J. Jpn. Soc. Soil Phys.
土壌の物理性
No. 149, p.83 ～ 85 (2021)

地球環境保全を志向した研究

濵田耕佑 [1]

私事ですが学位を取得して 3 年が経過しました．幸運なことに研究を続けることができており，周囲の環境 · 人々の助けもあってさらに研究の面白さを実感できるようになってきました．本年度より国際農林水産業研究センター（以下，国際農研) で勤務しています．これまでの研究に触れつつ，国際農研やこれからの研究について紹介させていただきます．

1. これまでの研究

もともと地球環境のことに興味があり農学部に入りましたが，土壌水分動態に関するシミュレーションなどに惹かれ，今の専門に進みました．博士課程では，作物根の生育による土壌の透水性 · 保水性の変化を対象とした研究を行いました．模型実験を基に，鉛直二次元場における土壌物理性の空間的な差異を考慮したシミュレーションモデルを自作し，このような差異が解析精度に与える影響を検証しました（Hamada et al., 2020）．

博士課程修了後は農研機構 西日本農業研究センターで水田転換畑を対象に，不透水層（耕盤）が作物の乾燥 · 過湿ストレスにどのような影響を与えるかを評価しました．試験スケールが圃場レベルになったこともあり，センサーの設置計画や管理，データに入り込んでくるノイズの処理などに苦心したことを覚えております．圃場データを用いてシミュレーションモデル（SWAP モデル）で解析を行ったところ，干天がしばらく続いた場合，その後の雨で土壌表層が過湿状態になっても耕盤は乾燥状態にあるという，水田転換畑特有であろう現象を見出すことができました（Hamada et al., 2021）．土壌表面の目に見える現象と土壌中の現象が実は大きく異なるという点に土壌物理の面白さを改めて感じました．

このようにこれまでは主に土層構造を考慮に入れた土壌水分動態に注目してきました．しかし農学部に入った時の地球環境への関心も忘れられず，溶質移動もやりたいと強く思うようになっていました．そんなとき，現職場で窒素動態に関連するプロジェクトに参画することなり，これに取り組めるようになりました．

[1] 国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター 熱帯 · 島嶼研究拠点
2021 年 9 月 24 日受稿　2021 年 10 月 7 日受理

2. 国際農研の概要

国際農研はつくばと石垣の 2 つの拠点を有しており，研究職員は 100 名程度在籍しています．開発途上地域における農林水産業に関する技術向上を図る試験研究を行い，世界の食料 · 環境問題の解決に貢献することを組織の目的としており，わが国だけではなく，地球全体を意識した研究ができることに非常にやりがいを感じています．研究職員の専門は非常に幅広く，土壌化学，稲，サトウキビだけでなくバッタ，海洋藻類などなかなかお会いする機会のない分野の方もいます．ちなみにどこの研究機関も同じだとは思いますが，土壌物理を専門とする研究者はやはり少ないです．研究領域 · グループ間の隔たりはほとんど無く，それぞれの分野で使われる実験 · 測定手法などを共有しやすい環境です．光合成測定や DNA に関する試験，培養や土壌生物のサンプリングなど，土壌物理では馴染みのない手法を目の当たりにし，日々刺激を受けるとともに，新しい研究の誕生を予感しています．

石垣拠点にはウェイイングライシメータをはじめとした様々な設備があり（Photo 1），熱帯 · 亜熱帯地域を対象とした技術開発を国内で行うことができるという強みが



Photo 1　国際農研石垣拠点のライシメータ．中央円形 4 基がウェイイングライシメータ．これらの設備はオープンラボとして公開されている．

あります．このウェイイングライシメータは，蒸発散量の算出はもちろん，下端からの浸透水量の測定や浸透水のサンプリングも行うことができます．シミュレーションモデルを構築する上で，素晴らしい環境が揃っていると感じています．

国際農研には「環境」「食料」「情報」という 3 つの研究プログラム（いわゆる柱）があり，私は環境プログラム内の「熱帯島嶼環境保全プロジェクト」に参画しています．島嶼について簡単に説明しますと，陸地面積が小さく四方を海で囲まれているため，農業をはじめとした人間活動の影響を受けやすいという特徴があります．窒素肥料や食料の島外からの流入が島嶼内の窒素収支バランスを悪化させ，周辺環境や地域住民の健康に甚大な影響を及ぼしているため，早急な対応が求められています．島嶼では山 · 里（農地）· 海が密接に関わり合っているため，農地だけを対象とするのではなく，山 · 海も含めた環境負荷軽減に取り組む必要があります．当プロジェクトは土壌，作物，キノコ，マングローブ，海洋生態系，藻類など国際農研の多様な研究者の連携により，分野横断的に山，里，海への適用技術を開発していきます．この中で私は，農地土壌からの窒素負荷軽減を目指した研究に取り組んでいます．

3. 半炭化物施用による窒素負荷軽減の可能性

熱帯では土壌に施用された有機物が速やかに分解されるため，土壌の肥沃度が向上しにくいと知られています．そのため作物生育には多量の施肥が必要となりますが，作物が吸収する窒素量は投入量の半分にも満たず，余剰窒素は地下水や河川 · 海洋など環境中に放出されています．窒素負荷軽減策の 1 つに炭化物施用がありますが，土壌肥沃度の向上に直接的には関わりません．熱帯島嶼において持続的作物生産を行うには，窒素放出量の軽減だけでなく，土壌肥沃度の向上とそれによる施肥量の削減が不可欠です．そこで，私の研究では低温短時間で作成する「半炭化物」に着目しました．半炭化物には分解されにくい有機物が残存しているため，熱帯環境下でも急激に分解されることなく，土壌肥沃度の向上に貢献すると考えられます．さらに，炭化物施用と同等の効果も期待され，窒素負荷軽減と施肥量削減の両立の可能性を秘めています．

半炭化物施用を実用化する上で，2 点明らかにすべきことがあります．まず，炭化物については，その焼成温度や施用量が窒素負荷にどのような影響を与えるか評価されていますが（例えば Kameyama et al., 2012），どのような施用深度が効果的なのか評価した例はほとんどありません．半炭化物は施用効果自体ほとんど明らかになっていません．本研究では，効果的な施用深度と半炭化物の施用効果の評価を実施していきます．なお，半炭化物の施用効果は性状（原料や炭化程度）によって異なりますので，今回は熱帯島嶼で手に入りやすいサトウキビバガスや木質バイオマス（台風による倒木など）を炭化物原料としました．また，研究対象地は石垣島と，フィリピン · ネグロス島としています．

現在は炭化物を用いたパイプ試験により，施用深度の評価を行っています．この試験では国頭マージとバガス炭を使用した 4 処理を設けています（炭化物無施用，表面施用，作土層施用，下層施用．炭化物施用量は同量）．センサーや土壌溶液採取により，表面から施肥した場合の窒素動態や窒素溶脱の差異を評価しているところです（Photo 2）．この試験で窒素負荷軽減効果の最も高かった施用法を用いて，半炭化物の試験に進む予定です．個人的には，サトウキビ深植えに関連した炭化物の下層施用について，どのような結果が出るか楽しみにしています．半炭化物の試験はパイプ試験，石垣拠点内ライシメータ試験，石垣島農家圃場試験，フィリピン農家圃場試験と徐々にスケールアップし，さらにシミュレーションモデル（SWAP-ANIMO や HYDRUS など）を併用することで石垣島，フィリピン · ネグロス島での技術適用を目指していきます．

4. 展望

本年度より第 5 期中長期計画がスタートしています．まずこの 5 年間で，農地への半炭化物施用技術の確立ならびにプロジェクト内の他研究課題との連携による周辺海域も含む島全体の環境保全を目指していきます．例えば，本プロジェクトで SWAT モデルによる流域レベルの解析も行いますので，農地からの負荷減少が海域の負荷にどのように影響するかも明らかにする計画です．ゆくゆくは熱帯島嶼だけでなく，世界全体で適用できるような技術を開発し，子供達へ出来るだけ良い環境の地球を残せるようにしたいというのが，私の研究のモチベーションです．

今，私は異分野の研究者と協働しやすい環境にいます．この環境を最大限生かして，学術融合的な面白い研究を行っていきたいと考えています．それと同時に，研究プロジェクトや地球環境に貢献できるよう，自身の拠り所である土壌物理の理解を更に深めていこうと思います．



Photo 2 パイプ試験の様子．各パイプの内径は 20 cm，長さは 100 cm.

引用文献

Hamada, K., Shinogi, Y., Taniguchi, T., Mochizuki, H. and Takemura, T. (2020): Simulation of soil water and heat transfer under subsurface irrigation considering spatial differences in soil hydraulic properties. Japan Agricultural Research Quarterly, 54(2): 153–162. doi:10.6090/JARQ.54.153

Hamada, K., Inoue, H., Mochizuki, H., Miyamoto, T., Asakura, M. and Shimizu, Y. (2021). Effect of hardpan on the vertical distribution of water stress in a converted paddy field. Soil and Tillage Research, 214: 105161. doi:10.1016/j.still.2021.105161

Kameyama, K, Miyamoto, T., Shiono, T. and Shinogi, Y. (2012): Influence of sugarcane bagasse-derived biochar application on nitrate leaching in calcaric dark red soil. Journal of environmental quality, 41(4): 1131–1137. doi:10.2134/jeq2010.0453