

## 第31回(令和5年度)日本農業研究所賞の選考経過報告

三 輪 睿太郎

(第31回日本農業研究所賞受賞候補者選考委員会委員長)

### はじめに

選考委員会を代表いたしまして「第31回日本農業研究所賞」の選考経過と、受賞されました方々の業績についてご報告申し上げます。

令和5年度の第31回「日本農業研究所賞」の選考は昨年7月に第1回選考委員会を開催し、全国433の大学・試験場・団体などに推薦を依頼しましたところ、11月末の締め切りまでに合わせて9件、実質6件の推薦がございました。そこでこの6件につき、本年2~3月に委員会を3回開催して慎重に審査を重ねた結果、以下の3件を授賞候補に内定し、去る3月15日開催の理事会に報告し、正式に「日本農業研究所賞」の授賞が決定したところであります。

以下、栄えある「日本農業研究所賞」を受賞されました方々と、その業績を五十音順に紹介しますと、

○石川県立大学名誉教授 <sup>こが ひろのり</sup>古賀 博則氏の、「電子顕微鏡観察等によるイネいもち病の感染防御機構の解明およびエンドファイトの害虫防除への利用」

○酪農学園大学農食環境学群循環農学類家畜繁殖学研究室 教授 <sup>どうち おさむ</sup>堂地 修氏の、「牛の凍結受精卵の移植技術の簡易化に関する研究と普及」

○農業・食品産業技術総合研究機構・東北農業研究センター畑作園芸研究領域特別研究員 <sup>なかむら としき</sup>中村 俊樹氏の、「モチ小麦等新形質小麦の開発と社会実装」

であります。以下、この3件につき、簡単に内容をご紹介します。

## 古賀 博則氏「電子顕微鏡観察等によるイネいもち病の感染防御機構の解明およびエンドファイトの害虫防除への利用」

古賀博則氏は、卓越した電子顕微鏡観察技術によって、イネいもち病菌のイネ表皮細胞侵入から菌糸の伸展、感染拡大を可視化し、イネの抵抗性を高める「抵抗性誘導剤」の作用の詳細な観察によって、イネの全身抵抗性発現機序を明らかにしました。

いもち被害を受ける稲穂の組織は極めて硬いため超薄切片を得ることが難しく、このことが電子顕微鏡観察を妨げていました。氏は、高い浸透力をもつ低粘性樹脂をじっくり組織になじませる独自の固定・包埋法を考案し、硬組織から良好な超薄切片を得て透過型電子顕微鏡による観察で感染過程を可視化することに成功しました。また、抵抗性誘導剤を根から吸収させたとき離れた葉鞘でいもち病菌の侵入を受けたイネ細胞が褐変・壊死し、菌糸進展が停止する事実の観察は、イネの全身抵抗性の本体を捉えたものでありました。

この時に考案した根をつけたままで葉鞘の内側にいもち病菌を接種し、細胞の変化を観察する方法はイネの全身抵抗性の優れた検定法ともなりました。全身抵抗性は育種形質として重視される「圃場抵抗性」の根源であり、この検定法はイネいもち病圃場抵抗性遺伝子 *pi2l* の単離同定に大きな役割を果たし、圃場抵抗性をもち、食味の良い「ともほなみ」育成に貢献しました。

氏はその後、イネ科牧草のエンドファイト（植物内生菌）の生活史の解明と利用に取組みました。

氏はイネ科牧草の細胞膜系だけを四酸化オスミウムで固定した試料の凍結割断面を走査電子顕微鏡で観察し、エンドファイトの菌糸は植物細胞内に侵入せず、草の細胞の生長に合わせて細胞の間隙で節間を伸ばすことを明らかにしました。

さらに、エンドファイトの培養菌糸を抗原とする免疫反応を利用した植物体中のエンドファイトの検出法を確立しました。

エンドファイトに感染した一部の芝草がシバツトガに耐性を示すことに着目し、培養したエンドファイトの菌糸を芝草幼苗の分裂組織に接種し、芝草にシバツトガ耐性をもたせることに成功しました。接種されたエンドファイトは結

実種子から次世代に移行し、耐性が持続するため、一般社団法人草地畜産種子協会に技術移転され、今日、多くのゴルフ場でエンドファイト感染芝草種子が用いられています。

## 堂地 修氏「牛の凍結受精卵の移植技術の簡易化に関する研究と普及」

堂地修氏は、牛凍結受精卵を農家の庭先で融解してそのまま移植する技術を開発し、その普及に尽力しました。

家畜の遺伝的能力の改良と優良家畜の増殖は優良な遺伝的能力を有する雌の卵子から受精卵(胚)を生産しその移植する技術で飛躍的な進歩を遂げました。

凍結胚から子牛が世界で初めて生産されたのは1973年です。当初は凍害防止剤に凍結精液に利用されていたグリセリンが使われましたが、胚の浸透圧障害を防ぐため凍結時や融解時にグリセリン濃度を段階的に薄める必要があったため(ステップワイズ法)、移植に先立ち胚を実験室内で保存容器(ストロー)から取り出して顕微鏡下での融解処理を行わねばならず、実施施設も技術者も限定されました。そこで移植の前処理を簡易化し普及を図る技術開発が世界中で進められることになりました。氏らは日高種畜牧場においてショ糖を利用してストロー内でグリセリンを一気に希釈するワンステップストロー法を試みましたが、ストロー内の受精卵の操作が難しく広く普及するまでには至りませんでした。

そこで氏は、実験動物ではエチレングリコールが凍害防止剤として有効でマウス凍結胚ではエチレングリコールを希釈しなくても生存性が高いことなど、先行研究で得られた知見に着目し、エチレングリコールを凍害防止剤として利用する無希釈法を開発し、11道府県の公設場所が参加する大規模な野外試験で実用性を検証しました。この技術により、特別の施設や機械器具等を要せずに民間の獣医師や人工授精師が農家の庭先で凍結胚を融解してそのまま移植できるようになり、胚移植は急速に普及しました。

氏は大学に転じてからも胚移植に関する研究室を主宰し学生に対する教育を通じて技術を教授するとともに、生産者への直接的な啓蒙・普及活動も積極的に行ってきました。現在では、乳用牛への胚移植による和牛(黒毛和種牛)生産

が肉牛経営だけではなく酪農経営における所得形成にも有用な技術として定着するなど我が国の牛の改良・増殖に大いに貢献しました。

## 中村 俊樹氏「モチ小麦等新形質小麦の開発と社会実装」

米、大麦、トウモロコシなどの穀物にはモチとウルチが存在し、それぞれの用途を広げることで、豊かな食文化が形作られてきました。ところが、1995年時点で小麦にはモチがありませんでした。

モチはデンプンを構成するアミロースとアミロペクチンのうち、アミロースを合成する遺伝子機能の欠失で生じますが、小麦にモチが存在しなかったのは、小麦が種・属の異なる三つの植物が交雑して生まれたもので、それぞれの祖先から受け継いだ3つのゲノムをもつ異質6倍体植物であることと関係しています。稲、大麦などの2倍体植物では一つのアミロース合成遺伝子の突然変異による機能喪失でモチ品種ができますが、小麦で三つのゲノムのアミロース合成遺伝子がすべて機能喪失するような突然変異が起こる確率は極めて低かったためです。

中村氏は小麦の三つのゲノムの内、一つあるいは二つでアミロース合成遺伝子が働かない部分変異系統が存在するのではないかと考え、タンパク質の2次元電気泳動法に独自の改良を加えることで部分変異系統を探索し、それらの分離に成功しました。この方法を使って多数の小麦遺伝資源の中からそれぞれのゲノムのアミロース合成遺伝子の部分変異系統を選抜し、次にそれらを交配することで、三つのゲノムすべてでアミロース合成機能が働かないモチ小麦を開発し、小麦が生まれて約8000年の歴史を塗りかえました。

氏はさらに、アミロース合成遺伝子の部分変異系統の中には低アミロース小麦が存在することを見出し、分子マーカーを利用したその選抜方法を開発し、低アミロース小麦品種を育成しました。同氏はさらにアミロペクチンの合成遺伝子機能が働かない部分変異系統を選抜し、それとアミロース合成遺伝子の変異系統を交配することで、デンプンを合成しないで糖を蓄積する甘味小麦をはじめ、パンの柔らかさや麺の腰の強さなど、製品の物性を大きく変えた様々な新形質小麦を開発しました。

氏のこれら一連の研究で生まれたモチ小麦等新形質小麦は多くの製パン、製麺、製菓企業等を通じて社会実装され、消費者に新規の食材・食品を提供するとともに、国産小麦の需要拡大を通じた農業の活性化に貢献することが期待されます。また、これら新形質小麦の開発で確立された倍数体作物の分子育種法は、ジャガイモなど他の倍数体作物の育種に応用されることが期待されています。

## おわりに

以上、第31回（令和5年度）の「日本農業研究所賞」を受賞された3課題の業績をごく簡単に紹介いたしました。いずれの研究も我が国はもちろん世界の農業・食品産業に貢献するすぐれた業績であり、伝統ある「日本農業研究所賞」にふさわしいと考えるものであります。

最後に選考委員会を代表して、受賞の栄に浴された古賀博則、堂地修、中村俊樹の3氏とその関係者の皆様に心からお祝いを申し上げますとともに今後も農業・食品産業の発展に尽力されますようお願い申し上げます、私の報告といたします。