

脱炭素時代のアフリカ農業開発

一般財団法人ササカワ・アフリカ財団 技術統括部長 花井 淳一

1 はじめに

近年深刻化する地球温暖化は、異常気象を誘発するとともに土壌劣化を助長し、世界の農業生産に負の影響を与えている。一方、温室効果ガス排出量(二酸化炭素換算で年間490億トン)の4分の1は農業由来とされており、農業の「脱炭素化」が叫ばれる中、潜在的な二酸化炭素吸収源として農地土壌に注目が集まっている。

本稿では、ササカワ・アフリカ財団(Sasakawa Africa Association、以下SAA)の関連する取り組みについて紹介するとともに、土壌の健全性を重視する「環境再生型農業(Regenerative Agriculture: RA)」を巡る議論の変遷や、アフリカ農業開発の文脈での必要性を具体的な事例を踏まえて検討する。また、その上で脱炭素時代のアフリカ農業開発の方向性について提案する。

2 SAAの取り組み

(1) アフリカの角大飢饉を契機に

SAAは、アフリカの角で起きた大飢饉を契機に、笹川良一日本財団初代会長、ジミー・カーター元米国大統領、緑の革命の父としてノーベル平和賞を受賞したノーマン・ボーローグ博士の3人により1986年に設立された。以降、延べ16カ国で農業普及事業を展開し、現在はエチオピア、マリ、ナイジェリア、ウガンダの4カ国を中心に170名近い現地スタッフがフィールド活動並びに人材育成事業に取り組んでいる。SAAによる農業技術研修に参加した農家数は上記4カ国だけでも1,000万人を超える。当初は作物(穀物)生産性向上が活動の中心であったが、

2000年代以降収穫後処理・農産加工やアグリビジネスを含むバリューチェーン全体に活動範囲を広げている¹。

(2) 「現場力」を生かした柔軟なアプローチ

90年代にSAAが導入した改良品種の展示圃場をベースにした普及手法は、時のエチオピア・メレス・ゼナウィ首相の目に留まって全国展開されることになり、その後計画的に育成された6万人を超える農業普及員とともに、現在も同国の普及システムの中核をなしている。一方、構造調整政策のもと農業普及員が大幅に削減されたウガンダでは、農家自身を村落普及員(Community Based Facilitator)や農業投入材・農産物のディーラー(Commodity Association Trader)として育成するSAAの普及モデルが、2000年代以降政府に採用されることとなった。このように、SAAは対象国の農業普及を取り巻く状況の違いやその変化に合わせ、最適な支援アプローチを現場主導で柔軟に追求してきた。この「現場力」こそが組織としての最大の強みと言えよう。

(3) 新5カ年戦略(2021-2025)と方向転換

SAAは、2021年に新5カ年戦略(2021-2025)を策定した。同戦略はアフリカ小規模農家の3つの安全保障(食料・所得・栄養)の実現を目的とし、環境再生型農業をベースに、重点領域として①持続可能な農業集約化、②市場志向型農業、③栄養に配慮した農業を定めている(図1)。SAAはこれまで故ノーマン・ボーローグ博士の遺志を継ぐ形で、高収量品種の普及を中心にアフリカ農業の近代化に取り組んできた。そのSAAが、アジア型緑の革命のアンチテーゼともいえる環境再生型農業を標榜するに至ったのは何故か。その背景には近年アフリカで急速に深刻化する土壌劣化と気候変動の問題がある。

1 ササカワ・アフリカ財団ウェブサイトより、<https://www.saa-safe.org/jpn/www/>

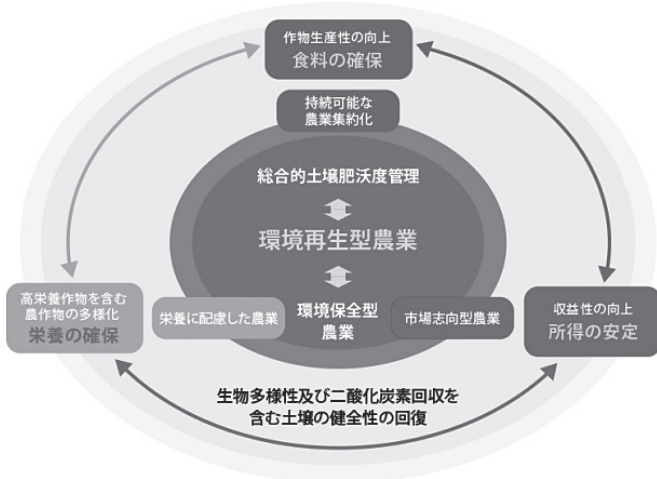


図1 SAA新5カ年戦略のロジックモデル
出所：ササカワ・アフリカ財団ウェブサイト

3 アフリカ農業開発のパラダイムシフト

(1) 土壌劣化と気候変動

世界土壌資源報告（2015）によれば、サブサハラ・アフリカ地域のおよそ4.94億haの土地が土壌劣化の影響を受けており、食料生産や人々の生活に負の影響を与えている。主な脅威としては土壌侵食、土壌有機物・養分の減少、および生物多様性の損失が挙げられている²。一方、地球温暖化は、気温上昇ばかりではなく、干ばつ、熱波や大雨といった異常気象をもたらす土壌劣化を助長する。例えば、乾燥地における干ばつは、過灌漑による塩類化・アルカリ化を進める。また、湿潤地における高温は、土壌有機物の分解を促進して大気中の二酸化炭素を増加させる（図2）³。この土壌劣化と気候変動の負の連鎖

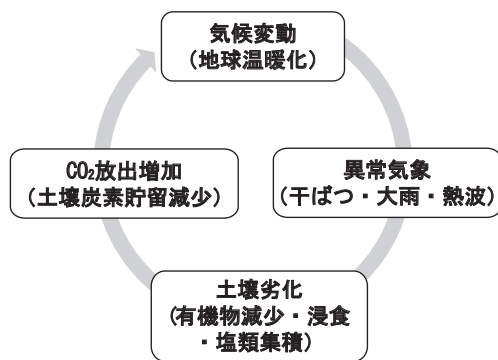


図2 土壌劣化と気候変動の負の連鎖
出所：筆者作成

鎖を断ち切ることが地球規模で求められており、それはアフリカにおいても例外ではない。

(2) 環境と農業開発を巡る議論

環境に配慮した持続的な農業開発という文脈で、開発途上国では過去四半世紀以上にわたって「持続的な農業集約化（Sustainable Agricultural Intensification：SAI）」の実現に向けた取り組みが行われてきた。その過程で土壌保全を中心とした「保全農業（Conservation Agriculture: CA）」やそのプラグマティックな取り組みである「総合的土壌肥沃度管理（Integrated Soil Fertility Management：ISFM）」、また気候変動への適応策を中心とした「気候変動対応型農業（Climate Smart Agriculture：CSA）」が、FAOや国際農業研究機関等により都度提唱され、アフリカ諸国においても数多くの実証研究やその普及が試みられてきた。また、2009年の世銀・FAO報告書「岐路に立つ農業」⁴を転機として、「アグロエコロジー（Agroecology）」という概念が欧州を中心に広がりつつある。アグロエコロジーは、生物多様性と小農・家族農業を重視する持続可能な農業システムであり、2020年に欧州委員会が発表した「農場から食卓まで戦略（Farm to Fork Strategy）」⁵でもその推進が謳われている。

(3) 農地炭素貯留と環境再生型農業

ここ数年世界的に脱炭素化への関心が高まる中、上記取り組みの持つ農地（土壌）の炭素貯留効果の側面に脚光が当てられることとなった。農地に施用された堆肥や緑肥等の有機物は微生物により分解され大気中に放出されるものの、一部が分解されにくい土壌有機炭素となり長期間土壌中に貯留される⁶（図3）。農地の炭素貯留は、2015年にパリで開催された気候変動枠組み条約第21回締約国会議（COP21）でフランスが「4/1000（フォーパーミル）イニシアティブ」を提唱してから注目を集めるようになった。これは2020年の世界食糧賞を受賞したオハイオ州立大学ラタン・ラル博士の研究成果と提言が政策化されたもので、土壌中の炭素量が毎年0.4%ずつでも増えれば人為的排出による大気中の二酸化炭素増加量を相殺できる計算であることから、4/1000（フォー

2 国立研究開発法人農業環境技術研究所（2016）：世界土壌資源報告:要約報告書, <https://www.naro.affrc.go.jp/archive/niaes/sinfo/publish/bulletin/niaes35-3.pdf>

3 日本土壌肥科学会編（2015）：世界の土、日本の土は今, 農山漁村文化協会

4 IAASTD（2009）：Agriculture at a crossroads - Global report, <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/8590>

5 EC ウェブサイトより, https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf

6 白戸康人（2011）：農地管理による土壌炭素貯留効果と気候変動の緩和, 日本LCA学会誌

パーミル) と呼ばれている。土壌中炭素の量はかなり大きい(植生の2倍、大気の3倍)一方で、有史以来の農耕によって4,500億トンもの土壌中炭素が失われており、その量は産業革命以降に化石燃料の燃焼により排出された炭素量2,700億トンを大きく上回るとい⁷。裏を返せば、地球の土壌はそれだけの炭素貯留ポテンシャルを持つということになる。土壌被覆(マルチング)と不耕起を中心とした保全農業を通じて、有機物の投入を増やすとともに分解を減らし(土壌有機炭素増加)、土壌を肥沃にし(農業生産力向上)大気中の二酸化炭素も減少させる(農地炭素貯留)というのがラル博士の説だ。

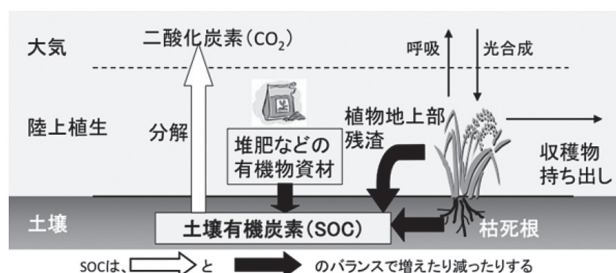


図3 土壌を中心とした炭素循環

出所: 令和2年度フードサプライチェーンにおける脱炭素化の実践とその可視化のあり方等検討会資料

かかる状況のもと、環境再生型農業というワードに改めて脚光が当てられている。ここでいう「再生」には、土壌資源が持つ自然生態系の復元力(炭素貯留機能)により地球環境を再生(regenerate)するという含意がある。しかし、その実態はこれまで取り組まれてきた上記CA、ISFM、CSAの域を超えるものではなく、近年の脱炭素化ブームに乗った一種の再定義だと筆者は捉えている(図4)。

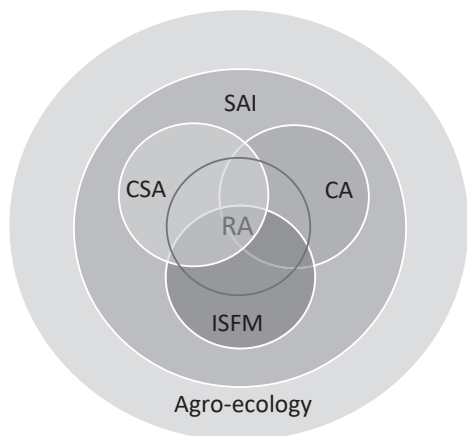


図4 環境再生型農業の位置づけ

出所: 筆者作成

(4) アフリカに環境再生型農業は必要なのか

アフリカ大陸の土壌の多くは古い風化した酸性土壌で、鉄分やアルミニウムが多く含まれている一方で、必須栄養素や有機物が不足している。アフリカ農業はもともと自然資源に依存した焼畑・休閒農業が基本だった。かつて人口が希薄であった頃は農地を休閒にもどして土壌肥沃度の自然回復を待つことができたが、人口圧の高まりの中で時間的・空間的な余裕が減少し、休閒期間の短縮や農業不適地への外延的拡大が土地生産性を低下させた。かかる状況のもと、80年代以降の肥料感応性の高い高収量品種の導入は土地生産性の回復に貢献したが、その一方で、化学肥料に偏ったことで土壌の機能改善に役立つ堆肥や作物残渣といった有機物の施用が減り、結果的に土壌劣化の問題が年々深刻化してきた⁸。また、グローバル化の進展に伴うアフリカ全域での商品作物モノカルチャー化の進展は、この傾向にいつそう拍車をかけている。

とはいえ、アフリカ小規模農家の化学肥料の使用量は現状20kg/haに過ぎず、2006年のアフリカ肥料サミットで数値目標として宣言された50kg/haすらはるかに下回っている⁹。また、主要穀物の土地生産性もいまだ低い状況にある(図5)。化学肥料や農薬の過剰投与による水質汚染や健康被害に直面する先進国はさておき、アフリカ諸国政府や小規模農家に対し、収量や収入を犠牲にしてまで化学肥料や農薬の施用を減らすよう強いることは非現実的だというのが、SAA現地スタッフの率直な意見である。アフリカ諸国において環境再生型農業を推進するには、先進国におけるそれとは違った視点やロジックが必要なのは間違いない。

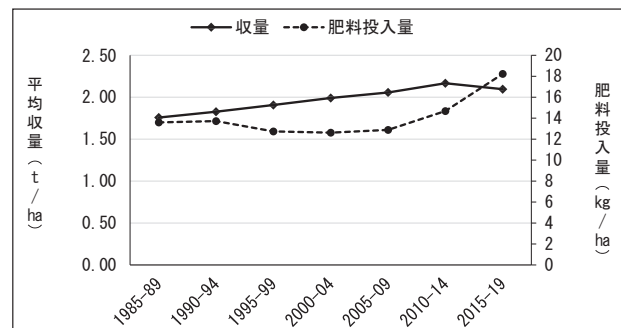


図5 サブサハラ・アフリカ地域における主要穀物平均収量^{*}と肥料投入量の推移

出所: FAOSTAT/World Bank Open Dataデータより筆者作成
^{*}同地域48か国におけるメイズ・米・小麦の平均収量(5年毎)を平均して算出

7 Lal R. (2004) : Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security, Science, 304, 1623-1627

8 荒木茂 (2015) : アフリカの土壌特質と地力改善, ARDEC53号, 一般財団法人日本水土総合研究所

9 Africa Union (2006) : ABUJA DECLARATION ON FERTILIZER FOR THE AFRICAN GREEN REVOLUTION, <https://www.inter-reseaux.org/wp->

(5) SAAの目指す環境再生型農業

さまざまな利害関係者の思惑が交錯し、環境再生型農業の定義づけや方法論を巡っての議論はマウンテン合戦の様相を呈している。SAAは、現地スタッフとの数十時間に及ぶ議論を経て、前述した新5か年戦略の中で「環境再生型農業（RA）の目的は土壤の健全性の回復を通じて農地をより肥沃で生産性の高いものにし、ひいては農家の生計を守ること」とし、そのための具体的なアプローチとして前述した保全農業と総合的土壤肥沃度管理の2つを採用した。

保全農業（CA）は、①耕起による土壤攪拌を最小限に抑え（最小耕起）、②被覆作物または作物残渣で土壤を覆い（マルチング）、③輪作／間作を行うこと（作物多様化）により、環境負荷の軽減を目指す農法である。一方、総合的土壤肥沃度管理（ISFM）は、改良遺伝資源（品種）、無機/有機肥料、農薬/生物学的害虫防除、農家の知見等を組み合わせた総合的かつ柔軟な農地管理手法である。一言で言えばRA=CA+ISFMという図式になるが、CAやISFMに求められる原則を一律に適用することを意図しているわけではない。

アフリカの植生・農業生態系は、SAAが対象とする4か国だけでも熱帯雨林、湿潤サバンナから乾燥サバンナまで多岐にわたる。この多様な農業生態系や社会経済条件のもと、「環境保全と小規模農家の生計向上を如何にWin-Winで達成できるか」について、今のところ万能薬（one-size-fits-all）的なソリューションは見出し得ない。SAAとしては、小規模農家の持続的な生計向上に向け、引き続き高収量品種や耐乾・耐病虫害性品種の導入を図るとともに、前述したアフリカ肥料サミットの数値目標を念頭に、化学肥料や有機肥料の最適な組み合わせを実証・普及することにより、土壤の健全性に立脚した持続的かつレジリエントな農業、いわば「アフリカ型RA」を目指していきたいと考えている。また、アフリカの乾燥地・傾斜地において有効な農業土木的なアプローチ、例えばソイルバンド（等高線に沿った土堤）やトレンチ（排水溝）等についても併せて検討する。では、現場では具体的にどのような取り組みが行われているのか。次章ではSAAによるエチオピアでの活動事例を紹介する。

4 エチオピアの現場から

(1) AIを活用した環境再生型農業の実証・普及

SAAは、エチオピアにおいて「環境に配慮した市場志向型農業推進プロジェクト（Pro-Environment Market-oriented Agriculture Promotion Project：PREMAP）」を開始した。外務省の「脱炭素技術海外展開イニシアティブ」の第一号案件であり、ソフトバンク株式会社が提供する農業支援ソリューションである農業AIブレン「e-kakashi（イーカカシ）」¹⁰を活用し、2万人の小規模農家の収入向上と栄養改善、温室効果ガスの排出抑制を通じた気候変動緩和を目指している（写真1）。具体的には、同国2州（アムハラ・オロミア）に位置する政府の農業普及拠点である農家研修センターを対象に、小規模灌漑施設（集水池・ソーラーポンプ等）を整備することで、換金作物として重要な野菜を中心にその技術普及機能を強化する。また、「e-kakashi」により環境データや生育データを収集・分析することにより、節水・節肥料型の栽培技術の確立・普及を行う。一方、収益性は農家が環境に配慮した農業を続ける最大のインセンティブとなり得ることから、JICAのSHEPアプローチ¹¹も参考に市場調査や作目選定にかかるマーケティング研修を併せて行う。施肥量の最少化は亜酸化窒素（地球温暖化係数は二酸化炭素の300倍）の排出抑制を通じて、気候変動緩和へのインパクトが期待される。なお、この科学的根拠（エビデンス）に基づき「儲かる環境再生型農業」の実証・普及を目指す取り組みについては、将来的な農地炭素クレジットのスキーム確立も視野に入れ、国際金融開発機関等のドナーと域内展開に向けた協議を進めている。



写真1 日本人専門家によるe-kakashiの設置研修

10 ソフトバンク株式会社が提供するe-kakashiのウェブサイトより、<https://www.e-kakashi.com/>

(2) ベンチャー企業と連携した牛耕のカイゼン

高地・傾斜地の多いエチオピアでは牛耕用の犁の改良・普及にも取り組んでいる。伝統的な犁の場合、その構造上1回の耕起だけでは圃場を耕しきれないため、農家は複数回しかも縦横(十字)方向に耕起を行う必要がある。この作業は時間と労力を要するだけでなく、斜面の傾斜に沿って溝を作るため雨水流下による土壌侵食を誘引し、長年にわたって土地劣化の要因となってきた。また、結果的に地下水の涵養量が減少し、農家は乾季の水不足に悩まされている。SAAは、エチオピア発の農業ベンチャー企業であるAybar Engineering PLCと連携して、「ベルケン犁」と呼ばれる改良犁の普及に取り組んでいる¹²。従来の犁に鋭いエッジを持つ金属製の側翼を取り付けることにより、等高線に沿った1回の耕起だけで十分な表土破碎が期待できるとともに、雑草の根をかき切ることができる(写真2)。その際等高線に沿って土中に形成される隠れた段丘(テラス)は、土中への雨水浸透・保持を促し土壌流亡を防ぐ。ちなみに「ベルケン」という言葉はアムハラ語で「テラス」を意味する。なお、前述したe-kakashiを用いて土壌水分量や作物の生育速度といったデータの収集・分析を行うことにより、この改良農法を作物生産性と土壌保全の両面から検証・最適化することが可能となる。内発的イノベーションと最新テクノロジーの融合ともいえるが、今後「アフリカ型RA」を実証・普及していく上で主流になる取り組みの一つといえよう。



写真2 ベルケン犁と農家研修

5 結びに

アフリカの小規模・家族農業に造詣が深いオランダ・ワージェニンゲン大学のケン・ギラー教授は、あるインタビューの中で「リジェネラティブ・ファームिंगやアグロエコロジーのような普遍的なアプローチは農家が世界中で直面している膨大な多様性と複雑性を考慮に入れていないため失敗する」と述べ、局所的(place-based)な農学的知見に基づく「システム農学アプローチ(a systems agronomy approach)」を提唱している¹³。また、昨年11月に開催された第26回気候変動枠組条約締約国会議(COP26)において、ケニアのケリアコ・トビコ環境・森林省長官は、「地球は先祖から相続したのではなく子孫から借りているもの」というケニアの諺を引用した上で、世界のGDPの80%を占め温室効果ガスの80%を排出する20か国(G20)こそが削減の責任を負うべきと締め括り、会場の喝采を得た¹⁴。

先進国はこれまで経済発展の代償として地球環境を破壊してきた。アフリカ諸国にそのツケを押し付けるのではなく、先進国とは違う第三の道歩んでもらえるような仕組みづくり(例えばカーボンプライシングのような資金還流)を行うとともに、アフリカ農業の持つ多様性や小規模・家族農業の重要性を考慮した「アフリカ型RA」をエビデンス・ベースで共創し推進することが、これからの「脱炭素時代のアフリカ農業開発」において求められている。なお、本稿に示されている意見は筆者個人に属し、ササカワ・アフリカ財団の公式見解を示すものではない。

11 JICA・SHEP(市場志向型農業振興)アプローチのウェブサイトより、<https://www.jica.go.jp/activities/issues/agricul/approach/shep/index.html>

12 Feed the Future(2020): Interview: Ethiopian entrepreneur invents new plow that breaks down barriers for small scale irrigation, <https://ilssi.tamu.edu/2020/06/11/interview-ethiopian-entrepreneur-invents-new-plow-that-breaks-down-barriers-for-small-scale-irrigation/>

13 Joost van Kasteren(2021): *Perspective Professor Ken Giller on the Politicization of Agriculture*, <https://agrifoodnetworks.org/article/professor-ken-giller-on-the-politicization-of-agriculture>

14 TBS NEWS DIGウェブサイトより、<https://www.youtube.com/watch?v=FyIeN3prlNw>