

る民間研究促進のほか、「農業に関する技術の研究開発の促進に関する特別措置法」に基づく研究開発業務や大学等への委託研究または国立試験研究機関との共同研究による基礎的研究開発の業務を実施している。

また、農業分野では、試験研究機関で得られた情報を農業者へ伝達することが重要である。このような研究成果を農業者へ提供する普及事業に従事する職員として、1996（平成8）年3月31日現在で、都道府県に専門技術員672名と改良普及員10,473名が配置され、さらに、農業協同組合において、営農指導員（1994（平成6）年には17,704名）が活躍している。また、民間の試験研究機関ではないが、農学に関係する諸学協会は、第16期日本学術会議登録団体として128（日本農学会に40団体が所属）あって、それぞれの農学研究に重要な貢献をしている。

(3) 国際的機構

世界には、かなりの数の農業に係る国際的研究機関が存在し、そのほとんどは国際農業研究協議グループ（CGIAR）の構成員である。今日、CGIARの使命は、上述した21世紀における農学の諸課題を考えると極めて重要である。今後20年の研究推進目標として、生産性の向上、環境保全、生物多様性の維持、経済・社会分析並びに政策分析、開発途上国の研究能力の強化を掲げている。その傘下に16の国際研究機関がある。また、世界的なジーンバンク（20機関）には約440万点の植物遺伝資源が保管されており、これからの生物学を中心とする学術の発達にとって極めて大きな貢献をしている。なお、FAOは開発途上国の農業開発への貢献ばかりでなく、それらの国々の各種の農学の発展にも寄与してきている。また、経済協力開発機構（OECD）も農業分野では、重要な役割を果たしている国際機関である。

(4) 世界各国との技術協力

我が国の世界各国に対する農学に関する技術協力は、主に発展途上国を中心に行われている。その分野の主なものは、①食料需要の多様化等への対応、②農村地域の発展、③環境保全と持続可能な農業への協力の推進であり、中でも持続可能な農業への技術開発が中心的課題として重視されている。

農学における技術協力は、我が国の場合、ODAによる政府間ベースが主流である、経済協力を通しての技術協力となっている。

開発途上国の問題のうち、食糧や環境問題は他の分野に比べ最重要課題であるにも拘わらず、その対策は資金的、制度的、人物分野で不十分であり、今後一層の協力体制を学術

分野からも推進すべきである。

(5) 大学と試験研究機関の協力の強化に向けて

国・公立試験研究機関は、我が国の全地域にわたって極めて組織的に配置されていて、それ自体が重要な研究勢力であるが、大学や民間あるいは国際機関との協力を加えることによって、さらに大きな力を発揮する可能性をもっている。

1996（平成8）年7月2日に閣議決定された「科学技術基本計画」においても、大学、研究所等の研究開発機関間、国、民間、地方公共団体等のセクター間、さらには国際間の連携・交流の拡充・強化により、新たな研究開発システムを構築することの重要性が強調されている。そうした中で、農学の場合にはその地域性・多様性と実用性の見地から、特に、大学と国・公立試験研究機関との共同研究を通じて、前者の学理的、後者の実学的研究特性を補完しつつ、効率的なフィールドにおける試験・研究が実施されることが期待される。

試験研究機関の研究員に大学の非常勤講師を委嘱し、学生に教育を施すことは既に広く行われており、今後も相互連携の地道で有効な方策である。また、農林水産省の流動研究員制度により、大学から農林水産省試験研究機関への招聘等も可能であり、このような制度の拡大が望まれる。

国立試験研究機関にも学位審査権をもたせることは、なかなか実現困難な問題ではあるが、この点に関連して筑波大学の連携大学院方式は注目される。この方式では、筑波研究学園都市等にある国立・民間企業の研究所（1996年4月1日現在：23国立研究機関・7民間等研究機関）と連携し発足して4年を経過したが、大学と研究機関の双方にとって実りある方式として期待されている。入学定員は47名、そのうち農学研究科は9名である。この方式は筑波研究学園都市であるということによるメリットに大きく依存しているが、他に平成8年度から東京水産大学と農林水産省中央水産研究所・養殖研究所との間にも導入されており、他の地域でもこのような大学と研究機関との連携の促進が望まれる。上記の閣議決定でも、弾力的・開放的な教育・研究を推進する上で、連携大学院制度の活用が指摘されている。

第6章 21世紀に向けての農学分野の整備課題

－農学におけるバイオテクノロジーの深化とフィールドサイエンスの推進－

21世紀を前にして我々が対処すべき地球規模の課題、すなわち次世代人類の生存に関わる諸問題は、いずれも農業や農村の問題と深く結びついている。人口・食糧のアンバランス、農耕地の減少と食糧不足、森林の消滅と木材不足、過放牧による砂漠と荒廃地の拡大、水産資源の消耗、遺伝子資源の消滅など、いずれも農学に関連し、しかも一国だけでは解決しえないことは明らかである。また農学の中でも、従来の研究領域ごとの個別の研究では対応しきれないことも自明である。

これら地球規模の諸問題と農学との関わりについては、第2章と第3章において、個別的にその内容を説明し、持続可能な農業の技術確立が農業分野の科学者・技術者の中心的課題であることを確認した。また、そのための新たな教育・研究体制については第4章と第5章において、従来の実験室的な研究、実験圃場の研究に加えて、現実の農村社会や農地生態系を対象とした現場の研究若しくは野外研究（フィールド研究）を推進することの重要性を強調した。加えて実験室的な研究、フィールド研究のいずれについても従来の学問的分科領域を越えて学際的な研究と教育を実施できるような体制整備が必要なことも示した。

本章ではそれらのうち、特に21世紀農学の重視すべき課題として、①農業におけるバイオテクノロジー、若しくは応用生命工学手法の一層の深化、②フィールドサイエンス（現場の科学若しくは野外科学）の推進について述べ、さらに③その国際的研究・教育体制整備の一案として、「国際フィールド研究ネットワーク」の形成を提案する。

(1) 農学におけるバイオテクノロジーの深化

(a) 農業生物の機能開発

持続可能な農業の推進を図るためには、バイオテクノロジーによって生物に内在する機能を活用することが極めて重要である。応用生物学としての農学では、これら解析的な分子レベルでの知見の上に立って、生物体が成り立っている生命の各階層あるいは制御系を再統合することによって、生物が潜在的にもつ新しい機能を色々な形で引き出し、それを効率的に強めて、多目的に利用することが必要となる。

当面の研究方向としては、①生命の各階層の機能と物質的構成を、より多くの生物を対象に研究し、個々の生物細胞から特有の機能を有する細胞群を作る器官への分化、一つの

生物個体の統一体としての秩序形成に当たって、どのような基本的パターンが関わっているか、などを遺伝情報の流れを中心に、より総合的に明らかにすることが必要である。②生命科学の基礎となる高等生物の固有な生理現象や遺伝情報の発現機構等について、多様な環境条件下で、細胞・分子レベルにおけるその仕組みを解明し、生物の作物（家畜）化の機構を明らかにすることである。また、それらの知見に基づいて、新遺伝材料が自然環境においていかに生産能力や適応性を発揮するかを調べる必要もある。③もともと、自然生態系の保全と活用の二つの流れを調和することを大前提とすることが、本来の農業の根底をなすものである。自然生態系に対して、生命科学的見地から環境の考え方を再構築しなくてはならない。

(b) 生物生産力の化石エネルギー効率の向上

21世紀に予想される食糧危機に対し、世界一の食糧輸入国である我が国として、バイオテクノロジーの一層の深化を通じて世界の食糧生産に貢献することの意義は大きい。農地の拡大も化学肥料投入増も今後はあまり望めない以上、作物や家畜の生産能力を遺伝的改良を通じて向上させることは最も重要な課題の一つである。そのための新技術としてのバイオテクノロジー研究は第2章と第3章で個別的に述べたように、大きな展望を与えることは事実である。しかし、従来のバイオテクノロジー研究は、化石エネルギー資源の有限性と温暖化防止のための節減にまではあまり配慮することなく、生物自体の持つ最高能力の可能性追究を主眼としてきた。それによって、分子、細胞、個体の機能の利用について、例えば、食品化学の分野では第三次機能という概念が形成されるとともに、他の生物生産分野でも遺伝子工学、タンパク質工学の方法も発展して自由に酵素を生産する展望も得られるなど、いわゆるニューバイオテクノロジーとして、我が国の独自の研究進展が期待されている。しかし今後は、分子、遺伝子、細胞レベルの何れの研究においても、化石エネルギー節減という前提条件をつねに想定する必要がある。生体膜の構造と機能の解明の達成は飛躍的な物質生産能力の向上と化石エネルギー節減を併せてもたらさずはであるが未完成である。微生物起源の未知有用物質の探索とその機能解明、その遺伝子工学など、これらの研究も、化石エネルギー節減に加えて、大きな問題となっている食糧の生産や保存の効率化、廃棄木質資源、動物排棄物資源を再利用する技術開発にもつながるであろう。

(c) 遺伝子資源の探索と創成

有用生物の育成環境の保全を図りつつ、その物質生産効率も高める、という二律背反的

課題の解決は、遺伝子組換え技術開発においても、分子生物学的応用、例えば生物間相互干渉、生物間コミュニケーション関与物質の解明と利用においても、最も期待の大きい研究課題である。微生物を利用したメタボリック（代謝）エンジニアリングの導入による遺伝子組換え戦略を確立し、そのため広く生態系に存在する未知の遺伝子資源を探索することも重要な課題である。併せて長期（ロングレンジ）を尺度とした影響についての十分な検証と、生育が予定されている生態系への深い理解が必須である。次項のフィールド研究の推進は、この側面からも重要な意義を有している。

(2) フィールドサイエンスの推進

(a) フィールド研究の重要性

ここでいうフィールド研究は、従来の自然科学の方法論的カテゴリーである理論科学（書齋的研究体系）、実験科学（実験室的研究体系）に加えて、主としてフィールドワークを重視してそこから展開される研究体系を意味し、かつて提案された野外科学の概念に近い。従来の野外実験や野外調査の〈野外〉よりはもう少しスケールと関与要因を大きく考え、農業活動の影響下にある森林や草原の生態系、水圏生態系から人間社会を含めた農村地域を一つのユニットとして捉えたときの調査対象をフィールドとし、そこからの観察を出発点として展開する研究をフィールド研究と呼ぶならば、その成果が解釈と比較を通じて体系化されたものは、フィールドサイエンスと呼べよう。

我が国のフィールド研究としてすぐ思い浮かぶものは、1960年代から1980年代にかけての未開社会の文化人類学（社会人類学）的研究、国際生物学研究事業計画（IBP）の熱帯林物質収支の研究、霊長類の動物社会学的研究、さらには、いわゆる地域研究などであろう。これらは一つのフィールド、すなわちある特定の調査地を多様な分野の研究者が集まって総合的に研究したことで成功している。

例えば、「ある未開社会の集落（コミュニティ）を対象として、そこの人々の生活全体を把握し、全体及び特定の問題について深い考察をする」という社会人類学的立場はフィールド研究の典型と言えよう。その調査の際には、何らかの先入観（部分的仮説）も持たずに総合的に捉える努力によって資料を蒐集することが大切であるという。フィールド研究には、最低2年間は現地に滞在して集中的に資料蒐集をするが、その際には、調査対象からは、自分との間にある距離を置いて（自分の価値観を捨てて）観察をし、そのフィールドに存在するシステムに注目し、部分は全体との関連において研究比較することが重要であるという。同様に、システム工学における研究においても、対象とするシステムから

データがあるがままに記録するという態度で調査すべきこと、その際、人為的な操作を加えてはならないことを提唱している。

社会人類学やシステム工学における上述のような研究は、農学分野におけるフィールド研究に重要な示唆を与える。かねてから農学分野では、「農民から学べ」、「農業現場から問題を見出せ」という指導が、研究の先輩から後輩になされることが多かった。現場の観察までは正しかったが、理論体系化の面では必ずしも十分でない例も少なくなかった。そこで飽き足らない研究者は、部分を切り取る形で実験室的研究に入り、単純化させた（均一な）条件下で因果関係を解明する研究を優先してきた。このような研究の精密化は多くの成果を産んできたが、一方で現実とのずれが拡大してきたことも事実である。言い換えれば、現実もしくは現場の＜多様性、固有性、生命性＞とでも言うべきものを切り捨てて＜普遍性、理論性、客観性＞を優先してきたため、現実とのずれが生じたのである。今日の大学や研究機関の多くも、このような傾向を反映した研究体制、教育体制、人材の構成をとってきた。

地球環境破壊の深刻さが明らかにされるまで、その科学的根拠を与えた研究データは、ほとんど北アメリカの研究者による長期間の観察の成果によるものであり、またそれによる将来予測も、部分モデルには我が国や西欧の研究成果も使われているが、北アメリカの研究者による予測モデル開発研究に依存している。

農学でも、IGBP研究の対象ともなっている熱帯林破壊や砂漠化のみならず食糧生産力の向上と資源適正分配、水田・畑の土壌劣化、森林の回復、草原の資源管理（過放牧防止ほか）、水産資源管理などは、いずれも現地のフィールド調査から出発しなくてはならない。これらの問題の研究には、特定のフィールドを設定し、専門分野の異なる多くの研究者が参加して、そのフィールド独自の観察手法、解析手法を開発しつつ、そこでのシステムの仕組みと働きを他のフィールドと比較考察し体系化する、という方法を取り、それと従来の実験室的精密研究との相互フィードバックを図る必要がある。また、これらの諸問題は、数理モデルの開発による予測技術を作り上げ、現象を予測し、再び現地での調査によってそれを検証をする、といったフィールド研究の方法の確立をも併せて促すものである。

(b) 病害虫の発生予察、作物と家畜の生産管理・予測技術に関する総合的研究の推進

新しい品種や農薬、肥料、飼料がつくられたとき、それらを現実の農業経営の場で検証する全国規模の研究は、従来から我が国で多く行われ、世界で最も高い水準の技術として

結実している。例えば、稲作や果樹栽培における病虫害発生予察技術、水稻の「秋落ち」水田への対策としての施肥技術・水管理技術などは、技術確立後数十年を経て世界各地の農業に生かされている。また、施用後の分解の早い農薬や溶脱の少ない形態の肥料の研究開発も高い水準に達している。それらのフィールドでの残留調査も進められている。しかし細部の研究成果の積み上げに基づいた技術の全国規模、長期間の試験は、国内では多大な労力、費用、年月を要するため困難になりつつあることも事実である。今後は数式モデル開発、シミュレーション手法、情報ネットワークなどの採用によって、実験室的研究成果を統合する〈部分から全体へ〉の総合的研究とともに、〈全体から部分へ〉というアプローチによるシステム農学的研究を推進する必要がある。

新しい農薬、肥料、飼料が水質汚染、土壌汚染や人体代謝異常を「起こすはずがない」ものとして開発され、その施用技術も注意深く確立されているにも関わらず、現実にはしばしば汚染が起こり、一般市民の批判を受けるのは、制度や使用者（消費者）にも問題があるとはいえ、我々研究者、技術者の考え方にも欠点があるのではないかと、との自己点検をさらに行っていく必要がある。例えば、子供のための玩具や食品が、予想もしない遊び方、食べ方をされて事故が起きたとき、玩具や食品の製造責任が問われる今日である。農薬や肥料の施用技術や家畜糞尿処理技術がいかに安全で、緻密に組み立てられていても、その技術適用の「場」、例えば土壌や水圏の生態系（分解者である微生物や気象変動のみならず、時には地形や水系下流域までも）への理解、それに加えて作業をする人間の行動や心理までを含めた現場（フィールド）への理解を欠いていたときは、予想もしなかった事態が起こり得る。

したがって既存の農業技術がいかに高水準であったとしても、今後は〈持続可能な農業と地域・地球環境保全〉の達成度を評価の尺度として、総ての分野について農業技術を再点検する必要に迫られよう。技術適用と人間（社会）との接点についても同様である。前項のフィールド研究は、「全体から部分へ」という研究方法の強調でもあるが、本項の「部分から全体へ」という方法、技術化においても、その前提としてのフィールド研究の再認識が必須である。

(c) フィールド研究の障害

上述のような研究を行おうとするとき、研究者は多くの障害に会う。海外や国内の現地での物資購入、賃金支払、旅費などにおいて、我が国の単年度の経理システムは、フィールド研究を容易に実施できるようになっていない。また、大学においては、講義に関する

最近の制度には、フィールドワークを困難にする側面があり、調査日程等を確保するためには、学問分野によっては講義の隔年実施や全期全科目集中講義制にすることも考慮していく必要がある。フィールド研究の重要性を認識しあえるような研究者間の共通認識（教務運営や科学研究費審査・研究評価において）や教育による人材育成も今後の大切な課題である。

(3) 「国際的フィールド研究ネットワーク」の結成を

我が国の21世紀の農学を発展させていくためには、既述の国際的協同研究が容易に行えるシステムを構築していくことが極めて重要な課題である。したがって、フィールド研究に基づく農学分野の発展のためには、大学・試験研究機関が全体的に連携をとってフィールド研究を国際的に推進していくメカニズムを作る必要がある。また、我が国の学術はどちらかといえば歴史的経緯から欧米先進諸国の学術を基にして成立してきたこともあって、我が国のアジア・太平洋地域における農学の知見は余りに少ないことに驚かされる。

そこで、これからのアジア・太平洋地域の発展を考えると、同地域における農学におけるフィールド研究を通じた発展は、我々日本人科学者ばかりではなく、この地域の科学者にとって必要不可欠なものといえよう。そうした状況を克服するには、我が国が率先して、アジア・太平洋地域全体におけるフィールド研究に関する国際的なネットワークを作り上げることによって、同地域の学術振興に協力することが、最も大切な国際貢献の一つと考える。

フィールド研究に関する研究ネットワーク（ここでいうネットワークは、一種の研究機関連合を指す）は、従来型研究所のように一ヶ所の建物の中に収めるものを意味してはいない。フィールド研究の準備・連絡・研究打ち合わせ・研究資料整理、データ保管、観測機器の保管等を行う施設に加えて、農学研究で不可欠な調査地、試験地並びに現実の人間社会を含む農村集落など、研究対象となる各種の〈フィールド〉を併せて備えた研究連絡網である。

アジア・太平洋地域に対する「国際的フィールド研究ネットワーク」は、少なくとも各国に一つ、また中国、インドネシア、インドなどでは、一定の地域環境に応じて分散的に複数の中核的施設を設置し、それらを連結したものを想定する。これからの時代に相応しく、これらの中核的施設間はSCS（Space Collaboration System）のような情報通信ネットワーク機能を備え、各施設全てにテレビ会議機能を持たせるなど、情報化時代に即応した総合的な国際学術研究の協力体制（ネットワーク）としていく。

以上のような意味でのフィールド研究は、学際性・国際性を持つ総合的なものである。したがって、このような研究の推進はアジア・太平洋地域の既存の学術を刺激しつつ発展させ、その変革にも寄与するところが大きいと考えられる。この意味からもフィールドサイエンスの推進をここに強く提唱するものである。