

第2章

試験研究の推進

第2章 試験研究の推進

(1) 研究の形態

1) プロジェクト研究

熱帯農業研究センター（TARC）は、熱帯又は亜熱帯に属する開発途上地域における農林畜産業に関する試験研究を推進してきた。その主要業務は、これらの開発途上地域を対象とした国際共同研究の実施である。

試験研究の効率的な推進を図るため、多岐にわたる問題を同時平行的に、かつ短期的に解決する方式として、昭和48年度から「熱帯農業プロジェクト研究」が推進された。また、昭和62年度から「基盤技術研究」、昭和63年度から「環境資源研究」、平成2年度から「地球環境研究」等の基盤的研究としてプロジェクト研究が実施された。また、国際農業研究協議グループ（CGIAR）傘下の国際農業研究機関との間では、それらの研究蓄積、研究環境、研究素材等を活用し、開発途上地域の重要な課題について共同研究を実施してきた。

【熱帯農業プロジェクト研究】

我が国の農林行政上又は農林業技術協力推進上あるいは熱帯又は亜熱帯諸国の農業発展上特に緊急かつ重要な研究のうち、経常研究のみでは研究の組織体制及び経費等の面で対処することが困難かつ不十分と思われる研究を国内外の各分野にわたる研究機関及び研究者を有機的に組織する共同研究体制のもとに行う。

【基盤技術研究】

近年アフリカの砂漠化や飢餓問題に関連して、半乾燥・乾燥地の農業に対する技術協力や熱帯・温帯地域を含めた開発途上国への農林畜産業技術協力がますます重要となり、それに対応した研究需要は質・量共に向上、拡大の傾向にある。これまでの研究に加えて、熱帯農業生産を飛躍的に発展させるための基礎的研究の実施が強く求められており、そのためには長期的視点から、熱帯・亜熱帯に特有な生物の生理機能を解明し、革新的技術体系を開発するための基盤となるシーズ開発研究を行う。

【環境資源研究】

人口急増に対応して急激な農林業生産の拡大に伴う森林の過伐、土壌の塩類集積、地下水枯渇等による既耕地の劣悪化等を勘案して21世紀の食料需給は逼迫するものと予想される。開発途上地域の食料生産を拡大して食料の安定的確保を図るためには、農耕地の保全を強力に推進するとともに、現在作物生産が不安定あるいは困難とされている限界地域における農林業生産を可能かつ安定化させる技術の開発が急務である。これら限界地域の農林業生産の解明の基礎研究として、限界地域における水、土地、気象等を環境資源としてとらえ、これを生かした農林業生産の技術的可能性を研究する。

【地球環境研究】

温暖化、酸性雨、オゾン層の破壊、熱帯林の減少、砂漠化等の地球的規模の環境変化が生態系へ与える影響が懸念されている。農林水産業は、この生態系の物質循環の中で太陽エネルギーを利用して再生産を繰り返しているものである。地球環境の変化に伴う諸要因を研究・解明し、農林水産業生産と地球環境との関わりを明らかにする。

平成5年10月に熱帯農業研究センターを改組し設立された国際農林水産業研究センター（JIRCAS）は、熱帯農業研究センターの海外でのこれまでの共同研究の経験を十分に生かし、さらに地球規模の問題解決にも積極的に対応する研究を進めていくため、研究の対象地域を従来の熱帯・亜熱帯に温帯・冷涼帯を加えた開発途上地域全般へ拡大した。共同研究が継続していた熱帯・亜熱帯地域に加え、新たに中南米の高緯度・高標高地帯、中国東北部、モンゴル、中央アジア等の温帯・冷涼帯の農林水産業を巡る諸問題も対象とすることになった。また、研究分野もこれまでの作物や畜産物生産を主とする研究分野に林業や水産業研究分野を含め、農林水産業の諸問題に国際農林水産業プロジェクト研究として総合的に対応すること

ができるように拡充・強化した。

【国際農林水産業プロジェクト研究】

近年、開発途上地域における農林水産業技術の研究開発ニーズの一層の複雑化・多様化に伴い、経常的・個別的な研究では対応が困難となっている課題が増加している。このうち、緊急に解決を要する重要な課題について、国内外の各分野にわたる試験研究機関の有機的連携を保ちながら、プロジェクト研究を実施する。研究の重点分野を明確にするため、以下の3分野に区分している。

(生産・利用研究)：開発途上地域における食料等の生産・利用にあたって、緊急かつ重要な問題の解決・解消に資する技術(土地改良、機械化、栽培技術、家畜生産技術、水産増養殖、病虫害、家畜衛生、利用加工、総合技術等)の開発・改善を重点的にを行い、当該地域における持続的農林水産業と生産性の向上を図る。

(生物資源研究)：開発途上地域における作物、微生物等の生物機能及び遺伝的変異の解明、生物資源の評価・管理・保全及び作物等の育種技術の開発等の基礎的研究を行い、当該地域における農林水産業生産の飛躍的な向上のための基盤強化を図る。

(環境研究)：開発途上地域における人口の急増、農林水産業の適地の減少等に対応するため、現在、農林水産業の生産が困難とされている限界地域の環境に適応した生産技術の開発を行うとともに、近年顕在化している砂漠化、温暖化、酸性雨及び熱帯林の減少等地球規模の環境問題に対応するために、砂漠化防止技術、荒廃農林地の回復技術等を開発する。

さらに、近年における世界的な食料需給の逼迫と環境問題の深刻化に伴い、世界の食料・農業・エネルギー問題の解決においては、生産性の拡大とともに環境と調和した持続的生産の必要性が高まってきた。一方、新しい学際的な研究分野や研究手法が急速に進展し、環境問題等の農畜林水の多分野にわたる問題が急増してきた。それまで行われてきた個別型プロジェクトは、単独の作目や分野を研究対象としており、地域や環境を全体として把握し改善するという大きな効果に結びつく例は多くはなかった。多研究分野にわたる横断的、複眼的視点に基づく研究が開始され、国際共同研究は多数の研究分野が協力して行う総合型プロジェクト

研究に重点化された。これを強化・発展させる形で、国内研究、招聘型共同研究、国際研究機関との連携研究等を位置付け、重層的な展開を図ってきた。特に、東南アジア、中国、南米等の戦略的に重要な地域での重要課題に的を絞り、社会・経済を含む多分野の専門研究者を結集して総合的に問題解決を図る国際農林水産業プロジェクト研究を推進してきた。

平成11年度においては、8課題の総合型プロジェクト研究と4課題の個別型プロジェクト研究が実施された。総合型プロジェクト研究は、その性格により以下の3種に分けられる。

(地域総合型)：特定地域の農林水産問題を、資源、環境、経営、技術など諸要因リンケージ、相互作用の観点からシステムの捉え、多分野の知見を結集して総合的かつ効果的に研究や技術開発を行う。

(国家総合型)：相手国の食料・農業にとって最も重要な基本的問題を特定し、その解決に向けて日本が効果的に貢献できる幾つかの代表的研究分野・課題を選択し、相手国の政府機関等と組織的に全体調整を図りつつ、総合的に共同研究を実施する。

(広域総合型)：戦略的に重要な特定品目を対象にし、複数国にまたがる広い地域で多くの分野の研究者が結集して取組む。

2) 国内研究

開発途上地域における食料・環境に関する深刻な研究問題で、高度な施設や技術・知識を必要とするため海外拠点での実施が困難な研究、または途上国を中心に世界的な情報の収集・分析を必要とする研究課題で、他の国内研究機関では行い難いものについて、国内で試験研究を実施した。

開発途上地域における農林水産業の研究課題に対応するため、JIRCASは研究分野と対象地域を拡大したが、平成6年10月策定(平成8年10月一部改定)の「国際農林水産業研究センターの研究基本計画」では、重点的推進の方向として、①総合型研究の推進、②国内研究の強化、③情報システム研究の推進、④国内外機関との連携、⑤招へい研究の推進の5つの方針を掲げている。

JIRCASにおける国内研究は、他の4つの方針とも密接に関連しながら、JIRCASが海外で

推進する国際共同研究の展開方向に沿った形で見直しが図られてきた。現在の国内研究は、海外で推進する国際共同研究の支援を目的とした基礎研究として位置づけられ、JIRCAS 研究員のほか、各種フェローシッププログラムを活用した招へい研究員等により実施された。特に、沖縄支所では、海外において実施される国際共同研究との連携・協力に加え、亜熱帯気候の立地条件を活用した作物の栽培・生理、品種開発、地力維持、作物保護等の熱帯・亜熱帯の開発途上地域に対応した基盤的研究を実施してきた。

なお、つくば本所及び沖縄支所における現在の主な国内研究の課題は以下の通りである。

【本所】

- ① 世界の食料需給動向の解析とシミュレーションモデルによる予測研究
- ② 開発途上国の持続的農村開発・資源利用に関する総合的研究手法の開発研究
- ③ 有用生物資源の確保、利用に関する基本技術の開発研究
- ④ 植物の乾燥、塩害、低温、病虫害等のストレス耐性に関する研究
- ⑤ 窒素を中心とした物質循環に関する研究
- ⑥ リモートセンシング技術を活用した環境資源評価に関する研究
- ⑦ ESCA (X線光電子分光分析装置) を活用した環境資源の利用・保全技術の研究
- ⑧ 開発途上国の食品・農産物の品質評価及び品質保持に関する研究
- ⑨ 水産生物(魚、えび等)の増養殖と有効利用の研究

【沖縄支所】

- ① 作物耐暑性・耐塩性の生理・遺伝子学的解明と耐性作物の開発
- ② 地中点滴灌漑等による環境保全型節水栽培技術の開発
- ③ 熱帯・亜熱帯作物の遺伝資源保存と特性評価による新育種素材の開発
- ④ 不良栄養土壌における熱帯・亜熱帯植物の適応機構の解明
- ⑤ 熱帯・亜熱帯地域における病虫害の総合診断システムと生物防除法の開発

3) 招へい研究

熱帯農業研究推進に要する経費(平成5年度まで)、国際農林水産業研究推進に要する経費(平成6年度から)のうち、政府開発援助外国研究者招へい費が用いられ、招へい研究が実施されている。招へい費は、以下の費目で予算化されている。

[1] 研究交流強化費:

[1-1] シンポジウム招へい

[1-2] 研究管理者招へい

[1-3] 共同研究者招へい

[2] 国際農林水産業プロジェクト研究費

[3] 農林水産業広域型プロジェクト研究推進事業費

[4] 招へい共同研究費:

[4-1] 筑波滞在型、

[4-2] 沖縄滞在型

[1] と [2] は、従前から予算化されているものである。[4] は、国際農林水産業招へい共同研究費が正式名称であるが、[4-2] は平成4年度から、[4-1] は平成7年度から予算化された。なお、後者に対しては、それまでであったバイオテクノロジー研究国際交流費が振り向けられたとの指摘もある。[3] は平成9年度から予算化されたものであるが、対象地域を南米メルコスール諸国とし、[2] と有機的なつながりが考慮され、事業が実施されている。

(あ)

研究交流強化費は、開発途上国から、我が国に対し要請の強い農業分野の研究協力を積極的に対応し、我が国に求められている国際社会への積極的貢献に寄与してゆくため開発途上国との研究交流活動を強化するための予算である。この強化費の一部を用い、JIRCAS は毎年国際シンポジウムを開催し、開発途上地域の研究者(10~15名)を招へいし、意見・研究情報の交換を行っている。

研究管理者招へいと共同研究者招へいの目的は、次の通りである。

研究管理者の招へい: 研究員の派遣先国の農林水産業研究機関を所掌する政府の高級管理者を我が国に招へいして、研究推進上の諸問題について意見交換を行うとともに、国内試験研究機関の視察を行う。

外国招へい研究員との共同研究：JIRCAS の研究者を派遣して実施している共同研究のうち、我が国の整備された施設・機械を活用して実施した方がより効率的な課題の一部について、カウンターパート（派遣先国の共同研究員）を招へい実施する。

(い)

次に示すような問題意識を背景に、国際農林水産業プロジェクト研究費が予算化されている。平成 11 年度の場合、全 12 課題のうち 7 課題について、外国研究者招へい旅費と同滞在費が予算化されている。これらは、プロジェクト研究推進のため、研究管理者の招へいと外国招へい研究員との共同研究に用いられている。

国際農林水産業プロジェクト研究の必要性：近年、開発途上国における農林水産技術の研究開発ニーズの一層の複雑化・多様化に伴い、経常的・個別的な研究では対応が困難となっている課題が増加している。このうち、緊急に解決を要する重要な課題について、国内外の各分野にわたる試験研究機関との有機的連携を保ちながら、解決を図るプロジェクト研究が必要となっている。

平成 9 年度からは、国際農林水産業広域型プロジェクト研究推進事業費が予算化され、現在も継続実施されている。平成 6 年度からは、個別分野の研究成果を活用しながら、地域農林水産業の問題解決を図るために分野横断的な体系化された研究を行う総合型プロジェクトが実施されてきたが、1 カ国あるいは 1 地域を対象とせず、複数の国を対象とする広域型のプロジェクト研究である。

その背景は、こうである。自然条件、農業条件等の類似する国が共通してかかえる問題や、広域移動性病害虫等の複数国に影響が及ぶ問題等については、1 カ国のみを対象として研究を行うよりも、関係国が連携して広域的かつ大規模に取り組むことが効率的であり、それによって研究成果の広域的普及の促進も期待できる。また、近年の途上国間の経済交流の活発化により、隣接する複数の途上国が共同で問題の解決に取り組む条件も整備されてきている。

この広域型プロジェクト研究推進のため、研究管理者の招へいと外国招へい研究員との共同研究のための費用も予算化された。対象地域

で関係国の研究管理者や研究者が、セミナー開催や共同研究を実施するために招へいされることも、当事業での特徴である。

平成 10 年 3 月には、ブラジル国フォスト・イグアスとパラグアイ国イグアスにて、「南米における大豆の不耕起栽培と今後の研究課題に関するセミナー」が開催され、Martin F. Naumann（アルゼンチン農牧研究公社）らメルコスール構成 4 カ国の 47 名が招へいされた。

平成 11 年 12 月には、ブラジル国カンボグランデにて、「南米における農牧輪換システムに関するワークショップ」が開催され、Peter Kerrige（国際熱帯農業研究センター）ら 4 名が招へいされた。

(う)

国際農林水産業招へい共同研究（通称：JIRCAS フェロシップ）は、平成 4 年度に開始された熱帯農業招へい共同研究（現在は、沖縄滞在型と称されている）を前身としている。開発途上地域の研究機関から幅広く募集・選考した研究者を研究施設の整備された我が国（筑波農林研究団地及び国際農林水産研究センター沖縄支所）に招へいして、研究施設等の面から現地での実施が困難となっている課題について我が国の研究者と共同研究を推進することを目的としている。

12 月に募集要項が発送され、翌年 3 月中旬に応募が締め切られる。平成 11 年度からは、国際農林水産研究センターのインターネット・ホームページに募集要領をのせるようにした。

[沖縄滞在型招へい共同研究]

我が国で熱帯・亜熱帯地域の農業条件に極めて近い環境にあり、かつ、研究実績のある国際農林水産研究センター沖縄支所に開発途上国研究者を 1 年間（10 月～翌年 9 月）、10 名招へいして、整備された実験室及び熱帯・亜熱帯条件下の圃場等の連続的な利用を図りながら、

- a) 地球環境保全に対応した熱帯・亜熱帯における生態的生物管理技術
- b) 熱帯・亜熱帯農林業の飛躍的發展のための生物改良技術

に関する効率的な共同研究を、国際共同研究科を中心に実施している。

共同研究課題として以下の 4 課題が設定されていて、応募者はそれらから実施希望課題を選

択し、研究計画を作成して応募してくる。競争は、倍率が20倍前後であり、かなり厳しいものである。

[1] 熱帯・亜熱帯地域特有の植物、微生物による効率的環境管理技術の開発

生物が持つ高度な環境改良機能を評価し、有効利用を図る持続的農業技術の開発を目的としている。

[2] 耐塩性作物育成技術の開発

高温耐性作物の生化学的・分子遺伝学的特性の解明、評価及び作物の高温ストレス適応性の向上を目的とする。

[3] 作物の高温ストレス適応性向上に関する研究

植物が持つ耐塩性機構を解明し、耐塩性作物を作出する育種法を確立することを目的とする。

[4] 栄養繁殖性熱帯作物の特性評価と長期保存法の確立

栄養繁殖性作物の有効利用を図るための長期保存技術の確立を目的とする。

[筑波滞在型招へい共同研究]

先発の沖縄滞在型の事例を参考にしつつ、平成7年度から開始された。その目的は、以下の通りである。

開発途上地域に共通する農林水産業の生産性向上及び地域環境保全といった課題に対応したバイオテクノロジー等の先端的・基礎的な研究開発を一層強化して進めていくため、筑波農林研究団地における現有の研究施設、人材の活用により開発途上国研究者との高度な実験室レベルの共同研究を推進し、その研究成果を開発途上国へ広く普及させることを目的とした、共同研究を実施する。つくば型には、長期(2ヶ年)と短期(5ヶ月)がある。以下に実施課題を列記するが、その実施を農業生物資源研究所に委託している短期型の場合、課題は固定化されている。一方、長期型の場合、各研究部の戦略が反映されるため、年次間で課題に変更が生じる場合がある。

平成11年度の筑波滞在型長期招へい国際共同研究の研究課題 [期間:2年間]

(L-1) 生物情報の解明及びその有効利用

(L-1-1) 遺伝子組換え技術を用いたストレス耐性等新形質作物の開発

(L-1-2) 生物工学的手法を用いた有用生物資源の評価、利用法の開発

(L-1-3) 地域農産物の品質特性の解析・評価

(L-1-4) 重要水産物の再生産過程の解明による養殖技術の開発

(L-2) 開発途上地域における環境システムの解析・評価

(L-2-1) 窒素を中心とした物質循環

(L-2-2) 地球表層物質の表面解析による風化機構の解明

(L-2-3) リモートセンシング/GISによる環境及び資源評価

(L-3) 食糧需給及び農村問題に関する解析

(L-3-1) 食糧需給動向の解析と予測

(L-3-2) 農村開発・資源利用手法の開発

平成11年度の筑波滞在型短期招へい国際共同研究の研究課題 [農業生物資源研究所で実施。期間:5ヶ月間]

(S-1) 生物種の多様性解明とその保全技術

(S-2) 生物工学的手法を用いた新生物資源の作出

(S-3) 生物機能の機構解明とその制御技術

JIRCAS フェロウシップの修了者(沖縄滞在型と筑波滞在型長期)が平成10年度までに累積60名程度になったので、平成11年2月に、適切なフォローアッププログラムを検討することを目的に、修了者に対するアンケート調査及び対面調査を実施したので、その調査結果を紹介しておきたい。なお、そのとりまとめは、杉野智英・海外研究交流科員(当時)が行った。

[調査方法]

1998年10月末日現在のJIRCAS フェロウシップ修了者58名(沖縄滞在型50名、筑波滞在型長期8名。以下「沖縄型」、「筑波型」と略記)に調査票を郵送し、回答を記入後返送してもらった。ただし、1998年10月にフェロウシップを修了した4名(筑波型)は、帰国直前に本人から直接調査票を回収した。また、対面調査(平成11年2月にインドネシアで実施)の対象者のうち4名は、本人に面談した際直接調査票を回収した。

調査では、①基本的事項(性別、年齢、国籍、日本語能力)、②フェロウシップを知った経緯、③所属機関から得た許可、職務引継ぎ、

④家族同伴の状況、⑤研究成果の発表、⑥フェローシップに対する評価、改善すべき点、⑦現在の職務、研究継続の状況、必要な支援措置等に関して質問した。

〔調査結果〕

回答は11ヶ国の27名から得られ、回収率は47%であった。調査項目別に結果を以下に要約する。

① 基本的事項

回答者は、男性19名、女性8名である。回答時の年齢は、30歳台が12名、40歳台が15名である。国籍は、中国6名、インドネシア6名、タイ3名、パキスタン3名、インド2名、ベトナム2名であり、他はブラジル、ナイジェリア、ブルキナファソ、フィリピン、スリランカが各1名である。日本語能力の自己評価は、「ほとんど理解不可」と回答した者が18名で回答者の大部分を占めた。一方、「十分使える」と回答した者も3名いた。

② フェローシップを知った経緯

所属研究機関に送付された募集要項でフェローシップを知った者が10名で最も多い。上司やJIRCASのスタッフに応募を勧められた者がそれに次いでいる。

「JIRCAS フェローシップに応募する際、他のフェローシップ制度と研究環境や待遇面等についての比較を行った」と回答した者は27名中2名のみであった。比較の対象となった他制度は、STA（科学技術庁）フェローシップ、CGIAR 研究機関のフェローシップ、ロックフェラー財団のフェローシップ、朝日新聞社のフェローシップである。

③ 所属機関から得た許可、職務引継ぎ

フェローシップに参加するために所属機関から得た許可としては、「有給休暇」が10名、「無給休暇」が6名であった。「その他」と回答した11名のうち、「サバティカル休暇」または「公式の派遣」と回答した者が6名、「給与の一部のみ支給される」と回答した者が2名、「帰国後3年以上所属機関に勤務するという条件付きの給与支給がある」と回答した者が1名であり、何らかの形で所属機関から給与を得ている者が回答者の7割以上（19名）を占めた。

フェローシップ参加期間中の自分の職務について、回答者23名中、「他のスタッフが一時的に職務を代行した」と回答した者が14名と

最も多く、次いで「職務を引き継ぐ者は誰もいなかった」と回答した者が7名だった。

④ 家族同伴の状況

家族を持つと回答した22名のうち、家族を同伴した者は10名、同伴しなかった者は12名であった。

家族同伴を行わなかった理由（複数回答）としては、「配偶者が職業を持っていたため」（6名）、「転居等が子供の教育上好ましくないと考えたため」（5名）といったものが多かった。

⑤ 研究成果の発表

フェローシップの研究成果について、回答者27名中18名の者が1件以上の論文発表を行っていた。また、口頭（ポスター含む）による発表を行った者は27名中19名だった。論文、口頭ともに発表を行っていない者は3名だった。

⑥ フェローシップに対する評価、改善すべき点、

フェローシップに対する修了者の評価を13項目について質問した。評価は、4段階（「大いに満足」、「満足」、「どちらともいえない」、「不満」）から選択してもらい、それぞれの段階を「大いに満足」=4点、「満足」=3点、「どちらともいえない」=2点、「不満」=1点のスコアに換算した。

評価の高い項目は、全回答者のスコアの平均値が高い順に、「研究テーマと自分の関心との一致」（3.41）、「JIRCAS フェローシップに参加した経歴に対する社会的評価」（3.37）、「設備利用の自由度」（3.35）、「共同研究者の職責、能力」（3.32）である。評価の低い項目は、スコア平均値の低い順に、「ライブラリーの整備度」（2.58）、「研究期間」（2.78）、「研究費の使途の自由度」（2.83）である。

フェローシッププログラムの改善すべき点を自由に記入してもらったところ、研究期間の延長、図書館の充実、研究者交流の促進、宿舍の施設整備等の改善を指摘した回答者が多かった。

最も望ましい研究期間としては、沖縄型（研究期間1年）では修了者20名中、「2年～2年半未満」と回答した者が7名で最も多かった。次いで「1年半～2年半未満」と回答した者が5名だった。「2年半以上」と回答した者を含めると、回答者中70%（14名）の者が現行よりも長い1年半以上の期間が望ましいと回答した。

筑波型（研究期間2年）では修了者7名中、「1年半～2年未満」、「2年～2年半未満」、「2年半以上」と回答した者がそれぞれ2名ずつだった。

⑦現在の職務、研究継続の状況、必要な支援措置等

回答者27名中、25名がフェローシップ参加前と同じ研究機関に所属している。所属機関が変わった者も、国立研究機関間の異動によるものであり、回答者については、フェローシップ修了後の定着率は事実上10割といえる。

現在の職務は、「フェローシップの研究テーマと同じテーマについて、研究を行っている」、「フェローシップの研究テーマと関連あるテーマについて、研究を行っている。」と回答した者が23名中18名であり、8割近い者がフェローシップの研究テーマと何らかの関連のあるテーマについて、研究活動を継続している。残りの5名は「フェローシップの研究テーマと関係ないテーマについて、研究を行っている」と回答しており、全ての回答者が何らかの形で研究活動を継続している。

「フェローシップの研究テーマと関係ないテーマについて、研究を行っている」と回答した者は、テーマを変更した理由として、「予算の不足」と回答した者が最も多かった（4名）他、「フェローシップで実施した作物の耐塩性は、所属研究機関の所管地域ではそれほど深刻な問題とはなっていない（中国）」と回答した者があった。

帰国後の研究継続のために必要な支援措置（複数回答）としては、回答のあった19名中、「学会参加経費の補助」、「短期間の再招へい」、「研究テーマに関連した刊行物の送付」が各15名、「研究費の補助」、「JIRCAS 研究員の短期派遣」が各13名、「JIRCAS 研究員によるアドバイス」が10名であった。その他の措置として、「研究機関レベルの共同研究プロジェクトの実施」、「論文投稿に対する補助」と回答した者があった。

〔考察〕

郵送式アンケートによる調査で、特に開発途上国においては郵便事情により適切な調査票回収を行えない危険性が考えられたが、今回の調査では対面調査により調査票を回収した者も含めて5割近い回収率を得ることができた。

しかしながら、一方では残る約5割の者が調査への回答を行わなかった点にも留意する必要がある。回答を行わなかった理由には、郵便事情の他、転退職や、研究活動を停止したためにフェローシップへの関心が薄れたこと等が予想される。このような点をふまえた上で、調査結果をもとにして、フェローシップが開発途上地域の研究人材育成に果たす効果、フェローシップで得られた研究成果の2点を中心に考察を行う。

① フェローシップが開発途上地域の研究人材育成に果たす効果

種々の研修員受入事業では、研修修了後の定着率が低いことが問題となるケースがあるが、JIRCAS フェローシップでは帰国後も引き続き所属研究機関で研究活動を継続している者が大部分であることがわかった。このことは、フェローシップ参加者の選考が概ね適切であったことを示している。フェローシップ応募の際には所属研究機関の推薦を得ることを義務づけていることから、フェローシップに参加する者は研究所内でも将来を嘱望されている者が多いものと推察される。このことが、定着率の高い一因であろう。

また、フェローシップ参加後、所属研究機関で昇進する例もあり、中には研究所の所長に抜てきされた者（ベトナム）もいる。フェローシップに参加したことが昇進の全ての理由ではないが、アンケートの中でもフェローシップ参加に対する社会的経歴に対する評価は高いと回答する者が多い（全回答者の評価スコア平均＝3.37）。フェローシップによる効果は、研究成果だけでなく、人材育成の面にも現れているといえるだろう。

ただし、今回の調査の回答者以外の修了者ではあるが、修了後所属研究機関へ戻らずに、他の先進国の研究機関に職を求めた例もあり、一部には人材流出の事例も起きていることに留意する必要がある。このような事態を防止するには、帰国した修了者が活動できるよう、研究者の処遇や研究環境を整備することが重要である。このことは、修了者を迎え入れる開発途上地域側の責務が大きい。だが、同時に JIRCAS も、帰国後の活動状況に応じて、例えば特定のテーマに関するカンントリーレポートの作成、研究シーズ発掘調査、各種シンポジウムでの講演

などを依頼し、フェローシップ実施機関の行っている研究活動の一翼を担ってもらうことは可能である。1人1人の帰国後の現況に応じて、フェローシップで培った能力を発揮する場を提供することが、フェローシップ修了者に対するフォローアップとしても有効であると考えられる。

② フェローシップで得られた研究成果

フェローシップの研究成果について、回答者の9割近い者が論文または口頭による発表を行っている。回答者の平均論文作成数は約1.5本である。論文数のみをもって評価を行うことには問題も多いが、研究期間1～2年間のフェローシップとしては、論文数については標準的な成果が得られているといえる。

一方で、研究成果が開発途上国の農業生産の技術改善に役だっているかについては、今回の調査結果からは明確な回答が得られなかった。帰国後の研究活動に関しては、予算、機器等の制約があることから、フェローシップで実施した研究課題の継続に支障をきたしているとの回答があった。研究成果を更に発展させて、自国の農業生産に適用可能な技術を生み出すような意欲的な研究を行う動きは、調査結果を見る限りでは修了者の中にはまだ現れていない。

③ フォローアップが必要

フェローシップで取り上げている研究課題は、日本側研究者にも研究メリットがあるような、基礎研究分野の先端技術が中心となっている。このため、開発途上国にも適用可能な、いわゆる「適正技術」の開発をフェローシップ期間中に生み出すことは難しい。また、「適正技術」とは、開発途上地域の社会状況等に対する十分な理解があって初めて開発が可能となるものであり、日本国内での短期間の研究活動で、「適正技術」の開発を期待することに無理があるのかもしれない。

JIRCAS フェローシップの目的は、人材育成、学術的成果の獲得（論文作成）にとどまるものではなく、開発途上国の現実の農業生産改善に結びつくような技術を確立することにもある。帰国後の修了者がフェローシップで習得した研究成果、研究技術を、「適正技術」の開発へ応用しようとする試みを支援する措置が必要である。フェローシップは、招へい期間だけで完結するものではなく、帰国後の研究活動に対

するフォローアップを含めて、プログラムを設定することが望ましい。

(え)

国際農林水産業研究センター（JIRCAS）国際シンポジウム

招へい共同研究の一環として、毎年1回、開発途上地域の農林水産業研究上の重要課題を取り上げ、開発途上国や国際研究機関からの研究者を我が国（主につくば）に招いて国際シンポジウムを開催している。この10年間の課題を次に列挙する。

- 平成2年8月 「熱帯における持続的植物生産に影響を及ぼす土壌阻害要因をめぐる諸問題」
- 平成3年9月 「熱帯における飼料資源の開発利用と反芻家畜の栄養・生理分解における諸問題」
- 平成4年9月 「熱帯における荒廃林地の回復」
- 平成5年10月 「熱帯・亜熱帯草地に関するシンポジウム」
- 平成6年8月 「熱帯・亜熱帯における果樹栽培」
- 平成7年7月 「持続的農業のための雑草管理」
- 平成8年7月 「バイテク植物・微生物のバイオセーフティーシンポジウム」
- 平成9年8月 「アジアにおける持続的農業発展：食料問題と環境問題の調和的解決を目指して」
- 平成10年9月 「アジアにおける食料の貯蔵・流通・加工技術－食糧問題解決の第3の道－」
- 平成11年9月 「地理情報システムと国際農林水産研究」

4) 委託研究

つくば本所及び沖縄支所においては、研究機器・設備を整備をして国内研究を進めるとともに、国内研究機関との一層の連携協力、海外研究の支援、開発途上地域の研究人材の育成等も行ってきた。しかし、JIRCASのみで全ての試験研究を推進するのは不十分であり、外部研究機関との連携協力が必要である。そこで、

JIRCAS を中心とする農林水産省の試験研究機関では実施が困難であり、大学、民間の試験研究機関等に依頼することによって有益な成果が期待できる調査研究の課題については、委託研究として、開発途上地域における農林水産業技術に関する試験研究の効率的な推進を図ってきた。

委託研究は、初期のころは開発途上地域の資料や情報収集による調査研究が主であったが、最近では、プロジェクト研究等の一環として研究課題を外部研究機関に委託し、本来の試験研究業務の補完を図ってきた。その内訳は、TARC 創立～10 年目で 26 課題、11 年目～20 年目の間に 9 課題、20 年目～30 年目の間に 12 課題の委託研究が実施された。これらの研究成果は、熱帯農業技術叢書及び国際農業研究叢書における「東南アジア地域におけるかんがい排水による農業開発」、「東南アジアにおける家畜伝染病の特性と分布」、「アジアの伝統食品－東南アジアを中心に－」等として公開された。

5) 他省庁プロジェクト研究

熱帯・亜熱帯の開発途上地域における農林水産業問題に関する試験研究を効率的に推進するため、他省庁予算による各種のプロジェクト研究にも多数参画してきた。

科学技術振興調整費重点基礎研究制度は、国立試験研究機関の活性化プログラムの一つであり、将来の技術展開の柱となることが期待される革新的技術シーズの創出を図るための基礎的研究を推進するものである。平成 11 年度においては、「熱帯性栄養繁殖作物の形質転換法の確立」、「溶菌微生物を用いた牧草病害防除の開発」、「熱帯イネ科牧草による硝化抑制作用に関する研究」、「淡水魚類筋肉タンパク質の加工機能に関する研究」の 4 課題を実施した。この他、海洋地球科学技術特定調査研究、国際共同研究総合推進制度多国間型(旧グローバルリサーチネットワーク)等の事業によるプロジェクト研究が実施された。

環境庁地球環境研究総合推進費は、地球環境問題が人類の生存基盤に深刻かつ重大な影響を及ぼすことに鑑み、様々な分野における研究者の総力を結集して学際的、省際的、国際的な観点から総合的な調査研究を推進し、地球環境の保全に資することを目的としている。平成

11 年度においては、「アジア地域における環境安全保障の評価手法の開発と適用に関する研究」、「サブサハラアフリカの土壌扶養力の評価と維持・回復技術の開発」及び「熱帯林の持続的管理の最適化に関する研究」の 3 課題を実施した。

また、新技術分野創出のための基礎研究においては、生物系特定産業技術研究推進機構との共同研究として、「乾燥・塩ストレス耐性機構の分子生物学的解析と育種への応用」(平成 8～12 年度)及び「作物の生殖生長期における耐暑性の生理学的及び遺伝学的解明」(平成 10～14 年度)の 2 課題を実施した。

(2) 分野別の研究

1) 地域特性の解明、技術開発方向の解明及び情報システムの開発

① 地域特性の解明と技術開発方向の解明

a) 研究の背景

農林水産業は人間の歴史とともに発展してきた産業であり、基礎的な経済活動として現在も地球上の多くの地域で営まれている。我が国においても、製造業やサービス業など他産業の発展に伴って国民経済全体における相対的地位は低下しつつあるものの、食料の安定供給はもちろん国土の保全や自然環境の維持の面からも、依然として重要な産業として位置づけられている。開発途上地域においては、近年商工業が急激に発展しつつあるものの、その多くの地域で農林水産業は依然として基幹産業であり、経済社会の基盤となっている。しかし、近年、これまで生産増大の大きな要因となってきた単収の伸びが低下し、全体として農林水産業の生産の伸びが鈍化している。他方、開発による環境の悪化が顕著になってきている。これらは地球環境の改善・維持の面からも緊急に解決することが求められている。地球上の人口は急激に増大しつつあり、それに伴い食料の需要が急増している。さらには、かつては考えられなかった農林水産業それ自身による環境破壊も指摘されるようになってきた。今日においては環境に調和した持続可能な農林水産業の実現が大きな目標であり、そのための技術開発は、我々に課せられた緊急の課題である。

その目標達成のためには、試験研究及び技術開発等を途上国と共同して推進することは必要不可欠である。我が国を含めた多くの先進国あるいは国際研究機関が、発展途上国の農林水産業の問題解決を目指し、多くの共同研究を実施している。特に我が国は、多くの発展途上国と同様、生産者の規模が小さく、家族経営が中心であるなど、生産形態にも似通ったところが多い。すなわち、我が国の農林水産業研究の実績は、多くの開発途上国の農林水産業に寄与するところが大きいと思われる。もとより、途上国の中にも地域によりその実態は大きく異なっており、各国の自然環境の特性と社会経済条件を調査、解析し、研究開発・実施・運営上の真の問題点を明確にする必要がある。さらにこれらの調査研究に基づき、研究の長期戦略を確立し、持続可能な農林水産業に向けて研究を企画・推進する必要がある。

b) 地域の位置づけ

ア) アジアⅠ（東アジア、東南アジア及びオセアニア）

本地域は、夏蒸し暑いモンスーン気候下であり、水田稲作を中心としていることがこの地の農業の一つの典型である。本地域の多くの国々では稲作とその他多様な作目を複合した小規模経営によって超密な人口を養っている。一部を除き、おおむね政治的に安定した国々が多く、経済活動の発展に伴い商工業が急激に発展し、人々の生活水準も急速に上昇しつつある。それに伴い、産業としての農林水産業の重要性は相対的低下が認められるものの、依然として基幹産業であり、その生産性の向上と安定化は重要な位置を占めている。本地域における重要国の一つが中国である。中国は世界最大の食料の生産・消費国であり、人口増加と所得向上に起因する食料需要の増大と構造変化が起こりつつある。同時に、国内地域間の経済格差も明らかになり、食料の地域間需給調整の必要性が顕在化している。環境保全型持続的農業技術の開発は中国の将来を左右する重要な課題となっている。

イ) アジアⅡ（南、西、中央アジア、北アメリカ）

本地域の農業は、基本的に半乾燥・乾燥地帯での牧畜、園芸を含む天水依存の畑作が主体で

ある。同時に、生産の高度化、安定化のため、古代より大規模な灌漑農業が行われてきた歴史もある。近年でも人口増加等に対応し、土地や、水資源への負荷が常に高い状況にある。その結果、多くの地域で灌漑による土壌への塩類集積、過放牧による砂漠化などの問題が顕在化している。本地域では環境の保全に留意した農林水産業の技術開発が課題となっている。なお、一部に政治的安定に問題がある地域も認められる。

ウ) アフリカ（サヘル以南）地域

アフリカサヘル以南地域では、砂漠からサバンナ、熱帯雨林気候及び海岸低地から高原にわたる多様な生態環境条件となっている。欧州諸国による長い植民地支配、多数の言語・部族で構成する住民による主権国家という歴史的・社会的条件下で、自給的な遊牧、天水農業から灌漑農業、輸出換金作物生産に亘る多様な農林業を分化発達させている。歴史的・社会的条件から民族紛争や国家間紛争も多発し、顕在化する砂漠化、環境劣化、人口増加等の問題が複雑に絡み合っただけでなく、飢餓問題の発生している地域も認められる。国際協力の必要性は非常に高いが、複雑な社会条件により、農林水産業からのアプローチだけでは問題解決が困難な場合も多い。

エ) ラテンアメリカ

ラテンアメリカ地域の農業は、畑作、牧畜を主体とし、大規模機械化農業と小規模経営が並存している。また、中米、アマゾン河流域、ブラジル中央高原、アンデス高地、カリブ海地域では、それぞれ農業形態が異なり、地域によってはさらなる耕地拡大の可能性も大きい。林業ではアマゾン地域の熱帯雨林等の環境保全と開発の問題が存在し、水産では南半球特有の海流分布や、水源の豊富な内水域による世界有数の水産資源開発の可能性がある。

オ) 東ヨーロッパ

本地域の農業は温帯寡雨地域の畑作が主体で、資源は豊富である。基礎的な研究蓄積もあるが、計画経済体制から市場経済体制への移行に伴う農業経営環境の激変により、困難な時期を経験している。しかし、一部には外資の導入などによる市場環境変化に対応した新しい動きも生じてきている。

カ) 先進国及び国際農林水産業研究機関

先進各国及び国際農林水産業研究機関には、

開発途上地域の農林水産業に関する豊富な情報がある。JIRCAS はこれらの国々や研究機関と農林水産業研究動向に係わる情報交換を行い、協力して研究を進める必要がある。

c) これまでの成果及び今後の方向

JIRCAS の前身である熱帯農業研究センター (TARC) は昭和 45 年に設置されたが、実際の研究活動はそれ以前、昭和 41 年に農林水産技術会議内に設置された熱帯農業技術研究業務室によって開始された。当時は技術会議の内部組織として、海外調査、資料収集、発展途上国研究者の招聘、我が国研究者の派遣等の活動を行っており、それぞれの地域からカウンターパートや研修員を招聘して国内研究を行う形のもの、派遣研究員による個々の具体的問題解決のための研究が多かった。地域的問題を解決するために開始された研究は、TARC 設立後の昭和 48 年度に開始されたマレーシアの「熱帯稲作の機械化に関する研究」とタイの「熱帯における水田の高度利用技術の確立に関する研究」が最初である。この両国はその後も TARC の主要な活動拠点として位置づけられ、JIRCAS に引き継がれた。その後、次第に地域を包括した問題の解決のためのプロジェクトが実施されるようになったが、その多くはタイ、マレーシアを中心とした東南アジアを対象としたプロジェクトであった。昭和 51 年から 58 年まで行われた「マレーシア・ムダ灌漑地域における稲作技術体系の改善とその評価」との課題で実施されたプロジェクトでは、自然科学研究と同時に社会経済研究も実施され、初めての総合研究プロジェクトというべきものであった。その頃からプロジェクトの設定・実施に当たって、地域特性や技術開発方向を事前に調査・解析し、実際のプロジェクトに反映することの重要性が指摘されるようになりこれが、昭和 60 年 4 月に調査情報部の設置につながった。

プロジェクト研究を実施・運営するに当たっては、事前の調査・解析を十分に行う必要があることはこれまでも言及され、衆目の一致するところである。地域情報を不断に収集・解析し、地域特性を解明することは、個々のプロジェクトの実施・運営に当たって最も基本的なことである。発展途上国の社会経済的条件は絶

えず変化・発展しており、そのような条件下で長期的な技術開発の方向を解明することは必ずしも容易ではない。しかし、JIRCAS の研究がより効率的に推進するためには、地域の動向を解明し、中長期の研究戦略の策定には不可欠である。

② 開発と地球環境保全に関する諸要因の解明

世界的な人口増加に伴う食料需要の増大に対応するため、限界地への作付け拡大、過放牧、肥料・農薬投入量の増加、森林の過度な伐採等が進み、これらによる影響が世界の各地で顕在化している。水資源、土壌、大気、生態系などの地球環境への負荷が高まり、農業活動による温室効果ガスの排出も問題視されている。将来にわたって安定的で持続可能な農林漁業生産を行い、地球規模の環境を保全していくためには、地域それぞれの環境資源を含む自然・生態や社会経済的条件に応じて最適な開発を進めていくことが必要である。JIRCAS は海外情報部を中心にこれに関連する情報について収集、解析し、長期研究戦略やプロジェクト研究の実施等に活用している。

a) 農林水産業開発が地球環境に及ぼす影響要因の解明

農林水産業開発の地球環境への影響を質的、量的に的確に評価することが重要である。この理化学的、生物学的諸指標、方法論について、その妥当性、有用性が総合的に評価されている。農林水産業の開発には、その置かれた自然的ならびに社会経済的条件によって異なる形態、様式がある。それぞれ環境要因への影響は、質・量的に異なることから、その実態解明のため現地調査を行い、より広域にわたる情報の収集と解析が行われている。

人口圧の高まりに伴い、広域にわたる水問題に関する様々な環境問題の発生が懸念されるアジア諸国を中心として、河川流域や汽水域の開発・利用の状況、農林水産業開発・活動の実態と各国試験研究機関の取り組み状況などに関わる実態調査が行われている。これに基づき東南アジアを中心とする汽水域でのマングローブの消失問題、中央アジアにおける灌漑農業の拡大による水利用に関わる問題が深刻であることなどを指摘した。また、マングローブ

関連の研究者の多くが研究対象の豊富なマレーシアにおいて、マングローブ汽水域の持続的利用を目指した生物生産機能の解明を目的とするプロジェクト「熱帯・亜熱帯汽水域における生物生産機能の解明と持続的利用のための基準化」を実施した。中央アジアでは灌漑農業の拡大により、今世紀最大の環境問題と言われるアラル海の縮小・汚染問題や土壌劣化問題が発生している。その解決に向け、平成8年度からは、「中央アジア塩類集積土壌の回復技術の開発」（環境庁の地球環境研究総合推進費）に取り組み、塩害発生の顕著な土地は下層部に透水性の悪い重粘な土層があり、土壌は膨潤性の高い粘土であることが明らかにされた。

また、オーストラリアとニュージーランドの2カ国について農業と環境の関連を調査し、年間約7億豪ドルの被害と見積もられている土壌浸食、塩類集積及び土壌酸性化などの土壌劣化問題に係わる情報を得た。

平成8年度から開始された「農林水産業及び農林水産物貿易と資源・環境に関する総合研究」（総合的開発研究）に参画して、「農産物の生産活動と産業構造の変化に伴う水資源量の変動特性の解明とMI（マクロインディケータ）の策定」、「国際貿易の変動が資源・環境に及ぼす影響の総合評価」の課題を分担した。このうち前者では、土地利用変化と水資源変動の特性を水文統計および衛星リモセンデータから検証した。後者においては、農業生産活動の資源・環境への影響を総合的に評価するためシステムダイナミックスを用いて従来の需給分析を併せた新たなモデルを構築した。また、アジアモンスーン地域の環境変化と食料需給構造・稲作社会構造との相互影響についてその主要なメカニズムを社会経済的視点から多面的に解明した。さらに持続的社会的システムのあり方と当該地域の食料安全保障の確立の方途を明らかにする研究課題を開始し、地域における食料需給構造の変化と地球環境変化の相互影響に関する情報・知見を蓄積した。

- b) 開発途上地域の農林水産業に係わる地球環境とその保全のための技術開発方向の解明

生態系は地域の総合的な環境要因による自然的な経過を通じて形成されている。農林水産

業の開発は、常に生態系中の有用資源の抽出と系全体の攪乱を伴う。この作用は、生産性向上のために投入される種々の技術要素により益々加速される傾向にある。そこで、開発途上地域での農林水産業開発と生態系の持続性を両立させる技術開発の方向を明らかにするための研究を行ってきた。

汽水域生態系の開発・利用と保全技術の開発方向を明らかにするため、平成6年度よりアジア各国において現地調査を実施した。この結果、マレーシアの場合、マングローブ林の管理体制は整っていたが、フィリピン、インドネシア、ベトナム、タイのマングローブ林の減少が著しいことが明らかにされた。但し、ベトナムでは、長期間の戦争によるマングローブ林減少の後、さらに経済発展を指向する過程で消失が進行したことから、地域区分を行い、その保存を義務づけている。また、各国とも、マングローブ林の役割の重要性に対する認識は高く研究蓄積もあるが、開発に伴うマングローブ汽水域の生物生産力及びその持続性など農・林・水産業に関わる総合的視点での研究が乏しいことが明らかとなった。バンクラデシュやミャンマーでは、政府または大資本の主導で広大なマングローブ林が水田やエビ養殖池に開墾され、開墾地は塩害やエビの病害で生産効率が低い実態が示された。一方、計画的に保全された地域では多くの稀少野生生物種が生息し、計画的伐採による林木の利用も行われている。しかし、植林による再生は多くの労働力と膨大な経費を要す上、原因不明の先枯れ症状も見られた。なお、マングローブ周辺には海水中で生育できる野生イネなど、興味深い植物種が見られた。

平成10年度からは、中国における農業環境変動の評価技術の開発を開始し中国山東省内の冬小麦・とうもろこしの作付パターンの多い穀倉地帯を対象としている。これにより、衛星データから求められる植生指数値が単位収量の高い年次との関係を有していることなど、土地利用毎に特徴的な季節変化を示すことが明らかとなった。一方、東北タイでは、塩害が農作物生産の阻害要因の一つとされており、その実態の解明が必要となっていた。平成8年度から開始している「タイ東北部における持続的農業技術確立のための開発研究」の中で、塩害地

における塩害ランクの分級図と塩害の進行度を重ね合わせた評価図を作成した。塩害の被害程度の推移が農業利用や植物生産に伴う植生の変化も反映しており、乾季に地表近くの水圧が減少し、地下の圧力で塩水が押し上げられたことが塩害発生機構の一つと考えられることなどを明らかにした。

土壌劣化が著しく、農業・食料生産の継続が危ぶまれているサブサハラ農牧業地帯では、土壌劣化のメカニズムの解明と土壌扶養力低下の防止・回復技術の開発が急務であり、平成11年度から「サブサハラアフリカの土壌扶養力の評価と維持・回復技術の開発」の課題を開始した。ブルキナファソを調査対象地として選定し、農家家計調査や社会経済的条件等の調査、砂漠化の原因となる土壌劣化の機構の解明、土壌生産力の主要因の解明、土壌肥沃度の維持管理や作物栽培に関する現地農家の慣行技術の調査、及び土壌扶養力の評価手法確立のための研究を実施している。

③情報システムの開発

a) TARC時代の研究

農業情報システムに関する組織的な研究は、TARC時代の昭和63年頃から始まった。その背景には、熱帯農業に関する共同研究、技術協力の要請の増加とともに研究対象地域が拡大し、協力内容の多様化があげられる。広範な要請に対する適正な計画を立案するために、農業及びこれに関連する情報を組織的に収集・蓄積するとともに、これらを体系的に整理された情報として利用可能なシステムの確立が必要になっていったと言える。

TARC時代の具体的な研究内容は、ア) 熱帯農業情報収集システムの開発と、イ) 熱帯農業情報データベースの開発に大別される。前者では、複雑多岐にわたる熱帯農業に関する情報を効率的に収集するため、国内外の熱帯農業情報機関とのネットワーク形成等、情報の組織的蓄積の方向や手法について調査研究を行い、システム開発を行った。具体的にはインドネシアやフィリピン、タイ、中国、米国、カナダなどの各国の図書文献情報のサービス内容の調査を行い、状況や問題点を把握した。

後者は、収集蓄積した情報の標準化、データベースシステムの開発を行い、コンテンツの入

力を行う方針で始まった。まず、熱研の刊行物書名等のデータベース化からはじまり、その後、熱帯農業研究文献情報システム (TROPIS) に発展した。また、農業関係各種スライド画像のデータベースシステム (TROSIS) によるスライドデータベースの作成が行われた。同システムは、熱帯農業研究光ディスク情報システム (TRODIS) へと発展し、コンテンツ入力が行われた。熱帯農業知識ベースシステムとして、日英・英日翻訳支援システム (ATLAS) が整備され、農業研究用翻訳辞書が作成された。

b) JIRCAS移行後の研究

JIRCASへ組織移行後、対象地域も開発途上国全般に拡大し、対象研究分野も農林水産業の諸問題へと幅広いものを包含することになり、問題解決への諸要求は一層増大した。開発途上地域における自然環境、社会経済情勢を含む農林水産業の特性や多様な研究ニーズや研究シーズを総合的に解析し、最適な開発手法の評価、研究課題の設定、研究推進方策の立案を行うには、広範な分野の知識が必要となった。

こうした事態に対応するため、開発途上地域の農林水産業の動向と研究技術情報を組織的、体系的に調査・収集して、分析・評価を行う必要が生じた。さらに、これらの結果を目的に応じて体系的に整理加工された情報として研究者に提供することも必要となった。

このため、開発途上地域の農林水産業に関する各種情報を文字・画像情報として蓄積・検索・表示できるデータベース群を構築・整備することになった。また、情報の効率的な収集・提供を行うためのネットワークの構築と管理を行うとともに、情報を有効利用するため、知識工学的手法を利用した検索・解析・評価するシステムの開発をめざすことになった。

ア) 国際農林水産情報データベース群の開発

その目的は、現地調査及び国際情報ネットワーク等を通じて組織的に収集蓄積した国際農林水産情報を、国別、地域別、専門別に整理し、共同研究によって得られた研究成果情報、国際機関等が保有する開発途上地域の農林水産研究技術情報、スライド、ビデオ等の画像情報、その他の各種ファクト情報を必要に応じて即座に取り出せるように整理し、データベース

を用いた群として構築することである。また、人工衛星を用いたりモートセンシングは地球環境などの変動を迅速に、かつ継続的に把握できるので、これらもデータベース化することを目的とした。

具体的には、国際研究情報管理・利用システムとして、まず、平成6年度に各国の社会経済動向、農林水産物の生産・消費・貿易の動向などの数値統計データを網羅し、比較分析、時系列解析などを可能にするサブシステムの基本・詳細設計を行うとともに、このための情報の蓄積を進めた。また、現存するデータベースについて必要な更新、追加入力を行った。平成7年度には、開発された統計情報サブシステムに実際のデータを格納するとともに、文書、画像の情報を一括して蓄積し、情報の内容等によって検索が可能になるファイル情報管理システムの設計を行うと同時に収納データの収集整理を行った。平成8年度には、国際農林水産業統計情報システム（JIRCAS-STAT）、ファイル情報管理システム（JIRCAS-INFO）を開発した。特に前者は、農林水産省本省関連部局にも設置され、行政面でも活用されているほか、大学などの調査研究機関でも利用されている。また、統計情報部内での改良も進んでおり、広範な利用が行われている。平成9年度には、JIRCAS-STATは、改良がさらに進みより広範な利用が期待できるようになった。また、地理情報システムを統計情報データベースから検索およびグラフィカル情報として表示可能なユーザインターフェースとする基礎研究に着手した。そのほか、世界農林水産業地理情報システムの開発に着手した。平成10年度には、東北タイ地域での地理情報システムを利用した農地分級手法として、畑地灌漑の必要度を測定するためのロボット気象観測機材でデータ収集を開始した。また、地理情報システムをWWW上で構築するための新しい技術であるWeb GIS技術を応用して、国際農林水産業統計情報利用システムを構築し、JIRCAS-STATの統計数字のWebブラウザ上での地図に対する色分け表示や、JAVAアプレットによるブラウザ上のグラフ表示を可能にした。世界農林水産業地理情報システムは、一般研究者向け地図データベースに収録すべき地図データの入手先、入手方法、種類について調査を行うと共に地球レベルの

データ収集を行った。平成11年度は、運用しているJIRCAS-STAT及び内部ファイル情報システム（出張報告データベース、JIRCAS-INFO）のデータの更新・追加を行うと共にシステムの大幅な改良を実施した。また、導入済みのWeb GIS構築ツールを利用して、ノートパソコンや携帯電話などの移動体通信機器などを活用したモバイルGISの可能性について検討を加えた。世界農林水産業地理情報システムは、ラスター地図データ配信型のシステム構築ツールを利用して、JIRCAS研究者の地図画像を含む研究成果をWeb上から配信できるシステムの構築を行った。東北タイで地理情報システム構築を行う基礎として、ロボット気象機器の収集した気象データから、この地域の作物の蒸発散能を計算した。

イ) 国際情報ネットワークの構築と管理

ここでは、国際農林水産試験研究機関（IARCs）等が構築している各種データベースを効率的に収集・提供すると共に、地理的に分散しているIARCsやJIRCASの研究活動地域の密接な連携とネットワークを形成する必要から、国際情報ネットワークの構築と管理についての研究が開始された。インターネットの普及による国際情報ネットワークが形成されはじめたこともあり、国内外の情報交換を容易にするためのネットワーク作りや、効率的なネットワーク利用を可能にするシステムの開発も考慮された。具体的には、平成7年度までに国際農林水産研究機関ネットワークディレクトリとして、各機関のデータベース構築状況を調べると共に、インターネットを通じて各機関へのアクセス方法を調査し、JIRCASホームページからアクセスできるようにリンクした。

ウ) 国際農林水産研究情報検索・解析・評価支援システムの開発

平成6年度には、翻訳支援システムを電子メールから利用できるようにすると共に、インターネットの代表的な情報システムであるWorld Wide Web（WWW）の試験運用とネットワーク対応画像情報検索システムの開発に着手した。また所内の研究技術情報高度化委員会の下に5つの小委員会を設置して、アンケート調査から、ネットワークを活用するための環境整備の方向を検討した。標準的なソフトウェアを導入したパソコンを各部に配布すると共に、

沖縄支所を農林水産技術会議のネット MAFFIN に接続してインターネットを活用できるようにした。平成7年度には、エンジニアリングワークステーションを導入して、翻訳支援システムを移植した。翻訳システムの十分な活用には専門用語辞書が必要であることがわかり、telnet により MAFFIN ユーザにこのシステムを開放して、専門用語の登録をユーザ自身で利用できるようにした。ネットワーク対応画像情報収集処理手法については、フルカラー画像対応、マルチメディア、オブジェクト指向等に対応可能なシステム構成にして、WWW ベースでの開発を引き続き行った。JIRCAS 内の研究情報に係わる環境整備にも取り組み、インターネットが利用できない海外地域の派遣職員に対して、Nifty-Serve と TYMPAS に法人加入して、電子メールによる連絡を可能にした。また、ホームページ上の情報を充実させ、国際農業成果情報を閲覧可能にした。平成8年度には、コンピュータネットワークの整備環境の有効利用を目的に、国内研究員及び事務職員については1人1台、長期出張研究員については、研究室で1台のパソコン配備を実現した。また、JIRCAS 出版物を WWW で広報するために、原稿の段階から検討を加えた。平成9年度には、コンピュータネットワークの整備環境の有効利用を目的として、イントラネットによる所内連絡、事務処理システムを構築した。JIRCAS の WWW ホームページは世界に向けての重要な広報活動となっていることから、英語版ホームページを Annual Report を中心に再構築した。平成10年度は、JIRCAS 出版物を WWW で広報する手順として、コンピュータの種類やアプリケーションの種類が異なる場合でも編集した元の書式で見ることが出来る文書形式である PDF 形式を調査した。インターネットテレビカメラを利用したテレビ会議システムについても、JIRCAS 国際シンポジウム等で実験を行った。平成11年度は、JIRCAS 出版物をインターネットホームページ上 (WWW 上) で電子出版する方法として、PDF 形式を採用し、JIRCAS Annual Report の編集を DTP ソフトを用いて編集するように改めた。

2) 持続的生産システムの開発

①農業生産基盤・作業技術

開発途上地域には広大な耕地が存在するが、多くは気象環境や土質に恵まれない上、乾期の早魃にそなえた灌漑排水施設の適正な設計とその導入が充分ではない。したがって、既存の施設等を中心に、村落共同体を基盤とした効率的な水管理技術の開発や灌漑排水施設を土砂堆積などによる機能低下から、未然に保護するための作業技術の開発を図る必要がある。また、熱帯モンスーン地域などの水田や畑地は、沿海または河川に沿って低平地が多くて排水が困難であり、河川、海水等により侵食されやすい。これら問題に対処するべく、農地の整備・保全技術の開発が求められている。さらに、若年層の農業離れが著しく、農村における労働力不足を補い、婦人や高齢者による農作業を可能とし、また農業技術の高度化を行うための現地適合型農業機械の開発、これら機械を用いた効率的な農作業技術の開発を行う必要がある。

生産基盤における研究の目的は、生産に大きく影響する土壌特性、水質・水管理・塩害等の関係を解明する点にある。たとえば、タイ東北地域の土壌は、砂質土で通常は緩く堆積しており、水を吸収して飽和した時の大きな圧縮変形(飽和コラプス)を示し、灌漑施設など構造物を破壊して大きなダメージを与えている。このため土の力学的特性を解明し、その定量化手法を開発する必要がある。一方、雨期の洪水および乾期での水管理は農産物の安定生産に必須であり、また、半乾燥地帯では、降雨・灌漑水の蒸散に基づく塩類集積に悩まされている。したがって、地域の営農体系に即した効率的な水管理および節水技術の開発が必要であり、水管理手法の開発および塩類集積の機構解明とその予測手法の開発を目指す必要がある。

作業技術としては、開発途上地域における労働力不足を補い、重労働を軽減して婦人や高齢者の農作業を可能とするため、各種農作業の効率的機械化を図る必要がある。すなわち、作業の高度化や機械化栽培技術の開発、導入が求められており、特に小回りの効く安価な現地適合型の小型農作業機器の開発が求められている。

生産基盤および作業技術について、過去数年の歴史と成果のおおよそを辿ると以下のようになる。なお、(〇〇〇〇 - 〇〇) はプロジェクト名(無ければ、経常研究)と研究期間を示し、単年度研究は割愛した。

「生産基盤」

ムダ灌漑地区における初期灌水期の水管理に関する研究(1989-1993)では、マレーシア・ムダ地区を対象とした水稻直播栽培における水管理技術、初期灌水期の水管理、総合水管理システムのシュミレーション解析などが実施され、田面均平の改善による苗立ち度合の改善、排水溝整備による不苗立面積の縮小、ムダ地区雨量とブツダム放流量の相関の解明、総合水管理システム構築に要する要因の抽出などについて成果を挙げている。

スリランカ・ドライゾーンにおける溜池かんがいシステム管理技術の改善(1991-1994)では、ドライゾーン小規模灌漑システムの改善、ため池灌漑システムの水管理の研究を実施し、ため池での無駄水の多さ、非効率性を数量的に明らかにし、連珠ため池での用水反復利用を確認し、実測値の良く一致するシュミレーションモデルが作成できた。これらの研究は、後の1996-1999のIIMI(現在、IWMIに改称)との共同研究(作物多様化のための水欠乏状態における最適水管理技術の開発)に発展している。

東北タイプロジェクト(1995-2001)が開始され、土壌特性の解析が重要となった。東北タイの塩類集積のメカニズムの解明とその予防手法の開発(東北タイ1994-1998)と東北タイにおけるコラップス土の力学的特性とその定量化手法の開発(1994-1998)では、東北タイの肥沃土の低い砂質系土壌の基本特性解析、塩類集積メカニズムを明らかにするための解析プログラムの開発などを目的としており、圧縮変形(飽和コラップス)を正確に測定し、土の基本特性を解明するための三軸圧縮試験機の試作、塩類集積メカニズムについては現地調査より、塩水地下水の吹き出しが局所的であることが判明した。

1996は、東北タイ・カオソクワン地域から2種類の砂質土壌を採取し、前年に試作した三軸圧縮試験機で基本的な物理・力学試験を行い、水侵によりこれら土壌が圧縮変形(蝕和コ

ラップス)を起こす時の条件が明らかになっている。また、塩類集積のメカニズム解析に必要な土中の水の流れについて解析プログラムを開発し、実測値と良く一致することが確認できている。

1997は、東北タイ・カオソクワン地域から採取した砂質土壌(IV Yellow soil)の圧密試験、加圧試験、三軸圧縮試験より、間隙比-鉛直全応力関係、間隙比サクシオン関係、軸差応力潮ひずみ関係等を明らかにしている。

1998は、Yellow soilについてさらに圧密試験、加圧板試験、三軸圧縮試験を行い、現場密度で低飽和度の場合は飽和コラップスを引き起こすこと、サクシオンにより土の圧縮が生じて土の骨格が強化されること、開発した弾塑性モデルによりコラップスを含む土壌体積変化の挙動を予測し得ることが明らかとなった。また塩類集積の定量予測モデルについては、有限要素法を用いた解析プログラムを開発し、その解析結果はモデル実験と定性的な一致を見ている。

乾燥地、半乾燥地における灌漑に伴う問題の調査研究(1995-1996)では、立ち上がり年度において、インド、パキスタン、トルコの研究機関における節水灌漑研究を調査し、GISやリモートセンシング等を取り入れた研究もあったが、基準値が古い、研究事例が少ないなどの問題を見出した。

1996は、ブラジル調査で、大規模な企業的管理が行われ、塩類集積よりも水質の低下が問題化していること、スリランカでは伝統的な連珠式溜池が老朽化し、地下水位の上昇により塩類化を来して米生産を阻害する事例があることなどの情報収集を行っている。

開発途上国における灌漑管理評価手法の開発(1996-1997)では、マレーシア・ムダ地区について、水稻の直播栽培で水質劣化が抑制されること、その原因の一つが直播栽培により土壌の攪拌が減少したことと節水の励行とによることが判明し、無駄な水の低減のため、ダム放水量を週単位で表すモデルの作成を行っている。

作物多様化のための水欠乏状態における最適水管理技術の開発(1997-1999)では、スリランカ南部・キリダ地区の排水路不備により、塩害は海岸に近いほど高まることを見出し、蓄積された水管理に関する膨大な観測デー

タの利活用を試み、灌漑管理成績評価手法の設計とその実証試験を行っている。

1998 は、スリランカ南部・キリンダ地区について、年間 1,000mm の降雨があるが、乾期には蒸発量 (800mm) が降雨量 (350mm) を上回ることから、水収支観測を行いながら、連珠ため池流域の水収支機構を検討し、選定した中流域タンクでの水収支は実測値とシュミレーションとがほぼ一致し、各水収支項の推定より、灌漑に実効的な水量は 14.5% に留まること、ため池堤からの浸透・漏水が 23.1% に達することなどを明らかにしている。

1999 は、スリランカ中央北部・アマラダプラ近郊について、古来より利用されている連珠ため池施設を対象として、農家所得を最適化 (最大化) のため、水文モデルによる組織内の水移動の検討および最適化モデル (非線形計画法) による最適作付け体系を策定し、ついで最適水管理技術の開発を検討した。その結果、連珠ため池システムの水収支機構を解明して水文プログラムを開発し、水文学、作物、経済的な入力変数を用いて、最適な作付け体系を決定するモデルを開発することができている。

熱帯モンスーン地域における広域水田用水量を節減する配水管理手法の開発 (1998-2001) では、マレーシアのムダ地区を選定し、二期作導入、経済発展に伴う都市水との用水争奪が問題となりつつあること、シュミレーションより、降水量の観測誤差によって、乾期中規模降雨時に過小取水が生じやすいこと、蒸発散量の推定誤差で乾期の過小取水の危険性が高まること、両者の誤差から、雨期過小取水は生じにくいこと、過大取水の場合はその判断が困難になること等を見出している。

1999 は、灌漑ブロックの用水量を規定する要因検討において、水路長に応じて増加する用水量は施設管理用水量の内で水位維持、水路ロスおよび適切な分水を行うために必要な水量と考えられること、また、日単位の灌漑においては、灌漑の必要有無を判断する指標を求めることが重要であり、灌漑実績との比較で 85% 程度の適合性を示す有効雨量が指標として適切であることが明らかにした。

東北タイの天水田における基盤整備・水管理技術に関して研究 (1999-2001) では、天水田の圃場特性については、東北タイの水田地帯を

踏査し、天水田の圃場的な問題点を把握し、その対策を検討するとともに、実証試験を行った。その結果、①各水田の土壌が砂質であり透水性があるため、見た目には堅牢な畦畔が存在しているが、横浸透が著しいこと、②田面からの降下浸透は耕盤の形成状態によって大きく異なっていること、③耕盤の位置が生育に影響を及ぼしていることなどを明らかにしている。

「作業技術」

途上国におけるダイズ収穫機の開発 (1994-1996) では、タイでの大豆収穫機の開発を目指して、ニーズの把握を基に、タイ農業局試作の大豆収穫機を検討したところ 19% の損失を生じるなど実用上の問題が多く、基本設計、パーツ類、システムの見直しが必要と判明している。

東北タイプロジェクトの一環として、カオンクワン圃場において、「作物栽培管理における省力・機械化技術—農業機械を用いた畑作業の展示並びに機械の管理法の指導」の課題 (1998 - 2001) を実施し、省力機械化を検討する前提に、トラクタ+付属作業機器 (ディスクプラウ、ロータリ、ドリルシーダ、フレールモア、ブームスプレーヤ)、管理機および背負動力散布機を導入し、各機器のセットアップ、操作技術の指導、ならびに各機器の作動状況を検討した。その結果、現地関係者の多くの強い関心を集め、基本的に各機器の作動状況に問題は無く、耕起・播種作業の省力効果が大きいことも確認できた。また、たとえば、マメ科作物については、その出芽性が高まることも確認できた。

1999 は、前年に続いて同圃場において、①圃場基盤・灌排水整備技術、②作物栽培管理における省力・機械化技術—農業機械を用いた畑作業の展示並びに機械の管理法の指導の研究を実施した。すなわち、圃場緩斜面畑地において、乾期での下層水確保の障害となる下層土について破碎処理及び稲籾殻混入処理を行い、スイートコーンを耕起播種し生育の調査を行った。その結果、サブソイラーによる下層土破碎に問題は無く、出芽個体数は多く、土壌水分含量は稲籾殻施用区でやや高くなる効果を確認した。また、不耕起播種機、サブソイラー、マルチャー、バインダー、芋堀取り機、ヘッジ

トリマー等の作業機器については、試作不耕起播種機の播種精度は概ね良好であり、PTO 出力の振動型サブソイラーは、砂質、粘土質土壌ともに問題なく使用できること、マルチャーは管理機装着型のため運搬はやや不便であるが、ビニルマルチ敷設作業では良好であること、バインダは稲で支障なしと判断された。芋掘り取り機によるサツマイモ収穫は順調であり、アレイクロッピング圃場における木の剪定にヘッジトリマーが極めて有効であることが判明している。

②作物栽培技術

開発途上地域では人口の増大に見合う食料の確保と、生活水準の向上に伴う野菜、果実などの生産や品質の向上を必要とし、地域の環境を総合的に活用した農作物などの複合生産が行われる。一方、近代的技術の導入によって単収を上げ、他方では環境の保全に配慮する農作物の持続的生産技術の開発も要請されている。このため、稲、畑作物、野菜、果実等について、品種の生理、生態的特性に適合した栽培技術の開発並びに生産性の増大、品質の向上を目標に掲げ、当技術分野を、水田高度利用技術の開発、畑地高度利用技術の開発、樹園地高度利用技術の開発の三分野に分けて共同研究開発を推進してきた。過去数年の歴史と成果のおおよそを辿ると以下ようになる。なお、課題名の後の(〇〇□□-□□)は、プロジェクト名(無ければ、経常研究)と研究期間を示し、単年度研究は割愛した。

「水田高度利用技術の開発」

水稲はアジアを中心に生産性の向上が著しく、多くの国が自給を達成したが、畑作物の導入など作付の多様化が必要とされ、また、将来の人口増加を考慮した生産性の一層の強化が求められている。このため、開発途上地域の多様な環境下における稲の生理、生態的特性を解明し、生態系に適合した栽培技術の開発を目標の一つとし、二期作栽培や直播栽培の技術開発を行うとともに、田畑輪換など水田高度利用のための技術開発を第二の目標としている。たとえば、メコンデルタの多様な環境下における稲の生理、生態的特性を解明して複合的生産体系に適合した栽培技術の開発を行い、二期作栽培

や直播栽培の普及に伴いマレーシアでは稲の倒伏問題に対応を試みている。メコンデルタについては、稲を中心とした果樹、淡水魚・エビ、養豚等の複合生産を行うファーミングシステムが重要視され、その展開が進められており、メコンデルタの多様な環境下における稲の生理、生態的特性を解明して複合的生産体系に適合した栽培技術の開発が求められている。そこで、当地における水稲潤土直播栽培(R)一魚(F)システム地区と稲単作(3期作)地区での灌漑水法(灌排水法)・水稲潤土直播の苗立ちの実態(耕起・代かき・苗立ち等)解析、潤土播種量と収量の関係、窒素施肥の収量への影響に関して研究を進めている。東北タイの問題点は、天水田での水の不利便性であり、直播栽培技術の確立が必要と考えられる。したがって、熱帯モンスーン水田作の問題点の洗い出しとその改良方向を検討している。

水稲の生理生態的特性と栽培技術の開発として、マレーシアにおける水稲二期作栽培技術に関する研究(1991-1993)を進め、熱帯二期作地帯における生物害防除のための水稲直播栽培(生物害防除1993-1996)を1993に開始している。1994に、収量に及ぼす影響の中では施肥時期が最も大きく、除草剤の種類・散布数は雑草の発生量と必ずしも一致しないことを見出し、薬剤散布後の水管理が影響したものと考えている。病虫害、ネズミ害はほとんど観察されていない。1995には、MR166が成育期間が短く、MR84に匹敵する収量をあげることから今後の有望品種と考えられ、1996では、ムダ地区農家を実態調査から、追肥など施肥時期が収量に影響する傾向を認めている。雑草抑制には水田の水管理が重要であること、米の収量は籾数及び登熟歩合の相関性が高いことなどが判明し、乾期・雨期作を通じて、MR84よりも10-14日間早熟の早稲品種があれば雑草抑制稲作に有効と考えられるなどの成果を挙げた。

メコンデルタファーミングシステムにおける水稲栽培法の改善(メコンデルタ1995-1999)では、集団農場の稲作栽培技術を調査して、水田は二期作、80%が直播、籾単収は年間10t/ha、水田の43%で魚を養殖、トビイロウンカ、いもち病、紋がれ病の発生が多いなどの問題が明らかになり、1996は、籾で乾期に6t、雨期に

4.0-4.5t/ha の収量が有ること、雨期は日照不足のため収量が伸びず、イネ乾物特性は日本稲と大きく異なること、移植と直播、また雨季作と乾季作で違いが大きいことなどが判明した。日本品種チヨニシキの現地栽培は困難であること、稲の葉色は追肥時期の決定など成育診断の重要な指針になることも見出している。1997 は、窒素の過剰施肥による倒伏に対して、窒素施肥の中断による成育制御の可能性を認め、乾期稲収量は高い (6t/ha) が、雨期には日照不足と風による倒伏で低収 (4t/ha) となることなどが判明している。1998 では、R 地区は整然と区画された高い土手で囲まれた圃場であること、稲単作地域では水路間隔は約 600m でサイズ混在の区画、田越灌排水で高低差有りと言う実態を把握した。耕起・代かきについて、いずれも業者への委託形式となっており、前者は大型、後者は歩行型トラクターが利用されている。播種・苗立ちについては、潤田に催芽初を手播散播しており、R 地区の方が水管理良好のため苗立ち良好であること、乾期作 (冬 - 春作) では有意差がほとんど無く、雨期作 (夏 - 秋作) では低播種量 (50-100kg/ha) で倒伏が軽減すること、穎花数が増加し登熟歩合向上が観察された。現地奨励窒素施肥は、播種後の 1,3 週および幼穂分化期となっているが、両作共に慣行幼穂分化期施肥を穂ばらみ期に遅延することで増収が可能となることを確認した。1999 では、メコンデルタの潤土直播水稻の苗立ち実態については、R 地区は雨期に深く浸水され、後作の乾期作は自然落水後に行われるので、天候に大きく影響される。区画は種々のサイズが混在し、潤土直播栽培で重要な播種前の完全落水のできない区画がかなり見られ、R-F 地区は R 地区に比べて平均欠苗率が低いことが判明した。また、潤土直播における播種量と収量の関係を検討し、慣行の播種量 (200kg/ha) より少ない 50-100kg/ha 播種で 1 穂登熟初数が増加し収量が高まること、最適播種量として雨期作で約 80kg/ha、乾期作で約 90kg/ha が適切であることが判明した。潤土直播水稻の収量に及ぼす窒素施肥の影響では、慣行の窒素施肥法である播種後の 1、3 週および穂分化期に対して、幼穂分化期施肥を穂ばらみ期に遅らせた結果、乾期作と雨期作共に増収効果が認められること、また N 施肥量は雨期作では約 60kg/ha、

乾期作は約 80kg/ha が適量であることが判明した。直播栽培において集約的な条播法では播種量および N 施肥法を検討し、その結果、慣行播種量 (200kg/ha) に比べて条播 75kg/ha の収量が最も高く、本条播法と窒素の後期追肥法の試験結果 (雨期作) では、慣行播種量 (散播) に比べて乾期作と同様に収量向上効果が大きく、幼穂形成期施肥を遅らせた穂孕期追肥においても収量が有意に向上した。有害生物の防除法として、潤土直播栽培における除草剤処理法と手取り除草の併効果を検討したところ、播種後 28 日の手取り除草はその後の雑草防除効果が大きく、60 日後の除草は収量への影響が小さいことが明らかとなった。また、雨期作初乾燥法および米品質では、雨期には約 2 割の農家で低品質米が発生すること、乾燥法として庭のコンクリート化や小型乾燥機の利用が多く、農家で検討されていることが判明した。メコンデルタのプロジェクト第 II 期立ち上がりを受けて、水稻の生育診断に基づく高品質多収技術の開発 (1999-2003) として、課題を進展させている。

タイ東北部における高収益水田輪作システムの開発 (東北タイ 1998-2000) では、問題点として、雨期作では、不安定な降雨による移植時期設定の困難、移植の手植え・収穫の刈り取り労力の不足と労賃の上昇、干ばつ頻発による不安定な生産、主力品種カオドマリの低収量と品質低下、直播栽培とくに乾田直播における雑草防除の問題、易漏水性・低肥沃度の砂質土壌による低生産性、塩害の拡大による生産力低下等が問題点として把握できた。これらの問題点に対し、現地で対応可能と思われる改良方向を集約した。1999 は、東北タイでは、雨期作における問題点として、不安定な降雨による移植時期設定の困難、移植の手植え・収穫の刈り取り労力の不足と労賃の上昇、干ばつ頻発による不安定な生産、主力品種カオドマリの低収量と品質低下、直播栽培とくに乾田直播における雑草防除の問題、易漏水性・低肥沃度の砂質土壌による低生産性、塩害の拡大による生産力低下等が問題点として把握できた。技術開発の目標を乾田直播栽培技術の確立と良食味品種カオドマリの収量品質向上技術の二つに定め、これらを基幹とした高収益型水田輪作技術開発を検討した。その結果、雨期と乾期が繰り返す

天水田における雑草の発生は、中央平原の二期作灌漑水田とは大きく異なっており、対策技術開発の前提としての基礎的検討が重要であること、作土層・耕盤層の均一化、砂質水田の漏水防止技術等が必要と判明した。また、東北タイ、ロエット県の土地開発局試験圃場及びその周辺農家水田 12 か所での水稲品種カオドマリの栽培法 5 通り（乾田直播 4：耕起・不耕起×散播・条播、移植 1）、土壌系統 3 種類の現地試験において、不耕起区の莖数・乾物重は当初耕起区より大きく推移したが、生育の経過とともにその差は縮小し、収量に有意な差が無いことが判明した。カオドマリの収量・品質の変動要因では、緩効性肥料の効果検討では緩効性肥料（LP）（60kgN/ha）で、処理後 1～2 か月の葉色、繁茂量に多少の差は認められるものの、出穂（処理後 3 か月）から収穫にかけての差は明確でなく、収量に差が無いことが判明した。

カオソクワン展示圃場、同周辺農家水田での生産力評価では、カオソクワン緩斜面圃場下部での水稲乾田直播栽培から、ロータリ耕による圃場準備作業は、通常行われているディスクプラウ耕に比較して耕深の安定化と碎土に効果があること、さらに播種前の均平作業（人力又はレーキ耕）が省略できること、ドリルシードによる播種作業では、耕起・播種・施肥・覆土が一連の過程で行われるため、省力効果が高いとともに手蒔きに比べて播種精度が高いこと、管理機による機械除草は、播種後に除草剤の土壌処理を行わない時は、2 回以上（播種後 2、4 週）必要としたこと、また稲の条上に施肥（人力）した後に、ロータリ後部に培土プラウを接続して除草・培土を行うことにより施肥効果が高まること、背負い動力散布機は散布部（アーム）を取り替えることにより、液剤・粒剤ともに施用可能であり、除草剤、殺菌・虫剤の作物条間処理に適していること、バインダは現地で普及が始まった刈取り機に比べ、結束を行うので作業効率が高いこと等が判明している。

「畑地高度利用技術の開発」

開発途上地域における畑作物の栽培は、高温、豪雨、低温、早ばつ、砂漠化、塩類集積、強酸性土壌、低地力、土壌流亡など、様々な不良環境下で営まれる。また、経済的な理由から

あるいは気象条件の不確かさから、農民はリスクを避け、肥料などの資材投入をできるだけ省略化する傾向にある。このため、与えられた自然環境下における畑作物、野菜の生理生態的特性を明らかにし、それらの特性に適合した栽培技術の開発を行なって開発途上地域における畑作物の生産性の向上及び安定化を図ることが必要である。また、連作障害の発生を避け、土壌の流亡や病害虫の発生を抑制するため、各種作物の適正な作付け体系技術の開発が必要となっている。

導入野菜の開花制御に関する研究（1991-1993）では、亜熱帯では熱帯からの導入作物の花芽分化の短日性が、温帯からの導入作物では花芽分化の低温要求性が開花遅延による収量減少、周年供給の難しさなどを引き起こしていることから、亜熱帯のイチゴ栽培を対象に研究を進め、アルギンサンの葉面散布で花芽分化の促進を見出している。

夏作マメ・サトウキビ輪作体系の確立（総合的開発・高収益畑作 1992-1994）では、フタゴマメは熱帯アフリカ原産の地下結実性のマメ科作物で、高温、干ばつに極めて強く本邦亜熱帯（沖縄）地域の夏期の栽培にも十分対応できると考えられ、フタゴマメ栽培における基礎的な調査を行った。は種期の幅は、4 月下旬から 5 月下旬の間では、は種日による収量には差はほとんど見られず、開花は、は種後 40～50 日で開始し生育終期まで続き、栄養生長と生殖生長が平行して進行する。ある一定量の莖葉重が確保できれば、は種期を遅らせて栽培期間を短縮することが可能と考えられる。有効莢率（完熟莢数/全着生莢数）から見た収穫適期は、地上部最大展開期の 2～3 ヶ月後でおおよそ 10 月中旬から下旬と推察されている。栽培管理では、中耕や培土は作業時期に関係なく莖葉重の増加や収量の増加にはマイナスに働くこと、マルチによる増収効果が見られ、特に通気・透水性の資材でのマルチは高い増収効果があり、耐塩性には系統間差のあることを認めるなどの成果を挙げている。

マルチによる地温上昇抑制効果について（1993-1995）では、夏期に地温の上昇を抑制するようなマルチ資材を用い、亜熱帯地域の高温・強日射条件下での野菜栽培と片付け作業を

含めた省力化の検討をした。結果として、地表下 5cm の地温上昇抑制効果は午前 9 時頃では差は見られないが、13 時前後には裸地に比べ HS 及び TS (以上、木質系) は 1.5 °C また KN (石油系) は 4.0 °C 前後低下した。HS 及び TS の低下が小さいのは資材表面の色の違いと考えられ、HS の表面青色を白色に処理したところ青色より大きい地温上昇抑制の効果がみられ、約 3・4 °C 低下し、KN の数値に近づいた。キャベツの収量は、秋期の露地栽培を 100 とすると KN は 120、HS は 110 となる結果を得ている。

ミニトマトの遮光栽培試験 (1993-1995) では、夏期高温・強日射条件の南西地域の栽培に適したミニトマト品種の選定と栽培法の改善を検討した。耐暑性選抜試験では赤系 4 品種、黄色系 1 品種を選抜したが、平均最低気温が 25 °C 以上となる時期の栽培には不適で、栽培試験には選抜した赤系を用い、遮光資材を使ったハウス栽培を試み、南西地域のミニトマト栽培では 60 ~ 70% 遮光が適当との結果を得ている。

省エネルギー型養液栽培法の確立に関する研究 - トマト及びサツマイモの栽培について - (1995-1997) では、1994 に開発した電気を用いない毛細管現象利用の簡易養液栽培装置を用いて、野菜栽培が可能であるかどうか調べるため、果菜類としてトマト、メロン、葉菜類として小松菜、チンゲンサイ、葉大根、根菜類としてカブ、サツマイモを検討している。各種作物において作期ごとに最適養液濃度の検討が必要であるが、本装置で栽培した作物は養分の供給不足などで枯死することはなく、電気を用いない省エネルギー型の養液栽培は可能であると結論できている。

作物の耐暑性・耐乾性に関する研究 - 高温・乾燥が野菜の表皮組織に及ぼす影響について (1995-1997) では、高温の影響で起きる作物の表皮組織の変化が耐暑性判断方法として利用できるかを検討するため、表皮細胞上のエビクテクラワックスを凍結乾燥し走査型電子顕微鏡で観察している。キャベツ葉のエビクテクラワックスは 25 °C では棒状であるが、30 °C になると融合して板状に変化した。耐暑性のホソパワダンには表層にエビクテクラワックスの網目構造が観察されたが、耐暑性のヒユナには特

別な構造は観察されず、エビクテクラワックスの構造は植物固有のもので、作物間の耐暑性の強弱との関係は薄いものとの結果を得ている。

インドネシアの田畑輪換における大豆の減農薬栽培法の開発 (1995-1998) では、大豆の生産性が低く (1.1t/ha)、その主原因である虫害を軽減するため対虫性品種の選抜・育成を試み、主要品種 Wilis に匹敵するものを見出し、葉を食害する虫 (ハスモンヨトウ) を対象に中程度の抵抗性を大豆品種に導入することを試み、圃場でも有効な品種の作出に成功し、成育初期の薬剤散布を省略することが可能になっている。

沖縄支所における緑肥栽培 (1996-2000) では、肥沃度が低下しやすい沖縄支所の土壌の地力維持増進を目的として、緑肥輪作による植生被覆での地表保護、有機物の土壌還元を目的として、コマツナ、ライ麦、サトウキビ等で研究を進めている。

タイ東北部における土壌保全型畑地ファームシステムの開発 (東北タイ 1996-2000) では、カオソクワン試験圃場を中心に、熱帯モンスーン畑作の問題点と改良方向、アレイクロッピングにおける作物生産の評価、林木作物複合システムの策定、新規作物の導入と評価、有機物施用による砂質土壌の改良、新資材・栽培法の評価の各方向から検討を行っている。熱帯モンスーン畑作の問題点と改良方向では、雨期作において、低土壌水分条件での耕起・播種及び爾後の無降雨による出芽不良、降雨後の倒伏と鼠害 (スイートコーン)、出穂後の鳥害 (唐人ピエ、ソルガム) が、また、乾期作では、雨期あけ後の耕起・播種の遅れによる土壌水分低下が原因の出芽不良が把握され、それぞれに対しての改良方向を設定した。また、1999 では、雨期作は、耕起・播種作業の遅延、雑草発生の増加、作物の湿害と倒伏、カビ等による収穫物の品質劣化が問題として認められ、改良方向として、不耕起播種、雑草競合力の高い作物、排水・培土、作付計画の適正化、乾期作では有機物施用、下層土破碎等が挙げられた。アレイクロッピングにおける作物生産の評価では雨期間引を行い、並木間隔 20m が有望であることが判明した。作物の生育について並木からの距離 (条) 別に検討した結果、木の影を受け距離としては、落花生で 3m、緑豆

で4m、スイートコーンで6mであり、作物の生育量が大きいほど木の影響を受けやすいことが認められた。林木-作物複合システムの策定では、ギンネム管理法として人力での伐採労力等を考慮し、乾期終(4~5月)と雨期終(9~10月)の年2回樹高40cm刈込みを行ったところ、刈込み後の新枝の再生は雨期、乾期ともに旺盛で当地域における同樹種の適合性が認められた。ギンネムの刈り込み間隔をかえた再生量調査においては、乾期(11~4月)の再生量は小さく、刈り込み間隔(1~6か月)による差はあまり認められず、雨期(5~10月)では再生量が急激に増加し、その程度は刈り込み間隔が長いほど(6>3>2>1か月)大きいこと、林分における樹木の生育には、*Pterocarpus* > *Azadiracta* > *Dipterocarpus* と樹種間差が認められたこと、苗木生育中の管理方式として、無除草と苗木周辺1mの除草区を設けて検討した結果、*Azadiracta* において、除草による土壤乾燥と除草後の特定の雑草種の発生が原因と思われる除草処理での生育抑制が顕著に認められた。新規作物の導入と評価では、播種前の土性、砕土・均平等の圃場準備作業、播種精度(深度)等の条件に対して、トウモロコシ、ソルガムは比較的安定した出芽性を示し、マメ科作物は圃場準備作業、播種精度が不十分な時は出芽力が大きく低下したこと、初期生育では落花生や稲の出芽後の生育が緩慢なために雑草防除に多くの労力が必要なこと、耐乾性ではIITAで選抜されたカウピー20系統の比較試験から、強系統は安定した生育と蒸散特性を示すこと、落花生も生育量が低下するものの比較的強いことが判明した。根粒形成からみた窒素固定力では、緑豆が良好で大豆、セスバニアは不十分であった。さらに、乾期におけるカウピーの検討で、生育量ではこれまでに有望と認められた耐乾性系統Tvul1979より生育が旺盛な1系統が認められたが、耐虫性(アブラムシ)ではいずれも同系統と同等か劣っていたこと、緩斜面畑地におけるサツマイモの生育は良好であり、2.8~6.6t/haの生芋収量が得られること、ヒマワリとソバの播種時期(7月中旬)は無降雨のため作物の出芽は大幅に抑制されたが、両作物の出芽は良好で乾燥に強く、ヒマワリは順調に生育し9月中旬開花10月中旬に収穫し得たが、ソバの開花は早く(8月上旬)、

また降雨による倒伏が著しかった。有機物施用による砂質土壤の改良では、緑肥作物の栽培と鋤込みの機械化一貫体系が有効と認められ、作物残さ鋤込みにより土壤が膨軟化すること、降雨後の観察で頻繁に認められた土壤流亡(ガリ浸食)が有機物鋤込み区で抑制されることが判明した。新資材・栽培法の評価では、土壤硬度の問題はあるが不耕起栽培の有用性を確認することができた。マルチ栽培区は雑草発生を抑制し、また落花生の生育は無マルチ区(対照区)より良好であることを認めている。

東北タイ特有の緩斜面畑作地帯においては、雨季の降雨による表面流去水を低減して、土壤流亡の防止や乾期の作物生産における水分欠乏を解消する方策を確立する必要があるが、耕地における下層土壤特性の評価より、降雨水の効率的利用に向けて、作土層中の水分挙動に大きな影響を与える硬盤特性を明らかにすることができた。

さらに、深根性作物導入による乾期飼料供給能の拡大を検討し、エリアンサスは極めて強勢かつ深い根系を有すること、植生下においても深層土壤の乾燥が緩やかに進行すること等から、乾期作への導入の可能性が示唆された。砂質土壤における有機物施用効果の検討では、有機物施用初年目はT-Nおよび土壤有機物への効果は小さく、作物収量に対する影響も窒素多肥により消失することから物理性・生物性への寄与はそれほど大きくないと判断できている。

「樹園地高度利用技術の開発」

開発途上地域の樹園地には、マンゴ、パパイヤ、柑橘類、バナナ等の果樹及びコーヒー、こしょう、油ヤシ、ゴム等の香辛料や工芸作物が豊富に栽培され、重要な収益源となっている。また、桑栽培と結びついた蚕糸業も主要な外貨獲得産業であり、今後とも引続き重要な研究開発の対象となる。こうした永年性の果樹及び工芸作物は、各地域において重要な換金作物として安定的生産が要望されるだけでなく、生育期に応じてその樹間を利活用し、他の永年性作物、畑作物及び野菜を間混作するなど効率的で持続的な栽培技術の開発が求められている。

パインアップルの生理生態的特性の解明(1978-1993)、パインアップル品種群の特性調

查 (1983-1993)、マンゴーの果肉崩壊症の制御 (1992-1993) などの研究を進めた後、熱帯・亜熱帯果樹の生理生態的特性の解明 (1994-1998) を開始している。熱帯・亜熱帯果樹は研究蓄積が乏しいため、それぞれの樹種の生産に適した環境条件が明らかになっておらず、マンゴスチンなどのように原産地周辺地域でしか生産されていないものも少なくない。そこで、それぞれの樹種の適地を解明するとともに、土地の高度利用を図るため合理的な混・間作体系を策定する手がかりを得ることを目的としている。主な結果として、強日射・高温下で純光合成速度の低下割合はリュウガンのほうがマンゴーより著しいこと、光合成系の活性低下が純光合成速度低下の原因と考えられること、冬季 13-15℃の気温下でも機能の不可逆的障害は見られないことなどを見出している。また、クロロフィル蛍光値から高温耐性を判定し、パイナップル、ココヤシで高く、フトモ科、リュウガン、モモで低いこと、低温処理後のクロロフィル蛍光測定から、熱帯樹種の耐冷性はキュウリのような低温感受性作物より強いことなどが判明した。パラミツ、スターアップル、チェリモヤ、バンレイシが沖縄でも長期にわたって成長することを確認し、マンゴーの葉は、齢が9ヶ月でも受光姿勢が確保されれば若い葉と同様な光合成能を保持することを見出し、マンゴー CO₂ 交換速度の日変化に及ぼす葉温の影響を検討して、設定温度試験区の中で、昼温 / 夜温 (30/25℃) が最も生産力を高めることなどの成果を得ている。

熱帯・亜熱帯果樹の効率的利用に関する研究 (1998-2007) では、初年にパパイヤ培養植物体の発根率に及ぼす培養及び発根処理法の影響を検討し、発根率の差異は植物体の生育差異に原因が有ること、良好な発根率とその後の成長を得るためには、植物体材料を大きく育てることが重要であることを見出し、1999 は、パパイヤの効率的順化方法の確立、異なる光強度および温度に対するマンゴーの光合成反応、パパイヤ再分化系の獲得と研究範囲を拡大して、簡便効率的な順化方法の開発、光合成の気孔要因は光強度より温度に鋭敏に反応すること、光化学系は光強度により強く反応することを見出し、また、カルス誘導に要する NAA および 6BA の濃度条件が把握できている。

③作物加害生物の防除技術

開発途上地域における農産物の生産は、栽培技術の改善、新規品種の開発、育成などにより、過去 20-30 年間に飛躍的に増大しつつあるが、農作物の高位安定生産を図る上において、ウイルス、細菌、カビ等による作物病害や、ダニ、昆虫、センチュウあるいは各種雑草等による作物の生物害は、旱魃、異常気象などとともに生産性向上の重大な阻害要因となっている。特に熱帯モンスーン地域の開発途上国では、高温多湿で変化に富む自然環境が、これら加害生物の発生、増殖、隠蔽などに好適であり、作物被害を最小限に抑制するための的確で迅速な研究開発が必要とされている。各種野菜、果実など市場のニーズに合わせた新品種の導入とその周年化は、従来見られなかった新たな病虫害を多発させ、地域の近縁作物への脅威となっている。作物の安定生産および向上のため、これら作物の生物的加害状況の実態を解明して、診断・治療・予防技術の開発および発生予察技術の開発等を行い、生態系に調和した総合的防除技術の開発を行う必要がある。当分野は、病害、有害動物、雑草、それぞれの生態解明と防除技術の開発という三構成としている。過去数年の歴史と成果のおおよそを辿ると以下のようなになる。なお、課題名の後の (○○□□-□□) は、プロジェクト名 (無ければ、経常研究) と研究期間を示し、単年度研究は割愛した。

「病害の生態解明と防除技術の開発」

開発途上地域の気象、土壌等の自然環境は、カビ、ウイルス、細菌等病害微生物の生育、伝染、繁殖に好適で各種の作物病害を多発させ、しばしば途上国経済に甚大な被害をもたらしている。しかしながら、問題解決のために農薬・除草剤のような化学資材を多量に投入することは、病害微生物の耐性レース発生が懸念され、環境生態系保護の見地からもできるだけ避けなければならない。このため、各種病害の発生生態を解明し、耕種的手段あるいは生物的防除手段を活用しつつ、進歩の著しい各種バイオ技術等の導入を図り、生態系調和型、持続的防除技術の開発が求められている。

タイにおける野菜ウイルス病の生態と防除 (1990-1993) では、ウリ科野菜とトウガラシに重大な被害を与えているウイルス病の、各種資

材を用いた防除試験を野外のキュウリとトウガラシの試験圃場で行い、キュウリのキュウリモザイクウイルス (CMV)、パパイヤ輪紋ウイルス及びネッキーニ黄斑モザイクウイルスに対しては、シルバーマルチ被覆が、またトウガラシのCMV及びチリヴェイナルモットルウイルスに対してはスキムミルク散布とシルバーマルチ被覆が高い防除効果を示し、果実の収量も多いことが判明した。両材料ともタイで手軽に入手できることから、農薬の多投に代わる安価で安全な防除法として普及することが期待される。

熱帯果樹ウイルス性病害の生態解明と制御技術の開発 (熱帯果樹 1990-1994) では、奄美大島および沖縄各島から罷病パパイヤを採取し、10品種のパパイヤに汁液接種したところ、分離株間で病徴の強さに差異が認められたが、弱毒ウイルスとして利用できる株は見いだせていない。石垣島 (P56) および宮古島 (P126) で採取した分離株につき、抗血清を作製して同定したところ、P56はPLDMV、P126はPRSV-Pと同定され、PRSV-Pのわが国での初発生が確認された。PLDMVは奄美・沖縄全域にわたって広く分布し、PRSV-Pは宮古・八重山地域に局地的に分布していることが明らかとなった。PLDMV (P56) の遺伝子構造を解析し、配列中の読み取り枠 (ORF) から推定される外被タンパク質 (CP) のアミノ酸配列を、PRSVを含めた既報の potyvirus と比較した結果、相同性は49～59%と低く、PLDMVが既報のウイルスの系統ではなく、独立した potyvirus であることを見出している。

亜熱帯地域に発生するサツマイモウイルス病の発生生態の解明 (1991-1995) では、サツマイモウイルスに対して *Ipomoea setosa* は鋭敏な反応を示したが、その病徴からサツマイモシンプトムレスウイルス (SPSV) 以外のウイルスは特定できていない。サツマイモウイルスの血清学的診断法として SSEM-PAG 法が極めて感度が高く、PAS-ELISA やイムノブロッティング法よりも優れていることがわかり、吸収抗血清を使用することによりサツマイモ斑紋モザイクウイルス (SPFMV) 強毒系統 (S) と普通系統 (O) を区別することができている。徳島県より採取されたサツマイモより SPFMV 徳島系統 (T) が分離され、各地サツマイモでの

ウイルスの分布を調べたところ、SSPV はいずれのサツマイモにも高頻度に検出されたが、サツマイモ潜在ウイルスはほとんど検出されていない。SとOの検出頻度は同程度であったが、沖縄県より採取されたサツマイモにおける検出頻度は低い傾向にあり、多くのものがSPSV単独感染であった。Tは鳴門市、鹿児島県のサツマイモから比較的高頻度で検出されている。

熱帯におけるイネ白葉枯病菌の病原性分化に関する研究 (1991-1995) では、熱帯地方におけるイネ白葉枯病菌のレース分布実態を解析し、抵抗性品種を有効活用するための知見を得ている。フィリピン、マレーシア、タイ産レースは病原性範囲が比較的狭く、各レースの病原性も類似していた。ミャンマー、中国南部 (雲南省) 産レースは病原性範囲の広いものから狭いものまで極めて多様であった。バングラデシュ、インド産レースは病原性範囲の広いものが多く、各菌株の病原性も強いものが多数分布していた。一方、日本産レースは東南アジア各国産レースと比較して病原性範囲が狭く、種類も少なかった。分布レースが多様性に富むミャンマー、中国南部では改良品種と比較して遺伝的多様性が大きいと考えられる在来稲の栽培比率が高い。また、本病の恒常的多発地帯であるバングラデシュ、インドなどでは病原性範囲の広いレースが多く分布しており、国内においても多発地帯である九州地方では他の地域と比較して多様なレースが分布している。分布レースの決定要因は明確ではないが、栽培品種や本病の発生程度が影響している可能性が大きい。東南アジア各国に分布しているレースに対して、各判別品種の持つ抵抗性遺伝子のうち Xa-3、Xa-5、Xa-7、Xa-8 の4種が広範な地域で有効であると考えられた。レース分布は年度によって変動するため、今後とも定期的な調査が必要である。

熱帯アジアにおけるカンキツグリーンング病の生態解明 (熱帯果樹 1992-1995) では、初年度に多くのカンキツ品種の発病調査を行い、2品種ソムバンとラドマンダリンが抵抗性であること、最も栽培の多い経済性品種ソムケオワンは感受性であることが判明している。1993に本病媒介虫ミカンキジラミが増殖できるミカン亜科植物を調べたところ3種があり、このうち *F. limonia* は世界で最初の確認である。本

種はタイで半自生しており、媒介虫を宿主としているため重要である。また篩部組織を含む罷病茎皮を部分純化した標品で抗血清作出を試みたが、1994 に抗血清の反応性では、病原の抗体を認めていない。1995 には、感染後にオレンジ色及び黄色になった成熟葉の篩部細胞においても多数の病原が存在することを明らかにし、これらの羅病葉から切り取った中筋を酵素処理して篩部組織を採取し、この組織から部分純化標品で抗血清を作出した。本抗血清は微量法で 8 倍の力価があり、本病菌の抗血清は世界的にも作出に成功していないものである。

パパイヤウイルス病の病原の性状解明(1995-1997)では、パパイヤモザイクウイルス分離株を用いて系統樹を作成し、パパイヤ系とウリ系との差異を明確にしている。ウイルス外被タンパク質 (CP) のアミノ酸配列に基づく分子分類を行い、両系統がやや離れた関係にあること、パパイヤ輪点ウイルス (PRSV) 同様にパパイヤ奇形葉モザイクウイルス (PLDMV) もウリ科のウイルス起源である可能性を見出している。

熱帯・亜熱帯植物に発生するウイルス病の農作物への影響 (1995-2000) では、熱帯・亜熱帯地域の作物およびそれ以外の植物からウイルスを分離・同定し、未発表ウイルスや有用ウイルスの探索を行うとともに、それらの発生生態から農業に対する影響を評価し、防除法の開発を目的としている。1996 は主にアオイ科の植物について調査し、オクラとハイビスカスからいくつかのウイルスを分離した。1997 はナス科植物に発生するジャガイモ Y ウイルス (PVY)、1998 は、石垣市のタバコから分離された Potyvirus とその感染源・分子分類、ウイルス病の診断マニュアル作成の研究を進め、1999 には、石垣島のアワユキセンダングサから分離された 2 種類の Potyvirus の研究へと展開している。

メコンデルタにおける水稻主要病害の発生生態の解明 (メコンデルタ 1995-1998) では、稲熱病、白葉枯病、紋枯病、赤条斑病について研究を進めている。稲熱病については、ベトナム全土収集 129 株の稲熱病菌を日本判別品種 12 品種+参照品種 2 品種に接種して 12 種のレースに分類した後、メコンデルタ 11 省中の 10 省でその分布を確認することができた。共

通の抵抗性遺伝子 *Pish* を持つ判別品種および *Pish* のみ有する参照品種は全ての菌株に抵抗性を示し、*Pish*, *PiZt*, *PiKph* は抵抗性遺伝子源と思われる。白葉枯病については、ベトナム全土収集 52 株から 6 レースを分類し、*xa-5*, *Xa-7*, *Xa-17* が抵抗性遺伝子源と推定した。紋枯病では、在来稲 528 品種、野生稲 *Oryza offinalis* 13 株、*O. longistaminata* 100 株の抵抗性を検討したが、明瞭な抵抗性を示さず、抗菌細菌防除試験ではポット試験で有効ものの、圃場試験では明瞭な効果が認められなかった。赤条斑病は 1988 年に発見され、インドネシア、フィリピン等でも発生して、その被害が懸念されており、病原は未確定の状態にある。電子顕微鏡での組織観察から、病原微生物に相当する構造は見えず、光学顕微鏡で導管組織に低頻度で細菌様構造が観察できた。しかし、PCR 法 (感染葉から細菌 DNA (16srDNA)) 検出においては成功に到っていない。

「有害動物の生態解明と防除技術の開発」

開発途上地域の稲作は、二期作などの普及により作期が周年化し、稲加害動物のホストが常存すること及びハイブリッド品種など多収性品種の導入により肥料などの投入量が増大し、稲の動物害発生がより深刻化している。また、近年、開発途上地域でも国民の所得水準が向上し、穀類、マメ類、いも類等の畑作物、果樹、野菜、油料作物等の消費ニーズが高まっており、野菜栽培では、産地の大規模化・周年化するに伴い、従来見られなかった各種の虫害が頻発している。また、アフリカ、南米などではサバクバッタやハキリアリなど現地に固有な害虫が存在する。このような背景の下、農作物を加害する各種動物の発生生態を解明し、自然界におけるホスト植物などその生活史を解明すると共に、天敵動物や、昆虫フェロモン、忌避植物等を活用して有害動物の防除を図るなど、生態系調和型防除技術の開発を行なう必要がある。

線虫害の解析と防除技術の開発 (1984-1994) では、タイ国において畑作物加害線虫の種類を明らかにし、これら線虫による作物被害を数量的に解析するとともに、有害線虫の耕種的防除技術を開発するための研究を行った。その結

果、主要な畑作物加害線虫はサツマイモネコブセンチュウ、ジャワネコブセンチュウ、ニセフクロセンチュウ、ラセンセンチュウ、イシユクセンチュウおよびネグサレセンチュウなどであることが判明した。ネコブセンチュウがある密度（100 個体／50g 土壌）以上に達すると、トマト、ナス、ダイズ、リョクトウおよびケナフなどの生育は悪化し、収量が減少することがポット試験によって明らかになった。これらの線虫による作物被害の防止策として、耕種的方法によって線虫密度の抑制を試みたところ、マリーゴールド、ギニアグラス、オカボなどの栽植がネコブセンチュウの密度を低減させることがわかり、また、蚕ふん、コンポスト（都市ごみ）、乾燥牛ふんなどを土壌へ混入すると、ネコブセンチュウの密度が著しく低下することも明らかになった。このことから、経済的価値が高くかつ線虫に抵抗性を有する作物を輪作に組み入れたり、蚕ふん、コンポストなど安価で入手し易い有機物の圃場への施用が、有害線虫の防除にきわめて有効であり、このような防除技術の確立が農薬多用による環境汚染、生態系の攪乱を回避し、持続的農業の推進を図るうえでも重要と考えられた。

アシビロヘリカメムシの生態の解明（1989-1995）では、ウリミバエ根絶後のウリ科野菜の重要害虫になると思われるアシビロヘリカメムシの発育特性、発育生態、天敵相等について検討を加えた。7年間にわたる室内試験の結果からは、本種が休眠している証拠は無く、石垣島における野外試験の結果から、本種は雄成虫が同種他個体を誘引するフェロモンを分泌していることが判明した。また、本種の有力な天敵と思われる卵寄生蜂 *Gryon pennsylvanicum* が、本種雄成虫のフェロモンを利用して卵塊を探索することも判明している。

東アジアモンスーン地域における移動性水稻害虫の広域移動実態の解明（広域移動性害虫 1990-1994）では、石垣島のライトトラップに稲ウンカ類は年間を通して捕獲されたが、6月後半の梅雨期秋期の豪雨や7～10月の台風通過後、9月以降の西高東低の気圧配置による北寄りの風が吹く条件下で多数が捕獲された。3～6月の春夏期には、2Pノット以上の南西の風が石垣島を襲い、前線が通過し雨が降る場合に飛来が多く認められた。この季節にはウンカ

類は南方から飛来するものと思われる。一方、夏期以降には台風の通過に伴う北寄りの風や西高東低の気圧配置による強い北東風、中国大陸沿岸部にある高気圧東側の北風が石垣島に達した場合に多数のウンカが捕獲され、この時期のウンカは北方から飛来するものと思われる。しかし、ウンカ類の飛来源を風向風速図から推定することは困難であること、飛来虫の殺虫剤感受性レベルを調査したが、2年には6月と9月の飛来虫に感受性の差が認められず、飛来源の推定に殺虫剤に対する感受性検定を利用することは困難であること、石垣島ではトビイロウンカ伝搬性の稲ウイルス病は3年間発生しなかったため、保毒ウイルスから飛来源を推定することも困難と考えられる。

コナガの発消長とその防除技術の開発（1991-1994）では、フェロモントラップを設置し、2年間にかけて、毎週、誘殺虫数とその前翅長の季節変異を調査した。コナガは雨季、乾季ともに発生密度が高く、増殖ポテンシャルは高く維持され、誘殺虫の前翅長は小型で、年間を通じて一定していた。国内各地の圃場からコナガを採集し、薬剤感受性を検定したところ意外に高いが、2、3の薬剤を除き抵抗性の発達は認められなかった。コナガ防除薬剤は得異なる作用性を有するB.T.剤とアバメクチンに切り替わり、既存の薬剤に対する淘汰圧が低下したため、薬剤感受性が一時的に復元したものと思われる。

熱帯におけるハキリアリ被害実態の解明と防除（1991-1996）では、従来防除が難しいとされてきた草地性ハキリアリ3種について、その植物選好性を評価する方式を開発し、これらのハキリアリについて食性を明らかにした。また通年にわたってその選好性を評価することに成功し、この結果、季節による変動はあるものの、ハキリアリの選好性は安定した傾向にあることがわかった。このハキリアリの選好性をもたらすのは、植物に含まれる複数の物質が関与していることが示されたが、最大の選好性はこれらの物質が混合したものであった。これらのごとより、これらの物質を使ってハキリアリを効率よく誘引することができ、現在用いられている毒餌に混入することで、従来よりも効率のよい防除が行われることが示されている。

熱帯・亜熱帯における畑作物に対する有害線

虫の分類と生態解明（1991-1997）では、亜熱帯とそれを比較するため、地域の線虫相を再調査し、その線虫相を明らかにすることを目的としている。その結果、石垣島および竹富島はラセンセンチュウとニセフクロセンチュウが検出頻度が高かったが、線虫害はみられなかった。暖地一部地域では花き類特に施設栽培のカーネーション、ガーベラからジャワネコブセンチュウ、サツマイモネコブセンチュウが高密度で検出され、生育阻害が観察された。バラではキクネコブセンチュウが検出された。種子島では花き類からナミラセンチュウ、多種の作物からニセフクロセンチュウが検出されたが、線虫害はみられなかった。香川県一部地域のニンジン畑地から高密度でサツマイモネコブセンチュウが検出された。本邦亜熱帯および温暖一部地域において畑作物や花き類からラセンセンチュウ、ニセフクロセンチュウ、ネコブセンチュウ、イシユクセンチュウが多く検出され、東南アジアなどのそれと共通する点が多いことが判明している。

主要害虫の防除技術の開発-捕食寄生性ハエ類による生物的防除に関する研究（1991-1997）では、ブランコヤドリバエ雌成虫にアワヨトウ幼虫を与え、既寄生寄主への産卵回避能力について調べた。既寄生寄主として5卵・10卵産下された2通りの寄主を設けると共に、雌成虫の寄主遭遇頻度との関係を調べた結果、未寄生寄主と既寄生寄主を同時に与えた場合、5卵産卵された寄主へは産卵回避せず、10卵産卵された寄主に対してのみ産卵回避する傾向を示した。さらに寄主を与える時間々隔が影響し、これが長い場合10卵産卵された寄主に対しても寄主識別せず、時間々隔が短い場合にのみ寄主識別する傾向を示した。このことから、本種は寄主密度により既寄生寄主への産卵を調節していると考えられる。

主要害虫の生物的防除に関する研究（1992-1994）では、昆虫の組織培養の技術を利用して、鱗翅目害虫の有力な捕食・寄生性天敵の一種であるブランコヤドリバエの人工飼育を行っている。用いた液体人工飼料に脱脂綿を加えると、ハエ幼虫のファネル形成率が高まり、その後の飼育成績が向上することが判明した。さらに、飼料に血清を加えることにより成虫までの飼育が可能となった。特に熱処理したカイ

コ血清のみを飼料に加えた場合が最も成績が良く、13～18%の成虫化率が得られた。一方、カイコ血清に比べて牛胎児血清の効果はかなり劣り、形成されたファネルは薄く無着色であり、ハエ幼虫は全て圍蛹化せずに死亡した。本種の累代人工飼育法を確立するためには、より簡単で安価な人工飼料の開発、カイコ血清成分に含まれる有効成分の化学分析、大量飼育に適した簡易な飼育容器の改良などが必要とされる。

インドネシアにおける田畑輪換作と土壤線虫相および作物被害の解明（1993-1994）では、インドネシア各地の純水田、田畑輪換地及び純畑作地の線虫を調査した結果、19属の植物寄生線虫が検出され、検出頻度はラセンチュウ（以下、センチュウと略）が最も高く、ついでニセフクロ、ネコブ及びネグサレの順であった。純水田ではイネネモグリーイシユク、ホプロライムス属の密度が高く、田畑輪換地と純畑地ではラセン、ネコブ、ニセフクロ、ネグサレ、オオハリ及びワセンチュウが高密度であった。田畑輪換作付体系はこれら線虫の密度を抑制する傾向を示し、大豆はサツマイモネコブとジャワネコブにより大きい被害を受けた。またジャワの水田に生息するスイデンネコブはイネだけでなく7種の雑草とトマトにも寄生した。線虫の種とレースの研究・同定が今後の課題であり、耕種的・生物的線虫防除法の研究はインドネシアにおいても重要である。

捕食性カメムシ類の天敵として利用（1993-1995）では、広食性の捕食者を生物学的防除体系に組み込む際の諸問題を抽出することを目的として、東洋区に広く分布する捕食性のハリクチプトカメムシの飼育特性を調査した。その結果、本種の被食者に対する選好性には、被食者の分類群、動き、防衛行動、皮膚の固さ、突起物の有無、におい、毒性等、被食者側の襲われやすさが強く関与していた。牛肉の挽き肉とレバー、鶏卵等の組み合わせで、累代飼育が可能であり、供試した昆虫種のうち、増殖にはスズメバチの幼虫の冷凍保存個体が最適であった。また、コンデンスミルクが本種の幼虫・成虫を延命させることが判り、自然災害や飼育担当者不在等による飼育期間の中断の回避が可能になった。

熱帯の畑作における有害線虫の耕種的防除

の開発（1995-1996）では、スリランカ、タイ等での調査研究より、マリーゴールド、オカボ、ギニアグラスなどの輪作区で、また、蚕糞、コンポストなどの土壌施用区でネコブセンチュウの密度が著しく低下することを認めた。

東アジアモンスーン地域における広域移動性水稻害虫の移動実態の解明（1995-1997）では、ベトナム北部から移動するイネウンカが、アジアモンスーンの季節的北上と、イネ栽培時期の地理的勾配に依存しながら、華南を経由する二段階の長距離移動と棲息域の遷移によって、わが国へ飛来侵入する過程を解明した。第一段階の移動は、4～5月に華南に停滞する前線南側の風系によって、ベトナム北部の冬春稲（1～2月移植）で越冬、増殖し、4～5月に移出するウンカが、華南の早稲（4月移植）に遷移する過程である。第二段階の移動は、華南の早稲で1～2世代増殖し、6～7月に移出するウンカが、華中・日本付近へ北上した梅雨前線面の低気圧に伴う風系によって、華中とわが国の一期作水稻（5～6月移植）に遷移する過程である。また、梅雨前線上に発達する顕著な低気圧の東シナ海東進が、華中東部とわが国にイネウンカの同時飛来をもたらしている事例を明らかにした。これらの知見は、東アジアモンスーン地域におけるイネウンカの最も基本的な移動パターンと、移動をもたらす基本的な気象システムを解明しており、イネウンカの国際的な発生予察の基礎的知見を提供している。

北および東アフリカ地域におけるバッタ類の生合理的害虫管理法の開発（バッタ 1995-1999）では、サバクワタリバッタの終齢若虫が幼若ホルモン（NC-185）で異常な交尾行動を示し、雄の内部生殖器官発育の抑制を観察し、また、バッタの人工飼料を開発している。人工飼料飼育のバッタはほぼ正常に発育し成虫化するが、その後の成熟が止まり、生殖休眠の状態を示すこと、しかし天然飼料を与えると成熟し交尾、産卵を行うこと、群集相の外観を呈さないバッタの系統見出し等の成果を挙げていて、防除法確立のために研究用として用いられるバッタは天然の餌を用いて飼育されている。人口飼料の改善を進めると共に、飼育温度の影響について検討を開始している。また、孤独相と群生相の間での消化メカニズムの生理的変化では、群生相でのアミノペプチダーゼ活性が

有意に高くなる現象を見出している。この研究は ICIPE への「拠出金」成立に伴い、研究内容を拡大してさらに5年間の継続となっている。

シロスジオサゾウムシのサトウキビへの加害生態の解明（1996-1997）では、健全なサトウキビへの産卵は、サトウキビの品種・ステージにかかわりはほとんどないが、成虫は葉鞘と茎の間や根部への集中度が高く、このような部位に傷があるとそこに産卵する可能性が高い。またいったん茎内に侵入した幼虫は高率で羽化する。加害を防ぐためには産卵を抑えることが最も重要で、そのためには堅い茎を持つ品種を用いて台風などによる茎の損傷を防ぐとともに、損傷が発生した場合には、損傷した茎をすみやかに取り除くなど、畑の手入れをよくすることが重要との結果を得た。なお、発生消長を調査する場合、サトウキビ熱茎トラップに糖蜜を併用すると誘引効果は高まることも見出している。

牧草・芝草類におけるエンドファイト（植物内生菌）利用技術の開発（1997-1999）では、石垣島のイネ科の12草種からエンドファイト *Ephelis* sp. の感染が確認された。石垣島には多数の暖地型牧草が栽培されており、今後、感染草の種数は増加するものと考えられ、植物内生菌の利用技術を検討している。

中国における移動性イネウンカ類の総合管理技術の開発（中国主要食料資源 1997-2001）では、「中国総合プロジェクト」の一環として、中国在来の水稻品種のウンカ抵抗性・耐性形質を解明し、それらの実用性を実証することを目的としている。今までに、中国・華中東部でのウンカ移動はベトナム北部の灌漑水稻二期作地帯に起源すると推定されたこと、セジロウンカに対する春江-06の圃場抵抗性は、主として飛来侵入する長翅型雌成虫の非選好性の結果であり、非選好性は吸汁抑制要因に起因すること、春江-06で飼育したセジロウンカ長翅型雌成虫の幼虫産生数は、汕優-63で飼育した場合の1/10以下であり、春江-06上での増殖率の低下は、産卵数の減少と高い卵死亡率による有効産卵数の低下が原因であること、ジャポニカ型中国品種春江-06は、インディカ形質由来の吸汁抑制要因による抗寄生性と、ジャポニカ形質に由来する生体防御様反応による殺卵抗生性を兼備することによって、安定した高度な圃場

抵抗性を実現していることが判明した。また、中国雑交種で多発化したウンカ問題に対処するため、中国水稻に既存するウンカ抵抗性品種の耕種的活用を検討し、検定に供した中国 japonica 稲の約 30%が殺卵因子を、約 10%が吸汁抑制因子を持っていたが、春江 06 の如く両因子を兼備する品種は見いだせていない。

スクミリングガイの水田生態系における個体群管理技術の開発（特研 1997-2000）では、東南アジアにおける分布状況を調査した結果、タイでは中部から東北部にかけて、ベトナムでは全土に存在すること、防除法は人の手による拾いあげしか、この時点で有効な方法がないことが明らかになった。続いて、南米における本貝の生息状況、天敵種やその有効性を調査し、その結果、ブラジル南部の水田地帯 Rio Grande do Sul 州では、近年（1994 年頃から）、スクミリングガイの稲に対する加害が顕在化して大きな問題となっており、これは、強雑草である赤米 *Oriza sativa f.spontanea* を防除するために、乾田直播から特殊な湛水直播栽培が普及した（水田面積の約 10%）ことが直接の原因であり、輪作の減少なども関連していると思われる。ブラジル南部の湛水直播水田における貝の生息状況、加害様相は、播種時に大部分の水田では貝の生息密度が著しく低いか全く生息していない。南米の水田内では天敵を含む何らかの強い環境抵抗があり、水田内では貝の生活環が完結していない可能性を強く示唆されている。アルゼンチンの稲作はほとんどが乾田直播栽培であるが、例外的に不耕起栽培を実践する農家は 3 年前から貝の被害に悩まされており、1300ha に及ぶ水田での貝防除は、硫酸銅を水口の水路に投入する方法がとられていた。スクミリングガイの天敵として、文献や伝聞、観察等から鳥や魚が主体の 13 種の生物が摘出され、そのうち、Snail Kite（タカ的一种）が最も有名で、大貝の捕食者として有効に働いていると思われ、魚類も強力な捕食者の可能性が高い。貝に寄生・共生する微生物の研究が行われているが、寄主に及ぼす影響は不明な点が多い。

八重山諸島におけるコナガとその寄生性天敵の発生動態の解明（1998-1999）では、発生動態や発生動態を特徴付ける機構は不明な点が多く、キャバツを圃場で周年栽培してコナガの発生動態を明らかにするとともに、寄生性天

敵の種類相とその寄生率の季節変動の特徴を調べ、コナガの発生動態に与える天敵の影響を検討している。

「雑草の生態解明と防除技術の開発」

東南アジア稲作地帯の直播栽培が急速に普及した地域では、労働作業は軽減されたものの雑草害による収量減少、薬剤投下量増大と環境汚染、薬剤耐性雑草の出現、雑草種子の混入による米の品質低下等によって、作物の安全性、コスト高に関する問題が発生している。このため、主要雑草の発生生態、生活史を解明すると共に、早生品種の開発、密植適性品種の開発、アレロパシー植物の活用、マルチングの励行、雑草害虫の導入など、環境保全に留意した低コストの生態系調和型、耕種的防除法等を組み合わせた生物的雑草防除技術の開発を行なう必要がある。

熱帯乾・雨期地帯における雑草の生態の解明と管理技術の開発（1990-1994）では、ブラジル・ポソカツでの耕地雑草の生理・生態的特性を解明し、低コスト・環境保全型雑草管理技術開発のための基礎的資料を得ることを目的としており、マメ科の緑肥・被場作物に抑草活性の高いものの出現割合が多く、根に活性を示す物がみられたこと、マメ科以外の作物ではエンバクや油用アマが高い活性を示し、これら緑肥作物が示す高い抑草効果は被覆力だけでなく、他感作用が関与しているとの結果を得ている。また、ユーカリ類は生菜で高い活性を示したのは 1 種のみだが、落葉ではいずれも高い活性を示し、他の熱帯樹木の落葉で高い活性を示すものがあり、マルチとしての利用が考えられる。

マレーシアの直播水稻栽培における主要水田雑草の生態解明と制御法の開発（生物害防除 1992-1996）では、直播水田における主要雑草の発生生態の解明を行い、潤土直播栽培での雑草の発生数は、草種毎の土壤中種子密度に依存していること、6 作期にわたるノビエ発生数の減少傾向と現地水田での種子生産量から土壤中におけるノビエ種子密度の推移では、種子密度を低く維持するためには極めて高い除草効果（97～100%）を有する防除技術が求められることが分かった。2,4-D 抵抗性型ヒデリコは感受性型に比べて 29 倍の 2,4-D 除草剤に対する抵抗性を示したが、バラコート、プロパニ

ル、グルフオシネイトに対する交差抵抗性は認められず、ムダ地区での抵抗性型の発現頻度は低いこと、乾田直播栽培での雑草イネ外部形態は連続的な変異を示し、栽培品種に酷似する雑草イネもみられたが、種子の脱粒性や休眠性等の生態的特性の調査結果から、雑草イネが水稻の直播栽培を行っているマレーシアの水田によく適応していることなどを明らかにしている。

マレーシア直播水稻栽培における主要水田雑草の発生予測法の開発と制御技術の改善(生物害防除 1996-1998) では、MARDI において雑草イネの中に 10cm の湛水下でも発芽できる集団が検出し、キバナオモダカの中に 4 倍程度の薬剤抵抗性を示すものを見出した。この地域では全体的にタイヌビエの増大が観察されている。キバナオモダカの薬量反応、ノビエの発生草種と防除法の関係および雑草イネの化学的防除法について検討したところ、キバナオモダカの 2,4-D 抵抗性と、ムダ地区南部でのタイヌビエの増加傾向を確認され、試験場でのキバナオモダカに対する 2,4-D および bensulfuron-methyl の 50% 阻害濃度 (I₅₀) は、耕作放棄水田産の材料に比べて、それぞれ約 50 倍および約 1000 倍であり、試験場産個体群が両剤に対して抵抗性を有することが明らかとなった。また、検討 14 地点の内、Sg.Perak Rice Estate 産のキバナオモダカだけは、標準量の 2,4-D 処理でも生存個体が認められ、同材料が 2,4-D 抵抗性を有することが確認された。イヌビエ、ヒメタイヌビエおよびタイヌビエが優占する圃場は、それぞれ全体の 51.2%、36.6% および 12.2% であり、122 筆の内、ノビエ対象剤が使われた 76 筆では、同じく 41.6%、42.9% および 15.6% となってヒメタイヌビエの優占圃場がもっとも多い。プレチラクロール+薬害軽減剤およびプレチラクロール単剤の湛水処理は発芽前の雑草イネに対して高い除草効果があり、雑草イネの防除に有効と判断されている。

④家畜生産技術

a) 家畜の栄養改善と生産技術

開発途上地域では、一般に家畜は粗悪な飼料と劣悪な環境下で飼育されることが多く、生産性を低下させる大きな原因となっている。このため、開発途上地域に豊富に存在する農業副産

物や未利用資源の家畜飼料としての利用法の開発、飼料の調製法と栄養学的評価、現地家畜の生理学的特性を踏まえた飼料給与法や管理技術等に関わる研究を推進し、現地に適合した家畜生産技術の開発と改善を図ることが重要とされている。

開発途上国に豊富に存在する農業副産物や未利用の飼料資源を家畜の飼料として利活用する研究は、これまで JIRCAS および前身の熱帯農業研究センター時代からマレーシア農業開発研究所 (MARDI) との共同研究によって、ヤシ油の副産物である搾りかすの飼料化の研究が進められてきた。石田元彦らは、90-92 年にかけて、アブラヤシの茎葉あるいは老木樹の幹が反すう家畜の粗飼料として利用できることを明らかにするとともに、アブラヤシの茎葉 (OPF) のみで牛を飼養する場合には、エネルギーおよび蛋白質の不足が起り、栄養素補給源として、新たな濃厚飼料源の開発が必要であることを明らかにした。さらに、ヤシ油搾油工場副産物として生産される液状のパームオイル・ミル・エフルーエント (POME) は可消化養分総量として、乾物あたり 80% の栄養価を有し、OPF 主体の飼料乾物重の 20% まで配合しても、牛の第一胃での発酵と消化に悪影響を与えることなく、飼料として活用できること、OPF を用いてサイレージを作製する技術を開発し、作製したサイレージの飼料としての価値を明らかにすると共に、現地で飼育されている肉牛や泌乳牛に給与することによって牛肉と牛乳を生産できることなどを実証した。

さらに押部明徳らは、93-94 年に、MARDI 内に糖蜜の搬送および自動計量システム、カッターミキサー、垂直 2 軸公転自転型混合機、水平 1 軸型混合機等を設置して尿素糖蜜ブロック (UMB) 試作用パイロットプラントを建設し、UMB による栄養素の補給を目指した研究を進めた。緬羊における嗜好性が良好であった組成の UMB を同プラントで大量に試作し、牛などの反すう家畜に給与して、体重或いは乳量に及ぼす UMB の給与効果を判定したところ、乳牛に対しても開発した UMB の有効性が確認された。このような MARDI との共同研究で得られたアブラヤシ茎葉の飼料化に関する研究成果は、97 年から国際協力事業団のプロジェクト技術協力「マレーシア未利用資源飼料化計

画」において、実用化に向けた技術開発が実施されている。

また、マレーシアでは、小坂清巳は、95-97年に、熱帯地域においては鶏や豚の飼料資源の栄養価値を明らかにするため、飼料成分情報を整理し、地域飼料資源を高度に利用するための飼料情報システムの開発を行う一方で、95-96年にマレーシアにおいて飼養されているブロイラーと在来鶏の腹腔内脂肪の成長に伴う発達の様相を脂肪細胞の数と容積の面から比較検討し、在来鶏は、ブロイラーに比べて成長速度は劣るものの、腹腔内脂肪が蓄積しにくい鶏種であり、その理由として脂肪細胞数の増加の遅れよりも脂肪細胞容積の肥大の遅れによることを挙げている。

一方、開発途上地域で飼養されている家畜の生産性を向上するための乳・肉牛の栄養生理の解明や飼養技術の開発は重要である。西村宏一らは、90-93年に、タイ国ナラチワット家畜栄養研究センターにおいて、土壌中のマグネシウム、リン、セレンなどのミネラル濃度が低い牧草地で飼養された牛の血しょう中のミネラル類の濃度を測定し、牛はマグネシウムやセレンなどが欠乏状態であることを明らかにし、マグネシウムを含むミネラル類を放牧牛に補給することにより、1日当たりの増体重を改善している。

川島知之らは、94-99年にタイ国東北部における地域飼料資源を活用した大型反すう家畜飼養技術の開発を目的とする研究をタイ国コンケン家畜栄養研究センターにて実施した。この研究では、サトウキビ茎、パラゴム種子、飼料木等の未利用資源が牛用の飼料として利用可能であること、特にサトウキビ茎は乾期の飼料として優れていること、大型反すう家畜のモデル動物として緬羊を用いる場合には、飼料の粗蛋白質含量が10%を越えるように設定することが望ましいこと、沼沢水牛、タイ在来牛は、粗蛋白質含量の極めて低い飼料でも有効に利用できること、および呼吸代謝装置の設置・利用により、代謝体重当たりの維持のための代謝エネルギー要求量の算定からこれらの在来の家畜は低質な粗飼料を蛋白質の補給なしに効率良く消化できる上、維持のための養分要求量が低い低質飼料でも有効に利用できること、飼料のルーメン内発酵および消化特性に牛と

水牛との間で差があることなどが明らかになり、開発途上地域の在来家畜の利活用の重要性を示している。

さらに、タイでは酪農導入への要望が高まりつつあることから、尾台昌治らにより99年から乳用牛に関わる飼料および栄養試験や代謝試験などを実施し、乳用牛の消化生理学的特性などを解明することとしている。タイでは、今までの農業副産物、未利用資源の飼料化と栄養学的評価、在来反すう家畜の栄養学・消化生理学的特性解析について多くの成果が得られているので、各飼料資源の特性と問題、在来家畜の飼養管理上の要点等を取りまとめ、普及事業に活用する必要がある。

ベトナムのメコンデルタ地域においては、そこで飼養されている豚飼料としての農業副産物の有効利用飼と寄生虫病による損耗の防止を図るために、吉原忍らは、95-97年に、カントー大学において、乾燥鶏糞の豚への投与により約10%の飼料の節約が果たせること、バイオダイジェスターの設置による効果は環境保全のみならず、人畜共通寄生虫病の予防にもある程度認められることを明らかにした。また、体重80kgの仕上げを目的とする養豚では、豚回虫治療により、経済効果が大きいことを示している。さらに、この地域の豚の生産を安定的に行うために、99年から給与飼料タンパク質の質、量の改善を図る豚の飼養技術の改善、大腸菌やサルモネラによる下痢症や豚コレラなどの豚の主要疾病の防除および家畜排泄物の有効利用に関する研究課題が実施されている。

また、中国では、肉牛生産の振興には飼料の確保が必須となることから、未利用のまま廃棄されている東北地方のトウモロコシ葉茎が資源のリサイクルの観点からも、牛用飼料としての高度利用技術の開発が期待されている。そこで、2000年からトウモロコシ葉茎等の飼料化に関する研究を中国農業大学との共同研究として推進する。

b) 家畜疾病・障害等の防除

開発途上地域における畜産の振興には、飼料・栄養等の飼養管理技術の改善とともに、家畜疾病に起因する損耗防止技術の確立が不可欠となっている。特に、熱帯・亜熱帯地域では、牛のピロプラズマ病やトリパノゾーマ症な

どのようなダニやツエツエバエなどの吸血昆虫を媒介とする特有の疾病や口蹄疫などの急性伝染病が常在している。このため、開発途上地域における主要疾病の発生実態と疾病の発生機構の解明、診断法、ワクチンなどによる疾病防除技術の開発が求められている。

ピロプラズマ病は世界的な疾病であるが、その中でも、アフリカ東海岸熱 (East Coast Fever) と称されるタイレリア症による牛の被害は甚大であり、ワクチン開発や疾病抵抗性家畜の作出などによる効果的な防除対策が急がれている。そのため、ケニアの国際獣疫研究所 (ILRAD:後に国際家畜研究所:ILRI と改組) との間で、共同研究が長年進められている。

今田忠男らは、91-93年に、タイレリア症の原因となる *Theileria parva* (Tp) 各株間の抗原性について、3株の Tp の赤内型原虫 (ピロプラズマ:ピロ) を精製後、それぞれの実験感染血清を用いてイムノブロットイング (Ib) を行い、分子量 32kD および 24kD の抗原蛋白を検出し、Tp のピロプラズマ P32 蛋白は株間の判定には使用できないものの、Tp 属の判定には有効であることを明らかにした。

また、Tp スポロゾイト (Sp) の表面蛋白の一つである分子量 67K の蛋白 (NP67) は、その抗体が試験管内および生体内においてリンパ細胞への Sp の進入を阻止することから、ワクチンの素材として最も有望と考えられている。そのため、八木行雄は、92-93年に Sp 期における Tp 抗原蛋白の性状解析を単クローン抗体を用いた Ib で行い、Sp には分子量 32、67、85、105/125Kd の抗原蛋白が発現し、この内 32Kd の蛋白は原虫の全期に共通して発現していること、67 および 105/125Kd の蛋白は Sp 期のみ認められことを明らかにした。また、TX114 抽出法により、いずれの蛋白も疎水性の高い膜蛋白質であること、ビオチンによる表面標識と免疫沈降では、85Kd を除きいずれの蛋白も細胞表面に蛋白分子を露出させていることおよびバキュロウイルスで発現した 67Kd 蛋白では、高マンノース型の糖鎖が発現していることを明らかにしている。

その後、松原 豊は 94-97年に、Tp 原虫と牛免疫系の相互作用や原虫の生活環との関連性の解明からワクチン開発のための基礎的知見を得ることを目的として、アフリカ東海岸熱

における牛免疫担当細胞の動態を検討した。Tp 感染ダニ付着部位での炎症反応の免疫病理学的解析により、浸潤する免疫担当細胞の種類の同定、*in situ* ハイブリダイゼーション法による牛サイトカイン mRNA の検出法の確立するとともに、Tp 感染牛リンパ球、感染ダニ唾液腺における Tp 特異的抗原の免疫組織化学的検出により、生活環での抗原発現の動態などを明らかにしている。また、*in vitro* のモデル系である Tp 感染形質転換牛リンパ球細胞株で、Tp 特異的抗原や牛サイトカインの発現を認めている。

一方、ツエツエバエによって媒介される「眠り病」と称されるトリパノゾーマ症は西アフリカに常在し、アフリカの酪農および畜産の最大の阻害要因となっている。しかし、トリパノゾーマ原虫は感染牛の体内で抗原変異を繰り返すため、ワクチン開発に困難が多く、抵抗性牛の育種が期待されている。そこで、抗病性育種への貢献を目的に、木谷裕は、ILRI にて 98年から 2000年まで、マウスモデルにおける発症と腫瘍壊死因子 (TNF) α の関係について検討した。トリパノゾーマ感染した欠損マウスでは血液中の原虫増殖を制御することができずに死亡する可能性が示唆されたが、この感受性は、少なくとも急性期応答蛋白質の産生動態の違いに基づくものではないことを明らかにしている。また、急性期応答蛋白質の誘導において TNF α が果たしている役割は、他のサイトカイン等によって補完されている可能性を示したことから、各種血清サイトカイン (TNF α , IL-1 α , IL-6, IL-4, IL-10) について ELISA 法を用いて定量したところ、感染後の早い段階及び感染後期に TNF α が誘導され、原虫の増殖制御に関わる可能性が示唆されている。また、欠損マウスの死因は、少なくとも貧血そのものによるものではないこと、TNF α は貧血の誘導には関与しないこと高密度の原虫による血中グルコースの急激な消費、あるいは宿主の糖新生機能不全などが関与している可能性が考えられている。今後もトリパノゾーマの感染と発症機構における TNF α の役割について、さらに解析して行く必要があり、*in vitro* 培養された原虫に対する TNF α の投与試験や *T. congolense* を感染させた欠損マウスへの TNF α の *in vivo* 投与試験等が必要とされて

いる。2000年からは、中村義男により、遺伝子欠損マウスを用いたトリパノソーマ感染および発病メカニズムの解明に関する研究が着手される。

その他、ベトナムのメコンデルタ地域における家畜の重要疾病は、細菌、ウイルスおよび寄生虫などによる感染症であることが明らかにされ、寄生虫症の中では豚では消化管内線虫、牛・水牛では肝蛭、消化管内線虫、バベシアやトリパノソーマなどの住血原虫が問題となると示されている。タイレリア原虫感染が検査した牛の44.4%に、水牛には80.0%であり、貧血状態の個体が牛で1頭、水牛で5頭認められた。外部寄生虫では、牛55頭中10頭にダニの寄生が認められている。これらは主にバベシア原虫の媒介者であるオウシマダニであった。さらに、水牛28頭中4頭にスイギュウジラミの寄生が認められている。豚では、育成期の豚の死亡が高く、その原因の解明と対策が必要とされている。

⑤草地の生産性向上技術

a) 牧草・飼料作物等の栽培技術

開発途上地域における牧草地は、連年利用、資源収奪あるいは環境破壊型利用により、地力の低下と草資源の枯渇が大きな問題となっている。このため、地域特性に適した草種の選定とともに、草地や耕地の土壤劣化防止と地力増進を目的とした作付け体系や草地の改良技術を開発し、牧草の持続的生産が可能な草地管理技術の確立を図る必要がある。

タイ南部のナラチワット地方は、肥沃土の極めて低い砂質ポドゾル土のため、牧草の生産力は、低く、適切な肥培管理による牧草生産力の向上が望まれている。そのため、片岡健治らは、90-92年に牧草生産力の解明と施肥法についての検討し、牧草生産力は、砂質ポドゾル土無肥料では、年間乾物量100Kg/10aで著しく低生産であり、特に、養分として窒素、カリ要素が少なく、生産力向上にはこれら要素の補給が必要であること、リンは土壤中有効態リンが微量にもかかわらず、リン無施与で牧草体中リン含量は低下するが、生産量の低下は認められず、熱帯牧草のリン吸収機作に特異的な点を見いだしている。

また、北部・東北部の畜産振興が重要となっ

ているが、これらの地域での粗飼料生産技術は、低地力、干ばつ、湿潤等の劣悪環境下にあるため、片岡健治は、93-97年にコンケン家畜栄養研究センターにて、これらの地域の土壤条件の解明、高栄養・高収量の良質牧草の導入、栽培、維持管理法について検討した。乾期のみ灌水・化学肥料低投入条件下では、8種の飼料作物のうち、低収ながら収穫に耐え得たのはシグナルグラス、ギニアグラスのみで、砂質瘦薄土壤において年間乾物5t/10aまでの牛糞施用処理を行ったギニアグラスでは、収量面での顕著な効果を認めている。マメ科ヘジルーサンでは有機物(牛糞)施用による有効性を示し、乾期での牧草・飼料作にマルチの必要性を述べている。

ブラジル亜熱帯地域の強酸性・低養分土壤、長い乾季等の条件において、草地の持続的利用技術を開発するためには、地域に適した牧草種の選定と農牧輪換システムの確立等が重要となる。そのため、菅野 勉は97年からブラジルの肉牛研究センターにて、*Brachiaria decumbens* (Bd)、*B. brizantha* (Bb)及び*Panicum maximum* (Pm)の3イネ科草種のうち、Bbの乾物生産量が最も高く、地下部の有機物の生産量も多いことから、酸性土壤に導入する牧草として、最適であることを明らかにし、今後現地での実証試験を行うこととしている。

国際熱帯農業センター(CIAT)との共同研究としては、南米等の熱帯地域に広く分布する自然草地は牧養力が極めて低く、同地域の畜産発展上、この草地の改良が重要な課題となっている。この自然草地の改良のために、北原徳久は、91-93年に牧草種子を化学肥料球に付着させたマクロペレットによる導入法やペーパーバック法などによるイネ科およびマメ科牧草導入を検討した。マクロペレットによる導入法では、牧草の定着率が低いことや経費がかかるため、より安価な牧草導入法として紙袋に牧草種子、肥料、その他基材を入れ散布するペーパーバック法の当地の自然草地の改良における有効性を明らかにしている。また、斉藤吉満は94-96年、瘦薄な熱帯サバンナでの家畜生産性を上げるためのイネ科とマメ科牧草の混播適性を明らかにするため、生育タイプの異なるイネ科2種(Bd、Pm)、マメ科3種(*Arachis pintoi* (Ap), *Stylosanthes capitata* (Sc), *S. guianensis*

(Sg))を混播(条播)し、各草種の生育特性を調査した。その結果、初期生育はイネ科が旺盛であったが、年3回の放牧を行った後では、葡萄型のApは直立型のpmとの混生下では生育が良く、分けつ型のBdとでは悪かったこと、直立型のSgとScはBd、Pmとよく共存し、少肥区のPm区ではかえってPmを圧倒していたことを明らかにしている。

カザフスタン地域における草地保全に関わる草地管理技術の開発を目的として、佐藤健次らは、96-98年にステップおよび山岳草原の植生の把握と主要草類の生育草の解明による草類生産管理技術、草生や放牧形態と関連した土壌特性の解析による施肥管理技術および草類生産と施肥管理で重要な役割を果たしているマメ科牧草の導入・利川について検討している。そして、山岳草地の放牧期間は6月上旬から9月上旬であること、ポット試験でのマメ科のエスパルツェトの定着は主要土壌の肥料成分よりも土壌水分に影響されやすいことを明らかにしている。また、荒廃の進んだ中央アジアのステップおよび山岳草地の回復には、優良マメ科牧草の導入とイネ科植物の維持管理技術を確立することが重要となるため、カザフスタンの草地修復に有望なマメ科草種 *Onobrychis transcaucasia* (コーカサスエスパルツェト) 種子の形態的、生理的特性を検討し、コーカサスエスパルツェトの種子重量は他の主要草種子の4~9倍重く、千粒当たり14.82gであり、豆果種子と豆果除去種子の比は0.65~0.75、豆果重量は約30%で、豆果除去種子重量の採取地による変異は少ないことを示している。また、レタスを指示植物としたサンドイッチ法でアレロパシー活性を測定したところ、強いアレロパシー活性が認められ、アレロパシー活性は特に種子部で強いことを明らかにしている。

⑥森林の育成・管理・利用技術

熱帯林を巡る国際的動向：1990年、熱帯林の推移に関する1980~1989年の10年間の国連統計が出された。1980年までの10年間、ギリシャ1国に相当する約1,310万haの森林が毎年消失し、世界が熱帯林消失面積の推移に固唾をのんでいた。不幸にも予感的中し、消失面積は年平均約1,700万haに急増したことが

明らかとなった。

熱帯林は、25億人の家庭用エネルギー源の確保、世界の遺伝資源の過半の保全、2億人の森林生活者の生活・食糧の確保、33開発途上国の主要輸出品確保、さらに大気・水など地球の肺として環境の質を維持するなどの場であり、急速な消失はこれらの便益の減殺をもたらし、世界的な憂慮となった。1992年のブラジルでの国連環境会議では、このような世界の憂慮を受け、気候変動や生物多様性など他の地球規模の環境問題に加えて熱帯林問題が取り上げられ、「森林原則声明」が発せられた。それを受けて「持続可能な森林の管理経営」が提案され各国の承認を経て、全世界の森林の85%以上が持続的な管理・利用を行う枠組みの中に入った。この枠組みの中で熱帯地域はITTOグループと南米諸国のTarapotoグループに編成され、生態系保全、生産力維持、健全性維持、水土保持、炭素循環維持、社会経済的便益維持、法的・制度的枠組みの形成、という7「基準」を設定し、それぞれの基準の中に数量化できる「指標」を立てて森林を観測、情報公開することとなった。同時に、アグロフォレストリーと流域管理、天然林の生態と管理、林木育種と選抜、林産物の有効利用と市場形成、森林政策と社会経済研究の重要性が指摘されている。

森林消失の背後には森林の過剰伐採の問題も一部にはあるが、増加人口を養うための農地や牧草地、養殖池開発があることがFAO調査で解明されており、熱帯林問題は優れて農業問題であるとの認識が農業サイドでも必要となっている。したがって、今後の研究の方向は農業や水産業との調和を基にした持続的な発展に集中することとなる。

熱帯農業研究センター(熱研)及びJIRCASでの熱帯林研究体制：熱研では熱帯林の現状を認識し、すでにアグロフォレストリーに関する総合研究を森林総合研究所や農業場所の協力を得て1987年から開始した。同時に、開発途上国での森林研究の問題点の解析のために研究技術情報官を1989年に配置した。情報官の配置は4年間に限られたが、1995年開始の「荒廃二次林の再生研究プロジェクト」につながり、また、今まで対応のなかった木材などの林産資源や未利用木材資源の有効利用研究の開

始に向けた情報収集の促進などきわめて効果的であった。

さらに、従来は造林研究者など2名程度の配置と年数件の短期調査に限られていた林業研究を、生理・生態、昆虫および菌類研究者を新たに配置することによって、順次拡充してきた。また、科学技術庁による国際省際長期観測研究へ参加し、立地研究も開始した。これらの研究者は勢力の分散を防ぐため東南アジアを中心とした地域に限定し、荒廃地緑化や造林地の維持管理に係わる研究課題を発生問題毎に分析し、対象国を選別して重点化した。例えば、人口圧が高く、荒廃が進んでいるフィリピンやタイではアグロフォレストリー研究、天然林が広く残るマレーシアでは東南アジア最重要郷土樹種、フタバガキ科樹木の生理・生態研究、荒廃地造林が始まったインドネシアでは早生造林樹種の虫害防止と樹木成長に重要な菌根菌研究等、国別の特徴を重視した研究が始まった。また、荒廃地造林後の立地・生態環境の推移を観測する科技庁の研究は、森林荒廃がようやく収まりつつあったタイを研究フィールドとしている。また、タイでは森林再生を促進するための社会経済条件の解析研究も短期調査を中心に進めた。

1993年、JIRCASの発足によって、新たに部長以下9名の林業部が設置され、従来の林業研究に加えて林産物に係わる研究者が配置され、対象地域も熱帯・亜熱帯地域から開発途上地域へと広がった。これによって開発途上地域の林業に係わる研究の総合化を図る体制がある程度整った。ただ、林業・林産物研究は社会経済から森林造成、林業機械、林産物利用研究まで多岐にわたり、森林総研など関連研究場所との共同研究を行うにしても8名という限られた研究資源の効率的活用を図るためには地域や対象の重点化は依然必要である。1995年の研究レビューにおいても、研究資源の有効活用という観点から日本と経済的にも林産物貿易からもつながりの大きい、東南アジアの熱帯地域を中心とした開発途上地域への集中的展開をすべしとの指摘を受けた。したがって、情報の収集研究を除き、主として国別、地域別の特徴を捉えた東南アジアに軸足を置いた研究を展開することとなった。

林業部発足当初は、樹木生理、造林、昆虫、

菌類、立地の各分野に研究者が配置されたが、1995年からは今まで対応のなかった木材化工と林業機械研究分野の研究者が配置されるとともに、1996年には社会経済分野の研究者を加えて、熱帯林業研究を総合的に推進する体制を整えた。

プロジェクトの発掘と研究課題の設定：国際的な熱帯林研究の枠組みに対応して、森林育成分野では森林荒廃と関係が深い農業や水産業との農林水複合研究、天然林の劣化抑制と修復研究、人工林の病虫害軽減研究、荒廃地の森林再生研究などに重点を置くこととし、それぞれの課題についてプロジェクト化を進めてきた。特に農業や水産業など他分野との共同研究が必要な項目については、総合的な対応が効果的なため、総合研究として提案、推進した。

総合的研究には、1987～1992年にフィリピンでのアグロフォレストリープロジェクト、1993～1999年のマレーシアでの汽水域の生物生産プロジェクト、さらに現在立ち上げ中のマレーシア・サバ州での熱帯林再生のためのアグロフォレストリープロジェクトがある。また、林業部が中心となったプロジェクトは、1992～1994年の熱帯林の生態機能研究、1993～1997年の熱帯荒廃二次林の動態と質的向上技術研究、1997～2001年の熱帯在来有用樹の再生技術研究がある。さらにこれらのプロジェクト研究に加えて、以下の将来を見据えたシーズ研究や相手国提案の緊急課題研究も基本計画に沿って進めている。開始が古いものから、1. 山地林の更新解析研究、2. マメ科早成樹の害虫被害軽減研究、3. フタバガキ菌根菌機能研究、4. 有用在来樹種の環境特性と初期成長解析研究、5. スズ鋳山跡地緑化研究、6. 森林荒廃・回復と地域住民の役割研究、7. 伐採方法の高度化研究、8. センダン科樹木害虫防除研究がある。

これらの経常研究にはプロジェクト研究につながった4.や、フォローアップの1.や7.も含まれており、地域住民の役割研究は現在計画している早成樹アグロ研究への連携が期待されている。また、2.と8.の人工林の害虫防除研究と5.のスズ鋳山跡地研究は相手国の強い要請で推進した研究である。

林業研究における成果と今後の展開：

熱帯有用樹育成研究；フタバガキ科樹木は一斉造林が困難という問題があるが、原因が従来

の定説である過剰照度という光環境ではなく、乾燥に対する過敏性にあることを生理・生態的研究から突き止めた。また、初期成長は種類で大きく異なるが、フィリピンの季節林樹種で植栽環境の違いに対応した初期成長を種類別に確認し、選別できた。初期成長促進に重要な機能を持つ菌根菌の研究も進んでいる。東南アジアでは選択伐採による天然更新法によって天然林が管理されているが、従来の伐採・搬出方法では次代の稚・幼樹の40～60%が伐採時に大きな損傷を受け、天然更新が失敗するケースが多い。現在、被害を低減できる伐採・搬出方法の開発がほぼ見えてきている。不適切な伐採による低質化二次林の有用樹林への補正方法の研究も初期条件についてはほぼ完了した。これらはまだ初期段階の研究で、また地域や樹種も限られており、今後さらに研究を進め、持続的な森林の育成・管理法の確立に繋げる必要がある。いずれにせよ本課題は東南アジアにおける経済林の持続的な育成管理の中心であり、精力的な検討が必要である。

マングローブ林の管理技術については汽水水域プロジェクトで汽水生態系への餌となる有機物の供給量と森林管理との関係の解析が進んでおり、この成果を基に今後さらにマングローブ林の適正な育成及び汽水水域の適正な管理を総合的に行い、地域の農林水産業を発展させる総合管理方法の確立につながる研究の開始が望まれる。

人工林の害虫被害防除及び育成管理研究：近年、アカシア等マメ科樹種の造林が増加し、同時に加害害虫も発生している。特に *Xystrocera* 属の防除については大きな成果が得られ、インドネシアではこの成果を事業に取り入れている。また、林業部門のノーベル賞とも言われる世界的なマホガニー属の害虫、*Hypsipyla* の防除法についてもマレーシアで研究を進めている。まだ完成までには至っていないが、今後の展開が期待できる成果が上がっている。さらに、荒廃地の代表としてスズ鉱山跡地の森林化研究も生理的条件の解析が進み、今後の研究推進に期待がもてる。

森林破壊・再生の社会経済的条件解析研究：フィリピンで行われたアグロフォレストリープロジェクトの中で、農業からの支援を受けてタウンヤシステムのような農林複合形態での

森林再生と農作物の間作方法について検討が進んだ。さらに、高地での野菜栽培と森林の破壊との関係の解析も行われた。さらに、現在は ICRAF（国際アグロフォレストリー研究センター）との共同研究によって、農民の森林に対する意識についての解析が進んでいる。これらの研究をさらに総合化し、発展させるために、現在早生樹造林地とアグロフォレストリーを組み合わせた農林複合の総合研究がマレーシア、サバ州で展開される予定で、大きな成果が期待されている。

熱帯林再生国際・省際共同研究：焼畑農業によって発生した荒廃地を人工林化した森林での立地環境や植物遷移の動態を長期的視野から観測する科技厅予算の研究で森林総研や他省庁研究所等国内研究所とタイの大学・研究所との間で行ってきた。森林化によって環境が劇的に変わることを実証する等多くの成果を上げた。

今後の展開に向けて：国研の独立行政法人化によって、より独立性が高まることが予想される。熱帯林の荒廃は農業や水産業と関係が深く、問題点の把握や解決には他分野との共同研究が重要である。従って今後は今まで以上に他場所との連携が重要となる。特に、森林総研とは全世界にわたる「持続可能な森林管理に関わる国際的な枠組み」との関係も深く、途上国林業以外の森林・林業研究についての意見交換や共同研究などの相互連携が今以上に必要となる。同じく開発途上国との技術協力を進めている JICA 森林・自然環境協力部や OISCA などの NGO 団体とも相互に連絡を取りながら研究を進める必要がある。汽水水域プロジェクトでは水産分野と非常に密接な関係を築いたが、今後開始が予定されている「熱帯林再生アグロフォレストリープロジェクト」でも農業分野との連携を強める努力が重要である。

国際的にも多くの側面での連携が重要で、林業分野においては相手国の大学や研究所の他に APAFRI（アジア太平洋林業研究連合）のメンバーとして国際的な研究動向を把握しており、また、CGIAR 機関の ICRAF とも共同研究を進めている。これらの国際的な研究機関との良好な関係を今後も保つとともに、IUFRO-SPDC（国際林業研究機関連合—開発途上地域プログラム）、他の CGIAR 機関等の国際機関

とも関係を持つ必要がある。

いずれにせよ、人員と予算が限られているという事情は認識する必要があり、地域と研究課題の重点化は今後も最重要の命題で、あれもこれもという一見美しいが散漫な対応を避け、愚鈍でも着実な研究の推進が必要である。ただ、国研の社会化といわれる独立行政法人化に求められる社会への説明責任は常に意識しておかねばならない。

⑦水産資源の保全・増養殖技術

世界の漁獲量（約9,500万トン）は近年同程度量を維持するか下降する傾向にある。地域別漁獲量はアジア、南米、ヨーロッパ、北米の順となり、特に北、南、中央太平洋とインド洋において世界の約64%の漁獲量をあげている。今後水産物の需給においてはアジアでは経済成長にともない消費が増大すると予測され、東欧、南米ではたとえ経済が成長しても消費は増加せず、ヨーロッパでの消費は伸びないと予想されている。

アジアの主要漁業地域であるタイ湾、トンキン湾、ベンガル湾、南シナ海沿岸国では、水産資源量は漁民（約1,000万人）による乱獲で減少し、人口増加も原因してこれらの地域では遠からず600万トンの食用魚が不足し水産物輸出国になると考えられている。アジアにおける摂取動物タンパク質の魚介類の割合は、フィリピン、インドネシアでは約50%、タイ、カンボジア、ヴェトナムは35%以上となり、水産魚への需要が増加し、今後魚介類食料のいっそうの確保が必要とされている。現在アジアの水産食料資源の確保のために淡水魚養殖が飛躍的に拡大し、主たる生産国中国では1,400万トンの生産をあげ、フィリピン、ベトナムでも淡水魚養殖魚の割合が増加している。しかし淡水魚はコイ、ナマズ、テラピアが中心となり海産魚と比較して低栄養価値あるいは味覚に乏しいため国内消費に限られ、外貨獲得手段とはならない。一方海産魚に関しては低所得国における主要外貨獲得手段の一つとなっており、アジアではゴム、茶、砂糖、米を上回る収益を得ている。取引されている魚種は、マグロ、エビ、サケ、カニ、イカ、タコ、タラ類であるが、エビについては天然漁獲量は横這い状況を呈し、養殖エビの生産が増加している。

このように水産資源への需要増大と水産資源の減少への対策として、養殖産業が著しく発展している。東南アジアでは1.12百万トン（1984）より2.45百万トン（1995）に増加している。タイ等での疾病発生による生産減少は養殖池の新・増設により補い、生産金額は10億ドルから64.7億ドルに増加した。1995年の養殖生産量はフィリピンが一位（東南アジアにおいて33.2%）、インドネシア、タイ、ヴェトナム、マレーシアがつづくが、生産高（金額）は、タイが一位（29.3%）でインドネシア、フィリピンの順となる。タイの甲殻類生産はウシエビ（*Penaeus monodon*）が主体であり、約48万トンを生産している（日本の車エビ生産量は約0.2万トン）。このようにエビ生産は生産量が少なくても、外貨獲得高は大きい。一方南アジアにおいても養殖業は発展しており、1984年から1995年の間に、生産は206.3%増加した。1995年の養殖生産量・高は、1.96百万トンで28億ドルにいたる。この中でインドでの生産が、1.61百万トンとなった。このようにアジアにおける水産生物生産は、エビ養殖および淡水魚生産が飛躍的に増加し、淡水魚は国内食料用に、また海産魚は外貨獲得の最大手段の一つとなっている。

拡大をつづける養殖業は、都市開発による沿岸域の汚染等の問題とともに、沿岸環境を劣化・破壊し沿岸生態系或いは隣接陸圏生態系を変えるような事態に至っている。この環境破壊を抑制するためには、養殖産業に偏向している水産業を多角的な産業に再構築し安定した漁民の増収入をはかることが必要である。

a) 沿岸水産資源の管理

開発途上国の水産業では漁業共同組合のような組織体制および鮮魚貯蔵施設、流通過程等が欠如・未整備の状態ですべて自国による大規模水産業の展開が充分に行えず、外国船操業に依存する事例が多い。このため沿岸漁民は零細な小規模漁業を行う他に、外国大型船の乗組員や利用加工工場の従業員として漁業活動に従事する状況にある。漁獲においてはエビ等高価値魚を対象とするため、例えばエビ1トンについて5トン以上の混獲魚を海上投棄するなどの資源浪費が行われている。この状況で漁民の安定した収益を補償するために、資源管理にむけビオ

トープ、サンクチュアリの設定、禁漁期間の設定等とともに、漁民の組織化が必要であり、外国船操業に依存しない自立した漁業の確立、漁業権の付与、補助金制度、税制優遇、利用加工への共同作業での収益増加方法等の施策が考えられる。また現在当水産部が推進しているような沿岸魚介類資源量の推定研究を行うことにより資源管理型漁業の基礎的知見を蓄積し、資源の持続的利用方法を構築する必要もある。この漁獲加入量調査のために対象魚類の産卵成育生態、餌料生物および回遊経路、年齢査定などの研究を継続して行う。

b) 沿岸環境の保全、整備

特にアジア諸国で淡水魚養殖が発展しているため、近い将来湖沼・河川への過大な有機物負荷による沿岸海水の富栄養化が生じ、周年にわたる有害藻類の異常増殖（赤潮）が起こることが危惧されるため、今後淡水魚養殖におけるゼロエミッション過程の開発を行うとともに、現在推進しているマングローブなどの植林とそれに付随する湿地帯の構築などの環境修復による沿岸資源の涵養研究を継続する。これまでのマングローブ汽水域の調査研究において次の事象が明らかになった。①マングローブ林の占有面積の大きい沿岸汽水域では、マングローブの少ない水域よりも漁獲量が大幅にうまわった。②マングローブ林の面積が大きく、また樹木の種類も多い沿岸水域では水産業に重要な魚の稚仔種数が多く、マングローブ水域がこれらの魚の成育場となっていることが明らかになった。③マングローブ樹木の多い沿岸汽水域の海底土には有用貝類が多数生息しているが、マングローブ林の少ない水域では、線虫類が多かった。前者水域では陸からの土砂がマングローブ林湿地に保留されるため海底土の粒子はより細かく、このような場が貝類の生育に適していると考えられた。④マングローブ汽水域の食物連鎖は、マングローブデトリタス→エビ・カニ→魚類となっており、マングローブ林の少ない水域では動物プランクトンが魚類の主要な餌となっていた。⑤マングローブ林の湿地は、陸圏の栄養塩の貯蔵場所となっており、この栄養を利用して有用な植物プランクトン（珪藻類）が多く生息していた。湿地の栄養塩とケイ藻は連続的に沿岸水域に供給さ

れ、水産生物の生産の基盤になるとともに、魚介類生産を阻害する有害プランクトン（赤潮プランクトン、有毒プランクトン等）の増殖を抑えている。⑥マングローブ汽水域より離れた住民の収入は平均して15%減少し、かつ失業率が5%上昇した。

以上マングローブを保全した場合には、安定した漁獲収入が得られることが明らかになり、マングローブの高い生産機能あるいは自然循環機能を保全した沿岸漁業および養殖プロセスの開発がもためられている。

c) 養殖過程の改善

環境保全の見地から養殖施設の拡大を防止する必要があり、このためには高付加価値魚飼育方法を開発し小規模養殖で高収益が得る手段とする。さらに養殖対象魚の成熟、産卵過程の制御とともに、地元での種苗と配合飼料の供給、疾病の防除と低農薬養殖による環境自己汚染防止等の研究を継続して行う。またウシエビ養殖過程で排出される有機物の負荷量を軽減するために、ウシエビと濾過食性二枚貝ミドリイガイとの混合養殖実験を行い、窒素収支において混合養殖では有機汚泥を20%程度軽減させる効果を見いだしたが、今後はこのようなあらたな養殖技術の開発も行う。

3) 農林水産物資源の利用・加工技術の開発

①農産物の保存・利用・加工技術

開発途上地域では、近年、工業化による経済発展が急速に進展し、都市化と国民所得の向上が見られた。この中、農業のおかれた環境も変化しつつある。しかし、農民所得は、この変化に対応できず取り残されてきている。また、ほぼ同時に、農業も世界市場へと結び付けられ、先進国農業をはじめとした激しい競争に晒されることとなった。農産物を実際に購入し、農民所得の源となる消費者のニーズは、この間、量的充足から質的充足へと向かい、さらに、農産物の消費形態も西欧化へと向かっている。これらによる、農村の崩壊も国によっては進行しつつあり、高位安定した農産物生産にも悪影響が出てきている。このような状況の中、食料の量的確保とともに、質的向上への技術開発が求められている。緑の革命以来、農産物の生産性

向上がそのまま農民所得の向上に繋がると考えられてきた。しかし、実際には農産物が消費者に購入されなければ、農民所得は向上せず、生産性の向上がそのままは所得向上には結びつかないことが明らかになりつつある。加えて、所得が向上した都市消費者が、輸入農産物を選択することも可能となり、状況の悪化に拍車をかけている。本来、生産物である農産物を消費者に届けるべき食品産業は、開発途上地域では家内工業的・伝統産業的な小規模なものが主であり、自力で消費者のニーズに応えるだけの開発投資ができないということも、対策を難しくしている。

このように、開発途上地域における農産物の保存・利用・加工の分野には、多くの問題点があり、これらの問題を解決することで、生産性の向上などの研究成果が農民所得に反映され、農業の活性化、農業生産の高位安定化、最終的には食料安定供給の確保に大いに貢献すると考えられる。プロジェクト「東南アジアにおける主要穀類の収穫後損耗防止技術に関する研究」(2000-2004)が開始される理由もここに有る。以下、この10年間の間に行われた主要な調査・研究の背景と概要を示した。

a) 農産物の品質評価・保持技術の開発

開発途上国における消費者の量的充足から質的充足へのニーズの変化に応えるためには、各種農産物について、化学的成分・物理的特性・生理的特性等の分析評価法の基準化、迅速簡便な分析・評価法の開発、包装などの品質保全技術の開発、機能性成分の解明などによる現地農産物の優位性の確保などを図る必要がある。また、農産物の健全性・安全性の確保は、食品の味などの品質と共に重要であり、農産物に含まれる有毒成分・マイコトキシン汚染等の実態把握と対策としては、原因物質の同定・汚染メカニズムの解明・汚染防止、有害物質の除去・無害化等の技術開発が必要である。この分野で行われた調査研究の一部を以下に挙げる。

ア) 熱帯果実の流通時における品質保持技術の開発 (経常、長期：1994-1997)

タイにおいて高額で取引されるドリアンの、流通を阻害する要因である悪臭を軽減化する技術開発を進めた結果、一般的に悪臭除去に有効な茶由来のポリフェノールは効果が少なく、

ドリアン表面にワックス処理を行うことが有効であることが判明した。また、貯蔵中の農産物の雰囲気制御することで、貯蔵期間を延ばす(CA貯蔵)検討をサボジラ・ライム・パイナップルなどの果実と野菜類で行った結果、熱帯果実では、低温での貯蔵中に低温障害を起こすこと、またこれを避けるために室温付近で貯蔵した場合、カビの発生が見られ、温帯農産物での技術の適用が難しいことなどが明らかになった。

イ) 農産物におけるマイコトキシン汚染防止 (経常、短期：1993・1995・1999)

農産物のマイコトキシン汚染は、カビなどの発生により生じる。この問題は、多くの開発途上国の属している熱帯では、食料の安全確保に大きな問題を起こしており、この実態の把握は、非常に重要である。フィリピン・インドネシア・ベトナムにおいて、主要穀物である米・トウモロコシ・大豆・落花生および、その加工品のアフラトキシン含量を調べた結果、トウモロコシ・落花生および、その加工品(ピーナッツバター・ピーナッツテンペ)で、アフラトキシンB₁が検出され、食品の原料である農産物及び、その加工品にさらなる安全性の検討が必要であることが明らかになった。

ウ) 農産物の生理機能性の評価 (経常、国内：1996-)

農産物の品質要素の中で安全性・栄養特性などと並んで重要である生理機能性に着目し、タイから入手した100種の食用植物(野菜類)について動脈硬化やガン・肝疾患などの病因となる過酸化脂質の生成を抑える抗酸化物質および、発ガンのイニシエーションを抑える抗変異原物質等の検索を行い、インドセンダン(Neem)をはじめ、ショウガ科植物であるフィンガールートとガラंगाおよびタデ科植物であるポリゴヌム等に複数の活性が認められた。これらの植物に含まれる活性成分を単離し、化学構造を決定した結果、フィンガールートには2種類のフラバノン誘導体と2種類のカルコン誘導体、ガラंगाには2種類のフェニルプロパノイド誘導体が認められ、ポリゴヌムでは、4種類以上のケルセチン誘導体が確認された。また、東南アジア各地域に伝統的に生産される各種大豆発酵食品に含まれるマウス前駆脂肪細胞の分化抑制作用(脂肪細胞への分化を抑制す

る)を検討した結果、タイ醤油・腐乳・トアナウ・日本の味噌・醤油などに活性が認められ、日本の味噌からは、活性成分 (1R, 1S) -1-methyl-1,2,3,4-tetrahydro- β -carboline-3-carboxylic acid (RS-MTCA) が認められた。この物質は、マウス前駆脂肪細胞において、ホルモンによって活性化される細胞内のシグナル伝達の一部を阻害することにより、分化を抑制することが解明された。(経常)

エ) 食品のアレルゲン性予測技術の開発(経常、国内：1996-)

農産物の生産性・保存性の向上のために、遺伝子組み替え技術が先進国では既に実用化されはじめており、今後、その簡便性・利便性ゆえに開発途上地域にも導入されてゆくことが予想される。そのため、遺伝子組み替え農産物におけるアレルゲン性の増減を正確に評価する技術の開発を行った。

オ) 米穀類の品質評価・保全に関する研究(東北タイ・経常、国内：1997-)

タイにおける良食味米である香り米カオドマリ 105 の品質評価法として、精米に混米があることを検出できる精米中の DNA の差異を利用した品種判別法を開発し、市場品で分析を行い、混米判別に有効であることを確認した。また、香り米の評価指標である香りを理化学的評価により、客観的に評価するため、香り成分である 2-acetyl-1-pyrroline の化学的合成法を検討し、揮発性の高い本物質を正確に定量するため、重水素標識体を利用した同位体希釈法により分析する方法を確立した。この方法により、香り成分の生成部位を推定した結果、香り成分は炊飯中ではなく、植物体で生成していることが明らかになった。

カ) 東南アジアにおける米穀類の収穫後損耗の発生(経常、短期：1993,1997-1999)

多くの開発途上国において、収穫後の農産物の損耗は、主要穀物でおよそ 20～30%といわれており、生産された穀物の一部は、消費者に届くまでに貯穀害虫の餌となってしまっている。これらの損耗の実態は、評価手法がはっきりしないなどの問題があることにより、正確には把握されていない。しかしながら、生産性の向上の限界が言われており、収穫後損耗は食料問題解決に向けて、無視できない問題となりつ

つある。フィリピン・タイ・ベトナムにおいて、この収穫後損耗の主要な要因と考えられている貯穀害虫の調査を行い、熱帯地域においては、これらの害虫の天敵類が多く、特に農家倉庫においては、天敵の役割が大きいことが考えられた。

b) 農産物の利用加工技術の開発

開発途上地域では、所得の増大・食生活の改善に伴って、消費者の食に対する嗜好性が変化し、広域に流通可能な多様な加工食品への需要が高まっている。このために、各種の農産物に適した利用加工法を開発し、新規用途の開発及び農産物の高付加価値化をはかり、農民所得の向上に寄与し、農産物の安定生産に寄与する必要がある。また、開発途上地域では、農産物の商品価値がわが国に比べ著しく低いため、顧みられなかった副産物や、利用価値が不明である天然資源が多数存在し、これらの農産資源の中には、有効に転換利用出来るものが少なくないと考えられる。この分野に関連する主要な調査研究を以下に挙げる。

ア) タイ発酵性食物の微生物学的研究(経常、長期：1990-1995)

タイにおける伝統的発酵食品であるトアナウ(納豆のようなもの)の種菌からビタミン B₁₂ 生産菌を分離し、栄養的に優れたトアナウの生産を試みた。また、この菌の変異株からウラシルおよびクロラムフェニコール要求株を選抜し、これを日本の納豆菌と融合させることで、納豆菌にビタミン B₁₂ 生産能を取り込み、新たな食品加工技術を開発することを試みた。

イ) 低利用・未利用資源の有効利用技術に関する研究(経常、短期：1996・1999)

南米・東南アジアにおける未利用農産資源を調査し、ブラジルにおいては、大豆研究が立ち遅れており、油糧資源としてのみ大豆が利用され、今後食品素材として、大豆が注目されると考えられ、この分野の研究が重要になると考えられた。東南アジアにおいては、キャッサバ澱粉粕・バガス・ココナッツミルク粕・カシューナッツ果実・ヤシ油・コーヒー殻などがバイオマスとして利用可能であることが明らかになり、これらの変換利用技術の開発が重要であることが判明した。

ウ) インドネシアにおける地域農産物の品質評価および有効利用（地域農業、長期：1997-）

インドネシアでは、大豆から様々な伝統的加工食品が作られている。豆腐や無塩発酵テンペ・醤油様発酵調味液ケチャップ・味噌様発酵大豆タウチョ等の大豆発酵食品は、その土地の住民の貴重な蛋白源として、また調味料として重要な役割を果たしている。これらの伝統的加工食品は、従来、現地産の大豆を使用していたが、近年米国産を中心とした輸入大豆にシフトしてきており、持続的農業生産のため、現地産大豆の加工適性を検討するとともに、伝統的加工技術の改良を行う必要がある。このため、インドネシア大豆加工食品への加工適性を17点の大豆試料で分析し、大きく3グループに分類できることが判明した。また、多くの大豆発酵食品の源となる、大豆麹の微生物相を検討した結果、*Mucor/Rhizopus* 属が主要であるものと、*Aspergillus* 属が主要であるものの2グループに分類できた。後者のアフラトキシン生産能を検定した結果、25株のうち1株にアフラトキシン生産能をみとめた。この株は、種菌を使用せず、工場環境から成り行きで、生産されるもので、種菌の使用など、生産工程の改善により、アフラトキシン生産性菌株の混入を防ぐなどの対策を講じる必要があることが明らかになった。

エ) 大豆・米を中心とする食品加工保全流通技術の開発（中国食料資源、長期：1997-）

中国においては、近年の改革開放政策に伴い、食生活の西欧化が急速に進んでいる。しかし、西欧化に必須である畜産物の生産が需要に追いつかず、農産物はその代用となり、さらに広大な国土に適した流通利用適性を持った食品素材の開発が求められている。この中で、蛋白質素材としての大豆と、澱粉質素材としての米に着目し、既存の伝統技術も活かしながら、新たな食品加工技術を開発することを目的として、研究を行っている。この中で、わが国で開発・利用が進められている通電加熱技術を利用した薄皮豆腐の生産の効率化を検討し、品質の安定した製品を製造可能な技術を開発した。また、充填豆腐の製造の最適化や、新規の食品素材として、「大豆アイスクリーム」の作成を検討し評価したところ、アイスクリームの代替

品としての品質が良好であることが判断された。また、米について、今後消費増大が期待されるビーフンと、河粉（米うどん）の効率的な製造方法を検討した。中国東北部で生産されるジャポニカ米は、アミロース含量が比較的低く、炊飯用としては適しているが、米加工品への適性は劣っていることが判明し、高アミロース澱粉として馬鈴薯澱粉を加えると、米麺への適性が上がることを判明した。

オ) タイの多化性蚕繭の特性評価と利用（東北タイ、短期：1996-）

タイでは強健性で飼育の容易な多化性蚕の養蚕農家が多い。この繭からの絹織物は、丈夫で軟らかいと信じられているものの、太く節が多く繰糸方法も未熟なため、品質・生産性で通常の蚕より劣るとされている。しかし、多化性蚕の生糸・絹織物の物性評価の基礎データが無く、検討を行った結果、ある一種の繭から取れる生糸にオイリングすることにより、品質の欠点である節を減少させることが出来ることが判明し、生糸の品質向上が可能であることが判明した。

②飼料・畜産物の利用・加工と流通技術の開発

開発途上地域では、経済活動の活発化にともない食生活の高度化と多様化が進展し、現地に適した安全な畜産物の生産と加工技術の開発が必要となる。そのためには、飼料と畜産物の安全性確保技術、畜産物の貯蔵と品質の保持技術、畜産物の付加価値を高める新たな加工技術、未利用畜産副産物の活用技術等の開発が重要となる。その中でも、安全な畜産物の生産のためには、安心して家畜に給与できるサイレージ等の飼料の確保が必須であり、そのための品質評価法も確立する必要がある。

サイレージは熱帯地域でも反すう家畜の特に乾期の重要な飼料として広く認識されている。しかし、主として生産コストが高くつくなどの理由から、熱帯の開発途上地域では一般的な実用技術として普及していない。そこで、単年度研究としては、名久井忠は91年には、マレーシアおよびタイ国における飼料の調製・貯蔵に関して、オイルパーム茎葉（OPF）ならびにルージーグラスのサイレージ調製法の検討を行ない、OPFへの尿素添加割合は、発酵品質、変敗抑制の点から、2%が良く、ルージー

グラスの切断長は 10-20mm、詰め込み密度を 400Kg/m³ 以上が良質サイレージ調製の要点であることを明らかにしている。大桃定洋は、94年には、タイ国において、肥料等を投入しなくてもある程度の量を収穫できる12種の牧草(マメ科・イネ科)を用いてサイレージを調製し、その発酵品質を調べるとともに農家への普及の可能性を探ったところ、ルジーグラス、シグナルグラス、カウピーおよびピーナッツは易発酵性材料として利用できることを明らかにしている。しかし、酢酸発酵型であるために良質とは言えず、その原因究明(付着微生物相、単少糖類含量、緩衝能等)および何らかの発酵改善処理の必要性を認めている。

そのため、田中治は95年には、熱帯におけるマメ科植物8種およびイネ科植物7種を材料草とし、小規模のサイレージを調製してその発酵品質を評価し、併せてサイレージ発酵の重要因子であるこれら材料草の付着乳酸菌の菌数を調査した。材料草の付着乳酸菌の菌数はいずれの材料草においても 106CFU/g 以下であり、良質サイレージの調製に望ましいと言われる水準を下回っていたこと、乳酸菌無添加区のサイレージの pH は 4.9 から 6.5 と高い値を示し、これらの多くに酪酸臭が認められたこと、乳酸菌添加区のサイレージも pH が同様に高いものが多かったが、乳酸菌とブドウ糖の添加により、顕著な品質改善効果が認められたことを報告している。

篠田 満は、98年には、東北部タイにおけるネピアグラスの生育ステージとサイレージ調製時の細切処理がサイレージの品質および家畜の採食量に及ぼす影響などを検討した。そして、細切処理はサイレージの品質および飼料価値のいずれにおいても効果が認められ、埋草密度を高めるためにも有効であったこと、特に、栄養価の高い草丈 1m では効果が大きいこと、また、pH はネピアグラスサイレージでも発酵品質を表わす簡易な指標として有効と認められること、などを明らかにしている。

99年に原は、中国で採取したトウモロコシ茎葉サイレージの品質成分に関する予備的調査を実施し、一部のサイレージに、pH5 を越え、保存性の低下が懸念されるものをも認め、今後の保存性や貯蔵性のための検討が必要としている。2000年からは、大桃定洋により、タ

イにおける農業・農産物への乳酸菌の応用に関する研究が着手される。

③林産物の利用・加工技術

熱帯林を巡る国際的動向:森林育成の部門でも述べたが、1990年、熱帯林の推移に関する1980～1989年の10年間の国連統計が出され、消失面積はウルグァイ1国に相当する年平均約1,700万haが消失していることが明らかとなった。熱帯林は、25億人の家庭用エネルギーの確保、世界の遺伝資源の過半の保全、2億人の森林生活者の生活・食糧の確保、33開発途上国の主要輸出品確保、さらに大気・水など地球の肺として環境の質を維持するなどの場で、このような急速な消失はこれらの便益の減殺を世界にあたえることとなった。特に木材に関しては、貿易規模の縮小という形で多くの開発途上国に経済的な打撃をもたらしている。

このような背景を受け、1992年のブラジルでの国連環境会議では、気候変動等他の地球的規模の環境問題に加えて熱帯林問題が取り上げられ、「森林原則声明」が、さらに「持続可能な森林の管理経営」が提案され、承認した国は多く、全世界の森林の85%以上がこの枠組みの中に入った。南米諸国の Tarapoto グループとそれ以外の熱帯地域の ITTO グループが編成され、生態系保全、生産力維持、健全性維持、水土保全、炭素循環維持、社会経済的便益維持、法的・制度的枠組みの形成、という7「基準」を設定し、それぞれの基準の中に数量化できる「指標」を立てて森林を観測、情報公開することとなった。これによって林産物の持続的生産が可能となることが期待されている。

一方、イタリアでの賢人会議は、熱帯林保全には、アグロフォレストリーと流域管理、天然林の生態と管理、林木育種と選抜、林産物の有効利用と市場形成、森林政策と社会経済研究の重要性が指摘されている。林産物部門は未低利用木材の利用方法や、利用林産物として最も多い薪炭材の効率的利用方法の開発改善を含め、利用技術の改善がきわめて重要となる。さらに、天然林等からの利用の制限など持続的な利用に関する政策の研究も重要となっている。

熱帯農業研究センター(熱研)及び JIRCAS での熱帯林産物研究体制:戦後日本での木材を中心とした熱帯林産物の研究は現地での研究

が木材の識別についてわずかに行われた他は、貿易産品として国内に輸入される木材の識別研究が中心であった。この成果は、熱研の叢書第16号、熱帯の有用樹種として発行され、きわめて高い評価を受け、現在も海外で活躍する人々や国内で熱帯木材を扱う人々に広く使われている。

しかし、熱研で実際に林産物関連研究が始まったのは比較的遅く、開発途上国における林業研究の問題点解析のために研究技術情報官を配置した1989年以降である。研究技術情報官の配置は4年間に限られたが、森林育成部門で述べたように新規プロジェクトの開始につながり、また、今まで対応のなかった林産部門の情報収集も始まった。この情報収集は、熱研に研究者が不在であったので森林総研の協力の下、短期出張形式で行われ、また目的も今後の林産部門の研究展開に結びつける課題の発掘に焦点を当てた。結果として東南アジア諸国の木材などの林産資源や未利用木材資源の有効利用研究が特に重要であるとの結論を得ている。この結論を基にその後の、JIRCAS 林業部の設置に伴う研究課題として現在の課題が設定された。また、JIRCAS 発足後の研究サイトと相手機関の選別にも重要な役割を果たしている。このように研究技術情報官の設置は林産研究の開始にも多大な影響を与えたとして評価される。

1993年、JIRCASの発足によって、新たに部長以下9名の林業部が設置され、従来の林業研究に加えて林産業に係わる研究員が配置され、対象地域も熱帯・亜熱帯地域から開発途上地域へと広がった。これによって開発途上地域の林業・林産業に係わる研究の総合化を図る体制がある程度整った。ただ、林業・林産業研究は社会経済から森林造成、林業機械、林産物利用研究までと多岐にわたり、森林総研など関連研究場所との共同研究を行うにしても8名という限られた研究資源の効率的活用を図るためには地域や対象の重点化は依然必要である。1995年の研究レビューにおいても、研究資源の有効活用という観点から日本と経済的にも林産物貿易からもつながりの大きい、東南アジアの熱帯地域を中心とした開発途上地域への集中的展開の必要性が指摘された。したがって、情報の収集研究を除き、主として国別、地域別の特

徴を捉えた東南アジアに軸足をおいた研究を展開することとなった。

林業部発足当初は森林育成分野の研究者のみであったが、1995年からは林産業分野として木材化工研究者1名が配置された。したがって、現地を中心としたまとまった林産業研究はこの時期の開始となる。その後、重複することはあったが現在もなお、1名体制で森林総研からの短期出張者を加えて研究が推進されている。

JIRCASにおける研究の焦点：アジアの熱帯地域における木材資源の利用は天然林からのフタバガキ科の樹種に大きく依存していた。しかし、熱帯林の保全、あるいは持続可能な森林経営等の観点から、今後の木材資源の利用は人工林からの造林樹種に大きくシフトすることが予想されるため、熱帯の主要な造林樹種であるユーカリ類、マツ類、アカシア類、チークの中から、これまでに2-3の樹種を選び、木材の有効利用に関する研究を進めることとした。さらに、他の未利用林産資源の研究も重要と位置づけた。林産業研究はしっかりした設備が必要であるため、施設が整備されているという条件が必要である。さらに、ある程度高いレベルの研究員の存在がないと効果が少ないという問題もある。これらの条件を勘案して、相手機関としてマレーシア理科大学を選定した。

アカシヤマンギウムは1966年にオーストラリアからマレーシアのサバ州に導入されて以来、マレーシアやインドネシアを中心に造林が進められてきた。その過程で、アカシヤマンギウムには、ハートロットと呼ばれる心材部の腐朽が地域によっては高い頻度で発生し問題となっており、解明が求められていた。また、チークは、高い耐久性や寸法安定性、美しい色調から高級樹種として世界的に知られており、多くの国々で広く造林されている。この高い耐久性の原因究明は他の林産資源の材質にも関わるので同様に重要と位置づけられている。さらに、マレーシア国内問題として世界一の生産を誇るオイルパームの樹幹、空果房などの未利用資源の活用もマレーシアに限らず東南アジアでは重要と考えられる。したがって、林業部ではこれらの研究を中心におくこととした。

林産研究の成果：そこで、立木段階でハートロットの存在を検出できるかどうか、非破壊検

査方法の適用を試みた。そして、樹幹の打撃により発生する弾性波の横断方向への伝搬速度を測定し、その速度からハートロットの有無について判定できることを明らかにした。伝搬速度は、ハートロットが存在する個体では、概ね 800-900 m/s 以下であり、健全個体では 1000 m/s 以上であった。間伐木の選定に際しては、弾性波あるいは超音波の樹幹中の伝搬速度の測定により、ハートロットを有する個体を選ぶことが可能である。

ハートロットの調査の過程で、アカシアマンギウムは、心材の生材含水率が辺材に比較して著しく高い多湿心材を有する個体が多いことが明らかにされた。多湿心材は木材利用に際して、乾燥コストの上昇を招くなど欠点と考えられている。多湿心材の存在が知られている幾つかの温帯産樹種では、心材部ではミネラル含有量の増加やバクテリアの繁殖などの現象が報告されているが、アカシアマンギウムではその兆候は見られなかった。カルシウム、カリウム、マグネシウム、ナトリウムの樹幹内分布は、形成層で最大値を示し、心材に向けて減少する正常なパターンを示した。アカシアマンギウムの多湿心材の形成は、病理的な現象ではなく、樹種や系統に固有であると考えられた。アカシアアウリカリフォルムスには多湿心材は存在しなかったが、アカシアマンギウムとのハイブリッドには一部に多湿心材が認められた。その高い耐久性には、カウチュークと呼ばれるゴム状物質が関与することを示した。カウチュークは辺材外部には存在せず、辺材中央部の柔細胞で形成され始め、辺材が心材に移行するときに大量に形成され、隣接する木繊維にも移動する。心材形成の段階で、カウチュークは細胞壁内腔に沈着し、チーク材に高い撥水性を付与する。アセトンによりキノン類等の抽出成分を除去したチーク材では、木材腐朽による重量減少率が増加し、続いてクロロフォルムによりカウチュークを除去した材では、更に重量減少率が増加した。チークの高い耐久性は、キノン類等の抽出成分とカウチュークの相乗作用によると考えられた。

オイルパームの有効利用研究の成果は、維管束を繊維化して利用するため、蒸煮爆砕された葉柄の組織の表面性を調べた。X線光電子分析によると、維管束から分離した木繊維の外表面

では、O/C比(酸素/炭素の比)が低下し、C1sスペクトルのC1要素(C-C, C-H結合)が増加し、疎水化した。これは、蒸煮爆砕処理により木繊維の2次壁のリグニンが可溶化し、木繊維の外表面に移動して一部が再沈着したことに依る。これらの結果から、蒸煮爆砕された維管束は、接着性には問題があることが示唆された。オイルパーム空果房をクラフト、ソーダ、ソーダ・アントラキノン蒸解し、環境負荷低減のため無塩素漂白、すなわち、酸素・酸・オゾン・過酸化水素の4段階漂白を行った。クラフト蒸解・無塩素漂白で得たパルプは白色度80-90%を示し、塩素漂白と同程度の値となった。手漉きシートの引っ張り、引き裂き、破裂強度は広葉樹並であり、満足できる結果であった。

2000年以降は持続的な経営がなされる森林からの木材資源が国際流通の主流になり、天然林からの木材資源への依存は減少すると考えられている。そのため、今後の人工林材の需給予測についても調査研究を行ってきた。現在、人工林由来で最も多量に製材品として利用されているパラゴムノキは、資源の不足が予想されており、とりわけマレーシアでは深刻な問題になると考えられている。今後の安定的な供給地としてはインドネシアとベトナムが期待されている。インドネシアのスマトラ島はインドネシアのゴム園面積の72%を占め、とりわけ大規模林の割合が39%と高いことが特徴である。2010年以降は、ベトナム南東部が、社会基盤整備に伴いパラゴムノキを原材料とファイバーボード等の面材料工業の地となることが予想される。パラゴムノキは、あて材の存在や小径木が多く製材歩留りが低いため、利用方法は製材からファイバーボード等にシフトすると考えられている。

今後の展開:持続可能な森林管理に関わる国際的な枠組みは熱帯諸国でも重要な位置づけとなっており、今後はこのような方式で生産された木材等の林産資源が求められることとなる。特に貿易に係る林産物については、将来的にはITTOグループでは2000年目標と呼ばれる基準が必要となる可能性が高い。このような林産物の認証制度は他にもあり、森林管理協議会(FSC)による認証制度や国際標準協議会によるISO140001基準もある。今後の研究の展開に際してはこのような認証制度も意識しつ

つ進める必要がある。

このような国際的な枠組みや認証制度を意識した研究展開のためには、森林総研を中心とした関連研究機関等と、途上国林業以外の林産業研究についての意見交換や共同研究などの相互連携が今以上に必要となる。同じく開発途上国との技術協力を進めている JICA 森林・自然環境協力部や OISCA などの NGO 団体とも相互に連絡を取りながら研究を進める必要がある。さらに、国際的にも多くの側面での連携が重要で、大学や研究所の他に APAFRI（アジア太平洋林業研究連合）や CGIAR 機関等と良好な関係を今後も保つ必要がある。

いずれにせよ、人員と予算が限られているという事情は認識する必要があり、地域と研究課題の重点化は今後も最重要の命題で、あれもこれもという一見美しいが散漫な対応を避け、愚鈍でも着実な研究の推進が必要である。ただし、国研の社会化といわれる独立行政法人化に求められる社会への説明責任は常に意識しておかねばならない。

④水産物の利用・加工技術

a) 目的

中国の淡水漁業生産量は 1997 年に 1,425 万トン記録した。この半世紀の間に 15 倍にも増加したことになり、世界の新しい動物タンパク資源として注目されている。しかしその利用の状態は、依然として効率の悪い活魚流通が大半であり、生鮮や凍結での流通もなく、加工製品も皆無に近い。この状態を改善し、動物タンパク質の安定広域供給と同時に豊かな食生活を保証するため、広域流通・安定貯蔵・多様な製品化の三条件を同時に可能とする凍結すり身開発共同研究に着手し、平成 11 年度までに中国淡水魚生産量の 80% 以上を占める 7 種すり身品質評価を完了した。以下にこれらの概要を報告する。

b) 結果の概要

ア) 淡水魚すり身品質総合評価

淡水魚も海産魚と同じようにそのすり身特性は魚種によって異なり、スケトウダラ型と非スケトウダラの二つのグループに分類できることを明らかにした。次に個々の魚種のゲル形成能力を比較検討したところ、テラピア、草魚、ハクレン、コクレンはすり身原料として充

分利用可能であると評価された。

イ) 魚肉豆腐の開発

中国産大豆分離タンパク質とハクレンすり身を効果的に組み合わせることで、中国では初めて魚肉豆腐の試作品が完成した。大豆は淡水魚特有の臭みをマスキングし淡水魚の風味を引き出す効果と魚肉のテクスチャーを柔らかく改良する効果に優れた特性を持つことが分かった。したがって大豆タンパク質の利用はコストの軽減に繋がるだけでなく、淡水魚の欠点を改善する積極的な効果があり、中国の人たちによる官能試験の結果でも高い評価を得ることが出来た。

ウ) 魚肉接着技術の開発

魚肉を一定の形状に成形したり、くず肉を張り合わせて大きくする技術が求められている。

約 3% 食塩を直接魚肉にまぶしトランスグルタミナーゼを作用させて 30℃ の温度で約 2 時間予備加熱することがトランスグルタミナーゼ製剤のタンパク質架橋効果を発揮させるのに効果的であった。このようにして接着した草魚の魚肉は温湯や加熱油で処理しても全く崩れることがなかった。

エ) 魚肉の低温簡易乾燥技術開発

草魚の魚肉を密封状態のシリカゲル乾燥剤（重量比 1:1）の中に置き 0℃ で 24 時間後には含有水分の半分以上も除去される。しかも低温で乾燥が進行するため、タンパク質の変性がほとんどなく、水戻しすると生肉に近い状態に復元することが分かった。シリカゲル乾燥は機械乾燥よりエネルギーコストが安く、設備も簡易な密閉装置で充分なので、発展途上国の乾燥技術として有望と思われる。

オ) 淡水魚すり身の凍結変性防止技術

魚肉を水晒しすると魚肉は凍結変性を受けやすくなるが、糖類などの凍結変性防止剤を添加混合することで、-20℃ で凍結貯蔵した場合には凍結速度の遅速にかかわらずゲル化タンパク質のミオシンはほぼ完全に安定化でき、アクチンとの相互作用関係も安定に保持されていることがハクレン魚肉で確認された。さらにエネルギーコストの安い -10℃ で貯蔵した場合でもミオシン分子の尾部部分の変性が僅かに起こりやすくなるものの費用対効果の関係から現実的な選択範囲内にあると思われる。

c) 成果の活用面と留意点

以上で明らかにした中国淡水魚のすり身のゲル形成特性、製品開発技術、および凍結貯蔵技術等に関する成果は、中国国内でのすり身関連産業の起業化に向けて活用することに重要な意義がある。そのために1999年3月には淡水魚の資源、流通、加工に関する総合的な第1回ワークショップを開催し、続いて、1999年12月には中国ですり身を産業化することに焦点を絞り第2回ワークショップを、いずれも上海水産大学で開催した。さらにワークショップ参加企業のなかで淡水魚すり身加工食品の試作の希望があり、日本の食品メーカーにも試作を依頼し試作品の展示と試食を目的とした第3回ワークショップを2000年3月に上海のレストランで行った。なお一部成果は中国国内では初めての試みもあり、中国国内での特許の取得も視野に入れている。

d) 残された問題点とその対応

中国での淡水魚すり身化の産業化には、すり身加工技術の普及、コールドチェーンの整備など大きな問題が残されており、中国の食品業界が産業化に着手するにはまだまだリスクが大きいと予測されるため、次のステップとして日本の民間活力を導入しつつJICAなどの国際協力を推進することが必要と考える。

4) 生物資源の保存、生物機能の解明と利用技術の開発

①生物多様性の解明と保全技術

a) 東南アジアに分布するアズキ近縁野生種の遺伝的多様性（平成4～13年度：生物資源部、沖縄支所）

アズキやリョクトウの属するササゲ属アズキ亜属には10種以上の野生種が存在する。これら野生種は栽培種がもたない貴重な遺伝子の供給源となる可能性が高く、品種改良の素材として重要である。しかし分類学的研究が遅れており、これまで遺伝資源収集が行われていなかった。そこで東南アジアを中心に探索・収集し、多くの野生種の収集に成功し地理的分布を明らかにした。また、種間の類縁関係や遺伝変異の多様性を細胞遺伝学的手法、DNA、アイソザイム分析等の手法を用いて明らかにした。今後さらに収集を続けるとともに環境ストレス抵抗性、病虫害抵抗性育種等の育種素材とし

て有効利用を図っていく。

b) 熱帯アジアのマメ科作物野生種の分布と生態に関する調査研究（平成6～8年度：企画調整部、生物資源部、委託[琉球大]）

マメ科植物は重要な食用作物を多く含み、生産性向上や種子成分の品質向上は、急増する世界人口を支えるために重大な意義を持っている。しかし品種改良のための有用な遺伝的多様性を期待できる近縁野生種の分類学的研究・収集・保存は極めて不十分な状況にある。そこで熱帯アジアにおけるマメ科作物の近縁野生種の分類学的・生態学的研究を進め、遺伝資源の収集・保存をはかるために現地調査を行った。その結果、タイ国北部で96種189点、マレー半島で3種13点、ベトナム北部で48種57点のマメ科近縁野生種および栽培種を収集した。特にアズキ・リョクトウ類（ササゲ属アズキ亜属）に属する野生種の生育地を相当数発見し、多くの種子を収集できた。これらの効果的な利用方法を確立するために収集した遺伝資源の有用変異の評価を進めている。

c) 中南米原産地下作物の遺伝的変異の解明（平成4～9年度：生物資源部）

ヤーコンはキク科の作物で南米のアンデス高地原産で、その塊根は子供や病人用に健康食品として利用されている。ヤーコンの塊根中の含有糖類の約90%がフラクトオリゴ糖であり、機能性成分であるフラクトオリゴ糖の供給素材作物として有望である。本課題では、ヤーコンの遺伝資源の維持・評価・利用を拡大する為に、それらの細胞遺伝学的特性を明らかにし形態分類を試みた。ヤーコンの染色体数は58本で、基本数には7と8の2種類のゲノム（AとB）が存在しゲノム構成は6A+2Bの異質八倍体であることを明らかにした。染色体数が87本の中間型品種は9A+3Bの異質十二倍体である。また、栽培品種は簡易形態分類法により5型の形態型に分類し、中間型はペルーA型とペルーB型間の品種間雑種由来であることを明らかにした。更に、難開花性のヤーコンをヒマワリ台木に接ぎ木することにより、開花誘導・促進が可能であることを原産地で実証した。

- d) 栄養繁殖性熱帯作物遺伝資源の特性評価と長期保存法の確立(平成4～11年度：沖縄支所)

開発途上地域に原産する栄養繁殖性作物は遺伝的多様性に富み遺伝資源として貴重であるが、遺伝資源の保存・管理及び有用特性利用に必要な技術の確立や情報の集積は充分に行われていない。本課題では、長期保存法を開発するとともに有用特性の評価を行い、栄養繁殖性熱帯作物遺伝資源の喪失回避及び育種への利用を促進することを図った。超低温保存には、莖頂の最適条件を設定することが高い生存率を得るために重要であり、大きな種間差があるガラス化液処理害を最低限に抑さえ十分な脱水が行える条件を設定することが必須であった。タロ、バナナ及びシロギニアヤムについてはガラス化法による超低温保存法を初めて確立した。サトウキビの生長が緩慢な原因は、比葉面積(SLA)が小さいことに起因することが判明し、大きなSLA値を示す*Saccharum sinense*種と*Erianthus*属植物を品種育成に活用することで、初期生長の良好な品種を育成することが可能であることを示した。南米産ヤーコン品種間のオリゴフラクタン含量には幅広い変異が存在しているので、乾物重を簡易育種指標としてオリゴフラクタン含量を高くする品種改良が可能であることを示した。

- e) 熱帯マメ科作物の不良土壌適応性機構の解明(平成4～9年度：沖縄支所)

熱帯地域では、強度の酸性およびアルカリ性土壌が広く分布しており、酸性土壌ではリン欠乏、アルカリ性土壌では鉄欠乏による作物生産阻害が著しい。熱帯地域では、肥料の十分な施用は経済的に困難であり、作物のリンおよび鉄吸収力を遺伝的に向上させることが望まれる。熱帯地域で広く栽培されているマメ科作物について、鉄吸収力に関する生理的特性を明らかにする。ヒヨコマメおよびリョクトウの鉄欠乏に対する耐性の品種間差異を、沖縄およびタイ国のアルカリ土壌において検討し、品種間に大きな耐性の差異があることを明らかにした。また、水耕法を用いて1) 耐性品種は感受性品種に比べて、鉄欠乏に反応した培地の酸性化能が高いこと、2) この鉄欠乏に反応した培地の酸性化は、根の細胞膜上のプロトンポンプの作用

によるものであることを明らかにした。さらに、プロトンポンプの遺伝子の一部をクローニングし、根の先端部位における遺伝子の発現特性を示した。本研究は、1998年の土壌肥料学会奨励賞を受賞した。

- f) マイコプラズマ様微生物の遺伝情報の解析とその利用(平成5～7年度：生物資源部)

イネ黄萎病(RYD)、サトウキビ白葉病(SCWL)、ゴマフィロディー(SP)などの病気は、マイコプラズマ様微生物(MLO、現在はファイトプラズマと改称)と呼ばれる細菌が病原であるが、MLOの性質は明らかではなかった。本研究により以下の知見が得られた。(1) クローン化したMLOのDNA断片をプローブとして、各MLOが容易に検出できる。(2) 各MLOのDNAのG+C含量は20-30%と低く、染色体以外にプラスミド様の低分子DNAを持つ。(3) タイのRYDは日本のそれと非常に近縁である。RYDとSCWLは近縁である。SPはりんどうてんぐ巢病に近い。(4) MLOは病徴の激しい部位に必ずしも多くない。(5) 東北タイのイネ科雑草のMLOはSCWLと近縁であるが同一でない。雑草にフィロディーやてんぐ巢症状を起こすMLOはSPに近縁であり、少なくとも2種のMLOがフィロディー症状に関与している。今後はMLOを防除するために、プローブ等を用いて抵抗性品種を選抜する必要がある。

- g) カンキツグリーニング病病原体の検出・制御技術の開発(平成7～12年度：生物資源部)

カンキツグリーニング病はアジア、アフリカの熱帯・亜熱帯地域におけるカンキツの最重要病害である。病原体(GO)は細菌であるが性状が明らかでないため、有効な検出法がなかった。本研究では、(1) PCRにより感染カンキツ葉からGOの16S rDNAあるいは16S-23S rDNA断片を検出する方法を開発するとともに、(2) カンキツの黄色斑紋、葉脈黄化、葉脈のコルク化を呈した葉からGOを高率で検出できること、(3) 媒介虫のミカンキジラミ1匹からのGO DNAの検出が可能であること、(4) タイの7株のGO rDNA断片1167bpの塩基配

列は全く同じであり、タイ株とインド株とは97.5%の相同性をもっていたこと、および(5)媒介虫の好むゲッキツからはGO DNAは検出されず、本植物が中間宿主である可能性が低いことが明らかになった。今後は途上地域向けの安価な検出法の開発と、グリーンング病抵抗性素材の探索・開発に関する研究が必要である。

② 生物機能と生物間相互作用の解明

開発途上国の乾燥、寒冷、塩などの環境ストレスの大きな生育限界地におけるの農林水産業は、温帯先進国の研究蓄積を基にした技術開発では困難なものがあり、生物機能や生物間の相互作用について、基礎まで深く掘り下げた研究が必要である。解決すべき問題は多岐にわたるが、開発途上地域の技術開発に大きな波及効果が期待される課題を取り上げ、生態学、生理・生化学、分子生物学等関連分野の手法を駆使した研究を推進している。

篠崎和子らは、1993年国際農林水産業研究センター(JIRCAS)の開設にあたり、国内研究の充実が計られたのを契機に、開発途上地域にとって重要で、技術的に困難とされていた乾燥・塩害・凍結などの劣悪環境耐性作物の分子育種を研究目標とした。これまでに農水省の予算の他、生物系特定産業技術研究推進機構や科学技術振興事業団等による予算のサポートを受け、4本の研究課題を密接に関係づけながら推進してきた。

まず第一は乾燥耐性に関与する有用遺伝子群を単離する研究である。そのため、西アフリカの乾燥地帯で栽培されている乾燥耐性な豆科の作物であるカウピーとモデル実験植物として注目されているシロイヌナズナを研究材料として選定した。乾燥耐性機構で働く遺伝子のcDNAをシロイヌナズナから36種類、カウピーから10種類をクローニングした。これらの遺伝子群の機能には非常に多様性があり、その遺伝子産物群の協同作用により、乾燥から植物細胞が保護されていると考えられる。これらの遺伝子産物には水の細胞内輸送を行う水チャンネルタンパク質や変性タンパク質を再生するシャペロン、高分子物質の保護タンパク質であるデハイドリン、適合溶質である糖やプロリンの合成酵素等多数が挙げられる。これらの遺伝子産物のうち特に適合溶質であるプロ

リンの合成酵素について詳しく解析した。プロリンはグルタミン酸からP5C合成酵素とP5C還元酵素の2つの酵素によって合成されるが、特にP5C合成酵素の遺伝子が乾燥ストレス誘導性遺伝子であり、乾燥ストレス下においてプロリン合成の律速酵素として働いていることを明らかにした。また、プロリンの分解酵素であるプロリン脱水素酵素遺伝子を単離し、給水時にプロリンによってこの遺伝子が発現誘導されプロリンを分解することも明らかにした。さらに、最近プロリン脱水素酵素のアンチセンス遺伝子を導入した遺伝子組換え植物を用いて、実際に乾燥耐性植物の開発に成功した。

ドイツや米国には、乾燥に対して特別な耐性を示す復活植物やアイスプラントを用いて、乾燥時に働く遺伝子の研究を行っているグループがある。これらの植物を用いた場合も、我々の研究グループと同様の乾燥耐性遺伝子群が単離されており、普遍的に高等植物が陸上化するために獲得してきた遺伝子群である事が示された。一方、単離した環境ストレス耐性遺伝子を導入して耐性植物を作出する研究も行われている。プロリンと同様の適合溶質の働きを持つ糖やベタイン等の合成酵素の遺伝子を導入して、塩耐性や低温耐性植物を作出した研究やデハイドリンの遺伝子を導入することで乾燥耐性植物を作出した研究などがある。しかし、これらの遺伝子組換え植物の耐性度の向上はわずかなものであり、実際に劣悪環境地で栽培可能な耐性度の高い植物を開発するためには、耐性機構に関与する多くの遺伝子の発現を複合的に変化させることが有効であると考え、研究を進めた。

第二は、乾燥・塩・低温耐性遺伝子群の働きを調節する制御遺伝子を突き止める研究である。耐性度の高い組換え植物を開発するためには、複数の乾燥耐性遺伝子群の発現を制御するマスターキイの役割を持つ転写因子と呼ばれている制御因子の遺伝子を明らかにして、これを改変すれば良いと考えた。これまでに単離した40種以上の乾燥耐性遺伝子の発現制御機構の解析を行った。その結果、これらの遺伝子は少なくとも4種類の制御機構を介して発現していることを明らかにした。二つは植物ホルモンであるアブシジン酸(ABA)を介して制御されており、残りの二つはABAを介さないで制

御されている。ABA を介している 2 種類の経路のうち一つはタンパク質の合成を必要としている。また、ABA を介さない経路のうち一つは乾燥や塩の他、低温ストレスにも応答する。我々はそれぞれ四つの経路で代表的に制御されている遺伝子を選び、その発現を制御する転写因子の遺伝子の単離に取り組んだ。これまでに、三つの経路で働く転写因子の遺伝子の単離に成功している。これらの遺伝子はそれぞれストレス耐性遺伝子群のマスターキーと考えられ、これを利用すれば同時に複数の遺伝子の発現を改変することが可能であり、高レベルのストレス耐性を植物に付与できると考えられた。

第三に、乾燥応答性プロモーターを単離する研究を行った。ストレス耐性獲得に働く遺伝子は成長に対してマイナスに働く場合が多い。例えば、植物ホルモン ABA はストレス耐性に重要な遺伝子群の発現制御に関わる情報伝達を行っているが、ABA には成長阻害効果もあるため、常に植物内の ABA レベルを高い状態にすると植物の生育が阻害されてしまう。ストレス耐性遺伝子を導入した場合も、常時働かせると生育阻害を引き起こす可能性が高い。そこで、実用的なストレス耐性遺伝子組換え作物を開発するためには、ストレス条件下で特異的に適切な組織で遺伝子の働きを調節するプロモーターを単離することが重要である。これまでに乾燥ストレスによる遺伝子発現制御系で働く 4 種のプロモーターを単離することに成功した。これらのプロモーターはすべて乾燥ストレス誘導性であるが、ストレスに対する応答時間や強さがそれぞれ異なっている。また、植物ホルモンの ABA に応答したり、低温に応答するものもある。導入する有用遺伝子によってこれらのプロモーターを使い分けることにより、実用性の高いストレス耐性組換え植物が開発できると考えられる。

第四は、劣悪環境ストレス耐性植物を開発する研究である。これまで述べてきた転写因子の遺伝子と乾燥応答性プロモーターとを組み合わせ、実際に環境ストレス耐性植物の開発に取り組んだ。乾燥や塩や低温に応答する遺伝子発現経路で働く転写因子 DREB1A をコードする遺伝子を、ストレス誘導性の rd29A プロモーターとつないでシロイヌナズナに導入した。

rd29A プロモーターは乾燥だけでなく、塩や低温にも応答する。これらのストレス状態になると、その下流に存在する遺伝子を短時間のうちに非常に強く発現させる特徴を持っている。得られた遺伝子組換え植物を解析した結果、どの植物もこれまでにない高レベルの乾燥・塩・低温耐性を示した。また、この植物はほとんど成長阻害は示さなかった。このように、ストレス誘導性プロモーターとストレス耐性機構で働く転写因子の遺伝子の組み合わせは、ストレス耐性植物の分子育種にきわめて有効であることが示された。我々は rd29A プロモーターと DREB1A 遺伝子をタバコに導入して耐性植物の作出に成功している。さらに、乾燥、塩、低温に強い他の作物や樹木の開発にも応用していけると考え研究を進めている。ストレス耐性植物の開発に用いる有用遺伝子としては、転写因子の遺伝子の他、乾燥や塩や低温ストレスのセンサー遺伝子の利用も考え、遺伝子単離を行っている。プロモーターに関しては重要な領域を明らかにすることで、より正確な導入遺伝子の発現制御を実現しようと試みている。

熱帯・亜熱帯の多様な生物相はきわめて複雑で、要素間の相互作用は解明されていないことが多いため、生物間の複雑な相互作用を生理、生態的に明らかにすることによって、脆弱な自然生態系を保全しつつ持続的な生産を可能とする生態的制御技術を確立し、生物間相互作用の合理的利用を図ることが重要である。本研究課題では、マメ科植物に感染するウイルスを中心に、その抵抗性の特性を明らかにするとともに、ウイルス遺伝子の構造と抵抗性との関係を解明している。中島一雄らは、東北タイの畑作地で発生しているサトウキビ白葉病ファイトプラズマはイネ科雑草のファイトプラズマに近い異なる DNA を有していることなどを明らかにした。これらの業績に対して、平成 8 年日本植物病理学会の学術奨励賞を受賞した。

③生物資源の利用技術

開発途上地域の多くの国では、家畜等の遺伝・育種改良が、農林水産業の生産力向上と安定化に大きな役割を果たしていることが多い。富樫研賢はトリパノゾーマ抵抗牛育成のため、ケニヤに飼養されている乳牛フリージャン種の乳量記録から、生産性としての乳

量、生存性としての牛群滞在日数を取り上げ、その両者の遺伝的関係を解明する方法を開発した。生産性のみで選抜した場合には、アフリカ牛では生存性の遺伝能力を失う可能性が示唆された。DNA マーカーを基に種畜の遺伝能力を推定する場合には大きな遺伝的効果を持つ DNA マーカーを選択し、それを基に推定するが有効であることを明らかにした。小松正憲らはフィリピン在来牛 3 種ゲノム DNA を採取してミトコンドリア DNA 型分析から 7 タイプに分けられるが、大きくはホルスタインを含むグループとブラーマンを含むグループの 2 グループに分けられることを明らかにした。また、フィリピン在来豚 3 種のミトコンドリア DNA 型分析から 3 種はそれぞれ異なることを明らかにした。最近の発生工学と胚操作の進展がめざましく、遺伝子改変動物の有用性に注目が集まっている。そのため、山口学らは中国内モン自治区の膨大な山羊資源の利用の可能性について検討し、遺伝子改変動物の作出に必要な卵子の採取と培養法、体外受精法の予備的試験を行った。エンドファイトには、植物体を病害虫の感染から防御し、植物の生長促進、永続性、窒素固定などの有用性が認められており、イネ科牧草等への新たな有用機能付与技術として期待されている。安藤康雄は、海外の各種植物からエンドファイトを広く探索し、その有用機能を探索し、発現機構を解明し、エンドファイトの牧草類への利用技術の可能性を検討している。

また、農作物の遺伝・育種改良を通して農林水産業の生産力向上と安定化に大きな役割を果たすため、地域の重要な農作物の遺伝的特性を評価して有用形質を検索し、育種素材として積極的に有効利用するとともに、手法開発および効率的な選抜・増殖技術を開発し、品種改良を行っている。

a) 稲遺伝資源の評価と利用

マレーシア農業開発研究所 (MARDI) との共同研究では、熱帯農業研究センター設立

(1970 年) 以前から、国際援助計画「コロソ・プラン」などに基づいて、州の稲作試験地において 1958 年から行われていた。二期作用水稻品種 “Malinja” (1964 年) 及び

“Mahsuri” (1965 年) の育成は、東南アジア

における技術協力の中で最も画期的な成果の一つとされている。特に、“Mahsuri” は、1990 年代にもバングラデシュなどで広く作付けされており、東南アジア各国で広範に普及した。これら 2 品種育成の業績に対して、1977 年度の日本熱帯農業学会賞が授与された。1971 年からは、MARDI を主たる対象機関として、稲育種に関する共同研究が行われた。MARDI では、稲育種の主体はマレーシア側となり、日本側はその基礎的な研究を支援することとなった。MARDI との多年にわたる稲育種の共同研究は、1997 年度をもって一応の終止符を打った。1990 年代以降を中心とする共同研究の主な成果は、次のとおりである。根本博 (1989.7 ~ 1992.6) は、ツングロ病の抵抗性育種を中心とする共同研究を行った。同病害に関与する媒介虫とウイルスに対する品種抵抗性の遺伝と、従来の抵抗性品種の抵抗性崩壊の機構を明らかにした。岡本正弘 (1992.5 ~ 1994.11) は、マレーシア産米の品質向上のために、炊飯米の食味検定法の確立による良食味品種育成に関する共同研究を行った。良食味米のアミロース含量とタンパク含量との相互関係を明らかにするとともに、ピーカーによる少量炊飯法が選抜に適用できることを明らかにした。加藤浩 (1994.11 ~ 1997.10) は、水稻生産性拡大のためのハイブリッド品種育成に関する共同研究を行った。国際稲研究所が育成したハイブリッド品種の中から、マレーシアに適應する組合せを見いだした。また、効率的なハイブリッド種子生産のための体系を提案した。

中国雲南省農業科学院 (YAAS) との共同研究では、「遺伝資源利用による水稻の耐冷・耐病・多収性品種育成に関する研究」が、YAAS と熱帯農業研究センターとの間で 1982 年に開始された。本研究は、1982 ~ 1984、1985 ~ 1987、1988 ~ 1991 年度の 3 期に分けて実施された。引き続き、「新技術による稲遺伝資源の評価及び利用技術の開発に関する共同研究」が 1992 ~ 1996 年度に実施された。1997 年度からは、中国水稻研究所との「遺伝資源の特性評価、新品種素材の開発と利用」に関する共同研究の中で、研究支援機関として YAAS は位置づけられている。JIRCAS の招へい共同研究などが活用されている。本共同研究によって日中両国それぞれ 727 品種の交換が行われた。日本

稲遺伝資源は、雲南省における新品種育成の母本として用いられた。日本に導入された雲南稲遺伝資源は、耐冷性、低温発芽性及び病害抵抗性などの母本として活用されている。本共同研究によって15の水稲新品種が育成された。これらは、1999年現在雲南省内の20万ha以上に栽培されている。この業績によって、日中稲育種グループ（日本側17名、中国側32名）に日本育種学会賞が2000年4月に授与された。また、中国雲南省政府より、日本側長期派遣研究員17名に対し、栄誉賞が1997年8月に授与された。中国水稲研究所（CNRRI）との共同研究では、総合研究プロジェクト「中国における主要食料資源の持続的生産及び高度利用技術の開発」（1997～2003年）が実施されており、その一環として「遺伝資源の特性評価、新品種素材の開発と利用」（1997～2003年）の共同研究が、CNRRI（浙江省杭州市）で行われている。1999年3月から國廣泰史がCNRRIへ長期派遣され、「中国原生遺伝資源の特性評価と利用及び新技術による新品種素材の開発」の課題のもとに、安定・多収の新品種素材の開発を行っている。また、CNRRIとの共同研究「害虫の総合的防除」に関する研究課題で、セジロウカ抵抗性の有望な遺伝資源が見いだされており、その育種的な利用が図られている。

国際稲研究所（IRRI）との共同研究は1960年代から稲育種に関する共同研究が行われてきた。1984年度からは、農水省経済局主管の特別拠出金による共同研究が行われている。第Ⅰ期共同研究「灌漑水田の少資材型稲作技術の開発」（1984～1989年）において、小川紹文（1982.9～1985.3熱研派遣；1985.5～1988.3拠出金研究）は、白葉枯病抵抗性遺伝子の同定と国際判別品種の開発に関する研究を行った。本研究は、白葉枯病細菌の病理学的研究を日本で山元剛が分担し、育種学的研究を小川紹文がIRRIで行い、両者の協力によって効率的に実施された。本研究の「稲白葉枯病抵抗性に関する遺伝育種学的研究」の業績によって、日本育種学会賞が1995年4月に授与された。第Ⅱ期共同研究「熱帯における稲二期作の安定化技術の開発」1989-1994年において、池田良一（1988.4～1993.3）は、ツングロ病抵抗性の遺伝分析と準同質遺伝子系統の育成を行った。ま

た、高度抵抗性を持つ野生稲系統を見いだした。第Ⅲ期共同研究「遺伝資源拡大による熱帯水分ストレス下稲作安定化技術の開発」（1994～1999年）において、井邊時雄（1993.4～1998.3）と加藤浩（1998.4～1999.12）は、稲いもち病抵抗性の遺伝分析と準同質遺伝子系統の育成を行った。判別品種及び多系品種としての利用が期待される。第Ⅳ期共同研究は、「環境調和型稲作技術開発のための収量決定要因及び環境適応に関する生理・遺伝学的研究」（1999～2004年）を研究課題とし、福田善通が1999年10月から派遣され、持続的な農業生産のために、病虫害に対する複合抵抗性などの有用形質の遺伝解析、DNAマーカー選抜及び環境反応性の研究を行っている。

沖縄支所では、昭和56年の世代促進研究室の発足当初から遠縁交配育種の効率的利用に関する研究に取り組み、池橋らは、インド型、日本型双方に親和性を持つ品種を育種に利用し、日印交配の雑種不稔を実用的に解消する方法を開発し、Ketan Nangkaのもつ不稔緩和遺伝子（S-5n）を日本型品種に取り込んだ水稲中間母本農9号（品種登録；昭和63年）を育成した。

b) 畑作物遺伝資源の評価と利用

西アフリカ・スーダンサヘル地帯に位置するナイジェリア国カノのIITA支所において、この地方の重要なマメ科作物のカウピーの耐乾性評価法を開発し、900点の遺伝資源を検定した。耐乾性に優れた4系統の中でも特にTVu-11979は多収系統（917kg/ha）であることを見出した。また、乾燥適応機構の解明のため、葉及び根の特性を調査し、耐乾性を支配する主要因子は下層土壌への根の伸長特性であることを明らかにした。この業績に対して、平成10年日本熱帯農業学会学術賞を受賞した。

熱帯・亜熱帯の地域の人々の栄養源として重要な畑作物や野菜、地域の基幹作物、新規作物等について、各種評価手法を開発して遺伝資源の特性評価を行い、育種素材として品種改良に活用することが、開発途上国の畑作物・野菜などに求められている重要な課題である。友岡憲彦はタイの主要作物であるリョクトウの多様性中心と伝播経路を明らかにし、アズキ、リョクトウ近縁野生種遺伝資源の収集・評価を行い、マメゾウムシ、ハモグリバエ、線虫に抵抗性の系統を発見した。中野正明は総合プロジェ

クト「中国食料」の中で、吉林省等の各地で採集したダイズモザイクウイルス系統について、判別品種を用いて接種試験の反応から異同を明らかにし、SMV, CMV, SBMV, BCMV, AMVの他に、熱帯などで多発している CMMV を検出した。ダイズのウイルス病に密接に関係しているアブラムシに対する抵抗性を検定し、アブラムシの生育、増殖を抑制している野生系統を発見できた。菊池彰夫はブラジルにおいて、品質、耐病性遺伝資源の探索を容易に行うために、リポキシゲナーゼ欠失変異体の簡易検定法を確立した。山守誠は小麦の糯性タンパク質のゲノム別欠失性を 2000 品種・系統について調査し、D ゲノムの糯性タンパク質が欠失している白火を発見し、糯性小麦品種開発に貢献した。松岡誠はタイ、キューバ、沖縄県八重山地方などでサトウキビの収集を行い、特性評価を行っている。竹田博之らは沖縄県八重山地方における作物在来遺伝資源の収集、調査を行っている。

作物の育種は、長期間にわたる多数の育成系統の選抜、評価を必要とすることから、効率的な世代促進法の確立を図るとともに、分子生物学的手法を利用した選抜技術等、バイオテクノロジー及びその関連技術を活用した育種技術の開発を行うことが重要である。そこで、沖縄支所作作物育種世代促進研究室では国内の稲及び麦育種機関との共同研究で、亜熱帯の沖縄支所の気象環境を活用して雑種集団の世代促進を行いながら、日長、気温、低温要求性などが世代促進栽培に与える選抜効果に及ぼす影響について研究を行っている。稲垣正典は国際乾燥地農業研究センター (S62 ~ H2) 及び国際トウモロコシ・コムギ改良センター ((CIMMYT) H5 ~ H9) において、小麦における半数体育種技術の開発と育種利用、末永は CIMMYT (H10 ~) において半数体倍加系統を用い、小麦の黄さび病および赤かび病抵抗性を効率的に選抜するための実用的な DNA マーカーと分析技術の開発を進めている。沖縄支所国際共同研究科では、稲の耐塩性、高温ストレスに対する環境ストレス耐性品種の作出技術を開発することを目的に、耐性ストレスの機構を生理・生化学的に明らかにし、遺伝子発現と機能解析を行っている。サトウキビではアグロバクテリウム法を用いて遺伝子導入に取り組んでいる。

開発途上国に存する遺伝資源を収集・評価し、これらの優良な遺伝資源を育種的に利用し、品種育成することは開発途上国の農業に大きく貢献することができる。そこで、沖縄支所において、阿部二郎らは亜熱帯地域における夏季野菜不足の解消のため、しかくまめを熱帯・亜熱帯から導入し、その遺伝資源を特性調査し、選抜・淘汰を行い、若莢を利用する「ウリズン」(品種登録;平成2年)を育成した。この業績に対して、平成5年日本熱帯農業学会磯賞を受賞した。中川仁らは、ギニアグラスの二倍体有性生殖系統種子にコルヒチン処理し、四倍体有性生殖個体を作成し、放任受粉で得られた系統から選抜し、ギニアグラス中間母本農1号を育成した(品種登録;平成5年)。熱研プロジェクト「中国野菜」において、森下昌三らは中国の亜熱帯地域の夏野菜の不足を解消するため、キュウリについて当該地域の耐暑性、耐病性に優れた在来品種と多収、高品質の台湾、日本、中国品種との交配から耐暑性、耐病性、収量性、品質に優れた F1 品種「雑交1号」、「雑交2号」、「雑交3号」を育成し、杉山慶太らはキュウリ「ふ116号」、「ふ119号」、イチゴ「申旭1号」、「申旭2号」を育成した。友岡憲彦はタイにおいて、リョクトウの先祖野生種 *Vigna radiata* var. *sublobata* の1系統から発見されたマメゾウムシ抵抗性遺伝子をタイのリョクトウ奨励品種に導入し、抵抗性系統を育成した。昭和55年にマレーシアにおいて遺伝資源探索収集調査で収集したサヤインゲン集団の中から、中野寛らは純系選抜し、耐暑性に優れた「ハイブシ」(品種登録;平成10年)を育成した。江川宜伸らはこの耐暑性に極めて優れた特性を品質が優れている市販品種に導入するめ、戻交配して耐暑性、形質、品質が優れた個体を選抜している。

総合プロジェクト「中国食料」において、平成11年から中国吉林省において、大豆育種研究に着手した。足立大山は高品質の収量の安定と機械化適性に優れた大豆品種開発を行うために、中国にある豊富な遺伝資源の特性調査を行い、有用な遺伝資源を交配し、系統の選抜を行っている。総合プロジェクト「南米大豆」において、平成10年からブラジル、アルゼンチン、パラグアイにおいて研究を開始した。南米は温帯から熱帯に位置し、大豆作では病害虫が

多発し、収量、品質に大きく影響するため、これら障害に対する抵抗性品種を開発するため、本間善久は大豆シストセンチュウ、根腐病、急性枯死症などの主要病害虫の発生様相を調査し、その検定法の確立に取り組んでいる。菊池彰夫は、今後、南米において需要が見込まれる高品質大豆を開発するため、人工交配を行い、系統を養成し、配糖体含量の選抜を行っている。

5) 環境資源の利用・保全技術の開発と地球環境保全機能の解明

①乾燥地における環境資源の利用・保全技術の開発

乾燥地は、地球上の農業生産限界地の中でも特に広大な面積を占めている。また、乾燥地の多くは年間のある時期のみ野生の植生被覆がみられる。これらの地域は砂漠に連なり、容易に砂漠化する危険をはらんでおり、地球規模の環境変化の視点から注目されている地域である。これらの地域は水資源、気象条件、地形・地質や土壤、植生等によって様々な特性を有するが、それらは十分に解明されていない。そこで、これら農業が著しく困難な地域における、土、水、気象、植生等を農林業を定着させるための環境資源として位置づけ、自然生態系と調和した環境保全調和型農業の定着のための基盤的な研究を実施している。

a) 水資源の広域動態と植生回復

ア) 水動態及び砂丘移動・作物生育状態の解明 (昭 63 - 平 4)

乾燥地における農業成立の立地条件を解明するには、水動態および砂丘移動・作物生育状態の把握が重要である。中国乾燥地トルファンにおいて砂丘の移動量を 1991 年 11 月～1992 年 10 月に調査した結果、9.1m の移動距離が確認された。これは 15 年前の平均移動距離の 28.1m よりも非常に小さい。この原因は主として植林に起因する地表面粗度の増加に伴う風速の減少および風食防止に伴う砂の供給量の減少が関与していると考えられる。そして 8.12m/s 以上の強風の吹走時間は、それぞれ 277.73 時間であり、強風時間の主風向は西北西であった。またワタとコウリヤンの草丈は、そ

れぞれ防風林の風下 1～6H と 5～10H (高倍距離) で高かった。

イ) 乾燥地における土壤水分の経時変動 (昭和 63- 平 4)

乾燥地における土壤水分の経年的変動を、中国トルファン地区と、フーカン地区で測定した。測定は 50、100、150 及び 200cm の深さにテンシオメーターを埋設して行った。この測定法は適当な方法ではなかったが、次のような傾向は見られた。年平均降水量 16mm で、地下水位 20m 以上のトルファンでは、植生の有無にかかわらず、冬季に水分が高くなる傾向があり、降雨の影響は全く見られない。灌漑の影響も明瞭ではなく水分変動は非常に少ない。フーカンでは、年平均降水量が 164mm で、地下水位は 2～3m と高い。土壤水分はトルファンより高いが、降雨の影響は全く見られず、年間変動もほとんどないなどトルファンと同様な傾向を持つことがわかった。

ウ) 塩水地下水の形成機構の解明 (平 6-9)

東北タイの塩類集積地は、全面積の 15% 程度を占め、耕地荒廃の一因となっている。土壤中の塩は、塩水地下水から供給されている。塩水地下水の起源は、地下に分布する岩塩に由来する。しかし、岩塩から地表までの地下水上昇の機構が明らかにされていない。上昇機構を明らかにするために、コンケン市の市街地から南西およそ 30km に位置するプラユン地域を調査地域として、以下の調査を行った。平成 8 年度にボーリング資料から上昇通路となる断層を推定し、断層分布と塩類土壌との関係、地下水観測から断層付近の塩水地下水の挙動を明らかにした。平成 9 年度は、電極探査により推定した断層の存在を確認した。調査結果から、東北タイの地下水は、深度 100m 付近に分布する岩塩の溶解により塩水化し、その後、断層による亀裂を上昇した地表付近に分布していると考えられた。塩水の上昇路となる断層の位置は、電磁探査の伝導度断面で層構造が乱された部分として推定できる。東北タイでため池を計画する場合、地下水観測と電磁探査を実施し、塩水上昇路となる断層が分布していないことを確認する必要がある。

b) 草地の資源変動の解明と保全技術の開発

ア) 牧畜システムにおける資源利用に関する経済学的諸問題の解明 (平 3-5)

モロッコの家畜生産の中心は、放牧を伴う粗放生産システムに基づくヒツジおよびヤギ飼養であり、その分布は全国におよんでいる。ヒツジ・ヤギ牧畜は、農業副産物の飼料化を伴う農牧型および季節放牧を基調とする放牧型に大別できる。これらはさらに、農業生産および移動の型に従って、飼料作農耕結合型、非飼料作農耕結合型、半農半牧型、放牧型の4つに分類できる。このうち最も優越している半農半牧型の牧畜を対象に調査を実施した結果、市場経済の浸透、家畜飼養における集約的技術の普及、土地の国家管理の強化、出稼ぎとそれに伴う家族労働力の不足などにより、放牧地の野草資源の粗放的利用を特質とする伝統的な土地利用が困難となり、適正な密度による放牧が不可能となるメカニズムが解明された。

イ) アフリカの乾燥・半乾燥地における草地の資源変動と保全技術の開発(平元-5)

乾燥地牧野では、過耕作や過放牧による砂漠化が心配されている。そこで広域植生状況と降水量、放牧強度から適正利用を推定することをこころみた。試験地をシリア北部マラガ国営牧野にとり、衛星データと気球写真とから植生判読を行った。月別降水量と植生指数とはよく対応しており、秋の降水で密度を、春の降水で草量を確保していた。放牧強度を変えた自然植生区では、3年続いた干ばつの影響で重放牧は半分の現存量であった。十分な降水があれば植生は回復するものの、干ばつ年に放牧強度を下げる放牧法が必要であろう。

ウ) ステップ土壌の肥沃度と植生との関係解明-植生とその利用- (平 9)

カザフスタンの土壌の種類および面積の分布割合はカシユタン [栗色土] (42.0%)、セラジウム (33.0%)、山岳土 (12.0%)、チェルノーゼム (9.6%)、その他 (3.4%) であった。草地は砂漠ステップ、ステップ、山岳ステップに分類されていた。アルマティー州アルマティー(旧首都)周辺の土地利用は放牧地、採草地、乾燥地帯、林地、非灌漑畑地、灌漑畑地および

砂漠地帯に区分されており、放牧地、乾燥地帯および砂漠地帯は州面積の約 80% を占め、牛、羊、馬、山羊、およびラクダが放牧されていた。カザフスタンにおいて草地が多く存在する山岳ステップ地帯は、年間の降水量が 400mm 程度で 5~7 月頃まで緑に覆われ、羊、馬の放牧がされていた。斜面方位と植生の関係は明瞭で、北斜面が最も植生を構成する草種が豊富であり、ヨモギ類を主体としたものである。一方、南斜面が最も乏しく、東および西斜面はその中間程度の植生構成であった。

c) 気象の特性、気象改良及び防風効果の解明と農業利用

ア) 乾燥農業限界地域の蒸発散量の評価 (平 5-7)

中国新疆阜康荒市は降水量約 190mm の乾燥地であり、地下水を利用した灌漑農業が広く行われている。慣行方法により管理されるワタ圃場において、灌漑後の蒸発速度、蒸散速度を測定した。灌水後 43 日目にシオレが認められた。この 43 日間の蒸発量、蒸散量、降水量は 40mm、170mm、50mm であった。灌漑量はおよそ 300mm であり、根圏より下層への浸透は 140mm と計算された。慣行方法によると、灌漑後 28 日目に再度灌漑を行なう必要があると判断されたが、無灌漑でもその後約 1 週間蒸散速度は低下せず、有効水分が残存していた。有効水分の幅は 22% であり、根圏層の厚さは 96cm と推定された。

イ) 砂漠化防止のための防風ネット調査と砂丘移動調査およびオアシス地域の灌漑栽培下での土層内水移動のモデル開発 (平 8)

若いポプラ防風林による作物の生育調査を行った結果、4 高倍距離付近でワタの草丈は最高 135cm で、2~7 高倍距離ではほぼ同じ 130~135cm の草丈であり、防風効果が良く出ていることが判った。莫索湾地域での 8 月 29~30 日の最高気温は 42.2℃、最低気温は 10℃前後であった。30 日の早朝には降雨があり、天山山脈は中腹まで冠雪した。地温の熱伝導解析から地表面温度の日較差は 24.4℃、地温較差の減衰係数は 0.0356℃/cm、温度伝導度は 0.00545cm²/s であった。莫索湾地域の気象デー

タから防風林用の人工林と荒漠林の実蒸発散量と CRAE モデルによる実蒸発量の比較を行った結果、CRAE モデルによる実蒸発量は水収支法による蒸発散量とほぼ一致した。

ウ) 溝底播種とべたがけの節水効果 (平9)

夏に新疆ウイグル自治区の阜康で、灌水量を5-50mmまで変えた圃場に小麦とコマツナを深さ5-8cm程の溝底に播種し、「溝底播種」と「べたがけ」が生育に及ぼす影響を解析した。その結果からこれら技術の灌水抑制効果は、播種後1ヶ月間に、溝底播種で25-35mm、べたがけで25mmであった。溝底では、土壤水分の減少が抑制されたが、山の部分を含めると土壤面蒸発は促進された。また、土壤面蒸発の80%以上が深さ10cm以深から供給されていた。これらのことから、溝底で土壤水分の減少が抑制されたのは、下層土からの水供給が多かったためといえた。一方、耕土では、土壤水分は12時前後(新疆時間)に多く、地温は9時前後に低い変化を示したが、下層土では、地温変化はわずかであった。下層土上部の深さ30cmの地温が0-15時にかけて耕土より高かったことから、下層土から耕土への水移動は水蒸気態によるものと推察された。

エ) 乾燥地における環境保全アセスメントのための気象環境調査 (平9)

オアシスにおける気象改善効果を明らかにするため、中国トルファンにおいてオアシスを縦断する移動観測を実施した。その結果、防風林の設置状況によってオアシス内の温湿度条件が大きく異なることが確認できた。オアシスの最前線には強固な防風林があり、かつ、オアシス内は平均490m毎に防風林が配置された地域では、沙漠からオアシスに1km入ると気温は5℃低下し、相対湿度は14%上昇した。一方、防風林が疎らであったり、十分に成長していない地域では、沙漠からオアシスに6km入った地点でも気温の低下は0.7℃、相対湿度の上昇は3%であった。観測結果は、オアシスにおける防風林の配置を改善する基礎資料となると考えられる。

d) 岩石の風化機構・乾燥地土壤・塩類土壤の生成・分類と農業利用

ア) 熱帯乾燥地域における風化作用と土壤特性の解明 (昭63-平3)

土壤の母材となる各種岩石・鉱物の風化過程を化学的側面より、地球化学的シミュレーションを用いて解明することを目的とした。本シミュレーションにおいては風化・土壤化・水質形成過程を岩石・鉱物-水溶液相互作用による変質現象としてとらえた。熱帯地域に広く分布する「かこう岩→ラテライト」を例にとり、種々の熱力学的因子、諸条件(温度、圧力、pH、Eh、二酸化炭素分圧、酸素分圧等)を代入した。計算機実験の結果、一次鉱物の溶解過程、二次鉱物の生成過程、水質の形成過程などが理論的に求められた。さらに風化・土壤断面における鉱物組み合わせ、物質的性質(湿潤密度、乾燥密度、間隙率、含水比、比熱等)の変化も得られた。

イ) 中国トルファン盆地の土壤特性の解明 (昭63-平4)

乾燥地域における土壤資源の特性解明のため、中国トルファン盆地の土壤調査を行った。盆地は、北から南に向かって、地勢は低くなり、温度は高くなり、地下水位は高くなり、堆積物は細くなる。これに応じて土壤は、天山山地-褐色砂漠土-乾燥塩類土-灌漑耕作土-灌漑沈泥土-風砂土-水成土-塩類土-塩穀土と変化する。これに伴い土壤は細粒質になり、塩含量も高くなる。断面発達はいずれも弱い。灌漑耕作土と灌漑沈泥土が主に農耕に利用されている。粘土鉱物は2:1型が1:1型よりも多く、土壤は化学的には活性であるといえる。いずれの土壤もpHは高く、強アルカリ性で、多量の塩をもっており、植物養分は高いが、耕作と灌漑によって塩類化の危険が常にあることが明らかになった。

ウ) 土壤生成と植生被覆との相互関係の解明 (平5-6)

深成岩5、火山岩4、堆積岩4の岩型(粉末試料及び整形試料)を25℃で純水に反応させ、溶解特性を求めた。実験結果より以下の結論を得た。(1)低間隙率の岩型ほど、飽和に達する時間が短い。(2)高間隙率の岩型ほど、溶解速度式での試料形状に関する係数が低下する。(3)粉末試料における溶解されやすさの順位

は、天然での起伏状態と概ね反対の傾向となる。(4) 粉末試料と整形試料との溶出量の関係において、高間隙率の岩型では単純な比例関係とはならない。

エ) 岩石の変質・破壊過程—岩石・鉱物・土壌の特性変化の解明 (平 5-11)

風化変質により生成される二次変質物に対する新たな分析方法を確立した後、この方法を用いて、環境資源に関係する熱帯土壌及び乾燥地土壌について、二次変質物の生成過程の時間変化を求めた。まず、二次生成物の X 線光電子分光法 (XPS) による化学結合状態、最表面状態分析法、原子間力顕微鏡 (AFM) による表面構造解析法を確立した。同時に、岩石の溶解特性、水の活量と間隙径との関係、蒸発特性に関する実験を行い、実験式及び理論式を誘導した。新たな分析方法と各式を考慮して、以下の結論が得られた。(1) 二次生成物は均一に生成しない。(2) 岩石や土壌の溶解作用において、間隙率は初期反応時に大きな影響を及ぼす。(3) 塩類は蒸発により、地表近傍に硬盤層を形成し蒸発を抑制してしまうため、下層に塩類が残存する。(4) 乾燥地域の地表に析出した塩類を人為的に除去しても、再析出が開始される。(5) いくつかの塩類に石こうを投与した場合の効果の一つに、塩の析出速度の増加があげられる。(6) いくつかの塩類は、乾燥地における水分含量の指標となる。

オ) アジア稲とアフリカ稲の種間雑種における環境適応性についての遺伝学的及び生理生態学的研究 (平 10-)

アフリカの気候や土壌条件に適応したイネ品種の育成・導入は、この地域の食糧問題解決に大きく貢献することが期待される。アフリカ在来のイネ、オリザ・グラベリマはこのような適応性の遺伝子ドナーとして注目されている。本課題では、アフリカの農業生産向上を阻む最も大きな環境要因の一つである乾燥と酸性土壌に対する適応性について、グラベリマの生理学的特徴と種内変異を明らかにする。また高収量高品質のアジアイネ、オリザ・サティバとの種間雑種集団を材料とし QTL 法により、乾燥ならびに酸性土壌適応性に関与する遺伝子ならびにマーカーを探索する。グラベリマとサ

ティバ間の遺伝的多型をマイクロサテライトマーカーを用いて検出した結果、グラベリマとインディカ亜種間では、多型の見られたマーカーがすべての染色体にほぼ均等に分布していたのに対し、グラベリマとジャポニカ亜種の組み合わせでは、第 7 と第 12 染色体に多型のあるマーカーが希薄な部分がみられた。グラベリマとサティバ及び種間雑種系統を乾燥ストレス下で栽培し、生理学的形質について調査を行った結果以下のことを明らかにした。①生育初期においてはアフリカ稲が必ずしも優れた耐乾性をもつとはいえない。②地上部切断面からの出液速度は根の生理的活性による浸透的吸水能力をよく反映し、測定方法も簡便であることから、耐乾性の QTL 分析に用いる指標の一つになりうる。

②低湿地における環境資源の利用・保全技術

低湿地はその保全が重要であるが、一方において今後の農用地拡大にとって大きな可能性を有している。これらの地域の問題点は、排水が困難であり地耐力が極めて小さいこと、作物の生育に対して土壌の理化学性に欠陥があること等であり、このため未利用あるいは低利用の状態になっている。低湿地の土壌は泥炭土壌と酸性硫酸塩土壌がその主要なものであり、それぞれ自然植生が異なっている。これらの分布、植生等の特徴を明らかにするとともに、開発が自然環境に与える影響を考慮しつつ、これらの地域における生態系調和型農業確立のための研究を行っている。

a) 低湿地の水管理技術

ア) 貯水池群の合理的な水管理法の検討 (平 8)

適切なダムサイトの減少、環境への意識の高まりなどから新たなダムを建設することは次第に困難となっている。このため、既存の水利施設を活用して水資源を有効利用する技術が求められている。本研究では複数の貯水池を有効に利用し、水田の生産性を高める手法を検討する。3 個の貯水池と水田地帯からなる水利システムを持つマレーシアのムダ地区を対象とし、貯水池群の最適運用ルールを作成し、貯水池の放流容量が大きな要因となっていることを明らかにした。また、第 1 作 (乾期作) の適切な作付面積を灌漑初期の貯水量から決定す

る貯水配分ルールを作成した。これらの成果は管理組織（MADA）における発表会を通じて受け渡しを行った。

イ) 環境保全型農業展開のための農業生態系の窒素循環及び窒素浄化システムに関する研究（平 10-12）

農業生態系における窒素汚染を軽減し、環境保全型農業システムを確立するための畑地（汚染源）-水田（浄化）連鎖系の有効利用法を開発するため、水田の窒素浄化機能を評価することを目的に研究を進めている。そのため、灌漑水の硝酸態窒素を浄化する機能を持つ水田の脱窒能力を評価するための圃場試験を行うと同時に、水田土壌の脱窒速度の実測法を検討した。その結果、圃場試験において、灌漑水の移動と時間の変化にともなった灌漑水中の硝酸態窒素濃度減少を明らかにし、脱窒による窒素浄化機能の寄与が示唆された。また、灌漑水中の硝酸態窒素の一部が水稻に吸収され、除去されるとともに、水稻の収量増加に寄与したことが示された。さらに、土壌コアの培養実験を行い、¹⁵Nトレーサー法により水田土壌の脱窒量が実測可能であることを示した。

b) 泥炭土壌・酸性硫酸塩土壌の特性解明と農業利用

ア) 低湿地における植生および土壌特性の解明（昭 63- 平 4）

熱帯の泥炭は木質でその有機物は易分解性面分が極めて少なく、培養法による好氣的微生物分解は単成分型一次反応モデル ($Y_t = Y_0 \exp(-kt)$) で表され、全体が非易分解性有機物として k 値が $0.24 \sim 3.88 (x10^{-4} \cdot \text{day}^{-1})$ で分解された。現地における泥炭の分解を評価するため、泥炭土壌地表面からの炭酸ガス発生速度を測定し、 $5.8 \sim 30.3 \text{mmole} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ を得た。培養法および炭酸ガス測定法で求めた泥炭の分解速度はいずれも土壌酸性度（pH）の高い程、灰分含有率の高い程大きいことを認めた。泥炭の分解によりひきおこされる泥炭土壌農耕地の表面沈下と炭酸ガス発生速度との関係式を開発し、表面沈下の 50～70% は泥炭の分解によることを明らかにした。

イ) メコンデルタにおける水田土壌の肥沃度評価（平 7）

メコンデルタにおいて、塩類-酸性硫酸塩土壌は、海岸平野とそれに隣接した低湿凹地に分布し、土壌の酸度はやや強いが、塩濃度は高くなかった。ここでは雨水に頼った 1～2 期作が行われていた。塩類土壌は海岸平野に分布し、季節的に塩濃度が変化し、塩濃度が下がる雨期の中に 1～2 期作が行われていた。酸性硫酸塩土壌は低湿凹地に分布している。塩類、硫酸酸性どちらの影響も受けていない河成沖積土壌は、メコン川主流に沿う氾濫原に分布し、水稻の 2～3 期作あるいは畑作物との輪作が行われて、最も肥沃な土壌であった。その他、海岸平野の隆起浜堤には砂質土壌が分布し、この土壌は塩類の影響もなく果樹・野菜の産地となっていた。

③ 荒廃農耕地の回復技術

近年、開発途上地域においては、畑傾斜地等で畑土壌の侵食・劣化が問題になっている。これらの影響は農林地のみならず地域生態系の破壊にもつながり、洪水・旱ばつ等の自然災害を引き起こしている。このような荒廃農耕地の回復を目的として、土壌の侵食・劣化を防止する自然生態系に適合した作付体系の開発研究を行っている。

a) 荒廃地の植生回復と保全技術

ア) パインアップル畑における土層システムの違いが土砂流出に及ぼす影響の解明（平 3-7）

パインアップルは初期生長が遅いため、パインアップル畑は激しい侵食を受けやすく、赤土流出の原因となっている。そこで、光波式測量機械を用いて、パインアップル定植後 1 年間における土壌侵食の発生実態を調べた結果、とくに圃場内の作業道路に沿って斜面下方に向かって侵食が進んでいることを明らかにした。また、斜面長 11m・傾斜面角 3 度の斜面下端幅 1m にウィーピング・ラプグラスを栽培した区におけるパインアップル定植後 1 年間の土壌流出量（平米あたり 0.07kg）は、対照区の土壌流出量（平米あたり 7.48kg）の約 1/100 以下であった。さらに、斜面長 11m・傾斜面角 3 度の斜面に 5 月上旬から 8 月中旬までピジョンピーを

栽培したのち刈り倒し、9月中旬にパインアップルを不耕起定植した区における定植後8/4月間の土壌流亡量(平米あたり0.07kg)は、対照区の土壌流亡量(平米あたり1.01kg)の約1/14以下であった。以上の結果から、4月に耕起した斜面の下端にウィーピング・ラブリラスを、畑面にピジョンピーを栽培したのち、8月にピジョンピーを刈り倒してパインアップルを不耕起定植する方法を組み立てた。

イ) パインアップル・サトウキビ生産に要する被覆作物の適草種選定と管理手法の解明(平3-7)

初期生育が旺盛かつパインアップルの生育を妨げず、雑草化しにくい特性を目標に、パインアップル畦間被覆に適する牧草・芝草類の草種選定を5年10月から1年間にわたって行い、定植後6/4月程度の短期利用向きとしては、発芽日数・草勢や出穂期を考慮してイネ科寒地型牧草であるイタリアンライグラス晩生品種「フタル」を選定した。定植後6～12/1月程度の中期利用向きとしては、イネ科暖地型芝草であるセンチピードグラスを選定した。次いで、これら草種の管理手法について検討し、作付け終了後の雑草化の可能性を想定して、除草剤散布試験を行ったところ、イネ科雑草に選択的効果を有するセクトシジム乳剤、非選択性のDCPA・NAC乳剤ともに効果があり、上記2草種の雑草化の可能性は低いことがわかった。

ウ) 熱帯耕地の侵食・劣化動態と対策技術の開発(平6-8)

パキスタン・パンジャブ州北部に位置する土壌侵食の著しい農耕地を対象として、衛星データ及び地理情報による侵食度の評価方法を確立することを目的とした。侵食地域の空間的特徴の抽出及び地表面被覆の程度と侵食度との関係、侵食の量的評価方法について検討した。土地利用形態に起因する因子を衛星データから求め、デジタル化された地形データより傾斜度を計算してUSLE型の推定式に適用した。その結果、精度の定量的な検証には至らなかったものの、土壌侵食量の地域間の相対的な比較は可能となった。

エ) リモートセンシング及び地理情報システムを用いた半乾燥地域の土壌環境変化の解析(平10-11)

熱帯半乾燥地域では、作物生育に必要な日射量と温度は十分に存在し、適切な水及び土壌管理を行えば農業生産拠点と成る可能性を有している。パキスタン・パンジャブ平原においても、大規模な灌漑システムが巡らされ、穀物生産地帯となったものの、塩分を含んだ地下水位の上昇、土壌塩類化等の土地劣化が進み、生産性が著しく後退することとなった。その後、排水施設の整備等による土地回復プログラムが実施されているが、その効果を客観的に評価することは容易でない。本研究では、多時期衛星データ及び土地回復プログラムに会わせて実施された現地観測資料を活用し、土地劣化動態の実態を把握することを目的とした。平成10年度には、データ収集と対象地域の概要把握を行い、また、衛星データから塩類化の程度を推定する可能性を検討した。その結果、塩類土壌及び湛水の発生域の抽出は、画像判読からは可能であるが、塩類度を定式化することは困難であることが判明した。平成11年度には、塩類化地域の時空間的特徴及び地下水位の変動との関係を解析した。その結果、土地回復プログラムが実施された2地区の内、1地区では塩類化地域が縮小されたものの、他の1地区ではほとんど変化が見られないことが確認された。また、改善地区においても、1度改善された後、再び悪化傾向にあることが、地下水位の変化から明らかとなった。

④地球環境保全機能の解明

人口増加、併せて工業等を中心とする人類の急激な活動の結果、地域規模での環境悪化が引き起こされている。二酸化炭素、メタンガス濃度の上昇及び熱帯林の消失・荒廃による二酸化炭素吸収能の低下による地球の温暖化現象が生じていること、また砂漠の拡大に代表される地球の乾燥化、森林の伐採による森林の水保全機能の低下による洪水、旱魃、土壌侵食の発生、また酸性雨、野生生物の減少や消失等、これまで人類が経験しなかった地球規模の環境悪化がもたらされつつある。人類共通の問題であり、開発途上地域の農林業に係わりの深い問題について研究を展開している。

a) 地域特有の植物・微生物の持つ環境保全機能の評価

ア) 湿潤熱帯農地におけるメタンの生成メカニズムと生成抑制技術の開発(平5-7)

タイの水田で得られた水稻栽培期間のフラックスの平均値は、 $1.1 \sim 23.0 \text{ mg m}^{-2} \text{ hr}^{-1}$ の範囲であった。メタン発生量と土壌の有機物含量や他の理化学性、あるいは水稻収量との間には有意な相関はみられなかった。マレーシアにおける有機物施用の試験では、緑肥の施用がメタン発生量を高めたのに対して、稲わら混入区では栽培初期に最も大きなメタン発生が見られた。以上の結果、熱帯地域での水田からのメタン発生制御技術として、圃場残存有機物の酸化的分解の促進や、有機物肥料の堆肥化など、新鮮有機物量を減少されることが重要であることが示唆された。

イ) 水田からのメタン発生量の評価とその抑制技術に関する研究(平9-)

世界の水田耕作面積の90%以上を占めるアジア地域での効果的なメタン発生抑制技術の開発を行うと同時に、CO₂濃度増加が水田の炭素循環とメタン発生に及ぼす影響を明らかにすることを目的に研究を進めている。これまでに、有望な抑制技術として期待されている品種選抜に関する基礎的知見を得るために、水稻のメタン輸送ポテンシャルと生理・形態的特徴との関係を検討し、水稻のメタン輸送に関して、根からのメタン吸収とその通気組織内でのガス化および輸送が最も重要な過程であることを明らかにした。また、CO₂濃度増加の影響を実験的に調査することを目的として、閉鎖系施設において、メタン発生自動連続計測システムを開発した。このシステムを用いた実験から、高CO₂濃度(650 ppm)により水稻栽培期間におけるメタン発生量が19%増加することが示された。さらに、水稻バイオマス量や土壌微生物バイオマス炭素量の増加など、高CO₂濃度による水田土壌の炭素循環量の増加が示唆された。

ウ) 熱帯林生態系の二酸化炭素変動機構のモデルと予測(平9-10)

熱帯林における炭素循環を定量的に明らか

にするため、タイ国コンケンの森林において落葉落枝量、落葉層量、土壌炭素量、細根量および林床からの二酸化炭素放出量を測定した。その結果はそれぞれ5.1、4.1、93.0、1.7、18.0tC/ha/yrであった。落葉は1ヶ月半で分解され、落葉量の12%が二酸化炭素として放出された。林床からの二酸化炭素放出量18.0tC/ha/yrのうち11.9tC/ha/yrが根の呼吸に由来していた。熱帯林生態系では、炭素は主に植物体を経由して循環しており、土壌に供給される炭素量は多くなかった。また、土壌炭素の分解が速いため、土壌での炭素蓄積は難しく、樹木の生長に依存せざるを得ないと思われる。

b) 植物・微生物による効率的環境管理技術の開発

ア) 数種のマメ科作物の乾物生産および窒素固定(昭63-平3)

南西諸島における新規緑肥作物としてピジョンピーを取り上げ、既往のクロタラリアと比較した。その結果、主要土壌タイプ別の生育反応はいずれもピジョンピーが優れていた。特に、クロタラリアがほとんど生育しない強酸性の赤色土でも、ピジョンピーの生育は旺盛であった。ピジョンピーを鋤込んだ場合の土壌中での分解はクロタラリアに比べて若干遅れることから、土壌の物理性の改良効果はクロタラリアより持続的であると推察された。また、堆積後1か月を経過すれば、レタスの幼根伸張阻害率は著しく低下した。以上より、ピジョンピーは南西諸島に分布する酸性土壌の地力対策に有効な緑肥作物であることが明らかになった。

イ) マメ科根粒菌遺伝的特性の解明(平6-9)

熱帯で栽培されている多くのマメ科作物は、*Bradyrhizobium* 属根粒菌によって根粒が形成されることが知られているが、これらの菌は未だ明確な分類学的位置付けをされていない。そこで、RFLP分析によってインドのダイズ根粒菌を、16SrRNA 遺伝子の部分配列決定によりタイのダイズ根粒菌とリョクトウ根粒菌を、RFLP分析と16SrRNA 遺伝子の部分配列決定によりインドのキマメ根粒菌とナイジェリアのササゲ根粒菌を分類した。その結果これまで知られている *B. japonicum* と *B. elkanii* の2種

以外に、タイやインドのダイズ根粒菌とリョクトウ根粒菌が属すグループと、インドのキマメ根粒菌が属すグループがあることが明らかになった。さらに、これら2つの新しいグループは系統的に *B. elkanii* よりも *B. japonicum* に近く位置することが分かった。これらの菌の分類学的位置付けをさらに明らかにするために、微生物分類によく用いられる表現型の一つである脂肪酸組成について検討した。FAME 分析で得られた脂肪酸組成とその割合は、RFLP 分析や 16S rRNA 遺伝子の配列による種やグループ分けと一致しなかったが、熱帯産の *Bradyrhizobium* 根粒菌の多様性を示した。微生物を分類する時にどの遺伝型と表現型を調べるべきか、さらに検討する必要があると考えられた。

ウ) 熱帯イネ科牧草の硝化抑制作用 (平 7-11)

熱帯の低肥沃土壌では、利用できる有機物や肥料に限られており、作物による窒素の利用効率を高めるため、出来るだけ硝化による窒素の揮散や溶脱を抑える必要がある。この研究では、熱帯イネ科牧草の一種である *Brachiaria humidicola* (Bh) による硝化抑制作用のメカニズムの解明とともに、土壌から発生する亜酸化窒素の抑制効果を検討した。CIAT から入手した Bh を含む3種類の熱帯イネ科牧草をポットで8週間生育させ、土壌のみを採取した。採取した土壌に硫酸を添加し、土壌中の硝化作用を測定した結果、Bh のみ硝化が始まるまで12日間のラグがあり、硝化が抑制されていた。それとともに、土壌から発生する亜酸化窒素の量も、他の牧草の1/6以下だった。土壌中のアンモニア酸化細菌数を測定すると Bh のみアンモニア酸化細菌の増殖が抑制されていた。以上より、Bh はアンモニア酸化細菌の増殖を特異的に抑制し、アンモニア態窒素が亜硝酸態窒素に変わる反応が抑制されるために、土壌中の硝化作用が抑制され、亜酸化窒素の発生量も減少することが明らかとなった。この Bh の特異な機能を用いることにより、窒素の利用効率を高め、環境に負荷を与えない農業への応用が期待される。

エ) タイ東北部における生物的窒素固定を 活用した持続的農業技術の開発(平9-)

タイの農家圃場で栽培されているサトウキビ・キャッサバ・パイナップルの窒素固定量を¹⁵N自然存在比法により推定した。約3割のサトウキビに窒素固定が認められ、それらにおける窒素固定の寄与率は平均30%と推定された。一方、キャッサバにおける窒素固定の寄与率はほとんどないことが示された。パイナップルでは8割以上のサンプルにおいて窒素固定が認められ、それらにおける窒素固定の寄与率は平均50%と推定された。さらに、試験場内の圃場に植えたサトウキビの窒素固定量を、窒素固定していない対照作物としてキャッサバを用いた¹⁵N自然存在比法により推定した。スパンプリ畑作研究センターで栽培したサトウキビ3品種とコンケン畑作研究センターで栽培したサトウキビ4品種はいずれもキャッサバに比べて低い¹⁵N自然存在比を示し、窒素固定の寄与率は14~42%と推定された。サトウキビ農家の調査では約3割のサトウキビしか窒素固定していないと推定されたのに対し、試験場内で栽培したすべてのサトウキビにおいて窒素固定による窒素の獲得が認められた。試験場内の圃場のように栽培環境の良いところでは、サトウキビの持つ窒素固定能が十分に発揮されたためと考えられた。

シ) 高冷地域の水文環境

ア) 高山地域に賦存する水資源の特性解明 (平6-)

地上で測定された積雪量とマイクロ波リモセンデータとをユーラシア北部全域にわたって回帰分析した結果、両者の関係は各地点に固有で、かつ地理的に分布していることがわかった。また、樹木の枝による雪の捕捉や積雪の変質が信号に影響を与えていることもわかった。これから、各種地理情報から地点固有の関係の広域分布を再現する実験式を作成した他、この手法の推定精度の分布図を作成した。1997年にモンゴル国気象水文研究所と共同研究を開始し、モンゴルにおける気象・水文要素の広域データセットを入手した。また、草原における蒸発散の現地調査を異なる季節に実施し、測定データを蓄積した。

イ) 冷涼乾燥地域における気候変化に伴う
 牧畜環境の変化に関する調査研究 (平
 10-)

モンゴル草原系における気候変動と生態系
 変動の相互関連を、地表面での熱収支・水収支
 の変動とその地表面での水文気象要素への影
 響という視点で、長期間の観測データによるプ
 ロセス解明を行う。モンゴル北部における
 AWSによる長期観測によると93年から94年
 までの気温、比湿、アルベドの季節変化につ
 いて解析を行ったところ、11月中旬に数日間
 で気温が約20℃低下したと同時に、アルベ
 ドは急激に0.5増加し、0.9になった(秋季→
 冬季)。冬季には、気温は-15℃以下のコアレ
 ス型(鍋底型)で、アルベドは2月中旬まで
 は0.5以上と高く根雪があったと考えられる。
 3月中旬に気温が数日間で急激に約20℃上昇
 した(冬季→春季)。春季は、温位/比湿の日
 変化の特徴を表すダイアグラム((θ, q)プロッ
 ト)(図2)において、午後の比湿の減少が見
 られたことから、地表面からの顕熱加熱による
 日中の混合層の発達したと推察された。6月中
 旬に比湿が数日間で急激に5g/kg増加した(春
 季→夏季)。夏季には(θ, q)プロットにおい
 て、他の季節に比べると、温位の上昇に比べて
 比湿の増加がかなり大きく、地表面温度の日較
 差は小さかったことから、地表面からの蒸発が
 盛んであると推察される。9月上旬に比湿が数
 日間で5g/kg減少した(夏季→秋季)。秋季は
 (θ, q)プロットの傾きは、春季とほぼ同じで
 あったが、午後の比湿の減少が見られなかった
 ことから、エントレメントを引き起こすのに十
 分な日中の混合層の発達がなかったと推察され
 た。

d) 土地利用の動態、災害防止技術

ア) 熱帯地域における土地利用動態機構の
 解明 (平4-8)

熱帯地域の土地利用に関する客観的な資料
 を得るために、衛星リモートセンシングを用い
 た解析手法を検討した。農地においては、作物
 の生育に対応した植生活動の特徴的な季節変
 動が見られるが、衛星データから求められる植
 生指数の変化を捉えることでこうした農地の
 識別が可能と考えられる。空間的分解能の高い
 資源観測衛星の場合、間隔の短い時系列デー
 タを得ることが困難である。そこで、季節変動パ

ターンを考慮した補正方法を考案し、土地利用
 の経年変化を求める手法を開発した。また、土
 地利用の単位となる地域規模について考察し、
 現存する1km程度をメッシュとする土地利用
 データは誤差を含む可能性がある点を指摘し
 た。

イ) 熱帯林伐採跡地等の農地への転用によ
 る環境変動の評価技術と持続的土地利
 用法の確立 (平5-9)

インド・デカン高原中央部に位置する国際半
 乾燥熱帯作物研究所において、衛星リモートセ
 ンシングデータ及び地理情報システムを用い
 た農業立地環境と土地利用の変化過程の解析
 を行った。衛星による分光反射特性データか
 ら、熱帯半乾燥地域の代表的土壌の識別が可能
 であり、また、相対的な農地適性度の評価が可
 能であることが示された。さらに、衛星データ
 を用いて年々の耕作地域分布を推定する手法
 を開発した。耕作地域の変動と立地環境との関
 係を調べた結果、丘陵地の谷部から離れた地域
 で農地適性度が低く、播種期の降水量が少ない
 年において不耕作の割合が高くなること等、農
 業環境問題にとって有効な知見を得ることが
 できた。

ウ) 地球科学技術研究のための基礎的デー
 タセット作成研究 (平6-9)

オーストラリア中央部の乾燥地帯を対象地
 域とし、衛星データを用いて土地荒廃の発生現
 況を植生の変動状態から捉えるとともに、これ
 に関与する地域的要因との関連を、ニューラル
 ネットワークを適用することによって模式化
 する手法について検討した。植生の変動状況を
 把握するため、本地域に適した植生指数PD54
 データから、1988年2・6月、1994年12月、
 1995年3月の植生指数階級化画像を作成し、各
 地点毎にこれらの階級値の総和および差の絶対
 和を算出することによって、植生の多寡およ
 び変動の程度を表す主題図を作成した。植生現
 況を表すこれらの各主題図と、土壌・水系・植
 生・地貌・傾斜・水飲み場からの距離・稜線か
 らの距離の7要因との関連を明らかにするた
 め、ランダムに抽出した271地点のデータに基
 づくニューラルネットワークモデルを構築し、
 教師データに対する判別精度が74.5%に達す

るモデルを得た。入力層に用いた7種類の地図情報に対して、両モデルを一連の地図演算式として展開・実行し、対象地域全域の植生の多寡と変動の程度を推定・評価する図を作成した。さらに植生の多寡と変動の程度の組み合わせることによって、対象地域を「永年生植生」「単年生植生」「変動域」「侵食域」に区分する植生変動評価図を作成した。本評価結果は、1997年2月ならびに11月に行った現地調査結果に概ね適合するものであったことから、本手法の有効性を認めた。

エ) 地域農業システムにおける自然立地特性の評価 (平 10-)

インドネシア国の土壤農業気象研究所ならびに農業社会経済研究所との協力の下に、自然立地条件を主体とする農業生産環境と土地利用体系との関連解析を通じて、持続的な地域農業システムの成立要因の解明を目指している。現在は、畑地型ファームシステム (FS) の研究事例地区としてチアンジュール県チビン郡を、水田型 FS の事例地区としてスバン県ピノン郡を選定し、各種の地理情報・統計情報の収集および地理情報システム (GIS) への入力を行うとともに、衛星データに基づく土地利用状況・開発現況等を把握するための主題図作成を行っている。また一方で、土地利用の分布状況を定量的に表現する指標を得るため、 $n \times n$ 個のマトリックス内における出現確率とその分散に基づく「べき乗則モデル」を用いた手法と、八近傍処理によって決定したグループ内の構成画素数から定まるエントロピーを用いた手法の適用可能性について検討した。この結果、GIS のフィルタリング処理を応用することで、分布の集中度についての指標化は可能であることが判明している。今後は定量化した土地利用現況と農業環境要因との関連解析を通じて、FS の維持・形成に関与する要因の解明に取り組む予定である。

オ) 持続的農業生産のための自然立地特性の分析および評価 (平 10-)

本研究は、衛星データおよび各種の地理的情報から、東北タイ地域の農業環境立地特性を把握し、適切な土地利用計画の策定に資する保全的・生産的視点からの土地評価を目的とするも

ので、タイ国農業協同組合省土地開発局 (LDD) と共同で取り組んでいる。これまでに、東北タイ地域の典型的な農業的土地利用がみられるコンケン市の南方約40kmに位置するバンバイ地区を選定し、主要な土地荒廃の要因となっている塩害の発生状況に関する解析を実施した。これにより、異なる年次に観測された衛星データを用いて、対象地域における既存農耕地ならびに塩害地の分布を経時的に把握し、データの観測期間を通じた恒常的な塩害の程度とその進行傾向を表す評価図を得ている。今後は東北タイ地域の主要作物の適地条件を整理し、潜在的な農業生産性の評価に取り組み、環境保全と農業生産の観点から行ったそれぞれの土地評価を統合した地域評価への展開を図りたい。

カ) 農業地域における土地利用変動のメカニズムと実態の解明 (平 10-)

インドネシア・ジャワ島は、気候帯として熱帯地域に位置するが、多様な農業景観を持つ地域である。これは、本州の半分余りの面積に、標高3,000mを越す火山群が並び、年間降水量の幅も1,000mm台から4,000mmを越える範囲に及ぶ上、平均1,000人/平方キロ近い高密度の人口を抱えているからである。本研究では、衛星リモートセンシングデータを利用し、農業景観の構成要素である土地利用の判別及びその変動を解析し、さらに様々な立地条件との関係を解明することを目的とした。平成10年度には、西ジャワ州内に見られる典型的農業景観である規模の大きい灌漑水田を中心とした地区とバナナプランテーションを導入した傾斜地に立地する畑作中心地区を対象とする解析を実施した。その結果、1km分解能データにより、灌漑水田地域では作付域の時間的変化の概要が把握され、また、畑作域でも作付時期に対応する植生指数の変化が認められた。平成11年度には、分解能30mであるLANDSAT-TMデータを用い、灌漑水田地域における植生の時空間特性を解析した結果、作付順序が灌漑水路の上流部からブロック単位に下流方向に移動する様子を明らかにした。

キ) 地理情報システムを用いた農業環境変動の評価技術の開発 (平 10-)

中国は食料作物の一大生産国であると同時に消費国であり、安定的な食料供給システムを確立することが急務とされている。一方、食料作物の作付・生産の実態に関し、客観的な情報が不足しており、衛星データを含む地理情報システムを活用し、こうした情報を整備することが課題である。本研究では、華北平原に広く作付されている冬小麦を対象に、衛星リモートセンシングデータによる抽出手法を開発し、時系列解析により、農業環境の変動過程を解明することを目的とした。平成10年度には、北京近郊の都市化が進行しつつある地域を対象に解析を実施した結果、作付が経年的に連続的ではない地区が団地化して存在することが判明した。さらに、1km分解能データを用いた冬小麦域抽出方法を検討し、植生指数の季節変化パターンが土地利用毎に異なる点に着目した手法を適用して、抽出精度を向上させることができた。平成11年度には、山東省内の穀物生産基地と位置付けられている地域を対象とし、冬小麦生産の経年変動を解析した。その結果、1980年代後半に施肥量の増加に伴って単位収量の増加が見られるが、この変化に対応し、衛星データから計算される植生指数値が増減することが示された。

⑤耕地生態系における物質循環と環境保全技術

これまで作物の収量増を中心に農業の技術開発が進んできたが、肥料・農薬の多投は農業をとりまく環境に悪影響を及ぼすことから、省施肥・省農薬の環境保全型の農業の展開が求められている。農業は本来環境を保全する機能も有するので、この問題をより具体的に解明する。そのためには、物質循環の収支をおさえて合理的・持続的な農業を指向することが必要である。

a) 地力の維持向上と土壌管理技術

ア) 養分供給方式の改善による畑生産安定のための土壌管理法 (平4-5)

熱帯では地力の消耗がはげしく、また施肥した肥料も流亡し易く、生産力が低い状態となっている。そこでタイ国のプラプターバーで有機物の長期連用試験を実施した結果、化学肥料のみでは収量は停滞するが、有機物の施用は水分の

保持力の増加および養分の流出防止の効果があり、また土壌窒素の附加により増収することが明らかとなった。

イ) 熱帯半乾燥地の作付体系下における養水分と根の挙動 (平元-6)

半乾燥熱帯地域で広く実践されているマメ科を主体にした間作体系の土地生産性の向上をめざして、窒素施肥技術の改善を図ることを目的として研究が進められた。窒素吸収の速度論的解析の結果から、半乾燥熱帯の主要なマメ科作物であるキマメ、ヒヨコマメ、ラッカセイもソルガムやトウジンビエのような禾本科作物と同程度の窒素吸収活性を有することが明らかにされた。キマメは他の作物よりも深根性ではあるが、表層直下に硬盤が存在する低位生産性の赤土では、根系分布は他の作物同様表層に密集し、他の間作構成作物の根域にまで侵入し、窒素の吸収において競合を引き起こすことが想定された。競合を最小限度に留めるには、生育速度の速い禾本科作物とキマメを組み合わせ、作付け初期に有効化される土壌窒素ならびに肥料窒素を禾本科の生育に向け、キマメの生育には空中窒素を当てることが望ましいと考えられた。実際にこれらの組み合わせでは、空中窒素固定に対する依存度は間作下の方が単作下より有為に高くなっていることが認められた。窒素施肥は、位置に関しては禾本科の畦筋に条播する方が全層散布よりも、また時期に関しては播種後1カ月位の追肥の方が元肥よりも、窒素利用率ならびに収量に対して有効であった。これらの結果を踏まえて、現行施肥法の改善が提唱された。

ウ) 熱帯における水稲二期作の安定化技術の開発 (平2-6)

熱帯の水稲直播栽培では、水田を代掻きした2、3日後に催芽種子を土壌表面に散播する。そのため種子は鳥や鼠の害にさらされるのみでなく、強い日差しのため乾燥したり逆に強雨にたたかれ流されたりし、苗立ちは不安定である。また、倒伏も大きな問題であり、さらに雑草害も大きい。そこで遺伝資源の利用と栽培技術の改良により催芽種子を直接嫌氣的な湛水土壌中に播種する技術を創出し、苗立ちを安定化させると同時に倒伏と雑草害を軽減させる。

(1) 湛水土壤中からの苗立ちの優れた適応品種が見い出された。適応品種の鞘葉の伸長は嫌気的条件下でも優れており、地表から地中の種子へ、効率的に酸素が輸送されていると推定される。(2) 種子の保存状態が悪いと種子の苗立ち能力が劣化 (Seed aging) した。品種間に大きな Seed aging 耐性の差が認められ、品種 ASDI (インド) は嫌気条件下での苗立ちが優れているだけでなく Seed aging 耐性特性も持っていた。(3) 代掻き直後の土壌が柔らかい時の散播または直播機の使用により条播で土壌中に播種できた。(4) 本播種法によりフィリピン、ベトナム、およびミャンマーで安定した苗立ちが得られた。(5) 倒伏は散播を条播にすることにより著しく軽減された。また、適応品種は雑草競合が高いことが解明された。

エ) 熱帯・亜熱帯土壌の生成要因と肥沃度特性の解明 (平 3-7)

フィリピン・ルソン島の代表的低地土壌の分布様式と諸特性を生成条件 (母材、気候、地形) から解明した。供試した低地土壌の多くは灌漑水または地下水の影響を強く受けており、それぞれ特有の断面形態を有していた。こうした断面形態発達は降雨条件や地形条件との関連で説明できた。さらに、フィリピン低地土壌は化学および鉱物分析の結果から、主として塩基性母材に由来することが示され、そのため、一般に塩基状態、粘土および有効態ケイ酸含量が高く、14A 鉱物主体という特徴があり、他の熱帯アジア諸国の低地土壌と比較して、自然肥沃度は概して高いといえる。しかしながら、降雨および地形条件は低地の土壌水分状況に強い影響を及ぼし、これが鉱物性、化学性、物理性など様々な土壌特性に差異を発現し、地域間や地域内の自然肥沃度をしばしば支配していることが明らかになった。本研究では、フィリピン低地土壌の分布様式とその特性を生成条件との関連で説明し得ることを初めて明らかにした。将来的に予測される米不足の解決に向けては、本研究で得られた知見を活用し、環境保全に配慮しながら、各種低地土壌特性の実態に即した合理的な利用・管理法の技術開発に基づき、低地の集約的な利用促進が強く望まれる。

オ) 亜熱帯における有機物資源の堆肥化 (昭 60-平 7)

微生物のエネルギー源・栄養源の側面から、有機物の堆肥化過程における糖質やタンパク質の変化の特徴を明らかにした研究は少ない。そこで、稲わらの堆肥化にともなう、中性糖およびアミノ酸の変化を調べた。その結果、1) グルコース、キシロースおよびアラビノースが主要な中性糖であり、始めの 35 日間に急速に減少すること、2) グリシン、アラニン、グルタミン酸、アスパラギン酸、バリンおよびロイシンが主要なアミノ酸であり、始めの 30 日間に若干減少したのちほぼ一定の値に収斂することを明らかにした。さらに、1) 稲わらの中性糖含量から算出した燃焼熱の計算値が実測値の約 77% を占めるのに対して、堆肥の中性糖含量から算出した計算値は実測値の約 13% を占めること、2) 稲わらのアミノ酸含量から算出した燃焼熱の計算値が実測値の約 3% を占めるのに対して、堆肥のアミノ酸含量から計算した計算値は実測値の約 15% を占めることを明らかにした。以上の結果から、稲わらの堆肥化過程における微生物の主要なエネルギー源・栄養源は中性糖であることが分かった。

カ) 南米サバンナ土壌における陸稲の根の生理・生態的研究 (平 3-8)

南米サバンナの酸性土壌地帯において行った 4 年間の炭カル施用試験の結果を総合解析した結果、サバンナのオキシソル系酸性土壌に対する陸稲の品種間が、AI に対する抵抗性の差ではなく、Ca 欠乏に対するものであることが明らかになった。水耕による幼植物根端の細胞壁における Ca と AI の存在量の定量から、酸性土壌適応品種では、根端のアポプラストにキレート能によって保持されている Ca が AI によって置換されにくいことが、抵抗性メカニズムに関係していることが示唆された。これらの結果は、CIAT の酸性土壌抵抗性陸稲育種法改善に利用された。

キ) キマメを主体とした間作の地力維持効果 (平 7-8)

キマメを主体とした間作の地力維持効果を解明し、養分管理のあり方を明らかにした。その結果を、Roots and Nitrogen in Cropping

Systems of the Semi-Arid Tropics と題する本にまとめた。JIRCAS International Agriculture Series, No.3, 691pp. (1996) .これは、JIRCAS と ICRISAT の成果である。

ク) 熱帯半乾燥地域における主要畑作物の持続的栽培技術の開発 (平 7-11)

熱帯乾燥地では、高温のために土壌有機物の分解消費が激しい。また、有機物のすき込みや化学肥料の施用も経済的条件から難しく、作物の生産性は非常に低い。農家経済力の面から、このような条件を克服するには長い歳月を必要とする。したがって、このような地力の低い条件でも、一定の生産性を可能にする栽培品種の選定および栽培技術の開発が望まれる。そこで、日本政府拠出金による表記プロジェクト研究が実施された。ソルガム・ピジョンピーの低栄養土壌に対する適応性の品種間差に関する研究では、ソルガムの低窒素土壌に対する適応性やピジョンピーの低リン酸土壌に対する適応性に品種間差が存在することを確認した。また、ソルガムでは生育後期の生育特性が、ピジョンピーでは茎葉の形態的特徴が、それらの適応性の差に結びつく可能性があることを明らかにした。これらの発見を手がかりに両作物で低窒素・リン酸適応性の機構を探ることができる。低栄養土壌における窒素・リン酸の吸収メカニズムに関する研究では、低リンストレスによって根から放出される有機酸は低リン酸土壌からのリン吸収を増大させる最も効果的な戦略であることが多くの報告によって示唆されている。そこで、本研究ではピジョンピー数品種を用い、低リンストレス下で誘導される根浸出有機酸と難溶性リン酸獲得との関連性、さらには低リン耐性品種間差との関連性を調査した。低栄養土壌における窒素とリンの同化と利用効率に関する研究では、低窒素環境下に対するソルガムの適応性の機構を明らかにするため、ミカエリス・メンテン式を用い根の窒素吸収の速度論的パラメーターの品種間差を比較した結果、各品種とも基質-速度曲線は飽和型曲線で示すことができ、飽和速度は品種間差があることがわかった。また、CSH-9 (ハイブリッド) でFSRP (在来種) より K_m 値、 V_{max} が大きく、ハイブリッドは在来種より基質親和性が低いものの最大速度が高かった。このこと

が圃場においてハイブリッドが在来種と比較して根の窒素吸収速度が高い理由の一つであることが示唆された。

ケ) 熱帯湿潤畑における物質循環機能を活用した土壌管理技術の確立 (平 9-)

ブラジルの牧草畑では、肥料等の資材投入が経済性からみて困難で、持続性に問題を生じている。そこで土壌生産力を持続的に維持するためにダイズを輪作に組み入れた農牧輪換システムが提唱されている。この輪作試験はブラジルの肉牛研究センターで1993年に開始された。本研究では、このシステムを土壌肥沃度の面から評価する。土壌の窒素と炭素の無機化ポテンシャルを同時に測定可能な嫌気培養法を開発した。この方法で求めた窒素無機化ポテンシャルは、連続草地、輪換草地、森林ともに高く、これらの間に差はなかったが、ダイズを栽培することによって減少した。荒廃草地は連続ダイズと輪換ダイズの間の値になった。見かけの活性化エネルギーは、荒廃草地、森林で少なかった。圃場の窒素収支は、ダイズ畑の Input では雨からの寄与は少なく、窒素固定量も比較的少なかった。Output では収穫量が多く、窒素固定量より多かった。さらに、溶脱量も無視できない量であった。収支は大きなマイナスとなった。放牧草地でも Outputの方が Inputより多く、収支はダイズ畑に較べて少ないもののマイナスとなった。

b) 有機物・肥料・農薬等の物質循環機能の解明

ア) 土壌中の農薬の消失に及ぼす環境要因の解析 (平 5-7)

土壌処理農薬の根こぶ病菌に対する効果を指標として農薬の動態を検討することを目的に、根毛感染の検定法を確立した。また、この方法を用いて農薬の動態と土壌条件との関係を明らかにした。今後、各種農薬の土壌吸着の程度、気相への移行などと土壌条件との関係を究明する必要がある。また、高温、多雨条件のマレーシアの水田を用い、田面水からの農薬の消失と排水路への移行、大気への移行についても調査した。

イ) メコンデルタの地域における窒素等物質循環の評価 (平 11-)

ファーミングシステムの持続性を評価し、これを改善することを目的として研究を行っている。この地域では、1軒の農家が稲作、園芸、畜産および淡水養殖を行い、米糠や家畜糞尿のような生産活動にともなって発生する副産物を他の生産部門で有効活用することで、環境への負荷の少ない農業が行われてきた。しかしながら、近年、市場経済の浸透にともない、それぞれの生産部門で集約化が進むのみならず、個々の農家が生産活動を高収入が期待できる部門に特化する傾向も見られる。これにともない窒素、リン、および有機炭素等の物質循環のバランスが崩れ、環境汚染と生産力の低下が深刻な問題となりつつある。カントー省で行っている調査により、この地域では潮の干満にともなって河川の水位が変動し、これによって河川や水路と水田および養殖池との間で水が交換されていることが確認された。さらに過剰な糞尿が投入される池と飼養密度の高い集約的な養殖池から窒素濃度やBODの高い水が環境に放出されていることを明らかにした。

ウ) 東北タイの農業生態系における養分循環に関する調査研究 (平 8-)

東北タイのコンケン県における養分循環を明らかにしたところ、茎葉などの作物残渣は生産量が多いが、農地還元率が低く、家畜糞尿は農地還元率が高いものの、生産量が低く、そのため、農地への養分還元量が少ないことが明らかになった。また、作物残渣は土壌中で素早く分解され、地力向上には殆ど効果が認められなかったが、牛糞は分解が遅く、地力向上をもたらすことが明らかとなった。このことより、作物残渣を農地に還元する場合、そのまま鋤込んだのでは地力向上に効果が少なく、堆肥化などの加工が必要であること、家畜糞尿は地力向上に有効であり、畜産の振興が必要であることが示された。また、持続型農業の作付体系として導入が図られているアレイクロッピングシステムの養分循環を明らかにしたところ、樹木列間隔が5mで頻繁に伐採を行うと、作物生産量は樹木の影響でわずかに低下するが、樹木伐採枝の還元量は多かった。樹木列間隔を広げると樹木の影響が低くなり、作物生産量は低

下しなかったが、樹木伐採枝の還元量は少なかった。樹木列間隔を広げても土壌浸食は認められなかった。

エ) 中国における環境保全型農業生産技術の評価と開発 (平 9-)

中国の代表的な農業生態系において、集約的な食料生産システムが環境に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、窒素循環とその環境影響に着目して研究を進めている。そのため、黄淮海平原、京津唐地域、太湖地域、および南部紅壤地帯の4地域を研究対象地域に選定し、それぞれの地域で農耕地の窒素循環を明らかにするための圃場試験と地域の窒素循環に関する広域評価を行っている。これまでに、それぞれの地域における代表的な地点で圃場試験を行い、黄淮海平原(山東省陵県)と太湖地域(江蘇省錫山市)では多量の施肥にともなう土壌窒素の集積を確認した。また、南部紅壤地帯(湖南省祁陽県)では水稻耕作における、化学肥料による窒素環境負荷のポテンシャルを計測するとともに、有機肥料施肥の有効性と問題点を明らかにした。さらに、黄淮海平原の典型農業地域である山東省陵県において、地下水水質の調査と地域の窒素フロー分析を行い、この地域において地下水の硝酸汚染は顕在化していない一方、耕地土壌と環境への多量の窒素負荷が明らかになり、近い将来における環境悪化の可能性が示された。

オ) 土壌・大気間の窒素動態— NO および N₂O の動態に及ぼす土壌環境要因の解析— (平 9-10)

一酸化窒素(NO)・亜酸化窒素(N₂O)の土壌中濃度分布に着目し、施肥深度の深層化による大気圏への放出削減の可能性を検討した。モデル解析の結果から、NOはガス生成部の深層化によりその放出量を大幅に削減可能であると推定されたが、N₂Oではその影響が小さいと予想された。この両者の違いは、土壌表層のガス濃度勾配によって説明可能であると考えられた。これらのモデル解析結果は、室内実験からも裏付けられ、NOでは10cm程度の深層施肥により、ほぼ無施肥区レベルにまで放出速度を低減可能であった。本結果は、肥料の利用率向上を目的とした側条施肥等の従来施肥法が、

NO放出削減の意味からも有効な施肥法であることを示唆している。

6) 農林水産業の発展方向の解明と総合的計画手法の開発

①食料需給動向の解析

熱帯農業研究センターの時代には、社会経済の研究は主として開発途上国における新しい生産技術の開発普及が、農家の経営や農村社会に及ぼす影響等の農業経営問題を中心に展開してきた。JIRCAS の設立以降、社会経済分野の研究としては農業経営問題の研究が続けられる一方、開発途上国及び世界の食料需給動向に関する研究分析も行われるようになった。食料需給動向解析を大別すると、食料需給モデルによるシミュレーション分析と、実証分析による地域の食料需給構造分析があり、これらは海外情報部を中心に進められている。

世界の食料需給は、人口増加、経済成長、都市化、農業技術の進歩、農業政策などの社会的要因とあわせて、農業は自然資源の制約を受けやすいことから、気象変動や病害虫発生などに伴う単収の変動、土壌条件の劣化、耕地面積の減少などにも影響される。国際食料需給の変動を規定するこれら諸要因の動向を分析し、中長期の食料需給予測、主要地域ごとの食料需給の特性と対応課題を明らかにする研究を進めてきている。

a) 食料需給モデルによるシミュレーション分析

経済の国際化が進展し、世界の食料需要が増大するなかで、食料需給問題は国を越えての地域レベル間あるいは世界レベルで考えなくてはならない。食料のモデル予測分析は近い将来の食料需給の傾向を示し、食料について不測の事態を起こらないような農業政策面での対応を求め、一種の警鐘を鳴らすことに意味がある。世界食料予測モデルは国際機関、大学等で種々開発されている。JIRCAS で開発・改良されている世界食料政策シミュレーションモデル (IFPSIM) は、14 品目の主要食料と 31 の国・地域を分析対象としている。このモデルの特徴は、ガット・ウルグアイラウンドの決着を受けて予定されている主要国の国内貿易政策

の変更も組み込んで需給予測を行うことができるとともに、世界の主要国・地域別・主要品目別の食料の需要、生産、輸出入が各国の貿易制度、政策との関連などにおいて計量的に示されたところにある。

JIRCAS で別途構築された世界食料需給データベースを基に、改良されたモデルを用いて 2010 年及び 2020 年、2025 年までの食料需給予測を行っている。また、政策等との関連では地球温暖化対策等、いくつかのシナリオによるシミュレーション分析を実施した。過去のトレンドが継続するとの条件での単純趨勢シナリオでは、需要の大幅な増大にほぼ見合った生産の拡大が行われ、世界の穀物需要は 1994 年の 17 億 8 千万トンから 2025 年には 29 億 1 千万トン程度まで拡大して生産と均衡する。この中では開発途上地域の先進国地域への供給依存度は強まる。穀物の 1 人当たり消費量は増加し、穀物及び大豆の国際価格は横ばいないし若干強含みで推移するとみられる一方、生産制約シナリオでは、環境問題と資源の制約により単収の上昇率が半減し、土地の制約も強まると仮定した結果、穀物の生産は単純趨勢シナリオに比べて 4 億 4 千万トン下回ることから、世界の穀物需給は 24 億 7 千万トン程度で均衡する。穀物の 1 人当たり消費量は、先進国地域は若干増加するものの、開発途上地域はアジアを除いて現状よりもむしろ減少する。これにより栄養不足問題は深刻化し、穀物及び大豆の国際価格は大幅上昇するとの結果を得た。

世界レベルの需給分析以外に、国あるいは地域を対象とする予測分析も行っている。例えば、中国の省別需給モデルの開発が進められ、食料の主要生産省である山東省を対象に、穀物と食肉を中心とする 13 の品目を含む 2010 年までの需給予測モデルを構築した。これにより、食肉生産の大幅増大による飼料用とうもろこし需要が高まるものの、省内での生産が追いつかず、とうもろこしの中国内他地域からの移入と輸入が必要となる等の結果が得られた。東アジア諸国の畜産物や飼料穀物については、タイ、インドネシア、フィリピン、マレーシアの 4 カ国を対象に、飼料穀物の中心であるとうもろこし需要の 2004 年までの将来方向を展望した。これらの国は経済成長による畜産物消費の増加ポテンシャルが大きく、とうもろこし等の飼

料穀物の国際市場に影響力を有する一方、近年の通貨危機と経済成長の失速等による所得の伸び悩みに伴う畜産物消費の停滞なども予想されるなど、相反する動きもある。これらの要因を考慮した結果、4カ国による飼料用とうもろこし需要量の新規増加は、当面数百万トン程度でとどまり、2004年までに東南アジアの動向が単独で世界の飼料穀物市場に及ぼす影響は驚異的なものとはならないと指摘した。また、世界の主要国や国際機関の需給分析担当者による一連の会合に参加し、モデルパフォーマンスの比較やシミュレーション分析の妥当性などについての意見交換を行ってきている。

b) 地域食料需給の構造分析

地域に関する研究では、特に中国、インドネシア、タイ、マレーシア等を対象に行われた。経済成長に伴う農業生産や食料需要構造の変化に関する統計分析やモデル分析をもとに、マクロレベルでの食料管理、流通政策等構造変化の方向性を明らかにした。また、現地調査により、農業・農村部門の構造変化の実態把握を行った。食料需要構造では、1人当たり穀物消費量の頭打ちと、畜産物や果物、外食の増加というような食料の高級化傾向の変化があり、それに対応するような農業生産の多様化と商業化・専門化への進展等が見られた。

中国の食料需要をみると、人口増加と所得の上昇により畜産物の消費が増えている。すなわち、高級化嗜好による間接的な食料需要の増加が見込まれ、これは食料需給のバランス維持にとっての脅威ともなっている。「南米北麦」の伝統的な食料消費パターンが崩れつつあることが明らかになった。また、米全体の消費増と消費嗜好の変化によって、ジャポニカ米の増産が見られ、輸出余力もついてきた。ジャポニカ米の所得弾性値は高く、所得の増加につれ、その需要はさらに高まることが予想され、食料消費の都市農村間格差は拡大しているとの結果が得られた。食料供給に関しては農業基盤整備、高収量品種の導入、耕地の新規開拓、流通過程でのロス削減などに向けての農業技術開発、農業政策の実施によって、ほぼ需要増加に見合った供給増加が予測されることを明らかにした。しかし、消費地と生産地間の国内流通整備の遅れ等から、中国の食料需給動向はつね

に国際市場に大きな影響力を有していると言える。

インドネシアでは、天水農業地帯と灌漑水田地帯について、経済発展の農村社会・経済にもたらす影響の解明を行った。天水稲作地域での調査では、複合農業地帯における野菜、水田養殖、果樹等の導入による作物生産の多様化が見られたこと、農業労働の高齢化・女性化と若年男子の農外就業の実態が明らかにされた。また、農業協同組合の実態調査では、全国平均の組織加入率が約10%と低く、官製組合の弱点である農家主体性の欠如、制度金融と肥料供給を通じた米増産以外の事業の不振や組合貯金の低さ等が確認された。

タイの食料消費分析は、家計調査データを用いて分析を行った。所得格差の特徴としてのバンコクと他地域との地域間格差、職業や社会的な地位の違いが食料消費に大きく影響していることが示された。例えば低所得階層（農村部人口の多い東北タイなど）において、支出に占める穀物の割合が3割弱と高く、所得の上昇による消費増が見込まれる乳製品、果物、嗜好食品等の消費は低水準にとどまっている。また食料費に占める外食割合には地域性が強く、ある意味では都市部（特に、バンコク）の特有現象とも言える。食料生産においては、モデル分析を用いて90年代後半に起きた通貨暴落の農産物の生産と貿易への影響を分析した。輸入資材の価格上昇による生産費の高騰と為替レート的大幅下落による国際競争力の向上のマイナスとプラスの影響が相殺した結果、為替下落の恩恵を受けたのはとうもろこし、サトウキビ、キャッサバ等の畑作及びプロイラーの輸出部門と、雨期の稲作部門であった。しかし、経済不振は一方で畜産物の国内消費の減少をももたらした。

マレーシアについては、第7次計画（1996～2000年）における米生産計画、補助金制度の見直し、農民組織化・稲エステートの奨励に関する検討を行った。生産力発展の担い手となりうる意欲のある農家や大規模経営農家に、より多くの補助金を配分する等補助金制度の抜本的見直しが必要とするとともに、農民組織化の推進あるいは民間企業の稲作経営への参入を促進し、意欲ある農家や大規模農家の育成を図っていくことが肝要と指摘した。

②技術の体系化と定着条件の解明

開発途上地域においては、歴史的背景、社会・経済的規範を反映して、個別的経営の展開が著しく阻害されている地域がある。小規模農林水産業経営のこれら構造的脆弱さを克服するため、地域の特性にあった個別経営の発展条件の解明が必要である。一方、個別経営のみでの発展には限界があるため、集落ないし行政村等を単位とする地域で農林水産業を発展させる方向性を見だし、その中に個別経営を位置づける方策を明らかにする必要がある。

「農林水産業経営における技術の体系化と定着条件の解明」についてのこれまでの研究は、地域別には、マレーシア、インドネシア、ベトナム、西アフリカ、ブラジルとなっている。東南アジアが中心ではあるが、最近になってアフリカ、南米が対象地域として加わった。そこには総合研究が各地で本格化してきたという背景がある。以下、地域別にこれまでの研究動向を概観していくこととする。

a) マレーシアにおける農業経営・組織研究

マレーシアにおいてはこれまで主として農業経営・組織に関する研究が行われてきた。この研究は基本的には社会経済分野単独で行われた研究であるが、農業技術の定着を視野に入れた研究が一貫して行われてきた。

まず、「東南アジアにおける農業技術の定着と農民組織に関する研究」(1989-1993)においては、水稻栽培法が移植から直播が変わっていく中で直播栽培の普及要因と農家経済・農村社会の変化との関連性が分析された。対象地域となったムダ地区内における農家調査結果より、田植え労働力を得やすい所では直播栽培の導入が比較的遅い傾向があることが明らかにされた。また、従来の農民組織(クロンポッ・タニ)がより共同化の度合いの強い農民組織(PSP)へと改編される中で、これらの比較を通じてこうした組織の現状と問題点、今後の方向性が示された。すなわち、PSPは農業資材のクレジット利用や生活用品の掛け買いなどができる点でクロンポッ・タニよりもメリットがあることが明らかにされた。組織事例調査においても農民が組織に参加する最も大きなイン

センティブがクレジットの利用にあることが示された。さらに事例調査結果より、活動が活発な組織は特に農業技術情報の伝達が重要な機能を果たしており、その際農家リーダーからの一元的な情報提供がなされていることが明らかにされた。

1993年には、ムダ地区における農業生産・生活改善のための自発的な地域計画づくりへの農民参加を促す社会経済条件の解明が行われた。「ムダ地区における地域農業の動態分析」がそれである。この研究においては、まず、親や子供の財産に頼らないなどの個人主義的な傾向を持ちつつ同時に血縁同士の相互扶助関係を大切にするといった価値観を農民が持っていることが明らかにされた。他方、20年後の農家動向の予測が行われ、シミュレーションの結果、農家人口・労働力の減少、若い世帯主のいる大規模農家の一層の規模拡大の進展などが予測された。

1994年には「マレーシアにおける大規模稲作経営の生産力構造」(についての研究)が行われ、大型機械を所有する農家層が請負作業による賃耕所得の取得などを通じて総所得や農家経済余剰が他の農家層のそれを大きく上回っていることなどが明らかにされた。

「マレーシアの農業近代化過程における農業経営変化に関する研究」(1993年～1997年)においては、マレーシアの経済成長の中で小規模農家が企業的に発展していく論理(発展論理)の解明が行われた。1994年には先進的経営の調査を通じて、これらの農家層が経営の計画能力・管理能力を有し、かつ積極的な経営展開を行っていることが明らかにされた。また、1995年には中国系マレーシア人とマレイ系マレーシア人の農業経営の比較を通じて、農用機械を所有する中国系マレーシア人が雇用労賃の節約や耕耘回数の多さなどによって経営的な有利性を保っていることなどが明らかにされた。

b) インドネシアにおける持続的農業と農業普及研究

開発途上国における持続的農業生産をいかに実現していくかということが近年ますます重要視されてきた。しかし、持続的農業生産については技術的条件のみならず社会経済的条件が明確にされなければ、その実現は困難であ

る。こうした背景の中で、インドネシアにおいて1989年～1993年に「持続的農業生産に関する社会経済的成立条件の解明」が行われた。この研究においては、大豆の増産が進められ農薬の投入などによって農業生態系が変化しつつある中で、持続的農業生産を行っていくために次のような大豆種子の安定供給の方向性が明らかにされた。すなわち①種子の貯蔵可能期間をのばす貯蔵方法への改善、②良質種子の供給と播種量の減少、③雨期大豆作の改善、④品質評価システム導入による生産意欲の向上などである。

1993年には「農業改良普及事業が農村社会・経済と農業構造に及ぼす影響分析」についての研究が行われ、インドネシアにおける農業改良普及事業の実態が明らかにされた。これは発展途上国においては社会・経済の変化の中で個別経営だけでなく、農村計画を視野に入れた農業改良普及事業が必要となっているという問題意識のもとに行われたものである。

1995年には、「中山間畑作農村の営農体系の解明」において、インドネシアにおける急激な経済成長による物価上昇などの変化の中で中山間畑作農村における商品作物導入の実態などが明らかにされ、商品作物を導入した栽培体系のもとでの畑作農業の持続性・安定性についての評価の必要性が示された。

c) ベトナムにおけるファームシステム研究

ベトナムにおいては、農・畜・水複合生産システムがメコンデルタなどにおいて展開されており、その持続性が注目されているが、未だ十分な実証研究がなされていない。また、こうしたファームシステムがドイモイ政策などによる新たな社会経済的条件の変化の中で、どのように展開されていくか不確定である。こうしたことから農・畜・水複合生産システムの経営・経済的評価及び新たな技術開発を伴う農・畜・水複合生産システムの確立が必要とされている。こうした背景の中で、JIRCASの総合研究（メコンプロジェクト）が1994年より開始された。1994年～1998年まで（第1期）は主としてメコンデルタのファームシステムや農業構造の実態分析が広く行われた。この間、1997年においては「ベトナムのファー

ミング・システムの経営・経済的評価」に関する研究が行われ、農業への自由化政策導入のもとで農民層の階層分化が急速に進行している実態が明らかにされるとともに特に中小規模農家の経営多様化の進展とその経営的安定性が明らかにされた。1998年においては引き続き「ベトナムのファーム・システムの経営・経済的評価」（山田隆一）に関する研究が行われ、メコンデルタにおけるエコシステムの主要類型として①硫酸酸性土壌で洪水深度が大きい地域、②沖積土壌・灌漑地域、③塩類土壌・天水地域が抽出され、農・畜・水複合生産システム（VACあるいはVACRシステム）が沖積土壌・灌漑地域において最も盛んであることが明らかにされた。また、農家調査を通じてこうしたシステムを持っていない農家の採用意向が強いこと、及び採用農家は複合経営農家や畜産部門中心の準単一経営農家であることが明らかにされた。また、同年、「メコンデルタにおけるファーム・システムの技術評価」においては、農・畜・水複合生産システムの成立条件について明らかにされた。それによると、水田面積が比較的大きく、圃場の分散がない場合には養豚部門を加え、かつ水田の一部を畑地化することにより農・畜・水複合生産システムの成立が可能となることが明らかにされた。さらには、「メコンデルタにおけるファーム・システムの技術構造の経営的評価」では日本においてむらづくり支援システムとして普及・定着しつつあるTN法を適用し、稲作、畜産、果樹、水産の各部門における技術的・経営的問題点を抽出し、それら問題点の深刻度評価（農民評価）がなされた。他方、「メコンデルタにおける農産物流通構造の解明」においては農・畜・水複合生産システムの展開にとって重要な条件となる農産物流通についての実態分析が行われた。その結果、農産物流通においては、①生産者→消費者、②生産者→市場、③生産者→仲卸→市場、④生産者→仲卸→仲卸→市場という4つの主要経路が存在することが明らかにされた。また、米のマージン率が低く、豚肉のマージン率が際だって高いことなどが明らかにされた。

1999年からは総合研究が第2期へと移行したことに伴い、農・畜・水複合生産システムの代表的地域を研究サイトとして選定し、そこで

の農家試験を通じた技術開発、その経営的評価、及び最適ファーミングシステムモデルの確立などを目的とした現地実証型研究が展開されることとなった。こうした中で、1999年には沖積土壌・灌漑地域の代表村を研究サイトとして選定した。「ベトナムのファーミング・システムの経営・経済的評価」においては、この代表村で前年度明らかにされた技術的・経営的問題点をもとにリストアップされた技術開発・改良課題について、①効果性、②現行の技術水準、③農家にとっての容易性、④技術開発に要するコストという4つの評価基準によるAHP分析が行われた。その結果、例えば、稲作の直播栽培技術としては施肥管理技術、播種技術などが、IPM技術としては地力向上技術などが高い総合評価スコアを得ていることが明らかにされた。こうして行われた稲作、畜産、果樹、水産の各部門の事前技術評価に基づいて第2期で開発・改良の対象となる具体的技術が選定された。他方、ベトナム、特にメコンデルタにおいては農民組織化が遅れているため、生産物販売、資材購入、資金調達、情報交換などにおいて不利な条件に置かれている。農・畜・水複合生産システムの確立においても、農民組織化が重要な役割を果たす。こうした考え方にもとづいて、1999年に「ベトナム・メコンデルタにおける農民組織の特性と機能に関する実態分析」についての研究が行われた。優良農民組織の事例調査を通じて、①同一組織内における販売・購買グループ、及び生産グループの重層的な存在、②各グループごとの信用システム、③加工部門の存在などが重要な特徴であり、信用機能と普及機能との結合の有効性などが認められるとともに、共同出資金の少なさが組織活動を制約していることなども明らかにされた。

d) その他の地域における経営研究

まず、ブラジルにおいては、大豆などの大規模耕作経営においてモノカルチャーによる地力低下や病害の発生などが深刻となる一方、粗放的畜産経営は収益性が低いという問題を抱えている。こうした背景の中で1996年より農牧輪換システム開発のための総合研究が開始された。その一環として1998年に、「ブラジルにおける農村経済再編に関する調査研究」が行われ、持続型農牧輪換を実現しうる経営・経済

条件等の解明のための基礎的な農業経営調査が行われた。

また、西アフリカにおいては予測される深刻な食糧不足を回避するために低湿地を利用した稲作栽培が期待されているが、現状においては未利用、あるいは粗放的利用にとどまっている。こうした状況の中で、1999年に「西アフリカにおける稲作拡大の要因解明」に関する研究が実施され、「低湿地」の集約的利用を阻害する社会経済的要因を特に土地制度や農村組織などに焦点を当てながら解明するための基礎調査が行われた。

③農山漁村の社会構造の解明と振興方法

農山漁村には食料の安定供給だけでなく、国土・環境の保全や定住促進による地域社会の維持など多様な役割が期待されている。これは開発途上地域においても同様である。しかし、現状では農山漁村地域ではかつての共同体的意識に根ざした資源、環境の管理機能が低下し、土地利用・水利用等の秩序に混乱が生じ、生産環境や生活環境が悪化してきている。また、これらの地域の安全性、利便性、経済性、快適性を向上させるための社会資本の整備、特に生活環境の整備は都市と比較して大きく立ち遅れている。

このような状況の中で、農山漁村地域の活性化のためには、長期的・総合的視野に立った農山漁村地域の定住環境整備を行うことが求められている。それには、生活環境を整備して就業機会を確保しながら、地域への定住を推進することが重要である。そのため、農山漁村地域内外の社会経済構造を解明するとともに、地域の生活環境整備の現状を正確に分析し、問題点を明らかにすることが必要である。さらに、地域の環境と資源の適切な管理、有効利用及び就業機会の拡大を基本とした定住環境の整備を図るための総合的・地域開発計画の策定手法を開発することが重要である。

この分野の研究は、熱帯農業研究センター(TARC)時代には、取り組みが少なかったが、JIRCAS設立以降は、ア)農山漁村地域開発の展開過程の解明とその評価、及びイ)農山漁村地域の総合整備計画の策定方法の開発に分けて推進されてきている。

a) TARC における研究

農村開発計画の策定に資することを目的として、インドネシア・ジャワ島の天水水田農村における作付体系ごとの労働力利用や地域間の季節労働移動等を調査した（平成3～5年度）。これにより西部ジャワ州東北部の丘陵地帯では、従来、米と畑作物が交互に作られてきたが、野菜の導入によって生産・流通・加工を通じて村全体では所得が3倍増したと推定された。同時に、年2回の労働ピーク時には数10km離れた灌漑水田の村から季節労働者が定期的に訪れていることが明らかとなり、特定の村に限らず、地域全体における変化を視野に入れて調査・分析を行う必要性が明確になった。

b) JIRCAS 設立以降の研究

ア) 農山漁村地域開発の展開過程の解明とその評価

試験研究成果や新しい農業技術の農民への普及及び生産現場である農村・農民の技術開発に対するニーズの把握は農村の発展にとって重要であり、それに果たす農業技術普及事業の役割はとりわけ大きい。そこで、農業普及事業が農村社会・経済と農業構造に及ぼす影響を分析した（平成5～7年度）。インドネシアでは、世界銀行が提唱した訓練・訪問（Training and Visit: T&V）システムを一部改編したラクシステムを農業技術普及システムの体制・方法として1976年に導入した。普及組織は中央政府―州―県―郡―各普及区―農民グループという縦割り組織として組織された。各郡レベルに農業改良普及所が設けられ、郡内はそれぞれいくつかの普及区（2郡で13普及区）に分けて、農業改良普及員が農民グループを指導する体制とした。農民グループは1戸の代表農家、約15戸の篤農家それに約80戸の一般農家で構成するように指導された。普及員は代表農家と篤農家を指導し、代表農家と篤農家が一般農家にその情報を伝達することになっている。農民グループの組織率及び両層間の情報の伝達率は、西ジャワ州の事例調査農村では、それぞれ約50%及び60～70%であった。なお、農民グループが農業生産や日常生活で果たす役割の分析が課題として残された。

次に、農山漁村地域開発計画に関する様々な

要因を整理し、計画の理念的背景と制度的制約を解明して、望ましい計画策定方法に対する示唆を得るため、インドネシアとベトナムの農山漁村地域開発の展開過程を調査した（平成6～9、10～12年度）。農村地域開発では、途上国における農業近代化の成功に向けて、制約の多い環境におかれた農民の視点に立って考える必要があり、そのためには学際主義、現場主義、実践主義を特徴とする「ファーミング・システム研究」が重要な研究開発のアプローチの方法となりうる。また、参加型アプローチや途上国と先進国研究者の相互学習が強く意識される必要がある。

インドネシアにおける農村開発の展開過程は3つのプロセスに分けられた。それらは、i) 大規模、ソフト重視の移住開拓事業のプロセス（畑作・天水田地帯への食用作物中心の自立農創設型国内移住事業）、ii) 大規模、ハード不可欠の開拓事業のプロセス（スマトラ、カリマンタンの沿岸部や内陸部の大湿地帯の開拓・移住事業でエステート作物栽培中心）、及びiii) 小規模、ソフト重視の既存村落・農村開発のプロセス（南東スラウェシ州の既存の営農形態や農民組織を重視し、小規模ハードを組み合わせた農村開発事業）である。また、これまでのインドネシアのファーミング・システム研究は、i) 作付体系研究の時代（1970年代）、ii) 各種方法論試行時代（1980年代）、iii) 複合農業体系研究の時代（1980年代）、iv) 小農の市場経済参画と地方分権、農民参加型地域農業技術模索の時代（1990年代）に大別できた。農業技術評価センター（1995年に設置された農業省農業研究開発庁傘下の機関で、農業技術の地域適合性評価や応用普及研究を地方政府と協力して行う。）による西ジャワ州南部の丘陵地帯における最近の農村地域開発事業を事例調査研究した結果、農家グループ主体の流通システムの構築や家計収入増を目標とする農家組織の組織活動の活性化が必要であることが分かった。

ベトナムでは、メコンデルタの一部でVACRシステム（V：庭・果樹園、A：池・水路（養殖）、C：家畜、R：稲）と呼ばれる家計内複合農業システムが実践されている。同じメコンデルタ内で、都市や市場から遠隔地にあるので農業生産物の販売ができず、就労機会も得られな

い貧しい地域を対象としたカントー大学ファーム・システム研究所の実践研究は、農村地域開発の計画策定の参考になると思われる。

中国では、改革開放政策の推進によって急速な経済成長が続いており、農業・農村においても急速な構造変化が起こっている。そこで、効率的市場指向型農業に向けての食料/農業改革政策、すなわち食料流通体制の改革政策、農業の産業化経営政策の推進及び郷鎮企業の所有制改革と農村の政治改革の推進政策の評価を行った（平成9～11年度）。いずれの政策も進行途上のものであるが、現時点では、人口増加の抑制が順調に進んでいること、農産物の生産が急激に伸びていること、末端農村の農民自治制度の拡充・強化が行われていることなどから、食料/農業改革政策は着実に推進されていると評価できることが明らかになった。また、中国の政府システムの農業技術普及システムは、中央一省一市・地区一県一郷・鎮と階層的に組織化され、新技術の普及における役割が決定的に大きい。普及手段はモデル農家・モデル圃場における新技術の展示（モデル栽培）と農閑期の技術研修が主であり、モデル農家から一般農家への輻射的な技術伝播が期待されている。また、黒龍江省慶安県・樺川県・吉林省洮南市（水田地帯）における1980年代半ば以降の水稲生産の急激な増加は、いずれも灌漑・排水条件の改善のもとに高収性品種の導入と化学肥料の増投によるもので、特に慶安県では水稲畑苗移植という画期的な新技術の導入の影響も大きい。新技術による生産増加は甘肅省酒泉地区（畑作地帯）におけるとうもろこしのマルチ栽培技術の導入についても言える。今後とも中国における技術普及システム及び食料流通システムの改善方向を示すことを目的として、主要地域における新技術普及の農家経営や地域経済への影響評価を行うこととしている（平成9～15年度）。

タイでは東北部を対象に新技術の営農現場への導入のための経営・経済的条件の解明を行っている（平成10～13年度）。水稲直播栽培は農家の高齢化と雇用労賃の削減を必要とする農家の要望にそう技術であり、生産に要す

るコスト低減効果もある。直播による減収を考慮しても、移植栽培と同程度の単位当たり所得を得ることができると期待されている。今後、さらに直播技術の作業効率や収益性等のデータを含めて導入の経営・経済的效果を検討し、規模拡大や複合化への可能性を検討することとしている。

水産関係では、海域東南アジアの風土から歴史的に育まれてきた漁民の世界観と組織原理を解明し、地域漁業における主体形成のメカニズムを明らかにして、地域住民主体の持続的な漁村振興の指針の提供を目的とする研究が行われている（平成10～12年度）。海域東南アジアの移動分散型社会における漁民の集合（組織化）は、しばしば漁民の商人的利益の追求から生まれている。その集合体は内的に保有する社会圏的な性格（対人主義、カリスマ、圈的発想）に制約されるとともに、漁業展開上の諸条件（資源、技術、市場）に強く影響を受けることが明らかになった。また、漁民は日常的に異なる世界観を持った人々と関わり、その中で自らの世界観に新たな要素を付け加えていく。その結果、漁民は多様で個性的な世界観を築く機会に恵まれ、それに基づく生業活動の性格は地域性と個人性に富んだものとなることが解明された。

イ) 農山漁村地域の総合整備計画の策定方法の開発

農山漁村地域の生産環境や生活環境の改善に不可欠な排水問題と地域レベルでの計画策定の基礎となる各種統計データを収集した（平成6～9年度）。生産・生活環境の指標（農村地域整備水準指標）としては、人口、人的資源、農業生産（灌漑・排水率等）、交通インフラ、通信インフラ、公共サービス、就業機会、農村資源（集落数等）が重要であると指摘した。また、開発途上国では、一般に地域レベルの各種統計資料やインフラ整備等に関する調査資料の入手が困難である上に、統計数値の出所、調査方法、数値データの性格などが不明確で、利用上注意を要することが明らかとなった。

(3) 地域別の研究

1) アジア 1 (東アジア、東南アジア、オセアニア)

昭和 41 年に設置された熱帯農業技術研究業務室から現在の JIRCAS に至るまで、その主要な活動拠点は本地域に置かれている。研究プロジェクトとしては、昭和 48 年に水稲を対象として開始された、タイの「熱帯における水田の高度利用技術の確立に関する研究」とマレーシアの「熱帯稲作の機械化に関する研究」が最初であった。対象国としては、マレーシア、タイ、インドネシア、フィリピン、ベトナム、中国が中心となっている。本地域で実施されたプロジェクト数は、平成 12 年度に開始されるものも含めると、全部で 50 となっている。このうち、社会科学系も含めて行われた総合プロジェクトは 7 つ、国際研究機関も参加して行われた研究は 5 つである。

① 主な対象国での研究

a) マレーシア

マレーシアでは昭和 48 ～ 52 年度までの「熱帯稲作の機械化に関する研究」が最初のプロジェクトで、これは熱帯農業研究センターの初めての地域プロジェクトである。その後全部で 24 のプロジェクトが行われた。この最初のプロジェクトは、昭和 51 ～ 58 年度にかけて行われた「マレーシア・ムダ灌漑地域における稲作技術体系の改善とその評価」という総合プロジェクトの先駆けとなるもので、昭和 50 ～ 58 年度の「マレーシアにおける稲二期作技術体系」等とともに、熱帯農業センターのプロジェクトのうちでも、大規模かつ長期に渡って行われたプロジェクトの一つで、得られた成果も大きかった。熱帯モンスーン地帯における大規模機械化による直播き水稲二期作の技術体系の確立を目指して、マレーシア農業省所管のムダ農業開発公団と一緒に、研究・開発を行った。公団への技術の受け渡しはスムーズに行われ、現在この一帯は、二期作稲作としてはマレーシアでも最も成功している地帯となっている。平成に入ると、反すう家畜の消化機構に関する研究が行われた。マレーシアではヤシ油生産は重要な産業であり、その副産物であるア

ブラヤシ茎葉のサイレージ化に関する研究も行われた。この研究成果は現在 JICA プロジェクト (平成 9 ～ 14 年度) として受け継がれている。同時に、熱帯果樹のウイルス性病害に関する研究や水稲の総合防除に関する研究も行われた。林業分野のプロジェクトも集中的に行われ、それらの成果は平成 12 ～ 18 年度までの「熱帯林再生のためのアグロフォレストリー技術の開発」に引き継がれてきている。

b) タイ

タイで行われたプロジェクトは全部で 14 である。最初のプロジェクトは、熱帯農業研究センターの初めての地域プロジェクトである、「熱帯における水田の高度利用の確立に関する研究」(昭和 48 ～ 52 年度) であった。その後、「熱帯畑作の開発に関する研究」(昭和 50 ～ 54 年度)、「熱帯アジアのイネ及びマメ類のウイルス病に関する研究」とかなり広い地域を対象としたプロジェクトが行われた。平成に入ると、マレーシアとともに行われた「熱帯果樹ウイルス性病害の生態解明と制御技術の開発」が行われる一方、環境重視の観点から行われる研究も多くなった。「地球環境変動に係わる熱帯林の生態機能の変動の解明」(平成 2 ～ 6 年度) 及び「湿潤熱帯農地におけるメタンの生成メカニズムと生成抑制技術の開発」(平成 3 ～ 7 年度) が行われた。また、最近では持続可能な農業システムの開発を目標として、総合研究「タイ東北部における持続的農業技術確立のための開発研究」(平成 7 ～ 13 年度) が行われており、また、発展途上国での収穫後の穀類の損耗を対象とした「東南アジアにおける穀類のポストハーベストロス低減技術の開発」が平成 12 から平成 16 までの予定で行われることになっている。

c) インドネシア

インドネシアで行われたプロジェクトは、「熱帯における生産力向上のための有機物管理法に関する研究」(昭和 55 ～ 59 年度) が最初であった。その後、「熱帯アジアにおける畑作物を主体とするエコ・ファーミングシステムの開発」(平成 2 ～ 6 年度) との課題で主に社会経済学的研究が進められた。その成果は、同じく総合プロジェクトである「インドネシアにお

ける地域農業システムの評価とその総合的改善のための技術開発」（平成10～14年度）に引き継がれている。

d) フィリピン

フィリピンでは全部で6つのプロジェクトが行われた。昭和50～54年度に畑作と林業分野の2つのプロジェクトが行われた。一つはタイ、ブラジルとともに行われた「熱帯畑作の開発に関する研究」で、もう一つはマレーシアとともに行われた「熱帯地域における育林技術」である。その後、フィリピンでは特に林業に関するプロジェクトが集中的に進められ、「熱帯荒廃林地の回復とアグロフォレストリー」（昭和63～4年度）がタイとともに、また、「熱帯産在来有用樹による地域生態系の再生に関する基礎的研究」（平成8～11年度）がマレーシアとともに行われた。

e) ベトナム

ベトナムは長い戦乱が終わり、経済も混乱状態から新経済政策（ドイモイ政策）のもと、着実に発展しつつある。ベトナムでの最初のプロジェクトは、中国、フィリピンを含め広地域を対象として行われた「東アジアモンスーン地域における移動性水稻害虫の広域移動実態の解明」（平成2～6年度）であった。これはベトナムから我が国に至るまでの水稻害虫の移動実態を解明したものとして画期的な成果であった。その後、メコンデルタ地域における持続的農業の改良・発展を目的として「メコンデルタにおける農林畜水複合技術体系の評価と改善」（平成6～11年度）という総合プロジェクトが実施された。その成果は、同じく総合プロジェクトである、「メコンデルタにおける農畜水複合技術体系の評価と改善・複合経営成立のための社会経済条件の解明」（平成11～15年度）という研究プロジェクトに引き継がれている。

f) 中国

中国では、当初、遺伝資源に関連した研究が多く、最初は「遺伝資源の利用による水稻の耐冷・耐病・多収品種の育成」（昭和57～59年度）プロジェクトであった。このプロジェクトは「原生遺伝資源利用共同研究」として、平成

3年度まで行われたが、その後、「中国における稲遺伝資源の評価及び利用技術の開発」（平成4～8年度）に引き継がれた。この間に40品種以上の良質多収品種が育成され、それらは現在20万ha以上で栽培されている。また、現在、総合プロジェクトとして「中国における主要食糧資源の持続的生産及び高度利用技術の開発」（平成9～15年度）が行われている。

②実施プロジェクト一覧

a) 総合プロジェクト

タイ：タイ東北部における持続的農業技術確立のための開発研究（平成7～13年度）

マレーシア：マレーシア・ムダ灌漑地域における稲作技術体系の改善とその評価（昭和51～昭和58年度）

マレーシア：亜熱帯汽水域における生物生産機能の解明と持続的土地利用法のための基準化（平成7～11年度）

ベトナム：メコンデルタにおける農林畜水複合技術体系の評価と改善（平成6～10年度）

中国：中国における主要食料資源の持続的生産及び高度利用技術の開発（平成9～15年度）

インドネシア：インドネシアにおける地域農業システムの評価とその総合的改善のための技術開発（平成10～14年度）

ベトナム：メコンデルタにおける新技術の開発・導入と持続的ファーミングシステムの実施（平成11～15年度）

b) 国際農業プロジェクト（平成4年度までは、熱帯農業プロジェクト）

マレーシア：熱帯稲作の機械化に関する研究昭和（昭和48～昭和52年度）

タイ：熱帯における水田の高度利用技術の確立（昭和48～昭和52年度）

タイ・フィリピン・ブラジル：熱帯畑作の開発に関する研究（昭和50～昭和54年度）

マレーシア・フィリピン：熱帯地域における育林技術（昭和50～昭和54年度）

マレーシア：マレーシアにおける稲二期作技術

- 体系（昭和 50 ～昭和 58 年度）
- タイ・フィリピン・インド（ICRI 昭和 AT）：
熱帯アジアのイネ及びマメ類の
ウイルス病に関する研究（昭和 53
～昭和 57 年度）
- マレーシア：熱帯における水田機械化農作業に
関する研究（昭和 53 ～昭和 57 年
度）
- タイ・インドネシア：熱帯における生産力向上
のための有機物管理法に関する
研究（昭和 55 ～昭和 59 年度）
- タイ：熱帯における地下作物の有効利用に関す
る研究（昭和 55 ～昭和 59 年度）
- マレーシア・AVRDC：熱帯・亜熱帯における
野菜の生産安定（昭和 57 ～昭和
61 年度）
- 中国：原生遺伝資源利用共同研究（昭和 57 ～
平成 3 年度）
- （第 1 期）遺伝資源の利用による水稻の耐冷・
耐病・多収性品種の育成（昭和 57 ～昭和
59 年度）
- （第 2 期）遺伝資源の利用による水稻の耐冷・
耐病・多収性品種の育成（昭和 60 ～昭和
62 年度）
- （第 3 期）新系統の耐冷・耐病・多収性に關
する評価（昭和 63 ～平成 3 年度）
- マレーシア：（昭和 63 ～平成 3 年度）熱帯二期
作における広域水管理と作期移
動による水稻生産安定技術（昭和
63 ～平成 3 年度）
- マレーシア・コロンビア：熱帯における草地畜
産システムの開発（昭和 60 ～平
成 1 年度）
- マレーシア：熱帯における水稻二期作化に伴う
病虫害対策（昭和 60 ～平成 1 年度）
- タイ：熱帯農産物の微生物産生物質汚染防止
（昭和 60 ～平成 1 年度）
- 国内・タイ：熱帯植生における特異的養分供給
機構の解明と利用（昭和 62 ～平
成 3 年度）
- 中国：中国における野菜のストレス耐性の改善
（昭和 62 ～平成 3 年度）
- マレーシア：熱帯地域における水稻直播栽培技
術の確立（昭和 63 ～平成 4 年度）
- 国内・中国：乾燥地の水動態・土壌特性の解明
（昭和 63 ～平成 4 年度）
- 国内・マレーシア：熱帯低湿地の植生と土壌特
性の解明（昭和 63 ～平成 4 年度）
- 国内・フィリピン・タイ：熱帯荒廃林地の回復
とアグロフォレストリー（昭和 63
～平成 4 年度）
- マレーシア：熱帯反すう家畜の特異的消化機能
の解明と利用（平成 1 ～平成 5 年
度）
- タイ・マレーシア：熱帯果樹ウイルス性病害の
生態解明と制御技術の開発（平成
2 ～平成 6 年度）
- インドネシア：熱帯アジアにおける畑作物を主
体とするエコ・ファーマーミングシス
テムの開発（平成 2 ～平成 6 年度）
- 中国・ベトナム・フィリピン：東アジアモン
スーン地域における移動性水稻
害虫の広域移動実態の解明（平成
2 ～平成 6 年度）
- 国内・マレーシア・タイ：湿潤熱帯農地におけ
るメタンの生成メカニズムと生
成抑制技術の開発（平成 3 ～平成
7 年度）
- タイ・国内：地球環境変動に係わる熱帯林の生
態機能の変動の解明（平成 2 ～平
成 6 年度）
- 国内・タイ：東南アジアにおけるマイコプラズ
マ様病原体による病害の実態の
解明と防除法の確立（平成 3 ～平
成 7 年度）
- 中国：中国における稲遺伝資源の評価及び利用
技術の開発（平成 4 ～平成 8 年度）
- 中国：中国における果菜類等の耐病性優良系統
の育成（平成 4 ～平成 8 年度）
- マレーシア：熱帯二期作水稻の生物害総合防除
技術体系の確立（平成 5 ～平成 9
年度）
- 中国：乾燥農業限界地域の環境改善による持続
的農業技術の確立（平成 5 ～平成
9 年度）
- マレーシア・インドネシア：熱帯荒廃二次林の
質的向上技術の開発（平成 5 ～平
成 9 年度）
- マレーシア・インドネシア：熱帯低質二次林改
善に伴う生物資源変動過程の解
明（平成 5 ～平成 9 年度）
- タイ：東南アジアにおける施肥養殖技術の確立

(平成6～平成10年度)

- 中国:中国東北地方における大豆遺伝資源の評価と利用技術の開発(平成7～平成16年度)
- 中国・マレーシア・インドネシア・タイ:経済発展に伴う農業生産構造の変化の経済評価とモデル分析による農業発展方向の解明(平成7～平成9年度)
- マレーシア・フィリピン:熱帯産在来有用樹による地域生態系の再生に関する基礎的研究開発(平成8～平成11年度)
- マレーシア:海外養殖魚介類の疾病発生動向(水)(平成9～平成11年度)
- マレーシア:熱帯林再生のためのアグロフォレストリー技術の開発(平成12～平成18年度)
- タイ:東南アジアにおける穀類のポストハーベストロス低減技術の開発(平成12～平成16年度)

c) 国際研究機関との共同研究

- タイ・フィリピン・インド (ICRISAT):熱帯アジアのイネ及びマメ類のウイルス病に関する研究(上記と重複)(昭和53～昭和57年度)
- マレーシア・AVRDC:熱帯・亜熱帯における野菜の生産安定(上記と重複)(昭和57～昭和61年度)
- I R R I:第1期:稲白葉枯病抵抗性に関する共同研究(昭和57～昭和63年度)
- I R R I:第2期:熱帯におけるイネ二期作の安定化技術の開発(昭和64～平成5年度)
- I R R I:第3期:遺伝資源拡大による熱帯水分ストレス下稲作安定化技術の開発(平成5～平成11年度)

2) アジア2 (南・西・中央アジア、北アフリカ)

①研究の活動概要

TARC時代(平成5(1993)年10月以前)にはシリア、トルコ、インド、パキスタン、イラン、サウジアラビア、イエメン、オマーンなどの国々を対象に、それぞれの国の地域特性の把

握と共同研究の可能性を探った。その結果本地域への研究協力はシリアにある国際乾燥地農業研究センター(ICARDA)を通じて行うのが望ましいという結論に達した。ICARDAとの共同研究は「半乾燥・乾燥地域における主要畑作物の天水利用型栽培技術の開発」(昭和62～平成2年)と「アフリカ乾燥・半乾燥地域における草地の資源変動の保全技術の開発」(平成元～6年)の2課題について7年間続いた。

JIRCASになってからは、カザフスタン、ウズベキスタン、キルギスタンなどの中央アジア地域を中心に調査し、重要課題として、ア)持続的草地管理技術の確立、イ)家畜生産及び可耕地利用技術の開発、ウ)アラル海とその流入河川域の環境問題対策、特に土壌の塩類集積問題、エ)カザフ草原の天水小麦生産地域の土壌保全と持続的生産技術の開発、オ)植物遺伝資源の収集・保存及び評価・利用技術の開発の5課題に整理した。この中から、「中央アジアにおける持続的草地管理技術の開発」(平成8～12年度)が個別プロジェクトとして、また、「中央アジア塩類集積土壌の回復技術の確立に関する研究」(平成8～10年度)が環境庁の地球環境研究プロジェクトとして実施された。

また、スリランカにある国際水管理研究所(IWMI,旧称IIMI)と「スリランカ・ドライゾーンにおける溜池灌漑システム管理技術の改善」(平成3～6年度)及び「作物多様化のための水欠乏状態における最適水管理技術の開発」(平成9～11年度)の共同研究を行った。加えて、インドにある国際半乾燥熱帯作物研究所(ICRISAT)とは拠出金研究で、「熱帯半乾燥地域における主要畑作物の栽培技術の開発」(平成元～6年度)と「熱帯半乾燥地域における主要畑作物の持続的栽培技術の開発」(平成6～11年度)の共同研究を行った。

②個別プロジェクトの概要

- a) 半乾燥・乾燥地域における主要畑作物の天水利用型栽培技術の開発(昭和62～平成2年度)

半乾燥・乾燥地域の主要作物である小麦の耐旱性品種の育成に資するため、半数体育種法の確立と品種育成のための生理生態学的研究をICARDAと共同で行った。*Hordeum bulbosum*交雑不和合性の小麦遺伝子型において、トウモ

ロコシを花粉親として授粉し、直後に 2.4-D 処理を行うことによって未熟胚を得ることが可能となり、これを無菌培養して小麦半数体を多数作出する技術を確立した。また、大麦幼穂を供試し、TTC（トリフェニル・テトラゾリウム・クロライド）を用いる耐凍性検定法を確立したが、明瞭な品種間差は見られなかった。

b) アフリカ乾燥・半乾燥地帯における草地の資源変動の解明と保全技術の開発（平成元～6年度）

砂漠化の原因は長期的な気候変動より、過耕作、過放牧、不適切な灌漑による塩類集積などの人為的要因の影響がはるかに大きい。過放牧に対しては、牧草バイオマスの増大や家畜の適正放牧密度の設定等の対策が必要である。このため、シリアにある ICARDA と乾燥・半乾燥地帯における草地の保全技術開発のための共同研究を行った。空中写真を基に、シリア北東部アジス山地（年間降水量 200～300mm の農耕限界地）の植生図を作成し、グランドトゥールズを行って、飼料資源の生産・利用価値及び季節的变化を明らかにした。また、地形学、土壌、土地荒廃状況などのデータに基づいてマップデータベースを作成した。さらに、モロッコを一事例として、牧畜システムの類型化を試み、飼料作農耕結合型、非飼料作農耕結合型、半農半牧型及び放牧型の 4 つに類型化した。いずれの形態においても、社会経済条件の変化に対応して、集約化、個別化、短期的収益追求の傾向が強くなってきていた。

c) 熱帯耕地の侵食・劣化動態と対策技術の開発（平成 2～6年度）

人口増加や商品作物の作付拡大に伴って、耕地として不適切な農耕限界地の耕地化が進んでいる。これにより土壌侵食や土壌肥沃度の低下が起り、耕作放棄から周辺環境の破壊まで引き起こす危険が生じている。そこで、パキスタンを事例調査国として、耕地の侵食・劣化の実態調査とその要因解析を行い、対策技術の検討を行った。SPOT-HRV パンクロマティックデータなどの活用によって、侵食程度の解析が可能になった。衛星の多波長分光データから算出される各種指標値（正規化植生指数、被服度指数、土壌水分指数）を用いて解析した結果、

侵食程度と被覆度指数が最も高い相関を示すことが分かった。しかし、時間的変化や人為的な地形変化の影響の解析は今後に残された。

d) スリランカ・ドライゾーンにおける溜池灌漑システム管理技術の改善（平成 3～6年度）

恒常的な雨や風、地滑り等による土構造物の用排水路や溜池などの機能損失を評価するため、IIMI との共同研究を行い、実測値と担当程度一致するシミュレーションモデルを作成した。これにより現地の溜池は無駄が多く、非効率的であることを数量的に解明した。

e) 熱帯林伐採跡地等の農地への転用による環境変動の評価技術と持続的土地利用法の確立（平成 5～9年度）

農地への転用等の環境変動に伴う貯水能力の低下等による洪水、干ばつ、土壌流亡等の環境破壊が問題となっていることから、被災の類型化、災害危険度評価モデルの構築を図り、環境負荷を考慮した持続的土地利用法の確立に向けて ICRIASAT との共同研究を行った。地理情報システムによって、土地利用タイプによる被災の類型化及びその変遷過程を解析し、インド半乾燥地域の農地の経年変動解析手法を開発した。なお、災害危険度評価モデルの構築は今後に残された。

f) 作物多様化のための水欠乏状態における最適水管理技術の開発（平成 9～11年度）

水文モデルによる組織内水移動の検討と最適化モデル（非線形計画法）による最適作付体系の開発のため IWMI と共同研究を行った。連珠溜池システムの水収支機構を解明して水分プログラムその他、水分学、作物、経済的入力変数を用いた最適作付体系決定モデルを開発した。

g) 中央アジアにおける持続的草地管理技術の開発（平成 8～12年度）

中央アジアの乾燥・半乾燥地帯の広範な自然草地は古くから牧畜に利用されてきたが、旧ソ連邦の崩壊以後、過放牧等の不適切な管理によって荒廃や牧養力の低下等が起こっている。そこで、現地の研究機関と共同研究を行った。

カザフスタンのトルゲン試験地（標高約2,200m）での試験では、マメ科草種 *Onobrychis transcaucasia*（セインフォイン）は発芽率がよく、草丈も比較的高く、良好な定着が期待できた。カザフスタンのマクロ経済指標は一時期と比べて改善が見られるが、住民の購買力の低下に伴う畜産物需要の減退、畜産物への補助金の大幅削減、国家買い付け量の著しい削減に伴う販売危機の発生、畜産物生産の赤字などの原因による家畜頭数の減少と生産性の低下がみられた。今後は、草地管理に有用な植生図や土壌分布図等の作成を行うこととしている。

h) 中央アジア塩類集積土壌の回復技術の確立に関する研究（平成8～10年度）

カザフスタンのシルダリア川流域は、河川水の多量取水と不適切な灌漑農業の結果、表層土壌での高濃度塩類の集積により、農地の荒廃及び周辺自然植生の悪化等の問題が顕在化してきている。そこで、精度の高い灌漑・排水及び栽培管理技術の確立を目的として、現地の研究機関と共同研究を行った。これにより取水量の半分弱しか生産に消費されず、一部は地下流出する一方、周辺土壌表層で塩集積を助長する実態が明らかとなった。また、室内実験では、小麦の耐塩性が相対的に優れ、日本の水稻品種に強耐塩性のものが見つかった。河川からの無秩序な取水と不適切な水管理を改める必要がある、次のような対策が考えられた。i) 取水の抑制：適切な水使用料の設定。1996年の水使用料は20m³当たり1テング（1.7円）。ii) 水田の配置と利用の改善：水田を河川及び主水路沿いに集中配置して水路からの漏水を削減し、輪換をやめて永年水田とする。iii) 耕盤形成など漏水抑制技術の開発：水田の代かき、床締めで耕盤を形成し、水浸透を抑制。

i) 拠出金研究：ICRISATとの共同研究

インドの伝統的なマメ科と禾本科の間作体系の改善と異なる窒素施肥、栽植密度下における根の分布と窒素及び水分の動態解明などを目的とした。成果は *Roots and Nitrogen in Cropping Systems of the Semi-Arid Tropics* (JIRCAS International Agriculture Series No.3, 1996) として出版された。次に、低栄養土壌におけるキマメの窒素・リン酸の吸収メカニズム

及びソルガムの窒素・リンの同化と利用効率を中心に共同研究を行った。キマメの根からのクエン酸、ヒシデイン酸放出量は、低リン処理下で、Manak品種の一部を除き、増加したが、品種間差異は有意でなかった。また、ハイブリッドソルガムが低窒素環境下に適応しているのは、出穂期以降も根の活性が維持され窒素を吸収できたためであることが実証された。

3) アフリカ

①個別プロジェクトによる共同研究

国際農林水産業研究センターのアフリカにおける活動は、長期在外研究員の派遣を伴うプロジェクト研究としては、国際農業研究機関（CGIAR及びその他の機関）と研究テーマを絞り込んだ個別研究を進めるという形で畜産、昆虫及び作物の耐乾性の分野で進められてきた。

アフリカの家畜にとって最も重大な被害を及ぼすトリパノゾーマ症及びタイレリア症、特に東海岸熱の防除のための共同研究は、1982年に国際獣疫研究所（ILRAD）と開始された。また、アフリカ国際家畜センター（ILCA）においても、家畜生産及び耐病性家畜の育成に関する研究協力を行っていた。その後、ILRADとILCAの統合を経て、1995年からは国際家畜研究所（ILRI）と研究協力が続けられてきた。この間、研究課題は東海岸熱についてはその防除を目的とし、研究の内容は進展に伴い診断、疫学、抗原性状の解析、ワクチン開発と変遷してきている。現在は「トリパノゾーマ抵抗性牛の育成のための基礎的特性の研究」として、トリパノゾーマ症の抵抗性発現に重要な役割を果たすと考えられる腫瘍壊死因子の解明と取り組んでいる。

北及び東アフリカ地域では、長距離移動性のバッタ類、（特にサバクワタリバッタ）の農作物・牧草への直接的被害及び広範囲に散布する薬剤による環境汚染等が問題となっている。生態系に調和した安全で持続可能な防除技術の開発を目的に、1995年度から国際昆虫生理生態センター（ICIPE）との共同研究で開始されたプロジェクトは実施予定期間が終了し、2000年度からは農林水産省の拠出金研究としてさらに継続されることになっている。

アフリカが抱える食料及び農業問題のうち、

特に深刻な問題は旱魃等の環境ストレスであり、1990年に国際熱帯農業研究所（IITA）カノ支所において「アフリカにおける植物のストレス耐性機構の解明と利用」に関するプロジェクトが開始された。具体的には、ササゲの耐乾性の生理学的研究を通して現地でのササゲの育種及び栽培法の改良を図ることが目的であり、現地のササゲ遺伝資源から耐乾性系統を選抜し、これらの系統の根の伸長性に特徴があることを明らかとした。選抜された系統は、IITAで耐乾性育種の母本として利用されている。長期派遣を伴うプロジェクトとしては6年間で終了したが、このプロジェクトをきっかけにJIRCASにおける耐乾性等の環境ストレス耐性研究に係る国内研究及び国際農業プロジェクトが強く推進されるようになった。

②アフリカにおける共同研究の方向性の検討

上記のようにJIRCASのアフリカでの経験は、アジアでの活動に比べると、その規模や対象としている分野がかなり限られてきた。年々増えるアフリカからの研究支援の要請に応えていくためには、アフリカの食料・農業問題に積極的に取り組み、より広い展望を持って組織としての経験を積み上げていくことが必要であるとの認識が、近年、JIRCAS内で強まっている。1996年度には、外部の有識者を交えた「アフリカ研究会」が開催され、基本的食料の増産につながる共同研究としてJIRCASがアフリカにおいて取り組むべき課題の検討がなされた。アフリカという”多様性”と”可能性”に富む地域への協力のあり方には、様々な方向性が示され討議も活発に行われた。その結果近年、西アフリカにおける米の需要が急速に伸びていること、日本において研究・技術の蓄積が顕著であることから、”イネ”に関わる研究協力がアフリカにおける総合研究の第一歩として取り組むのに妥当であるとの結論に達したと報告されている。

③アフリカにおける総合研究を目指して

近年、西アフリカでは、都市への人口の集中や生活形態の変化に伴って食料消費形態も変わり、米の消費が急速に増加してきている。しかし、地域内での米の生産量は限られており消費量の約半分を輸入に頼っている。このため、

食料自給率の更なる低下が懸念され、地域の気候・土壌・社会形態などの実情に即した米の増産技術の開発・普及が急務とされている。これらの背景や「アフリカ研究会」の提言を踏まえ、西アフリカの稲作の生産性及び所得の向上に貢献することを目的として、1998年度から国際農業プロジェクト「西アフリカにおける米増産のための研究」を西アフリカ稲作開発協会（WARDA）において開始した。このプロジェクトは、企画段階では総合プロジェクトを目指すものではあったが、現実には長期在外研究員2名（育種部門に1名及び農業政策部門に1名）の規模で実施されることになった。

育種部門との共同研究では、アフリカ稲（*Oryza glaberrima* Steud.）とアジア稲（*Oryza sativa* L.）の種間雑種を利用して、乾燥及び酸性土壌に強い品種の開発研究に協力している。現在は、アフリカ稲の耐乾性の生理機作及び遺伝変異を解析し、耐乾性の簡易検定法を開発することに取り組んでいる。更に、その指標を用いてイネの耐乾性及び酸性土壌耐性遺伝子のマッピングを行い、分子マーカーを利用した効率的な育種選抜システムを確立することを目指している。政策部門との共同研究は、この地域における稲作の特性とその技術開発方向を社会経済的な視点から分析することを目的としている。特に、この地域の米増産に貢献する可能性が大きいと言われながら、十分に利用されていない低湿地における稲作の現状と生産制限要因を明らかにし、技術の普及・定着の推進に必要な社会・経済的条件を解明していくことを目指している。小規模ではあるが、このプロジェクトを通して西アフリカ地域における「栽培技術・品種開発の方向性」及び「技術普及における社会経済的問題点」という観点からの稲作研究を通して、この地域の稲作技術の開発と普及に係る情報・データを蓄積し、JIRCAS独自の協力ネットワークを構築していくことが、将来、実質ともに総合プロジェクトとなりうる活動を企画・推進するための重要な基盤作りにつながると考えている。

JIRCASは開発途上地域における「食料増産」及び「環境保全」に取り組むことを基本目標として研究活動を推進している。アフリカ、特に乾燥した地帯における気象変動、収奪的農業、過放牧、塩類集積等による土壌生産力の低下等

の環境問題は深刻で、この地域の持続的食料生産と農村社会の安定的発展は地球規模の課題として認識されている。

1999年度から、JIRCASは、環境庁の予算により「サブサハラアフリカの土壌扶養力の評価と維持・回復技術の開発」に関するプロジェクトを開始した。サブサハラの農牧業地帯では土壌劣化が著しく、この地帯の持続的食料生産の開発のためには、土壌劣化のメカニズムの解明と土壌扶養力低下の防止・回復技術の開発が急務であると考えられる。本プロジェクトは、砂漠化危険地帯の農村を社会経済、土壌、栽培技術及び植物栄養の視点から調査し、土壌劣化の現状を明らかにすると同時に、持続的な農業を育むために必要とされる社会経済的条件や技術開発の方向を分析することを目的としている。国際肥料開発センターアフリカ支所(IFDC-Africa)の協力を得て、ブルキナファソの異なる気候帯にある六農村を調査地として選び、各分野の予備調査を開始したばかりである。今後も、このプロジェクトを通して得られる情報に加え、地域内諸国の農林水産業研究の実態および動向の調査研究を継続して行い、半乾燥地帯の農林業生産環境の保全という大きな課題についても焦点を絞り込んでいく努力を続けることが必要であろう。

④アフリカにおける実施課題一覧(1982~2000)

課題名	実施期間	相手機関
熱帯における家畜の疾病と診断及び防除	1982-1992	ILRAD
アフリカ牛のトリパノゾーマ抵抗性及び乳、肉、労役等の生産性に関する遺伝特性の解析法の開発	1993-1995	ILCA
家畜のピロプラズマ病に関する研究	1991-1994	ILRAD
ピロプラズマ病のワクチン開発に関する研究	1994-1998	ILRAD, ILRI
トリパノゾーマ症における TNF α の役割解明	1998-2000	ILRI
アフリカにおける植物のストレス耐性機構の解明と利用	1990-1992	IITA
西アフリカにおける Vigna 属作物の耐旱性機構の研究	1992-1995	IITA
北及び東アフリカにおけるバッタ類の生合理的害虫管理法の開発(プロジェクト研究)	1995-1999	ICIPE
西アフリカにおける米増産のための稲種間交雑種の活用に関する研究(総合プロジェクト研究)	1998-2002	WARDA
サブサハラアフリカの土壌扶養力の評価と維持・回復技術の開発(環境庁プロジェクト研究)	1999-2000	IFDC

(短期派遣による調査研究は除く)

4) 中南米

中南米における TARC 及び JIRCAS の研究活動は実施形態や実施時期の違いから、(a) 中南米の農業特性と技術の改善方向に関する調査解析(1993-)、(b) ブラジルの畑作に関する研究(1972-1996)、(c) 総合的研究と広域型研究(1996-)及び(d) 国際研究機関との共同研究、に分類することができる。またこの他に、JICA プロジェクトに対しても研究者の派遣を行っている。

①中南米の農業特性と技術の改善方向に関する調査解析(1993-)

1993年以降、メルコスール諸国(ブラジル、アルゼンチン、パラグアイ、ウルグアイ)の農業特性と技術の改善方向に関する調査を数回にわたって実施している。本地域における農牧業の主体は、放牧を主体にした肉牛生産と大豆を中心とした穀作であり、草地の低生産性や穀作の連作障害が大きな生産阻害要因である。放牧草地と穀作を結合させた農牧輪換技術は、両者の生産性の維持・向上に有利な体系となりうる可能性を指摘した。これらの調査結果を基礎に「農牧輪換」プロジェクトの実実施計画が策定された。また、農牧輪換体系の重要な構成要素である大豆作の問題点を解析し、「南米大豆」プロジェクトの策定に活かした。さらに、南米で急速に普及しつつある不耕起栽培技術の現状と問題点について、情報収集、現地調査及び現地セミナーを実施して解析した。その成果はセミナーのプロシーディングとして広く配布するとともに、「南米大豆」プロジェクトの課題推進に活用されている。

②ブラジルの畑作に関する研究(1972-1996)

熱帯農業研究センター発足以来、中南米諸国との共同研究はブラジルを主な対象地域として行われてきた。研究拠点はピラシカバ(一部の課題はカンピナス)に始まり、ロンドリーナ、ボツカツと移り、現在はロンドリーナとカンポグランデになっている。サンパウロ大学農学部(ピラシカバ)においては、畑作物の病害や線虫害防除の研究が行われた。ロンドリーナにあるパラナ州立農学研究所(IAPAR)との共同研究では、陸稲の生理、病虫害防除のほか、

畑作物の線虫の生態に関する研究を実施した。サンパウロ州立パウリスタ大学ボツカツ校においては、ブラジルの畑作技術の改善を目標にして、

1991年から1996年には、引き続きパウリスタ大学ボツカツ校を拠点として、ハキリアリの被害実態の解明と防除に関する研究を実施し、被害の実態調査と今後の被害予測を行った。

③総合的研究と広域型研究（1996 - ）

南米諸国は、未開発の広大な農耕可能地を有しており、21世紀の食料供給基地として期待されている。しかし、その潜在力を実現するためには、個別技術の開発にとどまらず、経済・経営的評価を含めた複数の研究分野からなる総合的なアプローチが必要とされた。この地域における畜産や穀作の現状調査と技術的問題点の解析を踏まえ、総合的プロジェクト「ブラジル中南部における持続型農牧輪換システムの開発」（略称：「農牧輪換」）が1996年から7年の計画で開始されている。一方、複数の国に共通な重要研究課題に対しては複数の国を対象とした実施形態が有効かつ効率的であるとの認識から、JIRCASとしては初めての広域型プロジェクト「南米諸国における大豆の高位生産・利用技術の総合的開発研究」（略称：「南米大豆」）が1997年から10年間の予定で実施されている。

a) 総合的研究プロジェクト「農牧輪換」

ブラジル中南部ではこれまで、広大な農地で自然の地力に依存した収奪性の強い農牧業が行われてきた。この結果、作物栽培では、地力の低下や病虫害の発生が顕在化しており、牧畜では牧養力の低下などの農地劣化が深刻化してきている。これらの問題に対応するため、総合的研究プロジェクト「農牧輪換」を実施している。このシステムでは、草地と穀作地を相互に輪換することにより、牧草地の穀作化による地力増進と、穀作地の草地化による連作障害防止を目指している。同時に、作目の多様化により、市場リスクの回避をも狙いとしている。ブラジル農牧研究公社（EMBRAPA）傘下の肉牛研究センター（カンポグランデ市）を拠点とし

て、このシステムに適した草種の選定と草地管理法、土壌肥沃度の維持方策及び新技術の経済的・経営的評価などの課題を実施している。また、我が国の全国拓殖農業共同組合連合会（JATAK）の試験圃場（サンパウロ州グアタバラ）において、現地実証試験を実施している。

b) 広域型研究プロジェクト「南米大豆」

南米では、新規開墾や草地からの転換を主体とした大豆作の拡大が続いている。一方これまで栽培されていた地域では、作付年数の増加に伴って病虫害や雑草の発生種・密度の増加が予想される。今後も安定的に生産量を維持あるいは増加させるためには、これらの予想される障害に今から技術的対策を講じておくことが重要である。また、量的な拡大とならんで、質的な向上も将来の課題として重要である。南米産大豆はこれまで、ほとんどが食用油と飼料として利用されているが、工業用原料としての用途拡大の可能性があり、新しい用途開発を目指した研究も必要と思われた。このような背景から広域型研究プロジェクト「南米大豆」が開始された。本プロジェクトでは、南米諸国との多国間協力やJICAとの連携により、総合的な大豆研究の展開を目指している。10年間の全体計画では、遺伝・育種、生産環境、栽培管理、ポストハーベスト技術及び社会・経済的解析にいたる幅広い課題の実施を予定している。第1期（1977 - 2000年）においては、成分育種、病虫害抵抗性育種、土壌管理、病虫害防除及び耐干性機構の解明などの課題を、EMBRAPA、アルゼンチン農牧研究公社（INTA）、パラグアイ農牧省（MAG）との共同及び国際協力事業団パラグアイ農業総合試験場（JICA-CETAPAR）との連携により実施している。

④国際研究機関との共同研究

中南米地域に所在する国際研究機関との共同研究では、小麦の育種法（CIMMYT）、熱帯牧草の生態と管理法（CIAT）、陸稲の不良環境耐性の生理的機構（CIAT）及び地下作物の遺伝的特性（CIP）などの研究課題を実施した。CIMMYT、CIATとの共同研究は現在も実施している。これらの詳細については後述する。

中南米における実施課題一覧（1990-2000年）

課題名	実施年次	共同研究相手機関
熱帯におけるハキリアリの被害実態の解明と防除	1991-1996	パウルスタ大学 ボツカツ校
熱帯半乾燥地における障害抵抗性麦類の育種技術の開発	1992-1997	CIMMYT
南米サバンナ土壌における陸稲の根の生理・生態的研究	1992-1996	CIAT
中南米原産地下作物の遺伝的変異の解明	1992-1997	CIP
南米サバンナにおける熱帯牧草の永続性機構と最適管理法の解明	1994-1996	CIAT
ブラジル中南部における持続型農牧輪換システムの開発	1996-2002	EMBRAPA, JATAK, CIAT
DNAマーカーと半数体育種法を利用した効率的な耐病性選抜法の確立と高度耐病性小麦の育成	1997-2000	CIMMYT
南米諸国における大豆の高位生産・利用技術の総合的開発研究	1997-2006	EMBRAPA, INTA, MAG, CETAPAR

(短期派遣による調査研究は除く。)

5) 東ヨーロッパ

研究活動の概要

東ヨーロッパの農業は、温帯寡雨の畑作が中心で、潜在的資源は豊かであるが、社会主義体制から市場経済体制への移行に伴って経営形態の変化等、経済社会条件に急速な変化が起こりつつあった。このため、この地域の農業及び農業研究に関する新たな情報の収集を行い、技術の開発の方向を解明し、我が国との共同研究分野の方向付けを行っていく必要があると考えられ、1993年の国際農林水産業研究センターの発足に際して、対象国として加えられることになった。

この変化を受けて JIRCAS 海外情報部では、この地域において一大農業国として中心的な地位を占めているハンガリー及びその近隣地域について、1994年度から3年間に渡ってその農業特性及び研究技術動向の調査を行った。それまで日本における東ヨーロッパの農業に関する研究は、個人レベルでの共同研究が数例あったのみで、情報収集についても国際協力事業団、国際農林業協力協会等が実施している調査、研修などの事業を通じてもたらされる断片的なものに限られていた。このため、これら既存の情報を収集整理すると共に、1994年度には、ハンガリー及び近隣地域の農業行政部局、国立研究機関、大学などの現地調査を行い、この結果を既存情報とあわせ分析することによ

り、新たに農業事情、研究技術動向についてのとりまとめを行った。これにより、同国における農業研究の重点は市場経済化に伴う諸問題の外、環境保全型農業、加工品も含めた農産物の質の向上に重点が移ってきていることが明らかになった。

ハンガリー農業は、旧ソ連、東欧地域という輸出市場を失い、また市場経済化による土地制度の変革、価格体系の激変により大打撃を受けたが、ようやく回復の兆しが見えかけているという状態にあった。しかし、その水準は最盛期の3分の2程度であり、特に畜産部門の回復には長期間を要すると見られた。農業研究の重点は市場経済化に伴う諸問題の外、環境保全型農業、加工品も含めた農産物の質の向上に移ってきているが、現場の対応は予算の削減、人員の整理等悪条件が重なっており、“実収入のある研究”が優先されている状況にあった。農業はあくまで大規模な畑作が中心であるが、経営・加工・基礎研究など我が国との交流の領域は広いと考えられ、学ぶべき点も多いと報告された。なお、上記の実施課題が終了した後は、JIRCASにおいて東ヨーロッパを対象とした研究または調査は行われていない。

ハンガリーが、1996年にOECDへの加盟に調印したほか、一部の東欧諸国はEUへの加盟が認められる等、先進国の仲間入りをした。このため、東欧地域の研究協力対象としての重要度は相対的に低下しているとも考えられている。しかし一方においては、経済状況の悪化により、我が国の政府開発援助が実施される国々もあり、地域内の格差が広がりつつあることから将来的に研究協力が必要とされる可能性もある。いずれにしても、本地域は一大農業地域で農業研究の蓄積が多いことから、研究情報の収集については引き続き行っていく必要がある。

6) 先進国、国際農業研究機関

①昭和63年研究レビューまで

a) 国際農業研究機関

1960年代に「緑の革命」の起点となった国際イネ研究所(IRRI)や国際トウモロコシ・コムギ改良センター(CIMMYT)は、当初はロックフェラー財団やフォード財団が中心になっ

て設立されたものである。後に FAO や世銀、各国政府等の拠出が行われるようになり、またこれらの研究所の成功にならって他にも同様な研究所も設立された。これらの研究所は、1971年に国際農業研究協議グループ (CGIAR) というゆるやかな組織にまとめられ、財政と運営のまとめを、事務局 (ワシントンの世銀内) と技術諮問委員会 (TAC) を中心にして行うようになった。CGIAR 傘下の国際農業研究機関は現在 16 あり、畜産、林業、水産業関係のセンターも含まれている。そのほかにも CGIAR に参加していない国際農業研究センターとしては、アジア野菜研究開発センター (AVRDC)、国際肥料開発センター (IFDC)、国際昆虫生理生態センター (ICIPE)、食料肥料技術センター (FFTC) 等がある。

熱研は、これらの国際農業研究センターについて研究内容をはじめ関連する情報を組織的に収集・分析し研究活動の参考としてきた。また、活動の初期から研究者を長期、短期で派遣して共同研究を行うなど、協力関係の強化に努めてきた。

このように国際研究機関との連携を進めてきたものの、必ずしも十分とは言い難いとして、熱研センターの昭和 63 年度研究レビューでは、以下のようにその強化の必要性が説明・指摘された。『我が国はこれまで CGIAR 諸機関に積極的な財政支援を行っており、金額はすでに米国について第二位を占めるまでになっている。また同時に、研究者の派遣、共同研究の実施等についても協力を行ってきた。これら機関の開発途上国農業の発展に果たす役割はますます重視されており、我が国に対しこれら機関への支援の拡充強化の要請は一層高まっている。熱帯農業研究センターは、これまで研究者の派遣、共同研究の実施について我が国における中核的機関としての役割を果たしてきた。今後熱帯農業研究の効果的推進を図る観点からもより積極的な協力を進めなければならない。このようなことから熱帯農業研究センターは、CGIAR の主催する会議等に積極的に出席し、これら機関との関係を一層密にして熱帯農業についての情報収集を図るとともに国際研究機関への対応の基本方針の策定、研究者派遣、共同研究の実施など具体的対応の検討に関し、積極的に関与する必要がある。』

また、その改善方向としては、次のようなことが指摘された。

- i) CGIAR 年次総会等に積極的に出席して各機関の活動について理解を深め、研究方向等について我が国の意見を反映させる、
- ii) 国際農業研究機関に対する日本人の参加が、少ないので、それら機関の研究者、研究管理者に適する人材の養成に努める
- iii) 国際稲研究所 (IRRI) のように、我が国における研究蓄積が大きい分野又は地域での研究に関与する機関に対しては、主要研究部門に中核的な役割を果たしうる研究者を派遣し、研究の推進に積極的に貢献する
- iv) 熱帯アフリカ等への派遣を考える場合に、国際機関の自己完結的なインフラ (交通・通信・印刷出版・住居・子弟の教育・衛生・医療・レクリエーション等) の有効活用を考慮すべきである
- v) 現在、IRRI、ICRISAT との間で実施されている特別拠出金による共同研究等の拡充を通じて行うことの可能性も検討する必要がある。

これらの指摘に応じて、昭和 63 年 (1988) 5 月に梶原所長 (当時) が西ドイツで行われた CGIAR の年次会議 (Mid-Term Meeting) に出席した。「熱研 20 周年記念号」には、金田忠吉元所長の言葉として、『情報関係で特筆すべきは、年 2 回の CGIAR の会合に所長が出席して、国際研究機関やこれらを支援する各国・機関の関係者と直に接することができるようになったことであろう。熱研の名は、従来から研究者の派遣のあった国あるいは国際研究機関を除いては、あまり知られていなかったようだ。これは一つには外国語による刊行物の種類や量が少なかったことにもよろうが、CGIAR の会合に毎回参加するようになって、急速に他の国々にも知られるようになった。』と記されている。

b) 先進国の農業研究機関

先進各国はいずれも開発途上国支援のための農業研究を行っている。これらについて、昭和 63 年研究レビューには次のように説明されている。『先進国の熱帯農業研究機関との関係—先進国の多くは、旧植民地宗主国として熱帯農業に関する研究の蓄積も大きく、その上にたって現在も研究を行っている機関がある。これら機関については訪問、資料・情報の交換等

により交流を行ってきているが、今後一層これらとの交流を深めることが重要である。また、オーストラリアのように自国内に熱帯乾燥・半乾燥地域を有する国については、これらの国の試験研究機関との間で共同研究を実施すること、更に、フランスの海外研究機関のように西アフリカの国々に拠点を持つものについては、対象地域における共同研究を実施することも重要と考える。』

しかし現実には、先進国の農業関係機関との共同研究を含めた研究交流はほとんど進んでいないため、それぞれの具体的な課題を対象として交流、連携の可能性を検討する必要がある、と指摘された。

②熱研時代－調査情報部における研究

a) 国際農業研究機関

昭和 63 年のレビューの指摘等もあり、平成元年（1989）から調査情報部が資料調査と関係機関の訪問によって、国際農業研究機関の実情と研究戦略についての解明を開始した。研究課題としては、「国際農業研究機関の研究動向（平成 1～3）」が立てられ、所長の CGIAR 会議参加と資料調査により、CG グループ全体の研究動向の解明を行った。

IRRI、ICRISAT、CIAT 等の各機関については、主に熱帯畑作と環境保全の視点から文献調査による分析が単年度課題として行われた。人口増加と環境劣化のために穀類需給状況が逼迫するなかで、CGIAR 傘下の国際農業研究機関は関係各国と協力して問題地域の把握と課題の解明を急ぐとともに資源ベース、自然界の物質循環メカニズムと調和する持続的天水農業システムの確立の研究開発に鋭意取り組んでいることが明らかになった。また、マメ科作物の適切な導入活用による栽培技術の確立は、農業投入資源が限られ、かつ生産能力が低下している地域の有望な研究技術開発課題となっており、その成果を実効あるものにするためには当該地域の住民の資源管理及び環境保全に対する理解と参加が不可欠である、との認識が共通のものとなっていた。その他にも、CIMMYT、ILRAD 等において長期在外研究が行われており、これらの研究協力を通じての生の情報収集も行われた。

また、「国際機関情報のデータベースの構築

（平 2～3）」も実施された。平成 2 年の時点で、CGIAR 関係機関は一応創設期を終えて成熟期に入っており、2000 年以後を展望して、研究開発戦略の策定を図っていた。これらの情報の組織的収集とデータベース化を目標として、内容の分析整理が行われた。IRRI、CIAT 等の 10 の国際研究機関の研究課題の解析と評価を行った結果、遺伝資源の収集管理、環境適応性品種改良、小農適応持続生産技術、環境保全技術、総合防除技術等に重点がおかれていることが明らかになった。

b) 先進国における国際農業研究の動向

昭和 62 年度以降、新設の調査情報部によって、先進国の国際農業研究機関への直接訪問とそれを補う文献調査が行われた。その後 JIRCAS 設立までの 6 年間の間に、デンマーク（DANIDA 等）、スウェーデン（SIDA、SAREC）、ノルウェー（開発事業団（NORAD）等）、ドイツ（GTZ、各大学）、イタリア（海外農業研究所）、ベルギー（開発協力庁、国立農業研究センター）、イギリス（CAB インターナショナル、自然資源研究所（NRI）等）、米国（USAID、途上国農業研究に特色のある各大学、ウインロック国際農業開発研究所等）、カナダ（国際研究開発センター（IDRC）、農務省）、オランダ（王立熱帯研究所（KIT）、ワーゲニンゲン農業大学（WAU）、国際土壌情報センター（ISRIC））、フランス（国際協力農業開発研究センター（CIRAD）、仏開発協力科学研究センター（ORSTOM）、仏国立農業研究所（INRA）等）、オーストラリア（豪州国際農業研究センター（ACIAR））などへの訪問調査が行われ、研究戦略についての情報収集と意見交換が行われた。

③ JIRCAS 時代－海外情報部における研究

a) JIRCAS になってからの研究課題

平成 5 年（1993）に JIRCAS が設立されてからは、「先進国及び国際農林水産業研究機関における開発途上地域の農林水産業研究動向の解明（平 7～9 年度）」という課題が立てられた。先進国については、カナダ、米国両国の 5 機関、国際機関では CGIAR を中心に 6 機関を直接訪問し、今後の研究協力等の具体的な課題に絞って意見交換を行った。こららにより、各

機関のインターネット情報についても、その充実ぶりが明らかになった。

また、「国際農林水産研究機関ネットワークダイレクトリの構築（平5～8年度）」において、国際農林水産試験研究機関における各種のデータベースの所在情報データベースの構築と、ネットワークアドレス及びアクセス可能性の調査研究が行われた。

b) 最近の研究課題

平成12年度からは、「先進国および国際農業研究機関との共同研究体制の構築（平12～14年度）」との研究課題が立てられている。その背景には、JIRCASにおける総合プロジェクトの積極的推進と、国際農業研究センターの on farm研究の重視、という2つの情勢変化がある。

JIRCASは、その発足以来、総合プロジェクトを軸として共同研究を行ってきた。その実施においては、相手国の研究機関のみならず、日本国内の研究所、大学、国際機関等との連携・協力が不可欠である。国際農業研究機関も、その本所や支所で行う on station の試験では、必ずしも十分な成果を上げることが難しくなっている。むしろ現地の政府機関、NGOとともに、先進国農業研究機関、企業、他の国際農業研究機関などと一体になって実施するプロ

ジェクトを on farm で推進し、現実的な成果の確保に努めるようになってきている。これらの情勢変化に伴い、JIRCAS と国際農業研究機関との協力のあり方も、再構築を模索していく必要がある。

本課題には、i) CGIAR の年次会議の内容分析とその発信、ii) 農業研究国際フォーラム（Global Forum on Agricultural Research (GFAR)）：CGIAR を核とし、先進国農業研究機関、途上国農業機関、民間、NGO 等を包括する新しいシステムであり、JIRCAS も先進国農業研究機関としてその一員である）の動向の解析と、メンバーとしての行動の推進、iii) 国際農業研究機関の活動内容の紹介、日本語のホームページにおける発信、iv) フランスの CIRAD、ドイツの GTZ 等の先進国の農業研究機関の活動分析、共同研究方策のオプションの提言、等の活動が含まれる。

本研究によって、i) JIRCAS の長期戦略に合致した共同研究を国際農業研究機関と行うための情報収集、ii) JIRCAS と国際農業研究機関との有機的な連携・協力を通じての研究成果の効果的発信、iii) 先進国及び国際農業研究機関との継続的な人材交流を通じての、長期的な人材育成を行うための基礎的知見の獲得、等が期待されている。