

熱研資料 No.83
研究技術情報 No.12
ISSN - 0917 - 0464

Tech. Doc.
TARC No.83
1991

持続的農業生産

—国際農業に関する研究戦略—

志村 英二
稜川 信弘

平成 3 年 3 月



農林水産省
熱帯農業研究センター

Technical Document of TARC No. 83, 1991

Translated by :

Eiji Shimura and Nobuhiro Haraikawa

Sustainable Agricultural Production : Implications for

International Agricultural Research

Author : Technical Advisory Committee of Consultative

Group on International Agricultural Research

Tropical Agriculture Research Center

所 長 都 留 信 也

編集委員長 大 野 芳 和

編集委員 小林 登史夫, 日 高 輝 展, 山 口 武 夫

村 田 伸 夫, 蘭 道 生, 尾 和 尚 人

持続的農業生産

国際農業に関する研究戦略

農林水産省熱帯農業研究センター調査情報部

志村英二・萩川信弘共訳

英語版原報告書に関する情報

原著名: FAO RESEARCH AND TECHNOLOGY PAPER 4 Sustainable Agricultural
Production: Implications for International Agricultural Research
(国連食糧農業機関研究技術報告4「持続的農業生産: 国際農業研究への提言」)
Author: Technical Advisory Committee of Consultative Group on Inter-
national Agricultural Research
出版所: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (国際
連合食糧農業機関)
出版年: 1989年

出版許可: 以下の文章を掲載することを条件として出版が許可された。

Ref.551/GIPE/90

4 October 1990

This Paper was issued in English in 1989, by the Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO). This Japanese translation has been prepared by Tropical Agriculture Research Center(TARC) and FAO declines any responsibility there-fore.

Keith Richmond

Chief Editor

FAO Publications Division

Via Delle Terme di Caracalla 0010 Rome, ITALY

(この報告書は、1989年にFAOによって英文で出版されたものである。この日本語訳は農林水産省熱帯農業研究センターによって出版されたものであり、FAOは何等の責任も有していない。FAO出版局編集長ケイト・リッチモンド)

訳者序

世界的な食糧危機の時代に対応して、1960年代から70年代にかけて多くの国際農業研究センター（IARCs）が設立され、発展途上国が必要とする農業研究を進めてきている。1971年には、これらの研究センターを支援し統括するために国際農業研究協議グループ（CGIAR）が資金拠出国および関係機関によって設立された。

国際農業研究センターでは、5年ごとに外部の専門家による研究レビューが行われ、研究の優先順位の見直しと、研究戦略の更新が行われている。今回のレビューは、1990年代および21世紀を見通した研究方向の確定と銘打って、CGIAR組織内部の技術諮問委員会（TAC）の委員を中心に検討が進められてきた。この検討結果を踏まえて、1988年に入ってからTAC報告書「持続的な農業生産（Sustainable Agricultural Production）国際農業研究への提案」が作成され、1988年5月のベルリンでのCGIARの会議に提出された。この会議での検討を経て、1989年には中間報告書「CGIARにおける持続性関連研究：その現状と将来」が作成され、1989年5月のキャンベラでの会議の討議資料に供された。さらに、1989年11月には、パリでCGIARと非CGIAR系の機関からの代表による会議が開催され、これら一連の討議を経たうえで1990年1～2月にはTACの代表者による取りまとめが行われ、1990年5月のハーグでの会議に21世紀の国際農業研究戦略に関する最終報告書が提出された。

ここに訳出した報告書は、これらの一連の国際農業研究戦略に関する国際会議のたたき台とされた1988年のTAC報告書（内部資料）に修正が加えられてFAOから出版されたものである。この報告書には、「持続的な農業生産」というCGIARの新しい研究戦略の中心課題に即して、21世紀を展望した農業分野の研究戦略に関する主要な論点が化粧直しをされない形ですべて出揃っている。このため、この報告書は、我が国の国際的な農業研究協力、あるいは海外技術協力を考える上で大きな意味を持つものと考えられる。

日本語訳については、熱帯農業研究センターの大野芳和調査情報部長および浜村邦夫研究技術情報官を初め多くの方々のお校閲をいただいた。また、原稿の整理、ワープロ化については同研究センターの非常勤職員である沢田一子さんに大変ご苦労いただいた。翻訳に関してまったくの素人である私達が、曲りなりにも一応の完成を見ることができたのは以上の方々の献身的な協力によるものであり、ここで改めて心から感謝の意を表したい。

1991年1月31日 共訳者

目 次

序 文	5 - 6
要 約	7 - 16
第 1 章 持続的農業生産の必要性	
1. 1 序文	17
1. 2 持続性についてのCGIARの関心	17
1. 3 持続性 (Sustainability) の概念と目標	18 - 19
1. 4 環境の悪化と持続性	19
1. 5 誰が得, 誰が失い, 誰が支払うのか	20
1. 6 現状と将来への考察	20
1. 7 外部資材の投入	21
1. 8 異なる環境下での生産力	21
1. 9 森林資源と放牧地	22
1. 10 砂漠化	22 - 23
1. 11 農業生産の動向	23 - 24
1. 12 需要の拡大	25
1. 13 需要を満たすための諸問題	
1. 13. 1 土地利用の制限	25 - 26
1. 13. 2 増収を続けることの難しさ	26 - 27

第 2 章 持続性の決定要因

2.1	総合的な研究方法の必要性	28
2.2	新たな生産システム	28 - 29
2.3	生物学的決定要因	
2.3.1	作物および家畜の遺伝資源と改良	29
2.3.2	作物病害虫	29 - 31
2.3.3	家畜の健康と栄養	31
2.4	物質的決定要因	
2.4.1	土壌	32 - 35
2.4.2	水	35 - 36
2.4.3	大気	36 - 38
2.4.4	危険な化学物質	38 - 39
2.4.5	エネルギー	39 - 41
2.5	社会経済的および法的な決定要因	
2.5.1	活力ある農業発展の必要性	41
2.5.2	農業にとって不利な経済政策	41 - 42
2.5.3	不十分な社会的基盤と市場問題	42 - 43
2.5.4	不十分な投資と信用組織	43
2.5.5	研究、普及、教育体制の問題	44 - 45
2.5.6	土地保有に関する問題	45 - 46
2.5.7	不適切あるいは不当な法律と規制	46

第 3 章 持続性関連研究に対する国際農業研究センターの貢献

3.1	序文	47
3.2	総合的対応	47
3.3	新たな生産システム	47 - 48
3.4	生物学的決定要因	48 - 49
3.5	物質的決定要因	49 - 50
3.6	社会経済的決定要因	50
3.7	将来の方向	50

第 4 章 CGIAR組織内における持続性関連の研究戦略

4.1	挑戦に対する反応	51 - 52
4.2	持続性の将来展望に関する研究	52 - 53
4.3	長期間の持続性の測定	53 - 54
4.4	研究のバランス	54 - 55
4.5	短期および長期目標	55
4.6	資材投入の水準	56 - 57
4.7	持続性と公平さ	58
4.8	生産システムの改良	58 - 60
4.9	生物工学における進歩	60 - 61
4.10	政策研究	61
4.11	各国の農業研究機関との関係	62
4.12	研修計画	62
4.13	発展途上国の役割	62
4.14	CGIAR組織内外の研究機関との協力	63
4.15	研究ニーズと関連資源	64 - 65
4.16	結論	65

序 文

この報告書は、国際農業研究協議グループ（CGIAR）による1985年のレビューにおける技術諮問委員会（TAC）の報告書、「CGIARの優先順位と将来戦略」を発端としている。このレビューにおいては、農業生産の持続性（Sustainability）に関して継続的に注意する必要があるとされた。

CGIAR系の各センターの研究の多くは、従来から持続的な農業生産システムに貢献するような技術開発に関心を示してきた。しかし、1987年に発行されたCGIARの優先順位と将来戦略に関する報告書において、TACは持続性の概念を敢えて強調することが必要であると提案した。CGIARはこの提案を承認すると同時に、その達成方法についてさらに検討するようTACに要請してきた。

当委員会はその役目に応ずることを同意し、このような包括的な報告書をつくることにした。その内容は、農業生産システムにおける持続性の問題の特徴づけると同時に、これらの問題に焦点をあてたCGIARの戦略についての勧告を行おうとするものであった。CGIAR組織内外の国際農業研究センター（IARCs）は、この問題についてそれぞれの分野の情報を提供するように求められた。FAOや国連環境計画（UNEP）などの国際機関も意見を述べるよう要請された。

報告書の草案はTACが検討し、各センターの所長と理事長に回覧した。草稿はまた、1987年10月のセンター週間の間にCGIARの各メンバーにも回覧した。さらに、資源保存と環境問題について関心を示しているいくつかの他の組織にも、レビューと意見を求めるために草稿を送った。

1988年の1月中旬、TACはローマで3日半かけて持続性に関する研究会を主催した。CGIARの資金拠出国から4名、CGIAR組織内外の国際農業研究センターから8名、FAO、UNEP、世界銀行などの国際機関から6名、各国の農業研究計画組織から5名、合計23名の参加者があった。また、TACの6名のメンバーと議長も出席した。参加者はそれぞれ私的な立場で出席した。TACは最終報告書に対してなされた彼らの貢献に対して敬意を表するとともに、この集会を主催したFAOに感謝の意を表するものである。

この報告書は、CGIARとそれが国際農業研究において果たしている役割を説明することを目的にしたものであった。しかし、問題の多くはCGIAR系の研究機関だけ、あるいは農業研究だけによって解決できないことは明らかである。そのため、この報告書はCGIARの役割に焦点を当ててはいるが、第三世界の各国政府およびその研究・開発組織が農業の持続性に対して大きな責任を持っていることを強調している。また、発展途上

国と先進工業国ともに農業の持続性に関して深刻な問題に直面していることを強調している。さらに、2国間および多国間協力の資金拠出国が、発展途上国に対する農業の持続性に関係した援助計画に高い優先順位を与えるよう勧めている。

この報告書をCGIARは、ベルリンにおける1988年の中間検討会において検討した。その時に、ブルントラント報告「我々の共通の未来」の概要や、環境問題に関する世界委員会報告も検討の素材として提出された。ここで、CGIARはTACの持続性に関する動的な定義を承認した。この報告が作られた過程は、その内容と同様に推奨に値するものである。

以下の相互に関係した諸問題がCGIARによる検討の中で主要なものであった。

- 1) 各センターの基本計画に対して具体的な指針を準備すること。
- 2) これらの計画に基づいて行われる各センターの研究を保証するシステムを構築すること。
- 3) 地域的な多様性を持つ持続性の問題を解決するために必要な各国の役割と、それを果たするために必要な支援の内容を明らかにすること。

CGIARは、組織の使命に係わる課題として持続性を再び強調する。持続性に関する問題は、組織の全体においてさらに突っ込んだ戦略的な検討を加える必要性のあることが明らかにされた。

この報告書の追録として、CGIAR系と非CGIAR系センターの持続性の問題に関する見解の要約が示されている。つまり、そこでは各センターが現在これらの問題に対して何をしようとしているか、また何を加えるべき研究活動と考えているかを示している。また、CGIAR系と非CGIAR系センター間の研究協力の可能性についても示している。これらのものは、国際農業研究センターが持続性の問題をどのように捉えているかということ洞察するための素材を提供している。

当委員会は、この報告書をすべて準備したTACの小委員会に感謝の意を表す。この小委員会はヨーク博士を委員長とし、ビット博士、ナヘル氏によって構成された。また、オディアンボ氏、アーノルド博士の両名が後から参加し、最終原稿の作成に貢献した。

TAC委員長 アレックス・マッカラ

要約

CGIARの主要な目的は当初より発展途上国における食糧生産を増加させることであり、これまで支援してきた仕事の多くは将来の世代のために生産を持続することに関係してきた。

CGIARの優先順位と将来戦略の研究において、「持続的 (Sustainable)」という表現を組織の計画目標に含めるべきであり、センターの将来的任務において持続的な生産システムを強調すべきであるとTACは勧告した。この報告書の中で、TACは持続性を脅かしている状況を調査し、国際研究がより効果的に行われる方法に関して検討したうえで、センターの将来の研究についての勧告を行っている。

持続性に関するTACの定義

持続性の辞書の定義は、「継続的に努力し続けながら、倒れないように持ちこたえる能力」である。このような定義によれば、一定の生産力水準を保つことができる限りその農業システムは持続的 (Sustainable)であると言えることになる。

これは持続性に関する静的な概念である。しかし、持続性は動的な概念で取扱うべきであり、着実に増加を続けている人口と需要の変化への対応も含める必要がある。静的な意味では、多くの伝統的な農業生産システムは、数世紀にわたって生産が継続的でしかも安定性を保つ能力があったという意味で持続的であった。しかし、人口増加と需要の変化によって、生産システムの変更が強制され、自然資源の浪費が進行してきている。

このような意味から、持続的な農業は、人類の需要の変化を満たしながら農業資源を上手に管理することと、環境の質を維持・向上させ自然資源を保存することを含むべきである。

農業生産の動向

このように特徴づけてみると、持続性とは農業生産の過去および現状の動向に基づいて考えるべきものである。

発展途上国における食糧生産という観点から見れば、1950年から1980年にかけての30年という期間は非常に良い状態であったように見える。この期間、第三世界の食糧生産は、実質成長率年3%で増加した。このため発展途上国の一人当たり食糧生産量も改善され、この間に人口増が急激であったにもかかわらず食糧生産は実質0.6%増加した。

食糧生産の拡大におけるこの著しい進歩にもかかわらず、さらに進んだ改善の要求がなされている。アフリカでは食糧の不足が危機的状況にあり、一人当たりの食糧生産量は最近の25年間でほぼ20%も減少してきている。さらに、発展途上国における一人当たり

の食糧生産量が全体としては増加したにもかかわらず、人口の半数は健康で活動的な生活に必要な最低限のエネルギー量に見合う食事を摂取することができないでいる。したがって、生産の増加と同様に収入の増加が必要なのである。

食糧増産を続けることの難しさ

近い将来において、発展途上国で過去20～30年の間に実現したような食糧生産量の増加の割合を保つことは不可能とはいわないまでもきわめて困難である。例えば、緑の革命による恩恵を受けた地域で、ここ数十年間で生じたようなコメとコムギの増産を将来も享受し続けることができるとは考え難い。さらに、コメとコムギにおける緑の革命による恩恵をまだ享受していない地域へ普及させることも非常に困難である。緑の革命によって食糧増産を続けることの困難さに加えて、まだ解決方法が見つからない多くの増産制限要因があり、持続的な生産の実現を非常に困難なものとしている。

人口増加

地球的規模で見れば、農業は毎年新たに8千万～1億人を養うよう生産を拡大する必要がある。この問題は、人口増加の約90%が発展途上国で起こっているという事実によってさらに難しいものとなっている。

人口の増加にともなって農地面積が増加しているが、その一方で土地を農業生産以外の目的で利用することも増えている。さらに、食糧需要の増加に対応するように農業生産を拡大することは持続的な生産にとって不可欠であるが、しばしば深刻な環境上の結果をもたらすような自然資源への圧力を増やすことにもなっている。

土地利用の制限

生産的な農地面積を拡大しうる見込は、生態的環境、社会経済的環境および人口の状況によって異なる。したがって、多くの国々での農産物に対する需要の増加は、新しい地域への農地拡大よりも、むしろ農地の集約的な利用によって満たすほうが確実である。

持続性の決定要因

生産システム

持続力 (Sustainability) はすべての生産システムの基をなす生物的、物理的、および社会経済的な要因の複合的な相互作用によって決定される。したがって、総合的な研究を行うためには現在の研究方法を改良し、より適切な新しい研究方法を開発することが必要である。例えば、研究対象がアグロフォレストリーのように、複雑なシステムの構成要素

が時間的・空間的に関連している場合、その生産力や病虫害防除の新たな可能性などを研究するための新たな方法論が必要である。

生物学的決定要因

遺伝資源の保存についての仕事を継続することは持続性の将来にとって不可欠である。すたれた作物の品種や動物の系統を保存することも将来の育種計画の成功のためには絶対に欠くことはできない。動植物の野生種を現地で保存することに関心を払うよう各国の当局者に督励すべきである。

急速に増加する人口に対する需要に応ずるとすれば、単位面積および単位時間当たりの収量を十分に増加しなくてはならない。このような集約的な生産は害虫の発生を促し、適切な防除が行われなければ、生産を深刻なまでに阻害する。変異の幅は大きいですが、害虫の被害によって主要食糧作物の生産量の約35%が圃場で損失しているとみられている。これは発展途上国で生じている最大の損失である。

長期間にわたる病虫害の制御は、殺虫剤の有効性が失われること（リサージェンス）や病原菌の突然変異による宿主植物の抵抗性の喪失により危機にさらされている。従来の防除水準を保つための研究は持続性を達成するために重要である。

家畜生産における持続性の達成は、病虫害を防除するための方法の改善や、飼料の栄養改善に依存している。過放牧を避けるために、飼料作物と家畜とのバランスのとれた生産システムが要求されている。

物質的決定要因

土壌 持続的な農業を達成するための資源として土壌ほど大切なものはない。土壌は必須な養分を含み、植物の成長に必要な水分を蓄え、植物の成長のための媒体を提供している。

土壌侵食はすでに世界の一部では深刻な問題となっており、多くの地域では風化によって新しい土壌が生成される量以上に損失の量が大きくなっている。このような現象の発生によって、土壌は実質的に徐々に破壊され、更新し得る資源が更新不可能なものに変化している。侵食による表土の損失は、肥沃度の低下と土壌物理性の劣化を生ずる。このことは水の流失量を増し、土壌の保水性を低下させ、生産の減少と結びつく。それに加えて人口圧は土壌の生産力を保つことを困難にしている。薪の供給が減少するにしたがって、多くの地域では人口増加にともなって燃料を作物残渣と動物の排泄物に依存するようになりつつある。その結果、土壌侵食を制御し水の急激な流出を防ぎ、養分や有機物を補充するためにこれらの資材を利用することが少なくなっている。

水 地球規模でみると、農業は蓄積した保存水の主要な利用者である。有史以来、灌漑は農家が作物に対して適時に安定的に水を供給するために利用されてきた。1950年代と1960年代に、灌漑地域は年約4%の割合で拡大したが、1980年代の初めまでに増加の割合は1%以下に減少してきた。化石水や補給可能な帯水層の過剰利用などを含む水の非持続的な利用が世界中の多くの農業地帯で起こっている。灌漑水はしばしば非効率的に用いられ、作物が必要とする以上の水が運ばれ用いられている。さらに、灌漑技術の乏しいことが滞水や塩化作用またはこの両方による土壤劣化の問題を起している。農業が降雨（天水）に依存する発展途上国の広大な地域にとって、降雨を効果的に利用することは灌漑水の場合と同様に重要である。天水農業にとって土壤と水の不適切な管理は土壤劣化の主要な原因の一つである。

大気 人類の活動の多くは空気中に有害な気体を放出している。そのうちのあるものは酸性雨を起し、他のものはオゾン層を破壊し地表への紫外線放射を増している。化石燃料や木材の燃焼によって炭酸ガス濃度が高まり、温暖化傾向や降水分布の予測もしなかったような変化、さらに極地の氷の溶解や海水温度の上昇がもたらされている。これらの変化の詳細な効果は予測が困難であるが、少なくともこれらのうちのいくつかは農業生産の持続性にとって地域的あるいは全地球的な規模で悪影響を与えるとみられる。

危険な化学物質 工業とその製品は多種多様な化学物質を環境中に放出している。その多くは有害となり得るものである。近代農業で用いられている莫大な量の化学物質類も危険性がある。それは、誤用されうるし、土壤中に有害物質（例えばリン鉱石の残渣中に含まれるカドミウムのように）を蓄積するからである。土壤毒性の問題はある種の土壤型に広くみられ、また塩化作用は多くの灌漑計画にとって危険なものとなっている。

エネルギー 移動耕作などの伝統的な農法は、肥沃さを保つために土地の一部だけしか耕地として利用しないために持続的となってきた。エネルギー効率は1よりかなり低い。高収量生産方式は現在多くのエネルギーを用いているが、エネルギー効率を改善できる可能性はある。耕地を拡大するのではなく単位面積あたりの収量を上げて農産物需要の拡大に応えることによって、更新不能の資源（石油）が他の資源（土地）に替えられることになる。近い将来、持続性（Sustainability）に関連して、石油を節約して地力を劣化させるよりも、むしろ、石油を使って地力を維持すべきであるという考え方が論議の対象とされよう。

社会経済的および法的な決定要因

持続性を達成するためには活力のある農業の発展が必要なのだが、それは都市に偏った開発戦略のために妨げられがちである。農業は、経済の再生産構造において中心的位置を占めることを正当化するような政治的な支援と同様に、行財政的な資源を利用する機会も奪われている。このため、農民は短期的な収入を得るような方法を用いざるをえず、環境を悪化させ、自然資源を保存するために必要な投資は魅力のないものとなってきている。

多くの発展途上国では、弱体な社会的基盤が投入資材と農産物の流通にとって大きな制約条件となっている。社会的基盤の開発はこれらの制約を取り除くことに役立ち、比較的恵まれた地域における生産をさらに強化し、脆弱な環境における生産の障害を減少している。多くの事例でみると、持続性の達成には、種子、肥料、農薬、農具および機械などの購入資材の利用が必要であるにもかかわらず、これらの資材の価格は高く、信用制度も欠けている。このため、乏しい社会的基盤とあいまって、これらの資材を手に入れることは困難となっている。

効果的な農業研究、普及および教育計画の発展が持続性の達成にとって不可欠である。このような投資は高い財政的な利益を生むにもかかわらず、多くの発展途上国ではその投資に必要な資金が不足している。このため、持続性という目標を達成するために必要な人的資源は不足しがちである。

自然資源を保ち、土地の生産力を保つための投資を生産者に躊躇させるような土地保有制度は農業の発展と持続性の達成を阻害している。さらに、多くの国には土地利用を制御し、森林と放牧地を無差別な開発から守るための適切な法律と規制が不足している。

持続性関連研究に対する国際研究センターの貢献

TACはすべての国際農業研究センターに対し持続性に関連した最近の研究についての情報を提供するように求めた。その情報は追録に要約されている。第3章は持続性のさまざまな決定要因について最近行われている広範囲な研究の事例を示している。

CGIAR組織内の持続性関連研究についての戦略

農業生産における持続性を現実のものにするためには、それを脅かしている制約を軽減するだけでなく、生産力向上に主要な研究活動を振り向けなければならない。TACはこの問題に関して、すべての関係機関において最も高い優先順位を受けるようなタイムリーで実行可能な解決策を見つけ出そうと考えている。

しかし、持続性の達成を制約する事情の多くは、CGIARだけあるいは農業研究だけによって解決することはできない。問題の矢面に立たなくてはならないのは各国の政府や

開発機関であり、それらが係わることによって初めて持続性の達成が具体化するのである。このように持続性の最終的な達成は政府の参画に依存しているが、成果を挙げるためには研究の継続が不可欠であり、国際研究機関は国別の農業研究組織と同様に持続性に関する視点を強調し、計画を絶えずチェックする必要がある。

CGIARの資源は農業研究に対する世界全体の支出の中で相対的に小さいが、各センターは他の研究所に対して大きな影響を与えることができる。さらに、CGIAR組織を支える資金拠出国や国際金融機関などは持続性に注目しており、各国政府と関係研究機関が持続性に高い優先順位を与えることを勧めている。

各センターによって行われている仕事の多くはすでに多少なりとも持続性に関係している。そこで今後問題とすべきことは、各センターが農業を持続的なものにするような仕事をするかどうかではなく、それに関してより多くの研究をすべきであるか、研究の重点を変えるべきか、さらに研究手法の再構築が必要であるかどうかということである。

持続性を見通しのある研究

TACは持続性に関する研究を個々に分離した活動とはみなしていない。むしろ、持続性への関心は研究手法そのものに反映されるべきである。TACは、農業の技術革新を起こすために計画される研究は持続性を見通しをもって実行されるべきであると勧告している。TACはさらに、その戦略的計画の定式化や改訂の際に持続性を見通しを含めるように提案している。

研究のバランス

生産力研究は資源管理の多様な面を含んでいるため、多くの専門分野が適切なバランスを保つようにされなくてはならない。例えば、育種分野は持続性に多くの貢献をすることができるが、だからといって他の分野の研究が無視される程の支配的な位置が計画上で与えられるべきではない。

TACは各センターがその生産力研究におけるバランスについて再検討するよう勧告する。持続性という観点からすれば、例えそれが各センターの担当する研究分野にとって本質的ではないとしても、資源管理の問題に多くの注意が向けられることが望まれる。

各センターは自然的・社会経済的環境の視点を掘り下げることが制限されるべきではなく、また特定品目の持続的な生産の研究に特化すべきではない。したがって、TACはCGIAR組織内での大きな再編成の必要を認めてはいないが、研究の重点を変化させることが各研究所間の共同研究と同様に今後ますます必要となってくるだろう。

短期的および長期的目標

持続的な農業の目標が人類の変化する要求に応ずることであるとすれば、研究は明らかに短期および長期の要求に応えなくてはならない。しかし、同時に各センターは環境の安定が短期的な利益のために犠牲にされてはならないとする原則を堅持すべきである。短期的な要求に応えながらも長期的な要求に応えうる能力を維持し高めて行く技術の開発を目標とすべきである。

投資の水準

各センターは持続性の要求に一致させながら、購入資材の低い利用水準の下で生産力を最適にするような研究を強調すべきであるとTACは考えている。低い生産力水準からより高い生産力水準に向けて徐々に発展させることを目標にすべきであり、持続性を保証するためには購入資材の投入水準を徐々に高める必要があるかもしれない。いずれにせよ、すべての水準において、投入効率をできるだけ高めることを目標とすべきである。

希少資源をより有効に利用するために育成された新品種は、養分が有機質肥料や植物残渣として再利用されるか、あるいは化学肥料で補給されなければ地力収奪の問題を一層ひどくする。しかし、養分の要求量は作物によりまた生産方式によって大きく異なる。例えば、キャッサバでは適切な管理をすれば外部からの投入量は非常に低い水準で持続的である。

各センターはその研究計画で低投入農法を強化することを検討し、適切と認められる場所でそれを普及すべきである。同時に、持続性の見通しを立てるために、低投入農法に関する研究手法について再検討すべきである。

先進工業国における持続性についての一般の関心は高い水準での資材投入量から生じている。しかし、高収量生産方式がなければ、増加しつつある世界人口の食糧需要に応ずることは不可能となり、より多くのしかもより不適な土地が耕地化され、現在ある自然生態系が破壊されることになる。

TACは工業資材を高い水準で利用することは持続性にとって重要な貢献をなしていると考え、高い水準の投入量による高収量生産方式やその関連政策問題をCGIARの各センターの研究計画に含めるよう勧告する。しかし、TACは先進工業国で行われている研究との重複を避けるために、持続性に関する研究を選択するように提案している。

持続性と公平さ

TACは、各センターが恵まれない地域でも適用しうる技術の開発を重視すべきであるとした初期の勧告を再確認する。加えて、TACは持続性という面からこれらの技術を評

価する際には、その適用地域で展開されつつある農業政策を徹底的に分析することを強調する。

農業生産システムの改善

伝統的な生産方式の原理を無視したり、ある環境下では適切であることから他の環境下でも適切であると仮定するような考え方は危険性が高い。

TACは各センターが健全な生態的原理と資源保存に基づいた集約的な生産方式の分野の研究を続けるよう勧める。条件が整えば、この仕事はアグロフォレストリーの分野を含むべきである。

生物工学の進歩

各センターは、生物科学の進歩から生みだされた新しい技術が持続性と生産力に関する研究にどのような貢献をするかについて評価して行かなくてはならない。TACは、生産研究に携わっている各センターが生物工学的な進歩のモニター機能をもつべきであり、その際、費用効率を高めるような技術の利用を進めるべきだと考えている。

政策研究

政策研究は技術研究と密接に関連しながら、CGIAR組織のなかで特に重要な役割をもつ。持続性に関する問題は技術的な解決手段を持っていない場合が多いが、その問題自体は持続性に最も有利に働く選択を見出すための政策研究の対象となる。優先順位と将来戦略の検討において、TACは政策研究所を増加させるよう強く勧告した。TACはこの勧告を再確認する。

各国の農業研究組織との関係

各センターは、各国の農業研究組織が持続性に高い優先順位を与えるように働きかけると同時に、それに関する研究能力を強化するのを効果的に援助することができる。

TACは、各国の農業研究組織が持続性の見通しを彼等の研究手法のなかに組み込むことに高い優先順位を与えことができるように各センターが支援することを勧告する。

研修

TACはさらに、各センターが各国の農業研究組織のニーズに合うように、研究手法との調和を図りながら、研修計画の中に持続性の見通しを入れることに高い優先順位を与えるよう勧告する。

発展途上国の役割

研究と研修に関して各国の組織に提供する各センターの援助がどのようなものであろうと、持続性の達成は最終的に発展途上国それ自身の責任にかかっている。

CGIAR組織外の研究所との協力

各センターが大規模かつ長期的に持続性に関する問題を解決して行くためには、共同研究を効果的に行う必要性が増してきている。そのような研究協力は各国の組織や各センター間だけではなく、CGIAR組織以外の各研究所との間でも行われるべきである。

TACは、各センターが持続性に関する研究強化という観点から民間の研究機関を含めた外部の研究所との協力関係を発展させ続けることを勧告する。

研究ニーズと関連資源

各センターおよび各国の農業研究組織は、すでに持続性に関係した問題の解決のために重要な貢献をしてきたが、現在の研究活動はトータルとして見て十分であるとは言えない。

持続性の達成の障害となっている深刻な問題とその解決の助けとなる研究の緊急性から見て、各センターが予算配分において持続性を与えている優先順位を見直し適当な水準にまで高めるようにTACは勧告する。

必要とされる新たな研究の多くは環境保護と自然資源の保存に関係しているのであるから、農業生産力に限定された研究に比べて拠出金の援助額を拡大する可能性が高いとTACは考えている。TACは、十分に構想の練られた持続性関連の新しい研究計画に資金を向けるよう試みるセンターを支援することになるだろう。

持続性を制約している状況の多くは、CGIARに支持されている研究だけでは緩和さ

れないだろうが、CGIARの構成員はその影響力によって関わりをもつすべての人にさし迫った状況のもつ重大な意味を知らせることができる。TACは、既に農業の持続性の問題が第三世界の発展と将来の地球の安全保障に大きく関わっていることを提言している。

TACは、国際的な資金拠出団体が発展途上国の政府と同様に、将来の資源の配分と発展方向を定める際に持続性の必要性を強調して行く重要な役割を果たすものであると確信している。

糸吉 言命

TACは人口増加と資源保存を動的にとらえて持続性の特徴を示した。技術、経済、社会、制度、政治的諸要因、あるいはそれらのうちのいくつかの組合せからなる持続的な農業生産に対する障害を取り除く方法を見出すことこそが現在われわれが直面している共通の課題である。

この課題への取り組みの重要な部分を国際農業研究センターが握っている。それらの研究機関は人類の未来に大きな影響を与える深刻な問題の解決策を見つけることができるといふ意味において、地球共同体に対してかつてない貢献を行う機会が与えられていると言えるのである。

第1章 持続的農業生産の必要性

1.1 序文

地球的規模で見れば、第二次世界大戦以前の農業生産の増加の多くは水平的拡大、すなわちより多くの土地を耕地化することによってもたらされた。例えば、19世紀には農業は地理的に莫大な拡張をみた。南北アメリカ、オーストラリア、アジアおよびアフリカで新たに広大な耕地が切り開かれた。灌漑方式の改良によってインド亜大陸や他のアジア地域で大規模な耕地化がみられた。このような地理的な拡大によって、着実に増加し続けた食糧需要を満たすことが可能となった。しかし、この半世紀の間に、新たに土地が耕地化する割合は著しく減少している。例えば1950年代では年1%の割合で耕地が拡大したが、1970年代では0.3%にすぎない(1)。したがって、食糧と他の農産物の今後の増加の多くは垂直的拡大、すなわち既存の農地での生産力の上昇から得なくてはならない。

過去20～30年間に地域によっては農業生産の著しい増加が得られたが、地球的規模ではそのような増加は容易には維持できないという懸念が増加してきている。したがって、増加しつづける世界の食糧需要に応えることがますます困難になる。

1.2 持続性についてのCGIARの関心

CGIARの本来的な目標は、発展途上国の食糧生産を増大させることである。またCGIARが援助した仕事の多くは、未来の世代が必要とする生産を維持することに関係してきた。CGIARの優先順位と将来戦略に関する最近の研究(2)では、TACは「Sustainable」という言葉を組織目標の声明書に含め、各センターが持続性に力点をおくよう強く勧告した。さらに各センターの成果と可能性についての総合的研究(「影響力研究」)においても持続性を生産の安定と同様に、特に湿潤熱帯地方では、成果の基準とすべきであると勧告した。

1986年5月の会議で、CGIARは一連の勧告を注記し、各センターが課せられた挑戦にいかに対応するかに関心を示した。この中でCGIARは、生産の基礎を失った地域の再生に関心をもつべきであり、そのために土壌、水、森林、それに灌木などの主要な環境要因の相互関係を取扱っているCGIARの各センターの研究と非CGIAR系の各センター間の協力関係が重要であるという点を強調した。

これに対して、TACは持続性に関係した勧告がどのようにすれば実行できるかということ調べるよう求められたのである。このため、本報告書の第1、2章では地球的規模の問題を明確にし、第3章では国際農業研究を通してすでになされた貢献を概観し、そして第4章では持続性を進展させるためのCGIAR組織内での戦略を勧告している。

1.3 持続性 (Sustainability) の概念と目標

オックスフォードの英語辞典では、持続性は「継続的に努力し続けながら衰退しないように持ちこたえる能力」となっている。その定義に従えば、農業生産体系は産出量が現状の水準を保つことができる限りにおいて持続的 (Sustainable) であるといえる。これは静態的な概念である。しかし、持続性は動態的な概念で取扱うべきであり、特に着実な人口増加にともなう食糧需要の変化を反映すべきである。静態的な意味では、伝統的な慣行農業生産体系の多くは数世紀にわたって安定した生産力水準を継続的に保持する能力をもっていたという点で持続的であった。しかし、人口増加による食糧需要と嗜好の変化は土地利用を変化させ、自然資源の浪費をもたらし、持続的でないものへと農法を変化させてきた。持続的な農業の目標は、環境の悪化をもたらさずに世界人口の増加に必ずに必要水準で生産を維持することであり、農民に収入をもたらす適切な政策を推進することと、自然資源を保存することに深く関わっている。

このような状況の中で、環境の質を維持・向上させ、自然資源を保存しながら変化しつつある人類の需要を満たすために持続的な農業は資源を適切に管理するものでなければならない。

上記の表現を説明すれば以下の通りである。

- A) 「適切に」ということは、生産方式が適切な収入を生み出し、経済的に実行可能で社会的にも受け入れられるということを含む。
- B) 「管理」とは政府から個別生産者までのすべての段階でなされるものを指し、農業に影響を与える政策決定を含む。
- C) 「資源」とは農業分野以外からの投入資材と工業品目 (例えば、農薬、機械など) を含む。
- D) 「変化しつつある人類の需要」とは、ある特定の時間の範囲に限定するものではなく継続的な展開を示すものである。
- E) 「環境の質を維持する」とは、環境の変化あるいは自然資源の利用が変化しつつある需要に対応できる能力を脅かすべきでないこと、また、必要とされる生産が自然生態系を不必要に損なわないことを示している。

このように持続性の特徴を描き出すことによって、「資源管理」という用語により広い意味を与えることができる。資源管理に関する研究は、肥料や農薬のような購入資材に関する研究を含んでいる。この意味で「資源管理」を用いることによって、さまざまな意味をもつためあいまいで誤解を生みやすい「要因研究」という用語は必要なくなる。したがって、TACは「要因研究」という語句をCGIARの用語集から除き、「資源管理」という表現におきかえることを提案する。より明確な規定が求められる場合には、「資源」は、

「自然的」、「工業的」、「農業的」などに適当に再分割され得る。TACは将来の討論を容易にするためにこのような用語の調整を提案している。

持続性の特徴をこのように幅広く捉えることによって、各分野の責任領域にどう境界線を引くのか、またどのように持続性の成果を評価し監視するのかという疑問が生じている。この両方の疑問に答えるためには、広義の持続性概念をさまざまな段階において考慮し、それぞれの固有の特徴や要素にかみくだく必要がある。

表1は錯綜した広義の持続性概念を主要な特徴と要素によって4つのレベルに分けて示している。各要素については第2章に記述しており、持続性を評価する基準については第4章で簡単に論じている。

持続性は安定性と明確に区別すべきである。安定性は一般的に言えば、「環境の安定性」のように、変化が限定的であるということの意味している。また、それは「収量の安定性」のように限られた幅の中での変動を意味している。しかし、環境の変化によって収量は不安定であっても持続的 (Sustainable) でありうる。

持続性はまた生産力からも区別すべきである。生産力を適切な水準に保つことは持続性にとって必要ではあるが、持続性の達成のためにはそれだけで十分であるとはいえない。

この報告書で用いている「持続性」という用語は、農業だけでなく林業、漁業、水産養殖などの自然環境に依存するすべての生産方式に適用される。以上のように持続性の広義の概念を規定したうえで、この報告書では農業とアグロフォレストリー、すなわち作物栽培、畜産、園芸および森林を含む生産方式について最大の関心をもっている。

1.4 環境の悪化と持続性

環境と開発に関する世界委員会の報告書(3)に反映されているように、農業の持続性に関する世界的関心の高まりは、環境の悪化に作用する多くの要因と関連して生じている。需要の増加に応じるために伝統的な農法を集約化することによって、土壌侵食、塩類集積、冠水、帯水層の汚染などの環境の悪化がもたらされている。これらの諸問題を理解するためには、生態学的な原則が基本となる(4)。

最近の関連文献の多くでは、化学物質の投入は悪いことであり、生物的資材の投入は良いことであり、それに常に低投入 (Low Input) が望ましいということをア priori に了解しているようである。しかし、農業のやり方が本質的に善、悪あるいは適切であるという見方は決して合理的ではない。ある特定の農法が適切であるかどうかという判断は、その農法が適用される農業生態的および社会経済的な状況によって決定されるのである。もし、ある農法が長期間の農業生産の持続性を達成することができるならば、その農法は環境をこれ以上悪化させないだけでなく、農業生産力を高めることにも貢献することになるだろう。

1.5 誰が得、誰が失い、誰が支払うのか

持続性は地球的規模の問題ではあるが、持続性に影響する環境の悪化はしばしば地域的な活動から生ずる。個別農家は、彼自身には有益であるが他の人にとっては有害である行動を選択するかもしれない。さらに、ある地域における森林破壊や過放牧のような環境破壊によって、どこか別の地域で貯水池の沈泥や河川の氾濫といった問題が引き起こされるかもしれない。例えば、工業による環境汚染の結果としてもたらされる酸性雨が、汚染の発生源から遠く隔った地域の持続性に悪影響を与えるという現象に見られるように、ある国の行動が他の国の自然資源に対して悪影響をもたらすかもしれないのである。それに関連して、持続性に影響する問題を回避したり正したりする努力に対して誰が支払うべきかという疑問が生じる。例えば、各種の土壌保全の成果はすぐには明らかにはならないだろう。農家はこの手段の費用のすべてを支払うべきだろうか。あるいはその費用は未来への投資として、社会のすべての構成員が負担すべきだろうか。現在、いくつかの国では政府が農家によって行われた保全手段の費用を補助しているが、将来それは世界中で適用されるようになるかもしれない。

1.6 現状と将来への考察

これから先の議論は、将来の利用のために資源を保存すべきか、それとも現在の必要に応じて資源開発をすべきかという選択に触れることになる。

農家を含むすべての社会構成員は各々の意思と状況に応じてこのジレンマに対応している。科学がさまざまなにニュースに先行して代替資源を提供するだろうという予測に立脚して燃料や水などの化石資源の開発を認めている者もあり、必要性から自然資源の開発を正当化している者もいる。問題は複雑であり、農家や政府の態度が重大な意味をもっている。

非常に限られた資源しかない自給農家は通常きわめて短期間の計画しかもっていない。彼らは人口圧におされて土壌を浪費し、生産力の劣化を導き、栄養失調と短命化をまねいている。一般に、収入が増加する例外的な場合にだけ、長期間の利益と持続性が意思決定の過程で注目される。

発展途上国の政府は同様の問題に直面している。その優先順位はしばしば予算と歳出の均衡との関連で短期的な制約を受けている。未来に向かっての適切な備えは緊急的な必要性によって阻まれ、国家的な繁栄が達成されるまで持続性の問題は農家自身にまかされている。

1.7 外部資源の投入

さまざまな農業生産システムは、外部投入資材の利用の程度によって分類することができる。その一方の端にはごくわずかな外部資材しか投入せず、最低限の生活の糧以上にはほとんど生産しない伝統的な農法がある。例外はあるが、このような「閉鎖系」の生産システム(5)の多くはごく低い水準の均衡状態で行われ、低い人口密度しか維持できない。伝統的な農民はこのシステムを効果的に管理することに習熟しているが、外部資材に頼らなければその生産を増大させることは困難である。もし生産の増大が可能であるとしても(6)、その割合は年1%を越えることはない(7)。したがって、年平均3%で需要が増加する場合には、栽培面積を毎年2%ずつ拡大することで需要を満たさなければならない。休耕期間の短縮や放牧面積の拡大によってこのことがなされる場合には、閉鎖系の持続性自体が脅かされることになる。

対照的に、「開放系」の生産システムは自給のために必要な量をはるかに上回る生産を行える。もし経済的に実行可能なら、その土地生産性は都市化による人口増加に応ずるに十分な上昇が期待できる(8)。しかし、これらの開放系は、生産、維持および利用のために化石エネルギーなどの外部投入資材を必要とするし、これら資材の一部は環境にとって有害となる。生態系と調和しながら経済的利益を得るという観点からこれら外部投入資材を最適に利用できるようにする研究と普及が必要である。

長期的な考え方より短期的な考えかたが支配的になると、開放系を支える生態系の崩壊がもたらされるかもしれない。しかし、このような場合に閉鎖系の生産システムに依存したとしても、生態系を破壊しながらますます農業にとって不適な土地に生産を拡大することによって農産物に対する需要の増加を満たすことになるから、生態系にさらに危険な結果をもたらす恐れがある。

1.8 異なる環境下での生産力

今後は新たに耕地化できる土地は相対的に少ないために、食糧に対する需要の増加は大部分は生産の集約化によって対応しなくてはならない。このことは、恵まれた環境の下ではより容易に達成できるであろう。確かに、必要な資源と恵まれた環境さえ与えられれば、近い将来に世界の人口に対して十分な食物を生産することができよう。

しかし、公平な分配の問題は簡単には解決されないだろうし、必要とされる規模での人口の移動は社会的にも政治的にも受け入れ不可能である。したがって、生産の増加の大部分は、持続的な農業の達成に関係するすべての者に大きな課題を残しながら環境に恵まれない地域から生じるに違いない。

1.9 森林資源と放牧地

これらの恐れは、さらに森林と放牧地の開発にも影響を与えている。世界の人口一人当たりの伐採木材量は、1964年に頂点に達し、それ以来1%低下したと推定されている(9)。しかし、FAOの報告によれば、木材の長期的な供給見通しは工業用木材と燃料用木材とは全く異なっている(10)。

世界の森林は2000年までは再生産可能なレベルで工業用木材需要に応ずることができるとみられるが、燃料用木材に対する見通しについては十分な警戒が必要である。発展途上国では推定2億5千万人が薪不足の地域に居住している。1979年に、薪の消費量は推定13億 m^3 であり、不足量は1億 m^3 と推定されていた。現在の消費水準から推定すると、2000年には必要量は26億 m^3 に増加すると見込まれるが、資源の枯渇によって全生産量はおよそ15億 m^3 にとどまり、全体で約10億 m^3 の薪が不足することになる。このため、他の燃料資源に対する要求が高まっている(10)。

薪の不足は、それ自体非常に深刻な問題であるが、さらに森林や灌木の消失による環境への悪影響の改善策が確立できなければ、環境破壊がさらに進行することになる。

森林による被覆は土壌を保全し流出や侵食を抑制すると同時に、貴重な水を保つという点で持続性には特に重要である。過放牧によって土地の覆いを取りさることは、森林消失と同様に、土壌を侵食しやすくし肥沃度を減ずる効果をもつ。広範囲な草地の劣化は、家畜数が人口と同じ速さで増加しているアフリカでは顕著である。1950年には人口が2億1千9百万人であったのに対して家畜は推定2億9千5百万頭であった。1983年までに、この数字はそれぞれ人口5億1千5百万人、家畜5億2千1百万頭に増加した(11)。

1984年のFAO報告は、アフリカ南部の9ヶ国では過放牧の状態にあることを示した。地域によっては、可能な受容量をかなり上まわって家畜が存在していることを示した。この報告では、過放牧が土壌の劣化を導き、現行の受容量をさらに低下させ、場合によっては侵食の原因となって劣化の周期を短縮していると結論づけている(12)。

1.10 砂漠化

土壌劣化の最終的な結果とみなすことができる砂漠化の定義は「土地の生態的活力を減少あるいは破壊させ、最終的に砂漠に導くことが予測される過程」である(13)。この過程は生態系の広範な悪化をもたらす、動植物生産に必要な生態的活力を奪うことになる。

1977年の地球砂漠化に関する国連の会議では、砂漠化が地球人口の15%を含む世界の3分の1の地域で生産力に脅威を与えていると結論した。環境と開発に関する世界委員会は、地球の耕地面積の約29%は、ある程度の砂漠化の状態にあり、6%は「極端にひどい砂漠化」の状態にあると区分した(14)。

砂漠化は気候の変化と人類活動の産物であるといわれている(15)。例えば、サヘル地方における砂漠化は、この両者の変化が驚異的に加速されている過程として捉えることができる。また、乾燥地帯での砂漠化と湿潤な地帯での土壌劣化と侵食によって起きる砂漠化との区別もなされている(16)。耕地は湿潤な地域でも不毛化している。砂漠化という用語は乾燥という意味をもつため混同されやすいが、この両方の型はともに砂漠化面積の推定値に含まれている。

アフリカで砂漠化の影響を受けている面積の推定値は2%から22%まで幅がある。FAOは、この大きな幅は複雑で動的な砂漠化の過程を単純化して捉えることから生じているとしている。この複雑さを認識し砂漠化の社会的原因と物理的兆候を考慮しなければ、砂漠化を制御する試みは失敗する(16)。しかし、解決法が実行されるまでに、急速に増加している世界の砂漠化地域ではここ数年先の農業の持続性に深刻な問題が生じるだろう。

1. 1 1 農業生産の動向

この報告書で定義した概念が受け入れられるならば、生産の動向と持続性とは相互に関連し合っているのだから一緒に考慮されなければならない。

20世紀の半ばまで、世界の主要な発展途上地域であるアジア、アフリカそれにラテンアメリカは穀物の純輸出国であった。1950年代の初期でさえ、多くの発展途上国は依然として食糧の純輸出国であった。しかし、1980年には、アフリカ、アジアそれにラテンアメリカは穀物の主要な輸入国となった。これらの地域の中で、純輸出国として残っているのはアルゼンチン、タイ、南アフリカだけである。国内生産は減少したわけではなかった。アジアとラテンアメリカでは人口一人当たりの生産量は増加しているのである。穀物輸入の増加は、国内生産では応じきれない需要の増加を反映している。

このような輸入は、部分的に農産物輸出の増加から得られた実質所得の増加によって可能になった。しかし、最近の世界的な不景気と発展途上国の輸出農産物に対する需要の停滞によって、農産物の国際交易は衰退し、その結果1980年代中期には発展途上国は全体として農産物の純輸入国となった(1)。

統計によれば、1950年から1980年の30年間の発展途上国における食糧生産はきわめて良好であったようにみえる。この期間に、第三世界における食物生産量は年3%ずつ成長し、急速な人口の増加にもかかわらず一人当たりの食糧生産量は年0.6%ずつ増加した。しかし、アフリカだけは一人当たりの食糧生産量が年0.6%減少した(1)。

この四半世紀の間に、アジアとラテンアメリカでの緑の革命がなかったとしたら、両地域ともアフリカで起こったのと同様な人口一人当たりの食糧生産の減少を経験したとみら

れる。CIMMYTとIRRIで育成された品種をベースとして、国別計画で開発されたコムギとイネの改良品種に基づいた新しい農業生産方式の急速な拡大は、これらの地域での食糧生産に対して非常に大きな影響を与え、数億人の生活を変えた。

例えば、インドは6年間で小麦の生産量を倍増したが、このような成果は歴史上他に例がない。メキシコ、パキスタン、トルコ、インドネシア、フィリピン等の国々でも穀物生産量が劇的に増加した(17)。1983年までに、発展途上国は小麦作付面積の半分と稲作付面積の約60%がこれら作物の改良品種で占められるものと推定されている。現在、ラテンアメリカとインドでは小麦面積の約80%に、また中国では稲面積の95%には改良品種が作付けされている(18)。

しかし、アジアとラテンアメリカでこの四半世紀に達成された食糧増産の割合を維持することは非常に難しいと考えられている。また、一人当たりの収入の増加にともなって食糧需要の内容が高度化し、需要に対応する生産を行うことがますます困難になるとみられている。アフリカでは、食糧増産はいくつかの要因によって阻止されているが、の中には研究と開発についての優先順位が硬直的に設定されていることも含まれている。例えば、3つの主要な食用作物（根作物、イモ類、デンプン質バナナ類）は自給食糧としての重要性に見合った優先順位が与えられていない。将来、研究の優先順位は各国政府がどのような政策を実行するかということ、また研究機関によって開発された革新技术が農家にどの程度採用されるかということに基づいて設定されるべきである。この四半世紀の間に食糧生産量が20%も低下したアフリカでは食糧の不足は危機的である(16)。西暦2,000年までに、サハラ以南アフリカでは、人口増加のために食糧が2億トン不足するであろうと考えられている。さらに、一人当たり収入の増加が1966～77年の傾向を続けると仮定すると、2,000年に食糧の不足は3,600万トンになると考えられている(19)。

発展途上国における一人当たり食糧生産量の増加にもかかわらず、人口の約半分は健全な生活のために最低限必要なエネルギー量さえ摂取することができずにいると推定されている。さらに、西暦2,000年までにこの割合を減少できる見込みはほとんどなく、一人当たりの収入の増加が1966～77年の傾向を続けるとすれば、発展途上諸国における食糧生産は8,000万トン不足すると見込まれている(19)。

もう少し高いレベルの食糧需要に関して言えば、収穫後 (post-harvest) の損失が消費者の食糧消費水準に大きく影響することがわかっている。したがって、農業生産の持続性を達成するためにはこのような損失にも留意すべきである。

1. 1 2 需要の拡大

人口の増加、収入の上昇、それに都市化は将来の農産物需要を形成する主要な要因となるだろう。地球的規模で見ると、農業は毎年約8千万～1億人の人口増加を賄うだけの生産の拡大を行わなければならない。この問題は、人口増加の約90%が食糧の不足が既に危機的な状態にある発展途上国で生じていることによって非常に深刻なものとなっている。

収入の増加は人口増加によって起きる需要増を加速している。世銀は人口一人当たりの収入が年3%で増加することを予測し、人口一人当たりの食糧需要が年1.5%増えるとしている。収入の増加はまた食糧需要の内容に強く影響する。収入が上れば、消費者の嗜好は主要穀物から畜産物、果物や野菜、また容易に料理できる食物へと移る。そして、これらのすべてのことが研究の優先順位に密接な関係をもつことになる。

都市化も食糧需要を形成する重要な要因のひとつであり、発展途上諸国では小麦と米の消費拡大が都市化によって形成されている。予測によると、2000年までに発展途上地域の全人口の約40%は都市で生活し、農業人口は全体の約50%になると見込まれている。さらに、2025年までには、都市人口は全体の約60%となり農業人口はさらに減少して約35%となる。必然的に、残存する農村社会はその家族自身の需要を上回る生産をしなくてはならなくなる。既にそのような状態にある先進諸国の事例を見ると、その生産にはかなり多くの工業製品の投入が必要とされることになる。

持続性を脅かす環境の多くは、農産物に対する需要の急速な増加とその内容の変化によって生じている。結局、持続性を高めるための試みは、需要が横這い状態にならないと成功する見込みはほとんどない。しかし、すでに骰子は投げられており、農業は拡大する需要に応ずるために手に負えそうなない挑戦を強いられているのである。

1. 1 3 需要を満たすための諸問題

1. 1 3. 1 土地利用の制限

耕地を開拓するために利用できる技術を用いれば、耕地の量は倍増できよう(7)。しかし、農業生産に最も適する土地はすでに利用されており、これ以上の開拓は大変な努力を必要とするだけでなく、例えば酸性土壌やツエツエバエなどの特殊な問題を緩和するための手段も必要とする。このようにして達成される生産の増加は、最近の農業を特徴づけている危険なほどの自然生態系の破壊を伴うことになる。さらに、人口と土地資源の分布は不均一であり、需要が急増している地域に必ずしも開発可能な土地が存在しているわけではない。

アフリカ大陸の場合、北アフリカでは未利用地はほとんどないし、東西アフリカは人口増加に比べれば残る未利用地は少ない(22)。中央アフリカにだけは広大な未利用地があるが、人口密度は低く社会的基盤が弱いうえに、土壌も脆弱で環境は人間も動物も病気になりやすい劣悪なものである。

アジアの多くはすでに耕地に対する人口の割合が高く、土地を耕地化し拡大する機会は限られている。温帯および熱帯アメリカには、より生産的な利用ができる広大な土地がまだ残されている。しかし、これらの多くは土壌肥沃度に問題があり、潜在的生産力が持続的な方法で実現できるようにされる前に解決されなければならない。

これらの状況から見ると、多くの重要な農産物に対して無情にも増え続けている需要への対応は、新たに土地を耕地化することよりもむしろ既存の耕地をより生産的で持続的にすることによってなされなければならない。原理的には、これは可能である。適切な技術が開発され適用されれば、広大な地域の農地の土壌、水、気候条件が極度に悪いものでない限り、現在の水準の数倍以上に収量を増加させることができるであろう(7)。

1. 13. 2 増収を続けることの美しさ

作物および畜産物の収量は、世界の先進工業国では最近の40年間に、また発展途上諸国では最近の20年間に急速に増加してきた。多くの基本的農産物は今世紀の第3四半期に増加したが、いくつかの農産物はすでに頂点に達している。例えば、一人当たりの木材産出量は1964年に頂点に達し、それ以降11%の低下を示している。また、一人当たりの漁獲量は1970年以降13%減少した(9)。同様の傾向が他の産品についても見ることができる。そして、アフリカでは人口の40%が穀物収量が一世代前より低くなっている国々に生活している(11)。

また、資材の投入量を高めても、生産物の収量が必ずしも堅実には維持できるとは限らない。例えば、北タイのチェンマイ盆地では、農法を伝統的な慣行農法から集約農法に変えたことによって、水稻の生産量がha当たり4トンから7トンに増加した。しかし、石灰や肥料を高い水準で投入し続けたにもかかわらず、10年後には、収量は慣行農法の水準に逆戻りしてしまった(23)。他にはパキスタンでの稲-小麦輪作の例が挙げられる。ここでは資材投入を増加させ農家の管理技術を向上させたにもかかわらず、収量水準を維持するのが困難になっている(24)。これらの諸問題は通常いくつかの新しい制限要因の出現、例えば微量要素の欠乏やネマトダのような病害虫の発生によって生じている。これらの問題は必ずしも解決できないものではないが、さらに掘り下げた研究を必要とし、また持続性を達成するために必要なハードルの数を増やしている。

イネおよびコムギでの緑の革命を、自然に恵まれていない地域に拡大して行くことは困難である。緑の革命によって最も利益を得ることができたのは、灌漑による恩恵を受け、肥料や農薬を容易に入手でき、さらに市場アクセスが可能であった農民達である。辺境地帯で天水条件の下で耕作しているような農民達にとってはそれらの購入資材を得る機会に限られており、緑の革命による恩恵を享受することも難しかったのである。確かに、これらの地域でも収量を増加する可能性は大きいですが、新たな農法による恩恵は緑の革命のように爆発的な普及というプロセスをとらず、おそらく徐々に浸透して行くものと考えられる(25)。

さらに、発展途上地域の農民の多くはイネやコムギ以外の作物に依存しているが、これらは現在まであまり研究がなされていない。もし、それらの農民が必要な知識を容易に利用できるようなになれば、持続的な方法によって増収を得ることができるようになるだろう。そのための新しい研究が必要とされており、それに対して各国際農業研究センターは実質的な貢献をなすことができよう。例えそれに失敗したとしても、ごく近い将来の需要増加に応えることはできるだろうが、長期的観点からすれば持続性を脅かすことになる農業生産方式を用いることを農民に強要することになるだろう。

表 1 持続性の分析指標一覽

分析の次元	持続性の典型的な特徴（重複的）	典型的な要素
圃場／生産単位	生産性の高い作物および動物。土壌・水の保持。 動植物病害の減少。	土壌・水管理。病害虫の生物的防除。 有機質肥料、化学肥料、農薬、作物品種、 動物系統の利用。
農 場	農民の自覚。満たすべき経済的社会的 諸要求。自立的な生物生産方式。	情報、外部投入資材、市場の獲得。
国 家	社会的自覚。農業生態系と調和した開発。 資源の保存。	農業開発政策。人口圧。農業教育。 研究と普及。
地域／大陸／世界	自然環境の質。人類の幸福と平等を保つ機構。 国際的農業研究と開発。	公害の制御、気候の安定性。交易条件。 分配。

第2章 持続性の決定要因

2.1 総合的な研究方法の必要性

農業生産の持続性は、すべての生産システムの基礎となっている生物的、物理的および社会経済的要因の複合的な相互作用によって決定される。多様な性格を持つ農業生産それ自体は持続的であるとも持続的でないともいえない。これらは持続性を高めたり脅かしたりする自然環境的あるいは社会経済的な状況の変化に依存している。そこで自然環境と社会経済の変化の原動力を理解することは農業の持続性を理解するための核心となる。

しかし、持続性の達成は結局のところ人々の態度に関わっている。教育や動機づけ、あるいは具体的な例証によって人々が持続性について関心をもつようにしなくてはならない。この関心は未来の繁栄が依存する諸資源の節約という形で、すべての人々の日常生活に現れるようにする必要がある。したがって、その成功は総合的な研究方法とすべての関係者の参加に依存している。

2.2 新たな生産システム

近い将来に関していえば、ただ単に食糧だけでなく原材料を得るためにも、人類は動植物の生産に依存するであろう。増え続ける需要に追いつくためには、環境の最適な水準に徐々に近づいて行くような方法で動植物の生産を行わなければならない。このことは効率至上主義や経済合理主義から生み出される農業生産システムの変化を包含することになる。

したがって、資源の乏しい農民の手の届く範囲内であって、環境の劣化、特に傾斜地や他の限界地での劣化を防ぐ生産システムに関する研究を続ける必要がある。また、土壌と水を管理する新しい方法の開発が継続されなくてはならないし、新しい動植物の組み合わせの方法が開発されなければならない。

地球上では約25万種の高等植物が生存しているが、人類が利用している主要作物はその中のわずか約100種にすぎず、その中の30種が毎年千万トン以上の規模で生産されている(26)。これまでの人類の歴史の中で無数の植物が試みに栽培され、そして廃棄されてきたはずである。持続性を脅かす新たな圧力によって、これまで採用されなかった動植物が新たな生産システムの中で一つの地歩を見出すかもしれない。特に、入手可能な投入資材と有用な収穫物とを組み合わせることができるものは有望である。この意味で、永続的な森林を作物と家畜の生産システムとを組み合わせる—これは今日一般にアグロフォレストリーと呼ばれている—研究は大いに推奨されなければならない。

特に熱帯環境の下では、極相植生 (climax vegetation) の生態に類似した新しい生産システムに関する研究を継続する必要がある。例えば、時間的空間的な多様性をもつさま

さまざまな生産システムに関する情報が量的に不足している。持続性という観点からすれば多様性は良く、画一性は悪いという前提は必ずしも正しくはない。例えば、東アジアの国々の棚田で幾世紀もの間栽培されてきたイネの生産力がこのことを示している。したがって、複合方式の生産力を量的に研究するための方法論、複合方式の時間的、空間的關係を動的に研究するための方法論、および病害虫を制御する可能性を研究するための方法論の開発が必要とされている。

2.3 生物学的決定要因

2.3.1 生物および家畜の遺伝資源と改良

CGIARは遺伝資源の保存と遺伝子銀行の創設に指導性を発揮してきた。この仕事は継続すべきであり、各国の当局者が遺伝資源の保存、特に動植物の野生種を原生地で保存することにより大きな配慮をすることは、将来、持続性を達成するために不可欠である。

さらに、動植物の継続的な遺伝的改良は遺伝的な多様性をもつ適切な資源の利用に依存している。確かに、必要とされる多様性は現存の作物品種、家畜および野生種のなかにも存在するが、廃棄された作物品種や家畜の系統の保存は将来の育種計画にとって不可欠である。作物の原生的な在来種とその近縁の野生種も、病虫害と種々の環境に対する抵抗性に関して貴重な遺伝資源を提供することになるだろう。これらの遺伝子はこれまで以上に価値のあるものとなっている。それは、プロトプラスト（原形質体）融合と分子生物学における新しい技術により種や属の隔たりを超えて遺伝子を転移する可能性が拡大してきた結果でもある。

2.3.2 作物病害虫

もし病害虫を適切に制御することができなければ、増加しつつある食糧需要に応ずるための生産の集約化は短期間の生産の安定と長期的な持続性に大きな影響を与えることになる。損失量の推計値には大きな幅があるが、主要食糧作物の生産量のほぼ35%が圃場で病害虫によって失われていると考えられる。これは発展途上国で生じている損失量の中で最大のものである(27)。

注1. “病害虫”は雑草、病気、昆虫、ダニ類、ネマトーダ、鳥類、齧歯類（ねずみや
りすなど）その他の哺乳類を含む。

通常、病虫害の研究には高い優先順位が与えられているが、熱帯環境の下での低収の最も厄介な原因は雑草との競合である。そこで、発展途上国の作物生産に最も効果的に貢献できるのは雑草防除であろう。また、雑草を効果的に防除するためには植物の生育状態を良くすることが必要であるが、このことは同時に土壤侵食の防止にも役立ち、根系の活性化を通して土壤構造の保全にも貢献する。

ゴマノハグサ科とハマウツボ科に属する種々の寄生雑草（例えばストリガ）は、作物が新しい土地に広がり、輪作期間が短縮され、土壤中の有機物と窒素が減少するにしたがって次第に深刻なものとなってきている。これらの雑草を制御することは新しい研究課題であるが、これらが持続性に新たな脅威を与えるかどうかという点に関してはまだ検討の余地が残されている。

害虫は一般的に熱帯・亜熱帯の温暖で湿潤な環境の下に多く存在する。また、良好な生育を示す作物は生育不良のものとは比べ害虫の攻撃をより受けやすい場合もある。さらに、害虫は、イネのように同一の作物を周年栽培している地域では多い。例えば、フィリピンでは害虫の問題は天水によるイネの単作方式が灌漑による連続的作付方式に置換えられた地域で非常に増加しており、このことは集約的な栽培方法で持続性が損なわれる危険性が増すことを示唆している。このような条件下で、害虫について適切な制御手段をとることで収量を20～25%、約1.0 t/ha増加させている事例がある(28)。

作物の病害は、温帯以上に熱帯環境下ではより急速に発生し、より深刻な問題となっている。特に作物は広大な地域に同一品種が作付けられた場合、あるいは同一圃場で同一品種の連作が行われる場合に病気の攻撃に対して弱くなる。病気は持続性を脅かすまでに増加しうるが、この脅威は部分的には適切な作付け方式や輪作によって避けることができる。しかし病気を長期的に制御するうえで農薬が効果を失うことと病原菌や寄生植物の突然変異によって寄主植物が抵抗性を失うことはより大きな脅威となる。

害虫の殺虫剤抵抗性は70年以上前から知られているが、有機殺虫剤の多用に伴ってこの40年間に非常に増加している。化学物質に対する植物病原菌の抵抗性は、この40年間に発生し、最近15年間に最も頻繁に報告がなされているが、これは浸透性殺菌剤の導入時期と一致している。有害雑草の除草剤に対する抵抗性が現れたのはごく最近のことであるが、集中的に処理された種で頻繁に報告されつつある(29)。

寄生植物の変化によって病気に対する寄主植物の抵抗性が覆えられたことに関する最初の報告はほぼ70年前に行われており、アメリカで最初のコムギの品種が普及に移された後のことであった。この時以来、病虫害抵抗性の崩壊は一般的となってきて、病虫害の絶えることのない変化に対して抵抗性を維持するために数多くの戦略が展開してきている。

病害抵抗性の「保持研究」(Maintenance research)として知られるようになってきたこの種の研究は、現在も植物育種計画の主要な一分野を構成している。

例えば、CIMMYTではコムギ改良における全体の努力の3分の2は、主に病害抵抗性の保持研究に関係している。病害抵抗性をもつ改良コムギ品種の主要な病原菌類による生産量の損失の分析において、このような研究の意義は明らかである。これらの病気による収量損失の推定値は、過去における病気の実際の流行期間における損失測定値に基づいている。推定される最大の損失量は、現在第三世界で約8百万ha作付けられている最も一般的なCIMMYT育成品種であるソナリカ(Sonalika)に深刻な抵抗性の崩壊があった場合を想定している。分析によると、各種の病原菌による推定収量損失量は5~60%の幅にあり、全体の推定減収量は76万t/年になる(30)。

このような減収量は、病害抵抗性の保持研究が持続性のために重要な貢献ができることを示している。病害虫の継続的な制御の方法は、各種の制御手段を統合した作物管理を含んでいる。例えば、同一作物あるいは異なる作物の品種混合は、ある状況の下では病害虫の発生を減少させることが示されている。例えば、イギリスでは春播コムギの品種を適当に混合した場合、うどんこ病による被害の程度が単一品種で作付けされた場合と比べて80%も減少したと報告されている。同様な効果が熱帯作物で観察されてきており、例えば、イネの品種混合栽培によるトビイロウンカ被害の減少が報告されている(31)。

これらは、総合防除の広い概念のうちの比較的単純でよく研究されている分野である。総合防除は将来要求されるより高い生産水準での病害虫制御のためにますます必要となるだろう。

2.3.3 家畜の健康と栄養

病害の制御は家畜生産の維持にとってもまた重要である。世界中では、病気と寄生虫によって毎年5千万頭の牛と水牛、1億頭の山羊が死んでいると推定されている(27)。しかし、この数字は問題の全貌を示してはいない。病気や寄生虫は家畜を殺すだけではなく、家畜の生産力をも著しく減退させているのである。したがって、家畜の病気をより効果的に制御することは家畜生産の持続性に大いに貢献するであろう。

家畜の健康の問題は家畜の栄養ばかりではなく、作物と家畜の相互関係とも密接に結びついている。作物と家畜の双方に対して利益をもたらすようなバランスのとれた生産システムを研究し、また農家が負担できるような費用で補助的な飼料を供給する技術を開発することが引き続き求められている。草地管理の改良と過放牧の回避は、特に乾燥地において持続性を保つための決定的な要因である。

2.4 物理的決定要因

2.4.1 土壌

持続的な農業を達成するために最も重要な資源は、植物の生育にとって不可欠な養分と水分を貯えている土壌である。水分と養分は、不足しても過剰であっても著しく生産を阻害する。土壌が強酸性あるいは強アルカリ性である場合には、発芽や根の生育が抑えられる。また土壌の保水力が低い場合には植物は干魃にあいやすく、透水性が欠けている場合には湿害をもたらしやすい。したがって、土壌管理の方法は生産力と持続性に非常に大きな影響力を持っている。

(i) 土壌侵食

参考資料によれば、人口増加による圧力のために農家が耕作に適していない限界地域での栽培をよぎなくされており、適切な制御方法が用いられなければ、土壌の劣化と侵食が発生することが明らかにされている。FAOによると、生産力のある耕地の土壌侵食と劣化による損失は、毎年、世界では6～7百万haで、そのうち1.0～1.5百万haは灌漑が不十分であるために放置されていると推定されている(2.4.2(i))。風食による土壌の損失は平坦地でも起きており、流出と関係した侵食は傾斜が2%以上になると始まるとみられている。

例えば、マラウイでは、12%以上の急傾斜地で作物栽培が行われているために、深刻な侵食を起こし、下手にある肥沃な土地への洪水をもたらしている。このような侵食は、アフリカの国々のなかでこれまでは自給に成功してきたごく少ない国の一つであるマラウイの未来を脅かすおそれがある(16)。さらに世界的にみても山岳地帯における農業の生産力は土壌侵食の頻発によって危機的な状況にある。

ナイジェリアにおけるキャッサバの耕作土壌に関する研究によれば、15%の傾斜地では毎年表土220t/haが失われており、表土が10年内にすべて流失してしまうことが示されている(32)。世界各地に同様の事例は無数にあり、新しい土壌が風化によって生成される量を上まわる土壌侵食による損失が生じている。この現象が起こると表土が掘り尽くされ、再生可能な資源である土壌が再生不可能なものに変えられてしまう。

このような土壌侵食は、先進国と発展途上国とを問わずに起こっている世界的な病であるといえる。例えば、アメリカでは、侵食による土壌の損失量は少なく見積っても全耕地の44%で許容範囲を超えている。インドでは、耕地の66%が侵食され、毎年47億tが失われているとしている研究報告もある。

多くの熱帯土壌では、作物にとって有効な栄養分は表土にある。侵食による表土の損失は肥沃度の低下と土壌の物理性の劣化をもたらすだけでなく、痩せて耕作に向かない下層土を自然に、あるいは耕うんによって表面に露出させることになる。その結果、透水性が低下し土壌流出が増加するとともに、作物の生育が低下して下層土が露出し侵食の割合がさらに増加する。この過程が止められなければ、侵食はより激しくなり、その結果として土地は放棄されることになる。土壌侵食ほど農業生産の持続性に対して脅威をもたらすものはない。

土壌侵食問題の技術的な解決方法は何世紀も前から開発されてきている。しかし、その徹底的な解明は、専ら1930年代の米国での大規模な研究と開発に依存している。侵食を抑制するためには集水域で適切な土地利用が行われることが必要である。上流地域での不適切な管理が下流地域での侵食の問題を増加するからである。事実、侵食によって削りとられた土壌は、1農場のレベルを越えた問題を引き起こしている。それは、低地に運ばれて川や用水路をうずめたり、水生生物や灌漑水路、水力発電、さらには運河の航行にまで悪影響をもたらしている(33)。

米国で開発された手法は、適切な輪作や施肥法、栽培法、作付方式、水路などからなっている。この研究から作成された勧告事項は、土壌保全に対して世界的な貢献をなしている。これらの中で生産方式が作物と家畜とを含む場合には、地域の実情に合わせて適用される必要がある。しかし、その対策が最も進んでいると考えられる米国においてさえ生産方式の変化にともなって土壌侵食の問題が継続的に生じているというのが実態である。

発展途上国で、米国で開発されたような侵食防止の手法を広範囲に適用することは、たとえ事前に試験が行われ一般的に成功するとみられる場合でさえ多くの困難が伴う。深刻な侵食が生ずる前に、防止手段を講じたりそのコストを負担するために農家や地域社会を組織化することは、まだ起こっていない侵食の防止策を施すことに利益があると認めさせるのと同様に困難である。特に旧植民地では、地方行政部局によって制御手段が農民に強制されるという歴史的問題も存在している。これらの手段の中のあるものは今日の状況では到底実行不可能であり、ただ農民に幻滅を感じさせる結果に終わっている。

しかし、アグロフォレストリーを含む多くの伝統的な農法において、土壌侵食の制御が組みこまれていることも事実である。個別に解決することが困難な問題に対応して、共同的な制御手段を構成している事例も存在する。大規模な農業開発が他の地域に比べて遅れているサハラ以南のアフリカでさえ、安上がりなうえに効果的であり、労力さえあれば実行可能な侵食制御手段の効果的な利用が行われている。

この最も顕著な事例はビクトリア湖にあるウカラ島（タンザニア）のものであろう。植民地時代以前には、住民は人口増加に対して生産の集約化で対応してきた。改良された多くの技術のなかには、いくつかの土壌侵食の防止方法も含まれていた。例えば、傾斜地には岩に面した段々畑を開発し、小さな溜池が帯状にモザイク模様をなす景観をつくり上げて土壌の流出に対応してきた。水路は堤防で補強し、放牧は注意深く制御してきた。しかし、後に本土への移民の増加によって共同体による十分な管理が維持できなくなり、土壌劣化の悪循環が始まった。

土壌侵食防止を共同体で行っている最新の事例が、ブルキナファソにある。彼らは上方の傾斜地を護るために植栽された樹木（これは最終的に燃料として用いられる）のまわりに、降雨を集めるために掘られた角形のモザイク状の溜池からなる小さな集水域を建設した。さらに、堅い表土を鍬で掘り起こし、土壌流出を防ぐために岩や草を編んだりしたもので防御壁を構築している。そのような努力によって、以前は放棄された土地の大部分がその生産力を回復できるとみられている(16)。

(ii) 土壌肥沃度

持続性にとって他に主要な障害となるのは作物の生育に不可欠な養分の欠乏である。土壌侵食による養分喪失に加えて、作物残渣あるいは肥料などによって養分が継続的に補給されなければ、収穫物は土壌の養分を徐々に収奪することになる。例えば、アフリカでは、作物中養分の大部分は土壌に還元されていないとFAOは推定している。このような地力収奪は持続性にとって深刻な脅威を与えており、もし十分な対応がなされなければ著しい土壌の劣化をもたらすことになる。

熱帯地域における従来の焼畑は自然の循環に依存してきた。養分は作物のなかに残され、あるいは、休閑中に表土中に養分が補給される。耕作後に肥沃度が回復するためには、休閑期間が十分であって森林とか灌木とかの深根性の植物が十分に生育し、より深い下層土にまで根系が形成される必要がある。休閑中に、風化や窒素固定、深層土から表層土への養分の移動などによって、利用可能な養分が増加する。有機物は、葉や他の植物の残渣の蓄積で増加する。

以前には、焼畑農業では次の作付けのために開墾されるまでの休閑期間は25年前後であった。その後2～4年作付けてから地力の再生のために自然植生にまかす方法がとられていた。しかし、人口圧が増加するにしたがって、利用可能な耕地に対する需要が増加し、地力を回復するために必要な休閑期間が短縮された。その結果、良好な気象条件の下でも労力に見合うだけの生産がほとんど得られず、土壌は危険なほどに劣化して侵食に耐えることのできない状態になっている。

人口増加は調理用燃料に対する需要を増し、土壌の肥沃度を維持することを困難にしている。それは、燃料用の木材が不足することによって、より多くの作物残渣と家畜の排泄物が燃料として用いられることになり、地力を培養するために必要な有機物の投入量が減少して地力維持にとって重要な養分の欠乏がもたらされているからである。

2.4.2 水

水資源は地球的規模で見ると矛盾した状態にある。真水の量は毎年海洋、大気、および大地における水の循環を通して再生され、現存する世界人口の必要量の数倍の量が存在する。このようにその量は豊富にあるにもかかわらず、水が周期的に不足することによって、数億人の飢餓が生じている。インド、中国、メキシコ、アメリカの一部では水収支は深刻なまでに至っている (34)。

水は無尽蔵な自然の贈り物であるという一般的な考え方は危険なものである。人口の継続的な増加と、それに関連した一般家庭の需要、工業および農業の需要増加は世界的な水収支に大きな圧力を与えている。この傾向が続けば、水利用の効率的な改善がなされない限り、適切な水質をもつ水の不足が深刻な問題となってくるだろう。

(i) 灌漑

農業は地球的規模で供給される水資源の主要な利用者である。有史以来、灌漑は農民に適切なタイミングで安定した農業用水の供給を行う手段とされてきた。1900年までに、灌漑は約4千万haの土地に水を供給してきた。1950年には3倍増となっている。この劇的な灌漑地域の増加のお陰で、世界の食物生産の増大がみられたのである (36)。

今日、世界の耕地の17%は灌漑によって生産がなされ、全生産量の約3分の1を供給している。利用可能な耕地が減少している反面、灌漑によって既耕地での生産を増加することが可能になっている。1950年代と1960年代の間に、灌漑面積は年4%の割合で増加してきたが、1980年代には1%以下に低下した (34)。

このような灌漑地域の拡大は、化石水の利用や支出過剰の水の利用を強いるものであった。これらの方式はともに非持続的なものである。さらに、化学的、生物的な汚染によって水質が灌漑用としては不適切なものとなっている地域もある。

これらの問題は、必要以上に用水量が用いられるといった不適切な灌漑利用によってさらに深刻化している(37)。未熟な灌漑技術のために滞水や塩類集積などが起きて土壌の劣化がもたらされ、毎年良好な土壌の1.0～1.5百万haが不毛化していると推定されている。これらの問題は特にインドとパキスタンで深刻であり、これまでに1億4千2百万haが劣化していると推定されている。世界の多くの地域で滞水や土壌の塩類集積によって巨額な投資を必要とした灌漑計画が事実上無益なものとなりつつある。

(ii) 降水

熱帯地域では、農業生産は降雨の量や分布、その頻度などによって大きな影響を受けている。研究によって降雨の供給を制御する方法を見出すことは少なくとも近い将来にはできそうにないが、降雨を有効に利用する技術については大きな貢献ができると考えられている。特に半乾燥地域では、降水に対する考え方は灌漑に対する考え方と基本的には同じものであって、水は浪費してはならない希少資源とみなさなければならない。また、雨水の流亡を制御する手法は土壌侵食を制御するためにも不可欠である。

灌漑には土壌管理と作物管理の2つの側面がある。この両者ともに基本的な考え方は、雨水を保存し、より効果的に利用することにある。

土壌は降雨を貯える貯水池の役割をもち、流亡を防ぐとともに雨水の貯蔵にも役立っている。適切な肥料の利用は、また水の効果的な利用を促進する。例えば適切な播種時期の設定のように期待される雨量と植物の水要求量の関係を最適にする作物管理法は、最高収量を上げる可能性がある。

降雨は、種々の水保存法、例えば表面水を集めるための小さな池や帯状の畝をつくること、あるいは流水を集めることによって保存することが可能である。

これらの水利用法を活用することが、発展途上国においては労力の不足や技術研究と普及事業の不十分さによって制約を受けている場合が多い。しかし、降雨の効果的な利用は、天水利用地域での食糧需要の高まりに応ずるための基本的な手段である。

2.4.3 大気

人間は各種の活動によって大気中に有毒ガスを放出している。例えば、化石燃料の燃焼や鉱石の溶解によって大気中に大量のイオウや窒素酸化物を放出しており、それらの多くは酸性雨となって降下してきている。この酸性雨は陸生あるいは水生生物に有害な結果をもたらす。特に、先進工業国の森林地域では、すでに大きな被害が生じている(38)。

酸性雨はまた土壌の酸性化をもたらすが、このことは特に土壌がすでに酸性化している地域では深刻である。酸性化は土壌中のある種の成分の溶脱を促し、作物にとって有害なものとなる。対照的に、少量の酸性雨はイオウ欠乏を回復して農業生産に役立っている。しかし相対的にわずかな工業開発しかみられない発展途上国であっても、酸性雨は湿潤条件の下では有害な影響をもたらす危険性がある。

ガソリンの燃焼による鉛の大気中への放出は、生物にとって有害である。特に、高速道路の近くでは高濃度になって危険である。ある種の工業生産や工業製品の中には大気中にフロンガスを放出し地球のオゾン層を破壊するものもあり、その結果として太陽光の有害な紫外線が地表に到達するのを促進する危険性がある。

化石燃料や木材の燃焼によって二酸化炭素が放出され、大気中の濃度は60～80年以内に倍増するかも知れない。この二酸化炭素の増加は、光合成を促進し、水の利用効率を高めることによって作物生産にとってはむしろ有利に作用する。しかし、二酸化炭素は他の気体と結合することによって長波長の熱線の放射による冷却を減少させ、いわゆる「温室効果」を引き起こす。各種の数学的モデルによれば、21世紀には2～5℃の気温上昇と降水分布の変化が予測されている。温暖化の傾向は、低緯度地帯より高緯度地帯で大きいとみられる。アメリカのコーンベルト地帯は温暖化とともに乾燥化し、穀物生産地帯が北方に移動すると予測されている(39)。世界的にみても海岸の低地では、極地の氷の融解と海水温度の上昇による膨張によって冠水害を受ける危険性が増加するかもしれない。21世紀には20～30cmの海水面の上昇が予測されるが、北極西部の氷の覆が融解するとすればさらに大きな海水面の上昇が避けられないと考えられる。

きわめて深刻な影響が発生するというシナリオも考えるが、気候変動は農業生産には特別な問題を引き起こさない程度のゆっくりとした速度で進むと予測されている。しかし、海水面が緩慢に上昇したとしても洪水、排水、および塩類集積の問題が、特に社会的基盤の未整備な河口部で発生する。

農業はこの被害を受けるだけではなく問題を悪化させる可能性もある。大気中のメタンの主要な源は水田と反芻動物の腸内発酵などであり、窒素酸化物の主要な源は細菌による窒素変換過程である(40)。肥料の脱窒現象は、現在のところまだ重要な問題とはなっていないが将来は大きな窒素の放出源として問題を引き起こす危険性もある。しかし、温室効果に対するこれらの気体の影響が現在考えられているように限定的であるかぎり、そのために農業生産システムを変える必要はないであろう。

森林の破壊と燃焼は大気中の二酸化炭素の増加量の約20%を占めると推定されている(41)。この割合は大きなものであるが、環境への効果は森林伐採による影響ほど深刻なものではない。例えば、中央アマゾン流域における研究成果によれば、熱帯降雨林は降水

量の約4分の1を保持しており、4分の3は蒸散によって大気中に戻るとされている。森林が農耕のために開拓されると、これらによる環境の維持と安定に対して多くの問題が生じると考えられる。

サヘル地域における土地利用に対する圧力は土壌の流出量を増加し、蒸発散の減少、および地表のアルベド（反射能：太陽光の全入射量に対する反射量の割合）を高める結果となっている。シュミレーション・モデルによる研究成果によれば、地表のアルベドの上昇は乾燥化を促進し、その結果として地表面のアルベドがさらに高まるという悪循環が生じていることがわかっている（40）。乾燥と人口および家畜の増加との結びつきはいずれにしても深刻な環境の劣化と土地の砂漠化をもたらしている。

2.4.4 危険な化学物質

工業とその生産物は環境に対して危険な化学物質を放出し、作物の生育を低下させるだけでなく、人間や家畜が消費する段階での品質低下をもたらしている。基本的には、これらの物質を放出することを止めることが望ましいが、現実的にそれを実行するのはきわめて困難である。したがって、生産と流通のシステムを制御することによってこの問題の解決が図られなければならないだろう。

近代的農業はまた多くの化学物質を利用しており、そのすべてが不適切な場所で、不適切な時期に、不適切な量が用いられるという危険性をもっている。一見、安全と見られたものでも、その利用が厳密に規制されなければ環境にとって危険なものとなることが明らかになってきている。しかし、このような対策は必ずしも十分には行われていない。その理由は、農薬などの開発費用はきわめて高いものであり、継続的に利用されることによって初めて利益がもたらされるからである。DDTや水銀を含んだ農薬（biocides）の危険性は良く知られているが、これは決して希少事例ではない。

農薬は農業生産を支えるために必要不可欠なものであるという認識が広く受け入れられている。そうであるとすれば、新しい農薬は環境に対する悪影響を最小限に抑えるために、その作用が限定的であって、残留性を持たないようにすべきである。しかし、そのような農薬の開発には莫大な費用と多くの時間がかかるものであり、すぐにも提供されるとは考え難い。したがって、代替的な解決手段を開発するために必要な研究意欲が与えられるべきである。

肥料類は農薬と比べれば問題は少ないが、不適切に用いられれば環境に体して同様に有害な影響を与えることになる。さらに化学肥料による水質の汚染が世界中で起きている。化学肥料は、作物に有効に吸収され利用されるようにする知識がないまま、あまりにも非効率的な利用が行われている。例えば、インドネシアでは適切な施肥方法を用いれば施用

された窒素の50%以上の回収が可能なのに、農家レベルの回収率は20%以下であると推定されている(43)。このような損失は環境にとって有害であるだけでなく、肥料代が外部からの投入資材の費用の大部分をなしている発展途上国においては、農民にとっても大きな経済的負担となっている。

地域的に利用可能な資材(deposits)を利用することへの関心が高まっているが、そのことにもある種の危険がともなっている。例えば、リン鉱石中のカドミウムのように土壤中で有害な濃度にまで達するような成分を含むものがある。化学肥料は土壤中で植物にとって有害な濃度に達してしまうことがある。特に、酸性土壌ではアルミニウム、マンガン、鉄などの高濃度の蓄積が作物の生育にとって悪影響をもたらすこともある。石灰などの中和剤の利用ができない地域では土壌の酸性化は農業の持続性にとって大きな障害となっている。

イオウを多量に含んだ滞水地域では、排水することによって強酸性土壌となり、排水中に硫酸塩を流し込んで水質を酸性化したり、環境を汚染したりする危険性がある。さらに、塩類集積の問題は灌漑地や、十分な排水施設のない地域での持続的な生産にとって脅威となっている。

2.4.5 エネルギー

集約的な農業は大きなエネルギーを必要としているからそのような農業にとっての持続可能性の決定要因の一つはエネルギー源の適切な利用にあるといえる。したがって、工業製品の利用を制限し、エネルギーの利用を少なくする生産システムについての研究は検討すべき価値がある。しかし、その際の研究のポイントは、用いられるエネルギーの総量ではなく、その利用効率に置かれるべきである。

自給的農法における作物栽培は、肥沃度を保つためにバイオマスの形で多量のエネルギーを必要としている。焼畑耕作では、長い休閑中に生育した植生を刈り払ったり燃やしたりすることによってエネルギーが浪費されている。また、複合的な生産システムでは家畜の生産する有機質肥料などの副産物のエネルギーは、ただ広大な草地を生育させることだけに浪費されてしまっている。

上記の2つの農法はともに、肥沃度を保つために土地の一部分しか耕地として利用しないので、収穫物のエネルギー量に対する生産のために投入されたエネルギー量の割合として示されるエネルギー効率は1よりかなり小さい値になる。さらに、食物を調理するために必要な燃料として木材あるいは厩肥材料が供給されなければならない。この需要に木材で対応しようとするれば耕地に対する負担が増加する。作物残渣あるいは厩肥材料で対応しようとするれば土壌の肥沃度が低下し、この生産システムの持続性自体が危機的状態に陥ることになる。

アレイ・ファームのような新しい生産技術が開発される一方で、間作や混作などが人口増加の下での持続的な集約的農法として復活してきている。このような技術は購入資材の投入を少なくするように努力してはいるが、すべて外部からの投入資材にある程度依存している。例えば、大気中窒素の固定を高める豆科作物を維持するにはリン酸鉍物の投入が必要である。このような外部依存の投入資材を得るには化石燃料が必要であるが、発展途上国での化石エネルギーの単位面積当りの投入量は先進工業国と比べてずっと少ない。このような地域の農民に外部投入資材を利用するなど勧告すれば彼らの生産意欲をそぐことになるだろう。また、外部投入資材を購入するために高い費用が必要であるということは、その費用が農民自身の資金によるものであれ、あるいは借入資金によるものであれ投入意欲をそぐものとなる。

高い収量を上げるための農業生産システムは、人間の労力に代替するものとして化石燃料を必要とする。このような農法のエネルギー効率（生産過程で直接あるいは間接に投入されるエネルギーの量で生産される農産物のエネルギー量を除いた値）は、通常3～4以上となる。したがって、単位面積当たり投入されるエネルギー量は大きくても、閉鎖系の生産システムよりもはるかに効率的なのである（44）。しかし、直接的な作物栽培のみに生産が限定されたり、迂回的な畜産物の生産がなされたり、肥料が単なる廃棄物とみなされるようになるにしたがってその効率の良さは失われて行く。このような不経済なやり方は、他の贅沢品のためにエネルギーを消費することと基本的にはなんら変わる所はない。このような方式を続けながら、発展途上国の資源に乏しい農民のみに資源の節約を押しつけることが正当化されるはずはない。

既に述べたように、農業に適していない土地に耕地を拡大することよりも単位面積当りの生産性を高めることが必要になってきている今日的な状況に対応するには、一つの再生不可能な資源（土）を別の再生不可能な資源（石油）に置き換えることが必要である。このような置き換えが成功するか否かはこれら二つの資源の希少性の違いを認識したうえで、代替資源を見出す知恵がもとめられている。

単に食糧生産を行うのが目的であれば、土壌を使う代わりに露出した岩の上で水耕栽培を行うことも可能だろう。しかし、土壌は代替不可能な構成要素からなる自然生態系である。土壌と比べれば、石油は特に乏しいというものではない。石油の埋蔵量は、毎年利用されている量の約100倍以上であると推定されている。さらに、天然ガス、石炭、タール油、ウラニウム、再生可能な資源から得られるエネルギー（例えば、太陽光や風力発電）など）や核融合によるエネルギーなど多くの代替エネルギー源がある。これらの中には、持続的な生産にとっての問題を生ずるものもあるかもしれないが、二酸化炭素の問題を直

接引き起こすことはないだろう。これらのエネルギー利用がうまく行かなければ、持続性にとって将来大きな問題が発生するかもしれないという点に留意すべきである。

持続性を達成するためには、石油を節約して土壌を劣化させるよりも石油を活用して土壌の保全に努める方が望ましい。さらに、高生産性農業の持続性はどのようなエネルギーを利用するかという問題よりも、むしろそれらのエネルギーが社会経済的および自然環境的に受け入れられるかどうかという点にかかっている。

2.5 社会経済的および法的な決定要因

2.5.1 活力のある農業発展の必要性

持続性は活力のある農業発展なしには不可能である。したがって、農業発展に影響する社会経済的および法的な要因の多くが持続性の実現に影響している。

従来、農業発展にとって最も深刻な制約条件の一つは、発展途上国の政府や地方行政が農業を優先していないことにあった。農業に対する政策的支持の不足は周知のように多くの問題を生じてきている。これらの問題の中で、持続性にとって特に重要な点を以下に示した。

2.5.2 農業にとって不利な経済政策

多くの国々では農業部門 (rural sector) に対して極端に不利な交易条件を実施している。例えば、通貨価値の過大評価は輸入食品を意図的に安価にし、輸出農産物や原材料の価格を引き下げることによってこのような結果を生み出してきた。このような交易条件の歪曲は都市に居住する消費者にとって有利だけでなく、低賃金を保つことによって工業部門の利潤を増してきた。この利潤を再投資すれば、資本形成の主要な源泉となる (39)。資本を農業から工業へ移転する試み (「農業部門の経済余剰の吸いあげ」あるいは「農業の収奪」) は、特にその経済が農業に多くを依存している場合には発展の初期にある国にとってたいへん魅力的な政策となる。

多くの発展途上国において、このような都市に偏向した開発政策こそが農業に対する行財政的な支援の欠如と、経済における中心的役割をもつ政治的支持の欠如をもたらした元凶である。政治的な支持が欠けていることは、しばしば政情の不安定と関連した行政の不連続性のために悪化している (45)。この不連続性のために政治的方針は不安定となる。新政権は旧政権とは別な方針を樹立し、新しい政策を実施するまでに長期間の学習過程を必要とする (39)。

このような財政的な支援の欠落は、持続的な農業生産の達成にとって大きな障害となっている。このような政治的状況の下で、農家は短期的な収益を約束するような方法を強いられ、土壌は養分をなくし、耕地は拡大され、さらに自然資源を保つために必要な投資に対する関心は失われていく。

それとは対照的に、農産物に対する合理的な価格政策は、生産の増加と健全な農業への投資意欲を喚起する。例えば、ウガンダ政府は1983年に食糧価格を2倍にしたが、このために地方によっては食糧生産は400%もの増加となった(46)。これとは逆に、ザンビアとエチオピアの農民は1980年には10年以前に得ていた穀物価格の約半分しか得ることができなかった。この両国での穀物生産はこの期間に著しく低下した。

FAOの研究によれば、1970年代に他の発展途上国と比べアフリカの農民は価格政策に関して著しく不利な立場にあった。この期間に生産者に支払われた輸出作物の価格は、中近東地域で3%、アジアで11%、それにラテンアメリカで17%上昇したのに比べて、アフリカでは実質的に17%低下した。この価格の低下は世界の農産物市場における価格低下によるものではなく、アフリカ各国政府の政策によるものであると判断できる(47)。

2.5.3 不十分な社会的基盤と市場問題

多くの発展途上国では、社会的基盤(infrastructure)の貧弱さが、投入資材や農産物の流通上の大きな制約要因となっている(39)。これらの制約を取り除くために社会的基盤を発展させることは、恵まれた地域での生産をさらに発展させると同時に、脆弱な環境下での生産の発展を抑制する圧力を減ずることになる。

社会的基盤の不足という問題はアフリカで特に深刻である。例えば、1982年にアフリカ内陸部14カ国でわずかに206,000Kmの道路しかなかった。アフリカの鉄道体系は、植民地時代に海岸地帯と内陸部との間を結ぶために建設されたものである。しかし、アフリカ中央部は港から非常に遠く隔っているために、農業の潜在的可能性があるにもかかわらず幹線鉄道は開かれなかった(48)。アフリカ中央部は人口密度が低いために、道路や他の公共施設を建設するのに必要な人口一人当たりの費用が、他の地域に比べてはるかに高いのである(49)。

流通経路や加工過程の改善は効果的に生産を刺激する。しかし、市場流通網はたいてい不十分なものである。多くの発展途上国では、市場に対して不十分な投資しかなされておらず、市場情報の伝達、規格化や品質管理が不十分である。

バングラディッシュにおいて、社会的基盤の水準の異なる地域間の比較研究がある。開発の遅れた地区と比べて、十分な社会的基盤をもつ地域では新しい技術の採用は高い水準に

あり、高収益作物の作付割合が高く、雇用においても市場の農産物価格や賃金においても明らかに高いことが示されている。この研究によると、アジアの諸国はアフリカの諸国と比べ流通費用が少なく国際市場において相対的に競争力が強い。

平均的にみて、アジアの農民は農産物の最終消費者が支払う価格の75～85%を得ているが、アフリカの農民はわずか30～50%しか得ていない。この差異の原因は主としてアジア地域でのより良好な社会的基盤によるものである(50)。

2.5.4 不十分な投資と信用組織

多くの場合、持続的な生産を実現するためには、種子、肥料、農薬、農具および施設などの購入資材の利用を増加することが必要である。適切な価格での投入資材の利用を妨げている障害のいくつかを取り除くことは、購入時の信用供与と同じく、発展計画において高い優先順位を与えられる必要がある。

いくつかの事例では、減少している輸出歳入と他の輸入に対する政府の食糧を含めた高い優先順位によって必要な農業資材の輸入が不足している。さらに、多くの発展途上国においては流通体系の貧弱さのために、農民が必要な時期に適切な量の投入資材を得ることが困難なものとなっている。

農産物の販売価格に対する投入資材価格の割合の高さが、購入資材を集約的に利用しようとする意欲をそぐことになる。このような農民にとって不利な価格比率は外部資材の価格や輸送費の高さ、さらに食糧価格を低く抑えるための政策などによるものである。その結果として発生する資材投入意欲の喪失を最小限にしようとして、購入資材に補助金を出している政府もある。しかし、生産者価格が必要な意欲を起こさせるに十分なほど高ければこのような補助対策は不必要となる。しかし、その場合、貧しい消費者にとって農産物価格の高さが経済的に耐えられないということになりかねず、低所得層に的を絞った消費者補助が投入資材への補助に代わって必要なものとなってくる。

発展途上国の農民は、購入資材を得るための蓄積がないために適切な外部資材の利用ができない場合が多い。また、農村地域では民間あるいは政府金融機関による融資手段が貧弱であるうえに、貯蓄も借入も効率が悪く利用価値の低いものとなっている。さらに、現在の信用供与の機構は主食用の食糧作物に対するよりも輸出用作物に有利となっている。例えば、小規模の貧しい農民（特に婦人の場合）は土地に対する権利（担保物件）を持たないうえに、自給的色彩の濃い主食用作物を作っている零細な農民に対する貸付時の銀行利子はとても高いものなので、信用制度を利用することが非常にむずかしいといった問題も存在している。

2. 5. 5 研究, 普及, 教育体制の問題

改善された農法を採用することは農業の持続性を達成するうえで核心的な問題であるので、研究、普及、および教育には高い優先順位が与えられなければならない。アジアおよびラテンアメリカのいくつかの国々では非常に大きな進展がみられているが、アフリカでは国内の農業研究の実施体制は一般にきわめて貧弱である (45)。

各国の農業研究機関が十分な成果を上げることのできないのは、援助が不適切な水準にあることに加えて、継続性の欠如、職員に対する待遇の不十分さ、それに必要な資材の不足などの理由によるものである。しかし、研究成果がうまく普及しない理由は、単に普及システムの貧弱さを反映しているものとみられる。優先順位の明確な表示が欠けている理由は、その国の明確な農業開発戦略が欠けていることや、研究職員と経済計画スタッフとの間の結びつきの弱さによるものである。それと同様に、普及活動と農民との結びつきの弱さから、農民が研究に効果的な影響を与えることができないようになってしまっている。

農業研究への投資によって高い見返りが得られるということは広く認められているにもかかわらず、多くの発展途上国での研究予算はきわめて少ない。ある権威筋は、各国の研究予算を農業部門の国内総生産額の0.5%から2.0%とすることを提案している。しかし、かなり規模の大きい農業研究組織を持っているいくつかのアジアの国々できえ、勧告された最低の水準である0.5%水準に達していない (39)。

各国の研究体制の未整備による限界は、普及活動の弱さに拍車をかけている。普及活動の重点は食糧作物よりも輸出作物におかれており、しかもその技術すらも末端の農民までには行きわたっていないのである。また、発展途上国の普及員は一般に婦人を無視しがちであるが、彼女達は食糧作物の生産、加工、販売において主要な役割を果たしているのである。

発展途上国において、研究・普及活動のテンションを高めるためには、これまで以上に高いレベルで教育機関が人材を供給することが必要である。例えば、アフリカの国々の約4分の1において15年間あるいはそれ以上の期間にわたって専門技術者の不足に直面するだろうということ、また3分の1以上の国々では中級技術を身につけた人材が不足するだろうと予測されている (16)。

発展途上国の多くでは教育機関、研究および普及組織において人件費が経常支出の大部分を占め、本来の活動費が限定されてしまっていることが大きな問題となっている。また、多くの途上国政府は、供与国による援助がなくなると十分な予算を獲得することが困難になってしまうという問題を抱えている (16)。

農民やその子弟に対する教育を強化することによって途上国の発展が大いに進展するであろうということは明らかである。さらに、資源を保存することが必要であるということを通じての人々に認識させるためには、持続性に関する理論を小学校から大学までのカリキュラムに組み込む必要がある。

2. 5. 6 土地保有に関する問題

さまざまな保有権が農業の発展に影響を与えているが、その中で最も一般的なものは土地保有権であり、これに関する調査結果が最近FAOによって集約されている(51)。

そこでは、共同体的な土地保有権がいかにか長期的な農業の発展を阻止しているかという点に関する事例が報告されている。例えば、アフリカや中近東の多くの国々では、個人によって耕作されている土地に冬期間放牧することが共同体の権利として許されている。このように耕地を家畜が踏みつけることを許す共同体の権利は、土地改良の長期的な進歩を阻害することになる。もし、そのような冬期間の放牧がなされなければ、垣根を作って永年性作物を植え付けたり、アグロフォレストリーを発展させることによって土地改良が行えるかもしれないからである。個別の農民の利益は共同体の利益と対立するかもしれない。個々の農民は共同体の放牧地で家畜が増加することに対して短期的な費用を何も感じないだろうが、すべての農民が同じことを行えば過放牧と長期的な生態系の被害が生じることはこれまでの経験から明らかである。

土地保有制の問題は自然環境を劣化させることによって生産システムの持続性にかなり大きな影響をもたらすかもしれない。例えば、いくつかのラテンアメリカの国々では、条件の良い土地の多くは大土地所有者によって独占されている。貧しい農民の多くは、劣等な傾斜地とか山岳地帯のような農業に適していない脆弱な土地を耕作せざるを得ず、結果的にひどい環境破壊をもたらしている。しかし、アフリカでは油ヤシのように、永年性作物が慣習的あるいは共同体的な土地保有制の下で土着の農民がプランテーションと対等に競争しえる生産をしているいくつかの例がある。

しかし、慣習的な土地保有の形式は満足すべきものではない。人口と家畜の急激な増加は、土地に対して持続性を消耗させるような圧力を加えている。慣習的な土地保有制によって、農民の耕作地が極端に細分化され、従来の伝統的な技術を適用しても十分な自給用の食糧が確保できなくなっている地域もある。さらに、農耕民族がそれまで遊牧民族が占有していた土地にまで侵出し、両民族の間に争いが生じたり、放牧地が縮小したために過放牧が生じたりするという問題が起きている(16)。

さまざまな土地保有制の下にある婦人の権利に対しては特別な注意を払う必要がある。多くの地域において、婦人は農業生産の主要な担い手である。しかし、一般に彼女達は自らの耕作地を所有してはおらず、このことが長期的な土地改良の意欲を阻む大きな原因となっている。

これらの理由から、研究目標を設定する場合には土地保有権に関して十分に考慮すべきである。このようにして設定される研究目標は、国家レベルにおいて今後の研究の正当性を保証するだけでなく、農業生産の持続性を達成するためにも重要なのである。

2.5.7 不適切あるいは不当な法律と規制

一般に発展途上の国々では、土地利用を規制したり森林や牧野を乱開発から守るための適切な法律および規制が実施されていない。また、貯水池、河川、湖沼、それに地下水の滞水層における水資源の利用規制がないばかりでなく、土地改良や灌漑計画を促進するための法制度もない。したがって、各国政府がこれらの問題に努力を注ぐようにするための強力な国際的支援が必要とされている。

いくつかの国々では適切な法律をすでに導入しているが、それを満足できるやり方で実行することができていない。適切な公共的規制や相互の合意によってそれらの法律を守らせることができなければ、環境の安定性を維持したり農業の持続性を実現したりする機会は著しく低下してしまう。

第3章 持続性関連研究に対する国際農業研究センターの貢献

3.1 序文

この論文の第1, 2章では, 持続的な農業生産の必要性が国際的に注目されてきたことについて述べるとともに, その持続性が向上したり低下したりしてきている過程を分析した。ここに, 述べられたいずれの概念も新しいものではないし, これまでに行われてきた研究とまったく異なる研究を求めているわけでもない。いうまでもなく, 持続性に関連した将来の研究戦略がすでに進行している研究の背景と矛盾するものであってはならない。これらの点を踏まえて, この章では, これまでに国際農業研究センターが行ってきた貢献の具体的な事例を示すことにする。

3.2 総合的対応

国際農業研究センターは総合的な農業研究の前面に立っており, きまざまな分野の研究がファーム・システムとの関連の中で行われてきている。ファーム・システムについて各研究センターが開発した手法や用語法と研修課程との内容を調和させようとする積極的な試みは, T A C (技術諮問委員会) が持続性に関して強調している諸点とすべて密接に関係している。

研修や研究手法の開発に加えて, 各研究センターはファーム・システムのネットワークにも組み込まれており, 持続性の問題を農家レベルで継続的に観察し技術的研究と社会経済的研究の視点から統合することができる。政策研究は I A R C s の活動全体を特徴づけるものであると同時に, 多くの局面において農業発展に望ましい環境を創造することに貢献しており, 持続性の達成にとって不可欠なものとなっている。

3.3 新たな生産システム

国際農業研究センターの多くは持続的な生産システムの開発研究に貢献している。I I T A (国際熱帯農業研究所) は, 土壌マルチと混作およびアレイ・ファーム (alley farming: ギンネムなどのマメ科のかん木の間, トウモロコシやカウピーを作付ける。ギンネムの葉は家畜のえきとなり, トウモロコシは収穫後刈り倒してマルチにする。) の研究に長い間従事してきている (52, 53)。I I T A は, I L C A (国際アフリカ家畜センター) と共同して, この方式が湿潤および半湿潤熱帯での作物と家畜の生産維持に適用可能であることをすでに示しているが, 広範な普及を計るためにはさらに今後の社会経済的な研究を待つことになる。

半乾燥地では、ICRISAT（国際半乾燥熱帯作物研究所）が少量灌漑による新しい管理方式、雨期でのパーティソル（膨張収縮性の大きい粘質土壌で乾期に大きな裂目を生じ、雨期に土壌侵食を起こしやすい）管理（54）、それにさまざまな間作方式（55）に関して大きな成果を挙げている。ICARDA（国際乾燥地農業研究センター）は西アジアと北アフリカの乾燥地域で少量のリン酸を、穀物、家畜それに豆類を結合した生産方式に投入することで生産がいかに持続できるかを示している（56）。CIMMYT（国際とうもろこし・小麦改良センター）はこの方式をラテン・アメリカの同様な環境におけるコムギ生産にも適用している。CIAT（国際熱帯農業センター）の草地の改良と家畜生産に関する研究も、この「新しい」生産方式を有望なものとしている。CIP（国際ばれいしょセンター）はバレイショ品種の多様性を明らかにしており、IRRI（国際稲研究所）では新しい生産方式による稲作の普及可能性を示している。

それ自身は研究機関ではないが、ICRAF（国際アグロフォレストリー研究協会）は永年木を含んだ生産システム、特に作物と家畜の生産性を持続するための方式を奨励している。ICRAFは目的を明確にし、アグロフォレストリーに関する研究手法の開発に指導性を発揮している（57）。ICRAFは、集約的土地利用を進める過程において、樹木は生態的役割（例えば、肥沃度の維持と土壌侵食の防止）と経済的役割（例えば、木材製品の販売による収入増）を担うことができると示唆している（58）。

生産力研究に関係している国際的な研究センターは各国の研究機関との共同研究を行っており、世界気象機関と国際土壌科学会は各環境の農業気象を特徴づけるデータの蓄積と分析を行っている（59）。このようなデータベースは現在の生産システムにとっても、また新たな生産システムにとっても各々の技術の適用範囲を定めるために不可欠なものである。

3.4 生物学的決定要因

持続性という動的な概念は、増加しつつある人口の需要に応ずる生産力の上昇を意味している。したがって、国際農業研究センターの原形質に関する研究も持続性に関連している。例えば、探索、収集、貯蔵それに評価などを通して、遺伝的な多様性をもつ資源を消失や劣化の危険性から守るよう計画されている。作物改良の仕事は生産力を増加するよう計画され、その目的は、病虫害、干魃、塩類集積、土壌毒性などの環境ストレスに対する抵抗性を導入したり、維持したりすることにある。広域適応性をもつ品種を育成することは基本的な育種目標の一つであるが、それによって高い収量安定性が達成され、零細な生産者にとって大きな痛手となる生産の季節変動を減少させることができるのである。

いずれのCGIAR組織においても、またICIPE（国際昆虫生理生態センター）やAVRDC（アジア蔬菜研究開発センター）のような非CGIAR系の組織においても、資源の乏しい零細な農民に適用できるような総合的病害虫防除方式の開発が強調されている。IPM（総合防除）は寄主植物の抵抗性の導入、間作や生物的防除など農薬の使用量を最小限にするような持続的な病害虫の制御方式の開発と利用を強調している。

IARCsのいくつかは家畜の健康と栄養の問題に係わっている。例えば、ILRAD（国際家畜病研究所）は、牛の病気、特にタイレリア症やトリパノゾーマ症の制御に関する研究を行っている。この研究が成功すれば、アフリカなどの地域で家畜生産を大幅に改善することができると期待されている。ILCAは牛と小家畜の栄養問題を研究している。小家畜に関しては、ICARDAの研究プログラムのなかでも強力に進められている。

3.5 物質的決定要因

生産力研究を行っている研究センターは活動の中心を土壌と水の管理に関する研究に置いている。それらは、異なった土壌条件と作付方式での養分要求の決定を含む土壌肥沃度に関するものである。

天水農業における土壌と水の管理に関する理解を広げるためになされた研究は多いが、その中で、ICRISATは半乾燥熱帯地域での土壌と水の保持に関する問題についての研究を進めている。IITAは湿潤および半湿潤熱帯地域での主要な土壌の問題に深く係わっており、土壌の肥沃度を改善する方法と侵食防止の方法を研究課題としている(52)。ICARDAは、主要課題を水の利用効率を高めることに置いているが、その中で土壌侵食を減少させ、地中海気候条件下で持続性を高める生産システムについて研究している(56)。

特定の農産物に関する研究を担当している研究センターの中で、CIATはキャッサバ計画での侵食防止の方法と技術を担当している(60)。ILCAは高地での土壌と水の保存を低コストで、しかも地域で作られた農具を用いて行う方法を開発するために家畜による牽引を研究している。IRRIでは畑地の侵食防止、不耕起などを含めた土壌管理法の研究が行われている。

CGIAR系の研究センター以外では、IBSRAM（国際土壌研究管理委員会）は研究ネットワークを通してバーティソルと酸性熱帯土壌の管理についての研究を促進している。IFD（国際肥料開発センター）は各国政府や他のIARCsと協力して、生産性と持続性の改善のための肥料の利用法に関する共同研究を進めている。また、ICRAFはアグロフォレストリーにおける侵食防止のためのいくつかの研究を行っており、IIM

I（国際灌漑管理センター）は灌漑の管理方法に重点をおいて、灌漑計画における土壌管理と水管理の改善を追求している。

3.6 社会経済的決定要因

I F P R I（国際食糧政策研究所）の研究の多くは、農業の持続性の達成の目標に直接的、間接的に関係している。例えば、I F P R Iは農業による定着を図るためにブラジルでの熱帯降雨林の開発についての社会経済的な効果を研究している。この研究は開発戦略の分析の中の一つであるが、同時に持続性の達成にも貢献できると考えられている。成長連関の研究、社会的基盤の開発、それに開発可能性の低い地域での人口問題は、開発戦略の選択を支援するという点で研究の重要な分野となっているのである。

特定の農業物を担当している研究センターも社会経済的な研究を行い、持続性をより幅広く理解するために貢献している。I L R A Dでは、3人の自然科学の研究者のグループがタイレリア症とトリパノゾーマ症の防除法の改良が、経済、社会および環境に与える影響について分析している。研究センターの多くは、各国の関連機関と協力して政策分野の分析にも関わっている。

各国の農業研究組織を強化するための仕事の中で、I S N A R（国際農業研究指導センター）は主要な環境問題と持続性の問題について関心を示している。政策に関しては、各国の政策目標が明確になるように支援することが重要である。持続性に関する研究は、研修のために必要な概念と手法を発展させることに特徴があるが、それはI S N A Rの活動の一部をなすものである。

3.7 将来の方向

T A CはI A R C sによってすでになされた持続性に関する研究の貢献は認めているが、その必要性は今後ますます高まることになるだろう。この論文の最終章で、T A CはC G I A Rの各研究センターが持続性の達成という目標に向けて研究を強化するために必要な戦略変更の概要を明らかにしている。

第4章 CGIAR組織内における持続性関連の研究戦略

4.1 挑戦に対する反応

持続性をTACの提案している主旨で考えるならば、着実に増加しつつある需要の拡大と人々の高まりつつある需要に対応できるように農業を管理して行かなければならない。このことは、現在の生産力水準を脅かす各種の阻害要因を減少させるだけでなく、増加しつつある需要に応ずるように生産力を高めることに主要な努力を向けなければならないことを意味している。

世界中で、持続性に関する問題は急速に関心を高めてきている。このため、時宜を得た実行可能な解決策を見出すことが大きな課題となっており、CGIARだけでなく何らかの貢献のできるすべての組織や研究機関において、持続性関連の研究に対して継続的に高い優先順位が与えられるべきである。農業の持続性に関する研究に高い優先順位を与えるべきであると強調することは、発展途上国ばかりではなく先進工業国も含めた世界の全域で農業の持続性の問題が生じているという認識に基づいている。この問題の緊急さが認識されれば、解決のために必要な努力を結集することができるだろう。

持続性を達成するのを妨げている状況の多く（第2章）は、いうまでもなくCGIARだけによってもあるいは農業研究だけによっても解決できない。各国政府とその開発機関はこの問題の矢面に立たなくてはならないであろうし、持続性を達成するのに成功するかどうかは結局彼ら自身がこの問題にいかに取り組みかにかかっている。いずれにしても、継続的な研究が成功のためには不可欠である。CGIARの各研究センターと各国の農業研究組織とは絶えずその計画を再検討し、持続性に関係する分野について注目しておくことが必要である。

TACはCGIAR組織が有意義な貢献をすることができると思えるものであるが、その努力は全体として将来を見通したものでなければならない。1980年に、CGIAR組織の支出額は世界の国際的な公的機関による全支出額のわずか1.6%であり、農業研究に関する発展途上国の全支出額の約5%であった(2)。しかし、CGIARの各研究センターは他の研究所に対する影響力を通して、その支出水準に比べてはるかに大きな影響力を持つことができる。さらに、CGIAR組織への資金拠出国や他の組織が持続性について関心をもつことを助け、このことについて妥当な優先順位を与えるよう各国政府や関係機関が一致することを奨励することができる。

持続性が人類の需要を満たすために農業資源を上手に管理することを意味しているとするれば、IARCsの仕事の大部分はすでにこの目標に貢献しているといえるだろう。したがって、各研究センターが農業を持続的なものとするための研究をしているかどうかの問題ではなく、農業の持続性のためにさらにどのような研究をすべきなのか、研究の重点を変更すべきかどうか、そして研究手法の再構築が必要であるかどうかということが問題とされているのである。

4.2 持続性の将来展望に関する研究

国際的な性格を持っている農業研究センターを支援することは、農業生態的条件や社会経済的条件の違いを越えて容易に適用できるような技術を開発する能力を持っているということによって正当化されている。過去の成功例によれば、新しい技術は社会経済的な状況と適切な関係を持ち、また各国の農業研究組織やファーム・システムと密接な関係を保ちながら開発されなければならない。

このような経験は生産力研究に関する方法論を発展させる中で蓄積されてきたものであるが、持続性関連の研究にも当てはまる。TACは研究を他の専門分野からまったく切り離されたものとは考えていない。例えば、持続性に関する研究成果は生産力研究のあらゆる分野に反映されるべきである。したがって、TACはすべての研究センターが持続性を見通しを考えて農業の技術革新の開発を進めるべきであると勧告する。

農業分野の技術革新は、持続性の観点から見て本来的に善であるとか悪であるとかと見なすことはできない。技術革新を受け入れることの善し悪しはそれらが適用される状況によって異なる。持続性を見通した研究は反復的な学習過程を含むべきであり、持続性のために必要な方法を開発するための実験計画を立案するという時点から始められるべきものである。研究によって示されるさまざまな技術的革新は、持続性と適用性の面から評価すべきである。

適用性という面の評価は必然的に営農方式の分析 (farming systems approach) と結びつくだろう。持続性に関する配慮は農家レベルでの研究を中心とするという点を特徴とするものであり、農家自身の反応を含むべきものである。持続性は、常に農家の現実的な問題を認識し絞り込み、それに対する技術的な解決方法を適用する際の基準とされるべきである。また、各々の研究者は、ファーム・システムズ・アプローチにおいて技術的な解決策が実際に適用される農法を含め、その地域の状況について詳細な知識をもつ専門

家と共同研究チームをつくるべきである。それらの専門家は、研究者に可能な解決法の内容、時期と手法、さらに持続性に関して考慮すべきことがらを説明してくれるだろう。

そのような研究チームは地域の状況に基づいて、持続性に必要な事項が満たされているかどうかを分析することができるだろう。持続性は農家の優先順位や資源、研究費用、資材投入の可能性、経営の損益などの基準も考慮して評価すべきである。

応用研究の配慮すべき事項は明瞭である。新しい農法は、労力的、経済的にみて農家に利益をもたらすだけでなく、持続性を進展させるという点で社会的にも有益であるという合意がもたれるようにすべきである。

細心な事前評価にもかかわらず、ある新しい技術が、持続性の観点からみると不都合な結果をもたらすことが事後的に明らかにされるかもしれない。さらに、ある一定の環境を想定して生み出された技術がまったく別の環境で用いられるかもしれない。例えば、平坦地のために設計された機械化整地技術が、傾斜地の農民に利用される場合には、土壤侵食が発生するかもしれない。研究センターはこのような危険性について細心の注意を払うべきであり、研究の欠点を隠蔽したり、異なった条件下における技術の修正という課題を遂行する責任を回避すべきではない。

公開討論には関心あるすべての人の出席を認めるべきである。各国の農業研究機関の代表を含めるのは当然であるが、場合によっては資金拠出国やT A Cの代表の出席を要請することが必要であろう。意思決定は本来開発戦略にかかわるものであって、短期的利益と長期的利益との選択や個別農家の利益と社会的利益との選択を含むものである。しかし、政治的分野の決定に関して研究センターの研究者には責任がない。研究者の役割は最新の知識の枠内で、その選択の理解を助けることでしかない。

各国の研究組織とのネットワークを通して農家レベルの研究と密接な関係を保つことがすべての場面において原則とされるべきである。持続性を適切に評価するための方法論の開発は、同時に農家調査による研修方法も発展させることになるだろう（4.3を参照）。T A Cは、各研究センターが戦略計画の改訂の際に計画全体を通して持続性を保つための提案を入れるべきであると考えている。

4.3 長期間の持続性の測定

持続性関連の検討事項の多くは本来質的なものである。生産システムのレベルにおける一般的な測定は日常の実験の中でくり返すことのできるものでなければならぬ。しかし、

持続性をより広い視点から評価するためには、実験、理論的考察、モデル化といった研究手法を適切に組み合わせることが必要となる。TACは各研究センターだけがこの目的に沿った方法論を開発すべきだとは考えておらず、農業の変化や環境の影響の評価について専門化している研究所や組織と協力すべきだと考えている。また、研究センターがこれらの目的のために必要な一次データの広範な収集を担当すべきではないと考えている。

各国の農業生態系を特徴づける一次データの収集のために開発された手法は、長期間の持続性を測るための手法として発展させられるべきである。研究センターは、資源利用を変化させるために、農業生態的な側面と社会経済的な側面との結合を図る際の媒体的な役割を果たすべきである。

研究センターが持続性に関する研究を発展させるために、持続性の計測と監視機構に関する研究センター間の研究集会在が召集されるべきである。

4.4 研究のバランス

CGIAR組織内の研究の多くは作物や家畜の生産力を改善することに関係している。生産力研究の計画内の均衡に関しては2つの基本的な問題が生じている。第1の問題は、多面的な研究手法の統合に関するものである。例えば、研究計画において植物育種分野の比重を低下させ、この論文において定義された意味での資源管理分野により大きな比重を置く（即ち、CGIAR内において「要因研究」とされてきたものを含む）べきであろうか。

このことは、決して遺伝学や植物育種学的研究が重要でなくなったということ意味するものではない。逆に、植物育種は依然として異なる環境下の作物の生産性と収量の安定性を全般的に向上させるうえで決定的な役割をもっている。TACは各研究センターに対して主要な研究分野間のバランスを一般化して示すつもりはない。この問題は継続的に検討しつづけるべきものの一つであるが、持続性は、現時点における研究活動とその優先順位の設定の場面において重視されなければならない。特定の農産物を担当している研究センターは、その生産力研究のバランスに関して再検討するようTACは勧告する。持続性に関連して、研究センターが資源管理に関する研究により多くの比重をかけることは望ましいことである。

第2の問題は、CGIAR組織全体の均衡に関するものである。特定の農産物に関する生産力研究と特定の農産物を対象とはしないが持続性の問題に密接に関係している資源管理に関する研究との間のバランスをどのようにするかという点である。

優先順位と将来戦略に関して、TACは既に自然資源の維持管理について行われる研究の割合をほぼ倍増し、作物の生産力研究の割合をその分だけ削減することを勧告した。ここではこの見解を再確認するとともに、持続的な生産を達成するために必要な資源管理に関する研究の強化を提案する。例えばICRISATで開発された広床畦立て栽培はピジョンピーとソルガムと同様に、カスタービーンとワタの生産力を増す可能性がある。このような問題に関する研究は、担当作物の生産力に対するICRISATの貢献を低下させるものではなく、逆にそれを高めるものである。

TACの見解では、担当作物を持つ各研究センターは、その作物の生産力の持続性の基盤となる自然のおよび社会経済的環境に関する分野を専門的に掘下げることを妨げられるべきではない。持続性に関するそれらの研究は、必ずしも特定作物に関する研究とは結びつかないからである。

「特定作物に絞る」ことが持続性に関する主要な問題についての研究と両立しないという誤解は、このような原則を明確にしてこなかったために生じたものであろう。TACは、持続性関連の研究を推進するために研究センターの機構改革が必要であるとは考えておらず、CGIAR組織内外の研究機関の間のより密接な共同研究によって対応することができると考えている。

4.5 短期および長期目標

農家が短期的報酬と長期的報酬との選択に直面する(1.6.参照)のと同じように、研究者も両方の局面を考慮しなければならない。持続的な農業生産を達成することが人類の需要の変化に対応するものであるとすれば、その研究も明らかに短期的需要と長期的需要の両方に沿う必要がある。研究センターはすでに人々の需要に沿う活動方向を志向しているが、それぞれの研究計画において、長期的な持続性の視点をどの程度含めるかということは、その研究所の担当作物の性格によって異なる。

短期的な利益を選ぶか長期的な利益を選ぶかという選択は、資源の乏しい農家にとっては難しい問題であるが、研究センターの基本目標は短期的な利益追求によって環境の安定性を犠牲にすべきでないという原則によって方向づけられるべきである。すなわち、短期的な需要に対応する技術を開発する一方で、同時に長期的に生産の持続性を高めることを目標とすべきである。

例えば、肥料の投入量を適正化することによって、作物の収量を高めながら土壌肥沃度を保つことができるというように、短期的利益と長期的利益が一致する場合は決して少なくはない。また、適切に計画された灌漑方式や開墾計画、あるいは、遺伝子銀行などの事業も同様に短期的利益と長期的利益をともに高めることができる事例の一つである。持続性に関する研究はこのような二元的な効果に注目し、その可能性を開発すべきである。

4.6 資材投入の水準

TACは各研究センターは持続性を阻害せず、低い投入水準で生産を最大にするような研究を強化すべきであると考えている。低い投入水準にともなう土壌肥沃度の低下という問題は、作物によって取り去られた養分を土壌に戻さないことによって発生する。したがって、基本的には均衡体系において生産力を高めることを研究目標とすべきであるが、そのためには持続性を維持するために購入資材の投入量を徐々に高めることが要求される。いかなる投入水準においても、投入資材をできるだけ効率的に用いることを基本的な目標とすべきである。

発展途上国における多くの農家は、資材の購入先がなかったり、購入が不可能であったり、経済的な利益を得る保証がないという理由のために購入資材を利用できない状況の下にある。このために、研究センターは、これらの阻害要因を減少させるための研究や、恵まれない環境下にある資源の乏しい農家に恩恵をもたらすための研究の重要性を認識してきている。例えば、育種分野においては、病虫害に対して抵抗性のある品種、さらに干魃、塩類集積、アルミ毒性などに対する環境耐性をもつ品種、あるいは、良好な根系や菌根によって限られた土壌資源をより有効に利用できる品種を開発することが研究計画の中に盛り込まれてきている。

これらの品種は、希少資源をより効果に利用しようとするものである。しかし、それぞれの新しい品種はある阻害要因を取り除く助けにはなるが、それが約束している高い生産性は、他の阻害要因が軽減されない限り持続的なものではないかもしれない。例えば、深刻な病害に対して抵抗性をもつ品種を開発することによってより高い収量が達成されたとしても、この高収量は一時的なものとなることもありうる。収穫された作物によって奪われた養分が堆肥や植物残渣として還元されなかったり、化学肥料によって還元されなかったりする場合にはこのようなことが起こりうる。こういった場合には、地力が急速に奪われて、持続性は養分欠乏によって失われることになる。

しかし、養分要求量は作物の種類により、また生産方式の違いによって大きな差異がある。一つの極端に資材投入量の多い事例として、コムギあるいはイネの多毛作栽培があり、反対に、3年に1回の収穫しか行われず、ほとんど外部資材の投入を必要としないようなキャッサバの生産方式もある。キャッサバの生産方式は、適切な管理が行われている限り、外部からの投入資材量が非常に少なくても持続的である。

低投入条件下で緊急に必要なことは、土壌の劣化を軽減しこれ以上の土壌侵食を防ぐことである。このために、農家に短期的な利益を与える一方で、長期的な持続性に貢献できる技術が求められている。このような視点から、家畜の厩肥や化学肥料を用いることは非

常に重要なことである。しかし、改善できる点はそれだけではない。例えば、牧草を定着させることができれば、飼料の欠乏時期に乾草として用いることもできるし、土壌の侵食を防ぐこともできる。また、適切な環境の下で、豆類を栽培することは短期的にも長期的にも利益をもたらすことができる。さらに、主要作物の収穫後、土壌中の残存水分とリン鉱石を利用してマメ科作物を作付けた場合、農家は乾期に飼料を得ることができ、土壌の肥沃度は家畜の厩肥とマメ科作物の根系の分解物によって改良することができるだろう。

研究センターはその研究計画の中で低投入農法を強調するよう検討すべきであり、適切にその研究を推進すべきである。また、持続性を十分考慮に入れた低投入農法に関する研究について検討すべきである。

先進工業国での農業の持続性についての関心は、非常に多くの工業製品の投入を必要とする高生産性農法の発展によって引き起こされている。しかし、このような方式がなければ、増加しつつある世界の食糧需要に応ずるために、より多くの不適切な土地が耕地化され、表土の劣化や自然生態系の破壊が進行することになるだろう。

したがって、集約的な農業がなければ持続性が犠牲にされることになる。しかし、集約農法が持続性を保証するというものではない。逆に、灌漑方式の劣化、滞水層の汚染を生む化学肥料の浪費、有害な病害虫や雑草の定着、そしてこれらを制御するための農薬への依存度の上昇、良好な農業条件下でのゆっくりではあるが着実な土壌侵食、それに遺伝資源の損失を招く在来品種の更新など多くの阻害要因がある。

これらの問題の多くは、重要な研究課題として先進工業国で取り上げられてきた。問題がこれまで十分に処理されてきたかどうかは疑問のあるところではあるが、CGIARの貴重な資金を先進国ですでに十分な研究がなされている問題の研究のために配分すべきではない。

高収量生産システムに関する研究において、研究センターは持続性を保持または導入する責任を持つべきである。しかし、その際に、熱帯および亜熱帯環境下で明らかにされている問題に焦点を絞って研究を進めるべきである。例えば、水稻栽培に関しては、灌漑及び天水条件の下での持続性の問題がある。それは、排水の欠如、塩類集積、肥料の利用法、病虫害、雑草害などの管理の問題である。

TACは適切な条件の下では、工業製品の高い水準での投入が持続的な生産方式にとって重要な貢献をなすことができると考えており、高い水準での資材投入生産方式を達成するために必要な政策研究をCGIAR系の研究センターの研究計画に含めることを勧告する。しかし、その際に、先進工業国で既に行われている高投入生産方式に関する研究との重複を避け、あくまでも持続性に関連した研究を行うよう勧告するものである。

4.7 持続性と公平さ

農業における技術革新によって誰が利益を得るのかについては論議が分かれるところだが、社会経済的な研究によれば生産の拡大は世界中で主要な主食物の価格を引き下げる結果となっており、最も貧しい消費者がその恩恵を受けていることが明らかにされている。

社会的基盤整備の進んだ (well-endowed) 地域では、新技術の最初の採用者は一般により大きな規模の農家であるが、その他の農家の多くも新技術を規模の大小に関係なく採用している (61)。したがって、新技術の普及にとっての制限因子は農場の規模ではなく、自然資源や社会的基盤のような地域環境でもない。低所得と社会基盤整備の低さとの結び付きこそが制限因子なのである。

貧しい生産者は一般に社会的基盤整備の遅れた (less-endowed) 地域に存在している。それらの生産者はさらに価格の低下にも悩まされており、彼等の収入が減少すると同時にその地域の農業が非持続的なものとなっている。それは短期的な需要のために生態的な安定性が犠牲にされたり、あるいは都市のスラムへの移住を余儀なくされているからである。

確かに、社会的基盤整備の遅れた地域にも、持続的な方法で生産力を高める手段はたくさんある。しかし、新しい技術の採用は経済的には見合わない場合が多い。それは貧しい消費者に対して安い価格で食糧を提供することのできる社会的基盤整備の進んだ地域との自由競争があるためである。そこで、社会的基盤整備の遅れた地域の農家の需要と貧しい消費者（その多くは都市のスラムに居住している）の需要との間のバランスを図る必要性がある。さまざまな農業政策がこの問題を解決するために展開されてきているが、これらの適用は異なった農業生産構造を導き、異なった持続性の問題を生じることになるかもしれない。

したがって、TACは各研究センターが社会的基盤整備の遅れた地域に対しても適用可能な技術開発を優先するように改めて勧告する。さらに、TACは持続性にとって必要な技術の評価をその適用場面に関連する農業政策をも含めて分析する必要があることを強調する。

4.8 生産システムの改良

伝統的な農法の生産力は食糧需要の増加に応じ切れなくなってきたように見えるが、これらの農法が立脚している原理は幾世代もの間持続してきたものである。これまでの研究成果によって、伝統的な農法のもつ多面的な意義と限界がかなり明確にされてきている。

しかし、例えば病害虫が混作物に及ぼす影響などを分析するといった作業は非常に困難であり、このような分析のために必要とされる研究手法もまだ開発中の段階である。

伝統的な農法の原理を無視することも、また、ある条件の下で適切であるからといって他の条件の下でも適切であると仮定することも危険である。例えば、アジアにおける伝統的な灌漑による水稻生産方式は何百年の間持続性が保たれてきているが、その理由は緑藻類による窒素固定、湧出水からの鉍物の自然投与、それに侵食による傾斜地の上部からの土壌の堆積などによるものである。しかしこの方式の集約化が進むと、外部からの資材投入がなければもはや持続力を持たない。

他には、サヘルでの半遊牧の移動放牧の事例がある。これは、これまでのところこの地域では重要な家畜管理方式となってきた。この方式によってサヘル北部では良質の牧草が得られる一方、サヘル南部では乾期にほぼ永続的な水源を維持できる。この方式は労働集約的であるが、単位面積当りの生産量の視点からみると、アメリカ合衆国やオーストラリアの同じような環境下の牧場と比べより多収である。

過去においては有効であったこのような生産方式も、人口増加によって需要が急速に増加したために、また家畜が飼養経験の豊富な遊牧民の手から経験の浅い農耕民や投資家の手に移っているために悪化しつつある。研究も普及活動も、この悪化を食い止めることに關して、ほとんど何もできていない。それは、伝統的な農法の有効性が過少評価され、自然資源の潜在的生産力が過大評価されているためである。井戸の掘削や獣医の援助や放牧地の保護による解決には多くを望めないし、移動放牧における相互扶助や肥料、マメ科飼料あるいは換金作物の利用などにも多くは望めない。しかも、不幸にも、このような解決法を適用するための基礎的な社会経済的条件も望ましいものではない。それは、遊牧民と農耕民との間の対立や、西アフリカ市場での輸入肉との競合などといった事情によるものである(61)。

一ヶ所に定着して移動しない家畜生産システムでは、農家にとって支出可能なコストで飼料を供給できる技術についての需要が高まりつつある。この場合、最も重要な飼料源となるのは、耕地からの作物残渣や、隣接する未耕作地からの粗飼料である。この両者とも、さらに効率的に管理できる可能性はあるが、いずれにせよ生産力を高めるためには外部投入資材が必要となる。人類にとって穀類は最も重要な食糧であるが、その残渣であるわらは家畜生産を維持する粗飼料として同様に重要である。例えば、ICARDAにおけるオオムギ育種にみられるように、作物と家畜との結合方式を目標とする育種計画においては、この点を十分に留意する必要がある。

作物と家畜が生産されている土地で生育している樹木を放置しておくことは、長年にわたって伝統的な生産方式の中のひとつの構成要素となってきた。しかし、生産方式の中で永年性樹木を意図的に育成しようとすることは比較的新しい試みであり、アグロフォレストリーとして知られるようになった。この場合の樹木は「多目的」なものであり、木材を得るために植えられる樹木とは区別されている。

アグロフォレストリーは、燃料、垣根や建築用の支柱、家畜飼料、それにマルチ用資材など多くの用途に使われる木材を提供する。マルチ用の木材は、土壌を保護し、透水性を改善し、土壌侵食を防止するのに役立つ。さらに、有機物の土壌への還元によって養分の再利用が促進される。特に、マメ科の樹木が用いられる場合には、窒素の再利用ができる。

これらの原理は I I T A での「アレイ・ファーミング」の開発に採用されている。ここでは、作物が、等高線状に栽植されたギンネム (*Leucaena*) などのマメ科灌木の間に栽培されている。また、灌木の葉を用いた小家畜の飼養方式が I L C A (国際アフリカ家畜センター) との共同研究として行われている。このような家畜を通したリサイクル・システムによって、農家は灌木を育てることから明らかに利益を得ている。この方式の現地実証試験は、農家レベルで多様な形態で進められており、湿潤および半湿潤熱帯地域での作物と家畜生産の結合方式として有望視されている。

一般に、作物と家畜の生産管理方式について生産を最適化し、持続性を保証するためにアグロフォレストリーの原理を開発しようとする研究ニーズが高まりつつある。また、この種の生産方式のなかで重要な位置を占めるような多目的樹木の検索の必要性も高まりつつである。

T A C は各研究センターが伝統的な農法を発展させた集約的生産方式に関する研究を続けることを推奨する。もし、現実的な可能性があれば、この研究にはアグロフォレストリーの視点を含めるべきである。

4.9 生物学における進歩

持続的生産の達成という共通の目標を実現するためには、研究者、科学的指導者及び政策立案者は、生物科学の先端分野の発展が将来どのような意味をもつかということに注意しておかなければならない。持続性を達成するためには、生産力を高めることが必要条件

であるが、それだけでは不十分であり、生産力研究の蓄積を踏まえた技術革新が必要である。この点に関して、生物科学から生まれてきた新しい技術はすでにさまざまな機会を提供している。それらのいくつかは直接的に持続性の達成に貢献できる可能性をもっている。例えば、外部遺伝子によって長期的な効果をもつ病害虫抵抗性を植物に持ちこむことが考えられている。但し、この場合には、遺伝子操作によって作物が人類の健康や生態的なバランスに対して悪影響をもたらさないことが保証されなければならない。

各研究センターは、研究所の資源に対する要請との関連で、生物工学における新しい技術的可能性を研究計画の中に盛り込む際の費用効率を長期的な視点から評価することが必要である。

生産力研究に携わっている各研究センターは、生物工学の進歩に注意を払い、適切な時点を選んで費用効率のよい方法で研究計画を支援できる技術を採用すべきであるとTACは提案している。

4.10 政策研究

この報告の第2章では、持続性をおびやかす問題の多くが経済的、社会的、政治的、制度的な問題と関連していることを明らかにしている。このような背景から、技術的な解決方法は持たないが、持続性を高めるうえで有利な状況を作り出すことを目標とする政策研究の必要性が生じている。

持続性にとって特に重要なことは、各地域の農業生態系における長期的な比較優位性を認識したうえで、地域特有の生態的な生産力に合致するように自然資源に対する人々の要求を徐々に調和させて行くことである。このような観点から、需給バランスを対象とする政策研究は採用すべき調整過程を示すうえで有効である。さらに、CGIAR組織内の政策研究は、技術研究によって変わりつつある比較優位性に関する分析を行うことで重要な役割を果たしている。

研究の優先順位と将来戦略を検討する際に、CGIAR組織内の政策研究部門を拡大することをTACは勧告する。政策研究が持続性の問題解決にとって大いに貢献できることを確認したうえで、TACは改めてこの勧告を行うものである。

4.11 各国の農業研究機関との関係

持続性関連の研究について、各研究センターは各国の農業研究組織との関係を保つべきである。研究センターは各国の農業研究組織に対して、持続性に対する関心と関連研究の優先順位を高め、そのような研究の遂行能力を強化するように働きかけるべきである。持続性の問題には地域性があるから、各国の研究計画にこのような重点目標が盛り込まれることが必要である。

したがって、持続性に関係する研究の成功は、各国の研究組織の参加とその効果的な活動に依存している。研究センターはその組織網を通して援助することができる。対象地域にセンターの職員を派遣する形で行うさらに進んだ支援の方法は、戦略的研究が必要な場合や国家レベルでそれらの問題に取り組むことが難しい場合には不可欠なものとみられる。TACは、各国の農業研究組織が持続性を真剣に追求できるように各研究センターが支援することを勧告する。

4.12 研修計画

研究センターの研修計画は各国の農業研究組織が持続性の問題に対応する能力を強化するうえで重要な機能を果している。これらの需要に応ずるために、研究センターは持続性の視点をできる限り研修計画の中に組み込むようにすべきである。研究センターの職掌規定に基づけば、このことは、より劣悪な環境下での研修の強化を含むものである。研究センターの研修計画において持続性の視点を強化するためには、現在、ファーミング・システムズ・アプローチに関する研修で行われているのと同様の手法が必要となるであろう。

CGIARの研究センターは、研修計画のなかで持続性について高い優先順位を与え、各国の研究組織の需要に対応できるように調整を行うことをTACは勧告する。

4.13 発展途上国の役割

持続性に関連した諸問題のグローバルな見通しについて、研究センターは研究と研修を通して各国組織の支援を強力に行うが、成功は発展途上国自身の参画にかかっているということをTACは改めてくり返す。TACは、CGIARのすべてのメンバーと関係各機関が、国家政策の優先順位の決定者に対して、持続性に関する問題を強く認識するように働きかけることを勧告するものである。

4.14 CGIAR組織内外の研究機関との協力

各研究センターは、持続性を強化することと、研究計画のバランスを図ることに加えて、地球規模の持続性に関する研究を導入することになるだろう。いくつかの研究センターは、すでに天水地域における水管理のために必要とされている新たな技術の開発や、灌漑方式における塩類集積の問題や滞水の問題の解決、アフリカにおける眠り病とその環境的制御、作物や家畜と多目的樹木とを結合させた新しい営農法の開発などに参画している。

この種の問題の解決は、国家レベルの総合的な長期研究・開発計画を必要としている。国際的な視点からこのような計画に貢献するためには、単独の研究センターの活動範囲を越えており、CGIAR組織の総合的な活動範囲さえ越えているかもしれない。したがって、各研究センターによる効果的な協力の要請は以前にもまして高まっている。すなわち、単に各国の組織とだけではなく、CGIAR内外を問わず持続性の達成に関して貢献しうるすべての研究機関の間での協力が必要とされているのである。

最近刊行された報告書の中で、TACは各研究センターの役割の分担、CGIAR系の研究センターと非CGIAR系の研究機関との間の研究協力の促進に関する見解を示した。TACはまたCGIAR系研究センターと各国の農業研究組織との関係についても検討している。各研究センターが研究協力に参画する場合の意思決定は、各々の理事会と管理スタッフによって行われるべきである。原則的には、CGIAR系の研究センターは、それぞれの役割に関連し、研究の可能な問題に焦点を絞るべきであり、特定の開発計画に左右されるべきではない。

TACは、各研究センターが民間機関を含めた他の研究機関との協力関係、特に持続性に関係した研究を強化するという視点からの研究協力を発展させるべきであると勧告する。

4.15 研究ニーズと関連資源

研究センターと各国の農業研究組織は、持続性に関する問題の解決のためにすでに大きな貢献を果しているが、現在求められている緊急な要請に対しては必ずしも適切な対応をしているとはいえない。

生産力研究に対して配分されている予算の大部分は、既に獲得された成果を維持するために費やされている。しかし、その一方で研究活動の対象地は多くの限界地帯に拡大する必要がある。それは以下の事項を含むものである。

- A) より高い生産力と持続性を導くように改善された生産システムの開発に関する研究。
- B) 劣悪な環境下での農業生産の持続性に関する研究。
- C) 自然資源の管理と劣化の防止に関する研究。
- D) すでに劣化した土地の回復を目指す研究。
- E) 生物工学における新技術の開発・研究計画への協力。

各研究センターの役割や発展途上国の需要は多様であるために、TACはこれらの幅広い研究分野に対して包括的な優先順位を与えることが適当であるとは考えていない。むしろ、当委員会は、各研究センターがそれぞれの研究所の役割に配慮しながら、持続性関連研究と他の研究とのバランスや他の研究機関との協力を保ちつつ、それぞれ固有の優先順位を確立すべきであると考えている。

持続性の達成を阻害している深刻な問題に関する研究と、それらの解決を支援する追加的な研究が緊急に必要であるという観点から、各研究センターが、その予算配分において持続性に関連する研究の優先順位を見直し、妥当ならば予算を増加するようTACは勧告する。

各研究センターは、持続性を高めることに貢献できるという確証を得れるならば、新しい分野を自らの努力と各国の研究機関との共同研究によって切り開くべきである。環境の保護と自然資源の保全に関して新たに必要とされている研究は多いので、生産力に関する研究に対する支持と比較しても、この重要な新しい課題に対して資金供与国が資金援助の枠を拡大する可能性が十分にあるとTACは考えている。TACは、持続性に関係した新しいプロジェクトの資金を得ようとする各研究センターの試みを支持するものである。

各資金供与国は、持続性関連の研究について、短期的な効果を期待したり要求したりすべきではない。この仕事は、本来長期的なものを見なすべきであり、少なくとも短期間の生産力の向上という面に大きな効果を期待すべきではない。CGIARの影響研究がすでに指摘しているように、長期間の環境保護を目的とした研究の価値を評価するための新しい方法が開発され、承認される必要がある。

さらに、すでに検討したように、持続性の達成の障害となる社会的環境要因の多くは各国の政策にかかわる問題であって、技術的な解決方法を持っていない。CGIARは、これらの障害を直接取り除くことはできないが、国際社会の幅広い分野を代表するCGIARの構成員はさまざまな手段によって大きな影響を与えることができる。彼らはこの問題の重要性と緊急性を政府に説得することができるし、持続性に関する農業の研究・開発を二国間または多国間協力計画に含めることもできる。

最後に、TACは、農業の持続性は第三世界の今後の発展と、将来の地球の安全保障に大きく関係する問題であることを指摘したい。世界中の資金供与国は、発展途上国と同様に、将来の資源配分と発展方向の中に持続性という視点の必要性を強調するという点に関して重大な役割を持っているとTACは考えている。

4.16 糸吉 言論

TACは持続性を人口増加と資源保護との動態的關係として特徴づけた。関心をもつすべての人達が直面している共通の課題は、持続的な農業生産に対する技術的、経済的、社会的、制度的、政治的阻害要因、あるいはそれらの組み合わせからなる複合的な阻害要因を取り除く方法を見い出すことである。

国際農業研究センターはこの課題の重要な部分を担当している。国際農業研究センターは、将来の人類の存在をおびやかす深刻な問題に対する解決策を見い出すことによって、地球社会に対してこれまでにない貢献をする機会を与えられているのである。

引用文献

01. Hanrahan, C.E. Urban, F.S. and Deaton, J.L. Long Run Changes in World Food Supply and Demand. ERS, USDA. Washington, D.C. January 1984.
02. CGIAR. Priorities and Future Strategies. TAC Secretariat, FAO, Rome. (Revised version) 1987.
03. World Commission on Environment and Development. Our Common Future. Oxford University Press, Oxford, New York. 1987.
04. Dover, M. and Talbot, L.M. To Feed the Earth: Agro-ecology for Sustainable Development. World Resources Institute, USA. 1987.
05. de Wit, C.T. Integrating Agricultural Research and Development. Quarterly Journal of International Agriculture. 1988.
06. de Ridder, N. and Wagenaar, K.T. Energy and Protein Balances of Traditional Livestock Systems and Ranching in Eastern Botswana. Agricultural Systems, 20. pp.1-16. 1986
07. de Wit, C.T. van Laad, H.H. and van Keulen, H. Physiological Potential of Crop Production. In J. Sneep and A.J.T. Hendriksen, Eds. Plant Breeding Perspectives, Pudoc, Wageningen. 1979.
08. de Wit, C.T. Agriculture and Its Environment: Are There Other Ways? Agricultural Systems, 23. pp.211-36. 1987.
09. Brown, L.R. and Shaw, P. Six Steps to a Sustainable Society. Worldwatch Paper, 48. Washington, D.C. March 1982.
10. FAO. Agriculture: Towards 2000. Rome, 1981.
11. Brown, L.R. and Wolf, E.C. Reversing Africa's Decline. Worldwatch Paper, 65. Washington, D.C. June 1985.
12. FAO. SADCC. Agriculture: Towards 2000. Southern Agricultural Development Coordination Conference. FAO, Rome. 1984.
13. Nahal, I. Private Communication to TAC. November 1986.
14. UNEP. General Assessment of Progress in the Implementation of the Plan of Action to Combat Desertification. Nairobi. 1984.
15. Walsh, J. Desertification Defines Ordeal of the Sahel. Science, Vol.224 p.468. 4 May 1984.

16. FAO. African Agriculture: The Next 25 Years. Main Report. FAO, Rome. 1986.
17. Dalrymple, D.G. The Development and Adoption of High-Yielding Varieties of Wheat and Rice in Developing Countries. American Journal of Agricultural Economics, December 1985
18. Baum, W.C. Partners Against Hunger. World Bank, Washington, D.C. 1986.
19. Mellor, J.W. and Paulino, L. Food Production Needs in a Consumption Perspective. Chapter 1, Global Aspects of Food Production. Natural Resources and the Environment Series, Vol.20. IRRI, Los Banos, Philippines. 1986.
20. Sukhatme, P.K. Quantitative Dimensions of the Nutrition Problem. Chapter 2, Global Aspects of Food Production. Natural Resources and the Environment Series, Vol.20. IRRI, Los Banos, Philippines. 1986.
21. The Prospects of World Urbanization. Population Studies No.101. United Nations, New York. 1987.
22. FAO/UNFPA/IIASA. Potential Population Supporting Capacities of Lands in the Developing World. FAO, Rome. 1982.
23. Gypmantasiri, P. et al. An Interdisciplinary Perspective on Cropping Systems in the Chiang Mai Valley: Key Questions for Research. Faculty of Agriculture. Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand. June 1980.
24. Winkelmann, D.L. Diversification, Sustainability, and Economics. World Bank Symposium. World Bank, Washington, D.C. January 1987.
25. Wolf, E.C. Raising Agricultural Productivity. State of the World. Worldwatch Institute, Washington, D.C. 1987.
26. Harlan, J.R. The Plants and Animals that Nourish Man. Scientific American, 235. 1976.
27. Wittwer, S.H. Research and Technology Need for the Twenty-First Century. Chapter 5. Global Aspects of Food Production. Natural Resources and the Environmental Series, Vol.20. IRRI, Los Banos, Philippines. 1986.

28. Pathak, M.D. and Dhaliwal, G.S. Insect Control. Chapter 16. Global Aspects of Food Production. IRRI, Los Banos, Philippines. 1986. (Edited by M.S. Swaminathan and S.K. Sinha).
29. Georghiou, G.P. The Magnitude of the Resistance Problem. In Pesticide Resistance: Strategies and Tactics for Management. pp.14-43. National Academy Press. Washington, D.C. 1986.
30. CIMMYT. Sustaining Wheat Productivity in the Developing World: The Role of Maintenance Research in CIMMYT's Research Program. Comments from Clive James (Unpublished). July 1985.
31. Wolfe, M.S. The Current Status and Prospects of Multiline Cultivars and Variety Mixtures for Disease Resistance. Annual Review of Phytopathology, 23. pp.251-73. 1985.
32. Aina P.O. (quoted in R.Lal) Effective Conservation Farming Systems for Humid Tropics. American Society of Agronomy, Special Publication, No.43. Madison, Wisconsin. 1982.
33. Brown, L.R. and Wolf, E.C. Soil Erosion: Quiet Crisis in the World Economy. Worldwatch Paper, 60. Washington, D.C. September 1984.
34. Postel, S. Water: Rethinking Management in an Age of Scarcity. Worldwatch Paper, 62. Washington, D.C. December 1984.
35. Sarma, P.B.S. Water Resources and Their Role in Food Production. Chapter 8, Global Aspects of Food Production. Natural Resources and the Environment Series, Vol.20. IRRI, Los Banos, Philippines. 1986.
36. Brown, L.R. Sustaining World Agriculture. State of the World. Worldwatch Institute, Washington, D.C. 1987.
37. Postel, S. Conserving Water: The Untapped Alternative. Worldwatch Paper, 67. Washington, D.C. September 1985.
38. Postel, S. Air Pollution, Acid Rain and the Future of Forests. Worldwatch Paper, 58. Worldwatch Institute, Washington, D.C. March 1984.
39. Oram, P. Sustainable Agricultural Development: Policy Issues and Research Priorities. IFPRI, Washington, D.C. April 1987.

40. Wei-Chyung Wang, A.O. Potential Climatic Effects of Perturbations Other Than Carbon Dioxide. pp.191-236. In M.C.MacCracken and F.M.Luther, eds. Projecting the Climatic Effects of Increasing Carbon Dioxide. Department of Energy, USA. 1985.
41. Goudriaan, J. and Ketner, P. A Simulation Study for the Global Carbon Cycle, Including Man's Impact on the Biosphere. Climatic Change, 6. pp.167-91. 1984.
42. Penning de Vries, F.W.T. and Djiteye, M.A. La productivite des paturages sahelien. Pudoc, Wageningen. 1982.
43. van Keulen, H. Nitrogen Requirements of Rice with Special Reference to Java. Contribution of the Central Research Institute for Agriculture, No.30. Bogor, Indonesia. 1977.
44. Primentel, D. Energy Flow in Agricultural and Natural Ecosystems. Optims. Agr. Med. Centre Intern. de Heutes Etudes Agr. Med. pp.125-36. Zaragora, Spain. 1984.
45. Idachaba, F.S. Sustainability Issues in Agricultural Development. World Bank Symposium. Washington, D.C. January 1987.
46. Walker, B. Authentic Development. Headline Series, Foreign Policy Association, No.274. 1985.
47. FAO. African Agriculture: The Next 25 years. Annex 1. Socio-Economic and Political Dimension. Rome. 1986.
48. FAO. African Agriculture: The Next 25 Years. Atlas of African Agriculture. Rome. 1986.
49. Lele, U. Rural Africa: Modernization, Equity, and Long-Term Development. Science, 6. pp.547-53. February 1981.
50. Ahmed, R. Strategic Role of Infrastructure in Development. The Emerging World Food Situation and Challenges for Development Policy. Prepared for the IFPRI Policy Seminar held at the Royal Tropical Institute, Amsterdam. February 1987.
51. FAO. The Effect of Land Tenure and Fragmentation of Farm Holdings on Agriculture. FAO, Rome. March 1987.

52. Lal, R. Managing the Soils of sub-Saharan Africa. *Science*, 236. pp.1069-76. 1987.
53. Kang, B. T. Cropping Systems and Soil Fertility Management in the Humid and Sub-Humid Tropics with Special Reference to West Africa. In A. U. Mokwunye and P. L. G. Vlek, eds. *Management of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in sub-Saharan Africa*. pp.83-94. Martinus Nijhoff, Dordrecht. 1986.
54. Krantz, B. A. and Kampen, J. Crop Production Systems in Semi-Arid Zones. In W. Throne and M. Throne, eds. *Soil and Water Management for Crop Production: An Introduction to Regional Farming Systems*. AVI Publishing Co. West Point, Connecticut, USA. 1977.
55. Reddy, M. S. and Willey, R. W. Evaluation of Alternate Cropping Systems for Alfisols of the Indian Semi-Arid Tropics. *Experimental Agriculture*, 21. pp.271-80. 1985.
56. Cooper, P. J. M. et al. Improving Water Use Efficiency of Annual Crops in the Rainfed Farming Systems of West Asia and North Africa. *Experimental Agriculture*, 23. pp.113-58. 1987.
57. Huxley, P. A. ed. *Plant Research and Agroforestry*, Nairobi, Kenya. 1983.
58. Lundgren, B. Private Communication to TAC. ICRAF. January 1987.
59. Bunting, A. H. ed. *Agricultural Environments: Characterization, Classification and Mapping*. CAB International, Wallingford, UK. 1987.
60. Cock, J. H. *Cassava: New Potential for a Neglected Crop*. Westview Press, Boulder, Colorado. 1985.
61. Anderson, J. R. et al. *International Agricultural Research Centers: A Study of Achievements and Potential*. A microfiche preservation of a report presented to the CGIAR at Washington, D.C. in October 1985. *Agricultural Economics Bulletin No.32*. University of New England, Australia. 1987.

熱 研 資 料

- No40. スリランカにおける水稲栽培の農業気象的研究
41. 東南アジアにおける雑草問題の現状と今後
 42. ばれいしょ遺伝資源の探索、導入、保存と育種利用に関する調査報告書
 43. The Brown Planthopper in India and Sri Lanka
 44. ブラジルにおける大豆栽培の調査研究報告書
 45. Field Observations and Laboratory Analyses of Paddy Soils in Thailand
 46. フィリピンのマメ類、とくにMungbeanの生産・研究事情調査報告書
 47. Proceedings of SABRAO Workshop on Animal Genetic Resources in Asea and Oceania
 48. Field Observations and Laboratory Analyses of Upland Soils in Thailand
 49. タイ国におけるLand Consolidationについて
 50. セラードに関するシンポジウムIV抄訳
 51. マレーシアムダカンがい計画地域における水稲二期作経営の実態
 52. ブラジルサンパウロおよびパラナ州の土壌と農業調査報告書
 53. スーダンの農業と農業研究
 54. インドネシアにおける作付方式と土壌肥沃度に関する調査報告書
 55. 中国の熱帯農業と農業研究
 56. スリランカにおける牛肉生産の現状と問題
 57. タイ、インドネシアにおける地下作物の栽培様式と品種特性調査報告書
 58. アフリカからの新作物探索導入調査報告書
 59. 中南米の地下作物探索導入報告書
 60. 南米における有用マメ科植物の探索導入と試験研究状況調査報告書
 61. フィリピンにおける地下作物の栽培様式と品種特性に関する調査報告書
 62. アマゾン地域の自然一気候及び土壌を中心として一
 63. スリランカ・ドライゾーンにおける水田用水量に関する研究
 64. パプアニューギニア、ソロモン、フィジーにおける農業事情と地下作物
 65. アマゾニアの農業開発
 66. Genetic Information in Rice
 67. 西マレーシア及びタイにおける熱帯特用作物の実態調査報告(研究技術情報No1)ーオ
イルパーム等ー
 68. 乾燥地農業の研究事情調査報告書(研究技術情報No2)ーシリア・パキスタン・インドー
 69. 乾燥地農業の研究事情調査報告書(研究技術情報No3)ーオランダ・エジプト・ケニア・
シリア・エチオピアー
 70. マレーシア・ムダ地区における水稲二期作の水収支と水田基盤整備に関する研究
 71. 乾燥地農業の研究事情調査報告書(研究技術情報No4)ーエジプト・イスラエルー
 72. 乾燥地農業の研究事情調査報告書(研究技術情報No5)ーオーストラリアー
 73. インドネシアにおける特用作物の生産並びに研究動向調査報告(研究技術情報No6)
 74. ブラジル熱帯畑土壌の肥沃度特性と土壌管理法
 75. アブラヤシのイラガ類の形態ならびに生態に関する研究
 76. 東アフリカの農業及び農業研究調査(研究技術情報No7)ーイタリア・エチオピア・スー
ダン・フランスー
 77. ラテンアメリカにおける自然条件と農業類型の関連(研究技術情報No8)
 78. 亜熱帯高温期に適応する有望野菜の選定
 79. 熱帯畑地における有機物マルチの効果
 80. 東アフリカの農業および農業研究調査(研究技術情報No9)ーザンビア・マダガスカルー
 81. 西アフリカ水田地帯における灌漑排水技術の実態調査(研究技術情報No10)ーカメル
ーン・リベリア等ー
 82. 北アフリカにおける農業研究の実態調査(研究技術情報No11)ーエジプト・イギリス等ー

平成 3 年 3 月 15 日 発行

編集発行 農林水産省熱帯農業研究センター

〒305 茨城県つくば市大わし 1-2
TEL (0298) 38-6340
