

# 農業生産の革新をめざして

三枝 正彦

東北大学大学院教授、日本学術会議会員

地球規模で見ると、発展途上国を中心とする世界人口の急増、地球環境の悪化、農業可耕地の限界、温暖化と水不足、異常気象の発生など様々な具象が出現し、食料危機が現実味を帯びている。一方、わが国では、将来的人口の著しい減少が予想される中、日本経済の高度成長の終焉と農産物自由貿易圧力の高まりに起因する農業の衰退、農家人口の著しい減少、食料自給率の低下、食の安全、安心確保への強い要請、スローフード・地産地消などの消費者ニーズのあり方などに急速な変化が見られる。

一方、食料生産の側でも、これらの事態にこたえるべく、単位面積当たりの生産量の増大と農産物の質的向上、そのための植物機能の開発、栽培技術および経営の革新、水・土壌などの地域資源の管理と適切な利用、耕地生態系と地域生態環境の保全と両立する地域管理システムの確立、情報技術の導入・利用、農業の担い手の確保と経営管理の高度化など、早急に解決すべき多くの問題を抱えている。

このような食と農業をめぐる、世界的動向、日本の現状と将来を考え、第19期日本学術会議第6部では、これまでわが国で開発されてきた農業生産の革新的技術を具体的に例示し、国民の食と農業への理解を求め、かつ農業・農学の決意を

示すために「農業生産の革新」専門委員会を立ち上げた。農業・農学の分野は極めて多岐にわたり、すべての分野を網羅的に総括することは19期の短期間では到底不可能であり、また委員の人数にも制限があることから、それぞれの分野における特徴的な農業生産の革新事例を示して、国民の理解を得る事を目的とした。委員の構成は第6部会員から塩見正衛氏と三枝正彦が、研連推薦委員として、松田智明、藤村達人、佐藤文彦、梅田幹雄、佐々木義之、加藤正樹、中野芳輔、石川文武、八巻正、安藤義道、中村武久氏の13名である。また、上路雅子、秋山侃氏には書面で革新事例を報告して戴いた。現在まだ全ての原稿が出揃っていないが、それぞれの分野における具体例の概略を以下に示す。なお、原稿完成後には、概要を学術会議の提言として、また全容を報告書として公表する予定である。

## 農業・森林・水産業のもつ多面的機能：

塩見正衛（茨城大学名誉教授）

農林水産業のもつ本来の役割は、食料あるいは生活に関連する1次的生産物を太陽、大地、水のもとに作り出すことと考えられてきたが、そこではこれら生産物の生産を行うと同時に文化と芸能を生み出し、資源の循環系を形成してきた。わが国における農林水産業をめぐる情勢

が一段と厳しくなる中、これら産業に対する国民的合意を得るために、農林水産業のもつ生産物の供給以外の多面にわたる機能の評価が求められている。日本学術会議では農林水産大臣からの諮問に対し、第18期では「農業・森林の多面的機能」を、第19期では「水産業・漁村の多面的機能」について、第6部を中心に特別委員会を設置し答申した。本文では両答申をもとに、農業・森林・水産業の多面的機能を、1. 農業・農村のもつ多面的機能、2. 森林のもつ多面的機能、3. 水産業及び漁村のもつ多面的機能、4. 農林水産業のもつ多面的機能の国民的合意の4項目にまとめられた。

#### **森林・林業・木材産業部門の革新的技術開発事例：加藤正樹（(独)森林総合研究所）**

利用木材の8割が輸入され、木材価格の低迷、農山村の高齢化、過疎化によって不振な林業では、林業生産に直結する革新的技術は生まれにくい状況にある。ここでは今後の林業技術を構築するために近年開発された、環境ストレス耐性樹木の創出に有効な「ポプラ完全長cDNAライブラリーの作成」、森林の生育や森林火災の実態解析に不可欠な「地球規模森林環境観測のための衛星データ雑音成分除去技術」、日本各地の樹木の成長や生存に関する「森林動態データベース」が報告された。

#### **農業土木学における農業生産の革新事例：中野芳輔（九州大学）**

地域空間は、平地、傾斜地、谷地、山地、河川、湖沼、海洋に分けられ、これ

らの農業的利用には農業生産基盤の確立が重要である。そのための革新的技術の開発例としては、農村地域に存在する溜め池、水路などの水利施設の落差を利用したマイクロ水力発電、リモートセンシングによる地表水資源の有効利用と管理を行う情報システム、水田間をパイプラインで繋ぐ農業用水リサイクルシステムの開発、地下貯水池を連結した地下用水路網による広域排水システム、新規改良資材や微生物資材による作物生産性向上と環境浄化を行う土壌改良技術の開発などが行われた。

#### **リモートセンシングの農業利用：秋山侃（岐阜大学）**

衛星センサーの分解能の向上は、農家あたり耕地面積が小さいわが国でのリモートセンシングによる情報評価を可能にした。水稻栽培面積の推定や収量予測などの農業統計的利用、作物の生育診断や高品質農産物の生産予測、植生、葉面積、地理情報を組み合わせた農業のもつ多面的公益機能評価などが衛星画像解析を利用して広域に行われている。

#### **農業機械開発の技術戦略：石川文武（(独)農業・生物系特定産業技術研究機構）**

生産性や品質の向上による国際競争力の強化や経営感覚の優れた担い手の育成に向けて、農作業の一層の効率化、労働負担の軽減、品質向上のための技術革新が行われている。機械化が困難だった野菜や果樹の機械化体系の確立、土地利用型作物の省力低コスト生産機械、農畜産物の高品質化・高付加価値化機械、農業

の自然環境機能の維持・増進用機械、中山間地対応機械、農作業の安全性と農作業の快適性向上技術、ハイテク、ロボット化などの先端技術開発において目覚しい進展が見られる。

#### 農村計画学分野における革新事例：安藤義道（鯉渕学園）

わが国で顕在化している耕作放棄は「人口・食料・エネルギー」問題に関わる懸念すべき課題である。限られた農業資源である農地の動向・保存に関する研究事例として、人口減少が著しく、耕作放棄が進む中山間地において世帯員や農家の行動を積み上げるマイクロシミュレーション手法による「棚田を対象とする農地利用の将来予測法」の開発と、人口増加が著しく、農業生産意欲の低下や他用途の需要などにより耕作放棄が進行している都市近郊地域において国土数値情報などの土地利用データとアンケート調査を統合し、確率的選択モデル分析で「都市近郊での耕作放棄およびスプロールによる外部不経済性（農業生産や居住環境などに及ぼす様々な悪影響）発生予測手法」が紹介された。

#### 農作業分野の革新技術例：梅田幹雄（京都大学）

農産物の生産費低減と農家の適切な所得確保のための農作業の革新技術として、フィールドロボティクス構想と精密農業が開発されている。フィールドロボティクス構想は人間にとって苦痛である重労働、単調で退屈な農作業をロボット化し、楽しみながら大規模経営を行うことを目的としている。精密農業（Precision Ag

riculture）は全地球測位システム（GPS, Global Positioning System）を利用し、農作業機械の位置計測度を向上させ、リモートセンシング技術などとの併用で肥料や農薬を適切な位置に最小限施用する局所圃場管理法であり、環境保全と高品質安定多収栽培が期待されている。

#### 貯水型深水栽培法の開発—水稻栽培期間中の水田に水を蓄える：後藤雄佐（東北大学）

水田のもつ環境保全機能の中で、特に貯水機能に着目し、融雪水と梅雨期降雨を水不足の夏期まで水田に貯水し、かつ東北地方における水稻の安定生産のための減数分裂期低温障害回避を目的とする深水処理技術が提唱された。

#### 健康・環境に配慮した農薬の開発：上路雅子（(独) 農業環境技術研究所）

温暖多雨のわが国では病害虫・雑草の発生が旺盛で、高品質、多収栽培を行うには農薬散布は不可欠とも言える。しかし近年、食品の安全性や環境汚染が社会問題化し、農薬に対する消費者の反応には極めて厳しいものがある。一方、製薬側でもこれら問題を考慮し、新規農薬の開発には有効成分の低農薬化、選択性の高い農薬の開発、残留性の低い農薬の開発に努め、この50年間で有効成分は100分の1～1000分の1程度に減少し、選択性も著しく向上し、劇物以上の毒性の農薬は20%程度に激減した。また食品への農薬の残留は法律で規制され、土壌残留性もかつては半減期が300日以上のものもあったが、現在では多くが30日以内と改善されている。更に、農薬製剤の開発

では、安全性の向上、環境負荷軽減、作業性の改善や省力化、既存剤の用途拡大を目的に、注意深く行われている。

#### 土壌・肥料・植物栄養学分野の農業生産の革新—化学肥料と有機肥料：三枝正彦（東北大学）

土壌・肥料・植物栄養学分野における農業生産の革新技術としては、世界および日本土壌図の完成と利用、土壌微生物の有効利用、土壌、作物栄養診断技術の開発、環境に優しい肥料の開発、遺伝子組み換え作物の作出と新農法、生物性有機物のコンポスト化と循環型農業の展開、重金属汚染、地球温暖化ガスの削減など多方面に亘っている。化学肥料の発明は食糧生産を飛躍的に向上させたが、不適切な大量施用で地下水や大気汚染をも引き起こしている。しかし、肥料は本来、植物の生育に不足する養分を補うもので、それ自体が問題ではない。一方、有機肥料（コンポスト）は安全と考えられがちであるが、有機物は無機化して初めて有効となるので、過度の施用は環境汚染や食品汚染の原因となる。それ故、今後の農業は大量に生産される有機物コンポストの施用を基本としながらも、不足する養分は化学肥料で補う「最大効率最少汚染農業」が重要である。また近年開発された肥効調節型肥料は溶出が制御でき、植物根や種子とも接触施用が可能で、利用率の著しい向上と目的とした養分を直接供給でき、省力化、品質向上、環境負荷軽減に大きく貢献する事が明らかにされている。

#### 畜産学分野における革新的技術：佐々木義之（京都大学）

戦後、国民栄養の向上のために、畜産振興が推進され、飛躍的技術革新が行われて畜産物の量的、質的向上が図られた。繁殖の人為コントロール技術としては、人工授精、受精卵移植、体外受精、核移植、体細胞クローンなど次々と新しい技術が誕生し、飼養管理技術としては、ルーメンバイパス、GPSによる放牧牛管理、哺育ロボット技術が、製造技術としてはロングライフミルク技術が開発された。また、選抜により家畜改良を行うには、遺伝的能力を評価する必要があるが、当初、同一環境条件で飼育し評価するステーション方式が行われたが施設、経費などの制約から、食肉市場に出荷されたフィールド記録を、最良線形不偏推定量法で解析する方法が採られ、集団の遺伝的改良に大きく貢献した。また近年では表現型値を支配する責任遺伝子の遺伝子のマーカー型を手掛かりとするマーカーアシスト選抜、責任遺伝子自体の遺伝子型を判定する遺伝子診断へと発展した。

#### 生物工学分野の革新的技術開発例：佐藤文彦（京都大学）

近代農法におけるハイプット農業は、地球環境破壊の一因であり、今後持続的農業への転換が必要である。エネルギー投入面から、最も農業生産性への影響が強い水ストレス耐性コムギが、これまで集められた遺伝資源の網羅的栽培試験から中国で選抜された。また遺伝子マーカーを用いた水ストレス耐性作物の育種も現在可能な段階と言える。農作物の貯蔵と安全性は、流通経路や貯蔵施設の不十分

な開発途上国では量的、質的損失が起り問題である。植物体中に抗菌性や防虫性をもつ二次代謝物が存在する事が明らかとなり、それらの遺伝子系も明らかにされている。例えば、哺乳動物に対しては毒性の低いBTタンパク質は、生物農薬も、また遺伝子組換え植物も作出され実用化されている。植物の内在性遺伝子産物でもアレルギー性を持つものがある。これは遺伝子組換え植物だから危険というのではなく、植物が本来もっている防御システムである。それをどう利用するかは食品の安全性に関して国民的理解の成熟が必要であり、日本学術会議はそのための努力をすべきである。

#### 植物育種学分野の最近の進歩：藤村達人（筑波大学）

育種は安定で、生産性、品質に優れる、あるいは機能の多面的利用を目的として植物の遺伝的改良を行ってきた。これまで、交雑育種によって耐冷性や良食味水稻を初めとする幾多の優れた植物を作り出してきた。近年、組織培養技術、遺伝子組換え技術、突然変異技術、遺伝情報解析、遺伝形質解析技術に著しい進展が見られる。特に、遺伝子組換え技術は生産性の向上、品質の向上、耐病性付与などでこれまでに無い画期的成果を上げており、近未来に予想される食糧危機回避の切り札となるものと思われる。しかし、社会的にはこの技術を不安視し、圃場栽培を制約する動きがある。遺伝子組み換え植物の有効性と安全性を確立し、科学的見地から国民的理解を得ることが重要である。

#### 農業経済・農業経営部門の革新技术例：八巻正（(独)農業・生物系特定産業技術研究機構）

わが国の農業情勢が厳しい中、産地間競争の激化に伴い、独自のマーケティング戦略の展開が必要となっている。これに答えるべく、消費者が考える価格帯や農産物の特性、限界支払い意志額などを自動集計できる「Web上で活用できる中山間地域におけるマーケティング支援システム」が作られ、また農薬登録情報の解析と農薬適正使用の自動判定ができる「農薬適正使用判定サーバーシステム」が構築された。

#### 沿岸域における生物生産の安定的確保—マングローブ林保全と農業生産：中村武久（東京農業大学）

生物生産性の高い海岸や河口のマングローブ域には、都市や農耕地が発達し、その地域の人間の営む生産活動を安定的かつ持続的に確保してきた。マングローブ林のバイオマスや生物多様性が近代的手法で明らかにされ、海産生物と陸域生物がオーバーラップして生息する極めて特殊な生物多様性を有し、それらが動的環境の中で維持されていることが明らかにされた。また地球温暖化防止、炭酸ガス排出規制などの緊急措置で熱帯沿岸各地のマングローブ林の修復植林が行われている。

このように多くの分野で農業生産の革新が確実に進行しており、それらは地球環境負荷に考慮し、生物生産の量的、質的向上や機能性や生産性を高めるものであり、今後の全球的食料危機に対して、

対処するための糸口を示している。21世紀は「食料、生命、環境の世紀」と言われるが、農業生産の持続性なくして人類の存続は有り得ない。現在わが国で社会問題化している肥料、農薬、遺伝子組換

え作物などの安全性に対しても、わが国の先端科学技術を駆使して解決し、国民的理解が充分得られるように科学者自らが努力すべきである。

