

本田財団レポートNo.70

「エコ・テクノロジーと飢餓の克服」

国際マングローブ生態系協会会長 **M.S. スワミナタン**

Dr. Monkombu S.Swaminathan

Dr. Swaminathan has made many excellent achievements in agricultural and plant genetic studies, in leading role in the combined efforts to resolve the global food crisis, and also has participated actively in the international works in the field of environmental protection.

Personal History

- 1925 Born in Tamil Nadu, India
- 1947 B.Sc. Agriculture from the Coimbatore Agricultural College, Madras University
- 1952 Ph.D. from the School of Agriculture, University of Cambridge, U.K.
- 1976~ Honorary Fellow of the National Academy of Science, India
- 1979~80 Secretary, Ministry of Agriculture and Irrigation
- 1982~88 Director General, The International Rice Research Institute (IRRI), Philippines
- 1988~ President, the International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources
- 1990~ President, International Society for Mangrove Ecosystems

In addition, Dr.Swaminathan has received the Albert Einstein World Science Award in 1986, and the First World Food Prize, which is recognized as the equivalent of a Nobel Prize in the field of food and agriculture in 1987.

He also has published over 200 papers in international journals and several books.

スワミナタン氏の受賞は、氏が農学および植物遺伝学に於いて数々の研究成果を上げるとともに、世界の食糧問題の解決のために指導的役割を果たし、また自然環境保護の立場からも国際的に活発な実践活動を展開されてきたことによるものです。

●略歴

- 1925 インド、タミール生まれ
- 1947 マドラス大学 農学部卒
- 1952 ケンブリッジ大学 農学部卒
- 1976~ インド国立科学アカデミー名誉会員
- 1979~80 インド農業灌漑省次官
- 1982~88 国際米穀研究所所長
- 1988~ 国際自然保護連合会会長
- 1990~ 国際マングローブ生態系協会会長

その他、1986年にアインシュタイン世界科学賞、1987年には農業のノーベル賞といわれる世界食糧賞を受賞。国際的学術誌にも多数の論文を発表。

エコ・テクノロジーと飢餓の克服

I. 初めに

1972年、国連は「人間の環境」に関する国際会議をスウェーデンのストックホルムで開催しました。そして、1992年、国連は再び「環境と開発」に関する国際会議をブラジルのリオデジャネイロで開こうとしています。第一回目の環境会議から20年の間に、政治、経済、社会、人工統計、技術のすべての面で世界は大きく変わりました。民主主義的価値観の普及や広範囲の食糧不足の緩和を初めとしたこれらの変化の多くは、生活向上への希望を全ての人に抱かせるものでした。しかし、一方では、これまでの経済発展は環境の保全を犠牲にして成り立ったもので、富めるものと貧しいものの格差を拡大しているという認識が高まり、こういった考え方は「持続可能な開発」という概念を生み出しました。先に（1987年）発表された国連・環境と開発に関する世界委員会の報告書は、「持続可能な開発」をはっきりと打ち出しています。

国際自然保護連合（IUCN）、世界野生生物基金（WWF）、国連環境計画（UNEP）の三者が共同で1991年10月21日に発表した「地球への配慮」と題された報告書は、持続可能な開発を「生態系の扶養能力の範囲内で可能な人間生活の向上」と定義しています。持続可能な経済とは、土地、水、動植物、大気といった人類の生存に不可欠なものを守ることが出来る経済のことです。今日、私達が本田技研工業の生みの親である故本田宗一郎氏のビジョンと英知に敬意を表わすのもこの点からなのです。本田氏は、技術と自然の調和を通じて持続可能な幸福を人類にもたらすことにその生涯を捧げました。氏のリーダーシップの下、本田財団はエコ・テクノロジーの育成に努めてきました。エコ・テクノロジーの発展は、持続可能な形で飢餓を克服することを可能にします。ですから、私はこのスピーチを友人、同僚から「親父さん」と親しみを込めて呼ばれた故本田宗一郎氏に捧げたいと思います。

II. 食糧確保の質的な変化

著名なフランス人哲学者サルトルは著作の中でこう記しています。「人類が完全に成熟したその時には、人類を単なる世界人口の合計ではなく、相互必要性の終わりなき統一と定義するであろう。」1972年当時、世界の人口は38億人でした。1992年には54億人に達すると推定されています。私の母国インドだけで、8億6千万以上の人々が現在生活しているのです。歴史を振り返ってみると、西暦1800年頃に世界人口が1億人に達するまで100万年以上もの長い時間がかかりました。ここ数十年の急激な人口増加は、幼児死亡率の低減や平均寿命の延長にみられる

ように、予防および治療医学の分野で大きな進歩が実現されたことを如実に示しています。生物学的知識を活用して生産力を高めるための技術革新や各国政府の農業保護策のおかげで、将来、人口増加が食糧生産を追い越すだろうというトーマス・マルサスの予言は、今のところ危惧に終わっています。

国連人口抑制活動基金（UNFPA）は、世界の人口は西暦2000年までに62億5千万人に達すると推定しています。人口増の主な担い手は発展途上国です。この推定によれば、今後20年間に生まれる子供のうち先進国に生を受けるものは10,000人につき50人にしかすぎません。それに加え、国家間および国内の社会階層間の経済格差が拡大する可能性もあります。現在、世界人口の77パーセントを占める発展途上国の人々が世界の総所得に占める割合はたったの15パーセントです。経済学者のジャン・ティンバーゲンは、彼の著書「世界秩序の再編成」の中でこう指摘しました。「世界は貧困という名のカーテンによって物質的、精神的に二分されている。一方は工業化、都市化が進んだ世界。他方はまだ大部分の人々が農業に従事し、田舎に生活する世界。一方はコスモポリタンな世界。他方は生存のための闘いが繰り広げられている世界。現在、先進国の一人当たりの資源消費量は発展途上国の20倍にも上っている。このことは、世界の資源が不平等に配分されていることを物語っている。」貧困という名のカーテンは国と国の間だけでなく、それぞれの国内にも存在しています。豊かな国にも、貧しい国にもこのカーテンは存在しているのです。

今日、世界の貧しい家庭では、総収入のかなりの部分が食糧の購入に費やされています。つまり、食糧の確保は単に物質的な問題ではなく、経済的な問題となりつつあるのです。栄養の確保は、「バランスのとれた食事と安全な飲料水を物理的、経済的に確保すること」と定義することが出来ます。このふたつを確保することは、世界中の10億人以上の人々にとっていまだに夢物語です。（スワミナタン、1987年）。限られた就職先やそれによって引き起こされる世帯所得の不十分な伸びが栄養確保の問題を深刻なものとしているのです。さらに、土壌の生物学的潜在能力の低下、地表及び地下の水資源の枯渇や汚染、大気中の地球温暖化ガスの蓄積、オゾン層の破壊に代表されるような食糧確保を脅かす長期的な環境問題があります。鉱物資源や水資源の減少、生物学的、非生物学的ストレスの増大、地方における不十分な技術インフラストラクチャー投資、不公平な貿易。こういった状況の中で、私達はどうやって食糧を確保してゆけば良いのでしょうか。

Ⅲ. 質、量の面からみた将来の食糧確保における問題点

此处で私の母国であるインドを例に、将来の食糧確保上の問題点について述べてみたいと思います。1963年、国連食糧農業機構（FAO）はインドの当面の食用穀物の生産高を予測するため、調査団を派遣しました。調査団の出した結論は、1970年までにインドの食用穀物の生産高は10パーセント程度伸びるかも知れない

というものでした。もし、この程度の食用穀物の増産しか成し遂げられなかったとしたら、インドは大規模な飢饉に襲われていたでしょう。ポール・パドックとウィリアム・パドックも共著「1975年の飢饉」の中でインドが飢饉に見舞われると予測していました。しかし、実際にはインドの食用穀物生産高は調査団の報告から10年間で100パーセントの伸びを記録したのです。一体、破滅の予測はどのようにして外れるに至ったのでしょうか。その説明をする前に、ますます深刻化しつつある職業不足の問題を解消する方法について若干述べさせていただきたいと思います。

1970年代から1980年代にかけて著しい改善がなされましたが、それにもかかわらず、政府の国家計画委員会の推定によると、インドでは総人口の30パーセント（2億5,000万人、4,000万世帯以上）近くが依然として貧困の中に生活しています。彼らの多くは、地方や都市部に居住する土地を持たない、賃金生活者です。

現在インドには、失業中、またはほとんど仕事に就けないでいる人々が2,800万人もいます。一方、インドの労働人口は、1990年から1995年の5年間で3,700万人増えると予測されています。彼らに就職の機会を提供するには、1995年までに6,500万もの新しい職が生み出されなければなりません。西暦2000年までに、1億以上もの新しい仕事を創り出さなければならないのです。インドが完全就業を実現するには雇用を年に4パーセントの割合で伸ばさなければなりません。しかし、現在の年間雇用成長率は2パーセントを下回っています。したがって、10年以内にインドから失業をなくすには、最低でも年間雇用成長率を二倍に引き上げる必要があります。

食糧や仕事の供給源として、農業はインドが貧困を克服するのになくしてはならないものです。現在、インド国民の70パーセントが農業に従事しています。農業は、国民の健康や経済の面からも重要です。インドが国民のカロリー摂取を国際栄養水準にまで高めるには、食糧消費を一人当たり33パーセントの割合で伸ばさなければなりません。21世紀に入るまでに、全ての国民が食べて行けるようになるには、インドは西暦2000年までに食糧生産量を最低でも2億2,000万トンに引き上げなくてはならないのです。

私は、1991年10月2日から5日にかけてインドのマドラスで開かれた平和と食糧に関する国際委員会の会議で議長を務めました。この会議では、ますます増え続ける国民にバランスのとれた食生活を物理的、経済的に保証するために、インド政府は以下に述べる目標を達成しなければならないとの合意が成立しました。

a) 食用穀物

予測される国内需要をまかなうには、小麦の1ヘクタール当りの収穫高を現在の2.3トンから3.1トンに、米の1ヘクタール当りの収穫高を現在の1.76トンから2.15トンにそれぞれ伸ばし、200万ヘクタールの灌漑された土地に新たに収穫性の高い小麦や米の品種の耕作にあてることによって、食用穀物の生産高を1億7,700万トンから2億2,000万トンに引きあげる。小麦や米の品種をより収穫性の

高いものへと転換することによって1ヘクタール当たりの雇用は50パーセント上昇する。

b) 綿 花

灌漑された綿花畑の面積を現在の三倍にし、さらに480万ヘクタールを綿花栽培にあてることによって、生産高を1,330万梱から2,600万梱に引き上げる。力織機、工場、手織物機の各部門において紡績、織り能力を高めることによって、予想される50パーセントの一人当たり生地消費量の拡大に対処し、1,100万人に職を与え、2,500億ルピー相当の綿織物を輸出する（現行レートでは、1米ドルが約25ルピー）。

c) 砂 糖

サトウキビの作付け面積を160万ヘクタール増やし、さらに1ヘクタール当たりの平均収穫高を現在の60トンから80トンへ引き上げることにより、砂糖の生産高を現在の1,100万トンから2,600万トンにする。これが成し遂げられれば、西暦2000年には2,200～2,300万トンに増大すると予測されている国内需要をまかなうことが出来るだけでなく、年間300～400万トンに砂糖の輸出高を伸ばすことができる。

d) 園芸作物

果物の生産高を50パーセント、野菜の生産高を100パーセントの割合でそれぞれ伸ばすことにより、国民の栄養要求を完全に満たす。また、合計300万ヘクタールに上る灌漑されたモデル園芸地区を全国に2,000カ所設けることにより、25パーセントの輸出可能な余剰生産を生み出す。2,000カ所のモデル園芸地区は、300万人の農民に継続的な仕事を提供し、1ヘクタール当たり平均18,000ルピーの収入をもたらすことによって、全国で600万世帯を貧困から開放する。

e) 水産物

合計で50,000ヘクタールの集約的養魚場を開設することにより、淡水水産物の生産高を450万トン増やす（予想される国内需要の66パーセント相当）。これらの養魚場は、1ヘクタール当たり125万ルピーの収入を25万世帯にもたらし、100万人に上る男女に仕事を提供する。

f) 養 蚕

全国で500カ所の総合養蚕施設を開設し、それぞれの施設で175ヘクタールを桑の栽培に費やすことにより、絹の生産高を二倍にする。500カ所の養蚕施設は、一家族平均3万ルピーの収入を25万世帯にもたらし、75万人にも上る人々に常勤の仕事を生み出す（この25万世帯のうち、80パーセントは土地を所有しない）。日本の協力を得て、高度な絹加工技術を開発する。

g) 食用油

国内需要を完全に満たすため、油植物の灌漑作付面積を300万ヘクタールを増やし、収穫性を高めて油植物を750万トン増産する。ピーナッツ、ひまわり、セイヨウアブラナ、カラシ菜、サフラワーといった油植物にはまだまだ増産の余地

がある。一方、米ぬか油や綿花油の増産の余地も大きい。

h) 林業と飼料栽培に向けた荒れ地の開墾

予想される産業用の木材需要を完全に満たし、酪農育成計画をさらに充実させるため、総面積にして450万ヘクタールの荒れ地を開墾し、有効利用する必要がある。

i) 酪農およびその他の分野

ここまで挙げた目標値は、農業、畜産業、漁業、林業に限ったもので、総生産の約50パーセントにしか過ぎません。プランテーション栽培、酪農、養鶏、海洋漁業といった大切な分野が入っていないのです。インドが10年以内に食糧生産を二倍にするには、これらの分野でも成長を加速するプログラムが必要です。ちなみに、目標値は酪農以外の除外された分野が年平均2.4パーセントの割合で成長するとの計算に基づいたものです。これは、過去10年間のインド農業全体の平均成長率です。

ここで酪農に関し、補足説明をいたしたいと思います。なぜなら、酪農は大規模な産業で、大きな潜在雇用能力を秘めているからです。インド政府の酪農育成庁は、乳の生産量が1990年代の終わりまでに、現在の5,140万トン（金額にして2,570億ルピー）から7,000万トン（金額にして3,500億ルピー）に伸びると予測しています。さらに、酪農のために飼育される家畜の数がインド全体で18パーセント増え、そのことにより1,160万もの仕事口が新たに生まれると期待しています。

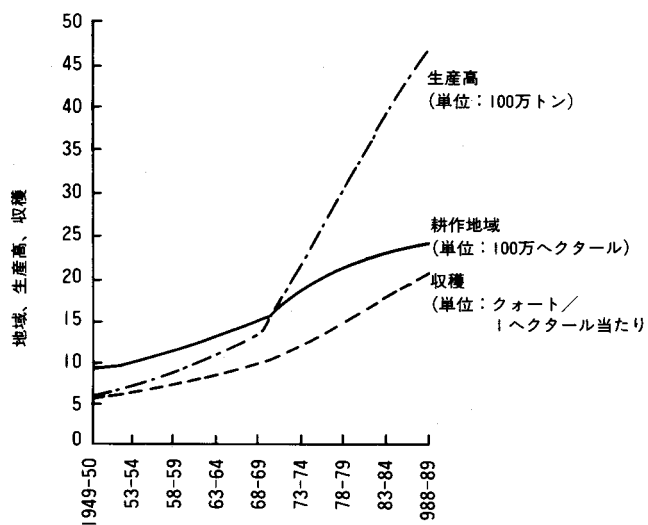
このふたつの目標を達成するためには、相当額の地方における技術インフラストラクチャー開発投資や、並外れた組織、管理に関する能力、努力が必要とされるのは明かです。これらの目標は、効果的な政策や地方行政サービスの助け無しに、技術力のみで達成出来るものではありません。

IV. 「緑の革命」の技術的な基盤

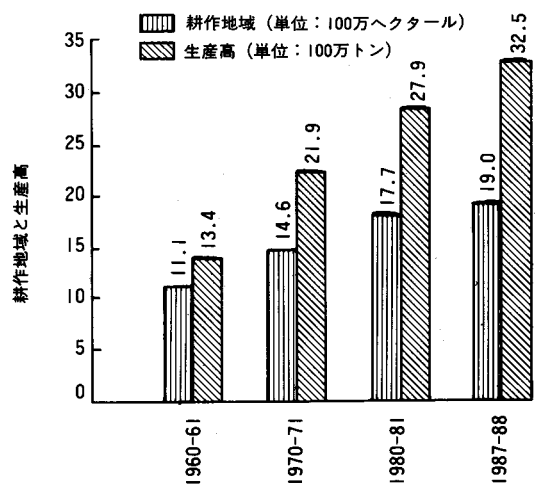
専門家が広範な飢餓を予想したちょうどその頃、インドでは農民達が急速な小麦と米の増産を開始していました(図1、2参照)。この現象は、1968年アメリカ合衆国農務省のウィリアム・ガッド博士によって「緑の革命」と名付けられました。緑の革命の最大の特徴は、次に述べるような科学的発見、工夫、改良の成果でした。

a) 第二次世界大戦後、1ヘクタール当たり20キログラムから40キログラム以上の窒素を含んだ化学肥料が、当時インドで栽培されていた小麦や米の品種にうまく作用しないことが分かりました(表1参照)。これらの品種は茎が長く、余り肥えた土壌を与えられるとロッキングを引き起こしたのです。当時、日本で栽培されていたジャポニカ種の稲が化学肥料と相性がいいのを見て、1952年、FAOはインドのカタックにある中央稲作研究所でジャポニカ種とインディカ種の交配研究を開始しました。あまり多くの成果は得られなかったものの、この研究からマレーシアのマシュリ、インドのADT-27といった収穫性の高い品種が生み出

(図1)



5年ごとの小麦耕作地域、生産高、収穫の平均成長の推移

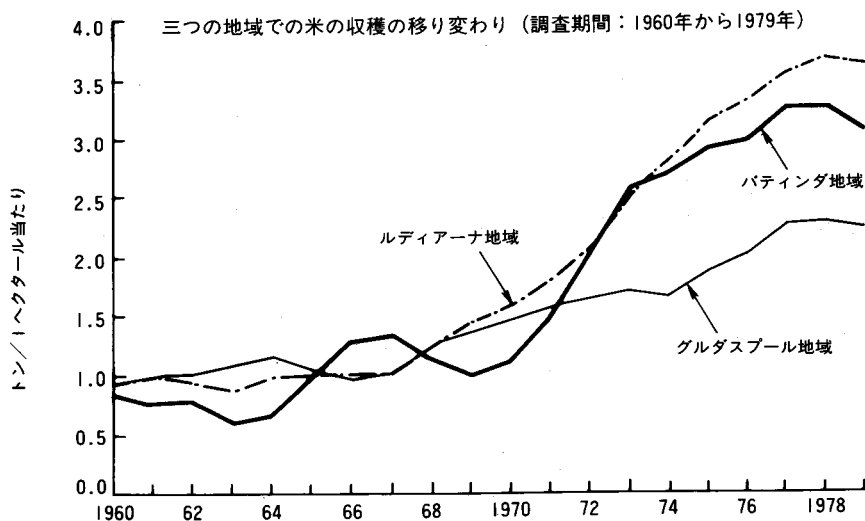


百分率で見た小麦耕作地域と生産高の伸び

表1

作物別、窒素投与後の収穫量の比較							
作物	窒素投与前の平均収穫量 (単位：クォート/1ヘクタール当たり)	試験回数	窒素投与量 (単位：キログラム/1ヘクタール当たり)	窒素投与後の収穫量 (単位：クォート/1ヘクタール当たり)	試験回数	窒素投与量 (単位：キログラム/1ヘクタール当たり)	窒素投与後の収穫量 (単位：クォート/1ヘクタール当たり)
米	13.8	5,637	22.4	2.8	2,786	44.8	4.2
小麦 (灌漑あり)	13.0	3,628	22.4	3.5	1,712	44.8	5.8
小麦 (灌漑無し)	8.7	1,045	22.4	2.4	503	44.8	3.7

(図2)



出展：パンジャブ州統計より抜粋
(チャンディガール：経済統計機構。調査年は複数)

されました。しかし、全国的な規模で見ると、インディカとジャポニカの交配種は、期待されたほど飛躍的な収穫増をもたらしませんでした。

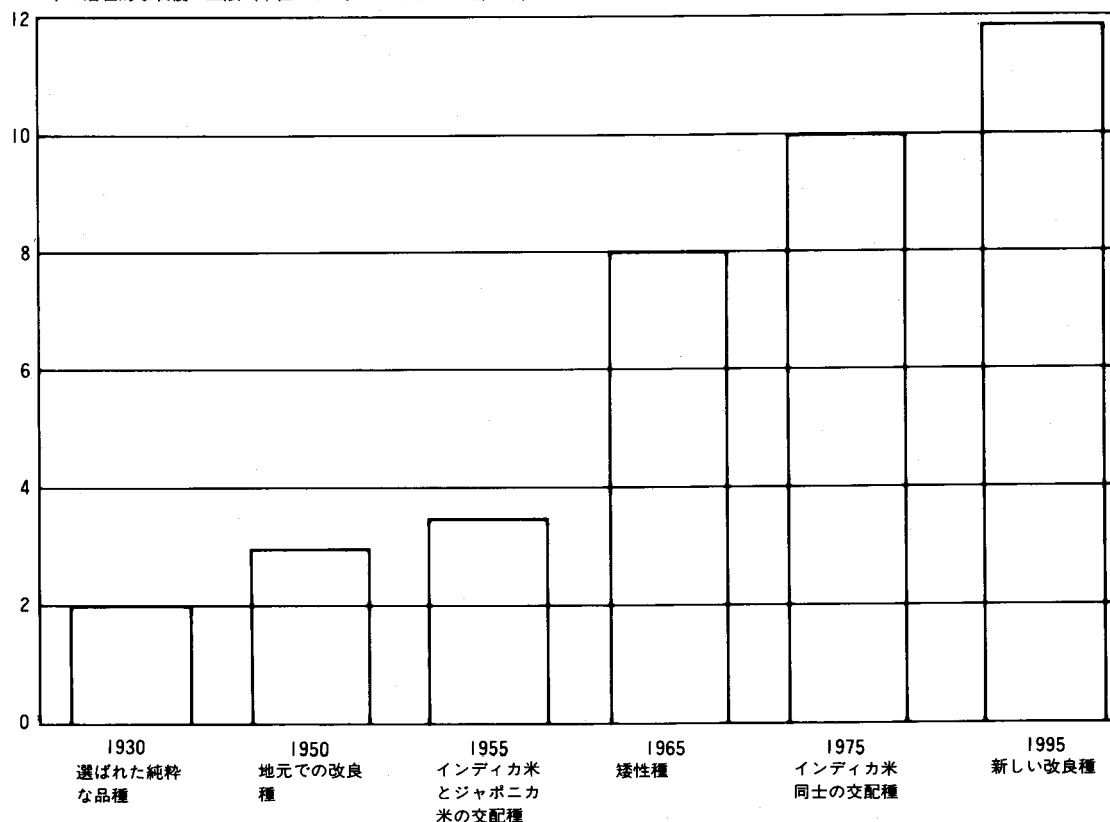
b) 中国本土で発見された「ディージーウーゲン」とよばれる小型の米を基に、1950年代に台湾で「タイチュン・ネイティブ1」という半矮性インディカ種が開発されました。タイチュン・ネイティブ1 (T.N.1) は、1964年に国際米穀研究所 (IRRI) によってインドに紹介されました。IRRIとは、フォード、ロックフェラー両財団によって、フィリピン政府の援助の下、1960年にフィリピンのロス・バニョスに設立された研究所です。同研究所は、1966年にIR-8という収穫性の高い品種を発表しました。これは、インドネシアのペタという品種とディージーウーゲンを交配したものです。IR-8はそれまでの収穫の上限を引き上げ、インド、インドネシア、パキスタン、フィリピンをはじめとする南および東南アジア諸国における米革命のきっかけとなりました。

c) 1970年代後半、ユアン・ロンピンを中心とする中国人科学者チームによって、中国南部、海南島から採取された米の品種から「WA細胞原形質」と呼ばれる雄花の不妊の原因となる物質が発見されました。この発見により、米の改良品種を商業ベースに乗せることが可能となったのです。現在、中国で改良品種の耕作に当てられている水田は合計で1,000万ヘクタール近くにも上ります。これは、収穫性の高い品種の開発、効率的な種籾の生産方法および農業技術の標準化のためのもです。こうして、米の収穫は継続的に改善されるようになりました。(図3参照)。

(図3)

収穫の継続的な改善

米の潜在的な収穫の上限 (単位: トン/1ヘクタール当たり)



d) 一方、品種改良によって小麦の収穫性を高める試みは、日本の品種から得られたノーリン10と呼ばれる矮性化遺伝子と共に始まりました。ノーリン10を用いた品種改良は、アメリカ合衆国ワシントン州のゲインズという冬小麦種やメキシコのレルマ・ロホ64-A、ソノラー64、マヨー64といった春小麦種を生み出しました。アメリカではオービル・ボーゲル博士が、メキシコではN.E.ボーローグ博士が、新品種の開発において中心的な役割を果たしました。さらに、ボーローグ博士は大きく異なる二つの実験環境を用いて行うシャッフル・ブリーディングという方法で、半矮性の春小麦を日照時間にあまり左右されないように改良しました。

e) 小麦においても米においても、農作業や害虫駆除の方法が改善されなければ、いくら収穫性が高い品種でもその遺伝的潜在能力を十分に発揮させることが出来ません(図4参照)。小麦や米の半矮性種は、収穫性が高いだけでなく、比較的日照に左右されないので、灌漑された土地では収穫量が多くなる傾向があります(図5参照)。インドの多くの地方には、小麦と米の増産が可能な広大な土地が手

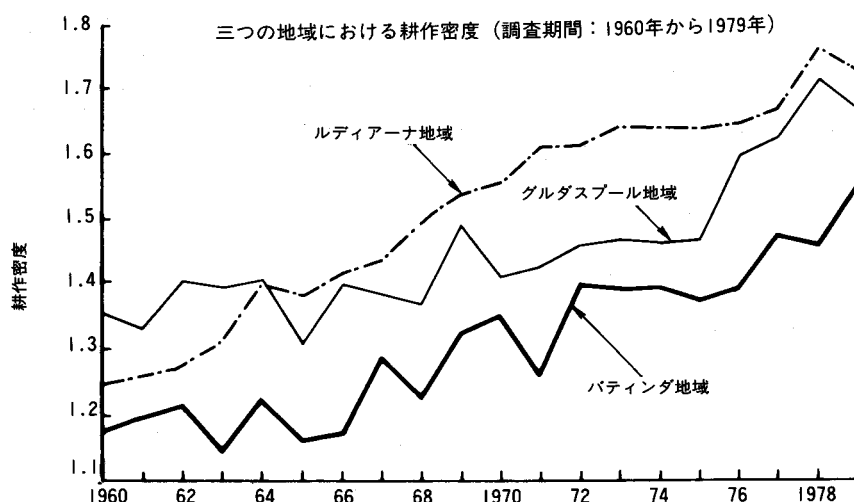
(図4)

ブナースワールのラテライト土における湿潤地型米の養分利用効率
(養分回収率をパーセント表示/1971年から1985年にかけての平均値)

肥料投与	回収率 (パーセント表示)					
	窒素		リン		カリウム	
	カリフ種	ラビ種	カリフ種	ラビ種	カリフ種	ラビ種
窒素のみ	27	30	—	—	—	—
窒素とリン	26	30	11	21	—	—
窒素、リン、カリウム	36	39	20	25	66	69
窒素、リン、カリウム、フッ素、 イットリウム、マンガン	39	51	31	34	68	74

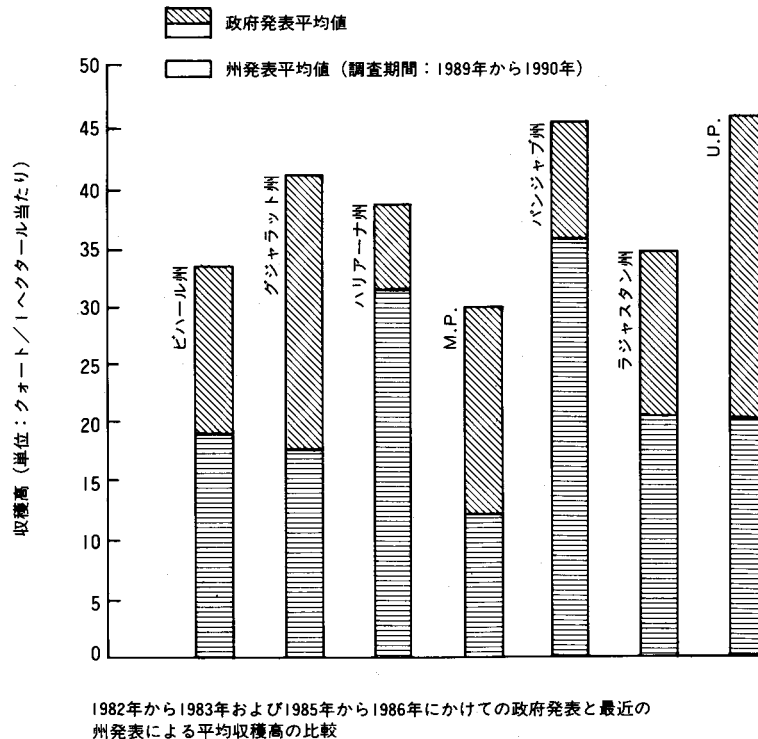
出展：バンデとサッホー、1989年。

(図5)

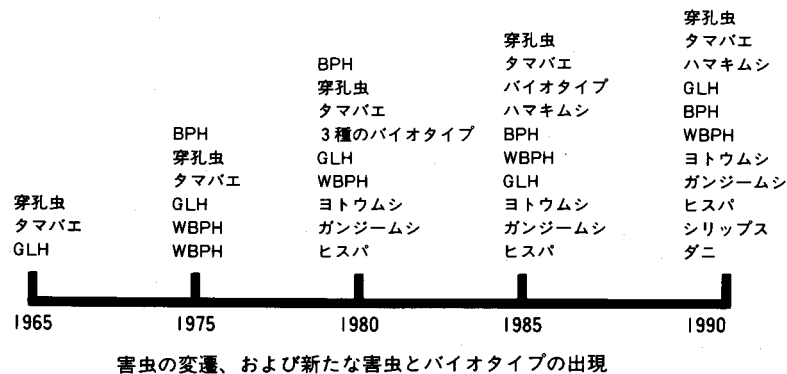


出展：パンジャブ州統計から抜粋
(チャンディガール：経済統計機構。調査年は複数)

(図6)



(図7)



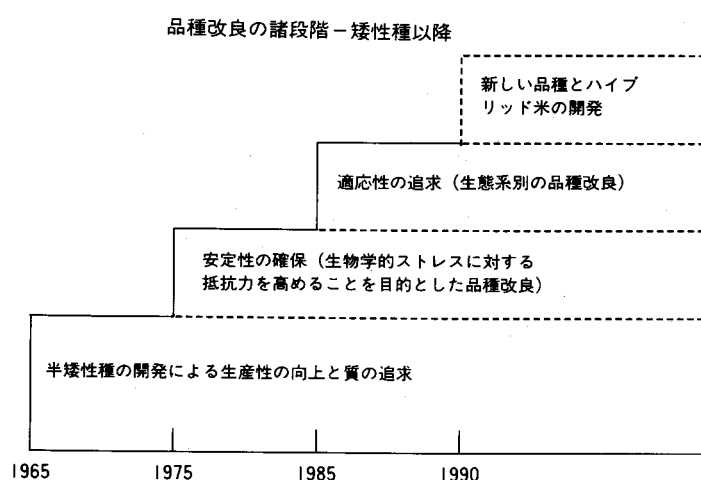
つかずのまま残っています。しかし、パンジャブ州やハリヤーナ州では、現行の農業形態で既に潜在的上限にかなり近いレベルの収穫を上げています。これらの地域には、増産の余地はあまり残されていません (図6 参照)。

f) ミクロ環境の変化と共に、害虫による被害にも変化が見られるようになりました (図7 参照)。生物学的および非生物学的ストレスは、集約的農業において重要な要素となったのです。このように、変化の多い動的な穀物生産体制に刺激を与え、それを維持してゆくには、やはり動的な農業研究体制が不可欠です。一

つ例を上げましょう。1965年以降、インドにおける米の品種改良の目的は大きく変わりました（図8参照）。私達は、明らかに遺伝子の組替えのためのより強力な道具を必要とするようになったのです。幸運なことに、現在、分子遺伝学がその道具の役割を果たしてくれています。

g) 水と鉍物性化学肥料の下でよく育つ品種を作り出すには、ロッキングしない性質を持たせることが不可欠だとの結論に基づいて、1955年に私はニューデリーにあるインド農業研究所で化学肥料に適応する小麦の品種を開発するための他面アプローチによる研究を開始しました。私が試みたアプローチは次の三つです。

(図8)



- エレクトイズ、つまり茎が丈夫だという性質を得ることを目的とした突然変異の誘発。
- インド矮性小麦として知られるトリティオウム・エスティウム亜種のスファエロコッカムを用いた品種改良。
- 茎の丈夫さを高めることを目的とした化学物質の投与。

これらのアプローチは三つとも期待したほどの成果を生みませんでした。1961年の初め頃、私はUSDAから送られてきた腐食病小麦の苗のサンプルの中に、背丈は短い、長い穂を持った矮性種を発見しました。USDAに確認してみると、これはメキシコ原産の品種であることが分かりました。さっそく、私はメキシコからN.E.ボーローグ博士をインドへ招き、彼を通じて数多くの新矮性種開発に必要な遺伝子サンプルを手に入れるよう関係団体に提案しました。ボーローグ博士は1963年インドを訪れ、その年の9月、多数の矮性種サンプルをインドに寄贈してくれました。ノーリン系の矮性化遺伝子を用いたインドにおける矮性小麦種の開発プログラムはこうして始められたのです。このプログラムのおかげで、1964年には1,200万トンだったインドにおける小麦の生産高は、1990年には5,500万ト

ンにまで成長しました。このような大幅な増産は収穫性の向上によるところが大きい。同時に技術、行政サービス、政策の各方面で策が講じられ、それらが相互に補いあったからこそ大きな進歩が可能となったのです。特に、産業関連評価と生産者主導の市場取引は効果的でした。

V. 継続的な生産性向上に向けての課題点

発展途上国では、農業用地はますます減りつつあります。より少ない土地、水、エネルギーからより多くの生産を上げる事が私達に残された唯一の道なのです。ですから、科学者達は遺伝子や農法を改良することによって収穫性を高める機会をうかがっています。例えば、国際半乾燥地帯穀物生産研究所（ICRISAT）では、ハト豆（カジャヌス・カジャン）の収穫性を品種改良によって高めることを目的とした世界初の研究が行われています。同研究所は1991年6月に、世界最初の改良ハト豆種であるICPH-8を発表しました。一方、インドで綿花の品種改良に取り組む科学者達は、20年前から手作業による去勢や受粉によってF-1種子を創ることによって品種改良を進めてきました。

米はアジアでもっとも重要な食用穀物です。したがって、後どれくらい米の収穫性を高めることが出来るかを考えることはアジアのために有益です。1990年には、世界全体で1億4,600万ヘクタールの土地から5億2,000万トンの米が収穫されました。これは27億人分の食糧に匹敵します。世界の米食人口は、西暦2000年までに32億、2020年までに43億に達すると予測されています。この需要の伸びに対処するには、米の生産量を西暦2000年までに6億トンに、2020年までに8億トンに増やさなければなりません。世界中で米作に当てられた土地の総面積は、1980年から1990年にかけて、増えもしなければ、減りもしませんでした。今後、米作面積が増える可能性はほとんど皆無です。それどころか、米作に適した土地が次第に都市化や工業化によって失われつつあるのが世界の現状です。

これまでの説明でもお分かりのように、米の増産は耕作面積の固定化、または減少といった条件下で達成されなければならないのです。1ヘクタール当たり現在3.5トンの平均米生産高は、西暦2000年までに4.1トンに、2020年までに5.5トンに引き上げられなければなりません。もし、私達が現存する田園の生産性を上げることが出来なければ、将来、米の耕作は不毛で変化に弱い環境にまで拡大され、地球の生態系に悪影響を及ぼすような事態に発展すると考えられます。米の生産性を伸ばすためには、収穫面でより潜在的能力と安定性が高い品種と、収穫を減らす事なく生産コストを下げることを可能にするような農業経営システムが必要です。

最新の改良品種では収穫の50パーセントがわら、残りの50パーセントがもみです。現在、フィリピンにある国際米穀研究所とインドのハイデラバードにある稲作研究理事会ではもみの比率が60パーセントとなるような新品种の開発に向けて研究が行われています。この新品种は、現在出回っている収穫性の高い品種より

20パーセントから25パーセントも高い収穫面での潜在能力を持つことになります。ですから、1ヘクタール当たりの生産性を向上させるのに役立つと思われます。もみとわらの比率を改善するため、穂は大きいが茎の数は少ない品種を創り出す研究が行われています。現在の高収穫品種は20本から25本の茎を生やしますが、穂を付けるのはその内の15本から16本に過ぎません。茎1本からは100から120のもみがとれます。

研究中の新品種では、茎の数が少なくなる一方、穂が大きくなり、1本につき250から300のもみを実らすことになっています。この研究の目的は、穂を付けない茎を持たず、大きな穂を支え、ロジングを引き起こさないような太く頑強な茎を持つ新品種を創り出すことです。ばらまき農法では、一株当たり茎5本から6本というのが理想的だと私は考えます。なぜなら、種もみのまき方次第で稲の生産密度を変えることが出来るからです。一方、移植農法向けに、10本から12本の穂を付ける茎を持つ新品種の開発が進められています（1991年、クーシュ G.S. 氏より直接得た情報）。

現在、様々な性質の遺伝子の供給源となる品種がつきとめられ、品種改良実験が進み、最初の数世代のサンプルが既に評価にかけられています。10年以内に収穫性が一段とアップした新しい米の品種が市場に出回ることを私は願っています。

収穫を安定させるには、新しい品種に様々な病気や害虫に対する抵抗力を与えなければなりません。現在、初期遺伝子プールから得られた抵抗力を高める遺伝子を新しい品種に移植する実験が続けられています。既に、野生種から得られた、遺伝的にまったくかけ離れた抵抗力を高める遺伝子が胚救出法によって栽培種に組み込まれています。二つ実例を挙げてみましょう。ブラウン・プラントホッパーという害虫および細菌性胴枯れ病に対する抵抗力を高める遺伝子はオリザ・オフィシナレス、ならびにO.オーストラリエンシスから移されたものです。非細菌性胴枯れ病に対する抵抗力を高める遺伝子は、O.ミヌークから移植されました。遺伝子工学の手法を使って創られた、まったく新しい抵抗力を高める遺伝子を米の胚種に組み込むことも試みられています。日本のプランテック研究所の島本博士は、バシラス・サリンジェンシスから採取されたBt遺伝子をクローン培養し、ジャポニカ種の米に移し換えることに成功しました。この改良種は穿孔虫の害に対して高い抵抗力を示します。イギリスのジョン・イネス研究所のロジャー・ハル博士とアメリカのワシントン大学のロジャー・ビーチ博士は、タングロ・ビールスのタンパク層の遺伝子をクローン培養しました。トランスフォーメーション技術を用いてこの遺伝子を米に移植する研究が現在進められています。この研究が実を結べば、タングロにたいして抵抗力を持つ新しい品種が誕生するはずです。

これまで大半の遺伝子の移植研究はジャポニカ種を使って行われてきました。インディカ種の原形質から稲を再生することが難しかったからです。しかし、IRRIのザパタ博士はIR58という普及インディカ種を原形質から再生する方法を確立しました。これにより、世界中の米の耕作面積の90パーセントを占めるインディ

カ種に、これまで存在しなかった新しい遺伝子を導入する道が開けたのです。

図9は、今まで述べたような研究開発がどのような変化を米の形態学的・生理学的特徴にもたらしたかを図示したものです。

図3は、過去数十年間にインドにおいてどれだけ米の収穫が改善されたかを示しています。インドの食糧生産が人口増加に追いつかれずに済んでいるのは、科学の進歩によって収穫の上限が継続的に引き上げられているためです。現在使われているような化学肥料を出来るだけ有機的なものに転換して、生態系の維持が可能な形で、収穫改善を続けていくことが今後、私達に課された課題です。

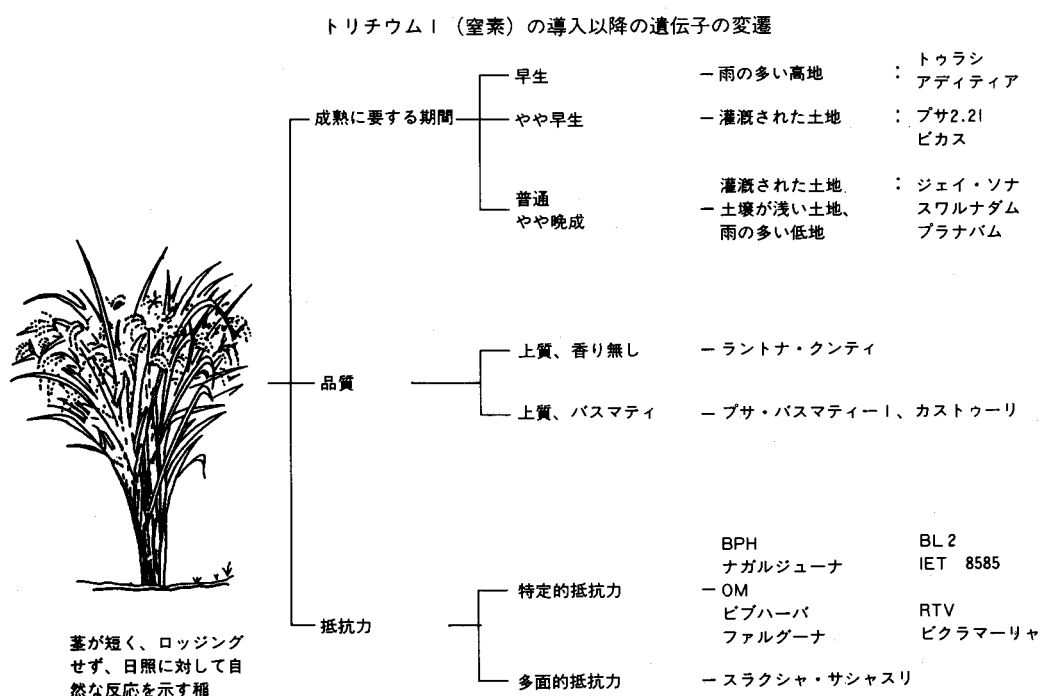
VI. 緑の地球のための緑の革命

生産性の向上によって生産力を高め、緑の革命をより多くの作物や農法に拡大してゆくことが生態系、経済の両面から、中国やインドのような人口過密国に求められています。しかし、生産性の向上を経済面だけでなく、生態系の面からも持続可能なものとするには、次に述べるような点に留意する必要があります（1991年、スワミナタン）。

1. 土地

生物学的潜在能力と生物学的多様性によって、土地を保全地域、復元地域、持続可能な集約地域の三つに分類することが出来ます。農業以外の目的のために、持続可能な集約化に適した土地を分割することは、法律で禁止すべきです。このような土地は、継続的な土壤健康度チェックの対象とされるべきだと私は考え

(図9)



ます。一般には荒れ地とか低級地と呼ばれることが多い、生物学的潜在能力が低下した土地の土壌改善は、復元エコロジーの原理を応用することによって進められるべきです。生物学的多様性に富んだ保全地区は、自然のままの純粋な形で守らなければなりません。

2. 水

地表および地下水資源を持続可能な形で利用して行くためには、節水、公平な水の分配、および効率的な水利用が大切です。河川水、雨水、地表水、海水を共同で適切に利用し、下水や工業排水をリサイクルして再利用するための総合的な政策が求められています。

3. エネルギー

目標とする収穫を達成するには、再生可能なエネルギーと再生不可能なエネルギー資源を適切な割合で併用するための総合的なエネルギー利用システムが必要とされています。

4. 養分の補給

インドの大地は、一般に「ひからびて」いるだけでなく、「栄養不足」です。生産するためには養分の投入が必要な土壌なのです。したがって、養分の投入自体を減らす必要はありません。私達が減らさなければならないのは、市場に出回っている化学肥料の使用量です。この点から、総合的な養分補給システムが重要となるのです。手軽に始められる総合的養分補給システムの具体的なものとしては、輪作、緑肥、バイオ肥料などが挙げられます。堆肥と腐食土を大いに活用したバイオダイナミック・システムは、土壌の構造と肥沃度を改善するのに役立ちます。

5. 遺伝子の多様性

遺伝子の多様性と耕作地特定品種は、生産性を持続可能な形で高めるためになくてはならないものです。伝統農業は、数多くの品種を、多くの場合女性が同じ場所で耕作し続けることによって、遺伝子の変異性を保持してきました。近代農業の特徴である遺伝子の同質性は、生物学的ストレスに対する抵抗力を衰えさせるものです。農民の参加の下に品種改良実験を行うことにより、伝統農業技術と最先端農業技術を望ましい形で融合することが出来るはずです。収穫の安定をもたらす作物および品種の多様性は、このような共同作業の中から生まれると私は思います。

6. 病虫害への対策

雑草、害虫、病原体の抑制は、熱帯農業における最大の課題の一つです。ここでも、限定された耕作地向けの総合的な駆除、予防システムの開発および導入が必要とされています。化学物質から作られた殺虫剤の使用をなるべく減らし、殺虫剤に対して抵抗力を持つ害虫の出現を防ぐために、自然界にいる害虫の天敵を保護しなければなりません。ニームなどから抽出された園芸用殺虫剤の使用を促進する必要もあります。様々な生物学的、非生物学的ストレスに対する抵抗力を持つ品種を生み出すために、遺伝子の多様性を保護し、うまく活用しなければな

らないのです。この点で、選択的に作用する微生物殺虫剤は大変に有望視されています。一例として、バシラス・サリンジエンシス (Bt) が挙げられます。トランスジェニック技術のおかげで、Bt毒素をいくつかの品種に移植することが出来るようになったのです。遺伝子工学の病虫害対策への応用は急速に進んでいます。しかし、植物が自らを守るために合成する「自然殺虫剤」が人体に害を与えないよう気を付ける必要があります。微生物殺虫剤のテストの際には、この点を考慮しないといけません。

7. 収穫後処理

植物の全面的利用、および現存する農業資源から付加価値を持った製品を開発することは、収入を増やし、栄養補給を保ち、消費者の支持を得るために欠かせません。生産技術と収穫後処理技術の釣り合いがとれていない場合には、生産者、消費者のいずれも生産面での進歩の恩恵を享受出来ないのです。乾燥、貯蔵、マーケティングの技術は、再生不可能なエネルギー資源を大量に消費しないだけでなく、食用穀物やその他の農作物に量的、質的な損失が生じることを防ぐようなものでなければなりません。マイコトクシンや細菌性の食物感染症は、しばしば大きな社会問題となります。これを防ぐため、私達は、食糧の貯蔵と流通の質により一層の注意を払う必要があります。食物感染症の迅速な診断には、核酸検査および単一クローン抗体が役に立ちます。ですから、この分野における研究、訓練に今以上に資金をつぎ込むことは、意義深いことだと私は思います。

8. システム・アプローチ

一般に、土地、水、エネルギー、資金が相乗効果を上げるような形で組み合わせられたときに、生態的、経済的な持続性が高められるということが出来ます。農業、畜産業、造林業、養魚業全般に注意を払うようなシステム・アプローチこそが、より多くの仕事口と収入を生み出し、同時に土壌の健康を守る助けになると私は思います。

9. 地域限定型の研究開発

参加型の研究開発は持続性の前提条件です。参加型の研究開発を実現するには、科学者と農民が新しい技術の開発と普及においてパートナーとなりうるような新しい研究体制が不可欠です。そのような体制が出来て始めて、私達が生態系の扶養能力の範囲内で自国、および世界の食糧供給を守り、増やしていくことが可能となるのです。農業において、持続性を促進するのに適したやり方は一つしかありません。それは、「国全体のことを考え、地域で計画し、実践する」ことです。

土地所有が細分化されている昨今では、村、流域、灌漑地区といった一定地域内の全ての農家が一致協力しないと、ここまで述べたような持続性に関する原則を実行に移すことは出来ません。一つ例を挙げてみましょう。IPM手法による稲や綿花の害虫駆除です。この手法は何年も前から知られていたのですが、小規模農家間のグループ協力が望ましい形で推進されなかったため、まだあまり普及していません。生態系の維持が可能な範囲内で生産性を継続的に高めてゆくには、

表 2

害虫に悩まされている地域における主な米の害虫による被害の規模

	なんら害虫対策がとられ なかった場合の被害例		平均収穫量 (単位: キログラム 1ヘクタール当たり)		収穫における損失 (単位: パーセント)
			害虫対策あり	害虫対策無し	
	D.H. (単位: パーセント)	W.E. (単位: パーセント)			
穿孔虫 (ワランガル)	39.3	26.3	3609	652	81.9
	新芽損傷 (単位: パーセント)				
タマバエ (サンバルプール)	83.2		3005	163	94.6
ブラウン・ ブラントホッパー (マルテル)	輪型食い荒らし		4504	623	86.2

D.H.: 芯まで、W.E.: 白枯れ

技術革新と同じくらい、地域社会の組織化が重要です。

熱帯諸国において、害虫による作物への被害は深刻な問題です。何らかの手段で作物を害虫から守らなければ、損失は大きなものとなってしまいます (表2参照)。DNAの組み替えによって、害虫に対する抵抗力を持った遺伝子を野生種から栽培種へ移し換える方法をもっと研究しなければならないのは、この理由からです。私達は、生態系を持続出来るような農業を育成することを目的に特殊化した遺伝子プールを確立しなければなりません。

養分を例にとって話を進めましょう。現在インドでは一年間に約2,300万トンの窒素、リン、カリウムが農作物によって土壌から運び去られていると推定されています。一方、鉱物性化学肥料の形で土壌に返還されている窒素、リン、カリウムは年間で約1,250万トンです。残りの窒素、リン、カリウムの補充は、有機肥料や生物学的な窒素の定着によって行われなければなりません。セスバニア・ロストラータのような緑肥に適した、茎の結節性が高い農作物品種が現在、市場に出回っていますが、これらは約45日間で1ヘクタール当たり約60キログラムの窒素を土壌に返還する能力を持っています。もし日照の影響を受けないように改良がなされれば、これらの品種を主要作物の種蒔き時期を遅らせることなく、輪作のサイクルに組み込むことが出来ます。

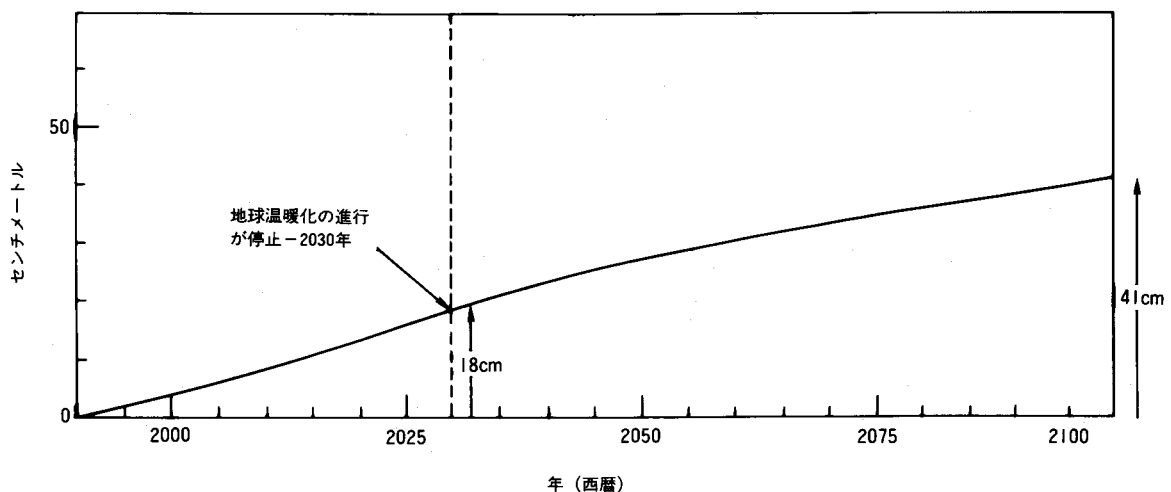
土壌の健康度チェックは、持続可能な農業にはなくてはならないものです。一つ例を挙げましょう。インドのパンジャブ州では、1960年代後半にはリンを土壌に施しても何も効果が上がりませんでした。しかし、新しい小麦品種の普及によって収穫が伸びてからは、リンは不可欠の養分となったのです。その後、亜鉛の欠乏が広範な地域で確認され始めました。続いて、小麦のマンガン、硫黄欠乏症が出現しました。このようにして、私達は変動する土壌の問題を抱えるようになったのです。今日、農民はそれぞれの地域に合ったアドバイスを必要としています。気象、経営、マーケティングに関する情報をコンピューターを使って一まとめに

して提供するシステムは、小規模な耕地を耕す人々にとって役立つでしょう。持続可能な農業のための遺伝子農園は、市場に出回っている化学肥料を農園から得られる有機肥料に転換させていこうとする研究の中で使われる遺伝子プールの形成に役立つと思います。現在、M. S. スワミナタン研究財団のN. I. バビロフ生物学的多様性研究および訓練所は、このような目的のために特殊化した遺伝子農園をインドのマドラスに建造中です。

私達は、伝統的技術と最先端技術を融合する試みを、速やかに推進する必要があります。農業にとって特に重要な最先端技術分野は、バイオ・テクノロジー、宇宙工学、情報工学、経営工学です。さらに、技術の開発および普及において貧しい人々を優遇しなければなりません。インドのボンディチェリー地域で私達が着手した「バイオ・ビレッジ」計画は、貧しい人々への貢献を目的としています（1991年、スワミナタン）。

施設の整った遺伝子改良センターでの対策研究に加え、消費者の要求、加工方法、気温、降雨量、B紫外線の放射量、平均海面の変化に対応することを目的とした予測的研究が必要とされています。平均海面の上昇を例にとってみましょう。将来、ある程度平均海面が上昇することは疑うべくもありません（図10参照）。

(図10)



2030年に地球温暖化の進行がくい止められた場合の平均海面の上昇率。グラフの曲線は、2030年にそれまで大気に排出され続けていた温暖化ガスに歯止めがかけられ、地球温暖化にブレーキがかけられたとの想定による。

世界の60パーセント以上の人々は、海岸から60キロメートル以内に生活しています。マングローブ林、サンゴ礁、海草、その他の動植物からなるマングローブ生態系は、嵐や浸食に対する自然の盾の役目を果たすものですが、残念ながらこの盾は失われつつあります。マングローブ生態系は、陸地と海の架け橋であるだけでなく、遺伝子工学によって他の種に移植が可能な遺伝子の貴重な供給源です。国際熱帯木材機関を通じた日本政府の惜しみない援助によって、マングローブ固有種の遺伝子を保存する施設を地球規模でネットワーク化するプランが実行に移されました。インドのタミール・ナダ州では、インド政府バイオ・テクノロジー庁の財政援助によって、平均海面の上昇に対処するための遺伝子保存センターが既に設けられています。さらに、ビジョンを持った日本の科学者達の提唱により、沖縄に本部を置く国際マングローブ生態系協会（ISME）が設立されました。小さなステップですが、これらの活動は海岸部の生物学的財産が失われるのを防ぐのに役立つでしょう。

Ⅶ. 技術と自然の調和のために

技術の開発と普及におけるシステム・アプローチの必要性がはっきりと理解されれば、技術と自然が調和した形で農業を行うことが可能です。天然資源の持続可能な形での利用を確固としたものとするためには、適切な政策も必要です。多くの場合、このような多面的計画および行動が研究開発部門に求められています。

今日、世界の全ての国々は、科学や技術の研究機関を生物学的生産性を持続可能な形で向上させる目的の下に組織化する必要に迫られています。この新しい組織では、独立した研究所、大学の研究室、政府機関、公共団体、民間企業が交響楽団のメンバーのようにハーモニーを奏でなければなりません。

この組織は、持続の可能性の指針となるようなものを標準化し、短期、長期の目標を設定することに努めるべきです。損失には取り戻せるものもありますが、種や生態系などは一度失われると二度と復元できないのです。4000年以上も前に書かれた「アサルバ・ベダ」の第12章にも、次のように記されています。

「ああ、地球よ。汝を掘って得たものは、すぐにまた生える。しかし、私は汝の急所や心臓を突き刺したりはしない。」

自然の極めて重要な部分が損なわれることのないように保護する責任を、この組織は担うことになるでしょう。生態系の扶養能力という概念は時と共に移り変わってきています。数世紀前、まだ土地に対する人口圧力が低かった時代には、焼畑農業は全く問題のない、持続可能な土地利用法でした。しかし、焼畑は現在では問題です。伝統の英知と最先端技術の粋を融合させるような農民参加型の研究を進めることは、生物学的な生産性を持続可能な形で向上させることを目的とした新組織の主要な役割の一つです。

1968年1月、インドの農業が大きく変わろうとしていたのを目の当たりにした私は、インド科学会議の農業科学分科会の座長挨拶で次のように述べました。

「伝統的農業に導入する一つ一つの新しい技術がどのような結果をもたらすかを正確に把握せず、研究、訓練面でのしっかりした基礎固めなしに、生産効率を追求する農業を推し進めたなら、長い目でみれば、繁栄どころか、災害を農業にもたらすかも知れません。」

これは、本田財団とその先見の明を持った創立者、故本田宗一郎氏が世界に広めようとしたメッセージでもあります。手遅れになる前に、私達はこの点を考慮しなければなりません。エコロジー、均衡、経済の原則に基づいて、伝統的農業技術と最先端農業技術を融合することにより、一度に農家の生活基盤と農場の生態系基盤の両方を改善する新たなチャンスを生み出すことが出来るのです。このアプローチさえあれば、私達は持続可能な形で飢餓を終わらせることが出来ます。このチャンスを生かすことが、故本田宗一郎氏に対し、私達が贈ることの出来る最高のはなむけです。私達夫婦は、本田賞の賞金をこの目的のために活用することに決めました。

参考文献

1968年 M. S. スワミナタン

スピーチ：「ベラナシにおける第55回インド科学会議議事録」P. 1-14

1987年 M. S. スワミナタン

「国内的、国際的な食糧の確保に向けて：食糧生産の世界的側面」M. S. スワミナタンとS. K. シンハ共同編集、タイクロー・インターナショナル（オックスフォード）刊。P.417-449

1991年 M. S. スワミナタン

「ストックホルムからリオデジャネイロまで：持続可能な農業への道」M. S. スワミナタン研究財団（マドラス）刊。研究論文第4集（全68ページ）。

1991年 M. S. スワミナタン（編集）

「未知の世界を切り開く：農業におけるバイオ・テクノロジー」

本田財団レポート

No. 1	「ディスカバリーズ国際シンポジウム ローマ1977」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭53.5	No. 36	「第3世代の建築」 ㈱菊竹清訓建築設計事務所主宰 菊竹清訓	昭58.7
No. 2	異文化間のコミュニケーションの問題をめぐって 東京大学教授 公文俊平	昭53.6	No. 37	「日本における技術教育の実態と計画」 東京工業大学名誉教授 斎藤進六	昭58.8
No. 3	生産の時代から交流の時代へ 東京大学教授 木村尚三郎	昭53.8	No. 38	「大規模時代の終り—産業社会の地殻変動」 専修大学経済学部教授 中村秀一郎	昭58.8
No. 4	語り言葉としての日本語 劇団四季主宰 浅利慶太	昭53.10	No. 39	「ディスカバリーズ国際シンポジウム ロンドン1983」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭58.9
No. 5	コミュニケーション技術の未来 電気通信科学財団理事長 白根禮吉	昭54.3	No. 40	日本人と木の文化 千葉大学名誉教授・千葉工業大学教授 小原二郎	昭58.10
No. 6	「ディスカバリーズ国際シンポジウム パリ1978」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭54.4	No. 41	「人間と自然との新しい対話」 ブラッセル自由大学教授 イリヤ・プリゴジン	昭59.2
No. 7	科学は進歩するのかわ化するのか 東京大学助教授 村上陽一郎	昭54.4	No. 42	「変化する日本社会」 大阪大学教授 山崎正和	昭59.3
No. 8	ヨーロッパから見た日本 NHK解説委員室主幹 山室英男	昭54.5	No. 43	ベルギー「フランドル行政府産業使節団」講演会 「新しい情報秩序を求めて」	昭59.7
No. 9	最近の国際政治における問題について 京都大学教授 高坂正堯	昭54.6	No. 44	電気通信大学教授 小菅敏夫	昭59.7
No. 10	分散型システムについて 東京大学教授 石井威望	昭54.9	No. 45	「アラブの行動原理」 国立民族学博物館教授 片倉ともこ	昭59.10
No. 11	「ディスカバリーズ国際シンポジウム スtockホルム1979」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭54.11	No. 46	「21世紀のエネルギーを考える」 イタリア国立エネルギー研究機関総裁 ウンベルト・コロombo	昭60.1
No. 12	公共政策形成の問題点 埼玉大学教授 吉村 融	昭55.1	No. 47	「光のデザイン」 石井デザイン事務所 石井幹子	昭60.7
No. 13	医学と工学の対話 東京大学教授 渥美和彦	昭55.1	No. 48	「21世紀技術社会の展望」 第43回日経ハイテクセミナー	昭61.1
No. 14	心の問題と工学 東京工業大学教授 寺野寿郎	昭55.2	No. 49	「星をつぶす法」 文部省宇宙科学研究所所長 小田 稔	昭61.5
No. 15	最近の国際情勢から NHK解説委員室主幹 山室英男	昭55.4	No. 50	「ひまわりVA太陽光は人間の生活にどう役立つか」 慶応義塾大学教授 森 敬	昭61.5
No. 16	コミュニケーション技術とその技術の進歩 MIT大学教授 イシエル デ ソラ プール	昭55.5	No. 51	「エコ・テクノロジーの宇宙的観察」 コーネル大学天文学および宇宙科学教授 カール・セーガン	昭62.2
No. 17	寿命 東京大学教授 吉川俊之	昭55.5	No. 52	「人間はどこまで機械か」 東京大学教授 古川俊之	昭62.2
No. 18	日本に対する肯定と否定 東京大学教授 辻村 明	昭55.7	No. 53	「中国人とどのようにおつきあいすべきか」 東京外国語大学教授 中嶋嶺雄	昭62.2
No. 19	自動車事故回避のノウハウ 成蹊大学教授 江守一郎	昭55.10	No. 54	「舞台の奥のヨーロッパと日本」 演出家 寺崎裕則	昭62.5
No. 20	80年代—国際経済の課題 日本短波放送専務取締役 小島章伸	昭55.11	No. 55	「日米関係の現状と展望」 経団連特別顧問 大河原良雄	昭62.5
No. 21	技術と文化 IVA事務総長 グナー・ハンベリユース	昭55.12	No. 56	「私の半導体研究」 東北大学教授 西澤潤一	昭63.1
No. 22	明治におけるエコ・テクノロジー 山本書店主 山本七平	昭56.5	No. 57	「生物学者の科学的責任」 コレージュ・ド・フランス名誉教授 ジャン・ドーセ	昭63.4
No. 23	西ドイツから見た日本 電気通信大学教授 西尾幹二	昭56.6	No. 58	「最近の宇宙論をめぐって」 上智大学教授 柳瀬睦男	昭63.3
No. 24	中国の現状と将来 東京外国語大学教授 中嶋嶺雄	昭56.9	No. 59	「科学・技術研究の国際的規模：その展望と考察」 ローマ大学教授 バオロ・マリア・ファゼラ	平1.7
No. 25	アメリカ人から見た日本及び日本式ビジネス オハイオ州立大学教授 ブラッドレイ・リチャードソン	昭56.10	No. 60	「温室効果による地球環境の変動と対策」 中央大学理工学部教授 安藤淳平	平1.9
No. 26	人々のニーズに効果的に応える技術 GE研究開発センターコンサルタント ハロルド チェスナット	昭57.1	No. 61	「組織の進化論」—企業及び軍事組織における進化— 一橋大学商学部教授 野中郁次郎	平2.3
No. 27	ライフサイエンス ㈱三菱化成生命科学研究所人間自然研究部長 中村桂子	昭57.3	No. 62	「ファジー理論の誕生と進化」 カリフォルニア大学バークレー校教授 ロトフィ・アスカ・ザデー	平2.9
No. 28	「錬金術 昔と今」 理化学研究所地球化学研究室 島 誠	昭57.4	No. 63	「遷都問題について」 通産省工業技術院 国際研究協力課長 八幡和郎	平2.12
No. 29	「産業用ロボットに対する意見」 東京工業大学教授 森 政弘	昭57.7	No. 64	「クリーンエネルギーとしての水素利用」 東海大学工学部 応用物理学教授 内田裕久	平2.12
No. 30	「腕に技能をもった人材育成」 労働省職業訓練局海外技術協力室長 木全ミツ	昭57.7	No. 65	「地価インデックス債による土地問題の解決」 一橋大学経済学部教授 野口悠紀雄	平3.1
No. 31	「日本の研究開発」 総合研究開発機構(NIRA)理事長 下河辺 淳	昭57.10	No. 66	「宇宙のひとかけら」としての人間の視座」 松下技研㈱主幹研究員 佐治晴夫	平3.4
No. 32	「自由経済下での技術者の役割」 ケンブリッジ大学名誉教授 ジョン F. コールズ	昭57.12	No. 67	「建築と自然」 シュツツガルト大学軽量建築研究所教授 フライ・オットー	平3.5
No. 33	「日本人と西洋人」 東京大学文学部教授 高階秀爾	昭58.1	No. 68	「先端科学技術と経済成長」 東京大学 先端科学技術研究センター教授 竹内 啓	平3.7
No. 34	「ディスカバリーズ国際シンポジウム コロンバスオハイオ1982」報告 電気通信大学教授 合田周平	昭58.2	No. 69	「自然界におけるゆらぎ、フラクタルおよび秩序」 東京大学理学部教授 鈴木増雄	平3.9
No. 35	「エネルギーと環境」 横浜国立大学環境科学研究センター教授 田川博章	昭58.4	No. 70	「エコ・テクノロジーと飢餓の克服」 国際マングロープ生態系協会会長 M.S.スワミナタン	平4.4