. The remaining plant material was mechanically incorporated into the soil later in June. Oats were selected as a cover crop due to their potential to suppress weeds, improve soil structure, enhance microbial activity and water infiltration, and contribute to nutrient availability for the subsequent cropping season.

Plant and Soil Analyses After Harvest

After harvesting, the aboveground and belowground biomass of Komatsuna plants was oven-dried (70 °C, 72 h). The dry biomass was then weighed, and total N concentrations were analyzed to calculate plant N uptake. Soil samples were sieved through a 2 mm mesh and air-dried for subsequent analyses. Total C (TC) and total N (TN) contents were determined using a CN analyzer (MT-700, Yanaco, Japan). N mineralization was assessed through a 28-day incubation. Ten grams of fresh soil was placed in 120 mL incubation bottles and incubated at 25 °C and 60% water-holding capacity (WHC) for 28 days. Soil samples were extracted on day 0 and day 28 using 50 mL of 1 mol L⁻¹ KCl solution, shaken for 30 minutes (SS-20D, IKEDA Scientific Instruments Co., Japan), and filtered. Ammonium (NH₄⁺-N) and nitrate (NO₃⁻-N) concentrations in extracts were colorimetrically determined. The concentrations were measured at 655 nm for NH₄⁺-N and 540 nm for NO₃⁻-N using a UV mini-1240 spectrophotometer (Shimadzu Corp., Kyoto, Japan). The net mineral N production over the 28-day incubation was calculated by subtracting the day 0 values from the day 28 values.

Statistical Analysis

All statistical analyses were performed using RStudio (version 2024.12.0+394). A two-way analysis of variance (ANOVA) was conducted to assess the effects of biochar application rates and fertilizer type on plant growth and soil parameters. When significant differences were detected, treatment means were compared using Tukey's honest significant difference (HSD) test at a significance level of $p < 0.05$.

Results and Discussion

The field soil in this study had been decontaminated and amended with clean sand prior to the experiment, resulting in a sandy texture with 85.1% sand content (Table 1). Agricultural activity in Iitate Village has not yet widely resumed; however, the development of effective soil amendment strategies may encourage local farmers to restart cultivation.

Throughout all measurements of plant growth (Figures 1 and 2) and soil properties (Figure 4), no significant interactions were observed between biochar application rate and fertilizer type, indicating that these two factors acted independently during the experimental period (2023–2024). Accordingly, the effects of biochar and fertilizer treatments are discussed separately below.

Effects of Biochar Application in Decontaminated Soils

Biochar application at 2% and 20% (v/v) did not significantly affect the growth parameters of the biomass growth of Komatsuna (Figure 1) or oats (Figure 2), N uptake (Figure 2), plant height, or SPAD values (data not shown). It is possible that the short experimental duration and low microbial activity at this site limited nutrient transformation associated with biochar application. Longer-term field evaluations may reveal more pronounced effects of biochar on plant growth and soil properties. The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, 2025) recommends a maximum application rate of 20% biochar for Andosols and approximately 2% for other soils. These rates corresponded to approximately 40 t ha⁻¹ and 16 t ha⁻¹, respectively, based on a plow depth of 15 cm.

The absence of plant growth responses in this study may be attributed to both the biochar properties and the sandy, low-organic-matter characteristics of the field soil. The soil pH ranged from 5.9 to 6.3 across all treatments, and no significant changes in pH (Figure 4a) or EC (Figure 4b) were observed after biochar application. These minimal changes in soil chemical properties may explain the lack of biochar effects on plant growth.

Previous studies have demonstrated that high rates of biochar application can negatively affect plant growth by raising soil pH or disrupting nutrient balance. For example, Yang et al. (2024) reported that 1.2–1.8 t ha⁻¹ of biochar reduced growth of flue-cured tobacco, whereas 0.6–0.9 t ha⁻¹ was beneficial. Regmi et al. (2022) found that *Viola cornuta* responded positively to 10–25% biochar (w/w), but growth declined at 50% due to elevated pH. Yue et al. (2023) also emphasized that lower application rates were generally more effective. In contrast, our findings indicate that rice husk biochar at both 2% and 20% had no measurable impact (Figures 1 and 2), reinforcing the importance of site- and material-specific assessments.

Despite the lack of growth response, biochar significantly increased soil C concentration over two years ($p < 0.05$). At the end of the 2024 growing season, total C increased from 20 g C kg⁻¹ in the control to 22 g C kg⁻¹ and 32 g C kg⁻¹ in the 2% and 20% biochar treatments, respectively.

In contrast, soil N mineralization was negatively affected by biochar during a 28-day incubation period, particularly in the 20% treatment in 2023 (Figure 4c). This suggests temporary N immobilization, potentially caused by the adsorption of mineral N onto biochar surfaces and microbial immobilization within its pores. Shah et al. (2021) similarly observed reduced net N mineralization at higher biochar rates, indicating increased N retention. Mia et al. (2017) found that wood biochar increased gross N mineralization but also increased N retention in sandy soils. Furthermore, biochar applied to organic matter-rich soils may inhibit N mineralization by stabilizing organic matter through sorption and formation of organo-mineral complexes (e.g., in soils with 29% clay).

Given that our experimental soil was predominantly sandy with low microbial biomass, we infer that gross mineralization likely occurred, but N was retained via sorption and immobilization, resulting in low net mineralization. Although rice husk biochar typically has low CEC and limited nutrient retention compared to woody biochars (Gul et al. 2015), its porous structure and surface area may still contribute to temporary N retention through microbial immobilization or physical adsorption. These mechanisms could explain the observed decrease in net N mineralization despite the lack of positive effects on plant growth or soil nutrient availability. Further research is needed to clarify the long-term behavior of biochar in decontaminated soils.

Effects of Chemical Fertilizer and Manure on Decontaminated Soils

Several studies have shown that combining biochar with manure, compost, or inorganic fertilizers enhances nutrient-use efficiency by improving soil quality and crop performance (Adekiya et al., 2020; Omara et al., 2020). However, no significant interaction between biochar and fertilizer type was found in this study ($p > 0.05$, Table 3). The lack of interaction may be attributed to the differing mechanisms and timescales by which biochar and CF affect plant growth. While CF provides immediate nutrient availability, biochar may require longer periods or higher microbial activity to influence nutrient cycling, thereby limiting synergistic effects during the study period.

The field soil was highly sandy (85.1%) and recently decontaminated, likely resulting in low microbial biomass and organic matter. Under such conditions, the immediate effects of readily available nutrients from CF and MN likely had a stronger influence on plant growth than the slower-acting C inputs from biochar.

Komatsuna biomass significantly increased with CF application in both 2023 and 2024 ($p < 0.05$), but no significant effect was observed with MN ($p > 0.05$, Figure 1, Table 3). CF supplied 150 kg N ha⁻¹, while MN supplied approximately 360 kg N ha⁻¹, based on an application rate of 20 t ha⁻¹ and a N concentration of 18 g N kg⁻¹ (Table 1). Despite the higher N input from MN, Komatsuna growth (Figure 1) and N uptake (Figure 2) were greater in CF plots, likely due to limited microbial activity hindering the mineralization of organic N. The lower mineralization efficiency of organic N in manure under low microbial biomass conditions are observed in our previous study in recently decontaminated sandy soils (Saito and Yashima 2022). Furthermore,

the short duration between manure application and planting might not have allowed sufficient time for nutrient release.

Our results indicate that at least two years of CF application was effective in providing nutrients without evident negative effects. However, previous findings suggest that prolonged use of chemical fertilizers in decontaminated sandy soils may lead to acidification, potentially impairing root development (Yashima et al., 2025). In contrast, manure is known to contain active microbial communities that facilitate organic matter mineralization and nutrient release (Jordan et al., 2023). Further tests are needed to compare or how to use them together to have the optimum effects of CF and MN in this sandy decontaminated soils. Interestingly, oats showed a positive response to manure application. Manure was applied before each planting, and only MN (not CF) was used prior to oat seeding. This treatment led to increased fresh biomass in oats (Figure 3).

Conclusions

This two-year field study in decontaminated sandy soil in Iitate revealed that rice husk biochar applied at 2% and 20% (v/v) did not result in statistically significant adverse effects on Komatsuna growth. Soil pH and EC remained stable, but total C increased with biochar application. Net N mineralization was negative or very low, particularly in the 20% treatment, likely due to physical sorption and microbial immobilization of mineral N.

No significant interaction was observed between biochar and fertilizer type, suggesting their effects were independent. Among the treatments, chemical fertilizer application consistently produced the highest Komatsuna biomass. These findings highlight the importance of nutrient availability in sandy, low-organic-matter soils and suggest that further long-term evaluation is necessary to determine the sustained impacts of biochar and manure application in decontaminated environments.

These findings underscore the importance of nutrient availability in decontaminated sandy soils with low microbial biomass. While biochar shows promise for carbon enrichment, its short-term agronomic benefits may be limited without appropriate fertilization strategies. Future studies should explore longer-term effects of biochar, including its influence on microbial community development, nutrient cycling, and interactions with different fertilizer types. Optimizing the timing, rate, and combination of amendments will be essential for restoring productivity in decontaminated farmlands.

謝辞

This work was partly supported by ALDIC-PhD project by JST SPRING, given to Kehinde Fawibe O.

引用文献

- Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A., and Idowu, O.J. 2005. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. *J. Plant Nutr.*, 27, 1163–1181. <https://doi.org/10.1081/PLN-120038542>
- Adekiya, A.O., Agbede, T.M., Olayanju, A., Ejue, W.S., Adekanye, T.A., Adenusi, T.T., and Ayeni, J.F. 2020. Effect of biochar on soil properties, soil loss, and cocoyam yield on a tropical sandy loam Alfisol. *Sci. World J.*, 2020, 9391630. <https://doi.org/10.1155/2020/9391630>
- Agegnehu, G., Bass, A.M., Nelson, P.N., Muirhead, B., Wright, G., and Bird, M.I. 2015. Biochar and biochar-compost as soil amendments: effects on peanut yield, soil properties and greenhouse gas emissions in tropical North Queensland, Australia. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 213, 72–85. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.07.027>
- Biederman, L.A., and Harpole, W.S. 2013. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. *GCB Bioenergy*, 5, 202–214. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12037>
- Blanco-Canqui, H. 2017. Biochar and soil physical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 81, 687–711. <https://doi.org/10.2136/sssaj2017.01.0017>
- Carter, S., Simon, S., Saran, S., Tan, B.S., and Stephan, H. 2013. The impact of biochar application on soil properties and plant growth of pot grown lettuce (*Lactuca sativa*) and cabbage (*Brassica chinensis*). *Agronomy*, 3, 404–418. <https://doi.org/10.3390/agronomy3020404>
- Cheng, S., Chen, T., Xu, W., Huang, J., Jiang, S., and Yan, B. 2020. Application research of biochar for the remediation of soil heavy metals contamination: a review. *Molecules*, 25, 3167. <https://doi.org/10.3390/molecules25143167>
- Diatta, A.A., Fike, J.H., Battaglia, M.L., Galbraith, J., and Baig, M.B. 2020. Effects of biochar on soil fertility and crop productivity in arid regions: a review. *Arab. J. Geosci.*, 13, 595. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05586-2>
- Evraud, O., Laceby, J.P., and Nakao, A. 2019. Effectiveness of landscape decontamination following the Fukushima nuclear accident: a review. *Soil*, 5, 333–350. <https://doi.org/10.5194/soil-5-333-2019>
- Gul, S., Whalen, J. K., Thomas, B. W., Sachdeva, V., and Deng, H. 2015. Physicochemical properties and microbial responses in

Effect of biochar in combination with chemical fertilizer and manure on Komatsuna growth and decontaminated soils in Iitate, Fukushima

- biochar-amended soils: Mechanisms and future directions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 206, 46–59. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.03.015>
- Haider, G., Steffens, D., Moser, G., Müller, C., and Kammann, C.I. 2017. Biochar reduced nitrate leaching and improved soil moisture content without yield improvements in a four-year field study. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 237, 80–94. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.12.019>
- Jordan, M.S., Wang, D., Lee, J.Y., Dungan, R.E., Schmid, K.M., and Rodrigues, J.L.M. 2023. Repeated manure inputs to a forage production soil increase microbial biomass and diversity and select for lower abundance genera. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 354, 108567. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108567>
- Joseph, S., Kammann, C.I., Shepherd, J.G., Conte, P., Schmidt, H.-P., Hagemann, N., Rich, A.M., Marjo, C.E., Allen, J., and Munroe, P. 2018. Microstructural and associated chemical changes during the composting of high-temperature biochar: mechanisms for nitrate, phosphate and other nutrient retention and release. *Sci. Total Environ.*, 618, 1210–1223. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.200>
- McLennan, E., Solomon, J.K.Q., Neupane, D., and Davison, J. 2020. Biochar and nitrogen application rates effect on phosphorus removal from a mixed grass sward irrigated with reclaimed wastewater. *Sci. Total Environ.*, 715, 137012. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137012>
- Mia, S., Van Groenigen, J.W., Van De Voorde, T.F.J., Oram, N.J., Bezemer, T.M., Mommer, L., and Kuyper, T.W. 2017. Biochar application rate affects nutrient retention and greenhouse gas emissions in loamy soil. *Soil Biol. Biochem.*, 106, 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.01.009>
- Minhas, W.A., Hussain, M., Mehbob, N., Nawaz, A., Ul-Allah, S., and Rizwan, M.S. 2020. Synergetic use of biochar and synthetic nitrogen and phosphorus fertilizers to improves maize productivity and nutrient retention in loamy soil. *J. Plant Nutr.*, 43, 1356–1368. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1729804>
- Ministry of Environment, JAPAN. 2020. Off-site Environmental Remediation in Affected Areas in Japan. http://josen.env.go.jp/en/pdf/environmental_remediation_2008.pdf
- Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, JAPAN. 2025. Recommended Upper Limit for Biochar Application Rate. Accessed on April 28, 2025. <https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/biochar01.html>
- Omara, P., Aula, L., Oyebiyi, F.B., Eickhof, E.M., Carpenter, J., and Raun, W.R. 2020. Biochar application in combination with inorganic nitrogen improves maize grain yield, nitrogen uptake, and use efficiency in temperate soils. *Agronomy*, 10, 1241. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091241>
- Regmi, A., Singh, S., Moustaid-Moussa, N., Coldren, C., and Simpson, C. 2022. The negative effects of high rates of biochar on violas can be counteracted with fertilizer. *Plants*, 11, 491. <https://doi.org/10.3390/plants11040491>
- Saito, H., and Yashima, M. 2022. Reduction of Soil Fertility by Decontamination and Efforts for Its Recovery (2nd report) Effects of Soil Dressing Ratio with Hairy Vetch and Ammonium Sulfate on Spinach Growth and Nitrogen Dynamics. *J. Resilience Agric. Sci.*, 2, 24–38.
- Shah, T., Tariq, M., and Muhammad, D. 2021. Biochar application improves soil respiration and nitrogen mineralization in alkaline calcareous soil under two cropping systems. *Sarhad J. Agric.*, 37, 500–510. <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2021/37.2.500.510>
- Sizmur, T., Fresno, T., Akgül, G., Frost, H., and Moreno-Jiménez, E. 2017. Biochar modification to enhance sorption of inorganics from water. *Bioresour. Technol.*, 246, 34–47. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.07.082>
- Tsai, W.T., Liu, S.C., Chen, H.R., Chang, Y.M., and Tsai, Y.L. 2012. Textural and chemical properties of swine-manure-derived biochar pertinent to its potential use as a soil amendment. *Chemosphere*, 89, 198–203. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.05.085>
- Yang, Y., Ahmed, W., Ye, C., Yang, L., Wu, L., Dai, Z., Khan, K.A., Hu, X., Zhu, X., and Zhao, Z. 2024. Exploring the effect of different application rates of biochar on the accumulation of nutrients and growth of flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum*). *Front. Plant Sci.*, 15, 1225031. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1225031>
- Yashima, M., Hmwe, K.K., Ishikawa, D., Ohata, G., and Kehinde, F.O. 2025. Effects of manure and fertilizer application on Komatsuna growth and nitrogen cycling in soils of decontaminated farmer's field in Fukushima. *J. Resilience Agric. Sci.*, 5, 2–13.
- Yu, Z., Qiu, W., Wang, F., Lei, M., Wang, D., and Song, Z. 2017. Effects of manganese oxide-modified biochar composites on arsenic speciation and accumulation in an indica rice (*Oryza sativa* L.) cultivar. *Chemosphere*, 168, 341–349.
- Yue, L., Wang, H., Liu, M., Yang, J., and Hu, X. 2023. Nine years of low-dose biochar amendment suppresses nitrification rate in low-yield brown soil. *Appl. Soil Ecol.*, 192, 105096. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105096>

Table 1. Physicochemical properties of the initial soil and applied manure in the field experiment conducted in litate, 2023–2024.

Material	pH (H ₂ O)	EC (mS cm ⁻¹)	NH ₄ ⁺ -N (mg N kg ⁻¹)	NO ₃ ⁻ -N (mg N kg ⁻¹)	TC (g C kg ⁻¹)	TN (g N kg ⁻¹)	C/N ratio
Soil	6.3	0.06	31	5	15	1	15.0
Manure (2023–2024 average)	8.4	11	55	303	283	18	15.5

Abbreviations: EC: Electrical Conductivity; TC: Total Carbon; TN: Total Nitrogen

Table 2. Physicochemical properties of rice husk-derived biochar used in the field experiment in litate.

Parameter	Value (g kg ⁻¹)
pH (H ₂ O)	9.5
C (combustion)	369
N (combustion)	4.4
K (XRF)	17.2
Ca (XRF)	2.4
Mg (XRF)	0.8
P (XRF)	1.5
Mn (XRF)	0.6
Na (XRF)	0.5
Zn (XRF)	0.01
Cu (XRF)	0.013
Fe (XRF)	0.3
Si (XRF)	248
Al (XRF)	0.5

Note:

C and N were measured using the combustion method.

All other elements were determined using X-ray fluorescence (XRF).

ND: Not detected.

Table 3. P-values from two-way analysis of variance (ANOVA) assessing the effects of biochar application rates (0%, 2%, and 20%) and fertilizer types (control, chemical fertilizer, and manure) on plant growth and soil properties.

Effects	Komatsuna biomass		Komatsuna N uptake		Oats biomass	Soil pH		Soil EC		Soil N Mineralization	
	2023	2024	2023	2024		2023	2024	2023	2024	2023	2024
Biochar (B)	0.438	0.729	0.902	0.812	0.499	0.454	0.830	0.117	0.707	0.024	0.893
Fertilizer (F)	0.027	0.037	0.035	0.015	0.001	0.455	0.015	0.089	0.071	0.794	0.136
B × F	0.760	0.900	0.482	0.916	0.995	0.105	0.948	0.371	0.666	0.955	0.481

Note:

P-values less than 0.05 are highlighted in bold.

B × F = interaction between biochar and fertilizer.

Figure correspondence:

Figure 1 (Komatsuna biomass), Figure 2 (Komatsuna N uptake), Figure 3 (Oats, pH, EC), Figure 4 (Nitrogen mineralization)

Effect of biochar in combination with chemical fertilizer and manure on Komatsuna growth and decontaminated soils in Iitate, Fukushima

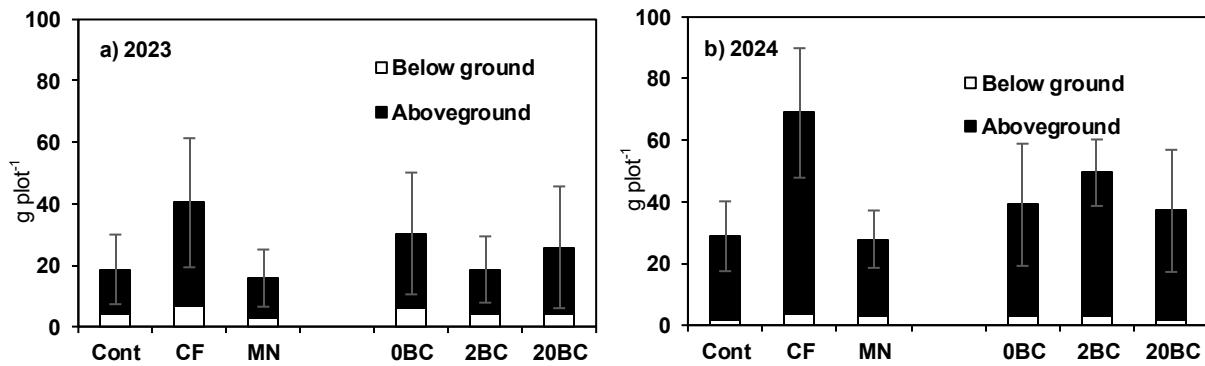


Figure 1. Effects of fertilizer type and biochar application rates on Komatsuna biomass growth in 2023 (a) and 2024 (b).

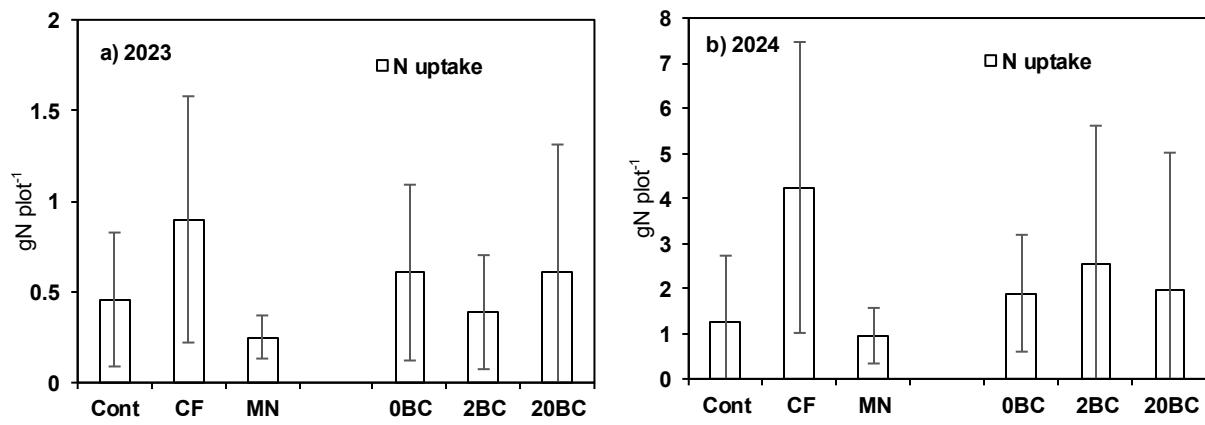


Figure 2. Effects of fertilizer type and biochar application rates on Komatsuna N uptake in 2023 (a) and 2024 (b).

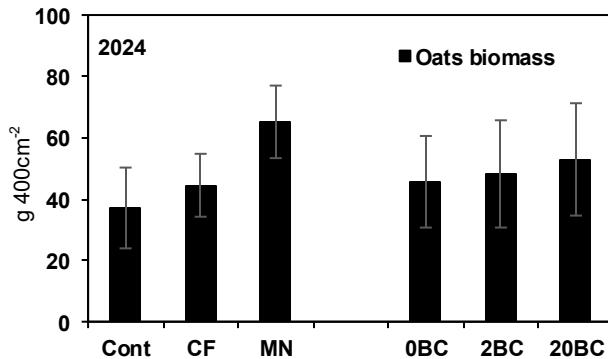


Figure 3. Effects of fertilizer type and biochar application rates on oats aboveground biomass in 2024.

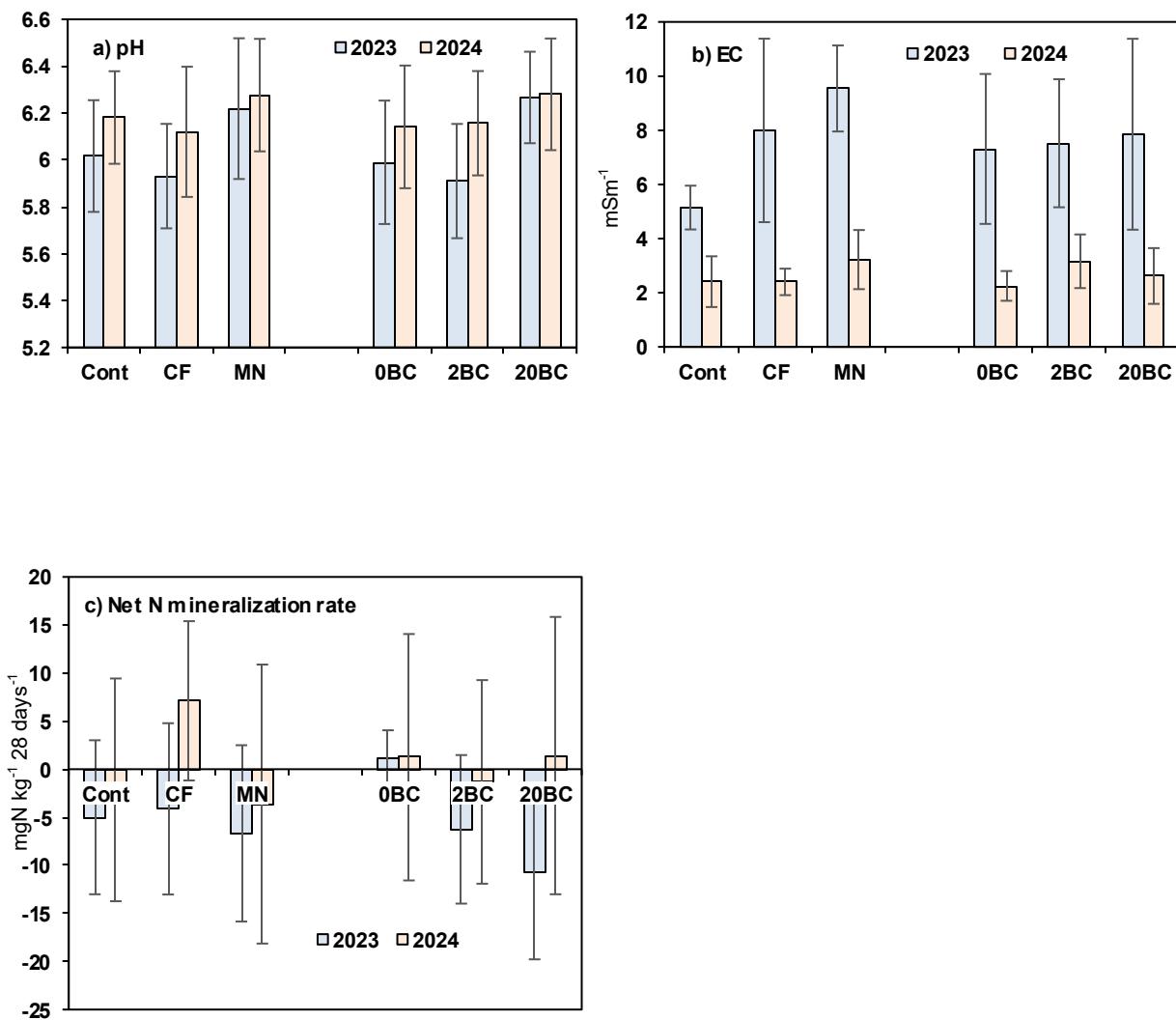


Figure 4. Effects of fertilizer type and biochar application rates on soil pH (a), electrical conductivity (EC) (b), and net N mineralization rates (c) in 2023 and 2024.

■原著論文 (ノート)

スターリンクとメッシュネット Wi-Fi 技術を用いた 中山間農地のインターネット環境整備の実験

Experiments on Internet environment improvement in mountainous farmland
using Starlink and mesh net Wi-Fi technology

溝口 勝¹, 板倉 康裕²

Masaru MIZOGUCHI¹, Yasuhiro ITAKURA²

要旨: 2011 年の原発事故から 14 年半が過ぎた。福島県飯館村では 2017 年に避難指示が解除されたが、帰村して農業をする農家が少ないため、農地バンク制度を利用した他の自治体よりも速いペースで農地の集積化が進んでいる。現在、この農地の担い手として農業に従事しているのは飯館村振興公社（農業部）である。しかし、集積化された農地の多くは山林に挟まれ、携帯電話の電波が悪く、最新のスマート農業機械の性能を十分に活用できていない。そこで本研究では、通信インフラのない水田で、スターリンクとメッシュネット Wi-Fi 技術を用いてインターネット環境を整備し、スマート農業を実践するための通信インフラを自ら構築する実験を行った。その結果、S 地区の集積農地では、約 2km の農業用水路の水門の状況をスマートフォンでリアルタイムに確認できるようになり、スマート農業が実践できる先進的な優良農地に生まれ変わった。この技術は、日本のスマート農業の推進に大きく貢献するものと確信している。

キーワード: スターリンク、メッシュネット Wi-Fi、中山間地域、インフラ整備

Abstract: Fourteen and half years have passed since the 2011 Fukushima Daiichi nuclear disaster. In Iitate Village, Fukushima Prefecture, the evacuation order was lifted in 2017. Due to the limited number of farmers returning, farmland consolidation and centralization are progressing faster than in any other municipality in Japan. The Iitate Village Promotion Public Corporation (Agriculture Department) has led the management and cultivation of this land. However, many of the consolidated farmlands are located in mountainous and forested areas, where cellular reception is poor and the latest smart agricultural machinery cannot be fully utilized. In this study, we conducted an experiment to establish an internet environment in rice paddies lacking communication infrastructure, using Starlink satellite internet and mesh Wi-Fi technology. Our goal was to develop an independent communication infrastructure to support the implementation of smart agriculture. As a result, in the consolidated farmlands of District S, the status of water gates along an approximately 2-kilometer agricultural irrigation canal can now be monitored in real time via smartphone. The area has thus been transformed into an advanced model of farmland where smart agriculture is feasible. We believe that this technology has the potential to accelerate the adoption of smart agriculture in Japan.

I. はじめに

2011 年の原発事故から 14 年半が過ぎた。飯館村では 2011 年 4 月に全村民に対して計画的避難指示が発令され、2017 年 3 月末に避難指示が解除されたが、帰村して農業をする農家が少ないために農地バンク制度を利用した他の自治体よりも速いペースで農地の集積化が進んでいる。現在この農地の担い手として飯館村振興公社（農業部門）が農業に取り組んでいる。しかし、集積農地は山林の合間にあるために携帯電話の電波が届かないところも多く、最新のスマート農業技術を標準装備した農業機械の性能を十分には利用できていない。溝口らは既存のインターネットを Wi-Fi 中継器のアンテナを見通せるように配置することにより中山間地域のフィールドに拡張できることを実証した（溝口ら, 2024）。そこで、本研究では最近注目されているスターリンク衛星インターネットの基地局を中山間地域の農地に導入し、そこからメッシュネット Wi-Fi 技術を用いて集積化された水田全域に Wi-Fi を展開し、Wi-Fi カメラによる農業用水の水門や水田に出没する動物の遠隔モニタリングなど、スマート農業を実践するための通信インフラを構築した。

¹東京大学大学院農学生命科学研究科 ²(有)ミサオネットワーク

¹Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo ²MisaoNetwork Ltd.

Corresponding Author*: mizo@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

2025 年 7 月 26 日受理。

II. 実験の方法

飯館村 S 地区の集積化された水田（約 12ha）の畦畔の一角にスターリンク衛星インターネットの基地局を設置し（図 1），Wi-Fi 通信網（図 2）を展開した。

1 スターリンク衛星インターネット基地局

スターリンク（Starlink）は、SpaceX が開発した低軌道衛星を利用したブロードバンドインターネットサービスで、山間部や海上など従来の通信インフラが届きにくい場所でも安定した通信ができる。表 1 は 2025 年 7 月現在のスターリンクのサービス一覧、表 2 はその月額料金である。本実験では標準のスターリンクを水田の畦畔に導入した。（図 2 中の赤色印）ただし、水田には商用電源がないので 100W の太陽光パネル 4 枚で電力を供給する電源 BOX を併設した。スターリンクから屋外用アクセスポイント AP（EAP225-Outdoor, TP-Link 社）に PoE 対応の LAN ケーブルで電力を供給し、AP のアンテナを約 3m の高さの支柱に固定した。

2 メッシュネット Wi-Fi 中継器

基地局から 2 系統（経路 a と経路 b）で溝口らの方法（溝口ら、2024）と同様に 6 台（経路 a に 3 台、経路 b に 3 台）の Wi-Fi 中継器を設置した。（図 2 中の黄色印）中継器は AP・リチウムイオン電池・太陽光パネル（50W）で構成され、総重量が 10kg 程度なので簡単に移動できる。単管パイプとアンテナ用の支柱を水田の畦畔に立て、太陽光パネルを設置した後に AP アンテナを約 3m の高さに固定した。スターリンク基地局と Wi-Fi 中継器および Wi-Fi 中継器間の距離と Wi-Fi 信号強度の関係を表 2 に示す。経路 b では当初 b2 → b3 → b1 の順番に Wi-Fi をつないでいたが、メッシュネット方式で Wi-Fi をつないでいるために、設置後にスターリンク基地局 S0 から b3 に直接 Wi-Fi がつながる経路 c ができた（図 3）。

3 Wi-Fi カメラの設置

集積化された水田には約 2km の農業用水路があり、その数か所に水管理用の水門が設置されている。これまで振興公社の現場担当者は水管理のために携帯電波のないこれらの水門を見に来る必要があった。また、水田には周辺の山林からイノシシやカモシカなどの動物が出没する。そこで本実験では水門や山林近くの畔に木杭を打ち込み、そこにソーラー付きの Wi-Fi カメラ（Agus 3 Ultra, Agus PT Ultra; Reolink 社、図 2 中の青色印）を 12 台設置した。このカメラには PIR（Passive Infrared Ray；受動赤外線センサー）機能があり、micro-SD を挿入しておくと動物や人の温度を検知して、自動的に数秒間の動画を記録する。また、タイムラプス機能を使えばイネの成長の動画を作ることもできる。これらの動画データはリモートで自分のスマホにダウンロードできる。

4 気象計の設置

周囲が山に囲まれているためにこの地区の水田は風の通り道になりやすく、局所的なゲリラ豪雨に見舞われることがある。そこで局所的な気象の変化を監視するために基地局に気象計 ATMOS41（METER 社）と Wi-Fi 対応型データロガー ZL6（METER 社）を設置した。Wi-Fi 対応型にしたのはこの地域では携帯電波がほとんど入らないからである。（標準的な ZL6 は 4G の携帯電波を利用してデータを定期的にクラウドサーバに送信する）

III. 結果と考察

1 スターリンク衛星インターネット基地局

スターリンク衛星インターネットは昼夜に係なく平均で 50–75 W の電力を消費する。24 時間の電力消費量をソーラーパネルだけで賄いきれない。そこで、本実験では電源 BOX にタイマーをつけて電池残量に応じて任意の時間帯に ON-OFF できるようにした。基本的に農作業管理は昼間に限られているので、現在は朝 6 時から夜の 21 時までの 15 時間をオンにしている。しかし、現場担当者からは「夜間に豪雨がある場合もあるので現場を管理する夜中も水田を見るようにしてほしい」との要望がある。この要望に応えるためには、ソーラーパネルをさらに増やして 24 時間稼働できるようにするか、突然の豪雨があった時だけインターネットを遠隔で ON にするような機能をつける必要がある。

2 メッシュネット Wi-Fi 通信の確認

メッシュネット Wi-Fi 通信の状況は Omada クラウドコントローラー（TP-LINK OC200, TP-Link 社）用のスマホアプリを使って現場で確認でき、接続機器のトポロジーマップで Wi-Fi 中継器やカメラの接続ルートを一覧できる（図 3）。また、Wi-Fi 中継器や作業員のスマホの接続状況も確認できる（図 4）。表 3 に Wi-Fi 中継器の AP 間の距離（m）と信号強度（dBm）の関係をまとめた。

3 Wi-Fi カメラ

スター・リンクが ON になっている時間帯であればスマホや PC を使ってリアルタイムで Wi-Fi カメラで水門や水田の状況を確認できる（図2）。若い現場管理者のスマホに Wi-Fi カメラ用のアプリを入れて使い方を教えたところ、「自宅から水田や水門の様子を見ることができて便利になった」との感想をもらえた。今では、水門カメラを自分で好みの位置に移動して利用してくれている。さらには、「水門を自動で操作できるとありがたい」との意見をもらっている。水門の自動操作に関しては、数々のスピンドル方式による水門制御装置が市販されているので、予算規模に応じて適当な製品を選べば、スター・リンク衛星インターネット基地局に LoRa の基地局を繋ぎ、水田の水位データを見ながら水門を遠隔操作できるようになる。

ちなみに、図5は中干期間中の夕立直後に農業用水路を流れる雨水とその翌日の水門の様子である。中干期間で空になっていた農用用水路に雨水が流れ込んで、水門に塵芥が集積している様子がスマホを使って確認できる。

4 気象観測データの取得

図6はATMOS-41で観測された気温・風速・降水量・日射量である。本実験で携帯電波が入らない場所でも Wi-Fi 版データロガーを使えばデータを取得できることを確認できた。ただし、現時点では1日15時間（6:00-21:00）をON、9時間（21:00-6:00）をOFFにしてスター・リンクを運用している。そのため、OFFの時間帯もデータを送信しようするためにデータロガーの電池消耗が激しく、5日程度で通信が途絶えることを何度か経験した。この問題はOFFの時間帯はデータ送信しないようにすれば解決できる。現在、データロガー開発メーカーにWi-Fi 版ロガーのソフトウェアの改良を依頼している。

IV. 中山間地域における通信インフラ整備のモデル

2024年6月に農業の生産性の向上のためのスマート農業技術の活用の促進に関する法律（スマート農業技術活用促進法）が成立し、10月に施行された（農林水産省、2024）。また、農林水産省は2020年度から「農業農村インフラの管理の省力化・高度化やスマート農業の実装を図るとともに、地域活性化を促進するため、情報通信環境の整備を支援する事業」を実施し、「農業農村における情報通信環境整備のガイドライン」を作成した（農林水産省、2024）。こうした中、本実験ではガイドラインに紹介されているような大規模な通信インフラ整備をしなくとも、スター・リンク衛星インターネットを導入し、Wi-Fi 中継器を数百メートル間隔で設置することで携帯電波が入らない水田でWi-Fi が使えるようになることを実証してみせた。

未来の圃場整備事業では従来の土と水のインフラ整備に加えて、スマート農業を展開できる通信のインフラ整備し、農地としての付加価値を高めることが重要である。こうした意味で、本研究の成果は日本全国に存在する中山間地域の農地における新しい圃場整備のモデルになりうる。

V. おわりに

本実験では電源と携帯電波がない農地にスター・リンク衛星インターネットを導入し、それをメッシュネット Wi-Fi 技術を使って12haの農地全体に展開した。これにより集積化されたS地区の農地では、水・土に加えて情報のインフラも整備され、スマート農業を実践できる先端優良農地となった。なお、対象農地近くに電源のある公民館や民家がある場合にはそこにインターネットを導入してそれを展開することでコストを低く抑えられる。このように農地の立地条件に応じて最適なインターネットの展開方法を選べば耕作放棄地を含む他の地域でも遠隔での農地管理が可能となる。この技術は、日本のスマート農業の推進に大きく貢献するものと確信している。

謝辞：

本実験は福島イノベーション・コースト構想推進機構が実施している「大学等の「復興知」を活用した人材育成基盤構築事業」の一環で実施した。また、本実験を実施するにあたり飯館村役場や一般財団法人飯館村振興公社の方々に多大なるご協力を頂いた。ここに記して謝意を表する。

【専門用語解説】

信号強度(dBm): デシベルミリワット、電波信号の強さを表す単位。

AP (アクセスポイント) : 無線 LAN の接続拠点となる装置。

micro-SD: 小型のフラッシュメモリーカード、データの保存に使用。

PIR 検知機能: 赤外線を使って人や動物の動きを検知する技術。

PoE (Power over Ethernet) : LAN ケーブルを通じて電力を供給する技術。

スター・リンク衛星インターネット: スペース X 社の衛星ネットワークによるインターネットサービス。

参考文献

- 農林水産省 2024. スマート農業技術活用促進法について <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/houritsu.html> (最終閲覧日 : 2025 年 7 月 19 日)
- 農林水産省 2024. 農業農村における情報通信環境整備のガイドライン (Ver.2.01) https://www.maff.go.jp/j/nousin/kouryu/jouhoutsuushin/pdf/jouhou_tsuushin-80.pdf (最終閲覧日 : 2025 年 7 月 19 日)
- 谷口純一郎 2025. 非常時の通信手段 ~Starlink Mini で始める衛星通信, https://www.idnet.co.jp/column/page_385.html 最終閲覧日 : 2025 年 7 月 19 日)
- 溝口勝・板倉康裕. 飯館村におけるフィールド Wi-Fi 拡張実験, 復興農学会誌, Vol.4 No.2, p8-13 (2024)

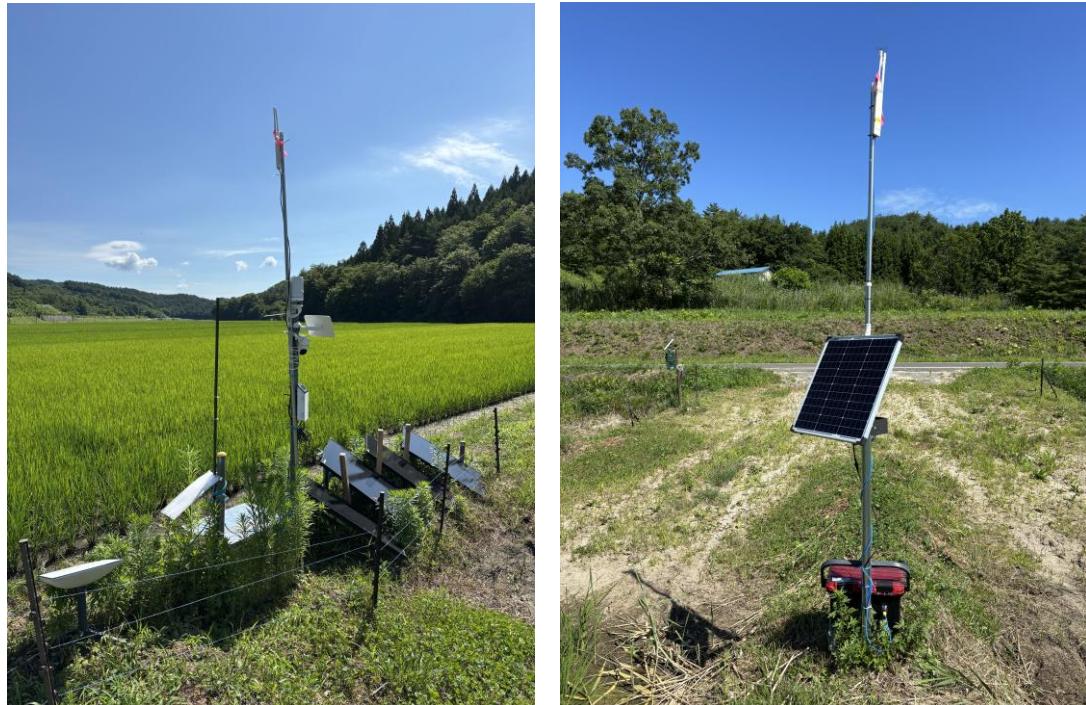


図 1 スターリンク衛星インターネット基地局 (左) と Wi-Fi 中継器 (右)



図 2 スターリンク基地局からの Wi-Fi 通信網と Wi-Fi カメラ画像
スターリンク基地局 (赤色), Wi-Fi 中継器 (黄色), Wi-Fi カメラ (青色)

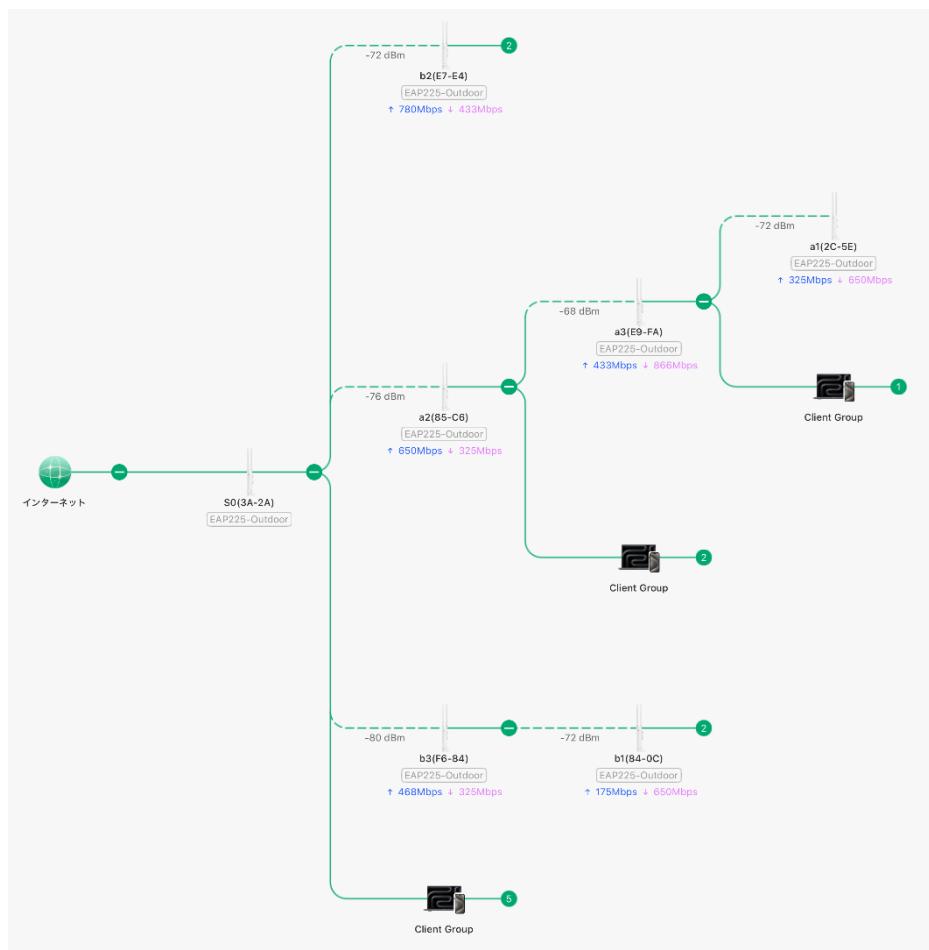


図3 Omada スマホアプリによる Wi-Fi 中継器と Wi-Fi カメラの接続状況の確認

デバイス

すべて ゲートウェイ/スイッチ OLT

- S0(3A-2A) 接続済み EAP225-Outdoor 192.168.88.250
- a1(2C-5E) 接続済み EAP225-Outdoor 192.168.88.244
- a2(85-C6) 接続済み EAP225-Outdoor 192.168.88.248
- a3(E9-FA) 接続済み EAP225-Outdoor 192.168.88.245
- b1(84-0C) 接続済み EAP225-Outdoor 192.168.88.247
- b2(E7-E4) 接続済み EAP225-Outdoor 192.168.88.249
- b3(F6-84) 接続済み EAP225-Outdoor 192.168.88.219

ダッシュボード 統計 デバイス クライアント 設定

クライアント

Q 探す

すべて ワイヤレス 有線 ブロック済み

- san-noS2 192.168.100.141 FieldRouter_WAP2PSK 5G
- Sugaya-8 192.168.100.180 FieldRouter_WAP2PSK 2.4G
- Sugaya-7 192.168.100.111 FieldRouter_WAP2PSK 5G

Sugaya-6

接続失敗

Sugaya-5

図4 Omada スマホアプリによるデバイス (左) とクライアントの確認 (上). 現場作業員が現場でスマホを利用していいることもわかる (san-noS2).

図5 7月21日16:30頃の夕立直後の農業用水路 (上) と翌日の水門 (下) の様子.

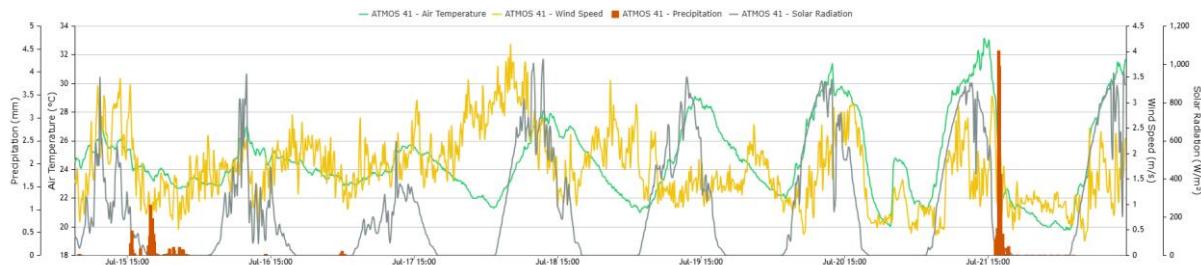


図6 観測中の気象データ（気温・風速・降水量・日射量）
7月21日16:30頃に現地で雷雨があったことがわかる。

表1 スターリンクの比較表（谷口, 2025）

項目	Starlink 標準	Starlink Mini
サイズ（縦）	59.4 cm	29.85 cm
サイズ（横）	38.3 cm	25.9 cm
重量（本体のみ）	2.9 kg	1.1 kg
重量（スタンド込み）	3.2 kg	1.16 kg
ルータ	外部	内蔵
WiFi世代	WiFi 6	WiFi 5
電源仕様	100~240V、2.5A	100~240V、1.6A
平均消費電力	75~100 W	25~40 W
ハード費用	55,000 円	34,800 円

表2 スターリンクの月額料金（谷口, 2025）

プラン名	通信費用／月	通信量／月	その他
Residential Lite	4,600 円	無制限	固定配置, 速度 50~100 Mbps
Residential	6,600 円	無制限	固定配置
Roam – 10 GB	1,500 円	10 GB まで	全国サービス, 沿岸・海外移動利用, 一時停止可能
Roam – 50 GB	6,500 円	50 GB まで	
Roam – Unlimited	11,500 円	無制限	

表3 AP間の距離 (m)と信号強度 (dBm)

経路a	S0	<421>	a2	<250>	a3	<211>	a1
信号強度(dBm)		-76		-68		-72	
経路b	S0	<396>	b2				
信号強度(dBm)		-71					
経路c	S0	<700>	b3	<325>	b1		
信号強度(dBm)		-80		-75			

<数字>はAP間の距離(m) 信号強度(dBm)は天候によって±2程度変動する

「■現場からの報告」

東京電力福島第一原子力発電所見学ツアーに参加して

Participating in the tour to visit the Tokyo Electric Power Company Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

堀川 洋子¹Yoko HORIKAWA¹

要旨：2025年3月3日、筆者は、飯舘村車座意見交換会「東京電力福島第一原子力発電所見学ツアー」に参加した。放射線に関するリスクコミュニケーションである本ツアーを通して、5～6号機側グリーンデッキでみた風景が深く印象にのこった。本稿では、本ツアーの概要および筆者がツアーで見た風景や体験を通じて感じた所感について報告する。

キーワード：福島第一原子力発電所、廃炉、リスクコミュニケーション、技術者

Abstract: On March 3, 2025, I participated in the tour to visit the Tokyo Electric Power Company Fukushima Daiichi Nuclear Power Station as Iitate Village round-table discussion on risk communication related radiation. The landscape I saw from the green deck on the 5th and 6th nuclear reactor building side left an impression very deeply. This paper reports on the outline of this tour and an impression getting through my experience and the landscape I saw.

Key words: Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, decommissioning, risk communication, engineer

1. はじめに

2025年3月3日、筆者は、環境省による放射線に関するリスクコミュニケーション活動の一環である飯舘村車座意見交換会「東京電力福島第一原子力発電所（1F）見学ツアー」に参加した。ツアーの目的は、1F見学を通して、事故の概要や現状を学び、廃炉や福島復興の課題について意見交換し、放射線の知識を深めることである。

筆者は、いいたて移住サポートセンターと村の知人からの紹介で本ツアーに参加した。ファシリテーターとして、保険師の菅野クニ氏が、講師として、原子力規制委員会初代委員長の田中俊一先生と原子力安全研究協会の峯村明彦先生が同行された。

ツアーを通して、ひときわ深く印象にのこった風景があった。1F構内の3箇所の降車箇所のうちの一つである5～6号機側グリーンデッキからみた風景である。海側に処理水を海に放水するための海底トンネル掘削に利用したシールド機械（面盤）と放水トンネルのセグメントが展示されていた。全長約1kmの海底トンネルの断面は2.95m。思っていたより小型であったゆえに、今から11年前の2014年に筆者が『土木学会誌』に寄せた記事の記憶が蘇った。それは、東京電力の発電技術者で土木学会副会長（1978～79年度）を務めた三村誠三氏の講演「エネルギーと土木技術とのかかわり合い」（1980年）に着目した記事であった（堀川2014）。

本稿では、1F見学ツアーの概要、および筆者が本ツアーで感じた所見について報告する。

2. 1F見学ツアーについて

(1) ツアープログラム

ツアーには、福島県飯舘村の住民14名が参加した。

午前9時、貸切バスにて飯舘村交流センターふれ愛館を出発。10時30分頃、富岡町にある東京電力廃炉資料館（図1）に到着。本人確認証提出、シアター上映（図2）を経て、再びバスにて1F（大熊町・双葉町）へと25分程度をかけて移動。11時15分頃、構内の協力企業棟に到着。1F廃炉の概要や入構案内等の説明を受ける。昼食休憩後、入退域管理棟へと移動。ここから、約95分、東京電力の専用バスで発電所構内を視察する。3箇所の降車地点で、発電所建屋を指定場所から見学したり、ALPS処理水サンプルを確認することができる。

¹福島県飯舘村地域おこし協力隊、法政大学デザイン工学部

¹Local Vitalization Cooperator, Iitate Village, Fukushima Prefecture and Faculty of Engineering and Design, Hosei University.

Corresponding Author*: yoko.horikawa.yui@gmail.com

2025年7月30日受理。

施設見学後は、再び、入退域管理棟を経て協力企業棟へと戻り、東京電力職員と質疑応答をおこなう。廃炉資料館で帰りのバスに乗車後、車中で意見交換会をおこないながら、16時20分頃、ふれあい館に到着する。

(2) 構内ツアー

発電所構内は、以下のルートで視察する。① 1～4号機側 ブルーデッキ【降車】、② 既設 多核種除去設備（既設 ALPS）、③ 増設 多核種除去設備（増設 ALPS）、④ 高性能 多核種除去設備（高性能 ALPS）、⑤ K4 タンクエリア、⑥ 5～6号機側 グリーンデッキ【降車】、⑦ 海側設備俯瞰、⑧ 乾式キャスク仮保管設備、⑨ ALPS 处理水サンプル【降車】。

この行程で、筆者が深く印象にのこったのが、「⑥5～6号機側 グリーンデッキ」から見た風景であった。前述した通り、太平洋側に、処理水を海に放水するための海底トンネル掘削に利用したシールド機械（面盤）とシールドトンネルのセグメントが展示されている。また、ここから見える海側のタンクは、下部全体が地震による津波の引き波にねじ曲げられてできたくぼみに覆われており、大震災時の波の力の凄まじさを物語っている。

3. 連載「土木学会誌99巻をふりかえる」

グリーンデッキから見たシールド機械とセグメントは、筆者が土木学会から依頼された連載記事（2014年）を連想させた。当時、筆者は、筑波大学生命環境系の研究員として、近代における電力事業の地域への影響について研究活動を行っていた。土木学会の会誌である『土木学会誌』は、1914年の土木学会創立以来、1945年の一年間のみを除き、1915年から毎年発刊され続けてきた。そこで2015年に『土木学会誌』100巻目を迎えるに際して、創刊以来の学会誌を大胆にレビューし、先人のメッセージと歩んできた時代をふりかえることで、現在と未来をまなざす視線を磨く連載が企画された（佐々木2013）。

本連載では、1915年の創刊以降、約10年を一つの区切りとし、その間の注目したい学会誌記事をピックアップして、時代背景とともに紹介した。筆者は、計12回にわたる連載のうち「第7回」（1975～1984年）の「資源・エネルギー問題」の執筆を依頼された。

土木学会誌上の文献はウェブ上で公開されていたので、筆者はデジタル化された記事から、1980年5月29日に開催された土木学会第66回通常総会における特別講演「エネルギーと土木技術とのかかわり合い」（三村1980）を選んだ。講演者の三村誠三（敬称略）は、当時、東京電力（株）常務取締役・建設部長、前土木学会副会長を務めた電力土木技術者であった。

その人柄は温厚、誠実で、その「飾り気のない日常」は、後輩にひとしく敬愛された（藤井1982）。

1973（昭和48）年、第四次中東戦争の際、アラブ産油国がアメリカやオランダなどのイスラエル支持に対抗して原油の減産や値上げを行い、世界経済に大きな影響を及ぼした（第一次オイルショック）。1978年のイラン革命による原油価格の急騰は、第二次オイルショックをもたらした。国際的な石油事情悪化の中、本特別講演当時の日本は、新たな資源・エネルギー戦略を必要としていた。

通商産業省による「第五次発電水力調査」（1980～85年度）では、従来の調査では技術的・経済的な理由から対象とならなかった中小規模水力地点が、純国産エネルギー開発という観点から再評価された。

三村は、本特別講演（1980年）で、同調査にふれて、「第二次大戦後におけるスケールメリットによる経済性の向上が当時の経済発展の大きな要素となっており、土木関係もスケールメリットによって大きな成果をあげてきた」が、「今後、中小規模水力を多数開発するとなると、小断面トンネルの掘削技術や、設計の標準化など今までと方向を異なる技術の開発が望まれる」との見解を示した。「第五次発電水力調査」の報告書である『水力開発地点計画策定調査報告書』（通商産業省資源エネルギー庁公益事業部、1986年6月）には、導水路トンネル工事におけるTBM（トンネル掘削機）の転用や小断面急速施工法など新技術の採用による施工合理化、水圧管路工事におけるFRP管（強化プラスチック管）など新材料の使用、水車発電機等の機器の標準化・簡素化など、三村の見解を発展させた提案が示された。

この少し前、三村はまさに「スケールメリット」の集大成の一つである梓川および高瀬川の水力再開発で陣頭指揮にあたっていた。この再開発では、大ダムや揚水発電所を組合せた総合的な電力開発が行われた。新たに開発された約220万kWは、原子炉約2基分の電力に相当する。しかし、ダムをつくるためには、条件に合うダムサイト地点を選定する必要があるが、この頃には有望な未開発水力地点が少なくなっていた。それゆえ、三村は、経産省の「第五次発電水力調査」に沿って、中小開発に必要な技術開発の必要性を説いた。時代の要請に合わせた柔軟な方向転換は、技術開発や技術革新（イノベーション）の必須要件といえる。

1Fの放水トンネルは中断面トンネル（10～50m²未満）であり、小断面トンネル（3～10m²未満）ではないが、想像していたより小規模に感じるトンネルのセグメントとシールド機械の断面をみて、筆者には、技術者が連綿と繋げてきた努力が目の前の処理水技術につながっているように思われた。

また、本講演は、中小水力開発のほか、揚水発電所、地熱開発、エネルギーの貯蔵・変換・輸送に関する調査研究の必要性についても詳述されている。

福島県に関しては「首都圏を需要地に持っている東京電力では、増大する首都圏の電力需要に対し、県内での発電所の建設が環境問題などでほとんど不可能に近くなつたこともあって、遠く福島県や新潟県に新規電源を求めるを得ない状況である」と述べるとともに、「原子力にしろ地熱にしろ、環境・立地等の問題で開発に対して国民のコンセンサスを得ることが極めて難しい現状である」と指摘している。

三村は、土木学会誌第58巻第1号の「特集・地域社会と土木技術」の中で、梓川や高瀬川等の大規模水力再開発を例に、「もともと水力開発は、地域住民との密接な関係のうえに成立っている事業であるから、水力技術者としてはこれらの声を率直に受止め、積極的に対策を講ずる必要がある」と述べた（三村 1973）。この地域住民との対話を重視する姿勢は、水力開発だけでなく、地域資源を活用するすべてのエネルギー開発に必要といえる。

4. おわりに—第9回福島第一廃炉国際フォーラムに向けて

2025年8月3日～4日の2日間、福島県内の2自治体で、第9回福島第一廃炉国際フォーラムが開催される。DAY1は、「地元の皆様と考える1F廃炉」（葛尾村）、DAY2は、「技術専門家と考える1F廃炉」（いわき市）をテーマとする。DAY2に、「TMI-2における成功体験：運転文化からDDD（除染・解体・デヒューエリング）文化への移行」という講演が予定されている。TMI-2とは、1979年にアメリカ合衆国ペンシルベニア州で発生したシリーマイル島原子力発電所2号機の原子力事故のことである。講演者は、ゴードン・R・スキルマン（独立原子力コンサルタント）。TMI-2の事故発生時、氏は即座に対応した人物の一人として、TMI-2の安定化と浄化に7年間携わった。TMI-2で回復支援（recovery）エンジニアリングのマネージャーを務め、後に燃料除去（defueling）マネージャーも務めた。（第9回福島第一廃炉国際フォーラム事務局 2025）

電力の在り方は、都市・地域・国土の在り方を規定する。廃炉との関わりは、福島県や県内の地方自治体だけでなく、首都圏や国土全体の在り方や文化に新たな変容をもたらすであろう。

未知なる変容はときには人をすぐませる。希望ではなく、疑心暗鬼が生まれることもある。だからこそ、地道な対話を繰り返す視察ツアーや国際フォーラムのような企画が重要となる。このとき、技術者自身が語り、聞き、こたえながら、市民・住民とともに地域の未来創生の一助を担っていくことは、大きな意義があると考える。

謝辞

本稿の執筆にあたり、菅野クニ様、田中俊一先生、峯村明彦先生、放射線リスクコミュニケーション相談員支援センター、東京電力ホールディングス株式会社福島第一廃炉推進カンパニーの皆様には、車座意見交換会を通して、多大なるご教示およびご支援をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 堀川洋子 2014. 資源・エネルギー問題、土木学会誌、99(5), 42-45.
- 佐々木葉 2013. 土木學會誌99巻をふりかえる、土木学会誌、98(11), 46-47.
- 三村誠三 1980. エネルギーと土木技術とのかかわり合い、土木学会誌、65(8), 6-13
- 藤井敏夫 1982. 故 元副会長 三村誠三氏のご逝去をいたむ、土木学会誌、67(10), 前付 7.
- 三村誠三 1973. 水力開発の今日的意義、土木学会誌、58(1), 40-41.
- 第9回福島第一廃炉国際フォーラム事務局 2025. 第9回福島第一廃炉国際フォーラム. <https://ndf-forum.com/> (2025年7月29日閲覧)



図1 東京電力廃炉資料館外観
(2025年3月3日筆者撮影)



図2 シアター上映の様子
(2025年3月3日筆者撮影)

復興農学会

2024年度

第4回 復興農学研究会

THE 4th ANNUAL MEETING OF THE SOCIETY OF RESILIENCE AGRICULTURE



日時：2025年3月15日（土）10:00～16:30

場所：福島大学講義棟M21教室/M22教室

およびオンライン（Zoom）

主催：復興農学会

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

■□■ 全体議事次第 ■□■

日程 2025年3月15日(土) 10時00分~16時30分
 場所 福島大学講義棟(M棟)
 事務局 〒960-1296 福島市金谷川1 福島大学食農学類
 運営委員長:新田洋司 運営委員:石井秀樹・Djedidi Salem
 参加費 2,500円(対面・リモート).
 受付 福島大学講義棟M棟1階入口

全体タイムテーブルなど

全体スケジュール

09:30 -	開場・受付
10:00 - 11:30	口頭発表
11:30 - 12:15	昼食休憩
12:15 - 13:15	ポスターセッション
13:30 - 15:00	シンポジウム(基調講演+議論)
15:30 - 16:30	総会

企画シンポジウム (13:30~15:00)

テーマ: 『熊本地震と豪雨のダブル災害からの復興 - 緑のDX流域治水の取り組み -』

> 基調講演 (13:30-14:30)
古田 尚也 (大正大学 学修支援センター 教授)
 発表題目: 「地域共創型集落IoT」による令和2年7月熊本豪雨からの復興

> フロア・ディスカッション[進行: 溝口勝 (東京大学大学院農学生命科学研究科 教授)] (14:30~15:00)

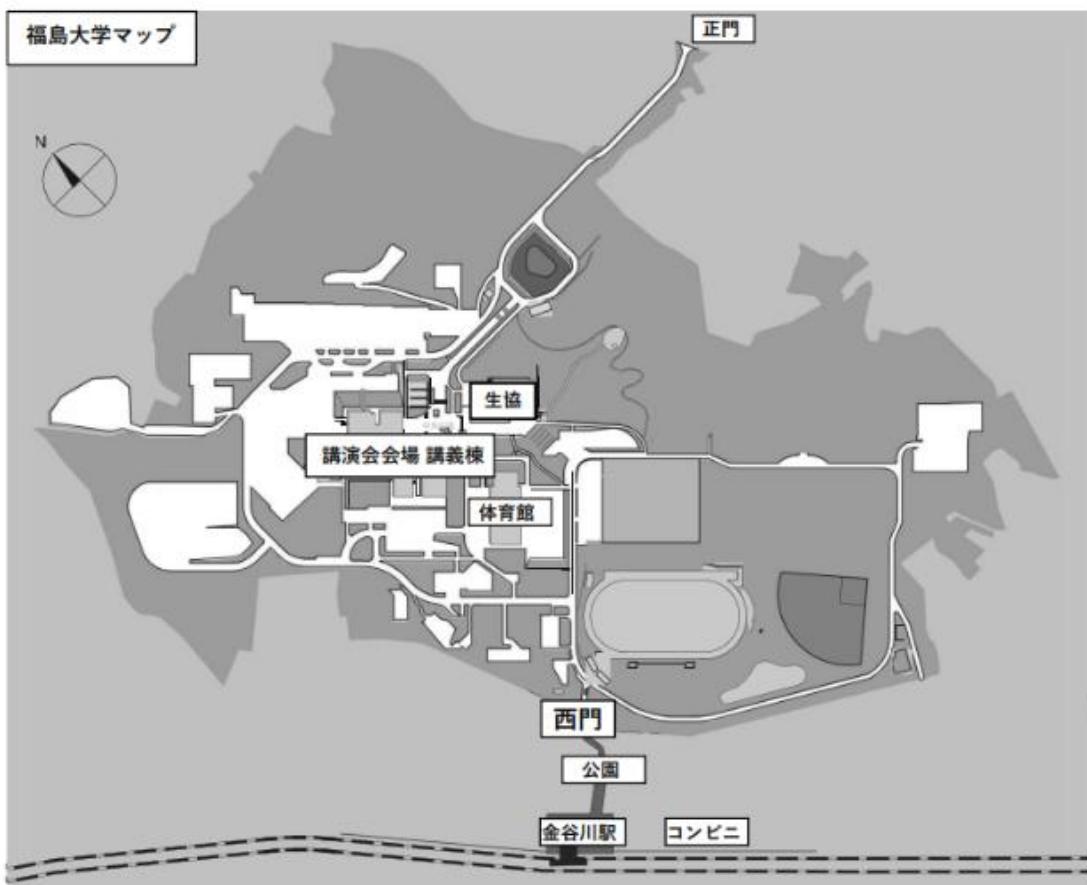
■ 口頭発表への参加(視聴含む)について
 > 申込フォーム: <https://x.gd/nnPoo>
 * Googleフォームによる参加申込が不可能な場合にはEmailにてお問い合わせください.
 > 参加費:[個人]2,500円 [団体]5,000円

■ シンポジウム参加について
 > 参加費: 無料
 > ハイブリッド開催
 > Zoom情報:
<https://x.gd/yPFnq>
 ミーティング ID: 854 6650 2499
 パスコード: 068968

【連絡・問合せ】 担当者: 石井秀樹
 Email: ishii.h[at]agri.fukushima-u.ac.jp

学会公式ウェブサイト・研究会特設ページ
<http://fukkou-nougaku.com/conf/>

■□■ アクセス ■□■



- 福島大学へはなるべく下記の交通をご利用ください。なお、「JR 金谷川（かなやがわ）駅」と福島大学との間や福島大学の周辺は、バス・タクシーや飲食店・店舗が限られます。ご注意ください。
- 福島大学構内には講演会参加者等の一般車用駐車場はありますが、駐車は有料です。詳しくは福島大学ホームページをご覧ください。
- 「JR 福島駅」より JR 東北本線で郡山方面行きに乗車、「JR 金谷川駅」で下車（約 10 分）。その後、徒歩約 10 分。
- 電車の本数が 1 時間に 1~2 本程度と限られます。また、「JR 金谷川駅」は小さい駅で、切符購入ができる自動券売機も 1 台しかありません。混雑した場合、切符購入等に時間がかかる可能性があります。ご注意ください。「JR 福島駅」、「JR 金谷川駅」などでは、乗降の際、交通系 IC カード（Suica, PASMO, ICOCA など）を使うことができます。
- なお、「JR 郡山駅」から「JR 金谷川駅」までは JR 東北本線で約 40 分です。電車の本数は 1 時間に 1~2 本程度です。

口頭/ポスター
発表プログラム

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

- 09:30 開場 (現地およびZoom)
09:45 試写・事務連絡
09:55 開会の挨拶・趣旨説明・システム説明

口頭発表 第一会場 (M21教室)

時間	発表者	所属	発表方法
10:00	堀川洋子	(一社)いいたて結い農園、法政大学デザイン工学部 ゆるやかな村民参加による地場産品を使った料理開発 ～福島県飯館村大久保・外内地区の事例～	対面 (福島大学)
10:15	原田茂樹	福島大学食農学類 若者の農村居住条件の指標リスト化とそれを用いたアンケートによる福島大学学生の農村居住選好解析	対面 (福島大学)
10:30	杉野弘明	山口大学国際総合科学部 ニュースに見る農林水産物に対する感情の復興	対面 (福島大学)
10:45	落合康	東京大学農学部 貯留閑数法を用いた飯館村松塚土壤博物館の水位変化メカニズムの解明	リモート
11:00	小高慎太郎・石橋由朗	東京大学農学部 福島県飯館村にて実施したホップ栽培とクラフトビール醸造	リモート
11:15	畠上太陽・古橋賢一・海津裕・満口勝	東京大学大学院農学生命科学研究科 バイオ炭と畜糞堆肥を基材としたペレット成形技術の開発	リモート

口頭発表 第二会場 (M22教室)

時間	発表者	所属	発表方法
10:00	満口勝	東京大学大学院農学生命科学研究科 中山間地域の通信インフラ整備 ～飯館村におけるフィールドWi-Fi拡張実験～	対面 (福島大学)
10:15	渥美元哉・大川泰一郎	東京農工大学農学部 客土の貧栄養土壤におけるモンスターライス系統のバイオマス生産に及ぼす有機質肥料の影響	対面 (福島大学)
10:30	野田坂秀陽・満口勝	東京大学大学院農学生命科学研究科 画像分析を用いたソバの成長速度評価と関連遺伝子の探索	対面 (福島大学)
10:45	登尾浩助・井上光弘・青木伸輔	明治大学農学部・鳥取大学乾燥地研究センター・香川大学農学部 圃場飽和透水係数 (Kfs) の簡易測定法	対面 (福島大学)
11:00	関根彩子・Fawibe Kehinde O・千野裕之・秋池 千葉大学園芸学部・千葉大学園芸学研究科・株式会社大林組・ 優子・八塙晶子・Miwa YASHIMA	株式会社大林組・株式会社大林組・千葉大学園芸学研究科 飯館村長泥地区の再生利用実証事業の迤へい土によるマメ科野草クズの窒素無機化特性と肥料効果	対面 (福島大学)
11:15	Fawibe Kehinde Oluwaseyi・Hiroyuki Chino・ Yuko Akiike・Shoko Yashio・Miwa Yashima	千葉大学園芸学研究科・株式会社大林組・株式会社大林組・ Impact of rice husk biochar on greenhouse gas emissions and soil fertility of decontaminated soil of Iitate, Fukushima	対面 (福島大学)

～ 昼休憩 (11時30分～12時15分) ～

ポスター発表 (M22教室)

時間	発表者	所属	発表方法
12:15	サレムチディディ・大津直子・横山正	福島大学食農学類・東京農工大学農学部・福島大学食農学類	対面 (福島大学)
	黒麹菌ベース土壤改良による放射性セシウムがイネへの移行に及ぼす影響		
12:30	星野太杜・仁科頼俊・水口雅久・空井維月・加藤信行	大田原高校	対面 (福島大学)
	放射能濃度に対する野生キノコの生育環境と調理方法の影響分析		
12:45	後藤敦哉・相田陵太・白井修人・加藤信行	大田原高校	対面 (福島大学)
	高校生視点から見た復興の定義 ～飯館村における実地研修の影響～		
13:00	折井孝浩・開沼博	大田原高校・東京大学情報学環	対面 (福島大学)
	福島第一原発事故の除去土壤問題におけるメディア報道の特徴と認知度への影響		

- 13:30 シンポジウム『熊本地震と豪雨のダブル災害からの復興—緑のDX流域治水の取り組みー』
基調講演:古田尚也 (大正大学 学修支援センター教授)
「地域共創型集落IoT」による令和2年7月熊本豪雨からの復興
フロア・ディスカッション(進行:満口勝 教授(東京大学大学院農学生命科学研究科))

15:30 総会、情報交換会

THE 4th ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION OF RESILIENCE AGRONOMY
第4回復興農学研究会
農復興学会

■□■ 一般講演要旨集 ■□■



第一会場 (M21 教室)**10 時 00 分 堀川洋子 ((一社) いいたて結い農園, 法政大学デザイン工学部)**

『ゆるやかな村民参加による地場産品を使った料理開発 —福島県飯館村大久保・外内地区の事例—』

Development of a New Menu Using Local Produce by Relaxed Participation of villagers : A Case Study of Yosouchi Areas of Iitate Village, Fukushima Prefecture

筆者は、地域おこし協力隊としての活動の一環で、福島県飯館村大久保・外内地地区において、地区のおばあちゃんらと一緒に、飯館村産のエゴマとあぶくまもちを使った料理開発を行っている。特定の場所や時間に集まる打合せ形式ではなく、筆者が女性らの住宅を訪問したり、お互いがラインや電話でやりとりを行うなど、無理のない、ゆるやかな村民参加型の方法で進めることによって、ゆっくりではあるが着実な成果が得られている。

As part of my activities as a member of community-reactivating cooperator squad, I work with local grandmothers in Okubo and Yosouchi areas of Iitate Village, Fukushima Prefecture, to develop a new menu using Perilla and Abukumamochi glutinous rice produced in Iitate Village. Rather than by holding meetings at specific times and places, by visiting houses and communicating via LINE or phone, or by relaxed participation of villagers, we are getting steady results step by step.

キーワード : 飯館村, 村民参加, 料理開発

Keyword : Iitate Village, participation of villagers, developing a new menu

10 時 15 分 原田茂樹 (福島大学 食農学類)

『若者の農村居住条件の指標リスト化とそれを用いたアンケートによる福島大学学生の農村居住選好解析』

The index listing showing the conditions necessary for youth to realize farm village residence based on the questionnaires for Fukushima university students and subsequent analyses aiming to clarify their preferences

農業における最大の課題である後継者問題の解決と福島県浜通りの避難指示解除区域の復

旧・復興のためには、若者の農村居住選好の明確化が必須である。飯舘村を対象地とした福島大学協働プロジェクトの参加者が抽出した若者の農村居住条件を表す19の指標を用い、福島県出身者が4割を占める福島大学生に3つの時期（R3後期-R4後期、R5後期、R6後期）に全442人にアンケートを行った。各指標の重要度（5件法）の平均値と、因子抽出結果を集団ごとに比較し、若者の農業に対する考え方や居住選好を形成する要因を解析した。「農村居住の場合も利便性は重要である」が「農村・農業の多面的機能を評価」する若者の意識構造、「農業＝栽培」「農村居住＝農業従事」と限定しない若者の意識が示された。農業に関わる仕事についての多義的な意味を指標で適切に表すこと・多面的機能の評価をより明確にとらえる指標開発・他地域学生や被災地での活動を行う学生へのアンケート調査が今後の課題である。

The lack of farming successor is one of the biggest problems in the farm village area. As a part of Fukushima University KYODO project, we performed brainstorming and fieldwork (at Iitate-mura) and made 19 index lists showing conditions and preferences of youth for selecting farm village as residential area. Via questionnaire done for Fukushima University students, evaluation of subjective importance of each index and resulting factor structure analyses were done. Together with the population of whole questionnaire respondent (n=442), four sub-populations considering the differences in gender and familiarity with Iitate-mura were set. Seeing the significance of the 19 indices simply, agriculture and the farm village residence do not seem to have linkage in the consciousness structure of the youth. However, the factor analyses revealed that the youth does not regard a farm village only as a place for cultivation a farm village and catches a purpose of living versatiley. These results together with the questionnaire for the other populations are expected to contribute to the planning of farm village area activation.

キーワード：若者の農村居住選好リスト、因子分析、アンケート

Keyword : index list for the youth to realize farm village residence, factor analyses, questionnaire

10時30分 杉野弘明（山口大学 国際総合科学部）／八木信行（東京大学大学院農学生命科学研究科）

『ニュースに見る農林水産物に対する感情の復興』

Tracing Emotional Recovery of Agricultural and Fishery Products Through News Analysis

2011 年の原発事故から 14 年が経過する中、福島県産農林水産物の復興は重要な課題として取り組まれてきた。本研究では、メディアが発信してきたニュースアーカイブを対象にテキストマイニングと感情分析を行い、報道における感情や心理の変化を時系列で可視化することで、復興の変遷と到達点を理解することを目的とする。そして、行政施策等の影響を検討することで、今後の効果的なマーケティング施策への示唆を提供する。

Over the 14 years since the 2011 nuclear accident, the recovery of agricultural, forestry, and fishery products from Fukushima Prefecture remains a critical challenge. This study aims to analyze the evolution of public sentiment and perceptions by applying text mining and sentiment analysis to news archives. By visualizing these changes over time, it seeks to provide a deeper understanding of the recovery process and its current state. Additionally, by examining the impact of government policies and initiatives, this research offers valuable insights for the development of more effective marketing strategies.

キーワード：感情分析、テキストマイニング、メディア・コミュニケーション

Keyword : Sentiment Analysis, Text-mining, Media Communication

10 時 45 分 落合康 (東京大学農学部)

『貯留閑数法を用いた飯館村松塚土壤博物館の水位変化メカニズムの解明』
Elucidation of the mechanism of water level change at the Matsuzuka Soil Museum in Iitate village using the storage function method

飯館村にある松塚土壤博物館は、客土と心土の土層を観察できる観察坑を保存しているが、暗渠があるにも関わらず大雨時には地下水位が上昇し水没してしまう。そこで、大雨時には暗渠から水が逆流しているのではないかという仮説を立て、雨量と地下水位のデータを年間通して取得し、それを用いて水位の予測モデルを作成した。その結果、逆流だけでは説明できない現象が起こっていることが明らかになった。

The Matsuzuka Soil Museum in Iitate village preserves an observation pit where visitors can observe the soil layers of the guest soil and heart soil, but despite the presence of a culvert, the groundwater level rises and submerges the museum during heavy rainfall. Therefore, we hypothesized that water might backflow through the culvert during heavy rainfall, obtained data on rainfall and groundwater levels throughout the year, and used them to create a predictive model of the water level. As a result, it became clear that a

phenomenon was occurring that could not be explained by backflow.

キーワード：復興農学、水文学、暗渠排水

Keyword : resilience agriculture, hydrology, underdrainage

11時00分 小高慎太朗（東京大学農学部）／石橋宙郎（東京大学農学部）

『福島県飯館村にて実施したホップ栽培とクラフトビール醸造』

Hop cultivation and craft beer brewing conducted in Iitate Village, Fukushima Prefecture

東京大学農学部の学生有志による「飯館村ホッププロジェクト」は、東日本大震災・福島第一原発事故からの復興支援を目的に、耕作放棄地の再生と地域ブランドの確立を通じた関係人口の創出を目指している。2024年度には農地を整備し、ホップの栽培から収穫、クラフトビール醸造、販売までを実施し、地域資源を活かした新たな可能性を探った。本発表では今年度の活動概要と来年度の展望を述べる。

The "Iitate Village Hop Project," organized by volunteer students from the University of Tokyo's Faculty of Agriculture, aims to support recovery from the Great East Japan Earthquake and the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident by revitalizing abandoned farmland and establishing a regional brand to attract new community engagement. In 2024, the project involved land preparation, hop cultivation, harvesting, craft beer brewing, and sales, exploring new possibilities utilizing local resources. This presentation outlines the activities conducted this year and discusses prospects for the coming year.

キーワード：ホップ、クラフトビール、耕作放棄地

Keyword : Hop, Craft Beer, Abandoned Crop Fields

11時15分 畑上太陽（東京大学大学院農学生命科学研究科）／古橋賢一（東京大学大学院農学生命科学研究科）／海津裕（東京大学大学院農学生命科学研究科）／溝口勝（東京大学大学院農学生命科学研究科）

『バイオ炭と家畜ふん堆肥を基材としたペレット成形技術の開発』

Development of pellet molding technology using biochar and livestock manure compost as

base materials

本研究は、農業機械散布に耐えうる物理的特性を持つ、鶏ふん堆肥とバイオ炭を混合した有機肥料ペレットの安定的な生産技術の確立を目的とした。重量含水率を 20 % とし、堆肥とバイオ炭を重量比が 3:1 になるよう混合した原料のペレットが、最も良い生産・物理的特性を示した。ダイスの温度制御により、ダイス孔内での原料詰まりを抑制できることも示唆された。本研究が福島県飯館村の除染後農地の地力回復に貢献することが期待される。

We investigated a stable and reliable production method for an organic fertilizer pellet made from a blend of poultry manure compost and biochar, that possesses physical properties suitable for enduring the spreading process by agricultural machinery. Poultry manure compost and biochar were blended at varying weight ratios and moisture contents. The feedstocks were pelleted, and the production and physical properties of the pellets were measured. The best production and physical properties were achieved when biochar comprised 25% of the blend by weight and the moisture content was maintained at 20%. Moreover, our results indicate that precise control of the die temperature prevents clogging during the pelleting process. We revealed an optimal material condition to produce pellets from poultry manure compost and biochar and a method to prevent clogging of the die. This research is expected to contribute to the restoration of soil fertility of decontaminated farmlands in Iitate village, Fukushima.

キーワード：堆肥ペレット, バイオ炭, 原料詰まり

Keyword : compost pellets, biochar, raw material clogging

第2会場 (M22教室)

10時00分 溝口勝 (東京大学大学院農学生命科学研究科)

『中山間地域の通信インフラ整備－飯館村におけるフィールド Wi-Fi 拡張実験』
Development of telecommunications infrastructure in mountainous areas-Field Wi-Fi Extension Experiment in Iitate Village-

福島県飯館村のオートキャンプ場は村外利用者も多い人気スポットである。しかし、周囲が山林に囲まれているために携帯電波が入らず、利用客から Wi-Fi を使いたいとの要望が

絶えなかった。本研究では、市販の屋外用 Wi-Fi 中継器をカスケード方式で繋ぎ既設の Wi-Fi をキャンプ場とイベント広場に拡張する実験を実施した。その結果、アンテナ間の木の枝や葉による障害物に注意すれば Wi-Fi を使えることがわかった。

The auto campsite in Iitate Village, Fukushima Prefecture, is a popular spot with many visitors from outside the village. However, because the campground is surrounded by forests, there is no cellular signal, and there have been constant requests from campers to use Wi-Fi. In this study, we conducted an experiment to extend the existing Wi-Fi to the campground and event plaza by connecting commercially available outdoor Wi-Fi transponders in a cascade method. As a result, it was found that Wi-Fi could be used if care was taken to avoid obstructions such as tree branches and leaves between the antennas.

キーワード：フィールド Wi-Fi, 中山間地域, 中継器

Keyword : Field Wi-Fi, mountainous area, repeater

10時15分 涪美元哉（東京農工大学農学府）／大川泰一郎（東京農工大学農学府）

『客土の貧栄養土壌におけるモンスターライス系統のバイオマス生産に及ぼす有機質肥料の影響』

The Effect of Organic Fertilizer on the Biomass Production of Monster Rice lines in Low Fertility Soil

福島県富岡町現地拠点圃場(宮農再開2年目)において化学肥料区(窒素量0, 4, 8 kg/10a)と有機質肥料区(窒素量4 kg/10a)を設け、モンスターライス(MR)系統と標準品種(コシヒカリ, タカナリ)のバイオマス生産過程を比較検討した。MR系統では有機質肥料区のバイオマス増加速度が大きく、化学肥料区に比べ有意に高いバイオマス生産量を示した。MR1は深根性など根系の発達が要因として考えられる。

We compared the biomass production of the Monster Rice (MR) lines and standard varieties (Koshihikari, Takanari) under chemical fertilizer applications (0, 4, 8 kgN/10a conditions) and organic fertilizer application (4 kgN/10a condition), in the Tomioka town, Fukushima (the 2nd year of farming restart). In the MR lines, the increase of biomass production in the organic fertilizer application was greater, and in MR1 it was significantly higher than in the chemical fertilizer application. This difference of response to organic fertilizer may be due to the large root biomass and the deep root system.

キーワード：有機質肥料、化学肥料削減、多収イネ

Keyword : Organic fertilizer, Reducing chemical fertilizer, High yield rice

10時30分 野田坂秀陽（東京大学大学院農学生命科学研究科）／溝口 勝（東京大学大学院農学生命科学研究科）

『画像分析を用いたソバの成長速度評価と関連遺伝子の探索』

Evaluation of buckwheat growth rate using image analysis and exploration of related genes

福島県飯館村では、帰村した村民によるソバ栽培が行われているが、収量が低く、特に無限花序性により収穫期の判定が難しい。そこで、有限伸育性に関連する遺伝子を特定するため葉の成長速度の評価と QTL 解析を行った。436 株のソバ個体を数日おきに 8 回撮影。画像解析で葉の増加率を算出し、SNP データと QTL 解析を実施した。その結果、特定の染色体に目的とする遺伝子が存在する可能性が示唆された。

In Iitate Village, Fukushima, returning residents have been cultivating buckwheat, but its yield remains low, particularly due to its indeterminate inflorescence, making harvest timing difficult. To identify genes related to determinate growth, we evaluated leaf growth rates and conducted QTL analysis. A total of 436 buckwheat plants were photographed eight times at intervals. Image analysis calculated leaf area growth rates, and SNP data were used for QTL analysis. The results suggested the presence of target genes on specific chromosomes.

キーワード：画像解析、QTL 解析、ソバ

Keyword : Image analysis、QTL analysis、Buckwheat

10時45分 登尾浩助（明治大学農学部）／井上光弘（鳥取大学乾燥地研究センター）／青木伸輔（香川大学農学部）

『圃場飽和透水係数（Kfs）の簡易測定法』

Simple method for measuring field saturated hydraulic

降雨に伴う災害に大きく関与しする原位置における土壤透水性は、圃場飽和透水係数(Kfs)

と呼ばれ、降水がどの程度土壤中に侵入するかの目安となる。Kfs は場所によって変動するので、多くの場所で測定する必要がある。我々は安価かつ簡易に Kfs を測定する方法を開発したので紹介する。土壤表面から鉛直に挿入した円筒内に満たした水の時間的水位変化から Kfs を決定した。経時的水位変化はマイコンで制御した安価なレーザー距離計で測定し、SD カードに記録した。

The in-situ soil permeability, called the field saturated hydraulic conductivity (Kfs), is a measure of the extent to how much precipitation enters the soil. We developed an inexpensive and simple method to measure Kfs, determined from the temporal change of the water depth in a cylinder inserted vertically from the soil surface. The temporal water depth changes were measured by an inexpensive laser rangefinder controlled by a microcomputer and recorded on an SD card.

キーワード：災害、土壤特性、マイコン

Keyword : disaster, soil properties, microcomputer

11時00分 関根彩子（千葉大学園芸学部）／Fawibe Kehinde O（千葉大学）／千野裕之（株式会社大林組）／秋池優子（株式会社大林組）／八塩晶子（株式会社大林組）／Miwa YASHIMA（千葉大学）

『飯館村長泥地区の再生利用実証事業の遮へい土による マメ科野草クズの窒素無機化特性と肥料効果』

Nitrogen mineralization properties and fertilizer effect of Kudzu in the cover soil used in the farmland recovery project in Nagadoro, Iitate Village

マメ科の多年草クズ (*Pueraria lobata*) は除去困難雑草であるが窒素含有量が高く肥料利用の可能性がある。飯館村長泥地区の再生利用実証事業で農地造成に用いられる遮へい土を用い (1) クズ植物体の土壤中の無機化試験、(2) 肥料効果検討のためコマツナのポット栽培試験を行った。クズ植物体中の全窒素は 56 日で 19%~29%が無機化された。クズ施用によりコマツナ地上部の窒素吸収や土壤透水性が改善した。

Kudzu (*Pueraria lobata*), a perennial legume, is a weed that is difficult to remove, but its high nitrogen content has the potential for fertilizer use. Using the cover soil used for farmland recovery test site Nagadoro area of Iitate-village, we conducted (1) mineralization tests of Kudzu (plant matter) in the soil and (2) pot cultivation tests of Komatsuna to

investigate the effect as fertilizers. Total nitrogen in the Kudzu (leaf blade only / whole leaf) was mineralized 19% (leaf blade)~29% (whole leaf) in 56 days. Nitrogen uptake to above-ground Komatuna and soil permeability were improved by the application of Kudzu.

キーワード：クズ、窒素無機化、長泥地区遮へい土

Keyword : Kudzu, Nitrogen mineralization, Nagadoro Cover soil

11 時 15 分 Fawibe Kehinde Oluwaseyi (Graduate School of Horticulture, Chiba University) / Hiroyuki Chino (Obayashi Corporation) / Yuko Akiike (Obayashi Corporation) / Shoko Yashio (Obayashi Corporation) / Miwa Yashima (Graduate School of Horticulture Chiba University)

『Impact of rice husk biochar on greenhouse gas emissions and soil fertility of decontaminated soil of Iitate, Fukushima』

Soil fertility restoration of decontaminated low-fertile soil of Fukushima after Fukushima Daiichi nuclear disaster has been increasingly considered as an important approach to ensuring food security in the region. The high use of inorganic fertilizer for soil nutrient improvement has been considered as a non-sustainable practice; hence soil amendment that can promote fertility without adverse effect on the environment is needed. This study aimed to determine the effect of different application rates of rice husk biochar on greenhouse gas production from soil and soil fertility of the Iitate. Results showed that net nitrogen (N) mineralization and cumulative N availability were significantly influenced by both biochar type and application rate. However, cumulative N₂O production were affected by biochar type but not biochar rate. In contrast, total CO₂ production were significantly impacted by both biochar type and rate, which could be attributed to plant root and microbial respiration. In conclusion, biochar application has the potential to reduce N₂O emissions while increasing CO₂ emissions in the short term, thereby contributing to both climate mitigation and soil health improvements

キーワード：バイオ炭、温室効果ガス排出、除染土壤

Keyword : Biochar, Greenhouse gas emission, Decontaminated soil

第4回 復興農学研究会

THE 4th ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION OF RESILIENCE AGRONOMY

Regional Resilience and Co-creation through Digital Transformation

DXで挑む地域の 共創と復興

2025年 3月15日(土)
10:00 ~ 16:30

[開催会場]
福島大学講義棟 M21教室/M22教室
*本会はハイブリッド開催となります。リモート(Zoom)でのご参加をご希望の方は下記フォームからお申込み下さい。後日、登録された連絡先宛にアクセス情報をお知らせ致します。

全体スケジュール

- 09:30 - 開場・受付
- 10:00 - 11:30 口頭発表
- 11:30 - 12:15 昼食休憩
- 12:15 - 13:15 ポスターセッション
- 13:30 - 15:00 シンポジウム(基調講演+議論)
- 15:30 - 16:30 総会



■ 口頭発表への参加(視聴含む)について
 > 申込フォーム：<https://x.gd/nnPoo>
 * Googleフォームによる参加申込が不可能な場合にはEmailにてお問い合わせください。
 > 参加費:[個人]2,500円 [団体]5,000円

■ シンポジウム参加について
 > 参加費：無料
 > ハイブリッド開催
 > Zoom情報：
<https://x.gd/yPFnq>
 ミーティング ID: 854 6650 2499
 パスコード: 068968



企画シンポジウム (13:30~15:00)

テーマ：『熊本地震と豪雨のダブル災害からの復興－緑のDX流域治水の取り組み－』

> 基調講演 (13:30~14:30)

古田 尚也 (大正大学 学修支援センター 教授)

発表題目：「地域共創型集落IoT」による令和2年7月熊本豪雨からの復興

> フロア・ディスカッション [進行：溝口勝 (東京大学大学院農学生命科学研究科 教授)] (14:30~15:00)

【連絡・問合せ】 担当者：石井秀樹
 Email: ishii.h[at]agri.fukushima-u.ac.jp

学会公式ウェブサイト・研究会特設ページ
<http://fukkou-nougaku.com/conf/>



口頭/ポスター
発表プログラム

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

- 09:30 開場 (現地およびZoom)
09:45 試写・事務連絡
09:55 開会の挨拶・趣旨説明・システム説明

口頭発表 第一会場 (M21教室)

時間	発表者	所属	発表方法
10:00	堀川洋子 ゆるやかな村民参加による地場産品を使った料理開発 -福島県飯館村大久保・内外地区の事例-	(一社)いいたて結い農園、法政大学デザイン工学部	対面 (福島大学)
10:15	原田茂樹 若者の農村居住条件の指標リスト化とそれを用いたアンケートによる福島大学学生の農村居住選好解析	福島大学食農学類	対面 (福島大学)
10:30	杉野弘明 ニュースに見る農林水産物に対する感情の復興	山口大学国際総合科学部	対面 (福島大学)
10:45	落合康 貯留閑数法を用いた飯館村松塚土壤博物館の水位変化メカニズムの解明	東京大学農学部	リモート
11:00	小高慎太郎・石橋由朗 福島県飯館村にて実施したホップ栽培とクラフトビール醸造	東京大学農学部	リモート
11:15	畑上太陽・古橋賢一・海津裕・溝口勝 バイオ炭と家畜ふん堆肥を基材としたペレット成形技術の開発	東京大学大学院農学生命科学研究科	リモート

口頭発表 第二会場 (M22教室)

時間	発表者	所属	発表方法
10:00	溝口勝 中山間地域の通信インフラ整備 -飯館村におけるフィールドWi-Fi拡張実験-	東京大学大学院農学生命科学研究科	対面 (福島大学)
10:15	渥美元哉・大川泰一郎 客土の貧栄養土壤におけるモンスターライス系統のバイオマス生産に及ぼす有機質肥料の影響	東京農工大学農学府	対面 (福島大学)
10:30	野田坂秀陽・溝口勝 画像分析を用いたソバの成長速度評価と関連遺伝子の探索	東京大学大学院農学生命科学研究科	対面 (福島大学)
10:45	登尾浩助・井上光弘・青木伸輔 圃場飽和透水係数 (Kfs) の簡易測定法	明治大学農学部・鳥取大学乾燥地研究センター・香川大学農学部	対面 (福島大学)
11:00	関根彩子・Fawibe Kehinde O・千野裕之・秋池 優子・八塙晶子・Miwa YASHIMA 飯館村長泥地区の再生利用実証事業の遮へい土によるマメ科野草クズの窒素無機化特性と肥料効果	千葉大学園芸学部・千葉大学園芸学研究科・株式会社大林組・ 株式会社大林組・株式会社大林組・千葉大学園芸学研究科	対面 (福島大学)
11:15	Fawibe Kehinde Oluwaseyi・Hiroyuki Chino・ Yuko Akiike・Shoko Yashio・Miwa Yashima Impact of rice husk biochar on greenhouse gas emissions and soil fertility of decontaminated soil of litate, Fukushima	千葉大学園芸学研究科・株式会社大林組・株式会社大林組・ 株式会社大林組・千葉大学園芸学研究科	対面 (福島大学)

～ 昼休憩 (11時30分～12時15分) ～

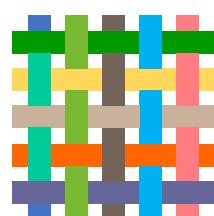
ポスター発表 (M22教室)

時間	発表者	所属	発表方法
12:15	サレムチディディ・大津直子・横山正 黒麹菌ベース土壤改良による放射性セシウムがイネへの移行に及ぼす影響	福島大学食農学類・東京農工大学農学府・福島大学食農学類	対面 (福島大学)
12:30	星野太杜・仁科頼俊・水口雅久・室井雄月・加藤信行 放射能濃度に対する野生キノコの生育環境と調理方法の影響分析	大田原高校	対面 (福島大学)
12:45	後藤敦哉・相田陵太・白井修人・加藤信行 高校生視点から見た復興の定義～飯館村における実地研修の影響～	大田原高校	対面 (福島大学)
13:00	折井孝浩・開沼博 福島第一原発事故の除去土壤問題におけるメディア報道の特徴と認知度への影響	大田原高校・東京大学情報学環	対面 (福島大学)

- 13:30 シンポジウム『熊本地震と豪雨のダブル災害からの復興-緑のDX流域治水の取り組み-』
基調講演:古田尚也 (大正大学 学修支援センター 教授)
「地域共創型集落IoT」による令和2年7月熊本豪雨からの復興
フロア・ディスカッション(進行:溝口勝 教授(東京大学大学院農学生命科学研究科))

15:30 総会、情報交換会





復興農学会

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

復興農学会 総会 議事

日時 2025年3月15日（土）
15時45分（シンポジウム終了後）～16時30分（予定）

会場 福島大学講義棟M棟（M3室）

議事

【報告事項】

- I. 2024年度会務報告
- II. 2024年度会計報告
- III. その他

【審議事項】

- I. 2025年度事業計画（案）
- II. 2025年度予算（案）
- III. その他

【その他】

- I. その他

【報告事項】

I. 2024年度会務報告

1. 幹事会

幹事会が下記の7回開催された。本学会の運営、学会誌の編集・発行について議論・調整し、知見・実績の共有などを行った。

2024年4月9日（火）、6月11日（火）、8月6日（火）、10月8日（火）、12月10日（火）

2025年2月4日（火）、3月10日（月）

2. 総会

日時 2025年3月15日（土）15時30分～16時00分
会場 福島大学講義棟M棟

3. 研究会

日時 2025年3月15日（土）10時00分～13時15分
主催 復興農学会第4回研究会運営委員会（委員長：新田 洋司 福島大学教授）
会場 福島大学講義棟M棟（M21室・M22室）・一部Webシステム「Zoom」併用

4. シンポジウム

テーマ 熊本地震と豪雨のダブル災害からの復興一線のDX流域治水の取り組み
日時 2025年3月15日（土）13時30分～15時00分
主催 復興農学会第4回研究会運営委員会（委員長：新田 洋司 福島大学教授）
会場 福島大学講義棟M棟（M21室）・一部Webシステム「Zoom」併用
基調講演 「地域共創型集落IoT」による令和2年7月熊本豪雨からの復興
古田 尚也 氏（大正大学 学修支援センター 教授）
オーガナイザー 溝口 勝 氏（東京大学大学院農学生命科学研究科 教授・復興農学会 会長）

5. 会員数および入・退会等状況

会員数

	研究者	その他	計
大学等	87	1	88
法人等	3	2	5
省庁・都道府県・自治体等	3	1	4
企業・団体等	4	1	5
その他	0	0	0
計	97	5	102

注：2022年度以降の年会費納入者。重複なしの実数。うち2名

は2024年度限りで退会予定。2025年3月5日現在。

6. 学会誌「復興農学会誌」の編集・発行

(1) 発行

2024年7月31日 第4巻2号発行。巻頭言、原著論文2報、現場からの報告3報、書評1報、第3回研究会講演要旨、他

2025年1月31日 第5巻1号発行。巻頭言、原著論文2報、現場からの報告2報、第4回研究会開催案内、他

(2) 審査

原著論文は2名が査読。

審査中の原著論文2報（2025年2月4日現在）。

(3) 編集委員会

委員長 内田 修司 教授（福島工業高等専門学校）

副委員長 安達 俊輔 准教授（東京農工大学）

委員 杉野 弘明 講師（山口大学）

7. 学会ロゴマークの決定

8. 幹事・監事、会長・副会長の選出

(1) 幹事・監事の選出

・幹事（10名）・監事（2名）

・Google フォーム利用 2025年3月16日（日）～28日（金）に投票、3月29日（土）に開票

・選挙管理委員会 選挙管理委員長：佐伯 爽 講師

(2) 会長・副会長の選出

・新幹事・新監事による幹事会の開催と会長・副会長の選出

幹事会を2025年4月4日（金）18時00分より開催。会長・副会長を選出。

II. 2024年度会計報告

（2024年4月1日～2025年3月31日（2025年3月5日現在））

1. 収入

項目	金額（円）	備考
前年度繰越金	12,228	
会費	130,000	2024年4月1日～2025年3月31日納付者（2025年3月7日現在） のべ65名
第3回研究会・総会運営委員会より返金	43,386	
広告	0	
計	185,614	

2. 支出

項目	金額（円）	備考
日本農学会2023年度分担金	37,750	
第4回研究会・総会補助	50,000	福島大学で2025年3月15日開催
学会ロゴマーク作成経費	20,000	謝金
事務経費	8,880	謝金（名簿管理・入力補助）@1,110円×8時間
次年度繰越金	68,984	
計	185,614	

III. 2024年度会計監査報告

Mon, 10 Mar 2025 08:05:12 +0900:
 r848@ipc.fukushima-u.ac.jp wrote:

2024年度会計監査報告について

復興農学会の2024年度の会計処理について、適正に実施されていると判断いたします。

関連する意見

- 1) 前年度の関連する意見として申し上げた会費の納入者について、延べ65名とのことですので、かなり改善されたと思われます。この中には複数年度にわたって前納のケースも含まれているのでしょうか。このあたりの情報もあると、会費納入の状況がよく理解できると思います。
- 2) これも前年度に申し上げたところですが、研究会・総会運営委員会への開催補助の出金について、2024年度の「会計の出納簿」の出金の備考欄にも「福島大学新田へ」とありますが、領収証にも記載されているように、福島大学食農学類の研究会・総会運営委員会が受領組織ですので、「福島大学新田を通じて研究会・総会運営委員会へ」あたりの記述でよいのではないかでしょうか。
- 3) 細かな話で恐縮ですが、振り込みの手数料の扱いについて、手続き上の基本方針を定めておくことが必要かもしれません。例えば日本農学会の分担金について、「会計の出納簿」では2023年度は「送金手数料」の165円が記載されていますが、2024年度には記載されていません（口座情報によれば、振り込みの料金などで660円のようです）。

生源寺眞一

Tue, 11 Mar 2025 07:11:53 +0000:
 uchidas@fukushima-nct.ac.jp wrote:

本日、3月11日に監査を実施し、出納簿と関連書類を精査いたしました。
 その結果、適正かつ正確に処理されていることを確認いたしました。

内田修司

IV. その他

【審議事項】

I. 2025年度事業計画（案）

1. 幹事会

原則、偶数月に開催予定。

2. 総会

第5回研究会開催時に開催予定。また、必要により開催。

3. 研究会

開催予定（2026年3月ごろを予定）。

4. シンポジウム

第5回研究会で開催時に開催予定。また、必要により開催。

5. 会員の拡大・勧誘について

本学会は、目的に賛同する市民、教育・研究関係者等を個人会員とし、目的に賛同する教育・研究機関、企業、団体、自治体等を団体会員としている。会員の拡大および勧誘の活動をお願いしたい。

6. 学会誌「復興農学会誌」の編集・発行

2025年7月（第5巻2号）、2026年1月（第6巻1号）に発行予定。

委員長 内田 修司 教授（福島工業高等専門学校）

副委員長 安達 俊輔 准教授（東京農工大学）

委員 杉野 弘明 講師（山口大学）

7. 日本学術会議協力学術研究団体への登録申請について

2021年2月16日付けで登録申請し、同3月14日付けで追加書類を提出したが、登録とはならなかった。2024年度に再度登録申請を検討していたが、要件である会員数（100名以上）が十分ではなく申請を見送っていた。2025年度に再度、登録申請予定。

II. 2025年度予算（案）

（2025年4月1日～2026年3月31日）

1. 収入

項目	金額（円）	備考
前年度繰越金	68,984	
会費	220,000	110名（2025年3月5日現在の会員数102名）
広告	25,000	1社
計	313,984	

2. 支出

項目	金額（円）	備考
日本農学会分担金	37,750	
ホームページ運用	100,000	学会ホームページの運用
事務経費	60,000	リモート会議等システムライセンス、Wi-Fi関係機器、文具、用紙、他
第5回研究会・総会開催補助	50,000	
予備費	66,234	
計	313,984	

III. その他

【その他】

I. 役員（2023～2024年度）

2024年4月9日（火）幹事会確認

幹事	会長	溝口 勝（東京大学）	(第6条第1項・第2項)
	副会長	大川 泰一郎（東京農工大学）	(第6条第1項・第2項)
		新田 洋司（福島大学）	(第6条第1項・第2項)
	(幹事長) 新田 洋司（福島大学）		(第6条第1項・第4項)
	学会誌担当	内田 修司（福島工業高等専門学校）（主任） 安達俊輔（東京農工大学） 杉野 弘明（山口大学）	機関誌編集
	企画担当	石井 秀樹（福島大学）（主任） 黒瀧 秀久（東北農林専門職大学） 登尾浩助（明治大学） 横山 正（福島大学）	シンポジウム・講演会・研究例会の企画
	涉外担当	小倉 振一郎（東北大学）（主任）	他学会・自治体・会社・団体等との連携
	教育研究資料担当	佐伯 爽（東海大学）（主任） (杉野 弘明（山口大学）)	成果・資料の収集・共有化
監事		内田 修司（福島工業高等専門学校） 生源寺 真一（日本農業研究所）	(第6条第1項・第5項)
事務局員		(今後検討)	
アドバイザリーボード		(今後検討)	

以上

復興農学会 会則

2020年6月29日制定

(名称)

第1条 本会は、復興農学会と称する。国内・外における自然災害・原子力災害等からの復旧・復興から得た農学・農業（農林水産業等）分野における知見・技術を、広く国内・外に発信していく学術的な非営利組織である。

(目的)

第2条 本会は、災害等からの復旧・復興に農学・農業分野で次の諸点で寄与することを目的とする。

- (1) 市民、教育・研究機関、企業、団体、自治体等の相互間の学術・技術・教育等の交流を進めること。
- (2) 市民、教育・研究機関、企業、団体、自治体等が復旧・復興にかかる事業で培った学術・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こと。
- (3) 市民、教育・研究機関、企業、団体、自治体等が学術・技術・教育等の成果を交え、広く国内・外で復旧・復興支援活動を進めること。

(事業)

第3条 本会は、上記の目的を達成するため、次の事業を行う。

- (1) 教育・研究活動の成果の共有
- (2) 共同事業の企画・推進
- (3) 研究会、シンポジウム等の開催
- (4) 教育・研究資料の収集・配布
- (5) その他、本会の目的を達成するために必要な事業

(会員)

第4条 本会の会員は、個人会員および団体会員で構成する。

- (1) 個人会員は、本会の目的に賛同する市民、教育・研究関係者等の個人とする。
- (2) 団体会員は、本会の目的に賛同する教育・研究機関、企業、団体、自治体等とする。

(経費および会費)

第5条 本会は事業を遂行するため、会員が下記の会費を前納するとともに、別途寄附金を受ける。

- (1) 個人会員 年額2,000円
- (2) 団体会員 年額4,000円

(役員)

第6条 本会に次の役員を置く。

幹事 若干名
監事 2名

2 幹事のうちから会長1名、副会長若干名を互選する。

復興農学会 会則

- 3 会長は本会を代表し、その業務を処理する。
- 4 副会長は、会長を補佐し、会長に事故あるときはその職務を代理し、会長が欠けたときはその職務を行う。副会長のうち1名は幹事長として、事務局業務を行う。
- 5 監事は、幹事の職務を監査し、事業および会計とそれらの報告等を監査する。
- 6 役員の任期は2年とする。ただし、再任を妨げない。

(総会)

第7条 総会は毎年1回会長が召集する。総会においては会則の改正、事業計画、予算および決算の承認、その他重要な事項を審議する。

- 2 総会の議決は出席者の多数決による。

(幹事会)

第8条 事業の円滑な運営を図るため、幹事会を設ける。

- 2 幹事会は、幹事をもって構成する。
- 3 幹事会は、必要に応じて会長が招集する。
- 4 幹事会は、会の重要事項について審議・決定し、執行する。
- 5 幹事会の議決は出席者の多数決による。

(事業および会計年度)

第9条 本会の事業および会計年度は、4月1日に始まり、3月31日に終わる。

(事務所)

第10条 本会の事務所は、会長の所属機関（または福島大学食農学類）に置く。なお、本会の総務の一部は福島大学食農学類が担当する。

福島大学食農学類所在地 〒960-1296 福島市金谷川1 電話番号 024-548-8364

附則

この会則は、2020年6月29日から施行する。

復興農学会 幹事および監事選考要領

2023年3月18日 制定

(幹事の業務)

第1条 本会は会則第6条にしたがい幹事を置く。幹事の業務は学会誌担当、企画担当、涉外担当、教育研究資料担当とする。幹事の任期は2年とし、任期始期は本会の事業年度と同じとする。

(幹事の選考)

第2条 幹事は会員の中より会員による選挙によって選考する。当面は10名とする。また、会長が必要と認め幹事会で承認された場合には、選挙で選出される幹事数の1割程度を限度として幹事を追加することができる。幹事は監事と兼ねることができる。

- 2 選挙はオンラインシステムで行う。会員は、オンライン上に提示された会員簿の中から当面は10名を選び、その名前を連記して投票する。ただし、同一人に2票以上を投票することはできない。なお、同一人に2票以上が投票された場合は1票と数える。
- 3 得票数が同じ場合は年長順により順位を定める。
- 4 幹事にその任期中に欠員が生じた場合は次点者を繰り上げる。
- 5 選挙は事務局員が管理し、開票は事務局員により行う。

(監事の業務)

第3条 本会は会則第6条にしたがい監事を置く。監事の任期は2年とし、任期始期は本会の事業年度と同じとする。

(監事の選考)

第4条 監事は会員の中より会員による選挙によって選考し、2名とする。監事は幹事と兼ねることができる。

- 2 選挙はオンラインシステムで行う。会員は、オンライン上に提示された会員名簿の中から2名を選び、その名前を連記して投票する。ただし、同一人に2票以上を投票することはできない。なお、同一人に2票以上が投票された場合は1票と数える。
- 3 得票数が同じ場合は年長順により順位を定める。
- 4 幹事にその任期中に欠員が生じた場合は次点者を繰り上げる。
- 5 選挙は事務局員が管理し、開票は事務局員により行う。

附則

この会則は、2023年3月18日から施行する。

復興農学会 学会賞規程

2023年3月18日 制定

(学会賞等)

- 第1条 本会は、国内・外における自然災害・原子力災害等からの復旧・復興から得た農学・農業（農林水産業等）分野における知見・技術を広く国内・外に発信し、学術、地域貢献等の活動において顕著な業績（論文、著書、資料等）をあげた会員に対して復興農学会賞を贈り、これを表彰する。業績は公表されるものとする。
- 2 本会は復興農学にかかる技術開発・普及・啓蒙に顕著な業績（論文、著書、資料等）をあげた会員に対して復興農学会技術賞を贈り、これを表彰する。業績は公表されるものとする。
 - 3 本会は復興農学にかかる学術等の発展に寄与する優れた業績（論文、著書、資料等）を復興農学会誌に発表し、さらに将来の発展を期待しうる会員に対し復興農学会学術奨励賞を贈り、これを表彰する。業績は公表されるものとする。ただし、会員の年齢は授賞年度の4月1日において満39歳以下とする。
 - 4 本会は復興農学会誌に発表された論文等の中で優れた業績の著者である会員に対して復興農学会論文賞を贈り、これを表彰する。業績は公表されるものとする。
 - 5 本会は研究会における優秀な発表に対して復興農学会優秀発表賞を贈り、これを表彰する。ただし、受賞者は授賞年度の4月1日において満35歳以下とする。
 - 6 復興農学会賞、復興農学会技術賞、復興農学会学術奨励賞、復興農学会論文賞、復興農学会優秀発表賞は、幹事会における審議にもとづいて会長がこれを決定する。ただし、年度により候補者、受賞者の該当がない場合もある。

(貢献賞)

- 第2条 本会は会務その他諸事業の遂行にあたり多大な貢献をした学会関係者に復興農学会貢献賞を贈り、これを表彰する。本賞は幹事会における審議にもとづいて会長がこれを決定する。

附則

この会則は、2023年3月18日から施行する。

復興農学会 会誌編集委員会規程

2020年10月5日 制定

(編集委員)

第1条 本会に会誌編集委員（以下「編集委員」という。）を置く。任期は2年とする。ただし、再任を妨げない。編集委員は会長がこれを委嘱する。

(編集委員会の組織)

第2条 復興農学会は会誌発行のため編集委員会を組織する。

(編集委員会)

第3条 会長は、編集委員の中から会誌編集委員長（「編集委員長」という。）を委嘱する。

(編集委員会の職務)

第4条 編集委員会は、会誌の内容、体裁、投稿規定、原稿執筆規定、投稿原稿の採否・審査、原稿の依頼など、会誌の編集・発行に関する業務・運営にあたる。編集委員会の業務・運営経過は、これを非公開とする。

第5条 編集委員長は、必要に応じ編集委員会を招集する。

復興農学会 会誌投稿規程

2020年10月5日 制定
2024年4月30日 一部修正

I. 総則

1.復興農学会誌は、国内・外における自然災害・人為災害（原子力災害等）からの復旧・復興から得た農学・農業（農林水産業等）分野における知見・技術を、原著論文・総説や解説記事として広く国内・外に発信する。本会誌は年2回（1月と7月）に発行する。

2.（投稿資格）筆頭著者またはCorresponding authorは、復興農学会第4条に規定する会員に限る。ただし依頼原稿については、その限りでない。

3.（著作権）本誌に掲載された論文、総説、解説等についての著作権は復興農学会に属する。

II. 原稿の種類

4.（投稿原稿）原著論文、総説、解説、オピニオン、現場からの報告、ニュース、資料、その他を設ける。

①原著論文

原著論文は、報文およびノートの2種類とし、いずれも他誌に未発表のものに限る。

- a) 報文：学術的で新規な知見、独創的な考察、あるいは価値ある事実を含むもの。
- b) ノート：新しい事実や、研究方法の改良などを含む短いもの。

原著論文の投稿は会員に限る。

②総説

研究の進歩の状況、現状、将来への展望などをまとめたもの、あるいは国内・外における自然災害・人為災害（原子力災害等）からの復旧・復興から得た農学・農業（農林水産業等）分野における知見・技術を「復興知」としてまとめたもの。

会員による投稿が原則であるが、編集委員会が企画して、投稿依頼をする場合がある。

③解説

基本的または応用的主題を分かり易く解説したもの、あるいは国内・外における自然災害・人為災害（原子力災害等）からの復旧・復興から得た農学・農業（農林水産業等）分野における知見・技術を「復興知」として分かりやすく解説したもの。

会員による投稿が原則であるが、編集委員会が企画して、投稿依頼をする場合がある。

④オピニオン

国内・外における自然災害・人為災害（原子力災害等）からの復旧・復興に関する提言、学会活動に関する意見発表、その他。

会員・非会員ともに投稿可能であるが、編集委員会の査読を受け、本学会の規定に沿わない場合は受理されない場合もある。

⑤現場からの報告

自然災害・人為災害（原子力災害等）からの復旧・復興に関する現場の人の活動、現場で活動する人の声、自然災害・原子力災害等からの復旧・復興に関する現地検討会（小中学校やその他の教育機関等での活動の紹介も含む）の報告等。

会員・非会員ともに投稿可能であるが、編集委員会の査読を受け、本学会の規定に沿わない場合は受理されない場合もある。

⑥ニュース

自然災害・人為災害（原子力災害等）からの復旧・復興に関するニュース等
会員・非会員ともに投稿可能であるが、編集委員会の査読を受け、本学会の規定に沿わない場合は受理されない場合もある。

⑦資料

自然災害・人為災害（原子力災害等）からの復旧・復興に関する調査、統計、写真等、資料的価値のあるもの。会員・非会員ともに投稿可能であるが、編集委員会の査読を受け、本学会の規定に沿わない場合は受理されない場合もある。

⑧その他

学会記事等、学会活動に必要なもの。

5.（依頼原稿） 国内・外における自然災害・人為災害（原子力災害等）からの復旧・復興から得た農学・農業（農林水産業等）分野における知見・技術情報を会員に提供するために、編集委員会が企画、依頼をする。依頼原稿の種類は総説、解説とする。

III.原稿の作成、送付および取り扱い

6.（原稿ファイル） 原稿は、本規程および別に定める原稿作成要領（別に定める）に従い、ワープロソフトや図表ソフトを使って作成する。

7.（原稿の送付） 原稿の送付は所定のウェブサイトから行う。原稿の基本情報を入力した後、上述のファイルを送信する。

8.（原稿受付日および掲載受理日） 原稿受付日は、所定のウェブサイトから送信が完了した年月日、掲載受理日は原稿の掲載が編集委員会によって受理された日とする。

9.（原稿の規定枚数） 原稿の長さは原則として図表を含めて以下のページ数以内とする。報文10、ノート5、総説7、解説6、オピニオン4、現場からの報告4、ニュース4、資料4、オピニオン・ニュース・資料および依頼原稿のページ数は指定することがある。

IV.審査

10.（原稿の採否） 原稿の採否は編集委員会（編集委員会規程に記載）が決定する。

編集委員会は投稿された原著論文に関しては2名の査読委員を選定し、厳格に査読を行う。投稿された原著論文の審査結果が分かれた場合は、第3人目の査読委員を立てて、その掲載の有無を判定する。

11.（内容の訂正） 編集委員は内容、構成および字句の修正を著者に要求することがある。また、採用が決定した原稿内容を著者が変更する場合は、編集委員会の承諾を得なければならない。

12.（遅延原稿の整理） 著者に対し訂正を求めた原稿が返却の日より2カ月以内に訂正・送付されない場合は取り下げとみなされることがある。

V.著者校正

13.著者校正は1回とする。校正は印刷上の誤りの訂正にとどめ、文章等、内容の変更を認めない。

VI.投稿料

14.（投稿料） 投稿原稿の投稿料は、無料とする。

15.（問い合わせ） 会誌編集に関する問い合わせは下記あてのこと。

復興農学会編集委員会 内田 修司（福島工業高等専門学校）

メールアドレス：uchidas@（アドレス@以下 → fukushima-nct.ac.jp）

復興農学会 会誌原稿作成要領

2020年10月5日 制定

1. 原稿の順序

(1) 原著論文（報文、ノート）、総説、解説、オピニオン、現場からの報告、ニュース、資料、その他

初めに和文と英文で表題、著者名、和文要旨、和文のキーワード、次に英文要旨、英文のキーワードを記載する。

1 ページ目の最下行にテキストボックスを置き、その中に表を組んで罫線を上だけに設置する。本文から 1mm 以上空ける。両端揃えで 8pt、行間は固定値 11pt とする。

この枠内に和文の所属、英文の所属を記載する。和文と英文の間で改行する。英語表記は斜体とする。なお、著者が外国語圏に所属している場合は和文所属部分を外国語で記述してもよい。改行後、連絡著者 (corresponding author) のメールアドレスを記載する。

本文の緒言は英文要旨から 1 行あけて始め、ついで、材料と方法、結果、考察（または、結果と考察）、謝辞（必要な場合）、引用文献の順に記載し、そのあとに図表を付ける。

当該論文に係る事業名（経常研究、科研費、その他の研究資金等の制度名）は謝辞に記載する。謝辞、引用文献がない場合は記載不要とする。

(2) 依頼原稿および非会員による原稿（総説、解説、オピニオン、現場からの報告、ニュース、資料）は原著論文に準じて原稿を記載する。

2. 原稿の表記、記載文字・記号等

(1) 本文が和文の場合

- ・原稿は「Microsoft Word」で作成する。それによりがたい場合は研究会事務局等に相談する。
- ・用紙の大きさは A4 判、上下左右に 25mm 以上の余白をとる。原則として 1 ページ 51 行、1 行 50 文字とする。査読原稿には、ページごとに行番号を、各ページの中央下にページ番号を付ける。本文と図表を 1 つの PDF ファイルにまとめる。査読終了後、受理原稿に関して修正が終了した原稿に関しては行番号を削除する。
- ・和文のフォントは MS 明朝 (10.0pt)、英文のフォントは Times New Roman (10.0pt) を使う。文字を太字にする場合は「ボールド」を、斜字体は「イタリック」を、文字を下付きに配置する場合は「下付き文字」を、上付きに配置する場合は「上付き文字」を使う。
- ・和文は全角文字で入力する。なお、英字およびアラビア数字 (0, 1, …, 9) は半角とする。
- ・句読点・括弧は全角の「、（コンマ）」、「。」（まる）」、「（）」（括弧）とする。また、「・」、「？」、「～」、「%」も全角とする。
- ・「X」と「×」、「一」と「－」、「一」と「—」、「1」と「1」などを区別して入力する。

(2) 本文が英文の場合

- ・原稿は「Microsoft Word」で作成する。それによりがたい場合は学会事務局等に相談する。
- ・フォントは Times New Roman (10pt) を使う。文字を太字にする場合は「ボールド」を、斜字体は「イタリック」を、文字を下付きに配置する場合は「下付き文字」を、上付きに配置する場合は「上付き文字」を使う。
- ・英文はアラビア数字 (0, 1, …, 9) を含めて半角文字で入力する。
- ・句読点・括弧は半角の「、（コンマ）」、「.」（ピリオド）、「（）」（括弧）とする。

3. 表題、副表題、著者名、所属機関、受理日

(1) 全ての原稿表題は 16pt で記載し、原則として主題と副題に分けない。分けるときの副題は 10.5pt でその下に記載する。

(3) 著者名の右側に「1」のように番号をつけ、1 ページ目の最下行にテキストボックスを置き、その中に表を組んで罫線を上だけに設置する。本文から 1mm 以上空ける。両端揃えで 8pt、行間は固定値 11pt、和文と英文の間で改行。英語表記は斜体とする。なお、著者が外国語圏に所属している場合は和文所属部分を外国語で記述してもよい。改行後、連絡著者 (corresponding author) のメールアドレス（投稿後、数年間は使い続けられるもの）を記述する。すべて半角で、コロン（:）のあとに半角スペースを挿入する。ハイパーリンクにしないこと。

なお、組織等に所属しない著者等（個人、農家、高校生等）からの投稿の場合、可能な場合連絡先を記載する

¹△△県整備部都市計画課 ²○○大学工学部 ³College of Agriculture, University of Kaigai

¹ Maintenance Division City Planning Section, Sankaku Prefectural Government ² Faculty of Engineering, Marumaru University ³College of Agriculture, University of Kaigai

Corresponding Author*: hanako_keikaku@eng.marumaru.ac.jp

年 月 日受理

4. 要旨, キーワード

- (1) 要旨は改行しない。また図表や文献を引用しない。文字数は600 以内とする。なおノートでは100 文字程度とする。
- (2) キーワードは50 音順とし、5 語までとする。検索に使われやすい用語を用いる。

5. 英文の表題、要旨、キーワード

- (1) 英文表題 (Title) は10.5pt、折り返したらセンタリングする。英文副題は9pt とする。表題も副題も頭は大文字 (前置詞等を除く) とする。
- (2) 要旨 (Abstract) は和文の要旨と同様の形式とし、230 語以内とする。なおノートでは50 語程度とする。
- (3) キーワード (Key words) は和文のキーワードと同様の形式とする。ただしアルファベット順とし、いずれも大文字で始める。

6. 本文

- (1) 本文は、緒言、材料と方法、結果、考察 (または、結果と考察)、謝辞 (必要な場合)、引用文献の順とする。なお、「緒言」の項目は記さない。各項目の見出し字句は行の中央に書く。すべての段落の先頭は1字あける。
- (2) 各項目の大見出し、中見出しおよび小見出しあは、それぞれ1、2、3、…、(1)、(2)、(3)、…、i)、ii)、iii)、…のように順次区別する。中見出しまでは見出し字句をつけ、改行して文章を書き出す。小見出しあは見出し字句をつけ、改行して文章を書くことを原則とするが、見出し字句のあとに「:」をつけて改行しないで文章を続けてよい。
- (3) 文体ひらがな漢字混じりの横書き口語文とし、できるだけわかりやすい表現にする。
- (4) 術語以外はなるべく常用漢字を用い、かなは現代かなづかいとする。
- (5) 英数字には半角文字を用いる。
- (6) 数字は一般にアラビア数字を用い、漢数字は普通の字句にのみ用い (例: 二三の実例、十徳豆、農林10号、リン酸三カルシウム)、ローマ数字は番号を示す場合に限る。
- (7) 外国人名は欧文とする。ただし、中国人名などは漢字でもよい。本文中の人名には敬称をつけない。なお、術語になっている外国人名はカタカナ書きとする (例: ケルダール法、ストークスの法則)。
- (8) 外国地名はカタカナを原則とするが、必要に応じて欧文を用いる、または併記する。中国などの地名は漢字でもよい。日本の地名も読み方の周知されていないものはひらがなを併記する。
- (9) 量を表す文字はイタリック体にする (例: PV=nRT)。
- (10) 専門用語は原則として文部科学省学術用語審議会編「学術用語集」、および各学協会が責任編集した学術関連用語集による。普通用いられる外国語の術語、物質名などはカタカナで書く。
- (11) 文章中においては、物質名はなるべく化学式を用いないで名称を書く (例: HCl、C₂H₅OH と書かないで、塩酸、エタノールと書く)。
- (12) 略字・略号を使うときは、初めにそれが出る箇所で正式の名称とともに示す [例: ペンタクロロフェノール (PCP)、アデノシン三リン酸 (ATP)、陽イオン交換容量 (CEC)]。
- (13) 原則として、動植物の名称はカタカナ書きにし、最初の記載の場合にのみラテン語による学名を付す。学名はイタリック体にする。
- (14) 数量の単位は原則としてSI 単位とする。数値と単位の間には半角スペースを入れる。時間は13 時間6 分のように書き、時刻は13時6分または午後1時6分のように書く。
- (15) 感謝の言葉 (謝辞) などは本文末尾につける。
- (16) 研究が官公庁、財団、企業などによる研究費補助金、奨励金、助成金などを受けて行われた場合には、その旨を謝辞に付記する。

7. 図・表

- (1) 図・表は、和文では「図1」、「表1」、英文ではFig. 1、Table 1などとする。写真は図に含める。
- (2) 図・表は本文中に入れず、文末に図表をまとめる。
- (3) 投稿の際は JPEG の図表ファイル形式（カラー画像の解像度 350dpi 以上、白黒画像の解像度 200dpi 以上）で投稿する。
- (4) 図・表およびそれらの表題で使うフォントは、和文ではMS 明朝、英文ではTimes New Roman とする。句読点は、和文では全角「、(カンマ)」、「(ピリオド)」、英文では半角「、(カンマ)」、「(ピリオド)」とする。
- (5) 表題は、図では図の下部に、表では表の上部にともに中央に配置する。
- (6) 図・表が英文の場合、タイトルおよび図・表中の英文や語句は、最初の文字を大文字とし、以下は小文字とする。
- (7) 図・表で分析結果の有意差検定に関する記述をする場合は、サンプル数はn、危険率pとそれぞれイタリックで表記する。

8. 引用文献

- (1) 文献は本文のあとにまとめて著者名のアルファベット順に書く。本文中の引用箇所では、著者名のあとに発表年を括弧書きで添えるか【例：原・土屋（2007）は…、Bertsch and Seaman (1999)によれば、…】、文章の途中または末尾に著者名と発表年を括弧書きで入れる【例：…が明らかにされている (Kookana et al., 1994; 笛木ら, 2007)】。特許は、発明者(あるいは出願人)(発行年)発明の名称、特許文献の番号を記載する。未発表・未受理のもの、私信は引用文献としては記載しない。
- (2) 和文誌の略名は農学進歩年報の用例により、欧文誌の略記はChemical Abstractsによる。
- (3) 書き方の様式は次の例による。

雑誌

- 藤川智紀・高松利恵子・中村真人・宮崎毅 2007. 農地から大気への二酸化炭素ガス発生量の変動性とその評価. 土肥誌, 78, 487-495.
- Panno, S. V., Hackley, K. C., Kelly, W. R., and Hwang, H. 2006. Isotopic evidence of nitrate sources and denitrification in the Mississippi River, Illinois. J. Environ. Qual., 35, 495-504.

逐次刊行物

- Dahlgren, R. A., Saigusa, M., and Ugolini, F. C. 2004. The nature, properties and management of volcanic soils. Adv. Agron., 82, 113-182.

単刊書の章

- 松森堅治 2005. 地理情報システムを用いた窒素負荷予測モデル. 波多野隆介・犬伏和之編続・環境負荷を予測する, p. 60-79. 博友社, 東京.
- Roberts, D., Scheinost, A. C., and Sparks, D. L. 2003. Zinc speciation in contaminated soils combining direct and indirect characterization methods. In H. M. Selim and W. L. Kingery (ed.) Geochemical and hydrological reactivity of heavy metals in soils, p. 187-227. Lewis Publ., Boca Raton.

単刊書（引用ページを示す場合）

- 西尾道徳 2005. 農業と環境汚染, p. 148. 農文協, 東京.
- Kyuma, K. 2004. Paddy soil science, p. 66. Kyoto Univ. Press, Kyoto.

ウェブ情報

- 野菜茶業研究所 2006. 野菜の硝酸イオン低減化マニュアル.
<http://vegetea.naro.affrc.go.jp/joho/manual/shousan/index.html> (2020年10月4日閲覧)

特許

- 鎌田淳・丸岡久仁雄・畑克利・浅野智孝・池田隆夫・東野信行・飯塚美由紀・富樫直人 2010. 有機肥料およびその製造方法, 特開2010-241637(発明者が3名以上の場合は省略も可)

9. 会誌に掲載する PDF ファイルの作成に関して

査読が終了し受理された原稿に関しては、指摘事項の修正等が終わった場合、その PDF 版を作成し、編集委員会へ送付する。レイアウトは著者がとくに希望する以外は会誌原稿例に準拠する。

なお、基本的な様式は以下とする。

(1) 表題、著者名、所属機関・所在地、要旨、キーワードは会誌原稿例に準拠し 1 段構成とし、1 行あたりの文字数は 50 字を上限とする。なお、行数について上限は設けない。

(2) 本文以下も会誌原稿例に準拠し 1 段構成とし、1 行あたり 50 文字を上限とする。また、本文以下の 1 ページあたりの行数は 51 行を上限とする。

付表

SI 単位			倍数に関する接頭語		
量	名 称	単位記号	倍 数	名 称	記 号
長 さ	メートル	m	10 ¹⁸	エクサ (exa)	E
質 量	キログラム	kg	10 ¹⁵	ペタ (peta)	P
時 間	秒	s	10 ¹²	テラ (tera)	T
電 流	アンペア	A	10 ⁹	ギガ (giga)	G
温 度	ケルビン	K	10 ⁶	メガ (mega)	M
物質量	モル	mol	10 ³	キロ (kilo)	k
光 度	カンデラ	cd	10 ²	ヘクト (hecto)	h
平面角	ラジアン	rad*	10	デカ (deca)	da
立体角	ステラジアン	sr*	10 ⁻¹	デシ (deci)	d
*補助単位			10 ⁻²	センチ (centi)	c
SI 単位と併用される単位			10 ⁻³	ミリ (milli)	m
量	単 位 (記号)		10 ⁻⁶	マイクロ (micro)	μ
時 間	分 (min), 時 (h), 日 (d), 年 (yr)		10 ⁻⁹	ナノ (nano)	n
平面角	度 (°), 分 ('), 秒 (")		10 ⁻¹²	ピコ (pico)	p
体 積	リットル (L)		10 ⁻¹⁵	フェムト (femt)	f
質 量	トン (t)		10 ⁻¹⁸	アト (atto)	a
面 積	アール (a)				

固有の名称を持つ組立単位の例			
量	名 称	記 号	定 義
周 波 数	ヘルツ (hertz)	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン (newton)	N	kg ms ⁻²
圧 力	パスカル (pascal)	Pa	Nm ⁻²
エネルギー	ジュール (joule)	J	Nm
仕 事 率	ワット (watt)	W	Js ⁻¹
電 壓	ボルト (volt)	V	WA ⁻¹
電 気 抵 抗	オーム (ohm)	Ω	VA ⁻¹
温 度	セルシウス度 (degree Celsius)	°C	°C = K - 273.15
放 射 能	ベクレル (bequerel)	Bq	s ⁻¹
	キュリー (curie)	Ci	s ⁻¹
濃 度	モル濃度 (molar)	M	mol L ⁻¹

作物学分野で使われる測定量の表示法の例		
量	表 示 法	
收 量	[P] g m ⁻² [A] kg ha ⁻¹ , Mg ha ⁻¹ , t ha ⁻¹	
葉面積比率		m ² kg ⁻¹
施 肥 量	[P] g m ⁻² [A] kg ha ⁻¹	
植物体水分含量	[P] g kg ⁻¹ [A] %	
土壤水分含量	[P] kg kg ⁻¹ , m ³ m ⁻³ [A] W m ⁻² , J m ⁻² s ⁻¹	
光エネルギー強度		μmol m ⁻² s ⁻¹
光量子密度 (光合成有効放射速度)		
光合成, 呼吸速度	[P] μmol m ⁻² s ⁻¹ [A] mg dm ⁻² h ⁻¹ , mg m ⁻² s ⁻¹	
蒸 散 速 度	[P] g m ⁻² s ⁻¹ [A] g dm ⁻² h ⁻¹	

注) [P] は望ましい表示法, [A] は許容されるべき表示法を示す.

復興農学会 会誌原稿例

2020年10月5日 制定

1行目に記載：■原著論文（報文）←「■原著論文（報文）」「■原著論文（ノート）」「■総説」「■解説」「■オピニオン」「■現場からの報告」「■ニュース」「■資料」「■その他」の区別を記入（10.5pt MS ゴシックで左寄せ）

原稿作成要領（和文）の概略および作成見本

↑表題は16pt、折り返したらセンタリング

←副題は10.5pt、副題の左右にハイフンなどは記さない

1行あける

Guidelines for Preparing Manuscripts

↑英文表題は10.5pt、折り返したらセンタリング

←英文副題は9pt、表題も副題も頭は大文字（前置詞等を除く）

1行あける

農村 太郎¹ 計画 花子^{2*} Robert BROWN³ ←10.5pt

Taro NOUSON¹ Hanako KEIKAKU^{2*} Robert BROWN³ ←9pt

要旨：茨城県産米は従来より、整粒歩合、千粒重、粒厚、1等米比率が低いことが指摘され、改善が要望されていた。そして、茨城県等では2004年から「買ってもらえる米作り」運動（以下「運動」）を展開している。本研究では、…

および食味関連形質は、おおむね良好であったと考えられた。

キーワード：アミロース含有率、コシヒカリ、千粒重、タンパク質含有率、粒厚。

Abstract: We investigated some palatability properties of Ibaraki rice cv. Koshihikari, specially examining the correlation of palatability with grain weight and thickness. We investigated the rice from … of Ibaraki prefecture of 2005 used in this study seemed to have a high palatability.

Key words: 100-grain weight, Amylose content, Brown rice thickness, Koshihikari, Protein content.

緒言

茨城県の稻作は、作付面積が全国で第6位〔78300ha（2005年）〕、生産量が全国で第3位〔1204億円（2003年）〕であり、県農業生産額に占める割合は29%にものぼっている（茨城県農林水産部2005a）。しかし、…することを目的とした。

材料と方法

茨城県内各地で品種コシヒカリ…

¹△△県整備部都市計画課 ²○○大学工学部 ³College of Agriculture, University of Kaigai

¹ Maintenance Division City Planning Section, Sankaku Prefectural Government ² Faculty of Engineering, Marumaru University ³College of Agriculture, University of Kaigai

Corresponding Author*: hanako_keikaku@eng.marumaru.ac.jp

←著者所属は、最下行にテキストボックスを置き、その中に表を組んで罫線を上だけに設置。本文から1mm以上空ける。両端前えで8pt、行間は固定値11pt。和文と英文の間で改行。英語表記は斜体とする。なお、外国語間に所属している場合は和文所属部分を外国語で記述してもよい。改行後、コレスポンディング・オーサーのメールアドレス（投稿後、数年間は使い続けられるもの）を記述する。すべて半角で、コロン（:）のあとに半角スペースを挿入する。ハイパーリンクにしないこと。

年 月 日受理

10 反復で調査した。

結果

調査水田における篩目の幅は 1.8~1.9mm の範囲にあり、1.9mm を採用した水田が半分を占めた（表1）。また、2 水田を除く水田で、運動で推進している 1.85mm よりも…

タンパク質含有率、アミロース含有率との間に有意な相関関係は認められなかった（図1）。

考察

近年、茨城県等が推進している「貰ってもらえる米づくり」運動などでは、高品質米の生産・出荷において玄米の粒厚を厚くする必要性が強調されており（佐々木・乗鞍 2003, 新田ら 2004），粒厚と食味…炊飯米の食味の良・否が、細繊維状構造や網目状構造などの微細骨格構造によってもたらされる食感などの影響を受けることも知られている（松田ら 1993）。今後は、玄米の粒重・粒厚と炊飯米表面および内部の微細骨格構造等との関係についての解明がまたれる。

謝辞

本研究の遂行にあたり、根本善仁門氏、根本善太郎氏には水田での実地調査にご協力いただき…。ここに記して謝意を表する。本研究の一部 JSPS 科研費 JP○○○○○○によった。

引用文献

雑誌の場合

- 藤川智紀・高松利恵子・中村真人・宮崎毅 2007. 農地から大気への二酸化炭素ガス発生量の変動性とその評価. 土肥誌, 78, 487-495.
 Panno, S.V., Hackley, K.C., Kelly, W.R., and Hwang, H.-H. 2006. Isotopic evidence of nitrate sources and denitrification in the Mississippi River, Illinois. J. Environ. Qual., 35, 495-504.

逐次刊行物の場合

- Dahlgren, R.A., Saigusa, M., and Ugolini, F.C. 2004. The nature, properties and management of volcanic soils. Adv. Agron., 82, 113-182.

単刊書の章の場合

- 松森堅治 2005. 地理情報システムを用いた窒素負荷予測モデル. 波多野隆介・犬伏和之編著・環境負荷を予測する, p. 60-79. 博友社, 東京.
 Roberts, D., Scheinost, A.C., and Sparks, D.L. 2003. Zinc speciation in contaminated soils combining direct and indirect characterization methods. In H.M. Selim and W.L. Kingery (ed.) Geochemical and hydrological reactivity of heavy metals in soils, p. 187-227. Lewis Publ., Boca Raton.

単刊書で引用ページを示す場合

- 西尾道徳 2005. 農業と環境汚染, p. 148. 農文協, 東京.
 Kyuma, K. 2004. Paddy soil science, p. 66. Kyoto Univ. Press, Kyoto.

ウェブ情報の場合

- 野菜茶業研究所 2006. 野菜の硝酸イオン低減化マニュアル.
<http://vegeta.naro.affrc.go.jp/joho/manual/shousan/index.html> (2020 年 9 月 28 日閲覧)

特許の場合

- 鎌田淳・丸岡久仁雄・畠克利・浅野智孝・池田隆夫・東野信行・飯塚美由紀・富樫直人 2010. 有機肥料およびその製造方法, 特開 2010-241637 (発明者が 3 名以上の場合は省略も可)

表1 水稻品種コシヒカリにおける登熟期における気温の差異が穂の諸形質におよぼす影響.

品種	登熟期の気温	穂重 (g)	登熟歩合 (%)	玄米1粒重 (mg)
コシヒカリ	環境温度	2.7	90.0	22.0
	高温	2.5 ns	82.6 ***	19.9 *
キヌヒカリ	環境温度	2.8	88.5	21.1
	高温	1.9 ***	57.9 ***	13.6 ***

*, *** : 環境温度区との比較で1, 0.1%水準で有意差あり. ns : 有意差なし.

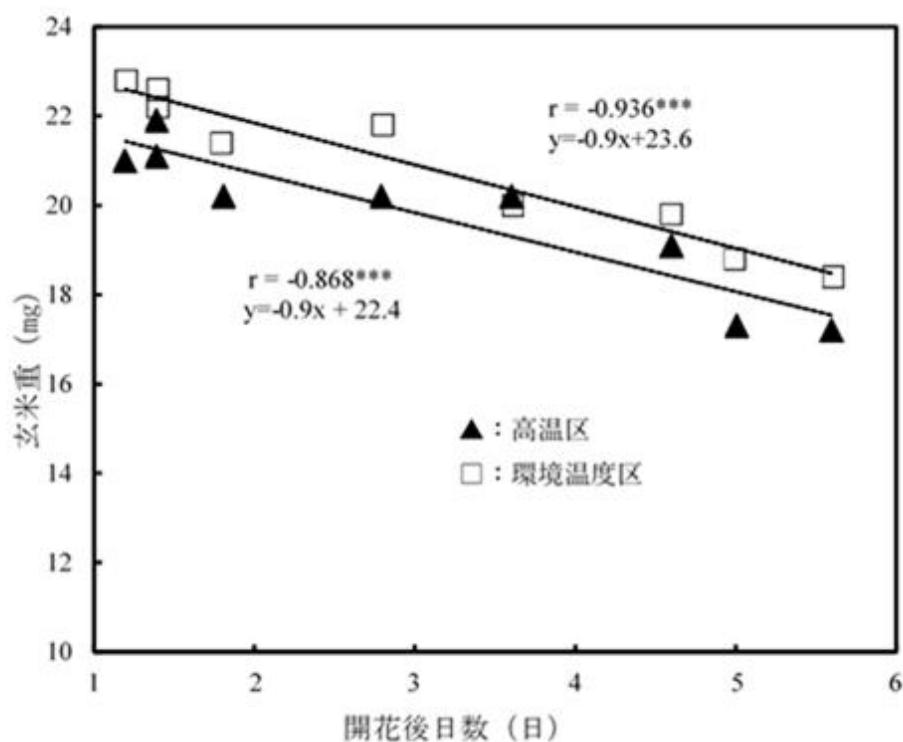


図1 水稻品種コシヒカリにおける登熟期における気温の差異が開花後日数と玄米重との関係.

*** : 0.1%水準で有意.

復興農学会 役員

2025年4月8日（火）幹事会確認

幹事	会長	溝口 勝（東京大学）	(第6条第1項・第2項)
	副会長	新田 洋司（福島大学）	(第6条第1項・第2項)
		登尾 浩助（明治大学）	
		(幹事長) 新田 洋司（福島大学）	(第6条第1項・第4項)
	学会誌担当	内田 修司（福島工業高等専門学校）（主任） 杉野 弘明（山口大学） 安達 俊輔（東京農工大学） Djedidi Salem（福島大学）	機関誌編集
	企画担当	石井 秀樹（福島大学）（主任） Djedidi Salem（福島大学） 横山 正（福島大学） 佐伯 爽（東海大学）	シンポジウム・講演会・研究例会の企画
	涉外担当	登尾 浩助（明治大学）	他学会・自治体・会社・団体等との連携
	教育研究資料担当	杉野 弘明（山口大学）（主任） 大川 泰一郎（東京農工大学）	成果・資料の収集・共有化
	監事	内田 修司（福島工業高等専門学校） 生源寺 真一（日本農業研究所）	(第6条第1項・第5項)
事務局員	(今後検討)		
アドバイザリーボード	(今後検討)		

復興農学会誌 (ISSN 2758-1160)

第5巻 第2号 2025年7月31日発行

編集兼発行代表者

福島県いわき市平上荒川字長尾30

福島工業高等専門学校 化学・バイオ工学科 内田 修司

発行所

〒960-1296 福島県福島市金谷川1番地 福島大学食農学類内

復興農学会

電話: 024-548-8364

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

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、農業再生・担い手の育成・大学・高専の共同開発を通して、未来をみつめた農業・地域の復興を目指します。

復興農学会

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