

海外情報誌

ARDEC

World Agriculture Now February 2002



特集|食料増産へ向けた
途上国の農業の展望

第23号



(グアテマラ)

<海外情報誌“ARDEC”について>

本誌は農業農村開発に関する世界の新しい情報を読者に提供し、海外協力への理解を深めていただくために、平成6年度から1年に3回発行しているものです。

ARDECとは、本誌の発行所である海外農業農村開発技術センター (Overseas Agricultural and Rural Development Center) の略称ですが、農業土木技術者全体の情報誌として位置づけていることから、農林水産省、国際協力事業団、緑資源公団、農業土木学会、海外農業開発コンサルタント協会のご協力により編集を進めております。

本誌及び本誌の既刊分については、当財団のホームページでカラー版でご覧になれます。ぜひアクセスして下さい。

(<http://www.jiid.or.jp/ardec/ARindex.htm>)

OPINION

- 「身土不二」が
日本の食料事情を変える
読売新聞編集委員 浅羽雅晴 2

SPECIAL ISSUE

食料増産へ向けた
途上国の農業の展望

- 緑の革命—その成果と課題—
東京大学大学院農学生命科学研究科
教授 岩本純明 8

- サブサハラ・アフリカに
希望を見出すことができるか
鳥取大学農学部 教授 北村義信 13

- バイオテクノロジーを用いた乾燥・塩・
低温耐性作物開発の現状と可能性
国際農林水産業研究センター
生物資源部 篠崎和子 19

INFORMATION CHANNELS

- FOOD & AGRICULTURE
- 地下深部に棲む微生物たち 25

- RESOURCES & ENVIRONMENT
- 水のある暮らしの再考
—インドネシアと中国の事例 29

- TECHNOLOGIES
- ビジネスとしての
マングローブ林創出事業 32

- PEOPLE'S LIFE
- イラン人の衣食住について 35
ラオスにおける灌漑 38
ドミニカ共和国での仕事と日常生活 40

*FROM INTERNATIONAL
COOPERATION*

- OVERSEAS ORGANIZATION
- 環境問題の解決へ向けて政策提言をする
ワシントンのアースポリシー研究所 43

ANNOUNCEMENTS

- CONFERENCES & SEMINARS 46
- BOOKS GUIDE 47
- 『モンスーン・アジアの水と社会環境』
『禁じられた稲—カンボジア現代史紀行』
- VOICE FROM READERS 48

「身土不二」が日本の食料事情を変える

読売新聞編集委員 浅羽雅晴

十年ほど前のことだが、タイからの留学生の文章を読んで強い印象を受けたことがある。今でも食料事情や環境問題を考える時に、その文章がふっと浮かんでくる。

こんな内容だった。父親は水田を潰した池でエビの養殖をしていた。留学生がエビを食べようとして、父親から「お前に食べさせるエビはない」と怒鳴られた。彼は「息子にも食べさせないほど、大切なエビを食べることのできる日本人とはどんな人たちか」と興味を持った。日本に留学し、宴会で何度も見たものは、「大量に食べ残されているエビ料理で、涙がこみ上げた」と嘆き、「ものの大切さを、もう一度見直したい」と訴えた。この作品は「地球にやさしい作文・活動報告コンテスト」で環境庁長官賞に輝いた。

食べ物なら世界中の食材が何でもそろっているといわれる日本。そこで飽食、美食を極め、満腹感にひたりきってはいは、こうしたアジアの隣人たちの辛さや叫び、悲鳴を聞きとることは難しいだろう。

日本の食料自給率はカロリーベースで41%、穀物で28%と先進国中で最低水準を続けている。農産物の輸入額は年間5兆円に上り世界最大である。これは日本の全耕地面積の2.5倍に当たる1200万ヘクタールを、海外の農地に“お願い”して作ってもらっているのと同じことなのだ。

食料を自分の力で充足できないのに、目の前の食べ物を無駄にして平然としていら

れる心理とは、一体どういうものなのだろうか。それは、ある種の「被害者意識」を背景にした甘えの発想と考えてもよさそうだ。

日本人がよく口にする言葉に「資源小国」論がある。国土が狭い小さな島国に住んでいる。石油も鉄鉱石も採れない。欧米先進国からも遠い距離にある……。だから、せっせと工業製品を生産して輸出し、儲けた金で石油や農産物を調達すれば良い、との論理である。

この文脈で食料自給を論じると、日本の食料安全保障が危ういとか、ポストハーベストが危険だとか、遺伝子組み換え食品が不安だ、農家の生産意欲が損なわれるから、との被害者意識ばかりが強調されてしまう。だが、年間5兆円もの巨額に膨れ上がった農産物の輸入は、そのことだけで海外の生産地の風土、環境に対して直接、間接に多大なダメージを与えずにはおかない。さらに市場原理にまかせて買い占め、買ったとき、資源収奪を続け、現地での自然破壊が加わっては、日本批判の感情が噴き出しても決しておかしくはないのだ。多くの場合に、日本は加害者の立場にたっていることを強く自覚し、適量をわきまえた生活スタイルと、貿易のあり方を考え直す時ではないだろうか。

まず、留学生が指摘したエビ問題に戻ってみよう。日本人はとにかくエビが好きだ。エビの赤い色は祝い事には欠かせない。丸ま

エビ養殖池のために伐採されたマングローブ林。インドネシア・東カリマンタンで。
(写真提供 読売新聞社)



った背は長寿を象徴することから珍重してきた。それでも1960年代にはほとんどが国内産で賄われ、3000トン以上も海外に輸出していた。過剰な輸入に頼るようになったのはここ20年くらいのことだ。1999年の輸入量は25万トン、金額にして3000億円以上に膨れ上がった。マグロやサケ・マス、カニをしのいで水産物輸入のトップを続けている。

大量のエビ需要をまかなうインドネシア、タイ、インドではどんな事態が生じているのだろうか。よく問題にされているのが、エビの養殖池をつくるためのマングローブ林の伐採で、東南アジアで急激に消滅している。マングローブ林は栄養に富んだ泥沼で、熱帯漁業資源の宝庫になっているだけに、地元の漁業への影響は大きい。

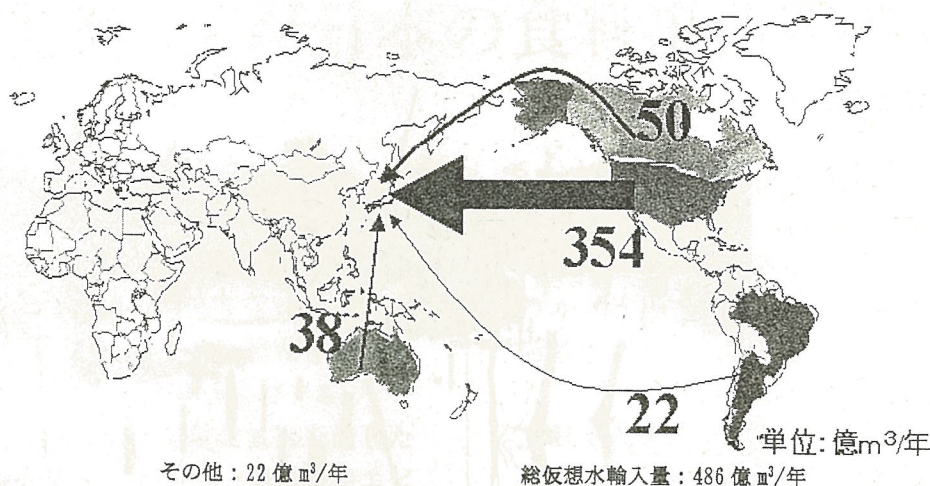
二つ目は、貴重な水田を潰してつくったエビの養殖池が、わずか数年しかもたない

ことだ。狭い池にエビを大量に入れ、飼料とある種の殺菌剤を投与する集約漁業は、持続的な生産を破壊してしまっている。

三つ目は、より低賃金の労働力を求めて生産地を移動させるために、たとえ養殖池に生産能力が残っていても見捨てられてしまうケースがある。こうして、エビ養殖業者や近隣の地域社会は二重三重の被害を蒙っている。

われわれの普段の食事にとって、エビは不可欠なものなのだろうか。食堂やレストランの天井や揚げ物、刺し身の盛り合わせに頼まなくとも付いてくるとすれば、こうした惰性の食習慣を断つか、見直すことによってかなりの削減が期待できないだろうか。

同じことが、野菜の海外生産現場でも起きている。1995年の野菜の輸入量は325万トンと10年前の2.5倍に膨れ上がった。



(図提供 東京大学工学部助教授 沖大幹)

農作物の輸入に伴う日本の仮想水輸入国内訳

日本の消費者の都合によって、風土にあわない野菜を無理に栽培し、さらに大きさや形の規格外の野菜を大量に廃棄している。これが現地で価格の高騰をまねくことになる。見直しは難しくはない。

310万トンに上る水産物輸入も世界最大で、これも同じ事情におかれている。日本の主な水産物加工会社は、すでに東南アジアに積極的に工場を進出させている。そこでの原料確保が難しくなると、アフリカやノルウェーなどから調達するという資源略奪型の水産業が目立ち始めている。

こうして、原産地に無理を強いてまでかき集め、輸入した農水産物の数々だが、しょせんは金で買ったものだけにありがた味は薄い。農林水産政策研究所の嘉田良平氏によると「日本は世界一の食料資源廃棄国である」という。調理過程でごみにされるものや食べ残しの量は、家庭とコンビニエンスストアなどからのものを合わせて、年間に1600万トンにもなっている。これら

が適切に行き渡れば、9億人ものアジア、アフリカの飢えた人々のかなりを救うことができるのではないか。

製材の輸入量もトップクラスで、合板は世界の25%、原木は13%を占めている。こちらは他の農水産物と違って国土の3分の2を森林資源が覆い、木材の潜在供給力は十分にありながら、日本の林業が市場競争力を失ったために手付かずになっている。カナダに残された温帯雨林の原生林は、生物多様性や温暖化ガスの吸収の面で重要視されている。ところが環境団体のグリーンピース・ジャパンの調査によると、違法伐採された木材などの輸入に日本企業229社が直接、間接に関わっていた。これらの企業は違法伐採であることを知らなかったようだが、その後、70社は同ルートの輸入をキャンセルしたという。極東ロシアでも大規模な伐採が進み、ここにも日本企業が深く関わっている。科学者たちはロシア凍土の急激な森林伐採は、地球の温暖化を促進させる危険性があると警告を発しているのだ

が。

写真家の水越武さんは、カナダのバンクーバー島などで取材中に、大規模な原生林の皆伐現場を幾つも目撃した。現地では輸出先の日本への疑惑が根強く、「木材を庭に埋め、値上がりを待って儲けようというのか」と批判された。「日本パッシングに発展しかねない」と心配している。

日本人にとって、さらに分かりにくい問題は水資源の枯渇ではないだろうか。21世紀の水資源不足をどう解決するかをめぐって、2003年3月には京都市を中心に、国際会議「第3回世界水フォーラム」が開催される。世界には、毎日コップ1杯の安全な水さえ手にできない人が12億もいる。途上国の病気の80%は不衛生な水によるものであり、水が原因で年に1000万人近くが死亡している。

水資源の70%は農業に使われているだけに、水不足は当然に深刻な食料不足をもたらす。ところが日本には、穀物輸入を通して間接的に膨大な水資源（仮想水資源）が入ってきている。これは穀物の水分含有量のことではなく、播種から収穫までに使われた農業用水の総量のことである。

東京大学工学部の沖大幹助教授の研究室がこの3月に試算した結果では、玄米1キロを生産するのに5000倍の水を消費する。小麦は2000倍くらい、トウモロコシは1000倍も使う。穀物の輸入にともなう仮想水資源の1年間の導入量は、アメリカから350億トン、カナダから50億トン、南アメリカから20億トン、オーストラリアから40億トンと、これだけで総計460億トンにのぼる。

環境資源の流通量の現状把握に大きな狂いがあると、認識にとんでもないズレを生じかねず、ひいては国際間のトラブルの原因にもなりかねないために注意が必要だ。

水資源と同じように穀物輸入によって、三大栄養素の一つである窒素もまた大規模な入超をきたしており、日本の河川、湖沼の富栄養化ばかりか、アメリカなどの輸出国の窒素不足がしだいに大きな問題になり始めている。

では、どうしたら農水産物の輸入を正常化し、食料自給率を上げ、持続可能な農業を実現できるだろうか。これは経済学が最も苦手とする考え方である。経済学者の宇沢弘文さんは、地球を覆う大気や森林や水資源など、社会や人類全体にとっての共通財産を、「社会共通資本」として社会のなかに大きく位置づけるべきだと考える。そのために、ある地域の集団が持続的に使い、維持していけるように歴史的に管理してきた「コモンズ（^{いりあひ}入会）」という社会制度を持ち込むことを提案している。この具体モデルとされているのが、日本の「漁業協同組合」の制度で、いま世界から大変に注目されている。

そうした組織論も必要だろうが、いま、われわれ個々人のライフスタイルをいかに変えるかを議論し、実践に移すことが何よりも現実的ではないだろうか。ドイツでは、自家菜園で20%もの野菜が賄われているという。日本でも戦後の食料難の時代を思い起こし、自宅の庭で野菜や穀物の生産をしてはどうだろうか。ガーデニングや休日ごとの家庭菜園作りがブームだが、行政が家庭菜園に多様なインセンティブを与え、促進することも必要だ。

このことは食料自給以外にも、都市の温暖化やヒートアイランド化防止にもなり、穏やかな生活環境を取り戻すことに繋がるはずだ。さらに地震、火災などの防災対策にも効果があることはいままでもない。食料問題が日本では常に農業問題として限定的に捉えられてきたが、都市問題、防災問

Opinion

題、地球環境問題と不可分のものであり、ひいては世界の貧困問題、水資源問題にまで繋がっていることに思いを致せば、国を挙げて取り組むべき大きなテーマであることに気付くはずだ。

最近、イタリアから始まった「スローフード」という食の運動がブームになっている。アメリカ式のファーストフード店の出店に危機感をもち、伝統的な食生活の見直しを訴えているものだ。

具体的には、①消えつつある郷土料理や質の高い食品を守る、②良い素材を提供してくれる小生産者を守る、③子供をはじめ消費者全体に、味の教育を進めること——とされている。日本でも牛海綿状脳症（BSE）やO-157問題を通じて食に対する不信感が広まり、同種の運動や同好団体がかなり増えている。

スローフードとは、まさに昔からいわれてきた「粗放農業」や「地産地消」と同じことであろう。その土地の名産を、古老の言い伝えやお袋の味として味わい、受け伝

えてゆくことが、どれだけ大切なことか。早くこのことに気付き、食のあり方を抜本的に軌道修正させたいものだ。

仏教用語にも「身土不二（しんどふじ）」という言葉がある。身体と国土とは実際には一体として存在するとの意味だ。転じて、人はなるべく住んでいる場所の近くで、安全で健康な土から採れた旬のものを食べるのが、健康のためにもっとも良い、との教えに使われてきた。

コンビニでおにぎりの売れ行きがコメの消費拡大につながり、食料自給率を1%程度押し上げたとの農水省のデータがある。このことは、日常的なライフスタイルを一步一步変えることによって、少しずつだが食料自給率を改善でき、ゆがんだ農業環境を是正していけそうだとの手応えが感じ取れる。

グローバルな問題を、生活の場でローカルに実践する「グローバル」な発想が、決して絵空事ではないということを示す心強い事例でもある。

Special Issue

Key Note

200 一 靛靛と果物の子一命革の蘇
一 耐品身節の了と相共公、費部肉食の國監表、標測のほりてア・ムハザアサ
220 四城本管 野刈 持衣而半伴命主半農刻半大季大京東
200



(タ イ)

特集 食料増産へ向けた 途上国の農業の展望

緑の革命—その成果と課題—

～サブサハラ・アフリカの疲弊、先進国の食肉消費、公共財としての改良品種～

東京大学大学院農学生命科学研究科 教授 岩本純明

1. 緑の革命の成果

1960年代中葉以降、高収量品種の導入を引きがねにして穀物単収の飛躍的な上昇が達成された。そのめざましい成果に対して、「緑の革命」という言葉が与えられることとなった。緑の革命をリードしたのは小麦と稲の高収量品種の普及であった。多収穫小麦はメキシコに開設された国際トウモロコシ・コムギ改良センター（CIMMYT）で、また多収穫稲はフィリピンに開設された国際稲研究所（IRRI）で開発された。

「奇跡の稲」とよばれたIR種を例にとって、その品種特性をみておこう。第1の特性は「耐肥性」である。従来の稲は肥料投入を増やしていくと茎が伸びすぎて倒伏してしまう性質があった。それに対して多収穫稲は、背丈の低い短稈種のために肥料増投による倒伏が回避することができた。「多肥」を「多収」に結びつけることが可能となったのである。第2の特性は非感光性で、これは季節的な日長の変化にかかわらず、一定の期間が過ぎると開花する性質のことをいう。非感光性品種は、場所や時期を選ばずに栽培できるという利点をもっているため、栽培可能な地域や時期が大きく拡大することとなった。また非感光性の改良品種は、生育期間が短いという特性を同時にもっていたので、二期作や三期作という集約的な土地利用が可能となった。緑の革命をリードした改良品種は、収量の高さに加

えて土地利用率の向上が可能にしたことによって、飛躍的な生産量の増加をもたらしたのである。

改良品種の普及はめざましく、メキシコ・インド・パキスタン・インドネシアなどが食料自給を達成していく原動力となった。このことは、食料を購入しなければならない都市生活者や農村の土地無し層の生活改善に寄与した。緑の革命が農村内部の分配構造（貧富の格差）にどのような影響を及ぼしたかについては、格差を縮小したという説とむしろ拡大したという説とがあって、まだ決着をみていない。しかし改良品種は多毛作化を可能としたし、緑の革命の技術は緻密な栽培管理を必要としたから、全体として労働投入を増加させたことは間違いない。この限りでは、所得分配の改善にも寄与したといえてよい。

図1は世界全体の穀物生産に関する指標を取り出して示したものである。1961年から2000年にかけて、世界の穀物生産総量は9億トン弱の水準から20億トンへと2.3倍に増加した。年率にして2.2%の増加率となる。この増加率は、同じ期間の人口増加率（年率1.8%）を上回った。この結果、1人あたり穀物生産量は1961年の285kgから339kgへと19%増加した。生産量の増加に寄与したのは単位面積当りの収量の伸びだった。収穫面積はこの間にわずか3.3%増加しただけだったが、単収の方は2.3倍増

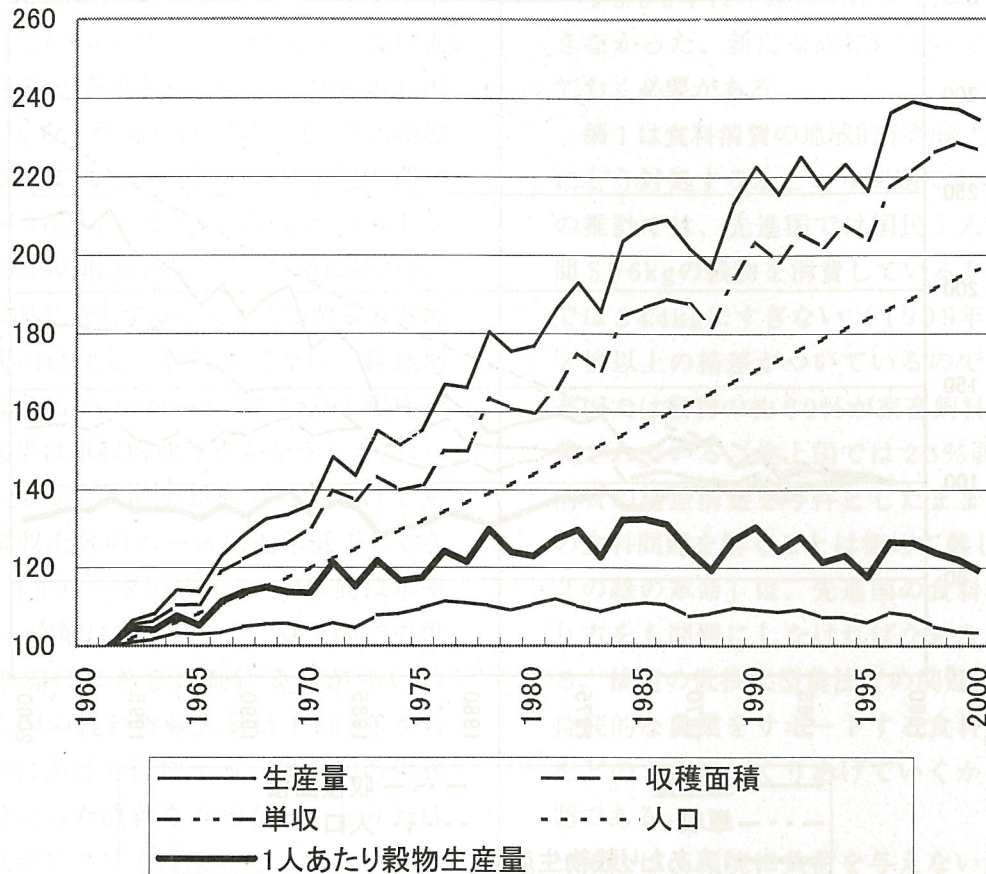


図1 穀物生産と人口(世界)

を果たした。こうした単収の飛躍的上昇に、緑の革命が大きく寄与していることは間違いない。緑の革命の技術は、肥料や農薬の投入と灌漑施設の整備が不可欠である。灌漑施設などのインフラストラクチャの整備、農家の肥料・農薬購入に対する補助金や低利融資の提供など、政府による活発な農業投資も、緑の革命が進展していくための重要な促進要因となった。

しかしながら緑の革命が、どこでも期待通りの成果を生みだしたわけではない。サハラ以南アフリカの穀物生産動向を示した図2に、この点が明らかである。サハラ以南アフリカでは、1961年から2000年にかけて穀物生産量は3100万トンから7500

万トンへと約2.4倍に増加した(年率2.2%)。世界全体の動向と比較しても、この点では遜色ない成果をみせている。サハラ以南アフリカにおける穀物生産量の増大は、収穫面積の増加と単収上昇の2要因によって達成された。収穫面積はこの間に1.8倍、単収は1.3倍へと上昇した。世界全体では収穫面積はほとんど増えていないが、サハラ以南アフリカでは、なお耕境拡大の余地があったことになる。しかし、この耕地拡大を過大に評価することはできない。耕作地域は次第に生産力の低い限界地に広がっていること、また急激な耕地拡大が「過剰耕作」という新たな問題を生み出している可能性が高いからである。サハラ以南アフリ

Key Note

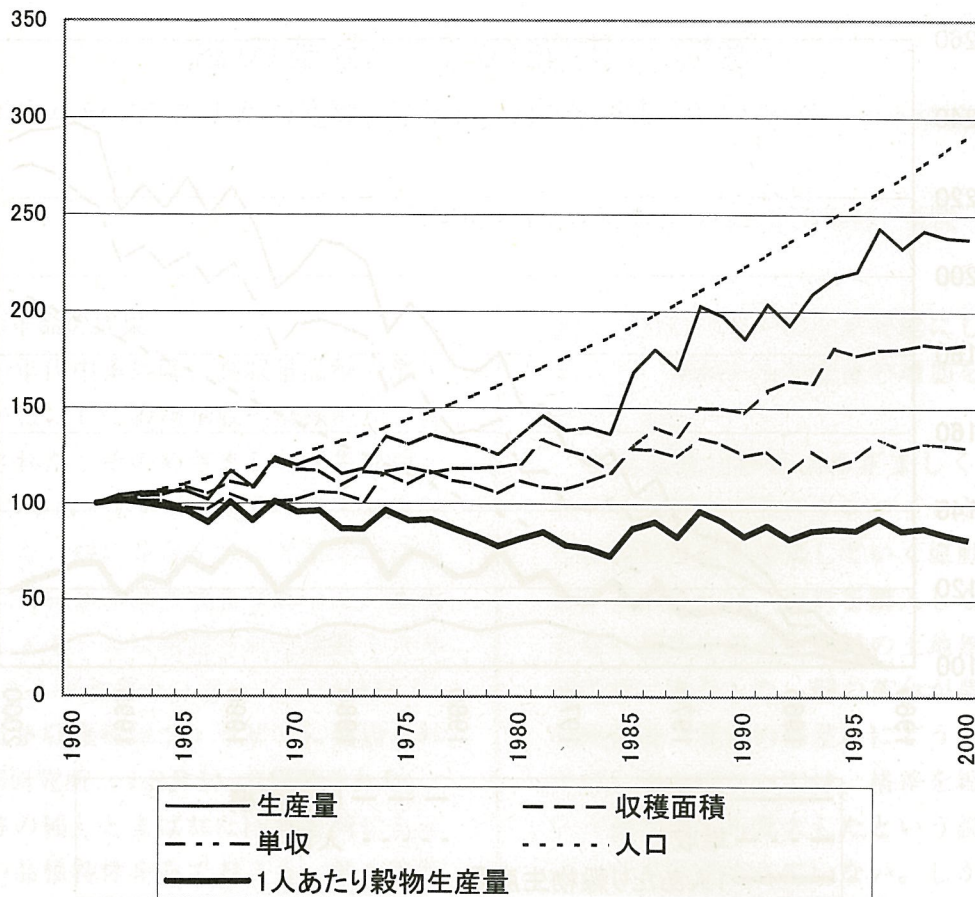


図2 穀物生産と人口(サハラ以南アフリカ)

カにおける単収増大のテンポが世界全体のそれに比べて大きく後れをとっているのには、こうした耕地拡大上の問題が関係している。

世界全体の動きとの最も大きな違いは人口増加率の動向である。1961年以降、世界全体の人口は31億人から60億人へと約2倍に増えたが、サハラ以南アフリカでは2億人から6億人へと3倍に増えている。高い人口増加率(年率2.8%)が穀物生産増加率(同1.6%)を恒常的に上回っていたために、1人あたりの穀物生産量は151kgから123kgへと逆に低下してしまった。サハラ以南アフリカにおける1人あたり穀物生産量は、世界平均の約3分の1の水準へと

落ち込んでしまったのである。いも類など穀物以外の食料がサハラ以南アフリカではまだ重要な役割を果たしていることを忘れてはならないが、サハラ以南アフリカの食料事情が極めて厳しい状況下にあることは間違いはない。

2. 食料と人口—将来展望—

人口と食料の将来展望については、いろいろな研究機関が予測をたてている。ここではアメリカにある国際食料政策研究所(IFPRI)が2020年を目標年次として予測した研究成果を紹介しておこう⁴⁾。

人口は1995年の57億人から2020年の75億人へと18億人増加すると予測されて

いるが、増加人口の98%が途上国で発生する。また2020年には、都市人口が農村人口を上回ると予測されている。食料需要の増加、すくなくとも食料の市場流通量の増加を促す要因である。穀物需要は上記期間に17億7600万トンから24億6600万トンへと約40%の増加をみる。この増加量の85%が途上国で発生する。大幅な需要量の増加を満たすのは決して容易ではない。耕地増でまかなえるのはせいぜい5分の1程度であり、大半は単収増でまかなうしかない。年率1.1%の単収増が要求されるわけであるが、単収上昇のペースは近年低下してきており(1990-2000年の10年間は年率1.07%)、楽観は許されない。途上国での供給量の増加にはさらに制約要因が強いので、途上国の純穀物輸入量は1995年から2020年にかけて倍増する。途上国の栄養不足も目立った改善をみせない。とりわけサハラ以南アフリカは深刻で、栄養不足人口は2020年にかけて30%もの増加をみると予測されている。

3. 「第2の緑の革命」

耕地面積の飛躍的拡大が期待できない以上、急増する食料需要には単収上昇で対処するしかない。緑の革命は、なお未完の課題として残されているのである。緑の革命の核となった高収量品種の開発という点に関しては、アフリカ諸国でいまなお重要な食料である雑穀・豆類・いも類などについて高収量品種を開発することが重要な課題である。また緑の革命に欠かせない灌漑施設については、新規建設だけでなく、補修や適切な管理がより重要になっている。このためには、施設管理に対する農民の主体的参画を促す制度設計が求められる。

1960年代の緑の革命普及期には想定でしなかつた、新たな課題についても考察しておく必要がある。

第1は食料消費の地域的不均衡という事態にどう対処するかという問題である。FAOの推計では、先進国では国民1人あたり年間556kgの穀物を消費しているが、途上国では244kgにすぎない(1999年の数値)。2倍以上の格差がついているのである。先進国では穀物の約60%が家畜飼料として消費されている(途上国では20%弱)。穀物消費の格差構造を与件としたままで、世界の食料問題を解くことは極めて難しい。「第2の緑の革命」は、先進国の食料消費のあり方をも問題にしなければならないのである。後述の低投入型農法との関連でいえば、持続的な農業をサポートする食料消費構造をどのようにつくりあげていくかという課題である。

第2は、環境に負荷を与えない農法開発の重要性である。私は中部ジャワの稲作地帯を毎年訪れているが、灌漑施設が整っているところでは、コメの年3作、あるいは2年5作という非常に集約的な栽培が行われている。しかし一方で、堆肥や稲わらなど有機物の投入は大きく減少している。この結果、毎年のように深刻な病虫害被害に見舞われている。化学肥料への依存が地力の低下をもたらしている可能性が高いし、高価な農薬も十分な効果を上げていない。逆に農薬や化学肥料の投入は、水など環境資源の汚染をもたらしている。近年多くの国で導入されつつある「総合的病虫害防除」(IPM)は、化学合成剤の投入を減らし、環境への負荷を小さくする農法であるが、インドネシアでも重要な普及技術として位置づけられている。単収上昇が依然として

Key Note

重要な課題であるインドネシアでも、従来とは異なる発想による農法展開が模索されているのである。

第3は、緑の革命を構成する技術の公開性にかかわる問題である。小麦・水稲の多収穫品種の開発を軸に展開した緑の革命では、開発品種は国際的な「公共財」として無償で提供された。しかし今日の品種開発は、最先端の遺伝子操作技術に典型的なように、ビジネスの世界に取り込まれている。品種改良が魅力的なビジネスの対象となることが、開発を促進することは認めなければならない。しかしその結果、技術の公共性は稀薄となる。開発成果は企業内部に秘匿され、成果にアクセスするには、多額の対価の支払いが求められる。1960年代の

緑の革命についても、技術普及の階層性については議論があった。貧しい農民にはなかなか利用できない技術だという批判である。しかし現実には、政府の補助・低利融資政策によるサポートもあって、緑の革命の技術は、階層を問わず農民に広く深く浸透した。しかし第2の緑の革命の核となる技術については、こうした公開性は今なお保証されていない。緑の革命の技術を再度公共財として位置づけること——「第2の緑の革命」の成否はこの点にかかっている。

《参考文献》

- (1) P. Pinstrup-Andersen, R. Pandya-Lorch, and M. W. Rosegrant, *World Food Prospects : Critical Issues for the Early Twenty-First Century*, IFPRI, 1999.



(ニジェール)

サブサハラ・アフリカに希望を見出すことができるか ～食料問題の解決に向けて～

鳥取大学農学部 教授 北村義信

1. はじめに

ARDEC前号のカラム「Food & Agriculture」で、「サブサハラ・アフリカにおける食料需要の現状と将来展望からみた灌漑の重要性」と題して、サブサハラ・アフリカ（おおよそサハラ砂漠以南のアフリカ。以下、SSA地域）の食料問題について述べさせていただいた。SSA地域においては、灌漑農業は降雨依存農業の3.5倍の収量を上げており、この地域の食料自給をめざしていく上で、灌漑の導入と普及がその鍵を握っていることを強調した。すなわち、現在の灌漑面積517万haを2020年までに1680万haまで増やす必要があること、さらに耕作面積を毎年129万haずつ増加し、灌漑農地および降雨依存農地での収量を、それぞれ毎年67.7kg/ha、22.4kg/haずつ増加させることが必要であり、灌漑開発と耕地面積の拡大や降雨依存農地での収量の増加を調和よく進めていかなければならないことを提案した。

この目標は、SSA地域における灌漑面積の増加パターンからみれば、決して楽に実現できるものではない。過去における、当地域の灌漑面積の増加量を振り返ってみた場合、比較的順調に増加した1978年から93年までの15年間でも、128.5万ha（8.6万ha/年）しか増えていない。1993年から98年までの5年間ではわずかに3.5万ha（0.7万ha/年）の増加にとどまっている。したがって、上記の目標を達成しようとす

れば、従来とは異なる革命的な農業施策を打ち出す必要がある。しかし、予算を増やして従来推進されてきた方式で事業量を増やすのではなく、低コストを志向した大幅な質的変換が求められる。また、降雨依存農地において収量を伸ばしていくためには、水土の保全を適正に行っていくことが不可欠である。

2. 大規模灌漑事業への評価と反省

1999年時点におけるSSA地域の灌漑面積は517万haである。その52%が近代的な大規模灌漑であり、48%が小規模灌漑である。後者は、主に氾濫原や谷底平野、沼沢地を利用した伝統的なものである。SSA地域の灌漑大国といえばスーダン（SSAの37.8%）とマダガスカル（同21.1%）であり、この両国でSSA地域の灌漑面積の約60%を占める。しかしながら、両国の灌漑形態は異なり、前者は近代的な大規模灌漑を主とし、SSA地域の全近代的灌漑面積の65%を占めている。これに対し、後者は伝統的な小規模灌漑を中心としている。

過去にSSA地域で実施された大規模灌漑事業の評価は概して低く、「灌漑農地は被災地」とまで酷評されている。大規模灌漑事業の失敗の主な理由は、その高コストにある。すなわち、その建設コストは5000～2万5000ドル/haにもものほり、他の地域の約2倍になる。その理由として、SSA地域では1) 河川流量の季節変動が大きいため

Key Note



ケニアのガリ侵食

に、施設規模を大きくする必要がある、2) 地形が比較的平坦なため、ポンプを必要とする場合が多い、3) 建設資材・機械の調達が困難であり、搬入経費が高くなる、4) 大規模な建設工事に必要な道路、橋、電力供給などの基本インフラが不足しており、諸経費が大幅に高くなる、5) 建設工事は一般に外国の業者が行う場合が多く、各種危険に対する保険やさまざまな手数料を加算するため、入札価格が高くなるなどである。

コストが2万ドル/haかかる灌漑事業の場合、その事業を成功させるためには年2000ドル/ha以上（たとえばコメの場合、5～6トン/ha）の増収を得る必要がある。しかし、このような高収量を得られる事業はほとんどない。世銀が実施したマダガスカルのモロンダバ計画では、1981年の建設コストはほぼ1万5000ドル/haであったが、収量は2.6トン/haしか得られなかった。マリのニジュール計画の場合は、コメの収量

はわずか1.7～2.6トン/haであった。

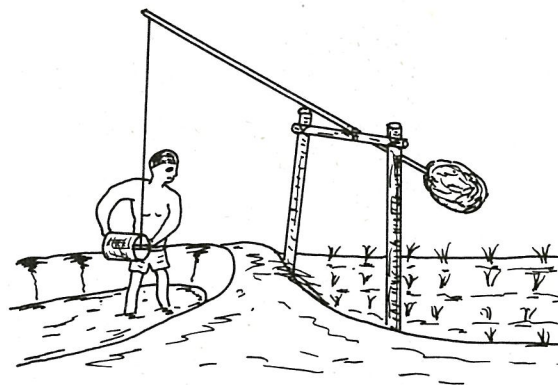
多くの大規模事業は、農民に不慣れな作物の導入や機械化などを前提にして、従来の粗放な降雨依存農業から集約的な灌漑農業への転換を目標として計画されてきた。ポンプや制御装置は外国から輸入され、しかも中央集権的な管理運営体制のもとで故障が多く、部品や燃料の不足は恒常的に起こる。結局、農家は当初予想したような収入が得られないため、生産意欲を失ってしまうケースもあった。

加えて、古い灌漑事業では維持管理が劣悪なため、施設の機能低下が深刻化している。補修には多額の経費（1500～2000ドル/ha）が必要となる。このため、サヘル地域だけで灌漑農地2.6万haが耕作放棄されているといわれる。以上のような理由により、世銀を始め多くの援助機関が大規模事業への融資を実質的に停止している。

3. 伝統的小規模灌漑の推進

大規模灌漑事業のなかには必ずしも所期の効果を得られていないものもあるという教訓から、見直されているのが伝統的小規模灌漑である。小規模灌漑は、「農民が主体となって比較的小面積の農地を対象に事業を行い、農民自身が簡易な技術を用いて効率よく水管理を行う」ことのできる灌漑である。伝統的灌漑は大きな工事を伴わず、たとえば手掘りの井戸、ソダ堰、シャドーフなど、農民自身の技術と現地調達可能な材料を用いて実施される。現在、このような灌漑はブルキナファソ、マリ、ナイジェリア、チャドなどサヘル地域で活発な動きがみられる。たとえばナイジェリア北部では季節的に氾濫する低平な谷底平野（ファダマ）での灌漑が急激に普及し、低コストの井戸と動力ポンプの併用で浅層地下水を汲み上げ、乾期作の灌漑を行っている。ファダマでは乾期でも地下水位が高く、高位部からの流亡土壌の堆積により肥沃である。

シャドーフを用いた人力灌漑は費用がかからないが、1人で0.1haしか灌漑できない。シャドーフを動力ポンプに置き換えるには、500～700ドルの経費がかかるが、灌漑面積を1.5～3haまで広げることができる。ある農家は700ドルでポンプを購入して、水稻、トウモロコシの主食作物、タマネギ、トウガラシ、トマトなどの換金作物の生産を飛躍的に伸ばし、1年間で投資額の4倍以上の収益を上げている。ケニアでは1台70ドル程度の足踏み式ポンプが普及しているが、これらがファダマで定着すれば、農家はさらに収益を上げることができると思われる。



シャドーフ

これらの伝統的小規模灌漑はSSA地域で約200万haはあると見積られる。FAOの統計ではこれらは灌漑面積として加算されていない場合が多く、潜在的灌漑面積はFAOの数字よりもかなり高いと考えられる。しかも、SSA地域各地で低コストの現地適用型技術の開発が進められており、同地域内での技術情報の交流を積極化することにより、大幅な生産性の向上が期待できる。

4. 成功する灌漑事業の条件

SSA地域で灌漑事業を成功に導くための条件は、過去の経験から世銀を始めとする国際機関、研究者などから種々提案されている。

一般に、成功する灌漑事業は次のような特徴をもっている。

- 1) 事業が農民の求めているものと真に同じ方向にあり、初期の段階から農民の事業への全面的参画が得られること、
- 2) 事業で用いる技術は簡易で農民が容易に習得でき、低コストであること、
- 3) 干ばつなどの危険因子に対して、臨機応変に回避対策が採れるように、多くのオプションを含ん

Key Note



ケニア・リフトバレーの侵食

だ多様性に富む事業であること、4) 地元で入手可能な資材・部品を活用し、施設の維持管理が容易に行えること、5) 投入資材の購入や、余剰生産物の市場への出荷ができるインフラが整っていること、6) 少なくとも2毛作が可能で、換金作物だけでなく自家消費用の作物の栽培も対象としていること、7) 地元の人的・知的資源を活用していること、8) 灌漑が健康に及ぼす影響、排水や侵食防止など、農民が保健・環境に対する認識を持つこと、などである。しかし、以上のような条件を追求していけば、自ずと手っ取り早くアクセスできる浅層地下水の過剰開発が進む可能性があり、地域水資源の保全の観点から監視体制を整備し、揚水量が涵養能力の範囲内に収まるよう、農民の理解を得ることが重要である。

5. 降雨依存農地における水土の保全

SSA地域をまわっていて最初に気が付く

のは、土壌侵食のすさまじさである。ひとたび豪雨に見舞われると、流出水によって大量の表土が失われていく。このため表土の粘土分が流亡してしまい、砂分が異常に多い農地をよく目にする。この地域は土壌侵食に対して極めて繊細で、侵食による土壌流亡量が年間50トン/haを上回ることも多い。

土壌侵食は根群域の保水力を低下させるなど、食料生産に及ぼす影響は甚大で、10トン/haの土壌流亡につき生産量が2～3%減少するという見積もある。したがって、土壌を侵食から護り水を保全することは、SSA地域の降雨依存農業にとって基本であり、ウォーターハーベスティングなど小規模な対策を流域単位で実施し、流域全体の水土の保全を展開していく必要がある。

ブルキナファソ北部のヤテンガ地方ではNGOのOxfamによって、効果的な水土保全技術が普及してきた。この技術はストーン

Key Note

表1 S S A地域における有用な水土保全技術

技術 (現地名)	内 容	普及国 (地方)
Water harvesting		
caag system	緩傾斜面からの流出水を畦畔で囲んだ農地へ導水 (ソルガム)	ソマリア
cordons (stonelines)	等高線沿いに石を並べて集水 (contour stone bund) (穀物)	西アフリカ
cuvettes	格子状に深さ20cmの小溝を掘り集水 (穀物、牧草)	西アフリカ
diguette	石あるいは土を盛って作った半円形の畦で集水 (穀物、牧草)	ブルキナファソ
fanya juu	掘削土を上り斜面へ盛って土手を築き、斜面を徐々に緩傾斜化	ケニア
lunette (demi-lune)	半円形の浅い窪地を作り集水 (植樹、ミレット、ソルガム)	アフリカ (仏語圏)
systeme sylvo-agricole	下流側と側方の三方を堤防で囲み流下水を捕捉 (植林)	ニジェール・ケイタ渓谷
zai (zay)	小さな溝を掘り、有機物を投入。養分補給と集水を兼ねる	ブルキナファソ
Floodwater harvesting		
digue	ゲート付堤防による洪水の分水 (水稻)	マリ (ニジェール川沿岸)
jeriff	ワジから洪水を取水し、耕地に拡水 (ソルガム)	エリトリア
permeable rock dam	谷部を横切る方向に長く石を積み、洪水を捕捉 (ソルガムほか)	ブルキナファソ
tera	緩傾斜地の低位部に堤防を築き流出水を貯留 (ミレットほか)	スーダン東部

表2 S S Aにおいて深刻な食料危機に瀕した国 (1996年1月以降)

国 名	食料危機に瀕した時期	原 因	備 考
アンゴラ	96/1 - 01/12	内戦, 移住	
ブルキナファソ	97/11 - 98/8, 01/8	天候不順, 地域的不足/干ばつ	
ブルンジ	96/1 - 01/12	内戦, 低収量, 移住, 治安不安定	
チャド	97/2 - 97/8, 01/8	地域的天候不順, 干ばつ	
コンゴ民主共和国	96/1 - 01/12	内戦, 国内移住, 難民	
コンゴ共和国	97/11 - 98/3, 99/8 - 01/4	内戦, 移住	01/4には内戦終結
エリトリア	96/1 - 98/8, 99/4 - 01/12	国内移住, 難民帰国, 干ばつ	
エチオピア	96/1 - 01/12	干ばつ, 国内移住	
ギニア	01/4 - 01/12	国内移住, 難民	
ギニア・ビサオ	98/12 - 99/12	内戦, 移住	99/12には内戦終結
ケニア	97/2 - 98/3, 99/4 - 01/12	干ばつ	
レソト	96/1 - 97/2	干ばつ	
リベリア	96/1 - 01/12	内戦, 移住	97/8には内戦終結
マダガスカル	00/4 - 01/8	干ばつ, 洪水, サイクロン	
マラウイ	96/1 - 96/10	干ばつ, 難民 (モザンビーク)	
モーリタニア	97/2 - 99/8	天候不順, 地域的不足	
モザンビーク	96/1 - 98/3, 00/4 - 00/8	国内移住/洪水, サイクロン	
ニジェール	97/5 - 98/8, 01/8	天候不順, 干ばつ, 地域的不足	
ルワンダ	96/1 - 01/4	移住, 治安不安定, 部分的干ばつ	
セネガル	97/11 - 98/8	天候不順, 地域的不足	
シエラレオネ	96/1 - 01/12	内戦, 移住	
ソマリア	96/1 - 01/12	低収量 (干ばつ), 内戦	
スーダン	96/1 - 01/12	地域的不足, 南部の内戦, 干ばつ	
タンザニア	97/5 - 98/3, 99/4 - 01/12	天候不順, 地域的不足 (干ばつ), 難民	
ウガンダ	97/5 - 01/12	部分的内戦, 干ばつ, 国内移住	
ザンビア	96/5, 98/8 - 99/4, 01/12	干ばつ, 天候不順, 過剰降雨, 洪水	
ジンバブエ	01/12	部分的干ばつ	

FAOの報告を基に筆者作成

Key Note

ラインズと呼ばれ、等高線に沿って直径5～15cmの石を、高さ15～25cm、幅20～30cmに積み上げるだけの簡単なものである。しかし、その効果は大きく、作物の収量を増やすだけでなく、完全に劣化した土地を修復することも可能にした。ストーンラインズは、地表流出水を捕捉して土中に貯留し、かつ栄養分の流亡を抑制するため、収量は平均50%以上も増加した。効果は乾燥年でも確認されている。ストーンラインズは侵食防止の効果も高く、未設置の農地では土壌表面が1年間に10cmも低下したのに対し、設置したところでは15～20cmも上昇したと報告されている。この技術は、大きな効果が得られる割に低コストで単純なため、驚くようなスピードで広まっている。

SSA地域には、この他にも有用な水土保全技術が開発され定着している。おおよそ列挙すれば表1のように整理できる。これらはそれぞれ特徴があり、気候条件、地形的条件、社会的条件等によって適不適がある。したがって、これらの適用条件を農民がよく認識した上でそれぞれの農地にもっとも適した方法を選定し、流域レベルで水土保全対策を展開させることにより、流域全体の環境保全と安定した農業生産の確保を基盤にした農村振興が可能となる。

6. おわりに

1996年以降、SSAで深刻な食料危機に瀕したことのある国は27か国に及び、このうち純粋に干ばつや洪水被害などの気象災害によるものは11か国である。残りの16か国は内戦や治安不安定、あるいは隣国からの難民流入などの人為的要因をその背景

に持つものである(表2)。

前者によるものは干ばつ年、洪水年にだけ食料危機に陥るのに対し、後者は連続的に危機に見舞われている。後者のうち、アンゴラ、ブルンジ、コンゴ民主共和国、エチオピア、リベリア、シエラレオネ、ソマリア、スーダンの8か国は恒常的な食料危機に見舞われている。

このことから、SSAの食料問題は政情・治安が原因である場合が多く、それに干ばつ被害が加わると最悪の状態になる。これらの国で一刻も早い内乱の終結と治安の回復が得られ、国民の関心が水土の保全と食料の安定供給に向けば、SSA地域にも大きな希望が持てるのだが――。

《参考文献》

- Brown, E. P. and Nooter, R. (1992): Successful small-scale irrigation in the Sahel. World Bank Technical Paper 171, Washington, D.C., USA.
- FAO/GIEWS (1996-2001): Africa report (No.1, 1996 - No.3, 2001)
- Harrison, P. (1996): The greening of Africa. Academy Science Publishers, Nairobi, Kenya.
- Kitamura, Y. and Yano, T. (2001): Irrigation infrastructure needed to secure self-sufficiency of food in Sub-Saharan Africa, Jpn. J. Trop. Agr., 45(4), pp.266-271.

バイオテクノロジーを用いた 乾燥・塩・低温耐性作物開発の現状と可能性

国際農林水産業研究センター 生物資源部 篠崎和子

1. はじめに

熱帯雨林の破壊、温暖化などにより地球規模の環境劣化がクローズアップされており、アフリカなどの開発途上国をはじめとする世界の多くの地域で緑地の砂漠化が問題になっている。また、世界各地で異常気象が報告されており、干ばつや気温の異常などは農業生産に大きな被害を及ぼしている。さらに、開発途上国での人口増加は爆発的であり、21世紀半ばには世界の人口は90億に達すると考えられている。このため、植物への環境ストレス耐性の付与は国際的に重要な課題となっている。バイオテクノロジーを用いた乾燥・塩害・凍結などの環境ストレス耐性植物の開発は、その耐性機構が十分解明されていなかったため、病害虫耐性作物などに比較して遅れているのが現状である。しかし最近、遺伝子レベルの研究が進むにつれて、この分野も大きな進展を遂げている。

本稿では、当研究グループによるバイオテクノロジーを用いた乾燥・塩・低温に耐性なスーパー植物の開発を紹介する。また、この技術を種々の作物に応用して、異常気象や環境劣悪地に対応できるスーパー作物の開発を目指す国際共同研究を紹介する。

2. 乾燥耐性遺伝子群の単離

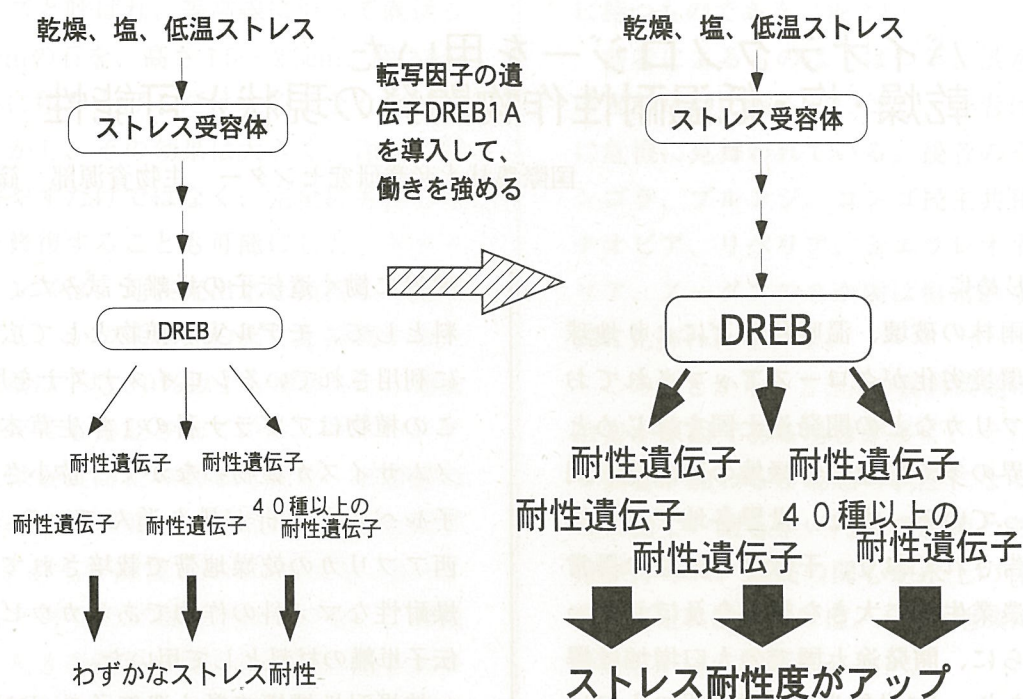
筆者らは種々の環境ストレスのうち、主に乾燥を選び、最初に乾燥ストレス耐性の

獲得に働く遺伝子の単離を試みた。研究材料として、モデル実験植物として広く研究に利用されているシロイヌナズナを用いた。この植物はアブラナ科の1年生草本で、ゲノムサイズが植物のなかで一番小さく、分子レベルの解析が最も進んでいる。また、西アフリカの乾燥地帯で栽培されている乾燥耐性なマメ科の作物であるカウピーも遺伝子単離の材料として用いた。

乾燥耐性機構で働く遺伝子のcDNAをシロイヌナズナから50種以上、カウピーから11種をクローニングした。これらの遺伝子群の機能は非常に多様であり、その遺伝子産物の共同作用により、乾燥から植物細胞が保護されていると考えられる。これらの遺伝子産物には、水の細胞内輸送を行う水チャンネルタンパク質や変性タンパク質を再生するシャペロン、高分子物質の保護タンパク質であるLEAタンパク質、適合溶質である糖やプロリンの合成酵素等多数が挙げられる。

一方、単離した環境ストレス耐性遺伝子を導入して耐性植物を作出する研究も行われている。プロリン、糖、ベタインなどの適合溶質の合成酵素の遺伝子を導入して塩耐性や低温耐性植物を作出した研究や、LEAタンパク質の遺伝子を導入して乾燥耐性植物を作出した研究などがある。しかし、これらの遺伝子組換え植物の耐性度の向上はわずかなものであり、実際に劣悪環境地

Key Note



転写因子DREBを過剰発現することによって、複数のストレス耐性遺伝子が過剰発現し、これらの遺伝子産物の複合的機能により植物は高いレベルの耐性を獲得する。

図1 転写因子DREBの過剰発現による植物のストレス耐性獲得のモデル

帯で栽培可能な耐性度の高い植物を作出するためには、耐性機構に関与する多くの遺伝子の発現を複合的に変化させることが有効であると考えられる。

3. 乾燥耐性遺伝子群の働きを制御する転写因子の遺伝子

乾燥耐性には多くの遺伝子群が関与しており、1つの遺伝子を導入しただけでは十分な耐性を付与できないことが明らかになった。そこで、耐性を獲得するために働く複数の乾燥耐性遺伝子群を同時に改変できれば、強い耐性を植物に付与することができると考えた。そのためには、複数の乾燥耐性遺伝子群の働きを調節する遺伝子を明らかにして、これを改変すれば良いと考え

られる。

これまでに単離したシロイヌナズナの50種以上の乾燥耐性遺伝子のうち、LEAタンパク質の一種をコードしているrd29Aと名付けた遺伝子は、乾燥だけでなく塩や低温ストレス時にも働きを示し、種々の環境ストレス耐性の獲得に機能する。この遺伝子がストレス時に選択的に働くのは、この遺伝子のプロモーターと呼ばれる制御領域に9塩基からなるDNA配列（シス因子：DRE）が存在するためである。さらに、酵母のワンハイブリッドスクリーニング法と呼ばれる新しい遺伝子クローニング技術を用いて、このシス因子に結合してストレスによる遺伝子の発現を制御している転写因子の遺伝子（DREB1A）をシロイヌナズナ

より単離することに成功した。

そこで、この転写因子の遺伝子を強く発現するように改変して植物に導入し、複数の耐性遺伝子の発現を変化させるよう試みた。遺伝子はその遺伝情報のコード領域だけを導入しても働きを示さない。この遺伝子の発現を制御するプロモーターを結合してこれを植物に導入する必要がある。これまでの植物の遺伝子組換えでは、多くの場合カリフラワーモザイクウイルスの35Sプロモーターが使われてきた。このプロモーターを用いると、導入した遺伝子は植物のどの組織でも強く働くようになる。この35Sに単離したプロモーターDREB1A遺伝子を結合して、シロイヌナズナに導入した。得られた18種類の遺伝子組換え植物を解析したところ、どの植物も乾燥や塩や凍結耐性を示した。マイクロアレイ法を用いてこの遺伝子組換え植物を解析すると、少なくとも40種以上の乾燥・塩・低温耐性遺伝子群が強く働いていることが示された。また、この40種以上の耐性遺伝子のプロモーターにはシス因子であるDREが存在していることも示された。植物中でDREBタンパク質を過剰発現すると、DRE配列を持つ複数のストレス耐性遺伝子が過剰発現することになり、高いレベルのストレス耐性が付与されることが明らかになった(図1)。しかし、これらの遺伝子組換え植物には成長阻害が見られ、耐性度の高い植物ほど強い成長阻害が観察された。また、その成長阻害の程度はDREB1A遺伝子やストレス耐性遺伝子群の働きの強さに応じていることが示され、複合的にストレス耐性遺伝子が過剰発現しているために起こると考えられた。

4. 乾燥応答性プロモーターの活用

DREB1A遺伝子の導入は植物へ高い環境ストレス耐性を付与する一方、植物の生長に対してはマイナスに働き成長阻害を引き起こすため、このままでは実用的な環境ストレス耐性植物が作出できない。そこで、構成的に遺伝子の発現を誘導するCaMV35Sプロモーターの代わりに、ストレス条件下で特異的に遺伝子の働きを強めるプロモーターに着目した。シス因子であるDRE配列を持つrd29A遺伝子のプロモーターは乾燥だけでなく、塩や低温時遺伝子の働きを強める特徴をもっている。

このrd29AプロモーターにDREB1A遺伝子を結合して植物に導入した。得られた48個体の遺伝子組換え植物を解析した結果、どの植物もこれまでにない高いレベルの乾燥・塩・低温耐性を示した(図1)。さらに、成長阻害はほとんど認められなかった。この植物のRNAを調製して耐性遺伝子の発現を調べてみると、ストレスが無く成長に適した環境では耐性遺伝子はほとんど働いていなかった。また、ストレスを与えると耐性遺伝子が強く働くことも明らかになった。このように、rd29AプロモーターとDREB1A遺伝子の組み合わせは、乾燥・塩・低温耐性植物の分子育種にきわめて有効であることが示された。

従来のストレス耐性植物の作出方法としては、1つの耐性遺伝子を植物中で過剰発現させることによって耐性向上が図られてきたが、筆者らは多くの耐性遺伝子の発現を制御するマスターキーと考えられる転写因子の遺伝子を過剰発現させ、複数の耐性遺伝子を同時に改変することにより植物に高いレベルのストレス耐性を付与することに成功した。また、ストレス誘導性のrd2

Key Note

9Aプロモーターを用いることにより、成長阻害を抑制し、同時により高いストレス耐性を付与することにも成功した。

5. モデル植物から作物への応用

筆者らは主に実験植物であるシロイヌナズナを用いて研究を行ってきた。しかし、植物は進化の過程で陸上化したときにこのような耐性機構を獲得したため、どの陸上植物も類似した耐性機構を持っていると考えられる。実際、乾燥応答性のシス因子であるDREはシロイヌナズナだけでなく、タバコや小麦やトウモロコシなどの遺伝子にも存在して同様の働きを示していることが明らかにされている。

そこで、まずタバコ中でCaMV 35Sプロモーターを用いてシロイヌナズナのDREB1A遺伝子を過剰発現させた。得られた遺伝子組換えタバコはシロイヌナズナと同様に成長阻害が見られた。さらに、乾燥・塩・低温ストレスに対して高いストレス耐性が獲得されていることが示された。シロイヌナズナやタバコは双子葉植物に分類されるが、研究の結果からDREB1A遺伝子は少なくとも双子葉植物中で同様に機能すると考えられる。

一方、イネやトウモロコシやコムギなどの主要穀物は単子葉植物に分類される。そこで、単子葉植物でもDREB遺伝子が働くことを明らかにするため、イネのDREB遺伝子の単離を試みている。これまでに、イネから5種のDREB遺伝子を単離しており、イネにも同様のストレス応答システムが存在していることを明らかにしている。このようにDREB遺伝子を用いた環境耐性な遺伝子組換え植物の開発技術は種々の植物に応用できると考えられる。

6. 環境耐性作物の開発のための国際共同研究の推進

筆者らがDREB遺伝子についての成果を国際的な研究雑誌に報告すると、DREB遺伝子を環境耐性作物の開発に利用したいという共同研究の申し込みが世界中から殺到した。現在、これらの申し込みの中からレベルの高い研究グループを選抜して、20件ほどの共同研究を行っている。共同研究の一部を図2に示した。これらの共同研究では、イネやコムギ、トウモロコシ、マメ、イモ、菜類、樹木や花卉、芝などへのDREB1A遺伝子の導入やrd29Aプロモーターの利用を試みている。さらに、それぞれの植物のDREB1Aの相同性遺伝子の探索やその植物に応じたプロモーターの選択なども行っている。

とくに世界の食料を支える3大穀物であるイネやコムギやトウモロコシでは当研究グループ（イネ：ジャポニカ）と国際イネ研究所（IRRI、イネ：インディカ）と国際トウモロコシコムギ改良センター（CIMMYT、コムギとトウモロコシ）が、それぞれ得意の作物を取り決めて応用研究を行っている。これらの機関ではこれまで従来の交配技術などを用いてイネやコムギなどの高収量品種の開発を行い、単位面積あたりの収穫高を上げることで途上国の食料増産に寄与してきた。これは「緑の革命」と呼ばれ、歴史上重要な農業技術革新であった。しかし近年、これらの研究機関でも収穫高の向上は頭打ちとなり、新たな展開を求めている。DREB1Aを用いた遺伝子組換え技術は新たな農業技術革新への発展性を秘めている。

また、マメ科作物は開発途上地域の貴重なタンパク質源として重要な作物であるた

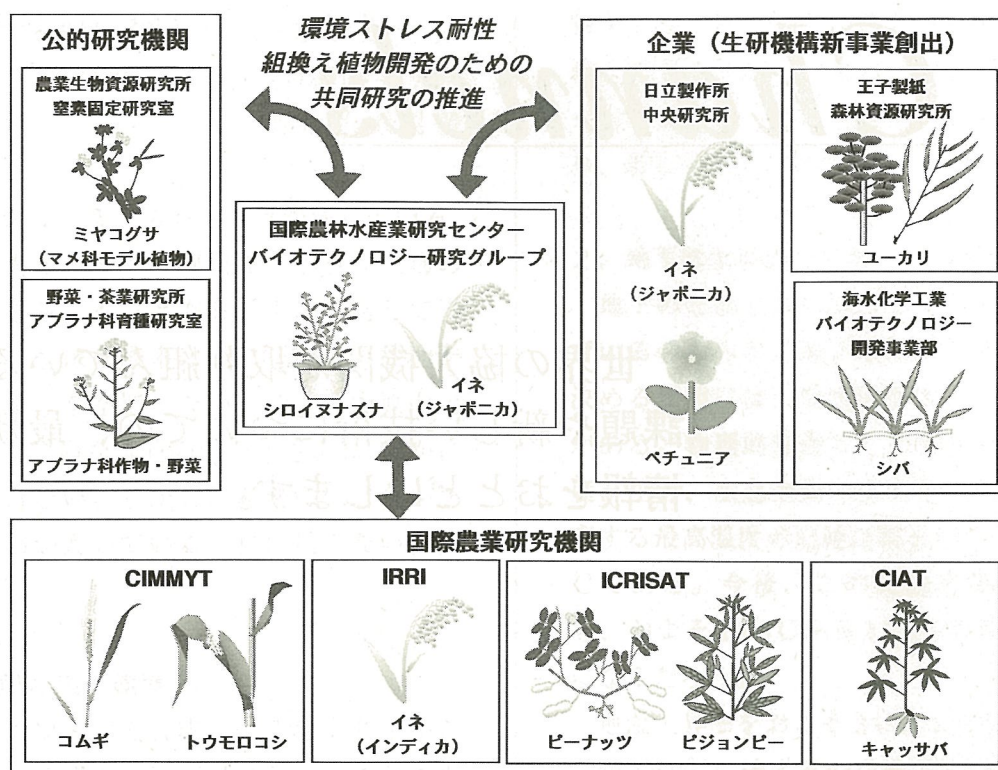


図2 環境ストレス耐性組換え植物開発のための共同研究の推進

め、国際半乾燥熱帯作物研究所 (ICRISAT) との共同で環境ストレス耐性なピーナッツやピジョンピーの開発を推進している。一方、国内においても筆者らは環境ストレス耐性な樹木や芝への応用研究を推進している。乾燥や塩害に対してより強い樹木が開発されれば、緑地の砂漠化をくい止めるために役立つ可能性がある。また、荒れ地でも育つ芝があれば表土流出を防ぐために利用できると考えられ、地球環境の修復への寄与が期待できる。

7. おわりに

筆者らは現在、他の研究グループと共同でDREB1A遺伝子を作物や樹木に応用しようと研究を推進する一方で、シロイヌナズ

ナを用いてさらに多くの植物の持つ環境ストレス耐性の制御機構を明らかにしようと基礎研究を続けている。2000年には日本とアメリカとEUの協力により植物で初めてシロイヌナズナの全ゲノム配列が決定された。これらの情報をもとに植物の持つ環境ストレス耐性機構をゲノム全体で解析することが可能になり、研究の急速な進展が見込まれている。こうした研究が人類の食料問題を解決し、地球環境の修復のために役立つことを願っている。

謝辞

本稿で記載した研究は生研機構基礎研究推進事業および新事業創出研究開発事業の支援のもと行われた。

Information Channels

世界の協力機関が取り組んでいる
課題や新しい技術についての、最新
情報をおとどけします。



(パキスタン)

■ 地下深部に棲む微生物たち

広島大学大学院生物圏科学研究科
助教授 長沼 毅

土を掘る。ミミズやモグラが住んでいる。さらに掘る。ダニや線虫など小さな生物の世界になる。もっと掘る。土は固結して岩になる。もはや酸素は通らないし、生物が住めるような空間もない。詩人・中原中也は詠んだ「命なき石のかなしさよ」。確かに石に命はない。しかし、石の中には命がある、生物が蠢いている。目に見えない、微生物たちが。

1. 過酷な地下環境

暗黒の地下は光合成による酸素発生がなく、耕耘範囲より深部はほとんど酸欠である。人の心に酸素を吹き込む知恵が文化(culture)なら、土壌をほぐして地中に酸素を送り込む営為が耕作(culture)なのであろう。酸素の通らないような地下深部は、文化・農業の対象外であった。

地下は深くなるほど温度が上がる。おおむね1000m掘ると20~30℃上がるような地温上昇率である。同様に圧力も上がる。水中では1000m潜れば100気圧上がるが、地下だと1000m掘って100~300気圧上がる。深海は「暗黒・高圧」で過酷な世界だが、地下はさらに「高温・酸欠」が加わった過酷な“冥界”である。と、最近まで、誰もがそう思っていた。

1980年代から地下深部の微生物の研究が体系的に行われるようになり、1990年代にそれが本格化すると、地底世界のイメージが変わってきた。かつて「深海無生物説」が唱えられていたが、今では「深海生

物学」なる研究分野が確立されている。それと同じように、以前の「地底冥界論」がくつがえされ「地底生物学」とでも呼ぶべき、新しい研究分野が興りつつある。

2. 地下微生物のハビタット (生息場所)

地下のどれくらい深くまで微生物が住んでいるのだろう。地下微生物の生息範囲を決める要因には、物理的要因と化学的要因がある。物理的要因として重要なのは、温度、圧力、生息空間であろう。微生物が生育する最高温度の記録は現在のところ113℃である。今後、この記録が更新されても、およそ120℃から150℃の間で頭打ちになるだろう。

地温上昇率をおよそ30℃/kmとして、地温が150℃に達するのは地下5kmくらいになる(地表温度は考慮してない)。ここの地圧はおよそ1000~1500気圧(水深10~15km相当)であろう。微生物が生育する圧力上限は不明だが、1500気圧でも生育する微生物が知られている。

生息空間は岩石の間隙率(空隙率)として表すことができる。海底や湖底の堆積物は表層部では未固結状態だが、深く埋積されると圧密されて半固結し、やがては固結して堆積岩になる。このような堆積物や堆積岩では、粒子と粒子の間の隙間(空隙)が大きい。メタンハイドレートで有名なブレークリッジという海底は地下465mで空隙率が55%もある。

これに対して、マグマが冷却してできた火成岩(玄武岩、花崗岩など)は空隙に乏しい。それでも、日本海の海底下727mの玄武岩は空隙率が約20%もあった。また、墓石材である花崗岩にも大小さまざまな亀

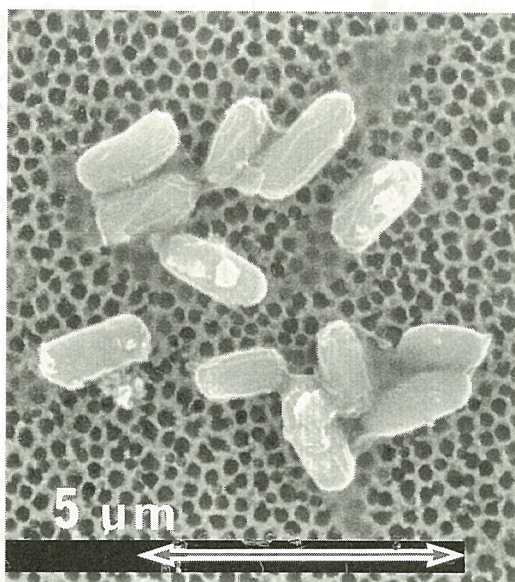


写真1 岐阜県東濃地域の深度840 mの微生物

裂すなわち間隙がある。地底840mの花崗岩間隙水（地下水）にも微生物が観察されている（写真1）。

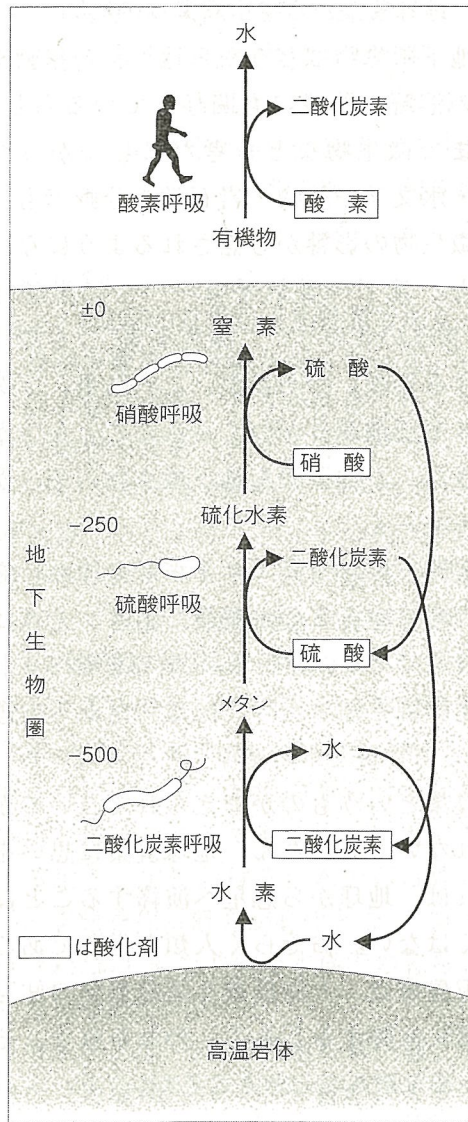
3. 微生物の宝庫

岩石の間隙に生息する微生物の数は、間隙率にもよるが堆積物・堆積岩で 1cm^3 当たり1億個、花崗岩のような火成岩でも 1cm^3 当たり1000万個ほど見られる。これらの多くは間隙表面に付着生活をしているようだ。間隙水（地下水）に浮遊生活する微生物は1ml当たり10万個くらいである。これらの全てが生きた微生物（生菌）とは限らないが、細胞膜の健全性を指標にして生菌率を見積ったところ、おおよそ10～50%は生菌というデータがある。

微生物は生死の判定すなわち生菌・死菌の判別が難しい。アメリカでは2億5000万年前の地下岩塩層から微生物（バチルス

属菌）が蘇生したが、これは永眠が必ずしも死ではないことを示す好例である。したがって、ここでは微生物の生死不問の全菌数で話を進める。

地下5km程度までに存在する岩石の量と間隙率を推算し、それに岩石中や地下水中の微生物数を掛け合わせると、全地球規模で地下5kmまでに存在する微生物総数を推定することができる。こうして得られた地下微生物の総数は 10^{30} 個、これは陸上や海洋など伝統的生物圏における微生物総数を凌駕する値である。天然細菌の平均的なバイオマス（生物量）を1細胞当たり 10^{-13}g C （carbon）とすると、地下微生物の総数 10^{30} 細胞で 10^{17}g C になる。伝統的生物圏における全バイオマス（動植物を含む）の見積り $10^{17}\sim 10^{18}\text{g C}$ と比較すれば、地下は巨大な微生物ハビタットであることが分かる。



(NHK出版『NHKスペシャル 宇宙 第1巻』
p.217より)

図1 地下微生物の呼吸の多様性と階層性

4. 地下における呼吸の多様性と階層性

地下は微生物に物理環境としてのハビタットを提供するだけでなく、生育のための化学環境すなわちエネルギー源も提供する。伝統的な生物圏では究極のエネルギー源は太陽光であり、植物の光合成が農業の根幹

をなす。しかし、地表から隔絶した地下空間には太陽に依存しない生き方がある。地下には、われわれの伝統的生物圏とは異なる、「地下生物圏」とでも呼ぶべき別世界が広がっているのだ。

地下生物圏は酸素 (O_2) に乏しく酸素呼吸ができないので、地下微生物は「醗酵」か「無酸素呼吸 (嫌気呼吸)」を行う。醗酵は有機物を切断して低分子化する過程であり、呼吸とは有機物の酸化分解である。堆積岩に含まれる生物遺骸すなわち有機物を、地下微生物は醗酵あるいは酸化分解する。無酸素で酸化するには、硝酸 (NO_3) や硫酸 (H_2SO_4)、炭酸 (CO_2)、鉄 (Fe)、マンガン (Mn) などを酸化剤として使う。これは見方を変えれば、硝酸還元 (脱窒)、硫酸還元、メタン生成、鉄還元、マンガン還元などと呼んでいる嫌気過程に他ならない。

どの嫌気過程が行われるかは、酸化剤の有無とともに、その現場のpHおよび酸化還元電位 (Eh) に左右される。とくに地表から地下深部にかけてはEhが大きく変化 (低下) するので、Eh 勾配に応じた嫌気呼吸の遷移がある (図)。つまり、地下生物圏には「酸化剤の多様性」があり、さらに「嫌気呼吸の階層性」があると言える。

5. 地下の光合成? 岩石栄養

地下の光合成とでも呼ぶべき過程がある。もちろん、暗黒の地下では光合成の明反応 (水の光分解) はできない。ここで言うのは光合成の暗反応 (CO_2 固定) である。 CO_2 固定に必要な化学エネルギーは化学反応から獲得することもできる。これは化学合成と呼ばれ (正確には化学合成独立栄養)、温泉

や海底火山に生息するイオウ酸化細菌などに知られている。イオウ酸化細菌のCO₂固定では、硫化水素 (H₂S) を酸素 (O₂) や硝酸 (NO₃) で酸化して生じた化学エネルギーが用いられる。硫化水素は地球内部から供給されるので、イオウ酸化細菌は「地球を食べる」と言うことができる。

化学エネルギー源は他にもある。水素 (H₂)、アンモニア (NH₄)、鉄、マンガンなどの還元的無機物を酸化するときにも化学エネルギーが生じる。これを使ったCO₂固定を総称して、化学合成無機独立栄養 (chemolithoautotrophyあるいはlithotrophy リソトロフィ) と呼ぶ。“リソ”は岩石、“トロフィ”は栄養を指すので、リソトロフィとは「岩石栄養」ということになる。つまり、真の地下微生物はロックイーター (rock-eater) なのだ。地下生物圏では、岩石 (無機物) から栄養物 (有機物) が生産されている。無から有がつくられるのである。

植物は太陽光をエネルギー源として自分の体 (有機物) を合成する生き方、すなわち独立栄養 (光合成独立栄養) を発展させた。動物は他者を食べる生き方 (従属栄養) を発展させ、より良く他者を食べ、自分は食べられないようにするために進化した。動物である限り、生きるとは他者を食べることであり、殺生の輪廻を繰り返すことである。しかし、地下深部には岩石を食う独立栄養で生きる微生物がいる。太陽に頼らず自らの惑星に依存し、殺生の輪廻から外れた生き方がリソトロフィである。これほど哲学的に達観した生き方がほかにあるだろうか。

6. 地球農業から宇宙農業への展開

地下微生物はどうかや地下水の移動や鉱物の溶解・沈殿にも関与しているらしい。今まで微生物など一考だにできなかった水理・水文学や鉱物・岩石学の分野でも、地下微生物の影響が考慮されるようになってきた。地下の嫌気呼吸の一つに炭酸呼吸 (酸素O₂の代わりに二酸化炭素CO₂を酸化剤とする呼吸) があるが、この結果、メタンガスや石油成分がつくられることが分かってきた。石油資源も地下微生物の恵みかもしれない。

太陽の恵み (光エネルギーの流れ) を人類の幸に変えるのが農業であり、それは太陽農業である。しかし、「地球を食べる」地下生物圏を知った今、地球内部からの恵み (とくに物質と水の循環) にもとづいた、地球農業というものが考えられて良いのかもしれない。いったん、地球農業に思いを馳せれば、地球から惑星へ演繹することは難しくはない。おそらく人類が営むであろう宇宙農業は、太陽農業と地球農業の知見・経験に立脚するだろう。われわれは、その第一歩を踏み出したところだ。

《参考文献》

- 1) 地下生物圏. 日経サイエンス, 2002年4月号, 99-100頁.
- 2) 生命にあふれる地下の世界. エコシステム (日本生態系協会 隔月刊誌), 2001年9月号 (第57号), 1-12頁.
- 3) 地底に広がる生命の別世界. Newton, 2001年8月号 (第21巻8号), 92-99頁.
- 4) 村上由記・長沼毅・岩月輝希 (1999) 深部地質環境における微生物群集 - 東濃地域を例として. 原子力バックエンド研究, 5巻, 59-66頁.

水のある暮らしの再考 インドネシアと中国の事例

日本大学生物資源科学部
生物環境科学部 助教授 糸長浩司
農学博士 根岸由紀

1. はじめに

水は21世紀の貴重な自然資源であり、かつ、資源争奪戦の対象となっている。水とどう向き合うのか、どうつき合うか、その新たな知恵が求められている。グローバリゼーションの大波の中で、ローカリズム、地域主義、バイオリージョンの視点からの地域づくりが求められ、この地域での暮らしにとって重要な水資源をどう持続的に確保し、持続的、循環的に利用していくのかが問われている。近代西欧的な機能分化された水の利用ではなく、地域での水の多段階的な利用、コモンズ性のある水の利用を再評価していくことでもある。水土的空間である東アジアにおける、水を巡る暮らしの場の実態を探る研究が必要となっている。「井戸端会議」的な共的な水場での暮らしのあり方を考えたい。

コモンズとは、「私的独占の禁止則」に基づいた「地域住民の“共”的管理による地域空間とその利用関係」(多辺田、1990)を意味する。自然の資源や環境の地域的でサステイナブルな利用システムとして、コモンズが再評価がされる。一方で、伝統的なコモンズは私の利益、個の利益、市場化、近代化の影響のなかで、変質・消滅してきていることも確かである。

2. バンドン市農村でのコモンズ的水場

バンドン市やその周辺の平地部、特にバンドン県東端部に位置するマジャラヤ市では繊維産業を中心とする大規模工場や小零細企業が多く存在し、山間部では人口の流

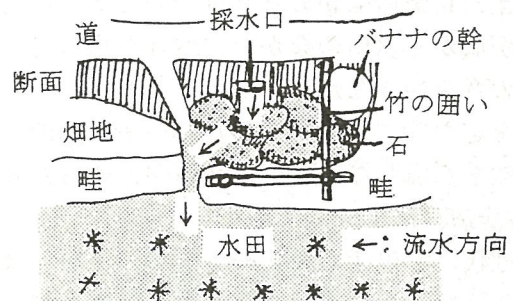


図1 典型的なJMの図

出や平地部工場への就業が増加している。ここで、山間地の伝統的な水利用空間を利用し続けている集落と、平地部に位置し近代化の影響を受けている集落でのコモンズ的な水の暮らしを比較する。

集落内の水系に沿って点的に設置された「囲まれている水利用空間」で、水くみ、炊事、洗濯、小便排泄、マンディ(沐浴)が行われる。この水利用空間にはコモンズ性が残っている。この空間を「ジャマンウムン」という。スダ語のJamban-umun(以下、JMと略記する)である。Jambanとは「水をためる」「水利用の空間」という意味があり、またumunとは「共」つまりコモンズを意味し、「コモンズ的水利用空間」を意味すると解釈できる。JMは田の持ち主の好意によって、田の一角、あるいは河川脇に、バナナや竹などの地域資源を用い、伝統的な地縁技術によって建設され、不特定多数の住民が利用する。管理は最終的にはJMを建設した者によるが、基本的にはこれを利用する住民間の暗黙の了解のルールによる。水源は湧水や田の水、河川水であり、使用後の水は竹床の間をこぼれて、田や河川に落ちる仕組みになっている。人びとは自分の宅地に近いもの、あるいは仕事をしている田に近いものを、それぞれ臨機応変に利用している。

バナナや竹、布などで囲われた空間とは

いえ、自然のなかの水利用空間であり空と山が広がる水田のなかで、水音と虫の音と鳥の音を聞きながら、洗濯をしたりマンデイをしたり、水汲みをしたり……。周囲の自然を意識しながらの水利用が、ゆったりした時間のなかで行われている。

近代化や生活の変化のなかで、JMとは異なる協的な水利用空間が生まれてきている。JMが宅地から離れた場所にあるという問題を解決するために、生活用の井戸と共に協同で建設される人工的な水利用空間である。ここでは、これを「CO-JB」と略記する。井戸建設には費用と労働力が必要とされ、親族、あるいは近隣の人びとが協力して建設する。この井戸と水利用空間の建設に関わった家族のみの利用が許される。「住民なら誰でもよい」ものではなく、伝統的なコモンズとは異なるものとなる。

しかし、限られた人びとの間での協力関係や利用関係、ルールが存在し、集落の広がりから、もう少し狭的な居住単位での小さな社会関係に限定されたものに、コモンズが変質したものにとらえることもできる。しかも、利用水は表層水から地下水利用へと移行し、排水はJMでは水系のなかに自然と位置していたものが、CO-JBでは近くの田や空き地へ垂れ流される傾向になる。ただ、宅地内に設けられておりJMよりも便利で、どろんこになった近所の子どもたちの水浴び場でもあり、子どもたちの笑い声を聞くことができる場でもある。

3. 山間集落の水場の変化

山に囲まれた河岸段丘に位置し、キャッサバ畑と湧水利用の棚田が特徴的である集落でのJMは、湧水ポイントや田に点的に設置され、JMと水田との密接なつながりのなかで多段階に利用され、人間の排泄物は水田の栄養分となり、その後集落外の河

川に流出する。この山間集落ではJMが根強く存続しているが、一方で、親族や近隣の人びとと協力して建設したCO-JBが発生し、さらに金銭的余裕が出てきた家族は宅地内の屋外に私的なJBを建設する傾向があり、伝統的なコモンズ的水場の価値が減少する傾向にある。

4. 近代化の影響を受けた集落の場合

集落の上流部のマジアラヤ地域にテキスタイル工場が乱立し、工場の採水による農業用水不足や工場排水による河川水汚染が起きている集落である。住民の多くはこの工場へ就業しており、水質悪化の被害者であると同時に雇用されている労働者でもあるという社会的矛盾を抱えている。

平地に位置し水田に囲まれているこの集落で、河川の水汚染が始まる1975年以前には、河川協のJMや田の水や農業用水や河川水を利用してしたが、現在はJMは消滅し、井戸水利用が中心的となっている。工場勤務での収入によりCO-JBや個別住宅内外で井戸建設が行われ、水を介したコモンズ性はより希薄化する傾向にある。河川は以前は日常的な子ども達の遊びの場でもあったが、現在は「キタナイ」排水の場でしなくなってしまった。

5. 水田で魚を育てるミナパディ

JMがある水系のなかにある水田で魚を育てる複合的なシステムとしてミナパディがある。水田で稲を育て、稲が育つ間に水田で魚を育てる。魚が育つ過程での除草的な効果、またその排泄物は肥料になるという稲作にとってのメリットもある。水田に注ぐ水路の途中での、人間生活のためのJMから排出した有機質が水にとけ込み魚の餌になる。屋敷の周囲に巡らされた水路に沿って家禽を育て、その家禽の糞が水路に落ち、

水路や池の魚が成長し、それを水揚げするというシステムも存在する。

6. 上海クリーク地域の水空間

クリークを巡らした水郷地域で有名な上海近郊の農村地域でも、多段階的な水利用がクリークに沿って展開されている。お米をとぐこと、野菜洗い、洗濯、洗髪、時にはオマル（糞尿を溜めた個人用のカメ）の洗浄などが行われる場でもある。これらが暗黙のルールの上で、時間と場所を選んで行われている。また、クリーク内では家禽や魚の養殖も行われている。

近代的な衛生感では理解できない水に対する価値観であり、アジア的な「水観」に支えられた身近な水とのつき合いともいえる。暮らしから出てくる貴重な有機質を流し去ることなく、できるだけ身近な範囲で生産的に循環的に活用すること、食物連鎖の輪の中で水を活用する知恵ともいえる。農業、水産業、生活を明確に区分し、きれいな水の安定的で一律的な供給を目的化してきた、近代的な水システムが見落としてきた地域的水循環システムをそこに見ることができる。地域内でのエコロジカルな資源の循環システムの知恵であり、環境に対する負荷の少ない生産的システムである。

ただ、上海近郊地域の都市化の波は激しく、クリークが随所で切断され、流れない水空間となったり、また、工場などからの化学物質の排出で危険な水質の水環境となっているクリークも多く存在するという厳しい現実もある。集落住民のクリークに対する思いや関心も希薄化してきており、単なる排水路的利用に陥っている箇所もある。近代化、都市化のなかで、水に排出されるものが健全な有機質分だけでなく、危険な化学物質や重金属類が含まれる心配も出てきている。伝統的な食物連鎖を活かした複



写真1 典型的なJMの写真

合的な水活用システムが危機に瀕してきていることも確かであり、伝統的でエコロジカルな知恵を活かした複合的な生産システムの再構築が求められている。

7. おわりに

日本の雪国でもかつては、冬のタンパク質を確保するために、庭の池や水田の角に設置した池で鯉を飼い食料としてきた。この池に入る水は台所の排水であり、コメのとぎ汁などの有機質が含まれて魚の餌となった。

このような伝統的な知恵に学びつつ、持続可能な暮らしの環境づくりにとって生命線ともいえる水を巡る、新たな知恵を創造する必要がある。生産のための水、生活のための水、熱を吸収し涼しい環境をつくってくれる水、憩いと安らぎの場をつくってくれる水——水は多様な機能をもっている。一方で、貴重な資源となった水、自然資本としての水の独占化が進みつつあることも事実である。再度、水を地域で、コモンズにいかにか持続的に確保し、涵養し、持続的に循環的に利用していくのか、その倫理と手法の開発が求められている。

ビジネスとしての マングローブ林創出事業

千葉工業大学土木工学科

助教授 矢内栄二

1. はじめに

熱帯地域では、沿岸海域の貴重な生態系が減少している。なかでも、多様な動植物を育むマングローブ域の減少は著しく、その新たな創出に関心が高まっている。ところで、「マングローブ林の創出」というと、一般的にはボランティアによる植林活動のイメージが強かったように思う。実際、インターネットで検索してみると、ほとんどがボランティア活動の紹介や参加の呼びかけにヒットしてしまう。

私は、前職の東亜建設工業（株）在職中にシンガポールのマングローブ移植プロジェクトに参画する機会を得た。本文では、ビジネスとして実施したマングローブ林創出事業について報告させていただくこととする。

2. 移植事業の背景

シンガポールの環境省は、シンガポール本島南に建設予定のセマカウ島焼却灰処分場の建設工事に際し、工事によって失われるマングローブ林と同じ面積のマングローブの移植を計画した。この島は、シンガポール本島南方の沖合い約8kmに位置し、ほぼ全域がマングローブ林で覆われている。

処分場建設事業は、セマカウ島と隣のセキン島との間の海域350haを護岸で囲み、本島内のゴミ処理施設で焼却処理された灰の最終処分場とするものである。図1に事業の全体図を示す。移植地は北地区と南地区の2か所に分けられ、その背後には埋立

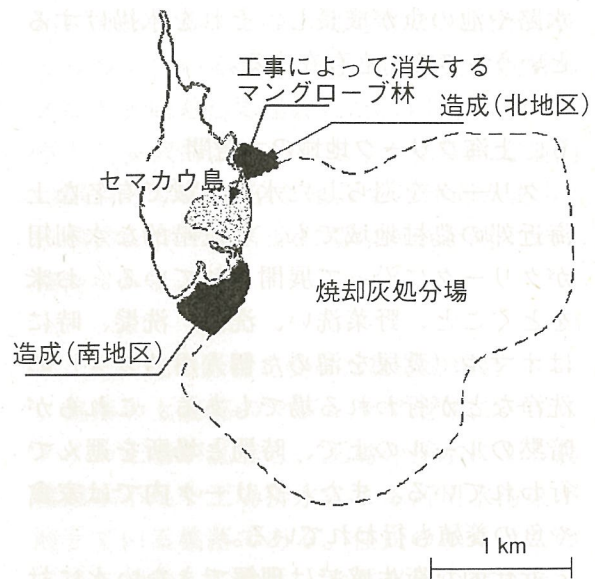


図1 焼却灰処分場の全体図とマングローブ林の造成地

地に含まれない既存のマングローブ林がそのまま保存される。

3. 事前調査と移植方法

3-1 自然環境

シンガポールは高温多湿の熱帯雨林気候であり、11月から2月の雨期には北東の貿易風が吹き、気温が低下する。月別平均気温は25.7~27.4℃で、年平均が26.7℃である。1日に1回スコールがあり、月別平均降水量は144~330mmで年間降水量は2172mmである。移植地付近における海象条件としては、有義波高*が0.35m以下、周期は3~6秒程度であり、年間を通して静穏な海域であるといえる。

3-2 植物相調査

マングローブ移植に先立つ1995年の5月~7月に、埋立により消滅する既存のマングローブ林の植物相を調査した。調査対象地は、その物理的条件や植物相から大きく4つの地区に分けた。

各地区の植物相の特徴を表1に示す。そ

*有義波高：不規則な波を規則的な波に置き換えた代表値の一つ。波の記録から得られた個々の波高を大きい順に並べた1/3の平均値で、気象予報や海岸構造物の設計などに使用される波高。

それぞれの地区の特徴を踏まえると、マングローブ林の分布はおおよそ地区4→3→2→1の方向に拡大してきたと、とらえることができる。消滅するマングローブをおおよそ13ha、2万5000本と推定し、これと同じ面積のマングローブ林を北地区に約5.8ha、南地区に約7.2ha、それぞれ造成することとした。

3-3 移植種と密度

移植に用いる樹種は既存のマングローブ林の遷移過程を考慮して、遷移初期の優占種である*Rhizophora apiculata* (和名フタバナヒルギ)を選定し移植地の約90%に植えた。同種は東南アジアのマングローブ林域では主要構成種であり、高いものでは40mに達する。残りの種としては、*R. mucronatum*、*R. stylosa*、*B. gymnorhiza*、*Avicennia spp.*を植えた。

既存のマングローブ林における植物相調査の結果では、個体密度は1本/5.6m²であったが、シンガポール内の公園に再生したマングローブ林の事例などにより、移植後の生存率を考慮して移植密度は3本/m²とし、最終的に約40万本の苗を植えた。

3-4 移植方法

マングローブは成木の移植が難しいことから、既存のマングローブ林から採取した胎生種子を植え付けに用いた。はじめに、移植地に試験的に胎生種子を植え付けたところ、根づかずに流されたり、根づいても枯れるなどの問題が発生した。このため、既存のマングローブの林床に苗床を設け、約2か月間、苗木まで育成して再度植えた。苗木を効率よく供給するため、フロートをつけた浮き苗床をつくり潮の干満に左右されることなく苗木を育成できるスペースを確保した。また、造成地の土壤に浚

表1 既存マングローブ林の特徴

地区	構成種数	主要構成種の 主なサイズ
1	7種	低木の散生 樹高：3~4.5 m
2	5種	低木の密生 樹高：3~4.5 m
3	6種	直径：5~12 cm 樹高：5~10 m
4	16種	直径：15~30 cm 樹高：10~15 m

渌土を使用したためにpHが6.3以下となってしまったが、*R. apiculata*は土壤のpHが6.3以下になると生長が阻害されることから、土壤を数か月間海水にさらしつづけてpHを改善してから育成した。植えた後は、フジツボや海藻などが付着しないよう管理した。

4. 重油汚染の影響

1997年にマラッカ海峡で石油タンカーの衝突事故が発生し移植地にも重油が漂着したが、比較的距離があったため、マングローブに付着した重油は低濃度で、2週間程度で洗い流された。しかし、98年に移植地から1.5kmのところでも再び石油タンカー船の事故が発生し、70cm~100cmに生長していたマングローブはすべてが黒い油膜で覆われるという状態になり(写真1)、小型のカニやハゼ科の魚類などの小動物もみられなくなった。対策として中和剤でマングローブを洗うなども考えたが、それが逆に浅瀬の回復力を阻害する可能性も高いことから、とくに対処はせずに観察のみを行った。

その結果、事故から3か月後には新芽が

Technologies

見られるようになった。真っ黒であったマングローブ林が6か月後には薄茶色になるとともに葉の生長率も回復し、土壌の油膜も洗い流された。1年後には、カニの巣穴が観察されるなど、ほぼ全域で回復傾向が見られた。

5. おわりに

移植されたマングローブの苗木はその80～90%の生存が確認されており、写真3に示すように樹高もおおむね1.5～2mに達するなど、対象樹種に適した生育環境を造成することができた。

本プロジェクトの成功の原因をあげるとすれば、現地技術者の環境に対する意識の高さがあげられる。タイトルとして大上段にビジネスを掲げたものの、実は工事費のなかに占める移植造成費は小さく、本プロジェクトのような現場技術者の努力がまだまだ必要かもしれない。しかし、人類が「持続可能な発展」を遂げていくためには本プロジェクトのような事業が必須であり、今後、ますますこのようなノウハウが発展していくことを望んでいる。

《参考文献》

- 1) 矢内栄二・田中ゆう子・田谷全康・有田恵次：熱帯地域におけるマングローブ林の保全事例、環境情報科学論文集、No.15、pp.233-236、2001.
- 2) 小滝一夫(1997)：マングローブの生態—保全・管理への道を探る—、信山社
- 3) Sing Kong Lee・W.H.L.Tan(1999)：*The Regeneration and Establishment of Mangroves in Singapore*



写真1 重油による汚染

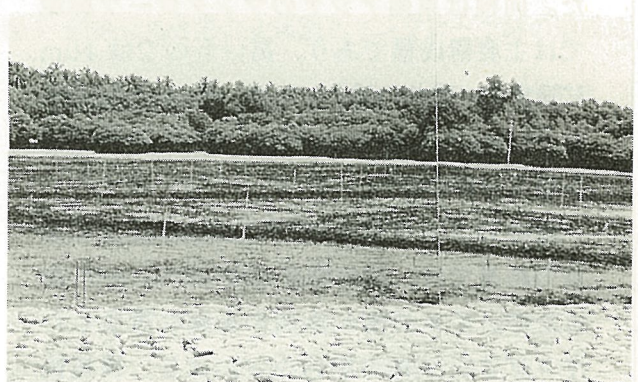


写真2 移植直後の苗木



写真3 4年経過後の移植地

■ イラン人の衣食住について

イラン・ハラズ農業技術者養成センター
チームリーダー/JICA 下村元一

1. はじめに

イランの米作地帯であるイラン北部のカスピ海沿岸地域に対する日本の技術協力は、1984年の開発調査に始まって、これまで15年以上の歴史を有しています。現在、協力をを行っている「ハラズ農業技術者養成センター計画」は、その仕上げともいべきもので、イランの水田約60万ヘクタールを対象に研修センターを設立して、農地を整備し、農業の機械化を推進する技術者の養成を目的としています。プロジェクトは5か年の計画期間の半分を経過したところですが、これまでの2年半の生活体験から、日本であまり知られていないイラン人の生活ぶりについて紹介します。

2. イラン人の衣生活

イスラム共和国と国名にイスラムを掲げる宗教国家であるイランでは、衣服に対してかなり制限があります。毛髪と肌を見せないことを基本に、女性はモスリムの衣装ヘジャブを着用しなければなりません。すっぽりと頭からかぶり床までつきそうなチャドル、スカーフ状の布は形によってルサリやマガナエ、肩から足元までを覆う長いコートはマントと呼ばれ、これらがヘジャブを構成します（裏表紙の手前のページに写真があります）。

衣服の規制は、女性に対して厳しく、半袖シャツは勿論、ノースリーブなどともない話です。日本人を含めた外国人女性も、毛髪を隠すスカーフは必ずかぶらなければなりません。私の家内がイランを訪ね

てきたときのことで、自宅からスカーフをするのを忘れて歩き始めたところ、通りがかりの車がクラクションを鳴らして知らせてくれました。イラン人もヘジャブを決して好んでいるとは思われません。その証拠に自宅では直ちに取ってしまいます。夕食に招待されて、女性がヘジャブをしていなければ、貴方は家族並みに信頼されているとあってよいでしょう。家庭での女性は、色鮮やかな衣服を身に付けています。

また、ヘジャブは黒を基調としてうっとうしい衣装ですが、改革をめざすハタミ政権下で、少しずつおしゃれの規制が緩められてきています。カラフルなマントをしゃれたコート風に仕立てるのがテヘランでは一般的ですが、高校生はさらにコートを短くして細身のズボンをはき、おしゃれとささやかな抵抗を行っているのは、何処も同じといったところです。

また、女性のおしゃれは、ぱっちりメイクした顔やパーマした髪を、いかにしてスカーフから出すかを競ってきていますので、今後が楽しみです。

男性のネクタイも、西洋の悪しき習慣として公務員は着用を禁止されていますが、公務員のみならず一般にもほとんど見当たりません。このネクタイ不要は、外国人には適用されませんが、我々は環境に合わせて、公式行事を除いてノーネクタイで勤務しています。ところが、初めて結婚式に招待された時にノーネクタイで出席したところ、新郎は勿論、友人一同がとっておきと思われるネクタイできめていました。図らずも、西洋文明を否定するイラン人の西洋好きを垣間見た思いがしました。

このように、建前と制約のなかにあつて

People's Life

も、一般庶民の心情は、ほとんど我々と変わらないことを実感しています。

3. イラン人の食生活

イランの食については、主食であるナンから始めなければなりません。初めてイランに来たとき、たくさんの人達が店頭で群がっている光景をいくつも見かけ不思議に思いましたが、これは焼き立てのナンを買い求めているのでした。小麦粉を練って焼いただけのナンは、薄いものや厚いものなど形もさまざまで、素朴な味わいのおいしさがありますが、焼きながら売る店が町の所々にあって、一店が一種類のナンを売っています。

驚くことは、その値段の安さです。どんなナンでもA4版以上の大きさがありますが、値段は200リアル前後、日本円にして3円程度です。決してけた違いではなく、1人で食べきれないくらいのナンが実際にこの値段です。物価の安いイランですが、200リアルは乞食にやっても、あまり喜ばれない金額といってよいでしょう。これは国策として、政府の補助金によって賄われているからですが、民生安定の源になっています。

コメもまた主食の一つですが、ナンに比べれば極めて高価なため、1食か2食程度を経済力に応じて消費しているようです。ご飯は少し塩を入れて炊きあげ、さらにバターを上から塗って食べます。これに羊や牛、鶏などの串焼きである名物のシシカバブーがあれば最高ですが、健康上は首を傾げざるを得ません。イラン人の中高年は、男女とも厚みのある肥満体が多く、50歳前後に心臓病で死亡する例を身近によく聞き

ます。ちなみに、平均寿命は58歳で、日本との違いにイラン人も驚いていますが、長年の油と肉の多い食習慣はなかなか改められないようです。ともかくイラン人は、このシシカバブーが大好きです。レストランは、シシカバブーの店がほとんどで、他にサンドイッチかピザの店がある程度です。理由は、せっかく外食するなら、好きなカバブーを食べたいからだと聞きました。

イランは、多様な気候、風土をもつ国です。カスピ海沿岸の温帯性気候にあって、コメを主体にトマト、ナスやレタスをはじめとする野菜類は日本と同様に豊富です。柑橘類、リンゴ、モモ、サクランボやスイカなど、季節ごとに果物が町にあふれています。

南部の乾燥地帯では、小麦や綿花の大規模栽培が行われているほか、ピスタチオやデーツ、ザクロなどの栽培も盛んで、輸出産品としてももてはやされていますが、何といてもイランのピカーはピスタチオです。形といい味といい、イランのお土産はこれが一番です。

4. イラン人の住生活

最後に、イラン人の住まいの特徴は、住宅構造が極めて用心深くできていることです。住宅をブロック塀で取り囲み、門は必ず鍵付きになっています。訪問者がブザーを押すと内部から問い合わせが有り、確認をしてボタンで門が開けられます。このシステムは農村の決して豊かと思われない家屋でも一貫しています。日本でいうマンション風のアパートでも同じです。外部の人間を無断で建物の中に入れないことや、何処の家庭でも門を開いたままにしない用心深さは、長い歴史の中で築かれたものに違



ナンの焼き上がりを待つ店頭。女性が抱えているのがナン。

いありません。

このため、この国は極めて危険な国に感じられますが、実際は、強盗や殺人事件などの凶悪犯罪が少なく、夜でも女性が1人歩きできる安全な国です。最近、車上盗難などが結構ありますが、自分の身を自分で守る最低限の注意をすれば、あまり不安なく暮らせると感じています。

屋内の特徴は何といっても絨毯です。日本の畳の感覚で絨毯が敷き並べられているのは、さすがペルシャ絨毯の国です。テーブルやソファは使いますが、イラン式の作法は、カーペットに人数に合わせた大きさのビニールシートを敷いて、その上に料理を置き、あぐらをかいて食事をします。娯楽の少ないイランでの人々の楽しみは、親戚や友人がお互いに食事に招待するパーティー（メヘモニ）です。食事の後、禁酒国のこの国では、サモワールでわかした紅茶を飲み、果物やお菓子をつまみながら、壁際においた背枕と長細い座布団にくつろいで、夜遅くまでおしゃべりを楽しまします。あぐらをかいて食事し、お茶を飲む習慣は

我々日本人にとって、大変に親しみやすいものがあります。また、手や腰を振りながら踊る独特のダンスは、男女とも大好きで、若い人が多いと直ぐに始まり盛り上がります。

5. おわりに

ホメイニ革命の国イランは、ひげ面の男性、黒衣に身を包んだ女性、そしてビジネスに対する厳しさは有名で、日本人にとって少しとつき難いところがあります。しかし、その素顔は意外と人なつこく、個人的に付き合うと日本人に大変好意をもっていることが分かります。そこには、東洋の小国が西欧と肩を並べる国力をもち、最高級の品質の工業製品を生産することへの敬意が感じられます。

この国もようやく観光に力を入れ始め、出入国も簡素化されてきました。古い歴史をもつイランは、イスファハンやシラーズなど古都や、ペリセポリスの史跡など見るべきものが沢山あります。観光ずれしていない今のイランが見頃ですよ、と皆さんに勧めているところですよ。

ラオスにおける灌漑

ラオス農林省 渡邊光邦

JICA専門家

1. はじめに

国土の8割が山岳地帯であるラオスでは、耕地面積は約90万haと全国土の4%程度しかありません（衛星画像から推定される面積は約180万ha程にもなります）が、農業部門が国内総生産の半数を占め、労働力シェアは約9割という農業国家です。さまざまな民族からなるラオスでは多様な農耕形態が営まれています。稲作が耕作面積の8割と圧倒的です。この稲作を中心としたラオス農業も、市場経済化、グローバリゼーションという潮流に急速に飲み込まれようとしています。

2. 山岳部での伝統的稲作

ラオスの稲作は日本のような稲作とは大分異なり、平地部での水稲と山岳部での陸稲に分けられます。山岳部では、伝統的な移動焼畑による陸稲が盛んです。陸稲作は、平地部でも水稲作の洪水被害を避けるための保険的な意味合い、あるいは水田耕作への移行期として行われています。現在、焼畑抑制政策により、統計上の作付面積は水稲約8割（約57万ha）、陸稲2割（約15万ha）と、80年代の陸稲3割に比べれば減少方向にあります。焼畑の実態は面積70万ha、総人口の約4割が関わっているとの推計値もあります。

一方、北部・中部の山岳部川沿いの一部では、水田耕作が伝統的に行われているところもあります。このような地区では、農民自身が、材木、竹、石、土を材料として簡易な灌漑施設を築き上げる伝統灌漑技術

があり、小規模な水田灌漑が行われています。とくに、ベトナム国境のフアパン県内では、立派な竹製の水車を所々で見ることができます。

3. 平地部での水田農業と灌漑

メコン沿岸部を中心とする低平地では、近年、水田開発が進んでいます。しかし、そのほとんどは雨期の天水に依存したままです。もともと農民自身が自ら何らかの工夫をして、水に関する積極的な取り組みをするという姿勢が見られず、手を加えるのは唯一、畦を作ることぐらいで、正真正銘の天水田作が一般的です。

これは、水に恵まれているという証でもあり、農家は、洪水被害を避けるため、わざわざ高い場所に水田を好んで作るほどです。自然に恵まれたラオスでは、自然の摂理に逆らわず、天水依存で支障ないと考え、農家が多く、自ら苦勞してまでも新規投資・新技術導入をする意欲が弱いようです。天水田作も彼らにとっては伝統技術かもしれません。

灌漑整備は、革命後、ラオスに進駐したベトナム兵により始められたようですが、ラオス農民への普及は進まなかったようです。低平地での水田灌漑の歴史は、20数年しか経っていません。

ところで、何故か、今でも、ラオスでベトナムからの出稼ぎ労働者をよく見かけます。道路などの建設労働や炎天下での行商など、一生懸命働く姿のほとんどが彼らベトナムからの出稼ぎ労働者とのことです。

4. 灌漑開発の飛躍的拡大とコメ自給の達成

このように近代的灌漑の歴史が浅く、90年代中ごろまでの灌漑整備率は数%台とアジアでは最低でした。1996年以降、市場

経済化の流れのなか、党と政府は灌漑開発は食料増産・安定確保を先導するものとして、優先的に灌漑へ投資してきました。毎年、国内財政支出の1割以上が灌漑開発に向けられたと推定されます。とくに、「灌漑ポンプ設置管理事業」により、ポンプ約7000台が一気に（なかば強制的に）導入されるなど、メコン沿岸部を中心に灌漑面積が急増しました。

この結果、統計上、灌漑面積は雨期が約30万ha、乾期は約20万haと両者を合わせて革命当時の56倍という増加ぶりです。その6割以上はポンプ灌漑地区です。また、水田における灌漑整備率は62%に達します。99年、コメの自給という悲願が達成され、2000年及び本年も、大規模な洪水被害にも関わらず、その目標値である200万トン（粍換算）を上回る生産量となっています。

5. 灌漑開発の評価と課題

いかにも灌漑様々という感です。しかし、天水依存の農法にこだわる農家が多いなか、雨期の灌漑利用の実態は1割程度です。乾期のコメ作付面積は約9万haと乾期灌漑面積の半分も満たしません。結局、コメ増産への灌漑投資は期待ほど効果が無く、新規開田による天水田面積の増加に伴うコメ生産増が、灌漑に伴う増産を上回る結果となってしまいました。昨年、一昨年と大規模な洪水被害を受けた天水田ですが、その潜在力の大きさが注目されます。

一方、農家の実状、費用対効果を無視したこの性急な灌漑導入は破綻しかかっています。粗末な施設計画・設計精度に低品質で建設される基幹施設と農家任せの末端水路の建設が加わり、用水を十分に供給できていません。さらに、コメの価格が低迷しているなか、現金収入の少ない農家にとっ

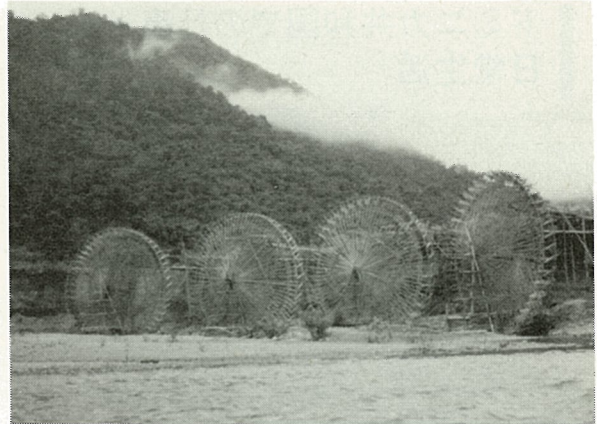


写真1 ファパン県の灌漑用竹製水車群

ては施設運営維持の負担が重くなる一方です。今では、ディーゼルポンプ地区では、その燃料費の高騰などから約8割が未利用という実態です。このままでは、折角の投資が無駄になるばかりでなく、乾期灌漑面積の減少により、コメの安定供給が不可能になると懸念されます。

今後、施設が計画通り機能するようその改善、改修、普及サービス強化などを通じた食料の安定供給、作物多様化およびこれらに必要な人材育成・技術普及が強く求められます。さらに、農家の伝統的農法の再評価や灌漑に依存しない農地整備手法の導入という発想の転換も必要です。

アジア開発銀行資金などでの灌漑リハビリ事業も開始されたところですが、政府の灌漑面積拡大という開発依存政策は変わらず、非現実的な大規模灌漑計画が進んでいます。施設に関する政府の責任はうやむやのまま、その管理・建設費用は農家へ負担させるという灌漑政策も打ち出され、政府の意向と農家の意識は乖離していくばかりです。

昨年12月、組織改編の一環として、灌漑局から施設・水管理および灌漑訓練部門が切り離されました。ラオスでの灌漑の意味を真剣に考える必要があります。

ドミニカ共和国での仕事と日常生活

灌漑農業技術改善計画
チーフアドバイザー 森本一生

2001年3月から、ドミニカ共和国においてJICAの灌漑農業技術改善計画が始まった。ドミニカ共和国は、カリブ海に浮かぶエスピリオール島の東半分（西側はハイチ）を占め、首都はサントドミンゴ。

このプロジェクトは、ドミニカ共和国における灌漑用水の利用改善のために、水利組合員、水利庁・農業省の職員などを対象にして水管理、施設維持管理、稲作栽培に関する知識や技術の向上を図ります。そして、その知識を生かして、組合の運営が円滑に行われ、効率的な水利用などが実現し、生産性の高い稲作栽培の実施を目指しています。

プロジェクトには、5名の専門家（チーフ・アドバイザー、水管理、水利組織・維持管理、栽培、業務調整）が派遣されて、ドミニカ共和国側の専属カウンターパート10名と一緒に業務を行っています。

ドミニカ共和国の灌漑農業（稲作）は、幾つかの課題を抱えています。低い灌漑効率（18～25%）、低い水利費徴収率、弱体な水利組合組織、高い生産コストなどです。プロジェクトでは、上記の問題点を確認して、改善策を提言すると同時に、34haの実証圃場を設置して、生産性の高い稲作栽培技術（圃場の均平化、乾田直播）、水管理技術（乾田直播に対応した灌漑コントロール、生育ステージに応じた水管理）を展示すると共に、農家や技術者の実習に利用することとしています。ここでは、仕事上、生活上のトピックスを紹介します。

ジャンボタニシ

プロジェクトサイトには、ジャンボタニシが生息し、移植した苗に大きな被害を与えています。ジャンボタニシは、1990年頃にドミニカ共和国へ、食用として持ち込まれたものが、野生化し被害を与えているため、毒性の強い農薬が防除に用いられています。

ジャンボタニシの安全なコントロールのため、プロジェクトでは、オレンジジュースの絞りかすに含まれている殺虫成分を用いた防除法の有効性を試験しています。また、日本からジャンボタニシの専門家に来てもらい、農薬に頼った防除から、均平化された圃場に於いて苗の移植後、圃場の水深を浅水で管理する事により被害を最小限に押さえることが出来る耕種的防除の重要性を、セミナーを開催し提言しています。

停電

ドミニカ共和国の停電は、昔から有名です。この対策として、新しいアパートや大きな商店には、停電になっても通常通りの生活や営業が可能な発電機が設置されており、少し古いアパートや小さな商店には、数時間の停電中冷蔵庫と電灯の利用が可能な蓄電池が設置されています。一般の住居は、発電機も蓄電池も無く、長時間の停電に、ただ耐えるだけです。最近、この停電（停電の頻度と停電時間）がひどくなり、防衛のため発電機や蓄電池が買われており、これらが買えない住民が住む地域で停電に反発する暴動が起きています。

停電の原因を知り合いのドミニカ人に聞いてみたところ、発電の絶対量が足りないため、計画的な停電は起こるが、大規模な停電はこれとは別の意図的なものではないかとのことでした。また、政府機関が電気

代を滞納しており、発電会社が支払い催促のために、電力の供給を停止しているのではないかとの穿った考えも、披露してくれました。

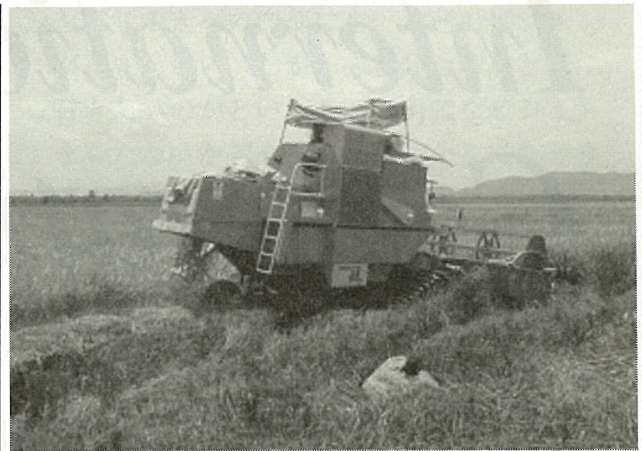
インターネットの接続

この国の電話会社CODETEL（日本のNTTに相当）に、インターネット接続の申請をしてから、およそ1か月でやっと接続。最初の申し込みの際、「5日以内に行きます」とCODETELの担当が答えたので、安心をしていたら、2週間たっても梨のつぶて。当方もだんだん焦って、CODETELに催促の電話をすると「3日以内に行きます」との返事。結局、1週間たっても来ませんでした。

当方も知恵を絞って、CODETELの担当者の名前と電話番号を聞きだし、事務所の秘書から、毎日、催促の電話をさせることにしました。CODETELからコンピューターを見て接続の準備をするとの電話があり、技術屋さんがやって来ました。この機会を逃がすとまた待たされると思い、接続するよう頼んだでみると、やってくれましたので、お礼にビール3本を渡しました。何事も忍耐が必要です。

無料新聞

当地でも最近、無料新聞「Diario Libre」が刊行されました。街頭、スーパーでの配布のみならず自宅まで配布してくれます。無料新聞は、広告で成り立っており、既存の新聞を脅かすメディアとなるか注目していたところ、この国最大の日刊紙「Listin Diario」が対抗処置として、無料新聞を発行しました。これらの無料新聞にシェアを奪われたのか中堅日刊紙「El Siglo」が11月末で廃刊。また、最近3紙目の無料新聞



実証圃場予定地でのコンバインによる収穫風景

が刊行され、新聞界の競争がますます激しくなっています。

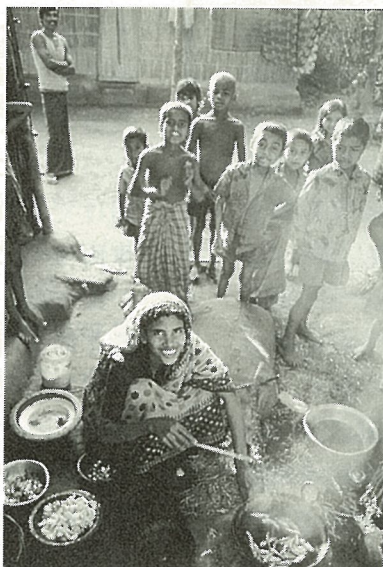
事故と保険金の支払い

新車に盗難防止のアラームを設置するため、サントドミンゴでポピュラーな店・ムシカロ（日本でいうとオートバックのような店）に持って行きました。「もう出来た頃だ」と車を取りに行ったら、アラームは設置されていましたが、後方のバンパーとトランクに大きなへこみが。警察に事故を届けて事故証明を取ろうと思ったが、まだ車両保険に入っていなかったため断念。この国では、保険に入っていない車を運転すると刑務所に拘置されるし、保険金の支払いが行われないとのアドバイスを受け、その日の内に保険に加入。

ムシカロが修理代を負担するというので、信用して修理に出したところ、保険で修理代を払うとのこと。それは、約束が違うといったが、保険で払うの一点張り。車の修理代が出ないのではないかと危惧しながら、事故日以降に加入した保険証書の写しを保険会社に出したら、1か月程して修理代全額が保険から支払われた。「Hay de todo」（何でも有り）のラテンの国らしい対応でした。

From International Cooperation

世界各地で活躍する皆さんの
近況や各機関の活動状況につい
てお伝えします。



(バングラデシュ)

環境問題の解決へ向けて 政策提言をする

アースポリシー研究所
所長 レスター・ブラウン

1974年に自分の手で創設したワールドウォッチ研究所の所長の座を退いて理事長に就任した直後、次の3つの点を強く認識するにいたった。第一に、人類は地球を救うための戦略レベルでの闘いに敗れつつあるということ。第二に、私たちは環境的に持続可能な経済—エコ・エコノミー (Eco-Economy) のあり方について明確なビジョンをもつ必要があるということ。そして第三に、新しいタイプの研究機関—エコ・エコノミーのビジョンを提示するだけでなく、その実現に向けての進展状況の評価を頻繁に行う機関—を創設する必要があるということ。

ワールドウォッチ研究所を発足させたとき、私たちは森林減少、砂漠化、土壌浸食、放牧地の劣化、生物種の消失を憂慮していた。漁場の崩壊についても、心配し始めていた。しかし、現在では懸念される問題のリストははるかに長くなっており、たとえば二酸化炭素濃度の上昇、地下水位の低下、気温上昇、河川の枯渇、オゾン層の破壊、ますます発生頻度と破壊力を増す暴風雨、氷河の融解、海面上昇、サンゴ礁の死滅などが加わってきている。

過去四半世紀ほどのあいだに、私たちは多くの戦術レベルでの闘いで勝利を得てきたが、地球の環境悪化に歯止めをかけるために「人類がとるべき行動」と「実際にとっている行動」とのあいだのギャップは開きつつけている。何とかして、こうした状況を変えなくてはならない。

今日、社会全体はおろか、いわば環境界

を案じる人々の内部にも、共通のビジョンが存在しない。しかし、自分たちがどこに行きたいのかという共通の明確なビジョンをもたないかぎり、私たちはそこにたどり着くことはできないだろう。

ワールドウォッチ研究所を発足させたとき、環境的に持続可能な経済が実現可能であることは認識していたのだが、それがどのようなものかを漠然としか理解していなかった。今日、私たちはその骨格だけでなく、それがどのように機能するかについても詳しく論じることができる。当時は近代的風力発電産業はまだ生まれていなかった。しかし、この10年ほどの間に、世界の風力発電産業は年率24%というめざましい成長を遂げた。

アメリカでは、エネルギー省の全米風力資源要覧のおかげで、いまやノースダコタ、カンザス、テキサスの三州に国内の電力需要を満たしうるだけの利用可能な風力エネルギーが存在することが知られている。アメリカの風力発電容量は2001年に60%以上増加するであろう。風力タービンから生産される低コストの電力を用いて、水を電気分解し、水素を生産することが可能になっている。水素は、現在あらゆる大手自動車メーカーが研究に乗り出している燃料電池エンジンのための最善の燃料である。

ヨーロッパでは、風力タービンが炭鉱に取って代わりつつある。石炭火力発電所の建設を禁止したデンマークは、現在、電力の15%を風力発電から得ている。ドイツ北部のいくつかの地域では、電力需要の75%までが風力で満たされている。

一世代前には、私たちはシリコン電池が太陽光を電気に変換できることを知っていたが、屋根をその建物の発電所にしてしまう屋根型太陽電池パネルが日本で開発され

Overseas Organization

ることまでは予測していなかった。現在、世界で100万戸以上の住宅が太陽電池から電力を得ている。

さらに今日、世界の大企業は総合的リサイクルの達成、つまりマテリアル経済（資源の流れ）を完全な循環型にすることを目標に掲げている。たとえばイタリアのSTマイクロエレクトロニクス社と、業務用カーペットの主要メーカーであるアメリカのインターフェース社は炭素排出をゼロにするための努力を払っている。シェル・ハイドロジェンとダイムラー・クライスラーはアイスランド政府と協力して、この国を世界最初の水素型エネルギー経済にする取り組みを進めている。

1年前、熟考の末に私がたどり着いた一つの結論は、これらの目標を達成するためには、新しいタイプの研究機関をつくる必要があるということだった。そこで、2001年5月、アースポリシー研究所（Earth Policy Institute）を創設した。同年9月に発刊した“Eco-Economy：Building an Economy for the Earth”は当研究所の最初の出版物である。さらに、私たちは世界の風力開発や中国の北西部における荒地化といったトピックを取り上げるEarth Policy Alertsの発信も開始した。これはエコ・エコノミーに向けての人類の前進に影響を与える諸動向に目を光らせるものである。

人々はビジョンを求めているように思われる。地球環境の劣化が相変わらず進んでいるという状況を反転させるには、どうしたらよいかを知りたがっているのだ。ますます多くの人々が、この取り組みに参加することを望むようになってきている。私がさまざまな国で世界の現状について講演を行うとき、もっとも頻繁に問われる質問は、「私に何ができるのでしょうか」というものである。人々は行動の必要性を認識しており、

「何かしたい」と考えているのだ。

いつもこう答える。「自転車を活用して、自動車の利用を減らしたり、新聞紙をリサイクルするなど、生活のあらゆる側面で私たち1人ひとりが自己改革をする必要がある」と。しかし、「それだけでは十分ではない」と私は強調する。私たちは社会経済システムを変えなくてはならない。

そのためには、税制を再構築する必要がある。所得税を減らす一方で、環境への負荷の大きい生産と消費への課税を増やして、価格が生態学的現実を反映するようにする必要がある。地球環境の劣化を反転させることを望むならば、こうした税制改革は不可欠である。

“Eco-Economy”は最終的な結論ではなく、進行中の研究の一つの成果である。引き続き諸問題を明らかにし、データを更新し、分析もそれに基づいて新たに展開していく。その成果を電子メールでお伝えするEarth Policy Alertsに関心をもたれた方は、当研究所のウェブ・サイト（下に表示）をご覧ください。のうで申し込んでいただきたい。

諸問題を分析するうえで、多くの方々からの情報提供やご提案を歓迎する。もし何かご意見や、参考になりそうな最近の報告書や記事があれば、ぜひ知らせていただきたい。

Earth Policy Institute
1350 Connecticut Ave., NW
Suite 403
Washington, DC 20036

Fax：1-202-496-9325

e-mail：epi@earth-policy.org

http：www.earth-policy.org

（同研究所のホームページと書籍より）

Announcements

会議予定や最近の文献、事務局通信などについてのご案内をします。

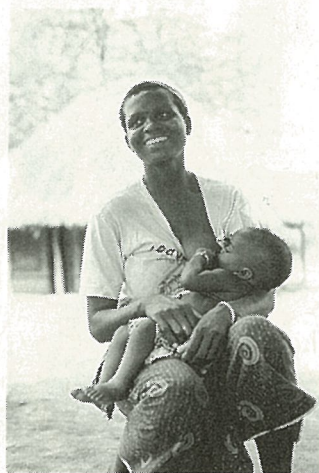


(パキスタン)

Conferences & Seminars

〈8月〉

期日	名称	(1)開催地(会場) (2)問い合わせ先
2~3	第6回水資源に関するシンポジウム	(1) 2日：日本学術会議 （東京都港区六本木7-22-34） 3日：ホテルはあといん乃木坂 （東京都港区南青山1-24-4） (2) 〒113-8622 文京区本駒込5-16-9 （財）日本学会事務局センター内 「第6回水資源に関するシンポジウム」 事務局 TEL：03-5814-5800 FAX：5823
6~8	(社) 農業土木学会 平成14年度大会講演会	(1) 三重県総合文化センター（津市） (2) 〒105-0004 東京都港区新橋5-34-4 農業土木会館内 農業土木学会事務局 大会プログラム編成小委員会 TEL：03-3436-3418 FAX：3435-8494 E-mail:nakamura@jsidre.or.jp



(ザンビア)

『モンスーン・アジアの 水と社会環境』

藤田和子 編
(共同執筆者)

後藤 章、石澤良昭、内山雅生、鈴木研二、
小端真由美、陳 菁、李 恩民、磯谷 玲、水谷
正一

世界思想社 発行

人間社会は経済活動の地球規模の膨張に牽引され、近年ますます相互依存を深めてきた。しかし、経済論理を主軸とするグローバリゼーションは人間社会の画一化や人間と自然の関係の悪化も、一方ではもたらしている。

本書は「水」をキーワードとしてモンスーン・アジア各地の多様で豊かな地域個性を支える水管理システムの学際的地域研究の書であり、水と社会環境の過去・現在・未来を考察し、グローバリゼーションと人間の生存基盤である「水」のあり方を問う、アジア諸国の水社会研究者の警鐘の力作である。

《目次》

第Ⅰ部 水と社会環境の過去

第1章 カンボジア・アンコール地域の灌漑水路様式／第2章 アンコール朝水利都市を考察する

第Ⅱ部 水と社会環境の現在

第3章 ベトナムの市場経済化と紅河デルタ農村／第4章 中国・黄河下流域における共同慣行と「水」／第5章 東北タイ水田稲作の立地環境と農業生産構造／第6章 日本・利根川水系にみる大規模灌漑システム

第Ⅲ部 水と社会環境の今後

第7章 「南水北調」をめぐる開発と環境
第8章 アメリカの「洪水保険」／第9章
大規模灌漑システムの分権的管理

(本体価格 2,300円+税)

『禁じられた稲 —カンボジア現代史紀行』

清野真巳子 著
(有)連合出版 発行

本書は今なお謎の多いカンボジアのポルポト時代に農業政策面から光を当て、インタビューやエール大学のポルポト機密書類をもとに論じたものである。

コメの大増産を新国家の最大目標にしたポル・ポト時代、収量の低い浮き稲などの在来種は禁止され、収量の高いIR種の導入が図られた。過酷な労働と飢えのために多くの犠牲のもとに造られた、いわゆるポル・ポト水路は、このための灌漑施設として建設されたものである。現地取材とJICA最新資料をもとに、本書はイデオロギーが技術に優先されたポル・ポト水路の全容を初めて示すとともに、それに抵抗したカンボジアの知識人と技術者の苦悩を描き出している。カンボジア現代史に関心のある方々だけでなく、人間のドラマとして広くお薦めしたい。

《目次》

第1章 禁じられた稲／第2章 稲と革命／第3章 全貌を現すポル・ポト水路／第4章 ある水官僚の半生／第5章 メコンの東／第6章 ポル・ポトと戦った男／第7章 ある知識人の悔恨／第8章 フー・ユオンの伝説／あとがき

(本体価格 2,200円+税)

【お知らせ】

ARDEC 第19号でご紹介しました「カンボジアの農民—自然・社会・文化」は監修者の石澤良昭氏が、新たに発見されたカンボジア遺跡発掘調査に急遽参加されたため遅れておりましたが、間もなく発刊の予定です。

Voice from Readers

〈ARDECを読んで〉

ARDEC第20号の、JAS（日本農林規格制度）における有機農産物および有機農産物加工食品認定制度の記事を興味深く読んだ。認定までの圃場検査の内容、カットしてパッキング作業をする小分け業者も販売のための認定を受けなければならないこと、生産農家が認証を受けるためにさまざまな努力をしている点など、考えさせられることが多かった。

ところで、JAS法が改正されて1年となる現在、消費者の健康志向が高まり、無農薬野菜への関心が高まっているにもかかわらず、スーパーなどに並ぶ有機野菜が増えていないのはなぜなのだろうか。学生である私は有機野菜を購入する機会は、ふだんほとんどない。慣行栽培の野菜より割高であることが理由だが、この不況下、大半の消費者は、「有機野菜に関心はあるが、背に腹は変えられない」というのが本音だろう。それが、流通量にも現れていると思われるしかたがない。

私は大学で中山間地域の圃場整備について勉強をしている。中山間地域では平地が少ないために、傾斜のある土地の利用が問題となっている。畜産では放牧をする際に侵食を予防するための牧草の選定、使用する水の確保に関する問題。営農面では急傾斜水田のため耕地面積が小さいこと、農業専従者の高齢化による耕作放棄農地の発生、さらには溪流地域の低温障害、漏水などの問題により、農業の存続が危ぶまれている地域もある。

また、本誌を読むことによってアジア地域の農業の様子、気象、土地利用についての現状と問題を学ぶことができた。アジア地域では希少な水源を利用し、分配することによって農業を行っていることも垣間見

ることができた。

そこで思うのだが、日本農業の置かれた状況をもっと積極的に情報として流す必要があるのではないのだろうか。国内の農業を支えているのは少なからず中山間地域の農家であり、慣行栽培の生産者である。G7（先進7か国財務相・中央銀行総裁会議）参加国中で最低の食料自給率は、こうした現実によってかろうじて保たれている。

現在、日本でも話題になっている牛海綿状脳症（BSE）問題では、流通経路における不明確な輸入飼料が問題になっている。たしかに牛の飼料、解体段階での処理、その後の流通経路をはっきりさせることは消費者の不安を解消させるためのよい制度であると思う。しかし、誤解を恐れずにいえば、日本人があまりにも食（農業）に対して無頓着になった結果、起こるべくして起こった問題ではないのだろうか。農産物を購入するとき、価格だけを物差しにしてきた代償といい換えてもよい。素性の確かなものを手に入れるにはある程度のコストを負担するのは当たり前なのに、それがブランド品の洋服やバッグには意識できて、なぜ人が生きるうえで基本となる食には当てはめることができないのか。有機農産物の流通量が、それを雄弁に語っていると思う。

日本では厳密な有機栽培のために認定制度がつくられ、消費者の関心と呼んだ。同じように、日本の農業全般に関心が寄せられることを願ってやまない。

バックナンバーもたくさん読ませていただいたが、これからも勉強と研究のための材料、資料に利用させていただきたいと思う。

岡山大学環境理工学部 修士過程1年

玉井良政



イランの正装。左側がチャドルで右側がマガナエとマント（本文p.35）。

編集後記

「山紫水明」を守るには、どうしたらよいのでしょうか。昔から「湯水の如く」という言葉がありました。しかし、今日の状況はいささか違っているようです。読者の方々はとうにご存知のこととは思いますが、OPINIONの「仮想の水輸入」というとらえ方は興味深いものがあります。

「意図せぬ輸入」があることを、今回は改めて認識させられました。OPINIONの

図を見ていただければ、輸入農産物がどれほどの水を輸入していることになっているか、お分かりいただけるでしょう。窒素も同様です。飼料穀物というかたちで、結果的には海外の窒素分を大量に輸入しているわけです。

一方向への資源の移動ではなく、環境という視点からも考える必要があるのではないのでしょうか。

編集委員

委員長 茨木教晶

委員 岩本 彰 新保義剛 森瀧亮介 吉武幸子

表紙写真はセネガル。写真提供はJICA及び各記事の執筆者。



ARDEC February 2002

発行 財団法人 日本農業土木総合研究所
海外農業農村開発技術センター
〒105-0001
東京都港区虎ノ門1-21-17
TEL 03 (3502) 1387
FAX 03 (3502) 1329

E-mail : ardec@jiid.or.jp

<http://www.jiid.or.jp/ardec/ARindex.htm>

編集 海外情報誌編集委員会