

国際農林業協力

JAICAF

**Japan Association for
International Collaboration of
Agriculture and Forestry**

論説 アフリカの土壌問題
アフリカにおける土壌肥沃度管理
安心感の得られる遺伝子組換え体の作成を目指して

Vol. 27 No. 2

社団法人
国際農林業協力・交流協会

巻頭言

- 日本のコメ研究者からの贈り物 鳥山 国土 … 1

論説

- アフリカの土壌問題 荒木 茂 … 2
アフリカにおける土壌肥沃度管理 田中 樹 … 6
安心感の得られる遺伝子組換え体の作成を目指して 笠原（遠藤）さおり・
杉田耕一・海老沼宏安 … 11

解説

- 熱帯農業とマラリア 内山 泰孝 … 17
国際半乾燥熱帯作物研究所 (ICRISAT) のサヘル地域での活動動向
伊藤 治 … 22

協力ニュース

- JIRCAS - JICA - JAICAF 共催セミナー - ICRISAT 所長セミナー … 28
中国青海省政治協商会議視察団訪問 … 30

図書紹介

- 『Realizing the Promise and Potential of African Agriculture, 2004』
InterAcademy Council
中村 宗弘 … 31

JAICAF ホームページ <http://www.jaicaf.or.jp/> 上で、本誌既刊分のコンテンツをみることができます。



日本のコメ研究者からの贈り物

鳥山 国士

国連総会で2004年を国際コメ年とすることが宣言され、その重要なイベントとして日本で世界イネ研究会議が開催されることになった。これを記念してわが国の指導的イネ研究者が自分達の拠出した基金で、国内外における顕著な研究功績に対し「日本のイネ研究者からの贈り物」として国際コメ年記念研究功績賞を贈ることになった。これは今までに例を見ないユニークな賞といえる。

各界からの推薦を受けた中から国際コメ年を記念するに相応しい国際色の濃い4件の受賞が決まった。インドから Mano Pathak 博士、国際イネゲノム塩基配列解読チーム、イネ品種 Mahsuri 育成グループ、田中明博士である。これらの研究功績は本誌上で逐一詳報するのが好ましいが、あまり知られていない日本の国際農業協力の嚆矢となった Mahsuri 育成グループについて簡単に紹介したいと思う。

Mahsuri は戦後の国際貢献コロンボ・プランでマレーシア政府の要請により1958年以降イネ育種の技術協力として派遣された日本人専門家により1965年に育成されたイネ品種で、当初はマレーシア全土に作付けされた。

Mahsuri はFAOの日印交雑による画期的なイネ育種計画によりインド・カタックで交雑され、マレーシアに配布されて維持されていた雑種集団より育成された品種で、初代の山川寛氏より、藤井啓史、川上潤一郎、佐本四郎氏へと引き継がれ完成したものである。

東南および南アジアの稲作国では1960年代には灌漑施設を逐次整備してコメの生産増を政策目標とし、IR8など多肥多収性の品種の普及が図られた。しかし生産者の多くは依然として無肥料あるいは小肥料でもそれなりの収量を上げる能力と市場性の高いバランスのとれた品種を求めていた。Mahsuri はその優れた性能、とくに不良環境耐性、多収、良質、良食味が好まれ、主として農民自身の伝聞で南アジア全域および西アフリカに普及し、1,000万ha近くまで栽培され、現地での評価は今でも高い。また、Mahsuri は交雑親としても優れた能力を発揮し、インドで育成された次代の Swana および Samba Mahsuri は約700万haに栽培されており、育種素材として多くの国で利用されている。

このような研究功績はわが国の国際農業協力の輝かしい成果として国際コメ年を記念する「日本のコメ研究者からの贈り物」を受けるに相応しいものといえよう。

(元農業生物資源研究所長)

TORIYAMA Kunio: Distinguished Achievements
in the Field of Rice Research Both Japan and
Abroad

アフリカの土壌問題

荒 木 茂

タンザニアとの研究協力プロジェクトをソコイネ農業大学で行なっていた時、タンザニアの同僚が酒飲み話に言ったことがある。「何かや言っても、タンザニアの農民はただ地面を引っ掻き回しているだけだ」と。これは、農業技術が現場に普及しないことへのいらだち、あるいはあきらめととれた。また、土壌学の国際学会で著名な講演者は、「あまたな技術がすでに存在する。それが受け入れられないのは農民の貧困に原因がある」と。かくして、国際援助は、貧困撲滅、住民参加型開発と、社会経済的側面を強調したものとなってきている。このような状況は農業技術者にとっては格好の出番、というわけにはいなくなってきた。技術そのものよりも、ハードを包むソフトが問題である、という昨今の認識だからである。本当だろうか。本稿では、アフリカの在来農業と土壌を見聞きする中で、筆者が感じた点をエピソード風に述べてみたい。

筆者は、かつて北部ザンビアのチテメネという焼畑において、シコクビエの生育に対する灰添加効果と焦土効果について解析したが、ここでは大量の枝葉を積み上げ、燃焼することによって、C/N比が15という通常では作物には利用できない土壌窒素の無機化を促進することが大きな眼目となっていることを

指摘した(Araki, 1993)。チテメネは草木灰の添加のみで作物を育てるのではなく、森林再生によって蓄積される土壌有機物の積極的な利用を目論んでおり、きわめて生態志向の強い農法である。森林を根こそぎ伐採し、常畑化を目指すのではなく、伐採地の切り株から森林の再生を促し、幾度となく利用するという方式をとってきたので森林の破壊は最小限に抑えられ、それが現在でもチテメネが存続してきた大きな理由のひとつである。しかし、農業技術者は口をそろえてチテメネを否定する。それには前述のように「代替技術はすでに存在する」という認識によっていると思われる。それは、政府のローンシステムが機能していた80年代は、化学肥料投入によるトウモロコシ改良品種であったし、90年代以降は、アグロフォレストリを中心とする、生態循環型農業である。しかし、私はこれは両方とも間違いであると思う。

理由1：ザンビア北部から、タンザニア南部の高原地帯にかけては、チテメネ、マウンド、蒸し焼きマウンド、牛耕などの在来農法によるシコクビエ栽培がおこなわれてきた。タンザニアでもこのような在来焼畑によるシコクビエ栽培は禁止されていて、その徹底ぶりはザンビアよりも厳しくらいだ。タンザニアの留学生が各種在来農法によるシコクビエの現地比較試験をおこなった結果(Musya, 未発表データ)、在来農

ARAKI Shigeru : Sustainable Development of African Agriculture - From the viewpoint of Soil and Fertility Management -

法によっていずれも無処理区にくらべて収量増加がみられたが、その内容をみると、1例をのぞいて作物の栽植密度の増加によってまかなわれていた(図1)。その思想は、在来技術によってたくさん播けば播くほど、収量が増加する条件をつくりだす、ということである。灰の効果はてきめん、収量増加の主たる原因は、土壤酸性の矯正であると思われた(図2)。栽培学は、過度の密植は、光、水、養分の競合を起こして、時には共倒れ現象を起こすことを教えているから、在来農法による土壤改良は、少しでも作物の生存率をあげることが主眼で、

それは作物間の競合を起こすような収量レベルでないといえよう。ただ1つの例外はチテメネ(タンザニアではンテメレと呼んでいる)で、ここでは枝葉の焼却が増大するにつれて、栽植密度の減少が収量増加に繋がっていた(図1の焼畑●)。ここにおいて初めて、土壤条件の改良が充分であったため作物間競合がおり、生育の遅れた個体は淘汰され、栽植密度が減少したと考えられる。ここでわかるのは、在来農法では、作物個体ごとの十全な生育が可能となるように技術体系がつけられているのではなく、作物が育つかどうかは、自然の領域に属することで、作物は農民のコントロールの外にあるということである。もちろん農民は焼畑のメリットをフルに活用するし、除草もおこなう。しかしそれはあくまで、手持ちの技術を用いて作物の生育をサポートするというで、生育をコントロールするというではない。

前置きが長くなったが、このような目から近代農業をみるとそこに大きなギャップがあると思わざるを得ない。なぜなら、近代農業は十全なケアによって個体あるいは群落の光合成能を最大限にもっていくことを主眼にしているからである。換言すると、アフリカの在来農業は自然適応型であって、技術による自然克服型ではない。自然に対して受身というのとも違う。近代農業の自然を「管理」する思想にたいして、自然の恵みに依っている、「自然プロセスへの信頼」にもとづくと言っているかもしれない。近代農業の行きすぎが環境汚染を引き起こし、有機農業の復権が先進国で叫ばれている現在、このような在来農法における自然の信頼は、きわめて最先端をゆくものであると

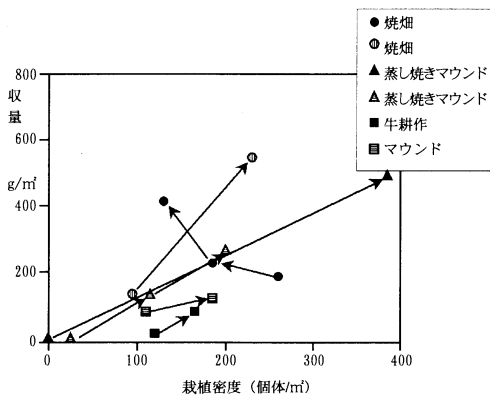


図1. シコクビエの在来農法における栽植密度と収量の関係

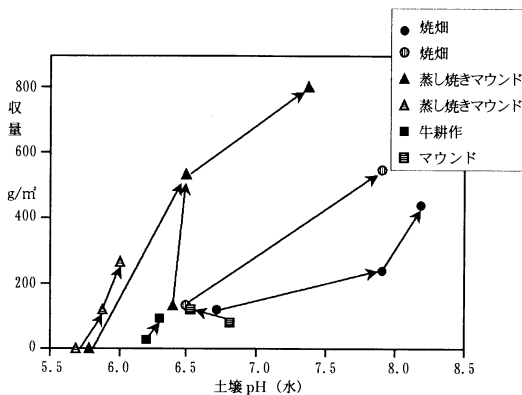


図2. 初期土壌pHとシコクビエの収量

思う。それが一周おくれのランナーであるとしても。結論として言えることは、農民にとって、近代農法やアグロフォレストリーはかれらの持つ技術観と相容れないところがあり、貧困問題が改善されて農業投入資材の入手が可能となったとしても、それが農業の集約化に直接結び付くかどうか保証の限りではないと思われる。

理由2：「技術はあるのに、農家に普及しない」のは何故だろうか。端的に言って、農家がそれを必要と感じないからである。アフリカの農民にとって農業とは第一に自分たちが食べていくものであり（自給）、自国の国民を養う産業として国家経済の一端を担うという自覚に乏しいと思われる。それは国が適切な小農育成の政策をとってこなかったのが最大の原因であるが（農業省があってもなくても、農民への影響は全くないという或る国への悪口を聞いたことがある）、自給のために誰が金（改良、集約化）をかけて維持しようとするだろうか。農家の現金収入といえば、コーヒー、カカオ、綿、サエザル麻などに代表される植民地政府が導入したプランテーションによるものや、農業外収入である鉱山や都市への出稼ぎ労働で、農民はこれらの活動に多くの労力を投入してきた。植民地時代は人頭税をはらうためであったし、現在では教育・医療・生活必需品（時には主食まで）の購入、税金の支払いなど、資本主義の浸透にともなって、現金がなければ生きてはいけない世の中になってきている。ところが、多くのアフリカの農民にとって農業が一番の現金獲得の手段ではない。一番手っ取り早いのは都市への出稼ぎであり、かくして農村には若年の労働力に不足することになる。

このような状況では、近代農法であれ、環境保全型アグロフォレストリーであれ、農業集約化へのインセンティブはきわめて低いといわざるを得ない。

広大な土地で低い人口を養ってきたアフリカ大陸では、もともと人は土地に強く結び付けられていないという伝統がある。限られた土地を集約化するより、移動によって面的に問題を解決するという思考方法をとってきた。一定面積の土地に労力をつぎ込めばつぎ込むほど労働効率は減少していくから、土地に余裕があれば畜力、機械化によって耕地を拡大する方向にインセンティブが働く。つまり労働集約に向かうよりは、エネルギー集約性の高い西欧型の機械化農業を志向する。アフリカ人に夢は？と聞くと、きまってトラクタをもった大農場を経営することだという答えが返ってくるのも故なきことではない。また、これには「白人農場」がモデルになっていることも、ほぼ間違いない。

そこで土壌問題である。我々はアフリカの土壌問題をどのように取り組むべきであろうか。「既にある」技術の範囲で土壌の問題点をあげても、それは農民に到達することが難しいことは上に述べたとおりである。例えば土壌診断にもとづいた化学肥料の処方箋など、農民が化学肥料を購入する資金がないばあいには無価値である。あるザンビアの農業技術者は、「農民はコーラを飲む金があったら肥料を買え。」と言っていた。しかし、その前提には、土地に投資することが期待どおりの見返りを保証する政策的支持がなければならぬ。それは現在、多くのアフリカ諸国ではなほだ不十分な状況にある、と言わねばならない。先進国の農民が手厚い保護を受けている

ことと、好対照である。現在、農業技術者にできることは、「よくわからない」アフリカ農業に処方箋をあたえることではなく、現場でどんなことが起こっているのか、農民はどのような戦略でそれに対処しているのかを調べ、農民の生活観、農業観の根本はどこにあるのかを明らかにすることであると思う。特に、地球環境問題からアフリカの土壌を語るのは間違いであることもここに指摘しておきたい。

1992年にリオデジャネイロで開かれた環境サミットを契機に砂漠化防止条約が提案され、現在多くの国が締約している。これにもとづいてアフリカ諸国では海外のドナーに支えられたNGOの砂漠化防止プロジェクトが盛んである。その活動のひとつに地域社会ぐるみの環境保全がある。改良かまどによる森林資源の保護などがその例である。しかし、ここに問題がある。アフリカの農村に一度でも触れた人ならわかるように、彼らは実に注意深く資源を利用し、ゴミを出さないような日々を送っている。調理に際しても、最小限の薪、トウジンビエの稈を有効に利用している（ナミビアの例）。このような人々に薪の節約を説くのであれば、まず薪の利用がどの程度の環境破壊をひきおこすかを、一次生産量と土壌養分の動態の関係で定量的に示した上で方策を説くべきであり、決して農民の日常的課題となっていない「環境問題」を、住民参加の名のもとに押し付けるべきでないと思う。

このように見てくると、アフリカの土壌問題の多くは社会・経済的問題であってこれらの制約が取り除かれれば「既にある」技術で解決される、と考えるより、今一度、農業技術体系を根本的に見直す必要があると思われる。私は学生時代に、土壌とは作物の培地

であり、どんな荒野でも沃野に変えることが、土壌学者の気概であると習った。しかし1980年代にはいって世界の農業の課題が、生産力の増大から、環境とその持続性にパラダイムシフトが行なわれて以降、先進国、途上国を問わず、工業産物である化学肥料に頼るより土壌の生物的側面が強調され、今日の環境保全型農業の隆盛に至っている。しかしである。「環境保全型農業」は、今ひとつその枠組みをひろげ、在来農業を担ってきた土壌の機能と役割を正当に評価し（それは同時に農民の農業観の評価でもある）、在来農業の力を発揮できるような処方箋、方策に処すべきであると思う。

近代と在来のハイブリッド：新しい農業観、土壌観が今ほど必要とされている時代はない。

(引用文献)

- 1) Araki, S. 1993, Effect of soil organic matter and soil fertility of the *chitemene* slash-and-burn practice used in northern Zambia, In Mulongoy, K. and Mercks, R. (eds.) *Soil Organic Matter Dynamics and Sustainability of Tropical Agriculture*, 367-375. John Wiley & Sons, Chichester.
- 2) Msuya, D. G., *Farming Systems and Indigenous Technologies of Finger Millet (Eleusine Coracana) Production in Southwestern Tanzania*, Ph. D. thesis, (未発表)。

〔 京都大学大学院アジア・
アフリカ地域研究研究科教授 〕

アフリカの土壌肥沃度管理

— 私たちの肥沃度認識を再考する試みの例として —

田 中 樹

1. はじめに

本稿ではアフリカの土壌肥沃度管理について、具体的な技術論ではなくむしろ私たちの側の肥沃度認識を中心に述べたいと思います。それは、広大で多様な生態環境や農耕様式を持つアフリカの土壌肥沃度管理法を限られた紙幅で解説することが大変難しいためです。また、とすると、アフリカの肥沃度や農業に関する議論や提言では、「アフリカでは・・・」と極めて大雑把に語られることがしばしばありますが、「アフリカ」という大きな括りとある限られた地域の農耕技術体系の下に成立する土壌肥沃度管理の実施範囲とではそのスケールに大きな違いがあります。その相違を踏まえない実態のない一般論となることを極力避けたいためでもあります。

肥沃度認識を話題の中心にするもう一つの理由は、これが土壌肥沃度管理という具体的な営為の大前提であり、言い替えれば構想や具体的活動の起点となるものだからです。アフリカやその他の熱帯圏諸国での農業開発や環境保全事業においては、時として対象地域の実態を踏まえない不適切な活動オプションの選択や内容の設定が行なわれている事例が幾つかみられます。温帯地域に住む私たちが

一般に信じている肥沃度認識が熱帯地域では必ずしも当てはまらないことがあるという事実を再確認することの大切さを強調したいと思います。

なお、土壌肥沃度管理というと、肥料や有機物資材の施用法、土壌と作物との間の養分収支、あるいは収量増加などの文脈での話を期待されるかも知れませんが、これらについては本稿では取り上げませんので、既に出版されている優れた教科書や論文を参照して下さい。ここでは、「斜面地での土壌保全工」、「家畜糞の利用」、「施肥と在来品種」を話題に選び、肥沃度認識や土壌管理と関連付けて解説します。肥沃度認識についての根本的な問いかけをすることが、何らかの形で本誌を目にされる方々の参考になれば幸いです。

2. 再考のための幾つかの話題

1) 斜面地での土壌保全工

山地帯や斜面地では、土壌侵食が起こりやすいのでそれを防止するために様々な土壌侵食防止策が講じられます。よく用いられるのが地形改変を伴う耕地のテラス化や等高線溝および土堤です。これらは温帯や熱帯を問わず、優れた土壌保全技術として知られています。しかし、ここに落とし穴があります。図1は、東アフリカ・タンザニアの内陸にあるウルグル山域西側の斜面地の景観です。斜面地には階段テラスが設けられていますが、

所々に白い部分が見られます。これは、階段テラスを造成した際に、養分に乏しい下層土壌が表面に現れたり、法面そのものが崩壊している部分です。

見過ごしやすいことなのですが、地形改変を伴う土壌保全工は、地形面が落ち着くまで絶えず崩壊箇所を修復しなければならず、また、一時的な肥沃度の低下を伴うことがあります。言い換えれば、地形改変を伴う土壌保全工は、崩壊箇所の修復および「土造り」への労働力と資材が投入できる地域において初めて成立するものなのです。それを知らずに、ここで紹介するような、労働力が分散しがちで資材投入もままならない地域に「土壌保全工＝テラス化、等高線溝」という認識に立った技術オプションが持ち込まれた場合、たとえ土壌侵食を抑制できたとしても、土壌肥沃度の低下や労働負荷の増大を招くことになればそれが対象地域に根付くことはないでしょう。国際協力における土壌保全事業の失敗例は数多くありますが、肥沃度管理と労力の観点からその適否を考えることで、原因と改善策をより明確にできそうです。

筆者が知る範囲では、斜面地での土壌侵食の抑制と肥沃度維持を両立させる方法の一例として、インド・ラジャスタン州のアラバリ山地でみられる積み石や草本・灌木のバンドがあります。これは、日々の農作業のついでに等高線状に少しづつ石を積み上げたり植生帯を設けることにより、面状侵食や耕起作業による「送り出し」で徐々に土壌が堆積し、数十年かけて緩やかな傾斜を持つテラス状の耕地になるというものです。この方法には、一時期に多大な労力の投入を要せずまた肥沃度の急激な低下を伴わないという利点があります。

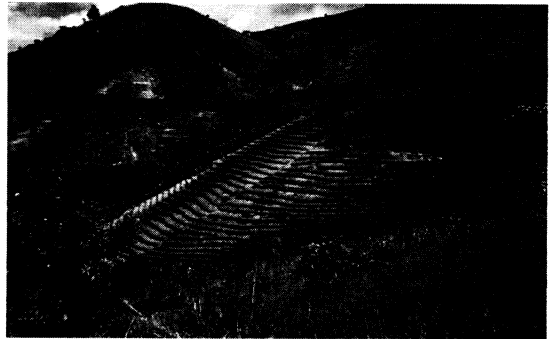


図1. タンザニア・ウルグル山域西側斜面地の段階テラス

2) サヘル地域での家畜糞の利用

ここでは西アフリカ内陸部のサヘル地域での事例をとりあげます。サヘル地域には、牧畜や農耕を主生業とする複数の民族が住んでおり、資源環境利用の季節交替がみられます。ブルキナファソ北部にある筆者らの調査村とその周辺では、雨季にはソングイ人によりトウジンビエが耕作され、乾季になるとより乾燥した北方からフルベ人が牛群とともに訪れ、作物の収穫残渣や休閑地の草を頼りにしての放牧が行なわれています。調査村では、涸川沿いの掘り抜き井戸を家畜の飲料水源とするため、乾季の間に4～5グループのフルベ牧畜民が200～300頭規模の牛群を伴いソングイ人の村落近傍の耕地に居を構えます。家畜が繋留される簡易住居周辺の耕地や井戸周辺の川辺林、移動経路途上の耕地にある木陰などには牛糞がもたらされます。

図2は、調査村の航空写真と牛糞の散布域を重ね合わせたものです。また、図3は、耕地表面の牛糞の状態を示しています。牛糞散布域の面積はそれぞれ0.6～6 haにおよび、家畜糞の散布密度は乾燥重量ベースで平均2.73 t/haあります。とはいえ、井戸へのア

クセスの容易さから牛糞散布域の多くは季節河川(図中左を縦に走る暗い帯状の部分)の近くに位置し、雨季になると牛糞が利用されることなく流されてしまいます。興味深いのは、図中の2と3の付近にある耕地で、ここでは農民と牧畜民の取り決めにより、井戸へのアクセスの不便な耕地に簡易住居を設け意図的に牛糞を耕地に散布しています。また、牛糞散布域の位置を毎年変え、約4年かけて一筆の耕圃をカバーする工夫もみられます。家畜糞に混じる雑草種子が耕地に持ち込まれるため、除草が難儀になることを嫌う農民もいますが、常畑の肥沃度を維持する方法の一つとして関心が持たれています。余談ですが、ニジェール中西部の村落では、耕地を所有するザルマ人が家畜を所有するフルベ人との間で金銭や食糧の交換を伴う牛糞散布が行われています。

ところで、家畜糞の利用という「堆肥化」を思いつく方も多いかと思います。筆者自身、幾つかの報告書で関連する記述をみかけたことがあります。これは温帯に住む私たちの技術認識や発想を熱帯に持ち込むことの典型的な例とみることが出来ます。サヘル地域の村落においては、家畜糞の堆肥化は二つの理

由から不適切と判断されます。一つは、労力の問題です。堆肥を造り耕地に施用するまでには、家畜糞の収集、運搬、堆積、取り出し、運搬、散布といった作業行程が入ります。サヘル地域の村落では、アフリカに対して一般に信じられているのとは逆に、過疎化や男性壮年労働力の都市部への流出が起きているため、時間や労力を要する作業を新たに導入する状況にはありません。もう一つは、そもそも家畜糞を堆肥化するメリットがないということです。堆肥化とは、有機物中の炭素を炭酸ガスや水の形にして飛ばし微生物の遺骸や塩類の形で養分を濃縮する操作と見ることが出来ます。これらが耕地に散布されると、速やかに分解されますが、作物根が十分に伸びきらない雨季前半に土壌水の移動とともに放出された養分が利用されないまま系外に抜けてしまう恐れがあります。そもそも、堆肥化するには、乾季中に堆積した堆肥材料に水をかける必要がありますが、労力不足の状況を考えると、その実行は困難だと思われる。発酵自体が進まなければ、堆肥化の効果の一つである発酵熱による雑草種子の駆除は期待できません。堆肥化が現実的でなければ、手当てできる労力と時間の範囲で、家畜糞を少

調査村におけるバルカージュの分布

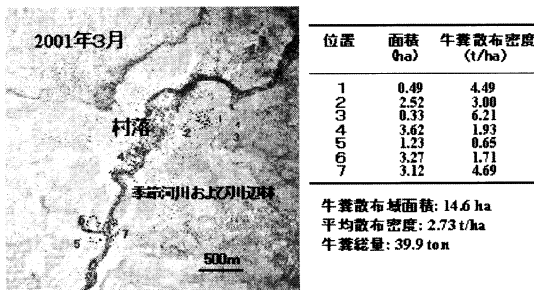


図2. ブルキナファソ・サヘル地域の調査村における牛糞散布域(バルカージュ)の分布

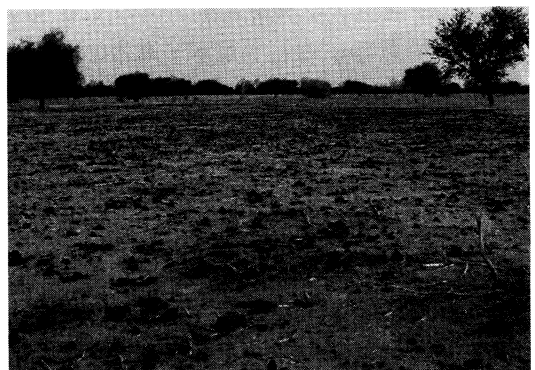


図3. 牧畜民が耕地内に設けた簡易住居跡に残された家畜糞

しづつ運搬しそのまま耕地に散布するほうが合理的といえます。筆者らの研究では、耕地に散布された牛糞は4ヶ月間の雨季に徐々に分解され、全炭素の約7割を占める比較的分解しやすい炭素化合物(セルロース類や糖類)の約60%が消失することと、その途上で断続的に産生される無機態養分や水溶性炭素化合物が作物や土壤微生物に供給されることが確認できました。このことは、耕地に散布されたままの状態でも十分に家畜糞の分解が進み、しかも溶脱による損失が抑えられることを意味します。家畜糞をわざわざ堆肥化しなくてもいいのです。なお、私の知る範囲では、報告書等では提案されていても、サヘル地域で堆肥化を実際の活動オプションに加えている農業開発事業は幸いなことに存在しないようです。

3) 施肥と在来品種

ブルキナファソ北部・サヘル地域の調査村での経験を紹介します。牛糞が散布された耕地にトウジンビエを作付けすると、地上部が繁茂し養分吸収力が増すためか、家畜糞により投入されるより2倍の養分が吸収されることがわかりました。調査村では、収穫時に地上部全てが耕地から持ち去られるため、家畜糞投入によりもたらされるのと同量の養分が土壤から失われることとなります。施肥により土壤養分が枯渇するという笑えない事態も予想されるのですが、これは調査村で栽培されている在来種の特性に由来するものと考えられます。多くの耕地は休閑によって肥沃度の回復が図られますが、そこは常に炭素源が過剰な状態にあり、相対的に不足しがちな有効態の窒素やリンをめぐる土壤微生物や雑草や作物の間で競合が起っています。長い時

間をかけて選抜された在来種は、このような養分条件に適応しているため、牛糞散布域のように養分供給が十分な場所では過繁茂するのです。

この経験は、肥沃度認識や技術対応を考える上で教訓を与えてくれます。一つは、このような地域での肥沃度管理法として施肥技術を持ち込む場合は、土壤の養分レベルにだけ注目するのではなく栽培されている在来種の特性にも注意を払う必要があることです。アフリカの農業に関する報告書や論文で、アフリカの土壤は「低肥沃度」や「養分欠乏状態」と書かれることがありますが、そもそもある土壤において養分が欠乏しているか否かは、土壤の養分ストックや供給能と作物の養分要求性との相対的關係でできまります。おそらく、収量増加につながる改良品種を念頭において低肥沃度性を指摘するケースが多いと思いますが、それにより導かれる施肥という技術オプションが短絡的に在来種の栽培に持ち込まれることの危うさに思いを巡らすことが大切です。更に付け加えれば、土壤の肥沃度を表現する場合に「単位重量当たりの養分量」がよく用いられますが、これは「濃度」であり必ずしも作物が利用可能な養分資源の量を表わすものではありません。これを指標としての土壤肥沃度の評価や技術提言にも注意を払う必要があります。

とは言いながらも、筆者らも似たような失敗を経験しています。牛糞散布域での在来種の作付けに伴う土壤養分の収奪を防止し、さらに収量の安定化と増加をはかることを意図して、図4のような技術提案を試みたことがあります。それは、1年目にトウジンビエの改良種(早生、高収量品種)を、過繁茂の心配がなくなる2年目以降に在来種を作付け

するというものでした。図4の付表にあるように、改良種と在来種の特性を組み合わせてメリットを引き出そうという目論見でした。しかしながら、この試験には後日談があり、改良種の穂を見た農民から「穀実の詰まり具合が緩いので害虫の侵入が容易かも知れず、選択には躊躇する」とのコメントが得られ、農民による品種選択は、単に収量性や生育期間の長さだけではないことを学びました。施肥や土壌養分の収奪や品種特性に着目し、私たちが持っている知識の範囲で合理的と思われる技術提案をしても、まだまだ考えが浅かったわけです。慎重に現場実証や農民からの聞き取りをしたためにこのことに気がついたのですが、もしこのような段階を踏まずに図3のような技術提案を事業化していたら調査村の農民に多大な迷惑をかけたであろうことは想像に難くありません。「現場認識」にたって調査研究を進め実践活動へと繋げることの重要性を改めて農民に学んだ次第です。

家畜糞散布域への改良品種の導入の可能性

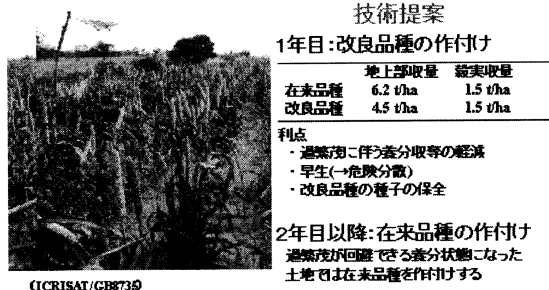


図4. 家畜糞散布域のトウジンビエ栽培に向けた技術提案

3. おわりに

本稿は、『サブサハラアフリカの土壌扶養力の評価と維持・回復技術の開発(1999

年～2001年、環境省地球環境研究総合推進費)』、トヨタ財団助成研究『西アフリカ半乾燥熱帯圏の農牧混交地域における「等身大」の砂漠化研究—地域民による実践可能な強制的資源環境利用システムの構築を目指して—(2001年～2002年)』および『サヘル農家の脆弱性と土壌劣化の関係解明および政策支援の考察(2003年～、環境省地球環境研究総合推進費)』によるブルキナファソおよびニジェールのサヘルサバンナ帯での調査研究を通じて得られた経験や知見をもとに作成しました。これはまた京都大学大学院農学研究科の宮崎英寿君はじめ院生諸氏による研究成果の一部でもあります。学位研究の関係上、現時点での具体的なデータの掲載を割愛しましたことをご了承下さい。

参考資料

紙幅の都合により、本稿の執筆に用いた参考文献をすべて示すことができません。ここでは、土壌肥沃度管理とは直接関係ありませんが、新たな視点や考え方を知るのに有用な参考資料を幾つか挙げます。

- 1) オギュスタン・ベルク(篠田勝英訳)1996, 「地球と存在の哲学—環境倫理を越えて」, ちくま新書
- 2) 勝俣誠1993, 「アフリカは本当に貧しいのか—西アフリカで考えたこと—」, 朝日選書
- 3) 京都大学地球環境学研究会(編)2004, 「地球環境学のすすめ」, 丸善
- 4) 服部正也2001, 「援助する国される国—アフリカが成長するために—」, 中央公論新社

〔京都大学大学院 地球環境学堂〕
 陸域生態系管理論分野助教

安心感の得られる遺伝子組換え体の作成を目指して

笠原(遠藤)さおり・杉田耕一・海老沼宏安

1. はじめに

国内においては、遺伝子組換え作物の一般圃場での栽培を目にする機会はないものの、国外においては、遺伝子組換え作物は年々増加しており、2002年末には14500万ヘクタールに達している。特に、大豆は、遺伝子組換え作物が耕作面積の約7割を占めている。この遺伝子組換え作物の増加傾向は、遺伝子組換え技術の有効性が生産者に認知されてきたことの現われと思われる。しかし、消費者社会においては、いまだに遺伝子組換え作物に対する反感や排除運動が大きく取り上げられており、社会的地位は依然として低い。その原因の一つとして、既存の遺伝子組換え作物が消費者需要に応じて開発されていないことが挙げられている。現に、遺伝子組換えカーネーション(商品名：ムーンダスト)は、“遺伝子組換え植物”として販売されているにも関わらず、消費者の嗜好を捉え社会的に認知されている。消費者の需要に即し、安全性が高い遺伝子組換え作物であれば、消費者社会に受け入れられる可能性が高いと考えられる。

当社では、平成12年度から開始された、生物学特定産業研機構の新事業創出開発事業

「健康機能性作物の開発」に参画し、安心感が高く、消費者メリットの高い遺伝子組換え体の開発を目指している。本稿では、当社における遺伝子組換えイネの開発状況と、今後の遺伝子組換え作物の可能性に関して紹介する。

2. 安心感の得られる遺伝子組換え技術を目指して

遺伝子組換え技術は、“有用な遺伝子の単離”，“植物の染色体への遺伝子の導入”，“遺伝子が導入された細胞の選抜”，“細胞から植物体の再生”の各要素技術からなる(図1)。これらのステップは、それぞれが非常に煩雑な作業である。中でも、遺伝子導入された細胞を選抜するステップは、遺伝子組換えの成否を担う非常に重要なステップである。従来用いられている選抜方法は、微生物由来の抗生物質耐性遺伝子や除草剤耐性遺

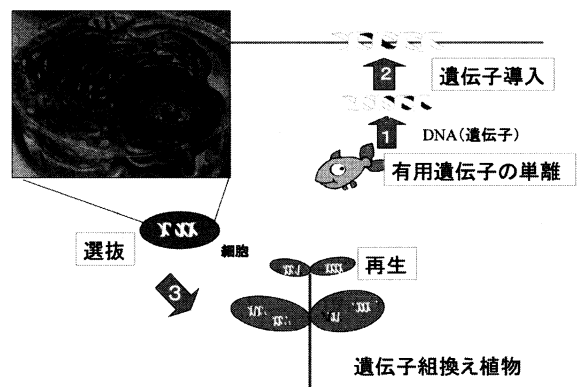


図1 遺伝子組換え技術

ENDO-KASAHARA Saori, SUGITA Koichi and EBINUMA Hiroyasu : Research and Development of a Novel Transformation Technology for Safety of Genetically Modified Organism

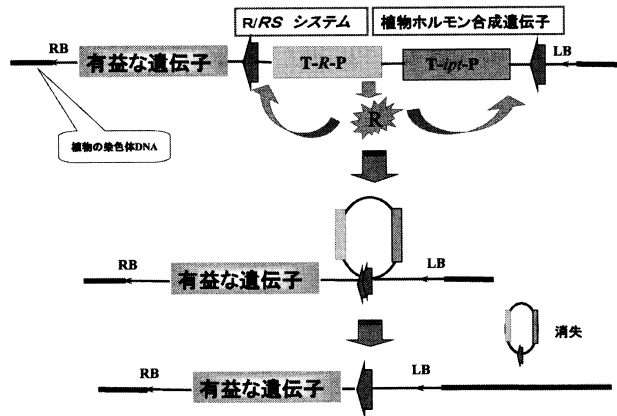


図2 MATベクター技術

伝子の使用により、細胞に付与される抗生物質や除草剤への耐性を、目印に選抜を行う。そのため、抗生物質耐性遺伝子や除草剤耐性遺伝子は、最終的な遺伝子組換え作物に残留し、その産物と遺伝子を合わせて食することになる。これら抗生物質耐性遺伝子とその産物の安全性に関して、厚生省は、実質的同等性に基づき安全性評価を行っている。しかし、欧州議会では、2005年以降の抗生物質耐性遺伝子を使用した遺伝子組換え作物の栽培を禁止する旨を決議し、また、WHOの専門委員会であるコーデックス委員会は、抗生物質耐性遺伝子を使用しない遺伝子組換え方法の使用が好ましいと提言するなど、抗生物質耐性遺伝子の使用の是非に関しては結論が得られていない。

当社では、これらの問題を打開するため、MATベクターシステムの開発を行った¹⁾。MATベクターシステムは、細胞の選抜に用いた遺伝子を、最終的な遺伝子組換え作物より除去する機能を有する(図2, 図3)。そのため、MATベクターにより作成した遺伝子組換え作物は、抗生物質耐性遺伝子やその産物は存在しないマーカー・フリーの遺伝子

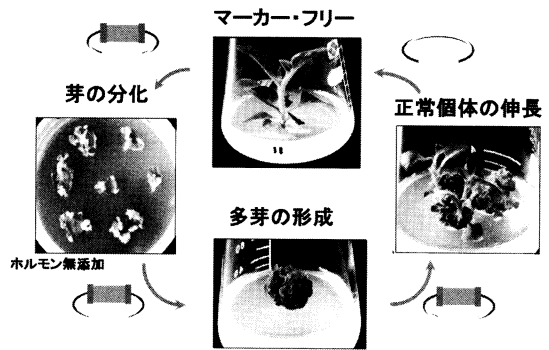


図3 MATベクター技術によるマーカー・フリー遺伝子組換え体の作成過程(タバコ)

組換え作物となり、食としての信頼性の向上が期待される。さらに、MATベクター技術により、欧米企業が権利を有する抗生物質耐性遺伝子や、除草剤耐性遺伝子の特許を使用せずに、遺伝子組換え作物を開発することが可能となった。遺伝子組換え技術に関しては、他にも多数の基本技術が欧米の巨大化学企業により権利化されている。MATベクター技術はそれらの欧米の巨大化学企業による市場独占を打開する糸口となりうると思われる。

MATベクター技術の作物への応用は、主用穀物であるイネを中心に行っている²⁾。M

ATベクター技術を用いた遺伝子組換えイネの開発には、当初幾つかの問題があった。一つは、MATベクター技術で用いられている遺伝子が、双子葉植物では機能することが確認されていたものの、イネなどの単子葉植物における機能が不明であり、大幅な改良が必要であること。また、従来のイネへの遺伝子組換え技術は、他社により権利化されており、それらの回避技術の確立が必要であるという問題があった。そこで、これらの問題を解決する為に、新規なイネへの遺伝子組換え技術の確立を試みた。様々な方法を検討した結果、イネの胚盤組織を材料とし、遺伝子が導入された細胞を再生する条件を検討することで、新たな遺伝子組換え体の作成法が確立された。さらに、得られた遺伝子組換えイネを遺伝子分析したところ、マーカー・フリーの遺伝子組換えイネが、直接、再生されることも確認された(図4)。本方法は、マーカー・フリー遺伝子組換えイネの作成に強力な手段となると思われる。

3. 信頼性が高く、消費者に必要とされる遺伝子組換え作物を目指して

遺伝子組換え作物を日常の食生活に取り入れることにより、感染症、生活習慣病、アレルギー疾患などの予防や、栄養性を改善することを目的とした遺伝子組換え作物の開発が進められている。これらの遺伝子組換え作物は、“第二世代の遺伝子組換え作物”と呼ばれ、第一世代の生産者メリットを重視した遺伝子組換え作物(除草剤耐性や耐虫性を付与した遺伝子組換え作物)と差別化されている。

生物学特定産業研機構の新事業創出開発事業「健康機能性作物の開発」では、第二世代の遺伝子組換え作物の開発として、増加し続けている糖尿病や高脂血漿などの生活習慣や、スギ花粉症などのアレルギー疾患の症状緩和・予防効果が得られる遺伝子組換え作物の開発を行っている(図5)。当社は、本プロジェクトにおいて、これらの遺伝子組換え作物をMATベクターにより作成することを担当している。第二世代の遺伝子組換え作物を、MATベクター技術で作成することにより、より消費者に受け入れ易い遺伝子組換え作物

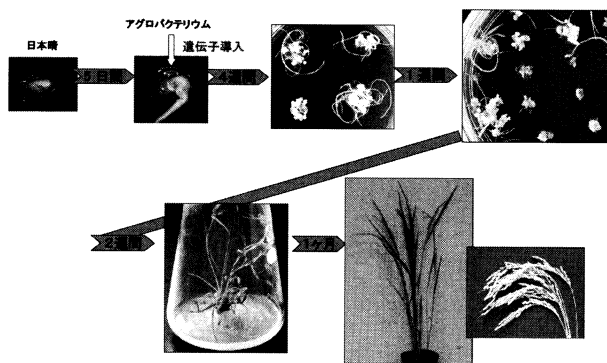


図4 MATベクターにより遺伝子組換えイネの作成過程

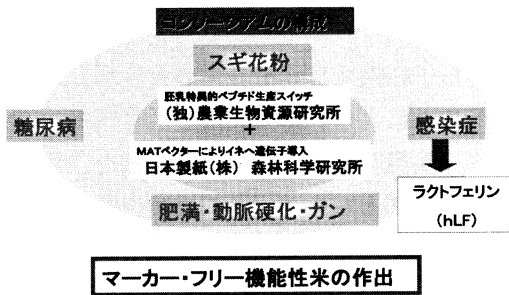


図5 健康機能性米の作出

となると考えている。既に、糖尿病予備軍に効果が期待されるインスリン分泌ペプチドを含有した米³⁾、スギ花粉症の緩和効果が期待されるペプチドを蓄積させた遺伝子組換え米³⁾、抗微生物活性を有するラクトフェリンを蓄積させた米の開発に成功している。以下に、全国農業協同組合連合会、独立法人農業生物資源研究所、茨城大学と共同で行っている感染症予防効果が期待されるラクトフェリン蓄積米について紹介する。

ラクトフェリンは分子量約8万の母乳に含まれる糖蛋白であり、免疫細胞の活性化や、直接病原菌に攻撃し殺菌する作用が知られている。また、C型肝炎やB型肝炎のウィルスの増殖抑制や、がん細胞の転移抑制効果も確認されている。しかし、人の母乳でも最大5～8g/リットル(出産直後3日ほど)しか含まれていない。また、牛乳には僅かに含まれているものの、加工過程の加熱殺菌により、活性のあるラクトフェリンは含まれてはいない。そのため、通常の食事から、摂取することは非常に困難であり、効果の高いヒト型ラクトフェリンは希少価値が高い。遺伝子組換えによりラクトフェリンを蓄積させた米を食事として用いることにより日々の食事を通し

て、容易に、ヒト型のラクトフェリンの摂取が可能となると考えられる。また、近年、ラクトフェリンの消化により生じるペプチドの有効性が示唆されており、食事として摂取することにより、これらのペプチドの更なる効果も期待される。

ラクトフェリンを米の可食部に蓄積させるため、ラクトフェリン遺伝子の発現調節に、独立行政法人農業生物資源研究所が開発を行っている貯蔵タンパク質のプロモーターを用いることとした。このプロモーターは、既存の胚乳貯蔵タンパク質と同時期にラクトフェリン遺伝子を発現させ、胚乳(米の可食部分)への効率的なラクトフェリンの蓄積を誘導する。このプロモーターを連結したラクトフェリン遺伝子をMATベクターにより、イネへ遺伝子導入した。このベクターを土壌細菌であるアグロバクテリウムに導入し、確立した遺伝子組換え技術によりイネへ遺伝子導入した。遺伝子導入より、約1ヶ月で遺伝子が導入された小さな芽がカルスより生じ、さらに1ヶ月培養することにより、15cmほどの苗が得られた。これらの苗を特殊温室で栽培し、種子を収穫した。

ラクトフェリン遺伝子を導入した種子の分析を行ったところ、最大50μg/粒の種子が得られた(図6)。しかしながら、これらの種子より発芽させた次世代の個体のDNAを分析したところ、マーカー遺伝子が残留していることが確認された。一部の個体より、マーカー遺伝子の排除が確認されたが、それらの個体では十分な蓄積は確認されなかった。現在、高発現個体からのマーカー遺伝子の除去を検討すると共に、ラクトフェリン蓄積米の機能性の調査を行っている。今後、これらの遺伝子組換え米による食事効果や、食品・栽

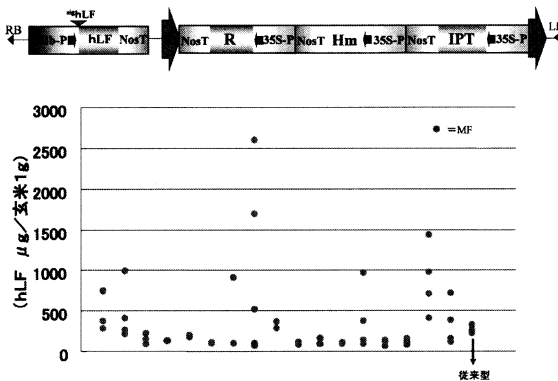


図6 ラクトフェリン遺伝子組換え米

培の安全性を確認する予定である。

現在、ラクテフェリン蓄積米を始め、本プロジェクトにおいて開発を行った第二世代の遺伝子組換え作物に関して、学会や新聞等へのニュースリリース、ホームページ等による紹介を行っている。しかし、意外なことに、これらの遺伝子組換え作物に対する消費者の反発は少なく、第二世代の遺伝子組換え作物が消費者に受け入れられる可能性が高いと考えられる。今後、栽培管理や流通経路の整備が必要となるものの、これらの第二世代の遺伝子組換え作物の商品化を目指していく予定である。

4. まとめ

ここでは、消費者に受け入れ易い遺伝子組換え作物の開発について紹介した。紹介したように、既に、遺伝子組換え技術を用いることにより、植物において、医薬品や酵素を産生することが可能となっている。そして、国外においては、これらの技術を用いて作成された酵素などが、既に商品化されている。次の遺伝子組換え作物の課題は、遺伝子組換え作物の作成技術、そして作成された遺伝子組換え作物を如何に利用するかである。遺伝

子組換え作物は、通常の作物と同様の方法で高付加価値物質の生産を可能とする。つまり、田畑を医薬品生産向上へ変えることも可能とするのである。また、ビタミン米やワクチン米の種子を発展途上国へ供給することにより、持続的なワクチン治療やビタミン供給を可能とする。このように、遺伝子組換え作物の利用は農業形態をも変える可能性を含んでおり、知的財産による画期的な農業援助が可能となる。

遺伝子組換え技術は、現時点では、消費者に受け入れを拒否されている。しかしながら、近年の技術的進歩により、遺伝子組換え作物は大きく変化してきている。遺伝子組換え技術、そして遺伝子組換え作物を利用する手段を検討する時期に来ているのではないであろうか。

資料

MAT ベクターシステム

MAT ベクターシステムは、植物ホルモンであるサイトカイニン合成遺伝子 (ipt 遺伝子) と酵母由来の相同組換えシステム (R/RS システム) を組み合わせることを特徴とする植物への遺伝子導入用ベクターである。植物ホルモンは、植物の形態形成や成長に幅広く関与していることが知られているが、その中でもサイトカイニンは頂芽優勢に深く関わっている。MAT ベクターでは、サイトカイニンを遺伝子導入細胞で過剰発現させることにより、遺伝子組換え細胞を識別する。土壌細菌であるアグロバクテリウム由来のサイトカイニン合成遺伝子により、細胞内サイトカイニン量を増加させ、頂芽優勢を欠如させ、多芽

体を誘導する。これらの芽は、発根を示さず、異常形状のまま増殖を続ける。さらに、このように増殖した芽の細胞から、サイトカイニン遺伝子をR/RSシステムにより除去する。サイトカイニン遺伝子が除去されると、細胞内のホルモン濃度は正常に戻り、頂芽優勢が回復される。現在、MATベクターは、当社をはじめ、多数の国内・国外の研究機関において応用が進められ、タバコ、イネ、ユーカリ、ポプラ、キンギョソウ、ゴマなどの植物においてマーカー・フリー遺伝子組換え体を得られている

- 1) Ebinuma H. Sugita K. Matsunaga E. Yamakado M. 1997, Selection of marker-free transgenic plants using the isopentenyl transferase gene as a selectable marker. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 94: 2117-2121
- 2) Endo, S., Sugita, K., Sakai, M., Tanaka, H., Ebinuma, H. 2002, Single-step transformation rice using the ipt-type MAT vector system. Plant Journal, 30,115-122
- 3) 高岩 2002, 第二世代遺伝子組換え作物開発の現状. 農業技術 57 (7)

〔 日本製紙株式会社研究開発本部
森林科学研究所主任研究員 〕

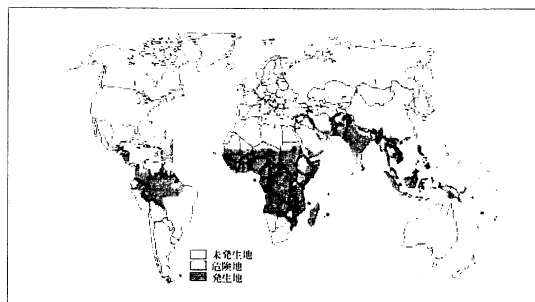


熱帯農業とマラリア

内山 泰孝

はじめに

熱帯・亜熱帯地域を旅行する人は、訪問先国のマラリアなど感染症の発生やその予防法に関する情報を探すことになる。これらに関する情報を日本で探すのに、それほど困らない。しかし、農業と感染症の関連についてその情報を国内で得ようとするとうそ簡単ではない。筆者は、以前からこの問題に関心をもち外国の文献などを読み、熱帯農業とマラリアの関連について勉強してきた。アフリカにおける稲作開発に関心が高まるなか、熱帯農業とマラリアのかかわりについて考察しておくことが必要と考え、本稿を取りまとめた。



世界のマラリア伝染地 (WHO)

出典) WHO web site (<http://rbm.who.int/cmcc-upload/0/000/015/372/RBNInfosheet.1.htm>)

UCHIYAMA Yasutaka : Malaria Associated with Tropical Agriculture

1. マラリアについて

マラリアは、約100カ国でみられ、世界保健機関 (WHO) の2004年推計によると感染者は2.7億人、そのうち発症者が1.7億人、そして死亡者が年間112万人となっている。

マラリアは、*Plasmodium* 属の原虫 (マラリア原虫) によって引き起こされる。人に感染するマラリア原虫は、①熱帯熱マラリア、②三日熱マラリア、③四日熱マラリア及び④卵形マラリアの4種で、このうち熱帯熱マラリアの感染による死亡率が特に高い。

マラリア原虫は、*Anopheles* 属の蚊 (ハマダラカ) によって媒介される。ハマダラカは全世界に約300種おり、そのうち約65種がマラリアを媒介する。

2. 熱帯農業 (特に稲作) とマラリアとの関係

1) 灌漑開発によるハマダラカの繁殖

熱帯諸国における農業開発によって、マラリアの伝播に都合のよい自然環境を作り出し、従来発生していなかった土地に新たにマラリアを流行させたり、従来の状態を悪化せたりする例がある。特に灌漑施設の整備を伴う稲作開発は、その傾向が顕著である⁹⁾。

スーダンのゲジラ地方に、1925年、セナール・ダムが建設され、当初は綿に対する季節的な灌漑であったので、マラリアの発生は少なかったが、1960年以降に稲、小麦、野菜

作等が導入され、周年を灌漑するようになると四季を通じ発生するようになったという¹⁾。

スリランカでは、近代的な灌漑システムを含むマハベリ開発計画の実施により、1982年から1985年までの間にマラリア患者数が5倍になり、熱帯熱マラリア患者数が10倍にもなったと報じられている。この開発計画のフィジビリティスタディにおいて、「マラリア発生増加の懸念」があるので、「媒介蚊の発生を抑制する方法、例えば、水路のコンクリートによるライニング等」の勧告がなされたが、その対策は十分でなかったといわれている⁵⁾。しかし、その後、同地域では社会・生活環境が整備されたこともありマラリアの発生が急激に減少したことにより、大きな問題とはなっていないようである。

2) ハマダラカの生態的特性と稲作

世界の水田において約90種のハマダラカの発生が認められている。そのなかの多くが、人にマラリアを媒介する。ハマダラカは水田だけでなく、溜池、用水路等の灌漑施設、小水溜まり、沼等でも繁殖する。このうち、アジアの水田地帯では、*An. culicifacies*, *An. jeyporiensis*, *An. sinensis*, アフリカにおいては、水田・非水田を通じて*An. gambiae*が最も重要なマラリア媒介蚊である^{3), 5)}。

蚊の季節的分布は、気温や降雨だけではなく、水田の湛水状態によって影響される。*An. sinensis*の発生ピークは、稲一期作をする韓国では7～8月だけであるが、稲二期作をする台湾では2～3月及び9～10月の2回ある³⁾。1月から6月にかけて雨の多いタンザニアの稲二期作地帯では、ハマダラカの発生ピークが5～7月と10～12月の2回あり、これは降雨分布と関係なく、稲作灌漑時期に一致している⁸⁾。

水田におけるハマダラカの繁殖は、稲の草丈、水深、栽培方法、土壌その他の環境条件とも密接な関係がある。一般に、幼虫(ボウフラ)の個体群密度は、田植直後に低く、その数週間後に最高になり、その後稲の草丈が60～100 cmになるにつれて低下する⁵⁾。これは、産卵の物理的障害、日陰の増加、圃場における補食動物(天敵)の定着等によるものと考えられる。

ハマダラカへの環境への適応は種によって多少異なる。例えば、好日性種は稲の生育初期段階に繁殖旺盛であるが、その後草丈の伸張と葉陰の増大に伴い、徐々に好陰性種に取って代わられる。*An. culicifacies*の個体群密度は、耕起前の湛水した圃場や苗代において高く、田植直後に最高になるが、稲の生長とともに密度が低くなり、草丈が30 cmに達した後は殆ど繁殖しない⁵⁾。好陰性の*An. fluviatilis*は、隙間の多い稲生育水田よりも、稲が密生した水田でより多く繁殖する。アフリカにおいて、稲の生育初期段階には好日性の*An. gambiae*及び*An. arabiensis*が非常に高い密度に繁殖するが、稲の生育後期には好陰性の*An. funestus*が旺盛な繁殖をする⁵⁾。

なお、大部分のハマダラカは比較的澄んだ水での繁殖を好むが、アフリカの*An. gambiae*や*An. arabiensis*は停滞した汚濁水でも繁殖する⁵⁾。

3. 稲作開発プロジェクトにおけるマラリア防除対策

稲作開発プロジェクトの一環として採用されるマラリア防除対策は、医療の専門技術や特別な装備を必要とせず、農民自身が経済的・技術的に容易に実行できる方法が望ましい。この観点から、当面可能性があると考えられ

る技術を以下に示す。ただし、これらは全てが完成された技術ではなく、今後の技術開発に期待するものが多い。

1) 間断灌漑によるボウフラ駆除

An. sinensis のボウフラは、排水された水田の土壌表面で、地表温度 25℃、土壌含水量 20～30%のときに、生存期間は3～4日以内、蛹では4～5日であることが明らかになっている。中国の黄河の沖積平野において、田植の約2週間後に処理を開始し、5日間隔で灌漑することによって幼虫の繁殖を抑制できた。また、繰り返し排水することによりボウフラの個体群が80～90%減少した¹²⁾。

インドネシアにおける試験(1982/83年に300 ha)によると、田植2カ月後から湛水2日と落水3日の処理を繰り返した間断灌漑区が、連続灌漑区より *An. aconitus* のボウフラ数が93%減少した²⁾。

このように、間断灌漑の効果は認められているが、その実行には、

- ① 個々の農家の都合により、地域で一斉に排水するのが困難なことがある
- ② 土壌の透水性、地下水位、圃場内の凹地等により排水が完全にできないことがある
- ③ 降雨によって排水処理の効果が相殺されることがある など課題も多い^{13), 14)}。

また、間断灌漑はボウフラの天敵生物(魚を含む)も殺すため、再び湛水されたときに、蚊の繁殖が旺盛になることもしばしばある。さらに、このシステムを運営する人の訓練、ならびに農民にその効果を十分に認識させるための指導がないと成功しないであろう。

2) 薬剤によるボウフラ駆除

稲害虫の防除のための薬剤散布が、副次的にボウフラ駆除に役立つことがある。例えば、殺虫剤フェニトロチオンはボウフラを殺す濃

度が、魚の致死濃度の約500分の1であるとされている。

一方、ボウフラ駆除剤としてピリプロキシフェンという昆虫の幼若ホルモン類似物質が開発されている。これの0.5%粒剤を水1 m³に対して2 g(茶さじ1杯程度)の割合で月に1度ばら撒くだけで、ボウフラの発育は阻害され、成虫になる前に死に至る効果が確認されている。同剤の使用については特別な訓練も機器も必要とせず、農民自身で処理できる。また、これは天敵生物に殆ど影響を与えない^{11), 16)}。

3) 天敵生物によるボウフラ駆除

ボウフラ駆除に役立つ魚として、次のようなものがある^{2), 3), 4)}。

Ctenopharyngodon idella (草魚), *Aphyocypris chinensis* (ヒナモロコ), *Gambusia affinis* (カダヤシ), *Poecilia reticulata* (グッピー), *Tilapia spp.* (ティラピア), *Cyprinus carpio* (マゴイ)。

アメリカでは、水田 ha 当たり750尾のカダヤシの放流がボウフラ抑制に効果があると報告されている⁶⁾。また、タイにおいて、水田での実験ではないが、グッピーによるボウフラ駆除効果が実証されている¹⁵⁾。

なお、間断灌漑を併用する場合には、魚の生存可能地を設ける等の工夫が必要である。

そのほか、細菌(例えば *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*, H-14 または BTI とも言われる)、片虫類のネマトーダ、菌類、ある種のウイルス、ゼノマ属の原生動物、さらにミズスマシ、ゲンゴロウ等の甲虫類、カブトエビのような小型甲殻類等もボウフラの天敵として利用できると考えられる³⁾。これらについては、今後の研究に期待したい。

4) 殺虫剤練り込み蚊帳の利用

10年ほど前に日本で開発された、ピレス

ロイド系殺虫剤を練り込んだ樹脂の糸で織った蚊帳が、WHOを始めとして世界各地で評価されている¹⁸⁾。

ハマダラカの吸血活動時間は、人の就寝時間帯と重なるものが多く、蚊帳の利用は有効なマラリア予防策の一つである。ピレスロイド系殺虫剤は即効性であるから接触した蚊は直ちに死ぬが、蚊を殺すのに必要な濃度では、人に全く影響を与えない¹⁰⁾。この蚊帳は、洗濯しても繊維中の薬剤が殆ど流失しないので、たまに洗濯をしながらの使用で、殺虫効果は2年以上持続する。

4. マラリア制御型稲作開発のために

IFPRIによる世界の米需給予測によると途上国にける2020年の需要量は48.4億トン、対1997年対比33%増となっている⁷⁾。これに対応するためには単収の向上が必要であるので灌漑面積の拡大が必要不可欠と考えられる。しかし、それはマラリア患者の増加に結び付く危険を孕んでいる。したがって、マラリア制御型稲作技術の開発及び普及はますます重要になってくる。

適切な技術の開発のため、稲作生態系と媒介昆虫の発生及び流行との間の相互作用の解明が必要で、稲科学者、衛生昆虫学者及び公衆衛生学者による学際的な協力研究が不可欠である。

おわりに

10年ほど前に、筆者は「水田灌漑開発がマラリア媒介蚊の発生を促進する恐れあり」との論文を「国際協力研究」誌(JICA)に発表した¹⁷⁾。国際機関等では以前からマラリアと農業の関係について研究開発が行われている。例えば国連では、1981年に媒介昆虫

制御のための環境管理に関するWHO/FAO/UNEP合同専門家パネルを設立している。

その成果がEnvironmental management for vector control in ricefieldsとして1984年に刊行されている。また、国際稲研究所(IRRI)でも、1987年に世界の稲作専門家及び寄生虫病専門家等を集めて、「稲作生態系管理による人の昆虫媒介疾患の防除(Vector-borne Disease Control in Human Through Rice Agroecosystem Management)」というワークショップを開催して、報告書を刊行している。さらに国際水管理研究所(IWMI)においては日本の開発基金により農業用水とマラリアの関連性についてのパイオニア的研究が進められている。

しかし、日本の農業関係者の間では大きな話題にはならず、ようやく今年5月に日本熱帯農学会の主催で池庄司敏明医学博士(前東京大学教授)による講演会「水田稲作とマラリア」が開催された。これを契機に日本でも関心が高まることを大いに期待したい。

近年、農業開発協力が強く望まれているアフリカは、世界で最もマラリアによる死亡者の多い地域である。今後におけるアフリカの農業開発協力は、マラリアなどの感染症との関連について十分な配慮が必要であることをここに強調しておきたい。マラリアの原虫のゲノム解析や、発症を予防するためのワクチンの開発が進んでいるという。マラリア撲滅に向かって農業分野の果たす役割も大きい。

引用文献

- 1) Ahmed Ayoub El Gaddal et al. 1985, Malaria control in the Gezira-Mana-gil irrigated scheme of the Sudan. J. Trop. Med. & Hyg. 88:153-159.

- 2) Bang, Y.H. 1988, Vector-borne diseases associated with rice cultivation and their control in Southeast Asia. in: Vector-borne disease control in humans through rice agroecosystem management. IRRI. 93-100.
- 3) Cowper, L.T. 1988, Malaria vectors associated with rice culture in Southeast Asia and the Western Pacific. in: Vector-borne disease control in humans through rice agroecosystem management. IRRI. 85-92.
- 4) Dame, D.A., et al. 1988, Integrated mosquito vector control in large-scale rice production systems. in: Vector-borne disease control in humans through rice agroecosystem management. IRRI. 185-196.
- 5) Goonasekere, K.G.A. & Amerasinghe, F.P. 1988, Planning, design, and operation of rice irrigation schemes; their impact on mosquito-borne diseases. in: Vector-borne disease control in humans through rice agroecosystem management. IRRI. 41-50.
- 6) Hass, R. & Pal, R. 1984, Mosquito larvivorous fishes. Bull. Entomol. Soc. Am. 30:17-25.
- 7) IFPRI 2001 IMPACT projections 2001,
- 8) 一盛和世 1993, 農業開発かんがいプロジェクトと疾病対策. 国際協力研究 19(1) : 45-53,
- 9) 池庄司敏明 1993, 蚊. 東大出版会(東京) pp. 246.
- 10) 栗原毅 1991, ベクター対策における蚊帳の研究. 熱帯 24 : 205-212.
- 11) Lee, Dong-Kyu 2001, Field evaluation of an insect growth regulator, pyriproxyfen, against *Aedes togoi* larvae in brackish water in South Korea. Journal of Vector Ecology 26(1) : 39-42.
- 12) Lu Baolin 1988, Environmental management for the control of ricefield-breeding mosquitoes in China. in: Vector-borne disease control in humans through rice agroecosystem management. IRRI. 111-121.
- 13) Mogi, M. 1988, Water management in rice cultivation and its relation to mosquito production in Japan. in: Vector-borne disease control in humans through rice agroecosystem management. IRRI. 101-109.
- 14) Mogi, M. 1992, Control of rice field vector mosquitoes by water management: Possibilities and difficulties. in: Soil and Water Engineering for Paddy Field Management. Asian Institute of Technology. 199-211,
- 15) Sasa, M. et al. 1965, Studies on a mosquito-eating fish "Guppy" *Lebistes reticulatus*, breeding in polluted waters. Japan J. Exp. Med. 35(1) : 63-80.
- 16) Sumitomo Chemical Co., Ltd. The juvenile hormone mimic pyriproxyfen for malaria mosquito control. pp. 12.
- 17) 内山泰孝 1996, 稲作開発とマラリア. 国際協力研究 12(2) : 49-55.
- 18) WHO 2001, Review of Olyset Net. in: Report of the Fifth WHOPES Working Group Meeting. 4-16.
(株式会社 国際開発アソシエイツ技術顧問)

国際半乾燥熱帯作物研究所 (ICRISAT) の サヘル地域での活動動向

伊藤 治

はじめに

ICRISAT (国際半乾燥熱帯地域作物研究所) は、アジア、アフリカ、南アメリカにまたがる 48 カ国に広がる半乾燥地で生を営む世界人口の 6 分の 1 の貧農を対象に、農業生産の向上を通しての生活改善を目的に 1972 年に設立された。低水分・低肥沃な土地に順応しているソルガム、トウジンビエ、シコクビエ、ヒヨコマメ、キマメ、ラッカセイのような作物を対象に、持続的な生産拡大と半乾燥地における生物資源の有効利用等に関する研究を行っている¹⁾。設立当初はインドのデカン高原の大都市ハイデラバードを拠点とした研究展開を行っていたが、徐々にアフリカでの活動に重点を移し、現在では東、西、南アフリカに 6 つの支所を構え、全研究資源の 43 % をアフリカでの活動に向けて配分し、アジアとアフリカでの研究を密接に連携させ、相互の研究において相乗効果が生み出せるような効率的な研究運営を目指している。日本でもマスコミなどでネリカ米が大きく取り上げられ、アフリカ農業への関心がにわかを高まっているので、日本では余りよく知られていない ICRISAT のアフリカでの研究展開を概観し、アジアでの農業研究支援という点では長い経験を有する ICRISAT と日本という共通基盤から、アフリカでの今後の

活動方向を展望することとする。

1. 研究体制と主要成果

半乾燥熱帯 (Semi-Arid Tropics, SAT) とは、年平均気温 18 °C 以上という高い気温に加えて、年間降雨量が 400 - 1000 mm と低く、しかも降雨パターンが不規則なため、耕作可能期間が年間僅か 75 - 180 日しかない地域をいう。アフリカサハラ砂漠、カラハリ砂漠の周縁地域、インドデカン高原の中心部がこれにあたる (図 1)。必然的に、これらの地域では、農業生産が著しく低く、推定 30 億人が貧困下限以下の生活を強いられている。

SAT での貧困問題に包括的に対応するため、ICRISAT では下に示す 5 つの研究戦略 (Global Theme, GT) のもとに研究員が協力して鋭意問題解決に取り組んでいる。

GT-Biotechnology: バイオテクノロジー
開発と応用

GT-Crop Improvement: 遺伝子資源の利用

GT-Agroecosystems: 環境生態系の保全・
改善

GT-Seed Systems: 新品種の増殖・配布
体制の強化

GT-SAT Future: 研究戦略の評価・作成
各 GT の下に特定の問題解決型のプロジェクトを配置して、生産性向上、収入増加、農家経営の不安定性の減少、雇用創生、女性の権利拡大、土地劣化の抑制等に向けた研究を

ITO Osamu: Recent Activities of ICRISAT in Sub-Saharan Africa

展開している。

主要成果としては、対象としている6種の作物についての品種育成が大きな柱となる。本部があるインドで育成された品種は、インド国内においては高い普及率を持って広まっている(表1)。表からは、アフリカにおいてもICRISATの育成品種が徐々にではある

が普及されつつあることが伺える。これに加え、ラッカセイにおいては、ロゼット抵抗性を組み込んだ世界初の組み換え体、キマメでは、wilt抵抗性を有する世界初のハイブリッド、うどん粉病抵抗性を持ったトウジンビエや矮性ソルガムなどが育成され、普及に向けた試験が続けられている。

表1 ICRISATで開発された作物種の普及率

国名	作物種(品種名)	栽培面積率(%)
インド	ヒヨコマメ(ICP 8863)	18-59
	ヒヨコマメ(ICPL 87)	57
	トウジンビエ(改良品種)	56-89
マリ	トウジンビエ(改良品種)	23
	ソルガム(改良品種)	28
カメルーン	ソルガム(S 35)	12-49
チャド	ソルガム(S 35)	10-39
ジンバウエ	トウジンビエ(PMV 2)	26
	ソルガム(SV 2)	36

2. 市場需要に基づく技術変革²⁾

技術変革を意図した過去の多くの試みは供給側の要因に焦点を置いていた。即ち、生産性を向上させるような新技術開発のための研究を行い、そのような技術が収入を大きく引き上げるものであるならば、農民は基本的にそのような技術を適用するというような仮定にたっていた。最近広く取り入れられている参加型研究においてさえ、研究者はどんな技



図1 半乾燥熱帯地域の分布とICRISAT本部並びに支所の所在

術体系または作物特性のような技術要素が農民に必要とされているかを知るために、農民と接触するに留まり、収益性や農民が栽培方法を変更する意気込みを引き起こすような市場がそこに存在するかどうかを確かめるために、製造加工業者や消費者との会話を持つというようなことは減多にしない。このような現状が技術革新における障壁となっていると考えられる。多くの有望な技術が、普及現場にも持ち込まれず、ましてや現地へのインパクトを与えることもなく、情報のまま本棚に格納されたままになっている。

ICRISATの新しいアプローチは、どのような作物特性が消費者によって望まれているか、それらの市場が現地に限られるものか、地域的なものかまた国際的な広がりを持つものかどうかを解析し、それに基づき市場が要望する技術の開発に取りかかるというもので、そのために、製造加工業者や市場関係者との接触を研究の初期段階から密にとるというものである。

非常に限られた投入資材で農業を営む半乾燥熱帯の農民に農業資材の入手をより可能にするために、種子と肥料を一緒に詰めた小袋の利用が考案されている。これを農民自身が組織化したグループなどを通して広めることにより、農民組織の中での販売と購買のサイクルをうち立てることが可能となると期待される。農民が新技術を受け入れ実践していくためには、ある程度の貸し付けシステムの活用が必要とされる。農民自身が組織化した生産グループや信用組合が、貸し付けを担当し、農民が生産物を売買するのを手助けするようなシステムの構築が必要である。このようなシステムが立ち上がると、そこで生み出される利益が肥料、水管理施設や改良

品種などに更に投資され、生産性向上に向けた軌道に乗ることができるのではないかと期待される。

3. 遺伝・自然資源の総合管理

ICRISATは、より良い資源管理と作物改良との組み合わせ技術により、環境破壊と貧困の悪循環を断ち切る方策として、遺伝・自然資源の統合管理(Integrated Genetic & Natural Resource Management, IGNRM)のアプローチを提唱している。このためには、土壌の肥沃性を維持し、土地衰退を阻止し、危険因子を分散させ、生産性を向上し、収入を増加させるような生産体系を開発し、その地域の比較優位性を最大化し、システムと産物を多様化し、地域内の取引や地域外への輸出に繋がるようにすることが必要である。このことは、とりもなおさず環境と農業の生産性の両者の間の関係を解明し、この2つの間の相互関係が人類の繁栄に及ぼす影響を十分に理解することと行うことができる。どちらか一方をもう片方の犠牲の下に促進すると行った技術の開発は可能かもしれないが、長期的に見るならば、そのようなものは人類の繁栄には繋がらないと言える。遺伝・資源の総合管理を進める上では、市場、農民組織、技術、支援制度の4つの要因が重要であり、これらの組み合わせで相乗効果を生みだし、より高いレベルへとつなげていくことが得策である。

4. サヘル発展のための新技術の提案

極度の貧困と社会不安を抱えるサヘル地域の農業発展のために、ICRISATは幾つかの技術的な提案を行っているので、そのうちの3つをここで紹介する。

1) 肥料の少量施用 (fertilizer microdosing)

アフリカでも広く出回っているコココーラのペットボトルのキャップのような小さな皿状の物を用いて、作物の株元に或一定の少量の肥料を施用するという至って単純な発想の技術であるが、株元に施肥することにより単位面積当たりの施肥量を大幅に削減し、肥料の利用効率を上げることが期待できる。サヘル地域の 5000 程度の農家により既に実践されており、収量が従来法の 50 ~ 100 % 向上し、費用便益比率が 3 以上になることが示されている。また、増加したバイオマスの一部が家畜に回され、半乾燥熱帯の農業において重要な位置を占める家畜飼育の向上が期待でき、家畜糞尿から作られる堆肥の化学肥料との併用により、より生産性の高い持続的農業体系の構築につながる事が予想される。

2) 在来種を基にしたハイブリッドの育成

ソルガムとトウジンビエはサヘル地帯の主要な禾本科作物で、全体の 90 % を占めている。ICRISAT では、更に生産性の高い品種育成を目指して挑戦を続けている (Cereal Challenge)。これを実現するために、雑種強勢を活用した生産性の向上、現地の遺伝的多様性の効率的な利用、穀物品質と適応形質の維持、種子増産への民間活力導入への支援という 4 つの点に特に着目している。ソルガムについてはこれまで他の地域で育成された素材を使っての品種開発がなされてきたが、目に見えた成果に繋がらないで来た。そこで、ICRISAT は食料としてばかりではなくて家畜飼料としての品質をも考慮した需要に重点を置き、在来のギニア系統からのハイブリッドの開発を行った。過去 2 年間の圃場試験によると、このハイブリッドは従来種よりも少

なくとも 50 % 高い収量をもたらすことが示されている。このハイブリッドはギニア系統が持っている現地適応性や食味特性をそのまま受け継いでいる。

3) 乾燥地エコファーム (Dryland ecofarm)

乾燥地エコファームとは、伝統的な主食穀物と付加価値の高い果樹などを統合して、農家収入を高めると共に持続的な天水農業システムに繋がるような樹木-作物-畜産を統合した作付けモデルである。西アフリカの半乾燥地では乾燥耐性のあるハイビスカスが樹木として有望で、ハーブティーとして輸出され大きな収益をもたらすことが期待される。2003 年には 200 人の農家女性が参加し 100 トンのハイビスカス茶を輸出することができた。今年はそれを更に進展させて、1200 人が参加して 600 トンの輸出を目指している。また、サヘルリンゴとカウピー、トウジンビエの組み合わせも試みられ、トウジンビエ単作よりも 10 倍以上高い収益を挙げることが可能であることが示されている。

5. アフリカでの活動強化に向けた組織改編

ニジェールのニアメイにある ICRISAT の支所は、西アフリカ地域を対象とした複数の機関の共同研究組織として生まれ変わり、砂漠限界地センター (Desert Margins Center, DMC) と命名されることになっている。これは、国連の砂漠化防止条約 (UNCCD) 並びにアフリカ開発のための新パートナーシップ (NEPAD) の要請に応じて、研究と研修に関わる支援を行うことと目的とした組織改編である。DMC は今後、砂漠化と干ばつ問題に対する革新的な解決策を見いだすための

シンクタンクとしての機能、この問題に関わる全ての人々の間の対話の活性化、またこれに関係する短期的並びに長期的研究、研究に関連する実地研修と組織の機能強化、環境教育、情報・通信・知識管理並びに学習システムに関わる最新の手法の導入、砂漠化防止のために実施されているプログラムの信憑性のあるインパクト評価などに従事し、西アフリカ地域農業開発にとって最大の障壁となっている砂漠化と干ばつ問題解決のための拠点となることを目指している。

6. アジアでの経験のアフリカ問題解決への応用³⁾

ICRISATの本部があるインドを含む周辺諸国地域いわゆる南インドにおいても他のアジアや南アメリカ地域と同様に緑の革命による画期的な収量増が認められている。1960年から2000年までの間に、コメでは収量が2倍になり、小麦では3倍になった。またICRISATが対象としているソルガムやトウジンビエにおいても、これほど顕著ではないが漸増傾向が認められる。気候や土壌条件が似かよってはいても社会的状況が全く異なるアフリカ問題を同じ尺度で扱うことは誠に危険ではあるが、南アジアで培った経験は、アフリカが抱える多くの問題解決の方向性を見据えることにおいて、ICRISATに多大の比較優位性を与えていると言える。ICRISATがこの関連で実証した一つの事例として、遺伝資源開発がもたらす波及効果が上げられる。ICRISATで育成されたヒヨコマメの育種素材が、インド国内の北部から南部へと波及し、それまで栽培面積が限られていた南部でのヒヨコマメ栽培を顕著に押し上げた。この波及効果はそれだけに留まらず、この素材はイン

ド洋を渡ってエチオピアに持ち込まれ、更にアフリカ各地へと広められている。また、開発途上国だけではなく先進国であるカナダやオーストラリアでの栽培にも取り込まれている。このような地球規模での波及効果はソルガム⁴⁾やトウジンビエにおいても認められ、また遺伝資源に限らず農民参加による小流域管理といった技術体系においても同様なアプローチが試みられている。

おわりに

アフリカを舞台にした農業研究協力を強化して農業生産性の向上に対して目に見える成果を求められて久しく、この要望に応じて国際農業研究協議グループ(Consultative Group on International Agricultural Research, CGIAR)もアフリカでの研究活動への投資を増強している。ここでは、CGIARの傘下の一つの研究機関であるICRISATについての現状を述べたが、他のCGIAR機関もそれぞれの戦略を持ってアフリカ研究を展開し、その中でそれぞれがいろいろな形で連携を持って活動している。またこの動きの中にはアフリカ各国の農業研究機関のみならずNGO、その他のアフリカを拠点とした機関なども取り込まれ、それぞれが複雑に絡んだ中での動きとなっている。日本からの研究協力もこのような流れの中に位置取りをし、他の関連機関との連携を確立しない限り、インパクトのある成果をもたらすことは難しい状況であると言える。またこの際、ICRISATの事例でも見られるように、日本の多くの機関が長年にわたってアジアを舞台に展開してきた研究協力の中での成果を見直し、その中でアフリカの地での応用可能性を吟味し、その財産を使ってのアフリカ研究の

展開が、目に見える成果の創出という点で、またアフリカで活動を行っている他国からの機関との比較優位性を保つという意味においても重要ではないかと思われる。

参考文献

- 1) Ryan, J.G. andf Spencer, D.C. 2001, Future challenges and opportunities for agricultural R&D in the semi-arid tropics. ICRISAT. 79p.
- 2) Bantilan, M.C.S. and Padmaja, R. 2003, Strategic assessments of agriculture in the sem-arid tropics: ICRISAT's approach to understanding change. In Beyond the gene horizon. ICRISAT. 19 - 35
- 3) Bantilan, M.C.S. and Padmaja, R. 2004, Constraints on agriculture production in South Asia:Role of international collaborative research. In Proceedings of the 10th JIRCAS International Symposium. 89 - 95
- 4) Bantilan, M.C.S., Deb, U.K., Gowda, C.L.L., Reddy, B,V,S., Obilana, A.B. and Evenson, R.E. 2004, Sorghum genetic enhancement: Research process, dissemination and impacts. ICRISAT. 312p.

〔独立行政法人国際農林水産業
研究センター生産環境部長・
ICRISAT 理事〕



JIRCAS-JICA-JAICAF 共催セミナー

— ICRISAT 所長セミナー —

国際農林業協力・交流協会

はじめに

去る7月14日(水)にICRISAT¹⁾(国際半乾燥熱帯作物研究所)の所長, Dr. William D. Dar ならびに筆頭研究官, Dr. Suhas P. Wani が来日した。この両名の来日を記念して, JIRCAS-JICA-JAICAF の3者共催によるセミナーが翌15日(木)15:30よりJICA国際協力総合研修所にて開催された。

ICRISAT の役割

同センターはSAT²⁾(半乾燥熱帯地域)における農業生産の改善を通じて世界的な貧困の改善に貢献することを使命として1972年に創設され, SATにおける主な食用作物(キマメ, ヒヨコマメ, ラッカセイ, ミレット, ソルガム等)を中心に研究を行っている。インドのハイデラバードに本部を持ち, アフリカには7カ所の活動拠点がある。

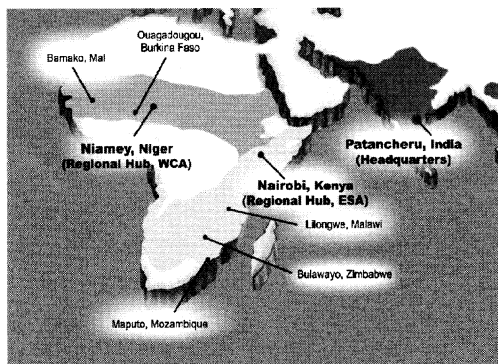


図 ICRISAT の活動拠点
(出典: ICRISAT)

セミナー概要

今回のセミナーにはICRISATの活動に興味を寄せる40名以上の参加者を集め, JIRCAS伊藤生産環境部長の司会により, 以下の通りの講演があった。

1. Transforming the Dryland Agriculture of West Africa: The New Sahel

William D. Dar 所長

ICRISATの使命は, インパクトのある農業研究を通じてSATの貧困層に幸せをもたらすことにある。その戦略には, ①貧困者のための市場活動の創造, ②科学的長所とインパクト, ③貧困者に権限を付与する生活改善手法, ④戦略的パートナーシップ, ⑤地域に基盤を置いたプログラムがあげられる。包括的な研究テーマには, ①バイオテクノロジー, ②作物の改良, ③農業の多様性開発, ④種子システム, ⑤将来的SAT, がある。

近年, アフリカにおいては, ①貧困と隷属を強いる援助の減少, ②遺伝・天然資源の総合管理IGNRM³⁾を挑戦的テーマに掲げ, IGNRMが域内の生活改善をリードすると考える。そのために四つの機会(市場, 農民組織, 技術, 支援組織)に焦点をあてている。

本講演のテーマである「新たなサヘル構想」では, ①転換する農業・農村開発の周辺—市場経済化, ②インパクトを与えるアクセスの向上—農民のための小型種子・肥料パッケージ, ③農村組織推進の技術的効果を掲げており, そのための新技術手法として, ①少量施肥と水保全技術, ②品種

1) International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

2) Semi-Arid Tropics.

3) Integrated Genetic and Natural Resource Management.

改良と雑種に基盤を置いた土地競合, ③乾燥地エコファーム, ④アフリカ市場農園, を提案している。

また, JIRCAS を中心とした日本との共同研究は20年に亘り, 土壌肥沃度保全, マメ科作物, 穀類の開発, 市場志向性などの研究を続けている。

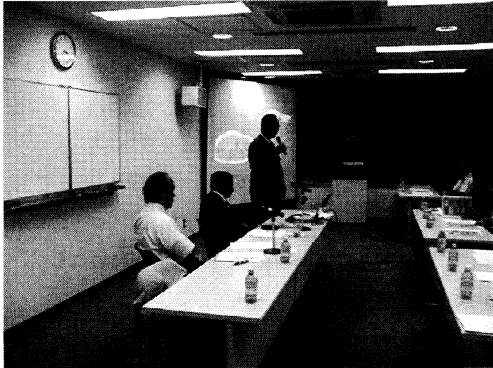


写真1 Dar 所長の講演

2. Sustaining and Increasing Productivity and Income in the Drylands of Asia : The Watershed Development Approach

Dr. Suhas P. Wani 筆頭研究官

SAT における緊急課題として, ①高い乳幼児死亡率, ②2025年には世界人口の33%が水不足の影響を受ける, ③爆発的な人口増加傾向, ④農地の減少, の4点があげられる。

また, 現状のグレーゾーンから緑の革命にいたる分岐点に, ①参加, ②公平, ③持続性, ④所得

向上がある。

近年の ICRISAT では, サブサハラ・アフリカおよびアジアの半乾燥熱帯に焦点をあて, ①干ばつ, ②農地減少, ③貧困の連鎖を解決する鍵となるのは「水」と結論づけている。これは, 「総合的流域管理」⁴⁾に至る。

総合的流域管理のモデルでは, ①個人と地域共同体に基盤を置いた介入の混在, ②監視・評価の連続, ③新たな科学的道具の活用, ④地域共同体およびステークホルダーへの権限委譲, ⑤技術的支援のためのコンソーシアム, ⑥研究所内外とのリンク, ⑦全体的参加型手法, 等を提案している。

おわりに

上記の両講演を受けて, 参加者からは①農業者への普及の留意点, ②ICRISATの成果品の入手方法, ③パートナー機関の確認, ④ICRISATの活動成果への賛辞等質疑, コメントが寄せられたが, 熱心な講演によってセミナー時間が押されたので, ICRISAT 所長の希望によって設営された懇親会の席でフランクな会話が続けられた。なお, 最近の ICRISAT における研究活動の詳細は本号, 伊藤治氏の解説をご参照いただきたい。

(小林裕三)



写真2 Dr. Wani の講演

⁴⁾ Integrated Watershed Management.

中国青海省政治協商会議視察団訪問

国際農林業協力・交流協会

はじめに

去る7月2日(金)に標記視察団が①当協会の設立趣旨および活動状況を把握するとともに、②青海省における農業・牧畜業の現状について紹介すべく、当協会を訪問した。同視察団は桑結佳主席を団長とする11名で構成され、当協会からは専務理事を初めとする5名が対応した。

青海省とは

青海省は中国西部地区にある青海・チベット高原の北東部に位置し、新疆、甘肅、四川、チベットの4省・自治区に囲まれている。青海省は長江、黄河、瀾滄江(メコン河)の源流でもある。面積は72万km²で、全国の各省、自治区の中では4番目に大きい(日本の約2倍)。そのうち草原が占める面積は3160万ha(省土面積の約7割)もあるが、耕地面積は59万haしかなく、その他丘陵地、湖沼、荒野、砂漠、氷河に覆われている。

同省は標高1650mの比較的低い窪地から6000m級の山岳地域までの複雑な地形を有し、緯度、

大気環流などを含めた自然的要素の影響を受けた高原大陸性気候に下にある。その特徴は、冬は長いがそれほど寒くなく、夏は短くて涼しい(平均気温-5.6~8.7℃/年)。無論、地域によって気温差はあり、垂直変化も著しい。降水量も地域によって異なり、南東部地域では450~600mmと少なく、乾燥した地域である。



写真 視察団との意見交換

要旨

冒頭、青海省は近年の発展目覚ましい沿海地域とは異なる未開発地域の一つで、今後の提携・協力の可能性を検討したい旨、桑団長より挨拶があり、当協会からは協会の事業説明およびわが国における国際農林水産業協力について説明した。さらに桑団長より、「青海省は農業・牧畜業が基幹産業であるが、①農業・畜産業に不可欠な水の確保、②畜産物の未熟な加工技術、③加工技術等牧畜民の人材育成が現在直面した課題であり、さらに地球温暖化現象の影響を受けて砂漠化が大きな問題となっている」との報告があった。

(小林裕三)

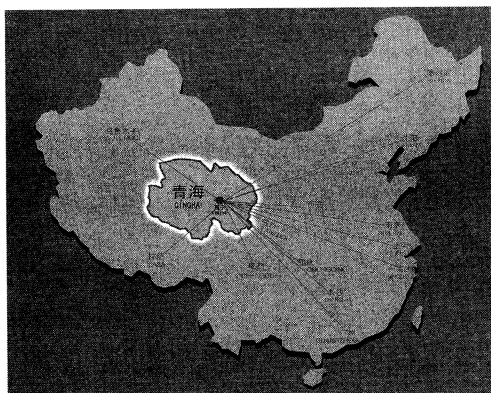


図 青海省の位置

『Realizing the Promise and Potential of African Agriculture, 2004』 InterAcademy Council

中村宗弘

国連事務総長から2002年3月、アフリカにおける農業生産性向上のための科学・技術戦略について諮問をうけた InterAcademy Council (略称 IAC, 世界90か国の科学アカデミーの連合体) は、研究委員会を設け、アフリカ各地でのワークショップや外部有識者のレビューを通じて研究をすすめる。2004年6月、「アフリカ農業の将来性と潜在力の実現—アフリカにおける農業生産性と食糧安全保障の改善のための科学・技術戦略」と題する報告書を発表した。全文296頁の大作で、現状分析とともに多くの勧告をふくんでいる。

内容は、1. 序論、2. アフリカにおける食糧安全保障、3. アフリカの農業生産システムと生産性見直し、4. 科学・技術選択の及ぼす影響、5. インパクト指向型の研究・知識・開発諸機関の形成、6. 新世代の農業科学者の育成と維持、7. 貧困な人びとに所得と食糧を保障する市場と政策、8. 戦略的勧告からなる。以下、重点をしぼり論評する。

1. アフリカ農業の分析手段としてファーミング・システム (以下、F/S という) の体系的採用にふみきったところに本書のユニークさがある。すでに識者は、単収の増大のためには個々の作物よりも F/S に重点をおいた研究の必要性を指摘していたが (G.Conway 1997), これに正面からとりくんだ本書の学問的功績を高く評価したい。本書ではアフリカの多様な F/S のなかから四つの主要な F/S, すなわち、メイズ混合、穀物・

根茎作物混合、かんがい、樹木作物ベースの F/S を選ぶ。そして、F/S レベルでの土地生産性は、個別の作物の単収の最大化ではなく、F/S 土地全体の土地生産性であり、その増大を目的とすべきであるという。まことに至言である。だが現在の統計では国別、作物別のデータしかえられず、このような理論にそくした計測は不可能であるのが惜まれる。さらなる理論的研究の深化 (穀物相当量概念の導入など) や統計の改善がのぞまれる。

2. 小農の混作 F/S から専作 F/S への移行は、こんご一世代の間はありそうになく、農業生産性の漸進的向上につれて、多くの F/S に懸る多数の「虹の進化」がみられるであろうという (アジアでは一つの「緑の革命」があった)。だが、都市化の進展と市場経済の発展に応じて小農 F/S の「進化」からやがて「革新」の芽が生まれてくるのではないだろうか。

そのほか、アフリカ大陸全体と諸地域の戦略的課題を研究するアフリカ農業研究特別センターの構想も斬新である。また科学・技術パイロット・プログラムの国連への提案もその成果を期待したい。

おわりに

F/S 分析をアフリカ農業開発戦略の策定にはじめて、採用した本報告書が、今後ひろくアフリカ農業開発研究の指針となることを期待する。

(元国際農林業協力協会副会長)

「国際農林業協力」誌編集委員（五十音順）

池 上 彰 英	(明治大学農学部助教授)
板 垣 啓四郎	(東京農業大学国際食料情報学部教授)
海 田 能 宏	(京都大学名誉教授)
勝 俣 誠	(明治学院大学国際学部教授)
紙 谷 貢	(財団法人食料・農業政策研究センター理事長)
二 澤 安 彦	(社団法人海外林業コンサルタンツ協会専務理事)
西 牧 隆 壯	(独立行政法人国際協力機構農村開発部課題アドバイザー)
的 場 泰 信	(社団法人海外農業開発コンサルタンツ協会専務理事)

「国際農林業協力」誌発行回数のお知らせ

本誌は、本年度から隔月刊といたします。ご諒承のほどお願い申し上げます。

従って、従来の雑誌発行年月・巻号併記を改め、今後は巻号標示のみとし、Vol. x x, No. 1-No. 6 といたします。

編 集 後 記

- 本号の論説・解説は、アフリカの土壌関係2編、国際研究機関の一つである ICRISAT の活動1編 遺伝子組換え技術関係1篇および感染症（マラリア）関連1編とバライティに富んでいる。どのテーマも途上国における食料生産の増強や農村の貧困削減といった地球的規模の課題にかかわるもので、各テーマで特集が組めるほどの大きな課題である。
- 今回は、これまで本誌に掲載できなかったテーマをと、考えて編集した結果このような編成となった。機会をみてテーマ毎に一層幅広く取上げることができればと念願している。
- 東京の今夏は、熱帯アジアよりも厳しいのではないかと感じられる暑さで、真夏日が連続している。また、南西諸島や西日本そして北陸、北海道などを台風や豪雨が襲い農作物に大きな被害を与えた。一方、海外では、アフリカや中近東の早魃、南アジアの大雨、さらにアフリカにおけるバッタの大発生などが、これら地域の食料生産に深刻な打撃を与えているという。
- 食料生産は、気象条件や制御のきかない生物学的現象に依拠するためリスクは常に付いて回る。しかし、水や土壌あるいは作物の生物学的現象、そしてそれら各々の相互作用のプロセスを科学的に解明することがリスクの軽減、あるいは回避の道につながる。
- 本誌のため「アフリカの土壌とその肥沃度管理にどう取組んだらよいか」、「遺伝子組換え作物に対する途上国や消費者の懸念に対応した技術開発」「ICRISAT が南アジアやサブサハラアフリカにおいて展開している研究活動とその成果の概観」および「熱帯地域における農業開発にとって留意が必要な感染症（マラリア）対策」についての論文をご執筆いただいた著者の方々に厚く御礼を申し上げます。
- なお、次号（No./3）は、技術関連特集として『国際農林業研究の成果と課題』についての特集号を編集している。

(H.T)

平成 年 月 日

(法人)
(個人) 賛助会員入会申込書

社団法人 国際農林業協力・交流協会
会長 真木 秀郎 殿

住 所 〒

TEL

法人名

ふりがな
氏 名

印

社団法人 国際農林業協力・交流協会の(法人)
(個人) 賛助会員として平成 年度より
入会いたしたいので申し込みます。

なお、賛助会費の額及び払い込みは、下記のとおり希望します。

記

1. 賛助会費 円
2. 払い込み方法 ア. 現金 イ. 銀行振込

- (注) 1. 法人賛助会費は年間 50,000 円以上、個人賛助会費は 5,000 円（海外は 10,000 円）以上です。
2. 銀行振込は次の「社団法人 国際農林業協力・交流協会」普通預金口座
をお願いします。
3. ご入会される時は、必ず本申込書をご提出願います。

み ず ほ 銀 行 本 店 No.1803822
三井住友銀行東京公務部 No.5969

－賛助会員への入会案内－

当協会は、賛助会員を募集しております。個人賛助会員に入会されますと、当協会刊行の次の資料を無料で配布することとしております。

多くの方々が入会されますようご案内申し上げます。

「国際農林業協力」（年 6 回発行）

「農林業協力専門家通信」（隔月刊誌）

なお、法人賛助会員については、上記資料以外にカントリーレポート等を配布いたします。

農林業技術相談室

－海外で技術協力を携わっている方のための－

ODA や NGO の業務で、熱帯などの発展途上国において、技術協力や指導に従事している時、現地でいろいろな技術問題に遭遇し、どうしたらよいか困ることがあります。JAICAF では現地で活躍しておられる皆さんのそうした質問に答えるため、農業技術相談室を設けて対応しております。

お陰様でこの相談室を開設してから、皆さんからの質問が徐々に増えています。質問および回答内容が、多くの方々に参考になると思われる場合は、JAICAF 発行の「専門家通信」に掲載しておりますので、ご覧下さい。

相談は無料です。ご質問に対しては、海外技術協力で経験のある技術参加者が中心になって、分かりやすくお答え致します。内容によっては他の機関に回答をお願いするなどして、できるだけ皆さんのご要望にお答えしたいと考えております。どうぞお気軽にご相談下さい。

相談分野

作物：一般普通作物に関する問題、例えば品種、栽培管理など
(果樹、蔬菜、飼料作物を含む)

土壌肥料など：土壌肥料に関する問題、例えば施肥管理、土壌保全、有機物など
病害虫：病害虫に関する問題、例えば病害虫の診断、防除(制御)技術など

質問宛先

国際農林業協力・交流協会技術相談室 通常の相談は手紙または FAX でお願いします。

〒107-0052 東京都港区赤坂 8 丁目 10 番 39 号 赤坂 KSA ビル 3 F

TEL : 03-5772-7880 (代), FAX : 03-5772-7680

E-mail : aicaf@mx.b.mesh.ne.jp

国際農林業協力 Vol. 27 No. 2 通巻第133号

発行月日 平成16年9月15日

発行所 社団法人 国際農林業協力・交流協会

編集・発行責任者 専務理事 佐川俊男

〒107-0052 東京都港区赤坂 8 丁目 10 番 39 号 赤坂 KSA ビル 3 F

TEL (03) 5772-7880 FAX (03) 5772-7680

ホームページアドレス <http://www.jaicaf.or.jp/>

印刷所 株式会社 創造社

International Cooperation of Agriculture and Forestry

Vol.27, No.2

Main Contents

Distinguished Achievements in the Field of Rice Research Both Japan and
Abroad TORIYAMA Kunio

Sustainable Development of African Agriculture – From the Viewpoint of
Soil and Fertility Management – ARAKI Shigeru

Soil Fertility Management in "Africa" – Some Topics to Modify
Our Understanding – TANAKA Ueru

Research and Development of a Novel Transformation Technology
for Safety of Genetically Modified Organism
ENDO-KASAHARA Saori, SUGITA Koichi and EBINUMA Hiroyasu

Malaria Associated with Tropical Agriculture UCHIYAMA Yasutaka

Recent Activities of ICRISAT in Sub-Saharan Africa Ito Osamu