

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H02312

研究課題名(和文)半乾燥熱帯アフリカの風土にあった有機物施用指針の策定

研究課題名(英文) Developing application method of organic amendments suitable for social-ecological settings of Semiarid Tropics of Africa

研究代表者

真常 仁志 (Shinjo, Hitoshi)

京都大学・地球環境学堂・准教授

研究者番号：70359826

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：これまで尿尿を農業利用してこなかったマラウイ国の農民ではあるが、化学肥料が高騰する中、農民のニーズは高く、限られた労働力で土地生産性を改善する方策となりうるということがわかった。また、労働負荷の小さい土壌保全技術と組み合わせれば、施用した養分を系外に流出させず、持続的に利用する仕組みの構築が可能であることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高価な化学肥料の購入が難しい途上国の農民にとって、自前で養分が確保できる尿尿に対するニーズが高いこと、そのニーズに後押しされる形で、尿尿利用に対する生理的嫌悪感は克服可能であることがわかった。また、人口増加が進む途上国であっても、農村では出稼ぎ等の理由で労働力の不足が顕在化しており、労働力を節約できる技術に対するニーズが高いこともわかった。

これらの事実から、労働力をセーブしつつ、生産性を上げることができる尿尿利用が、今後有望な技術であることを実証できた。

研究成果の概要(英文)：Although farmers in Malawi have not used human waste for agriculture, we found that farmers' needs are high and that this could be a way to improve land productivity with limited labor. In addition, it was found that if combined with soil conservation technology that requires less labor, it is possible to establish a system to sustainably use the applied nutrients without letting them flow out of the system.

研究分野：土壌肥沃度

キーワード：土壌肥沃度管理 半乾燥熱帯アフリカ 尿尿利用

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

半乾燥熱帯アフリカでは、依然として作物の生産量が消費量に追いついておらず、なけなしの外貨を食料輸入に費やしており、国の発展は遅々としている。増産の方法として、化学肥料投入による収量増を目指す動きが近年活発であるが、この方法は将来の土地生産性の劣化を引き起こしかねない。したがって、実際に住民の手にある資源一人畜由来有機物の利用効率を上げることで増産が図れれば、国の発展にも土壌劣化防止にも寄与するだろう。しかし、そのためには、次に掲げる3つの学術的問いに答える必要がある。

①半乾燥熱帯における有機物施用の効能とは何か？

半乾燥熱帯では、温帯に比べ温度が高い、乾季が半年も続くほど乾燥期間が長く、干ばつが頻発する、長年の風化を受け砂質な土壌が分布する地域も多い。いずれも有機物施用による「土づくり」を阻害する要因である。半乾燥熱帯における「土づくり」阻害要因を考慮すると、温帯と同様の作用機構とは考えにくい、その検討は手付かずのままである。

②半乾燥熱帯において利用可能な有機物とは何か？

当地域では、耕地の拡大に伴い、放牧地が十分に確保できず、家畜頭数が減少している。家畜堆肥に頼れない状況では、人間の尿尿は最後の頼みの綱ともいえる有機資材である。その普及を進めるには、衛生的に尿尿を取り扱いつつ、住民のニーズにあった資材とするための技術改良が不可欠である。

③住民に最適な有機物施用方法を普及する方法とは？

上記①②の問いへの答えが明らかになれば、住民はおのずとその方法を選び取るとは限らない。尿尿を取り扱うような新規技術を導入する際には、新規技術の適切な普及法を明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

温帯とは異なる気候・土壌条件にある半乾燥熱帯固有の有機物施用方法が確立されていない、実際に住民の手にある有機物に対する検討が不十分である、技術の普及方法がなおざりにされているといった課題の解決を目的として、人口密集国であり、その人口のほとんどが農業に従事しているにもかかわらず、自給がなかなか達成できていないマラウイにおいて、有機物の作物生産に対する効果を、衛生的な取り扱いに配慮しつつ再評価する。

3. 研究の方法

A マラウイの農村における土地利用

マラウイ北部の1農村において、農耕地の地形、土壌と農耕地への投入物の実態把握を試みた。世帯数は31であった。自然地形の把握を目的に、ドローンを用いたリモートセンシングによる測量をおこなった。村内20筆の圃場から土壌サンプルを採取し、土壌中の全窒素、有効態リンの含量を測定した。GPSを使って作物種類ごと、所有者ごとに圃場の測位をおこない、住民への聞き取り調査もおこなった。

B 尿尿利用分離型トイレの住民への導入

マラウイの調査村において、尿尿分離型ドライトイレ (UDDT: Urine Diverted Dry Toilet) を3世帯へ試験的に導入し、尿の持続的な農業利用を考慮したシステムの導入を検討するとともに、UDDTsの課題を検討した。導入したUDDTsは、日本国際民間協力会 (NICCO) (<https://kyoto-nicco.org>) が2007-2014年にマラウイに導入したUDDTs (Mchiwampaka 2018)、およびその元となったVinasanres Double Vault Toilet (VSDVT) (Ministry of Health Nha Trang Pasteur Institute VinaSanres Project 2002) および原田ら (2003年) によるUDDTsを参考として、現地住民および現地のビルダーとの討議を重ね、最終的なデザインを決定した。対象世帯に対して実施したインタビューにより水・衛生・健康および農業に関する意識も調査した。

C 最適な土壌保全型技術の検討

現地NGOであるTiyeni Organizationによって考案された土壌保全型技術DBFT (Deep Bed Farming Technology)、土壌侵食抑制効果とそれに関連する土壌水分保持効果に着目し、圃場試験によって定量的に効果検証を行うとともに、現地農村調査によって住民による実践可能性を評価した。

圃場試験はマラウイ北部ムズズ市内の実験圃場で行った。無耕起裸地のCT区 (Control)、慣行式の畝を立てるCR区 (Conventional Ridge)、慣行式の連結畝を立てるTR区 (Tied Ridge)、深耕後に広畝の連結畝 (Deep Bed) を立てるDB区の4処理3反復で土壌侵食測定用プロットを作成した。降雨イベントごとに表面流出水量を測定するとともに、適宜流亡土壌量を測定した。各プロット内の畝上0-15 cm、15-30 cm、畝間の0-15 cmの計3深度に2反復で土壌水分センサーを埋設し、土壌水分を測定した。農村調査はマラウイ北部ムジンバ県M村で行った。GPS

により各世帯の耕作面積を調査するとともに、堆肥利用や労働力、耕作方法等に関するインタビュー調査を実施した。さらに数名の住民に密着し、起床から就寝までの活動を記録した。慣行式の畝立て、Deep Bed の畝立て、Deep Bed の修復に要する時間を適宜実際の圃場で測定した。

4. 研究成果

A マラウイの農村における土地利用

本村ではメイズが農耕地の 93%で栽培されていた。メイズの品種については、全 31 世帯中、在来種のみを栽培する世帯が 3 世帯、改良種のみを栽培する世帯が 7 世帯、これら両方を栽培する世帯が 21 世帯であった。土壌中の全窒素、有効態リンの含量には、地形による違いが見られなかった。本村は 1970 年代に人が移り住み出来た村であり、農耕地は長年利用されてきていない。そのため土壌侵食といった土壌劣化がまだあまり起きていないと考えられる。また、本村では全面積に対する農耕地の割合が小さく、今後利用できる土地がまだ存在していることが分かった。DBFT を取り入れた農耕地では、堆肥が施用され、有効態リン濃度が高く土壌肥沃度の向上につながっている可能性が示唆された。

本村では、雇用労働を行っている世帯が大きな労働力をもとにメイズを多く栽培し、自給を達成したうえで販売を行っていた。これらの世帯では、さらに雇用を増やし、未利用の土地を開拓することで生産量を増加させる可能性がある。一方で、自給が達成できていない世帯における今後の取り組みとしては、労働力が限られていることから、土地の生産性を増やす必要がある。DBFT といった土壌肥沃度向上技術を取り入れ収量を増やす取り組みのほか、年中水が得られる低地沿いの土地において雨季以外の耕作にも力を注ぐことにより、限られた労働力を季節的に分散させて生産量を増やすといった取り組みを行うことも提案できると考えられた。屎尿利用も選択肢となろう。

B 屎尿利用分離型トイレの住民への導入

3 世帯ともに、農作物は主に自給を目的に生産していた。また、化学肥料に多額の投資（世帯収入における 50~75%）をしていた。有機肥料としてボカシ（トウモロコシなどの残渣を土に混ぜて発酵させたもの）と家畜の堆肥を利用していた。家畜の堆肥を利用していることから、UDDTs 由来の堆肥利用を受け入れやすい可能性が示唆された。一方で、すでに化学肥料および有機肥料を使用しており、これらが十分な量である場合にはし尿の利用の動機が高くないことも考えられたが、肥料への投資が大きな家計負担となっていることを考慮すると、家計負担の軽減がし尿利用の農業利用の動機となることが期待された。

3 世帯ともに既存のトイレへの満足度は低かった。この理由の一因としては、UDDTs の試験導入をボランティア世帯から自由意志で選んだため、元々既存トイレへの満足度が低い世帯が選ばれた可能性が挙げられる。世帯 A および B が掃除・手洗いの頻度の自己申告が高かったのに対し、C は低かった。回答が自己申告であるものの、世帯 C は世帯 A および B より衛生観念が低い可能性がある。世帯 C で上述の「水の清潔さが健康に影響すると思うか」が中程度、および「トイレの清潔さが健康に影響すると思うか」が高かったことを考えると、トイレを使用すること自体と健康との関連は意識しているものの、トイレ以外の衛生観念は低いことが示唆される。

3 世帯ともに、し尿の農業利用への忌避感は低かった。Tyieni Organization によると、対象地域ではかつて飲尿療法の習慣があったことから、ヒト由来の排泄物に比較的抵抗がない可能性がある。しかし、バングラデシュでの UDDTs の導入事例では、忌避感が低くとも利用が面倒だという理由から長期的には尿を利用しなくなった世帯も多かった (Yamada 2018)。したがって、忌避感は低いものの、し尿の利用が対象世帯で長期的に受け入れられるかについては、より詳細な検討が求められる。

水道水を使用しており比較的衛生的な意識が高かった世帯 A および B が UDDTs に健康状態の向上を期待していた一方、世帯 C は健康よりも農業利用により期待していた。世帯 C が化学肥料に使う費用が、世帯 A および B よりも大きいため、世帯 C では肥料の負担が大きく、このことが結果に影響を与えた可能性がある。バングラデシュでの Yamada (2018) の結果からは、トイレを継続して利用している人にとっては農業生産性の向上よりも安全に長期間利用できる点に恩恵を実感していることが示唆されていたが、Muchwampaka (2018) におけるマラウイでの調査では、大便の農業利用への期待が UDDTs の継続利用の動機となっていた。バングラデシュと比較してより貧困なマラウイで肥料としての効果が期待されていることから、貧困であるほど肥料としての効果を期待する可能性が考えられる。

C 最適な土壌保全型技術の検討

播種から収穫までの期間中の DB 区における平均の土壌水分は、CR 区と比較して畝上の 15-30 cm で 13%、畝間の 0-15 cm で 8%増加した。累積の流亡土壌量では CR 区、TR 区、DB 区で有意な差がみられなかった。降雨イベントごとの表面流去水量に関しても総じて CR 区、TR 区、DB 区の間には有意差は見られなかったが、CR 区では 3 反復内での結果のばらつきが大きかった。これは、CR 区では畝が連結されていないため、等高線の向きと畝の向きのお互いかならずれ等により畝間から流出する水量に差が出たためと推察された。調査地域の年間平均降水量 1144 mm に対し、この雨季の降水量が 649 mm と大幅に少なかったことを考慮すると、平年並みの降水量、お

よび実際の農家圃場の条件下では CR 区の表面流去水量および流亡土壌量が大きくなり、TR や DB など連結畝を持つ技術の優位性が高くなる可能性がある。

農家圃場での実測などから Deep Bed の畝立ては慣行式の畝立ての 3 倍以上の時間を要することがわかった。堆肥の施用に要する時間等も含めると、DBFT は整地から収穫までの農作業時間が慣行の約 2 倍と想定された。DBFT 実施にあたっては、2 年目以降は再度 Deep Bed を作り直すことなく簡単な修復作業のみを行うことが推奨されているが、実際に行われている修復作業の方法には住民間で差異がみられた。修復作業の方法により労働負荷が大きく変わるため、土壌の特性に適した修復方法の検証が今後望まれる。現地農村では概して家畜の所有頭数は少なく、堆肥の生産量には制限があること、寡婦世帯や農業外の生業を持つ世帯などでは農作業にかけられる時間に限りがあることなどから、DBFT を導入する際には、一部の土地に選択的に導入していくことが現実的であろう。さらに、土壌が硬い乾季ではなく雨季開始後に Deep Bed の畝立てを行うことが作業時間の短縮につながるということがわかったため、メイズの乾燥を待たず早めに収穫した後、新規の Deep Bed の畝立てを行えば、労働負荷の削減につながるだろう。また、下層土の緻密化が進んでいない土壌では、DB と同様の土壌侵食防止効果が期待できる TR の導入も考えられた。

上記の成果から、これまで尿尿を農業利用してこなかったマラウイ国の農民ではあるが、農民のニーズは高く、限られた労働力で土地生産性を改善する方策となりうるということがわかった。また、労働負荷の小さい土壌保全技術と組み合わせれば、施用した養分を系外に流出させず、持続的に利用する仕組みの構築が可能であることがわかった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Ichinose Yuri, Higuchi Hirokazu, Kubo Ryosuke, Nishigaki Tomohiro, Kilasara Method, Shinjo Hitoshi, Funakawa Shinya	4. 巻 181
2. 論文標題 Adaptation of farmland management strategies to maintain livelihood by the Chagga people in the Kilimanjaro highlands	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Agricultural Systems	6. 最初と最後の頁 102829 ~ 102829
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.agry.2020.102829	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 Kc, S., and Shinjo, H.	4. 巻 4(2)
2. 論文標題 Effects of Human Urine and Ecosan Manure on Plant Growth and Soil Properties in Central Nepal	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sanitation Value Chain	6. 最初と最後の頁 19-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34416/svc.00021	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 Kc, S., Shinjo, H., and Harada, H.	4. 巻 4(3)
2. 論文標題 People's perception on ecological sanitation and health risks associated in Central Nepal	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sanitation Value Chain	6. 最初と最後の頁 3-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34416/svc.00023	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 Harada Hidenori	4. 巻 1
2. 論文標題 Social Allocation of the Health Risks in Sanitation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Sanitation Triangle. Global Environmental Studies	6. 最初と最後の頁 129 ~ 149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-16-7711-3_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 -

1. 著者名 Harada Hidenori	4. 巻 1
2. 論文標題 Interactions Between Materials and Socio-Culture in Sanitation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Sanitation Triangle. Global Environmental Studies	6. 最初と最後の頁 177 ~ 187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-16-7711-3_10	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 Harada Hidenori	4. 巻 1
2. 論文標題 Acceptability of Urine-Diversion Dry Toilets and Resource Values of Excreta in Rural Societies	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Sanitation Triangle. Global Environmental Studies	6. 最初と最後の頁 209 ~ 226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-16-7711-3_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 Hidenori Harada, Shigeo Fujii	4. 巻 4(1)
2. 論文標題 Challenges and Potentials of Ecological Sanitation: Experiences from the Cases in Vietnam and Malawi	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sanitation Value Chain	6. 最初と最後の頁 3-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

1. 著者名 ShobhaPoudel, ShinyaFunakawa, Hitoshi Shinjo, Bhogendra Mishra	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Understanding households' livelihood vulnerability to climate change in the Lamjung district of Nepal	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environment, Development and Sustainability	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10668-019-00566-3	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 Hidenori Harada, Shigeo Fujii	4. 巻 4
2. 論文標題 Challenges and Potentials of Ecological Sanitation: Experiences from the Cases in Vietnam and Malawi	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sanitation Value Chain	6. 最初と最後の頁 3-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34416/svc.00015	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 -

1. 著者名 小西啓介, 原田英典, 藤井滋穂, 真常仁志	4. 巻 33
2. 論文標題 マラウイ農村部での尿の簡便な利用を考慮したし尿分離型ドライトイレの試験導入	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 環境衛生工学研究	6. 最初と最後の頁 50-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Mahinda Athuman, Funakawa Shinya, Shinjo Hitoshi, Kilasara Method	4. 巻 64
2. 論文標題 Interactive effects of in situ rainwater harvesting techniques and fertilizer sources on mitigation of soil moisture stress for sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) in dryland areas of Tanzania	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Soil Science and Plant Nutrition	6. 最初と最後の頁 710-718
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00380768.2018.1525573	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 McCarthy Christopher, Shinjo Hitoshi, Hoshino Buho, Enkhjargal Erdenebuyan	4. 巻 7
2. 論文標題 Assessing Local Indigenous Knowledge and Information Sources on Biodiversity, Conservation and Protected Area Management at Khuvsgol Lake National Park, Mongolia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Land	6. 最初と最後の頁 117-117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/land7040117	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 Harada, H., Mchwampaka, D. A., Fujii, S.	4. 巻 19
2. 論文標題 Long-term Acceptability of UDDTs : A Case Study in Rural Malawi	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sandec News	6. 最初と最後の頁 7-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 山田怜奈, 原田英典, 藤井滋穂, 小野了代	4. 巻 32
2. 論文標題 公衆及び個人宅のし尿分離型トイレ利用実態の比較	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 環境衛生工学研究	6. 最初と最後の頁 28-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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16件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 真常仁志
2. 発表標題 アフリカで地球環境を学ぶ
3. 学会等名 第40回京都大学地球環境フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塚本大祐, 真常仁志, Chisambi Cornelius, Chavula Isaac
2. 発表標題 マラウイ北部において土壌保全技術DBFTがトウモロコシ生産と土壌に与える影響
3. 学会等名 日本土壌肥料学会岡山大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 薄木裕也, 真常仁志, Chisambi Cornelius, Chavula Isaac
2. 発表標題 マラウイ北部における土壌保全技術の評価
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 原田英典
2. 発表標題 水・衛生とサブサハラ・アフリカ
3. 学会等名 第255回アフリカ地域研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 KC, Sharda and Shinjo, H
2. 発表標題 Use of Urine and Excreta Could Improve Vegetable Production and Soil Fertility in Central Nepal
3. 学会等名 14th International Conference of the East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinjo, H. Kannno, M., Teshirogi, K., Nakashima, K., Tanaka, U. and Malima, B
2. 発表標題 Agricultural Practices and Soil Properties Controlling Crop Production in Sandy Soils under Semiarid Tropical Climate
3. 学会等名 14th International Conference of the East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueru TANAKA
2. 発表標題 Potentiality of small-scale farming as a key to poverty alleviation and ecosystems conservation; experiences in Afro-Asia and application to Indonesia
3. 学会等名 UNHI 2019 Seminar, 18 September 2019, University of Hindu Indonesia Denpasar, Denpasar, Indonesia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田英典
2. 発表標題 アジア・アフリカの衛生改善とサニテーションの価値
3. 学会等名 京大テックフォーラム「社会課題から読み解く「水・衛生問題」 ～SDGs・防災・減災へのアプローチ～」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田英典
2. 発表標題 トイレに溜まるし尿をどう扱うか? : 東・南部アフリカの事例と日本の経験
3. 学会等名 第7回アフリカ開発会議 (TICAD 7) 公式サイドイベント アフリカの地域の人びとと研究者が共創する未来型サニテーション
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidenori Harada
2. 発表標題 Ecological Sanitation and Japanese Experience on Sanitary Improvement
3. 学会等名 湖沼環境保全のための統合的流域管理コース研修 (JICA) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田英典
2. 発表標題 アジア・アフリカの現場から見たSDGs; SDG6 (水・衛生) を例に
3. 学会等名 EICA未来プロジェクト「若手技術者・研究者交流セミナー」第三回セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinjo, H., Ando, K., Nakashima, K., Umetsu, C., Tanaka, U., Sokotela, S., Malima, B.
2. 発表標題 How can we mitigate impact of climatic variability on crop production in the semiarid tropics of Africa?
3. 学会等名 21st World Congress of Soil Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chisambi, C. and Shinjo, H.
2. 発表標題 Formation Processes and Properties of Soils in Central and Northern Malawi
3. 学会等名 日本熱帯農業学会第125回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中樹
2. 発表標題 アフリカの脆弱環境に「ヒトも自然も」の開発パラダイムを探る
3. 学会等名 日本システム農学会平成30年春季シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidenori Harada, Doris A. Mchwampaka, Rena Yamada, Tofayel Ahmed, Akira Sakai, Shigeo FUJII
2. 発表標題 Long-term acceptability of urine-diverting dry toilets
3. 学会等名 International workshop for Sanitation Value Chain 2019 in Philippines “ Social Acceptance of New Technology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidenori Harada, Doris A. Mchwampaka, Shigeo Fujii
2. 発表標題 Long-term acceptability of urinediversion toilets in rural Malawi
3. 学会等名 International Dry Toilet Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計9件

1. 著者名 田中樹	4. 発行年 2020年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 504
3. 書名 「砂漠土壌の種類と分布」・「砂漠土壌の特性」、日本沙漠学会編『沙漠学事典』	

1. 著者名 田中樹・宮寄英寿・石本雄大（編集）	4. 発行年 2021年
2. 出版社 摂南大学	5. 総ページ数 121
3. 書名 フィールドで出会う風と人と土6（電子版）	

1. 著者名 Yamauchi, T., Nakao, S., Harada, H.	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 264
3. 書名 The Sanitation Triangle. Global Environmental Studies.	

1. 著者名 真常仁志	4. 発行年 2020年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 504
3. 書名 「砂漠化の人為要因」・「砂漠化の気象要因」日本沙漠学会 編：沙漠学事典	

1. 著者名 真常仁志・荒木茂	4. 発行年 2020年
2. 出版社 明石書店	5. 総ページ数 371
3. 書名 「植生と土壌」・島田周平・大山修一 編：ザンビアを知るための55章	

1. 著者名 原田英典	4. 発行年 2019年
2. 出版社 学文社	5. 総ページ数 168
3. 書名 第5章 安全な水とトイレを世界中に, 120-140 (阿部治, 野田 恵 (編著), 日本環境教育学会 (監修) 『知る・わかる・伝えるSDGs 貧困・食料・健康・ジェンダー・水と衛生』	

1. 著者名 真常仁志（江原宏、樋口浩和（編））	4. 発行年 2019年
2. 出版社 培風館	5. 総ページ数 259
3. 書名 熱帯土壌の種類と分布（熱帯農学概論）	

1. 著者名 田中 樹（江原宏、樋口浩和（編））	4. 発行年 2019年
2. 出版社 培風館	5. 総ページ数 259
3. 書名 南アジア（熱帯農学概論）	

1. 著者名 田中樹・宮崎英寿・石本雄大（編）	4. 発行年 2019年
2. 出版社 総合地球環境学研究所	5. 総ページ数 130
3. 書名 フィールドで出会う風と人と土4	

〔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 樹 (Tanaka Ueru) (10231408)	摂南大学・農学部・教授 (34428)	
研究分担者	原田 英典 (Harada Hidenori) (40512835)	京都大学・アジア・アフリカ地域研究研究科・准教授 (14301)	

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	岡本 侑樹 (Okamoto Yuki) (00635500)	京都大学・地球環境学堂・特定助教 (14301)	

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			
マラウイ	農業省研究局			