

## 技術開発・成果普及等推進事業実施内容

寒冷地大規模畑作研究ネットワーク

### ① 普及・交流活動の実施内容等

本事業における普及・交流活動として、以下のふたつのシンポジウムを開催した。

#### 1.北海道産小麦の可能性 ―国産農産物への期待― 2018年11月 於) 北海道大学農学部

畑作物の中でも土地利用型作物として農家経済からも生産技術の面からも重要な小麦を対象に、北海道産の今後の可能性を議論した。まず、育種家から、これまでの育種成果が紹介された。中でも、多様化する消費者需要にいかに対応してきたのか、具体的な品種名と合わせて歴史的な経緯を解説した。馴染みのある品種の解説もあり、市民の方々にも身近な分りやすい講演内容となった。その後、製パン技術の向上とともに、ベーカリーを中心に様々なパンが市場に供給され、現在の「食パンブーム」にも繋がっていることが紹介された。パネルディスカッションでは、北海道産小麦に対し一層の期待が高まっていることを受け、それに対応する菓子用小麦など新品種育成の現状と今後の可能性が紹介された。育種成果を十分に活用しつつ消費者にアピールしていくことの重要性を改めて確認することができた。

北海道は小麦の主産地であることから、十勝や網走など道東地域における生産現場がクローズアップされることが多いが、消費地である札幌において消費者や一般市民向けに品種改良の現状や小麦生産の課題が紹介されたことで、産地と消費地、または生産者と消費者の相互理解につながる会となった。

#### 2.「タネと食と農の未来」 2019年3月 於)北海道大学

ふたつ目のシンポジウムは、品種改良を巡る新たな制度や今後の種子供給体制の在り方について、消費者を交えた議論となった。ひとつめの北海道産小麦に関するシンポジウムにおいて、改めて品種改良の重要性が確認されたことを受け、主要農産物種子法の廃止によって今後、品種改良は誰が、どのような体制で進めるのか、といった漠然とした不安があったことを受け、北海道農政部や農林水産省

の知財担当者を招き、主要農産物種子法廃止の経過や今後の在り方など、制度に関する詳細な解説も含め、消費者や一般市民と議論する機会となった。種子法、種苗法、知的財産、遺伝資源、ゲノム編集など、関連する用語や制度が飛び交う会となったが、パネルディスカッションにおいて、担当者から丁寧な解説がなされたことで、漠然とした不安が解消される実り多いシンポジウムとなった。主要農産物種子法は、米、小麦、大豆を対象としており、本事業の対象領域である畑作部門からみても、重要な論点であり、将来の品種改良制度について考える重要なシンポジウムとなった。

## ② 生産者が抱える現場課題解決のための技術開発の背景・課題の整理

他府県同様、北海道においても農業従事者の減少と一戸当たり経営面積の拡大が進んでいる。例えば、規模別販売農家数の推移でみると、1995年の7万戸以上から、2015年の4万戸以下まで減少し、さらに、1995年には5～10ha層が主流であったのに対して、2015年では10～20ha層が主流となり、50ha以上の大規模層も増加し続けている。今後も同様の傾向が続くと予想される。

農業従事者数をみると、1995年の28万人に対し2015年には10万人と3分の1近くまで減少し、世代別にみると、1985年には60歳以上が最も多いものの50歳代も従事者の25%を占めていた。しかし、年々高齢化が進み、2015年には約半数が60歳以上となっている。こうした推移から、上述の大規模化に加え、農業従事者数の減少が続くと予想される。

経営面積拡大と従事者数の減少は、省力化技術への技術ニーズを高める。畑作物の主産地の一つである十勝地域A町の経営状況でも戸数の減少および平均経営面積の拡大がみられる。戸数については1998年から2018年の20年で7割まで減少し、平均経営面積は1.4倍に拡大している。十勝の畑作物のうち、とりわけ小麦は、輪作体系の中で栽培される重要な作物であるが、経営規模拡大が進む中で、経営耕地面積に占める小麦の作付割合は、1998年の25%から2003年以降の約3割まで上昇している。他の畑作物と比較して小麦は省力的な作物であることから、限られた労働の中で経営規模の拡大が進めば、小麦の作付面積が拡大することになる。小麦の作付面積が経営内の3割を占めれば、小麦単収や省力化技術によるコスト削減が畑作経営の収支に及ぼす影響は小さくない。これまで品種が更新されるたびに単収を伸ばしてきたが、今後も、新品種の開発と合わせて省力化技術の導入による収量向上と安定が求められている。

### ③ 技術開発・普及展望のまとめ

畑作領域における技術開発の展望について、以下の通りとりまとめ資料とする(一部は②と重複する)。それぞれ、育種学、農業経済学、農業工学(センサ、リモートセンシング)、ロボット工学(ICT、スマート農業)からのとりまとめ結果である。

- (1) 育種学:北海道の小麦育種に関する将来展望
- (2) 農業経済学:技術革新と制度改革 ～育種制度の論点
- (3) 農業工学:リモートセンシング利活用における将来展望
- (4) ロボット工学:スマート農業

北海道の畑作農業は、農業従事者数の減少と経営規模の拡大が続く。今後も土地利用型の大規模畑作を継続していく上で、上記(1)、(2)の生物学的技術開発と、(3)、(4)の機械技術分野の技術開発の両面からの技術開発アプローチが求められる。シンポジウムでも議論されたように、国産農産物に対する消費者の期待は今後も高まっていくと予想されることから、国内唯一の大規模畑作地帯である北海道を技術的に支援していくことはグローバル化する国際状況に照らして喫緊の課題である。

#### (1) 北海道の小麦育種に関する将来展望

北海道の新品種には、穂発芽耐性の強さに加えて、現行品種以上の高い収量性と高品質が求められ、これらを全て兼備させることが喫緊の課題である。特に品種「きたほなみ」については、非常に優れた製粉歩留や低い灰分を維持したまま短期間で更なる改良、例えば縞萎縮病に対する耐病性付与や穂発芽耐性の強化等を進める必要があるため、「コシヒカリ BL」で行われているような DNA マーカーを利用した戻し交配育種等による既存品種の改良を進めることも必要と考えられる。

#### ゲノム編集による穂発芽耐性の強化

近年、発展の目覚ましいゲノム編集技術により小麦の種子休眠性を向上させる試みが行われている。ゲノム編集は遺伝子を狙った場所で改変できる技術で、別の遺伝子を挿入する方法と、切断して遺伝子の働きを壊す方法の2つがある。小麦は主要作物の中では珍しい高次倍数性の六倍体の作物である。このため、劣性遺伝子に由来する穂発芽耐性は、劣勢遺伝子が三つ揃わないと穂発芽耐性を示

さない。従来のランダムに起こる突然変異育種法では目的の一つの遺伝子を欠失させることはできても、目的の三つの遺伝子を同時に欠失させることは不可能であった。このことは、稲や大麦などの他の作物と比べて小麦の品種改良を困難にする。このため、岡山大学や帯広畜産大学、農研機構次世代作物開発研究センターのグループは、2019年、ゲノム編集技術の「クリスパー・キャス9システム」を用いて、小麦の穂発芽耐性に関わる三つの遺伝子の全ての機能を欠失させ、穂発芽耐性を向上させることに成功した。ゲノム編集技術は、このように複数の目的遺伝子をピンポイントで改良できることから、穂発芽耐性育種に限らず、今後の作物育種の主流となりうる可能性を持つ。

## (2) 技術革新と制度革新 ～育種制度の論点

小麦などの自殖性作物は、遺伝子組換え技術やハイブリッド、F1種子などと異なり、研究開発投資の成果を回収し難い特性を持つ。遺伝子組換え技術やハイブリッドは、毎年の種子購入を必要とすることから、知的財産権など種子代に上乗せされるロイヤリティを回収し易く、このことが、民間企業による遺伝子組換え品種の開発が進んだ背景でもある。一方の自殖性作物は、自家採取が可能であり、海外の大規模小麦作地帯では、農家による自家採取率が高く、毎年種子購入することは稀である。このことは、民間企業が参入しても、種子代への上乗せによるロイヤリティ回収が非常に難しいことを意味している。種子代によるロイヤリティ回収が難しいことは、民間企業の投資インセンティブを弱め、その参入を難しくすることとなり(正の外部性と呼ぶ)、結果として公的機関による育種の必然を示唆する。

このように、これまでの育種は研究開発投資による成果回収の難しさから、民間企業の参入は遺伝子組換え技術など特定の技術革新が生じるまで見られず、公的機関による育種が重要であった。しかしながら、先進国を中心に世界の育種制度を見回すと、技術革新による民間企業の育種参入が始まってから、自殖性作物については、制度革新による民間企業参入が試みられることとなった。公的育種機関への投資金額が減少の一途を辿る一方、育種技術と知的財産権によって民間育種の可能性を拡大した。多国籍企業による市場独占などの弊害が指摘されるものの、世界的な流れとして育種の民間化が進むのが現状である。

## (3) リモートセンシング利活用における展望

人工衛星によるリモートセンシングの応用のほか、ドローンを用いた計測が今後は多用されると見込まれる。数百メートル規模の圃場群であればドローンで低空から機動的に観測できるメリットがある。搭載するセンサとしては、マルチスペクトル画像センサ、ハイパースペクトル画像センサ、熱赤外画像センサなどがある。マルチスペクトル画像センサで撮影した画像は、多くの解析事例がある衛星画像を用いた手法(例えば NDVI 画像の作成)が適用できる。ドローン画像の長所は、解像度が非常に良いため圃場内の生育むらも判別でき、例えばそれが肥料効果によるものであれば、画像に基づいて作業時に施肥量を調整すること等に活用できることである。

#### (4)スマート農業

##### 1) 農業データ利用

###### ○ 将来像と今後取り組むべき研究開発

生産の持続可能性を担保するためには以下の3点を達成する必要がある。

- ・時空間情報の高度利用により高齢化、減少する熟練農家の知識・知恵をデータで継承
- ・農業の ICT 化を推進することで農業の魅力を高め、若い世代の新規就農を促進
- ・生産現場と加工・流通分野との連携で ICT を高度利用することで6次産業化を促進

##### 2)自動化・ロボット化

###### ○ 将来像と今後取り組むべき研究開発

###### ロボットトラクタ用作業機の開発

今後大規模畑作にロボットトラクタを普及させるためにはロボット用作業機の開発を進めることが重要である。

- ・農業従事者の高齢化等による労働力が不足する一方で、経営規模が拡大していく状況において、未経験者でも熟練者と同様な作業ができるよう、ロボットトラクタに対応した作業機による可変施肥などの技術が非常に有用になってきている。
- ・ロボットトラクタは開発が進み、実用化の目途が立つが、農作業の精度を決めるのは作業機であり、ロボットトラクタに対応した作業機を開発することは、将来の畑作の自動化を進めるうえで必須である。

- ・現在欧米では、ISOBUS に対応したトラクタや作業機が主流になりつつあり、大規模畑作農家にも輸入されている。作業機メーカーは、ロボットトラクタだけでなく、この ISOBUS に対応したトラクタにも接続できる作業機を早急に開発することでロボットトラクタ用作業機が低価格で提供できる
- ・畑作用機械は欧米のメーカー製が増えつつあるが、日本の畑作の適合した作業機であることが望まれ。国内のメーカーが生産できるようにすることが重要である。

### 3) ロボットトラクタのスマート化

#### ○ 将来像と今後取り組むべき研究開発

将来像はロボットが生育状態を認識して最適な作業を行うスマートロボットである。ロボット農機の知能化を進めて篤農技術に近づけ、人手に頼っている重労働を軽減するロボットに発展させることもロボット農機の未来の姿である。具体例をあげると麦類の作物体の窒素ストレスを認識して最適な追肥作業を行うロボットや作物と雑草を識別して雑草にだけスポット防除するロボット、さらに病虫害発生個所を見つけ、被害が広がる前に防除するロボットなどが挙げられる。これらのスマート化に向けた課題はセンサにある。作物の窒素ストレス検出センサは実用化されているが、それ以外の作物・雑草の識別、病虫害予兆検出などのセンサはいまだ開発途上である。ただ、最近話題のビッグデータ・AI(人工知能)が有効であることから国際的に開発が活発に行われている。移動のための脚はロボット農機、目と頭脳は IT 農業技術が担い、この両者を統合することで「単純作業ロボット」から「スマートロボット」に進化するのである。さらに目と頭脳は必ずしもロボット農機と一体である必要もない。たとえば目の機能を担うドローンが上空から情報を効率的に収集し、その情報を脳の機能を担う外部の高性能コンピュータに伝送・解析して、その最終結果だけをロボット農機に伝送して精密な作業を行うことも可能である。このような形態をとると個々のロボットに目と脳が不要になり共同利用できるもので、ロボットの低コスト化に寄与する。ただし、これには IoT 利用が必須である。IoT とは様々なモノがインターネットに接続され、情報交換することにより相互に制御する仕組みであり、複雑なシステムを低コストに構築できる。このようにスマートロボットの実現には最先端技術であるビッグデータ、AI、IoT が基盤になるが、これら技術進歩の速さから農業ロボットのスマート化も 5 年以内を実現する技術である。