

講座



国際連携による土壌肥料研究の広がり と 現地課題への挑戦

11. アフリカで土壌肥料学の新たな地平を拓く？ —社会実装への挑戦—

真常仁志
京都大学大学院地球環境学堂

キーワード 砂漠化, 社会実装, 土壌劣化, 半乾燥熱帯

1. はじめに

私の海外調査デビューは、1991年3月、タイ北部の焼畑調査への同行であった。当時、学部生として所属していた京都大学農学部土壌学研究室は、学生が自身の研究で海外に出かけることがぼつぼつとみられ始めた頃だった。その後、修士課程における国内での研究を経て、本格的に海外で研究を実施するようになる。少しでも農業や土壌の様子を見聞した国は、これまでに20数か国に上る。そのなかで、重点的に携わってきた国での経験（多くは失敗！）を紹介しつつ、私自身が今一番関心を持っている事柄について説明したい。それが、土壌肥料学の新たな地平と呼べるほど大層なものなのかは、読者の皆さんの判断に委ねたい。

2. シリア (1993～1996)

1993年12月から3年間、博士後期課程を休学し、JICA（国際協力事業団（当時））の実施する青年海外協力隊でシリアへ派遣されていた。当初2年間の予定であったが、活動が一区切りつくところまでということで、1年の延長を認めてもらった。配属先は、CGIAR（国際農業研究協議グループ）傘下のICARDA（国際乾燥地農業研究センター）であった。JIRCAS（国際農研）からICARDAに派遣されていた藤田晴啓氏が直属の上司となることは、協力隊の試

験に合格するまで知らなかった。協力隊といえば、途上国の農民や現地技術者に日本で培った技術（例えば土壌肥料学の分野であれば堆肥の作り方、土壌分析方法など）を伝授するというのがオーソドックスな活動だが、私に要求されていたのは、プロジェクトの枠組みのなかで、PhDの学生のように、自分自身の研究を推進することであった。ICARDAは国際機関だけに、シリア人だけではなく欧米からの研究者が多数勤務しており、英語が公用語であった。上司が日本人であったほか、同時期に私と同様の身分で、2名の日本人（いずれも博士後期課程の学生であった）が在籍するプロジェクトに身を置いていたが、英語を話して当たり前という状況におかれ、英語を磨くことができたのは幸いであった。一方、街に出れば、アラビア語を話さないと生活できない状況で、3年も暮らしていれば、日常生活にはそれほど困らなくなはったが、それで満足してしまい、込み入った話ができるところまでには至らなかった。もっと真面目にアラビア語を勉強すればよかったというのが、シリア時代の最大の後悔である。

協力隊に応募したのは、将来こういった国際機関で働きたいと当時思っていたからだ。実際働いてみて思ったのは、権謀術数うごめく厳しい世界だなということだった。当時学生であったので、日本の学界がどのようなところか、想像するしかなかったが、国際機関だといっても、実際のところ合理的かつ論理的に運営されているわけではなさそう。それなら日本の機関で働いてもあまり変わらないか、むしろ文化がわかっている日本のほうが働きやすいかもしれないと変に納得してしまった。たった一機関での若輩学生のわずかな見聞で決めつけたことは、今にして思えば予断にすぎたものだったし、日本での研究の方が居心地がよさそうだと感じられたのは、所属研究室の久馬一剛先生、小崎隆先生や先輩方のおかげであったのだが、当時はそのありがたみを知る由もなかった。その後あちこちの国際機関に出入りするようになって、この時の決めつけ

Hitoshi SHINJO: Development of international collaboration and our challenges to regional issues in soil science and plant nutrition research. 11. Its new frontiers in Africa?: My challenge for social implementation

606-8501 京都市左京区吉田本町

Corresponding Author: 真常仁志 shinjo.hitoshi.4x@kyoto-u.ac.jp

2023年8月31日受付・2023年9月7日受理

日本土壌肥料学雑誌 第94巻 第6号 p. 474～478 (2023)

を覆してもらえよう経験は残念ながらなかった。

さて研究はというと、農耕と牧畜が混交する年降水量300mmほどの900km²を対象として、持続的土地利用実現に向けて各種農業資源を空間的に評価しようというものだったと記憶している。私自身は、土壤侵食危険度の評価図作成を分担することになった。土壤侵食の危険度を評価するといっても、それまでそのようなことを研究していたわけではない。今のように、インターネットで文献を調べたり、メールで出身研究室の先生に質問できる環境もなかった。かろうじて、出発前に田中樹先生に推薦してもらった文献や本をかき集めて、シリアへと旅立った。それでもなんとか土壤侵食量をいくつかの土地利用で実測したところで、1年延長が決まり、一時帰国の機会を得た。その際、所属研究室で進捗を報告し、様々なアドバイスをもらえたことで、形ある成果に向けて現地で取得すべきデータの輪郭がつかめた。一生懸命実験したなどというのは、最後の1年くらいだったろうか。結局この時の研究を、帰国後博士後期課程に復学し、七転八倒して学位論文につなげるようになった。当時は、侵食の危険度がわかれば、それに基づいて、土地利用が是正されるのだろうと考えていた。知らないからやっていないだけで、知ればやるだろうと。この考えの浅はかさに気づくのは、後年西アフリカで調査をおこなってからのことである。

シリアは、今でこそ内戦で到底訪問できない場所になってしまっているが、当時は治安がよく食事もおいしく、マラリアなど危険な感染症もなく、とても居心地の良いところだった。当時お世話になったシリア人の何人もが国外で散り散りの避難生活を送っている。一刻も早く平和が訪れることを願ってやまない。

3. ブルキナファソ・ニジェール (2001～2011)

博士号取得後、乾燥地での土壤荒廃をシリアで調べていたのだから、アフリカの乾燥地に行ってみないかと田中先生に声をかけていただき、赴いたのが西アフリカのブルキナファソとニジェールだった(写真1)。特に、ニジェールでは、JIRCASが実施した研究プロジェクト「半乾燥熱帯アフリカにおける土壤肥沃度管理手法の開発」(2003～2005年)、「西アフリカの半乾燥熱帯砂質土壌の肥沃度の改善」(2006～2010年)に参画する機会をいただいた。その時の詳しい話は、当時大学院生だった伊ヶ崎健大氏が本講座にて今後紹介されるだろうから、ここでは割愛する。砂漠化の最前線と言われる西アフリカ・サヘル地域で、このような長期にわたり当地で研究に従事させてもらえたおかげで、砂漠化の現状把握、対処技術の開発・普及といった一連の流れに携わることができた。

ICRISAT(国際半乾燥熱帯農業研究所)ニアメ支所をベースとした研究プロジェクトであったが、ICRISATの研究者はそれぞれが獲得した予算の研究に忙しく、共同で研究を実施する体制とはならなかった。松永亮一、飛田哲、大前英、林慶一の各氏を始めとするJIRCASから派



写真1 ニジェールでの調査の様子 (2004年6月)

遣された研究者の方々と、フィールドを共有しながら、それぞれの専門分野の強みを生かした共同研究に参画させてもらえたことは、何にも代えがたい経験であった。シリアでは現状把握にとどまっていたのが、ニジェールではさらに解決策の開発・社会実装に踏み込み、むしろこちらの方に、自分自身の関心が強いことを認識することとなった。そのなかで、砂漠化が進むとこんなに大変なことになるから、こういう土地利用(たとえば防風林の設置)にすると、短期的には便益はないけれど、数年後いい結果になりますという長期的便益だけでは、住民を説得できないという厳しい現実と直面した。むしろ、短期的便益(例えば収量増)をもたらす技術を続けることが、結果として長期的便益(例えば侵食防止)につながるような仕掛けを考える必要があって、そのような対処技術を最終的には開発できた。しかし、よい技術を開発すれば、おのずと住民が実施するはずだと考えていたのは、相変わらず浅はかであった。

4. ザンビア・ナミビア (2005～2017, 2022～)

ニジェールで研究を開始してしばらく経ったころ、南部アフリカのザンビアで開始する農村のレジリエンスに関する総合研究に、土壤学の立場から参加させてもらう機会を得た(写真2)。総合地球環境学研究所(通称、地球研)による「社会・生態システムの脆弱性とレジリエンス」(2005～2011)である。今でこそ、「レジリエンス」は、人口に膾炙しているが、当時はちょうどレジリエンスこそが持続可能性の鍵であるという主張がなされ始めた時代であった。半乾燥熱帯に位置するザンビアを対象に、農村世帯の持つレジリエンスとは何かを明らかにしようとする学際的研究であった。天水農業による生産システムに依存する半乾燥熱帯の多くの人々は、いまだ貧困の状態にあり、かつ環境変動の一つである気候変動に対して最も脆弱である。したがって、この地域における環境変動の影響と人間社会のレジリエンスについて考察することは、貧困と環境破壊の連鎖という重要な地球環境問題の解決に資するだろうという問題意識を持っていた。



写真2 ザンビアの圃場試験で栽培したトウモロコシの収穫作業 (2008年5月)

農業経済を専門とするプロジェクトリーダーの梅津千恵子氏のもとに集まった研究者の専門領域は、地理学、文化人類学、気象学、リモートセンシングなど様々であった。私はそのなかで、生態班を任されることになり、農学の様々な領域の研究者とともに、農耕地の持つ生態レジリانسについて調査することになった。一体何を調べれば、生態レジリانسといえるのか、雲をつかむような話であった。そのような状況の中、2005年最初の現地調査に赴き、現地での土地利用や農耕の様子を必死に観察した。約2週間の現地調査が終わるころ、首都に向かう車中で思いついたのが、森林開墾後の土壌の変化に対する環境変動の影響を調べるというアイデアであった。比較的安定な状態にある生態系である休閑林を毎年開き、農耕地へと転換される途上で起こりうる土壌の劣化、肥沃度メカニズムの質的变化、植生の回復や構成種の遷移を追うことにした。毎年休閑林を開くことで、降水量などの年変動と人間活動のインパクトを分けて評価し、土壌生態系が持っている降雨変動に対するレジリانسが、休閑林の伐開とともにどのように変化するか追跡した。その成果は、当時大学院生であった安藤薫氏によって発表されている。

私自身にとっては、土壌肥科学はもちろん、農学も超えた多分野の研究者との共同研究に主要メンバーとして携わることになったことが、何よりも刺激的であった。環境変動に対して脆弱であるからこそ、農業以外の様々な生業に手をだしている半乾燥熱帯の農村に居住する人たちは、「農民」というより、「住民」と呼んだ方がしっくりくる。農村に住んでいるのだから、農業の生産性を上げようと一生懸命やるはずだという前提はもろくも崩れ去った。一生懸命に労力や資金を農業生産に投資することのリスクの大きさを彼らは認識していたのである。このあたりのことは、以前本雑誌において、講座「サブサハラ・アフリカにおける土壌肥科学研究最前線」を企画した際に述べておいた(真常・荒木, 2011)。農学者だからこそ、農業を多様な生業の一つであると相対的に見つめることが重要だということを認識させられた。

この研究では、ザンビア農業研究所の研究者をカウンターパートとした。圃場試験の実施場所の選定、村人との折衝など様々な面で支援してもらった。誰しもが勤勉に働くわけではないというのは、日本人研究者とさして違わない。そのなかで、勤勉に働く優秀な研究者とは、現在も協力関係が続いている。

同時期、同じく地球研のプロジェクト「サハラ以南アフリカ半乾燥地における砂漠化対処と生存戦略の展望」(2010~2016)(田中先生がプロジェクトリーダー)において、分担者として研究を実施したナミビアは、農業の重要性がさらに低かった。トウジンビエを主食作物として栽培しているナミビア北部は、年降水量が約400mmと非常に乾燥しており、砂質土壌が広がっているという点では西アフリカのニジェールと同様であった。しかし、不耕起が一般的なニジェールに対し、ナミビアではトラクターやロパで耕起しているし、ニジェールではあまり普及していない改良種の栽培がナミビアでは広くみられるという話を聞いて、いったい何が違うのだろうと興味をひかれた。結局、確定的なことはわからなかったが、植民地時代に宗主国により接收された土地で大型機械を使った大規模農業が導入され、そこで労働者として働いた経験から、独立後、自作地でもトラクターによる耕起が一般的となったこと、トウジンビエの原産地である西アフリカから遠く離れ、在来種のバラエティに乏しかったために、形質の異なる改良種への需要が大きかったことなどがおぼろげに分かった。また、アフリカ諸国の中では、鉱産資源や観光による外貨獲得のため、経済状態が国全体としては悪くなかったため、自給的な農業にしがみついて生きていかざるを得ないというような悲壮感が農村住民からは感じられず、むしろ過疎が懸念されるような印象を受けた。人間による資源の使い過ぎが土地劣化・砂漠化を引き起こすというよりも、十分な労力を投入できないゆえに、資源が無駄遣いされる様子を目の当たりした。ニジェールと生態環境は似ていても、ナミビアで営まれている農業のありさまは大きく異なり、そこには、これまで住民が農業にどう関わってきたのかという歴史がくっきりと刻み込まれているようであった。生態環境という横軸と人間のこれまでの営みという縦軸の交点に、現在の農業の営みがあるのだという当たり前のことによりやく実感をともなって気づかされたのである。

振り返ってみれば、ニジェールでも、伊ヶ崎氏らと開発した砂漠化対処技術を紹介した際の住民の食いつきは、民族・地域によって大きく異なっていた。土壌学者はともすれば、土壌の種類を含む生態環境によって決定される適切な農業管理を住民にやらせようと考えがちである。特に、先進国が途上国で農業援助する場合、遅れた栽培方法を先進の技術で劇的に改善するという夢を見て(罠に陥り?), 彼らがやってきた農業を否定しがちである。しかし、私がこれまでに見てきた事例は社会実装(ここでは、住民に実践してもらうことを「社会実装」と呼ぼう)のためには、

それは単純すぎるなと思えたのである。生態環境から見て適切でかつ住民が実践可能な農業管理は、生態環境という横軸だけではなく、人間のこれまでの営みという縦軸との交点からスタートすべきではなかろうか。そういう思いが強まり、交点の同定とそこから始める農業支援こそが土壤学者である私自身のやりたかったことなのだとようやく腑に落ちたのである。

5. マラウイ (2017～)

では、そういった思いを実現させる国として、どこで研究をしようかと考えて思いついたのが、マラウイであった。マラウイは、アフリカ南部の内陸国で、農業以外にこれといった産業がなく、人口のほとんどが自給作物であるトウモロコシを栽培し、かろうじて自給を達しようかという状況である。年降水量1,000mmを超える地域が広く分布し、地溝帯に位置するため、アフリカのなかでは比較的肥沃な土壌が広がっており、人口密度は高め(2020年現在206人/km²) (世界銀行, 2023) である。現在、マラウイ政府はトウモロコシ増産のため化学肥料の購入補助政策を実施しているが、それでも化学肥料が手に入らない住民がいるほか、政府の財政危機により補助政策は破綻の危機を迎えている。

農業以外これといった産業がない、ナミビアやザンビアほど人口が希薄でもない、内陸国というマラウイの状況は、一見すると今後のいわゆる発展に向けて絶望的かもしれない。しかし、ナミビアやニジェールほど乾燥しているわけではなく、比較的肥沃な土壌が広がっていることは、農業生産のポテンシャルとして期待できるし、内陸の農業国であれば、他の生業オプションが少なく、一生懸命農業をしようとする人に出会える可能性が高いのではないかと考えたのである。

コロナ禍で開始が遅れたが、JICA 草の根技術協力事業(パートナー型)として「未利用資源の活用によるムジンバ県の小農の農業収入改善」を2021年10月からマラウイで実施している(写真3)。し尿分離型ドライトイレ

(通称、エコサントイレ)を活用した資源循環により、小農の生計向上を図りたいと考えたのである。キャッチフレーズは、「日々の暮らしで肥料をつくり、豊かできれいな未来を!」。かつてし尿を肥料として利用していた日本でも、今ではし尿利用に嫌悪感を覚える人が多いのではないだろうか。まして、これまでし尿を肥料として使ってこなかったアフリカの人が使うわけないだろうというのが、大方の見方だろう。しかし、マラウイには、京都のNGOのNICCOがエコサントイレを導入してきた歴史があること、また上述の私の仮説(マラウイには農業を一生懸命やる人がいるに違いない)を根拠に、この事業に取り組んでいる。今のところ、し尿利用に対する生理的嫌悪感よりも、高価な化学肥料を買わずとも自分自身で肥料を作れるということの魅力が勝り、エコサントイレを建てる住民が増えてきている。

本プロジェクトにおいて、トイレ建設に必要な資材費(約1万円。最低賃金の約2ヶ月分)を住民負担としているのは、建設されたトイレを大事に使ってもらうためであり、身銭を切ってもトイレを建てて、肥料を自ら作りたいという住民を探すスクリーニングになっている。自ら手を挙げる住民がいたということは、人間のこれまでの営みという縦軸からみて、エコサントイレという新しい技術を受容できる人達がいたということになる。生態環境という横軸からいうと、土壤肥科学の出番がまだある。エコサントイレから作られるし尿由来肥料の研究は、土壤肥科学を専門とする研究者によっては十分進んでいない。施用した養分が作物増産に効率的に利用され、環境への負荷とならないためには、種々の土壌型ごとの物質収支を明らかにする必要がある。現在取り組んでいる。マラウイの人にとってはかなり高額の自己負担になるので、本当に貧しい人には届かないのではないかと批判もあろう。そういう人々たちには、ほとんどお金のかからない新たな肥料作成法を考案し、実証しようとしているところであり、今後別の機会に報告できればと考えている。

マラウイでもザンビア同様、真面目に研究に取り組む研究者に出会い、彼らの学位取得のお手伝いもしている。また、自ら創意工夫する農村住民に巡りあっている。例えば、少量しか購入できなかった化学肥料をできるだけ広い面積に施用するために、堆肥と混ぜて施用したりしている。この方法は、土壌学的には、微生物の働きにより、無機養分をできるだけ流亡させないと説明できる。このような自らの経験に基づいた創意工夫が、エコサントイレによるし尿利用でも、生まれてくるのではないかと期待している。どのような創意工夫があるのか、誰がエコサントイレの利用に積極的なのかを明らかにすることが、人間の営みという漠然として捉えどころのないものの一端を浮かび上がらせてくれるだろう。これが自ら働きかけるアクションリサーチの醍醐味といえよう。



写真3 マラウイで建設したエコサントイレと受益農家、プロジェクトメンバー(2022年12月)

6. おわりに

アフリカでも都市化は急激に進んでおり、人口増加の程度は、都市でより大きい。マラウイでも出稼ぎによる農村からの労働力流出は顕著であるが、出稼ぎで得た収入をエコサントイレ建設の資材費に充てる住民もいる。日本は先んじて、都市化と農村の過疎の経路をたどってきたが、かつて遅れているとされた農村の暮らしが現在環境保全の面で見直されつつある。土地資源に依拠した暮らしがアフリカの農村に今なお残っているとすれば、持続的な暮らしを目指す周回遅れのトップランナーといえないか。そうだとすれば、我々こそ、アフリカから学ぶべきことがあるのではないか。そういう意味でアフリカと日本をつなぎたいと

いう夢を持ちながら、今年もアフリカのフィールドに出かけている。

なお、学部生として土壌学に足を踏み入れて以来、本当に多くの方々にお世話になっているが、本稿では、全員のお名前を逐一挙げさせて頂くことを紙幅の都合上、控えさせていただいた。ご無礼の段、ご容赦願いたい。

文 献

- 世界銀行 2023. <https://data.worldbank.org/indicator/EN.POP.DNST?locations=MW> (2023年8月28日アクセス)
- 真常仁志・荒木 茂 2011. 講座 サブサハラ・アフリカにおける土壌肥科学研究最前線 1. 講座のねらい、サブサハラ・アフリカの生態環境条件と農業の現状. 土肥誌, **82**, 330-337.