

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H03113

研究課題名（和文）生物的炭素隔離に着目した熱帯畑作地の生産と保全の両立

研究課題名（英文）Sustainable agriculture in tropical cropland ecosystems by biological soil C sequestration-Balance the productivity and conservation

研究代表者

杉原 創（SUGIHARA, SOH）

東京農工大学・（連合）農学研究科（研究院）・准教授

研究者番号：30594238

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：半乾燥熱帯で蔓延する貧困と飢餓の解決はSDGsでも取り上げられる喫緊の課題であり、その実現には、生産と保全を両立する土壌有機物管理法の確立が求められる。本研究課題ではインドおよび沖縄を主対象地として研究に取り組んだ。研究成果として、南インドの熱帯畑作地において、バイオ炭や堆肥等の有機資材の同時施用により土壌微生物の分解活性が抑制され、炭素隔離が促進すること、一方で堆肥のみでは当地の低い生産性を改善できないため、バイオ炭、堆肥、化学肥料の3種を目的に応じて使い分ける必要があることを示した。また、土壌微生物の機能制限因子を解析した結果、当地ではリン制限の緩和が炭素隔離に重要であることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

土壌微生物群集が持つ炭素隔離機能の管理に必要な基礎的知見である、どのような土壌環境の時にどのような土壌微生物群集が形成され、どのような機能を持ちうるのか？に関して、熱帯半乾燥地および亜熱帯湿潤地の畑作地を対象に解明することで、土壌炭素隔離に向けた土壌生物性の利活用に必要な新規知見を得たことは国際的に学術的意義がある。また、それらの知見の有効性について、現地圃場レベルで生産性とのトレードオフも含めて検証し、有効性や問題点を検証・提案した点で社会的意義が大きい。

研究成果の概要（英文）：Solving the poverty and hunger prevalent in the semi-arid tropics is an urgent issue addressed in the SDGs, and to achieve this, it is necessary to establish proper soil organic matter management techniques that balance crop production and environmental conservation. This research project focused on India and Okinawa as the primary target areas. Our results show that in tropical cropland in southern India, the simultaneous application of biochar and organic/chemical materials, such as farmyard manure or chemical fertilizer, suppresses the microbial mineralization activity, resulting in efficient soil carbon sequestration; on the other hand, we also found that farmyard manure alone was not enough to improve the crop productivity in this nutrient-poor agroecosystems, and hence, it is necessary to use three types of fertilizers depending on the purpose: biochar, compost, and chemical fertilizers.

研究分野：土壌学

キーワード：熱帯畑作地 持続可能性 炭素隔離 微生物群集 有機物分解

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

熱帯地域の多くの国々では、急速な経済発展が進むと共に、気候変動などの地球環境問題も顕在化していることを受け、食料生産と環境保全のトレードオフの在りかたを問われる局面が急増している。本研究で主対象調査地としたインドでも、人口増加と経済発展が急激に進んでおり、同様の問題に直面している。インドは熱帯半乾燥気候に大部分が属し、地質上は極めて古い母材が分布し、ヴァーティソルに代表される塩基が豊富なアルカリ性土壌が広く分布する地域である。インドにおける農耕の歴史は極めて古いが、基本的な栽培体系として、収穫後の作物残渣を家畜に食べさせ、その糞尿を用いて作製した堆肥を農地に毎年施用し、炭素・養分循環を維持することで、千年以上にもわたる持続的農業を遂行してきたことが報告されている。しかし近年、経済発展に伴う農業の機械化・大規模化が急速に進んだ結果、申請者がこれまでに調査地としてきた南インド(タミルナードゥ州)を例にあげれば、1世帯あたりの耕作面積が急増し、これまで毎年施用できていた堆肥の施用量・頻度が減少している。この結果、土壌劣化が進行(=生産性も低下)しており、近年のインドの穀物平均収量(例えばソルガム)は世界平均の1/3と極めて低い。申請者らのこれまでの現地圃場試験からも、堆肥を毎年施用しているかぎり炭素収支(投入炭素量と分解炭素量をもとに算出)はつり合っていて持続的な土地管理法であることが示された一方、現行の2~3年に1度の堆肥施用頻度では土壌炭素が急激に減少(=土壌劣化が進行)することが判ってきた。加えて、申請者による南インドでの総移動距離約15,000kmにわたる広域土壌調査(計71地点)の結果から、農地の平均土壌炭素含量は約0.3%と、高い平均粘土含量(約30%)に比して炭素量が極めて低いことも判ってきた。この低い値は、申請者がこれまでに同様の広域調査を行ってきた熱帯アフリカでの結果と比べても非常に低く、このことは南インドの土壌(熱帯アルカリ性土)における物理化学的な炭素貯留能が低いことが想定される。そこで熱帯アルカリ性土で進む土壌劣化を修復するためには、従来の物理化学的炭素貯留の活用にかわる、生物的炭素貯留を実現するための知見が必要であると考え、本研究を開始した。

分解者である土壌微生物が持つ炭素分解/同化機能の理解とその管理は土壌炭素動態を管理するために極めて重要である。近年、土壌微生物の群集組成に関する研究は、DNA等のアンプリコン解析技術の普及に伴い急速に進んでいる一方、その機能(炭素の分解量や同化量など)に関する知見は著しく不足しており、最終的に現場レベルで土壌微生物群集を管理して炭素隔離を実現するために必要な知見が不足している。本研究では、インドで伝統的に利用されてきた堆肥と、高い分解抵抗性を持つバイオ炭に着目し、それらの利用が、土壌炭素動態および土壌微生物の炭素固定機能に与える影響について、生産性と併せて評価・検討することで、生物的炭素隔離による生産と保全の両立が実現できないか、と考えるに至った。

### 2. 研究の目的

上述した学術的知見および自身の現地での研究成果を踏まえ、申請者らは仮説『南インドにおける劣化土壌の修復に堆肥とバイオ炭を活用した生物的炭素貯留機構の活用が有効である』を立脚し、その機構解明に基づく劣化土壌修復技術の構築と、構築した技術の圃場レベルでの有効性の検証を本研究の目的とした。

### 3. 研究の方法

申請者の既存の研究成果・人脈・経験を最大限に活かすため、南インド唯一の国立農業大学(タミルナドゥ農業大学)と共同で、南インドの典型的な気候(年降水量800mm、年平均気温28.3℃)と土壌(アルカリ性土)を有し、2015年から現在まで、継続して圃場試験を成功させてきた大学圃場を対象に研究を行った。また、研究実施期間中(特にR2-3年度)にCOVID-19の影響で現地調査が全くできなくなるという不測の事態に陥ったこともあり、当初計画していた現地での圃場試験を一部変更して室内培養実験を実施するとともに、類似の土壌環境条件を有する沖縄県を新たな圃場として追加し、現地調査と室内実験を実施することで、下記課題に取り組んだ。

**課題** : 堆肥とバイオ炭が土壌炭素動態、土壌微生物活性、作物生産性に与える影響の解明

本研究開始以前より開始していた圃場試験を継続し、COVID-19により継続が不可能になるまでの3年間にわたって現地栽培試験を実施した。処理区として、堆肥施用、バイオ炭施用、化学肥料施用、をそれぞれ掛け合わせたものも含めて設置した。現地圃場の気象環境、CO<sub>2</sub>-Flux、土壌微生物バイオマス量、土壌中の無機態窒素量、作物バイオマス量および収量をそれぞれ定期的に測定することで、それぞれの処理区の影響について検討した。

**課題** : 堆肥施用が土壌微生物群集とその機能に与える影響の解明

COVID-19により、新たに現地圃場試験の処理区設定等の作業を円滑に進めることが困難になったため、これまでの南インドでの栽培試験を通じて作成した、施用量が異なる堆肥処理区の土壌試料を用いて、土壌微生物群集とその機能に堆肥施用量が与える影響について、養分化学量論的な観点から検討を行った。土壌微生物群集組成はPLFA解析により、土壌微生物機能は、炭素利

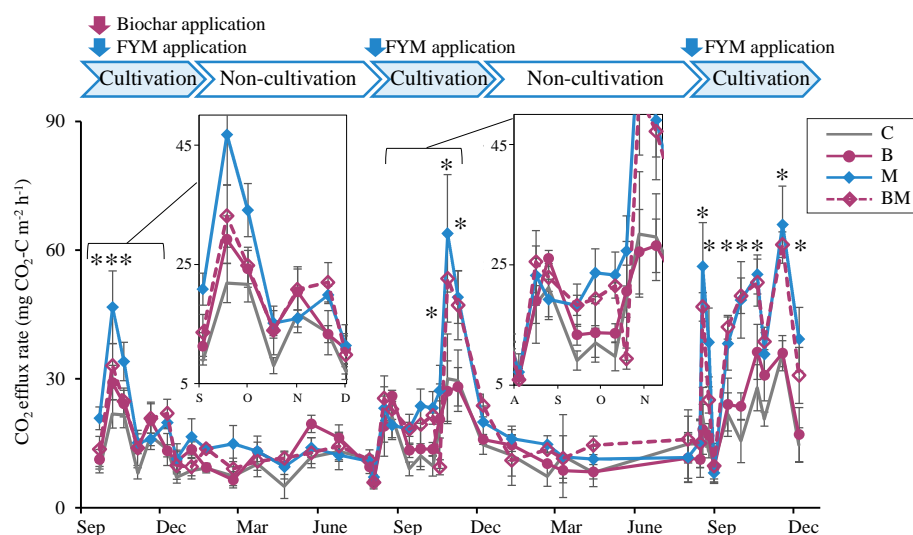
用効率 (Carbon Use Efficiency; 以下 CUE) 酵素活性、微生物バイオマス量の測定により、養分化学量論的解析に際しては、土壌の可給態炭素、窒素、リン量の測定により、それぞれ行った。

課題③：土壌pHおよび土地利用が土壌微生物群集とその機能に与える影響の解明

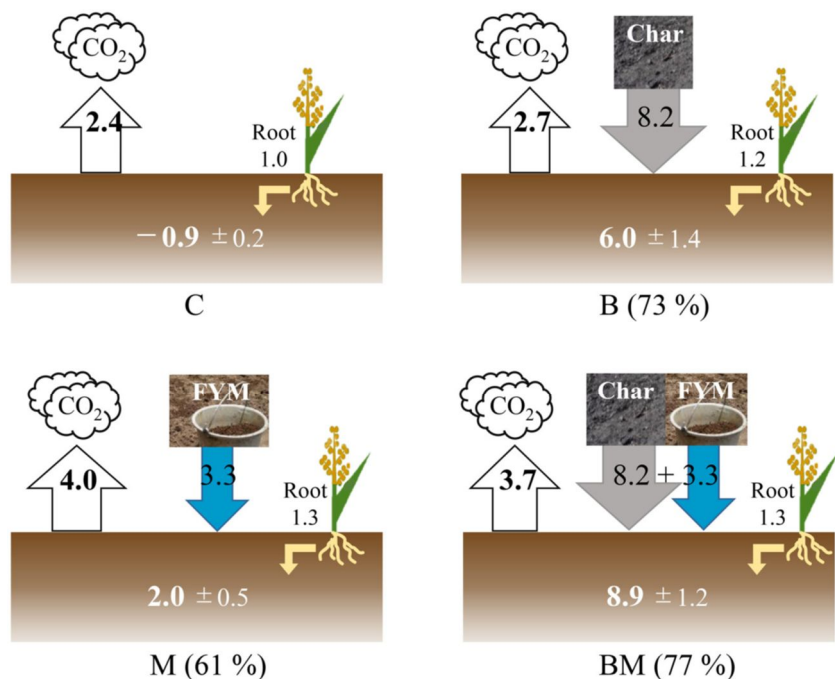
COVID-19 により、新たに現地圃場試験の処理区設定等の作業を円滑に進めることが困難になったため、アルカリ性畑土における土壌微生物群集とその機能の特性をより詳細に理解することを目的に、沖縄県の石垣島を対象に、土壌pH (酸性～アルカリ性) と土地利用 (畑と森の2種類) が異なる圃場 33 地点で土壌調査を行い、土壌試料を採取した。それらの土壌試料に関して、土壌微生物群集組成はアンプリコン解析により、土壌微生物機能は CUE および代謝回転速度の測定により、それぞれ行った。

#### 4. 研究成果

課題：得られた成果の詳細は既に Seki et al. 2022a, b で国際誌に公表しているため、概要のみを述べる。南インドの畑作地において、堆肥、バイオ炭、化学肥料の単独および組み合わせた施用処理が炭素動態に及ぼす影響について検討した結果、バイオ炭と堆肥施用を組み合わせ



図：圃場での CO<sub>2</sub>-Flux の季節変動。堆肥 (M) およびバイオ炭 (B) の施用が与える影響について、27 か月間にわたって経時的に測定・評価した。



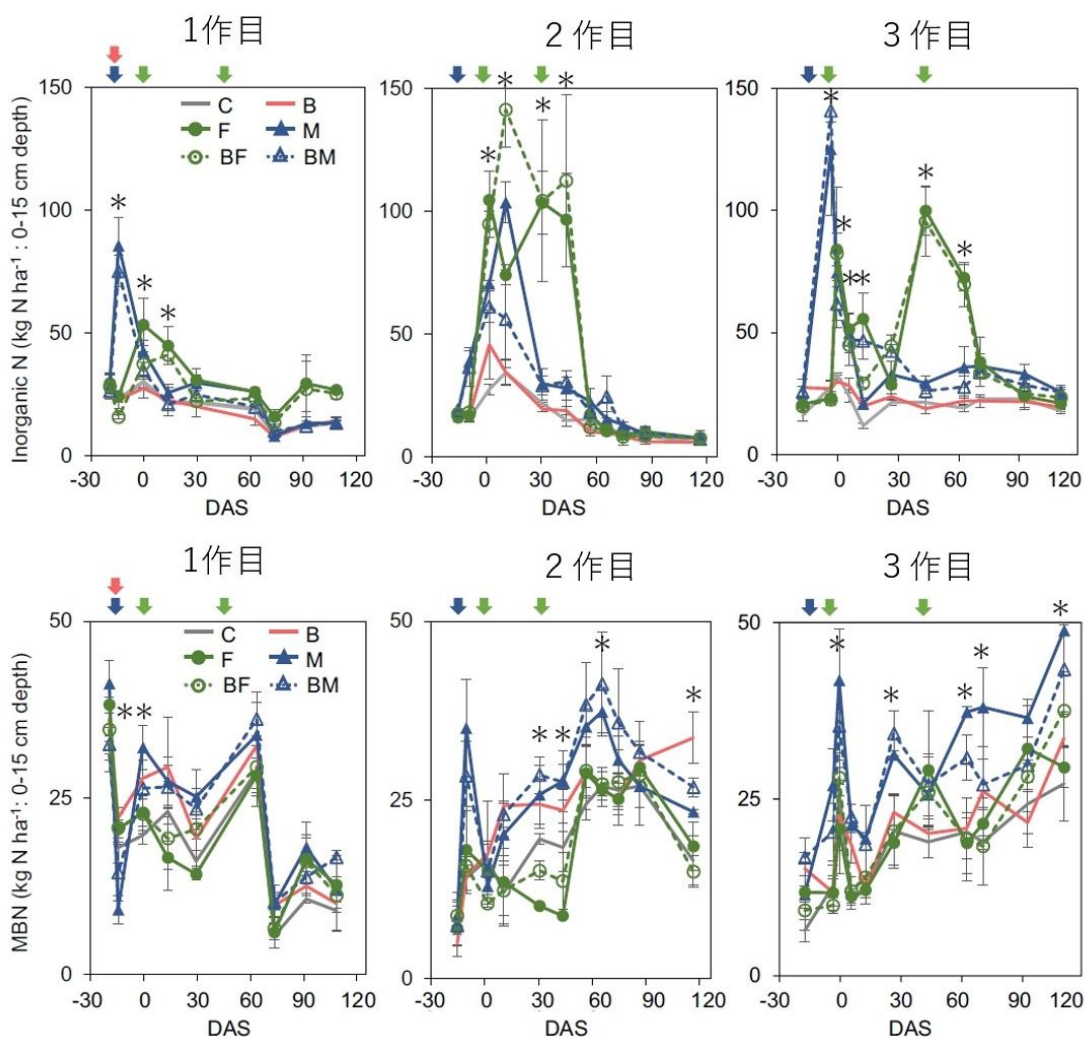
↑ Cumulative CO<sub>2</sub> flux   ↓ Biochar application   ↓ FYM application   ↓ Root-derived C

(Mg C ha<sup>-1</sup> 27 month<sup>-1</sup>)

図：現地での3年間にわたる CO<sub>2</sub>-Flux、作物残渣投入量、土壌炭素量を基に年間の炭素投入量と放出量を可視化した。土壌内にある数字は試験期間中の土壌炭素量の増減を示し、各処理区横の(%)は投入した炭素資材量当たりの増加割合を示す。

ることで、それぞれを単独施用した場合と比べて、土壌微生物の分解活性を抑制することが可能となり、その結果として、土壌炭素隔離がより効率的に促進することを圃場レベルで検証した。

また、堆肥、バイオ炭、化学肥料の単独および組み合わせた施用処理が土壌の窒素動態および作物生産性に及ぼす影響について3作期にわたり検討した結果、堆肥単独の施用では作物生産性を改善するために必要な窒素環境を保持することが困難なこと、化学肥料の利用は作物生産性の向上には必要であること、などを発見した。加えて、バイオ炭の施用による土壌物理性の改善効果についても検証した結果、バイオ炭施用により土壌水分の保水性が改善し、その施用効果は少なくとも3年間は維持されることも発見した。また、施用した窒素量が作物の窒素吸収増加量に占める割合(窒素施肥効率)について各処理区で解析した結果、バイオ炭と化学肥料の同時施用が最も効率が良いことを発見し、生産性の向上には、バイオ炭と化学肥料の利用が有効であることを解明した。



**図: 現地栽培試験中の土壌中の無機態窒素量(Inorganic-N)および微生物バイオマス窒素量(MBN)の作期中の時間変動。無機態窒素量は化学肥料(F)処理により増加する一方で、微生物バイオマス窒素量は堆肥(M)処理により増加する傾向が観測された。**

課題 : 得られた結果の多くはまだ未公表であり、現在投稿論文として準備を進めているため、詳細なデータの記述は省略し、概要を述べる。堆肥施用履歴が異なる4処理区において、方法で述べた測定項目を分析・解析した結果、CUEは0.29~0.44の値を取り、無処理区と比べて堆肥の施用量が増加するにつれて、CUEは高くなった。一方、堆肥施用量の増加に伴って、可給態炭素量、無機態窒素量、可給態リン量の増加と、可給態養分中の炭素:リン比および窒素:リン比の減少(=リン制限の緩和)、土壌微生物バイオマス量あたりの酵素活性の減少、グラム陽性菌:グラム陰性菌比の増加、などが観測できた。CUEと各種測定項目の関係性を検討した結果、CUEは土壌微生物バイオマス量あたりの酵素活性と負に相関した一方、グラム陽性菌:グラム陰性菌比とは正に相関した。また、グラム陽性菌:グラム陰性菌比は可給態の養分量およびその炭素:リン比とそれぞれ強く関係しており、土壌微生物群集組成は土壌中の可給態養分の量および質(特にリン制限の強弱)に強く規定されていることが明らかになった。以上より、堆肥施用量の

増加に伴い、養分環境が改善(特に土壌微生物にとってのリン制限が緩和)され、グラム陽性菌:グラム陰性菌比の増加や土壌微生物バイオマス量あたりの酵素活性が減少した結果、CUEが高くなったと考えられた。この結果は、堆肥施用または無機リン肥料の施用によって、土壌中のリン制限を緩和することが、土壌微生物機能を活用した炭素隔離に有効であることを示している。

課題 : 得られた結果の多くはまだ未公表であり、現在投稿論文として準備を進めているため、詳細なデータの記述は省略し、概要を述べる。細菌/古細菌群集および糸状菌群集の組成は土壌 pH と土地利用の両方の影響を受けることが判った。また、PERMANOVA の結果から、どちらの群集も pH 区分に関わらず畑地と森林で有意に異なることが判った。一方、それぞれの群集について、ネットワーク解析を行った結果、アルカリ性における畑地と森林の細菌/古細菌群集および糸状菌群集は、酸性や中性と比べて、共通の ASV (Amplicon sequence variant) を多く持つことがわかった。細菌の機能ベースでの分類として知られるオリゴトロフ:コピオトロフ比(オリゴトロフ = K 戦略的で高 CUE、コピオトロフ = r 戦略的で低 CUE)も、酸性・中性では森林と比較して畑地で有意に低い(コピオトロフが優占)一方、アルカリ性では土地利用間で明確な差がなかった。土壌の養分環境は、酸性・中性の DOC:MBC (図 4a) および C:P imbalance (図 4b) に土地利用間で差があったが、アルカリ性では差がなかった。これは、酸性・中性の畑地では、森林と比較してコピオトロフが好む高栄養な環境だったことを示しており(DOC:MBC が高く、P 制限が緩和された)微生物群集組成で観測された各種傾向と一致した。上述した土壌養分環境になった理由として、1) アルカリ環境下における高い  $Ca^{2+}$  が DOC を低下させた結果、アルカリ性土壌で DOC 量が低くなったこと、2) 採取した畑作物がサトウキビであり、サトウキビ栽培では慣例的に多量のリンが施肥されるため、一般的にリン環境が悪くなりがちな酸性条件下ですら畑地のリン制限が緩和されていたこと、等が挙げられる。以上のように、土地利用が土壌微生物群集組成に与える影響を土壌 pH レンジで検討した場合に、その影響は酸性で大きく、アルカリ性になるにつれて土地利用の影響が消失することが判った。一方、微生物の機能である CUE および代謝回転は、酸性条件下での代謝回転を除き、すべての pH 範囲において畑地と森林で有意な差はなかった。一方、代謝回転を土地利用間で比較した際の p 値は、中性 ( $p = 0.07$ ) よりもアルカリ性 ( $p = 0.27$ ) で高く、酸性からアルカリ性になるにつれて土地利用が土壌微生物の代謝回転能に与える影響が小さくなる傾向が確認された。これは、上述したように、アルカリ性の土壌環境では、土壌微生物群集が類似し、土地利用間における差が小さくなっていたことが一因と考えられる。実際に代謝回転とオリゴトロフ:コピオトロフ比の土壌 pH の推移に伴う変化も一致していた(オリゴトロフが優占した土壌で代謝回転が長かった)。

以上の事から、土壌 pH および土地利用は、土壌中の養分状態や化学性を変化させることで微生物群集に影響を与えるものの、土壌中の炭素の利用性が低いアルカリ性では森林と畑地での微生物群集の類似性は高かった。この結果、土壌微生物の機能である代謝回転も、アルカリ性でのみ土地利用間で差がなかった。これらの結果は、アルカリ環境下での微生物を介した炭素動態に、土地利用が与える影響は小さいことを示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Siegwart Lorene, Piton Gabin, Jourdan Christophe, Piel Clément, Sauze Joana, Sugihara Soh, Bertrand Isabelle	4. 巻 440
2. 論文標題 Carbon and nutrient colimitations control the microbial response to fresh organic carbon inputs in soil at different depths	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Geoderma	6. 最初と最後の頁 116729 ~ 116729
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geoderma.2023.116729	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Siegwart Lorene, Jourdan Christophe, Piton Gabin, Sugihara Soh, Van den Meersche Karel, Bertrand Isabelle	4. 巻 482
2. 論文標題 Root distribution and properties of a young alley-cropping system: effects on soil carbon storage and microbial activity	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Plant and Soil	6. 最初と最後の頁 601 ~ 625
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11104-022-05714-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Seki Mayuko, Sugihara Soh, Miyazaki Hidetoshi, Jegadeesan Muniandi, Kannan Pandian, Tanaka Haruo	4. 巻 124
2. 論文標題 Soil nitrogen dynamics and sorghum productivity as affected by biochar in the dry tropics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nutrient Cycling in Agroecosystems	6. 最初と最後の頁 423 ~ 435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10705-022-10248-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Seki Mayuko, Sugihara Soh, Miyazaki Hidetoshi, Jegadeesan Muniandi, Kannan Pandian, Bertrand Isabelle, Tanaka Haruo	4. 巻 -
2. 論文標題 Impact of biochar and manure application on in situ carbon dioxide flux, microbial activity, and carbon budget in degraded cropland soil of southern India	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Land Degradation & Development	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ldr.4234	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 安野 秀瑛、杉原 創、関 真由子、柴田 誠、伴 琢也、田中 治夫	4. 巻 93
2. 論文標題 沖縄赤黄色土への石灰施用による酸度矯正とそれが新規有機物施用条件でのプライミング効果に及ぼす影響	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本土壤肥料学雑誌	6. 最初と最後の頁 12～19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20710/dojo.93.1_12	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Aduhene-Chinbuah Jeannette, Sugihara Soh, Komatsuzaki Masakazu, Nishizawa Tomoyasu, Tanaka Haruo	4. 巻 12
2. 論文標題 No Tillage Increases SOM in Labile Fraction but Not Stable Fraction of Andosols from a Long-Term Experiment in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Agronomy	6. 最初と最後の頁 479～479
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/agronomy12020479	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計19件(うち招待講演 0件/うち国際学会 7件)

1. 発表者名 関真由子・野々村詠人・宮寄英寿・Muniandi Jegadeesan・Pandian Kannan・田中 治夫・杉原 創
2. 発表標題 熱帯塩基性土壌が分布する南インドにおいて土地利用がMAOMの炭素蓄積量および形態に与える影響の解明
3. 学会等名 日本土壤肥料学会・愛媛大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sugihara S, Fuchigami K, Seki M, Jegadeesan M, Kannan P, Hamamoto T, Ikazaki K, Arai M, Tanaka H
2. 発表標題 Soil microbial community, carbon use efficiency and turnover rate under different soil pH in Subtropical Okinawa, Japan
3. 学会等名 ESAFS2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yasuno H, Tanaka H, Sugihara S.
2. 発表標題 Effect of long-term land management and residue quality of in-situ SOC accumulation in Andosols, Japan, by using 13C/15N-labelled residue
3. 学会等名 ESAFS2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 阪井花帆・杉原創・関真由子・宮寄英寿・Muniandi J, Pandian K・田中治夫・小崎隆
2. 発表標題 熱帯アルカリ性畑土壌における堆肥施用は 土壌微生物の養分制限を緩和し、炭素利用効率を増加させた
3. 学会等名 日本土壌肥料学会・東京大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 淵上佳奈・杉原 創・関 真由子・伊ヶ崎健大・荒井見和・田中治夫
2. 発表標題 沖縄県石垣島においてアルカリ環境が微生物群集および炭素利用効率に与える影響の解明
3. 学会等名 日本土壌肥料学会・東京大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kaho Sakai, Soh Sugihara, Mayuko Seki, Hidetoshi Miyazaki, Muniandi Jegadeesan, Pandian Kannan, Haruo Tanaka, Takashi Kosaki
2. 発表標題 Effect of farmyard manure application on microbial carbon use efficiency in the tropical alkaline soil of south India
3. 学会等名 SOM2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 Kana Fuchigami, Soh Sugihara, Hidetoshi Miyazaki, Mayuko Seki, Muniandi Jegadeesan, Pandian Kannan, Kozue Sawada, Makoto Shibata, Koki Toyoda, Haruo Tanaka, Takashi Kosaki
2. 発表標題 Land use affects microbial community composition but not carbon use efficiency in the dry tropical alkaline soil of South India
3. 学会等名 SOM2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Soh Sugihara, Eito Nonomura, Mayuko Seki, Hidetoshi Miyazaki, Muniandi Jegadeesan, Pandian Kannan, and Haruo Tanaka
2. 発表標題 Low OC stabilization capacity of mineral-associated organic matter in tropical-alkaline soils of southern India
3. 学会等名 WCSS2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関真由子・杉原創・宮崎英寿・Muniandi Jegadeesan・Pandian Kannan・柴田誠・Isabelle Bertland・田中治夫
2. 発表標題 南インドの畑地土壌におけるバイオ炭と堆肥の同時施用が施用後の有機物分解に与える影響
3. 学会等名 日本土壌肥料学会・北海道大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安野秀瑛・杉原創・関真由子・柴田誠・伴琢也・田中治夫
2. 発表標題 石炭灰施用による酸度矯正がプライミング効果に与える影響の解明ー沖縄県の赤黄色土を用いた事例ー
3. 学会等名 日本土壌肥料学会・北海道大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jeannette Aduhene-Chinbuah, Soh Sugihara, Masakazu Komatsuzaki, Tomoyasu Nishizawa, Haruo Tanaka
2. 発表標題 Effect of Conservation Agriculture on the amount and quality of fractionated organic matter of andosols in a long-term experiment in Ibaraki, Japan.
3. 学会等名 日本土壌肥料学会・北海道大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Seki M., Sugihara S., Miyazaki H., Jegadeesan M., Kannan P., Tanaka H.
2. 発表標題 Biochar combined with manure application can decrease organic matter decomposition compared to manure alone in the dry tropical cropland of south India.
3. 学会等名 EGU-2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nonomura E., Sugihara S., Seki M., Miyazaki H., Jegadeesan M., Kannan P., Tanaka H.
2. 発表標題 Fractionation of soil organic carbon under different land management in dry tropics, south India.
3. 学会等名 EGU-2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関真由子・杉原創・宮寄英寿・Muniandi Jegadeesan・Pandian Kannan・田中治夫
2. 発表標題 南インドの畑作地におけるバイオ炭の施用が土壌の炭素動態および作物生育へ与える影響の解明 第二報
3. 学会等名 日本土壌肥料学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野々村詠人・杉原 創・関真由子・宮寄英寿・Muniandi Jegadeesan・Pandian Kannan・田中治夫
2. 発表標題 南インドにおける土地利用が土壤炭素蓄積に与える影響の解明：POM分画を用いた分析
3. 学会等名 日本土壤肥料学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関 真由子・杉原 創・宮寄英寿・Muniandi, J.・Pandian, K.・田中治夫
2. 発表標題 南インドの畑地での堆肥多量施用は土壤炭素蓄積をどの程度改善するか
3. 学会等名 日本ペドロロジー学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野々村詠人・杉原 創・関 真由子・宮寄英寿・Muniandi, J・Pandian, K・田中治夫
2. 発表標題 南インドに分布する熱帯塩基性土壤の炭素蓄積能は低い
3. 学会等名 日本ペドロロジー学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 錦ありさ, 渡邊哲弘, 久住亮介, 関真由子, 杉原創, Muniandi Jegadeesan, 舟川晋也
2. 発表標題 低炭素含量のインド土壤においてバイオ炭と非晶質水酸化アルミニウム添加が有機炭素の蓄積に与える影響
3. 学会等名 日本ペドロロジー学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中西千聡, 暮井達己, 平野聖也, 半 智史, 船田 良, 堀川祥生
2. 発表標題 アカマツの球果を構成するマトリックス成分の機能解析
3. 学会等名 第71回日本木材学会大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	田中 治夫 (Tanaka Haruo)  (20236615)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授  (12605)	
研究分担者	宮寄 英寿 (Miyazaki Hidetoshi)  (30455232)	一般財団法人地球・人間環境フォーラム(研究推進ユニット)・研究推進ユニット・研究官  (82821)	
研究分担者	渡邊 哲弘 (Watanabe Tetsuhiro)  (60456902)	京都大学・農学研究科・准教授  (14301)	
研究分担者	國頭 恭 (Kunito Takashi)  (90304659)	信州大学・学術研究院理学系・教授  (13601)	
研究分担者	堀川 祥生 (Horikawa Yoshiki)  (90637711)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授  (12605)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	関 真由子  (Seki Mayuko)  (70963453)	名古屋大学・生命農学研究科・特任助教   (13901)	追加：2022年7月11日
研究分担者	李 哲揆  (Lee Chol Gyu)  (40770920)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・助教   (12605)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
インド	Tamil Nadu Agricultural University			
フランス	INRA			