

令和2年度学術研究動向等に関する調査研究 報告概要(農学・環境学専門調査班)

農学・環境学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策

—農学・環境学分野における学術成果の社会認知および理学研究の実学への展開—

大澤 良 (筑波大学生命環境系・教授)

学術研究動向調査において「ゲノム編集」「育種」「改変形質」「新規技術規制」を特に注視すべきワードとして、1900年から2021年までの文献調査を行った。ピアレビュー論文だけでは2013年から214件関連論文が検索された。内容としては植物科学が多く、次に農学関連および Biotechnology applied microbiology であり、後者の殆どは耐病性に関連するものであった。これらの結果はゲノム編集技術の農学への応用研究が顕著に進んでいることを反映しているものと理解できる。作物種においてはイネやダイズなど主要作物は当然であるが、意外と雑穀への応用が多く、難育種素材への応用が期待されていることが予想される。また時間軸で見ると難育種素材である果樹における展開が期待されていることも推察できた。ゲノム編集による改良形質を分類したところ、育種学において重要な量的形質の改変、すなわち関連する複数遺伝子をゲノム編集で同時に改変する目的が増えてきている傾向が認められた。すでに育成されている優良品種の遺伝子を改変して、さらに品種の能力を広げるような改変がトレンドである。複数遺伝子の改変には数十年の年月がかかっていたが、ゲノム編集技術はこの概念を打ち壊す技術として研究が進められていると言える。

学術振興方策への提言の一環として、高校生物における遺伝子組換え技術の取り扱いおよびその紹介の仕方を調査したところ、多くの高校生が学習する「生物基礎」にその記述はなく、「生物」において紹介されていた。しかし、安全性に関する懸念は記述されているが、同時に安全性評価までを明記しているとは限らないことが分かった。

Regulatory Approaches for Agricultural Applications of Animal Biotechnology ワークショップ(USDA 主催)への参加および、規制に関する国際的情報交換を行った。その結果、世界的には今後さらに規制科学の面からのアプローチが増えることが予想された。

遺伝育種科学・作物生産科学・園芸科学分野に関する学術研究動向

—SDGs 達成に向けた農学研究の潮流—

齊藤 邦行 (岡山大学大学院環境生命科学研究科・教授)

SDGs が採択された後、政府はその実施に向けた基盤整備に取り組み、「SDGs 推進本部」を設置し、SDGs 実施に向けて取り組む体制を整えた。さらに、「SDGs 推進円卓会議」を設置して「SDGs 実施指針」を決定し、SDGs のゴールとターゲットを、日本として特に注力すべき8つの優先課題に再構築した。政府は、「あらゆる人々が活躍する社会・ジェンダー平等の実現」、「健康・長寿の達成」、「成長市場の創出、地域活性化、科学技術イノベーション」、「持続可能で強靱(きょうじん)な国土と質の高いインフラの整備」、「省・再生可能エネルギー、防災・気候変動対策、循環型社会」、「生物多様性、森林、海洋等の環境の保全」、「平和と安全・安心社会の実現」、「SDGs 実施推進の体制と手段」の優先課題ごとに必要な施策を積極的に推進することとなった。

SDGs の達成を目指す農学研究の柱として、スマート農業技術の確立をあげることができる。スマート農業とは「ロボット、AI、IoT など先端技術を活用する農業」と定義される。水田農業については、30ha 規模の家族経営や100ha 規模の法人経営が、超省力・高生産で環境変化に強い新たな水田農業を実現することを目標としている。このため、センシング等から得られる作物の生育情報等の利用技術、気象情報から病虫害防除や収穫の適期等を予測する技術、水管理の自動化技術、農業機械の自動化・知能化技術、地理空間情報を利用した営農管理技術を統合し、将来製品化を担う企業の協力の下、技術導入が想定される規模の経営体の現地圃場において実証試験を実施している。また、水管理データ、生育データや気象データを蓄積、ビッグデータ解析し、AI を活用して毎年栽培管理が高度化するシステム構築が行われる。さらに、この目標を達成するためには国産ゲノム編集技術の開発及びそれによる良食味・多収品種の開発なども行っている。

スマート農業技術には土地・作物・気象のセンシングデータに基づく、直播栽培技術、環境保全型農業・有機農業

令和2年度学術研究動向等に関する調査研究 報告概要(農学・環境学専門調査班)

技術、精密農業技術、農業生産工程管技術 (GAP)、園芸ハウスの省エネ温度管理技術、栽培データ活用技術などが含まれる。作物の生産性、安定性、高品質、機能性、耐病性、虫害耐性の基礎となる育種においては、作物のゲノム解析に基づく遺伝子の特定と、ゲノミックセレクション、ゲノム編集技術による高速育種技術 (スマート育種) の開発が不可欠である。

水圏生産科学関連分野に関する学術研究動向—水圏生産科学が目指す新たな研究展開—

武田 重信 (長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科・教授)

温暖化や海洋汚染の進行により、海洋生態系および水産生物資源に危機的な状況が迫っているとの国内外での指摘を受けて、水圏生産科学に関する高度な研究力と知識を基盤とする持続可能な社会の実現に向けた議論が活発になっている。このような社会的変革を促すプロセスが進行する中で、水圏生産科学を取り巻く多様な研究者のアイデアを統合し、新たな概念を導出するための学際的な研究分野へと発展させていくことが重要になる。本調査研究では、水圏生産科学に関わる国内外の学術研究動向を解析し、社会的ニーズを駆動力として生まれつつある分野融合的な新規研究領域について検討した。

水圏生産科学に関連する学術論文の発表数は全分野で増加傾向にあるが、これまで主流であった漁業に代わって、水産増殖の伸びが著しい。また、水圏生物や水圏生態系がこの10年で堅調な増加を示しており、水圏環境がこれに続く。これらの分野を牽引している研究キーワードとしては、遺伝学や気候変動、生物多様性などが抽出された。国際的に耳目を集めるSDGsと関連した水圏生産科学の論文は、環境科学と政治経済学の分野で増加傾向にあるものの、まだ発展途上であった。一方、情報科学のキーワードである人工知能、機械学習、ビッグデータは、水圏生産科学分野でも出現頻度が増えてきている。特に機械学習に関しては、農学などを含めた応用研究が多く、データ解析や将来予測、漁業の最適化などに利用されている。また、文理融

合研究としては、水産政策・水産経営経済学と理工学分野の連携に加えて、水産環境などでも活性化の傾向がみられる。

このように水圏生産科学関連分野は、漁業や水産増殖など主流となる研究を発展させながら、地球環境や政策・経済に関する学際研究を取り込み、研究領域を拡大させつつある。この流れを捉えつつ、多様な研究者の共創から生み出される研究テーマを新たなシーズとして活用することで、これまでの学術体系を超えた先導的な研究領域の創成が期待される。

地域環境工学および農村計画学分野に関する学術研究動向—特に、水環境工学的視点からの流域管理—

堀野 治彦 (大阪府立大学大学院生命環境科学研究科・教授)

2015年に国連サミットで採択されたSDGsは、国際社会共通の課題として17目標を示しているが、地域環境工学や農村計画学はこの17目標の多くの部分に関与すると考えられる。関連国際委員会(学会)においても、地域の視線を踏まえて地球環境を考えること、すなわち”Think globally, Act locally”として地道に地域的な懸案事項に対処することの重要性が改めて訴えられている。例えば、農業農村工学分野においてはスマート農業の推進などによりSustainabilityに貢献する農業生産の明るい方向性の検討が進められる一方で、近年頻発する豪雨や地震などの災害などへの対応も求められている。

そこで今年度はSDGsをやや意識して地域環境管理を視野に入れた具体的な研究課題の動向を調査する。特に、自然環境の基盤となる土や水環境を意識し、水文・水環境工学がカバーすべき水資源開発、治水・利水管理などの観点から関連する専門分野の研究動向を整理・分析した。大別すると、①関連学会等における流域水管理に関わる研究発表動向、②地域的事例研究の実情視察、③水環境工学で進展が期待される新手法DL(深層学習)の可能性、の3種である。①では、農業農村工学会の本部及び支部発表会、水環境学会シンポジウムの発表課題を中心に整理したとこ

令和2年度学術研究動向等に関する調査研究 報告概要(農学・環境学専門調査班)

ろ、水文・水質、灌漑排水、生態環境、気候変動などの関連小分野において水管理・水環境に直結する課題が多く見られ、降雨異常や水資源変動、生態系サービス、物質循環、ICTなどのキーワードが目立った。②に関しては、青森県稲生川流域で古くから引き継がれてきた利水システムの視察を行い、農業土木的に培われた技術が適材適所で応用されていることや、近年の地域研究として水生生物の生息環境との調和に配慮した圃場整備のあり方が多く検討されていることがわかった。最後に③では、DLに資する外部のフレームワークが利用できれば比較的廉価なプラットフォームでも短時間先の洪水予測や利水予測をカバーでき、古くはエキスパートシステムと呼ばれた対応が担える可能性が確認された。

動物生産科学関連分野に関する学術研究動向

—動物生産科学における新たな潮流—

万年 英之（神戸大学大学院農学研究科・教授）

動物生産科学（全般概要）：動物生産科学とは、従来の畜産学を基礎とし、栄養学、繁殖・発生学、遺伝学、育種学、などの学問分野を統合する応用的科学分野である。近年の動物生産学では、より高価値を付加する生産物の開発に加え、健康的、機能的な生産物の開発を目的とするような研究が進んでいる。

動物遺伝育種学分野：動物遺伝育種学は大きく育種学と遺伝学に分かれていたが、近年家畜における大規模ゲノム情報が利用できるようになり、それら膨大なゲノム情報の解析が必須となり、バイオインフォマティクスと呼ばれるビックデータを扱う分野が重要な位置を占めるようになった。バイオインフォマティクス分野では、ゲノム構造解析、形質に対する責任遺伝子の同定、ゲノム選抜、mRNAやタンパク質の発現解析、系統解析など様々な分析手法が考案されるようになってきている。よって今後は共同研究を含むバランスの取れた研究推進体制の構築が迫られている。

本年度の動向調査は、新型コロナウイルスのパンデミックに伴い、Webやメールを中心とした調査を実施した。具

体的例として、Webで開催された2学会に参加し情報を収集した。また4名の海外研究者とWebやメールにより研究動向について質問・議論し、さらにバイオインフォマティクスを主とする3名の国内研究者に対し同様の動向調査を実施した。今年度調査した研究分野は、家畜の起源・伝播に関する分子遺伝学的研究、在来家畜の遺伝資源保護と遺伝学的解析、各種動物種・昆虫・植物・家畜動物の大規模ゲノム情報を用いたバイオインフォマティクス研究などである。加えて、この分野の研究動向を探る上で大規模ゲノム情報解析を実際に経験した。結果として、分子遺伝学者が解析手法にある程度精通して理解をしておくことは重要であるが、バイオインフォマティクス分野は多岐にわたっており、その専門分野の研究者のとの共同研究が極めて重要であることが示唆された。

食料農業経済関連分野に関する学術研究動向

—農業経済学と境界領域の新たな潮流—

前田 幸嗣（九州大学大学院農学研究院・教授）

本調査研究の目的は、食料農業経済関連分野における学術研究動向について調査分析を行い、農業経済学及び境界領域の新たな潮流を明らかにすることである。本目的を達成するに当たっては、農業経済学分野の代表的な学術団体である日本農業経済学会及び食農資源経済学会等を主な対象として、原著論文、大会シンポジウム及び個別口頭報告等のテーマならびに研究手法の変遷を調査分析し、研究動向を明らかにした。主な結果は次のとおりである。

1. 研究テーマについては、最近の経済環境の変化を背景に、持続可能な開発目標 SDGs やわが国の労働力不足を念頭に置いた研究が増えつつある。SDGsについては、生産効率が悪く環境負荷の大きな食肉生産に代わって、植物由来の代用肉、培養肉、昆虫食及び昆虫由来食品等、ノベルフードと呼ばれる新規食品の研究、市場への導入が進みつつあるなか、それら新規食品に対する消費者の受容態度や支払意思額 WTP を分析する研究が特に増加している。一方、労働力不足については、農業生産及び農産物流通における過重労働やドライバーの確保難、過疎地及び農山村における

令和2年度学術研究動向等に関する調査研究 報告概要(農学・環境学専門調査班)

農業者の高齢化とそれによる産地の集出荷物流の困難に関する研究が広がりを見せている。なお、コロナ禍については、それが食料農業経済に与える影響を研究するにはまだデータの蓄積が十分でない。しかし、この研究の重要性は認識されており、今後は急速に増加していくものと思われる。

2. 研究手法については、外因性の識別が重要視されるなか、ラボ実験及びフィールド実験に基づく実験経済的な実証研究が増えつつある。その応用範囲は、選好表明、途上国の代替インセンティブ戦略、オークション及び公共商品の私的提供など様々な分野へ広がりを見せている。また、地理情報システム GIS を利用した空間計量経済学的な実証研究も増加してきており、以上の実験経済学的ならびに空間計量経済学的な研究は今後重要度を増していくものと思われる。

3名、講師2名、助教18名、助手4名、ポスドク24名である。学会や研究会が対面で開催されるようになったら、詳細な状況の把握に努めたい。

・研究手法からみる学術動向：様々な植物リソースが整備されてきており、変異体の解析から生合成遺伝子の解明が進んでいる。一方、リソースが整備されていない植物でも、次世代型シーケンサーの急速な普及により、研究グループ単独で遺伝子発現情報を取得し解析することで、分子レベルでの生合成経路の解析が行われている。その端的な例として2020年度に発表された論文のなかでは、含塩素アルカロイドの塩素原子導入に関わる酵素の発見が挙げられる。

生物有機化学関連分野に関する学術研究動向

—植物生理活性天然物化学の新たな潮流—

杉本 幸裕（神戸大学大学院農学研究科・教授）

植物生理活性天然物化学に関する学術研究動向を、植物ホルモン、若手研究者、研究手法に着目して調査した。

・植物ホルモン研究からみる学術動向：植物生理活性天然物に関する先端の研究情報が交換される学会の一つである、植物化学調節学会大会の発表内容を、過去5年にわたって精査した。発表内容の中心は植物ホルモンであり、研究発表全体の50–60%を占めている。2008年に新規なホルモンとして認知されて以来、ストリゴラクトン研究が活況を呈してきたが、2018年ころから徐々に研究の焦点が絞られてきて発表件数も落ち着いてきた感がある。大会によって違いはあるが、平均して7%程度が新規生理活性物質の探索についての発表である。

・若手研究者の動向：過去10年以内に植物天然物化学に近い領域で学位を取得したと判断される86名の若手研究者について情報を収集・整理し、学位取得後のキャリアを追跡した。その結果、2020年秋の時点で、51名がアカデミアで活動を続けていることが確認できた。内訳は、准教授