

顧みられない未利用種 (NUS) の遺伝的改良に基づく持続可能な agro-ecosystem の確立

① ビジョンの概要

Nature positive な農業システム構築のため、顧みられない未利用種 (neglected and underutilized species: NUS) を先端的育種技術で改良する。改良にはゲノム編集やゲノミック選抜などの技術を利用するとともに、農家参加型でデータ収集を行い、農家の畑における性能強化につながる遺伝子の特定と改良を行う。また、社会学・経済学を含めた総合知のもと、同システムを小規模でも持続的な産業とする研究を行う。

② ビジョンの内容

農業はこれまで自然破壊や資源枯渇を引き起こしてきた。劣化した生態系は農業生産力を低下させ、地域社会の生活と食料安全保障を脅かしている。こうした問題の解決には、自然を回復し、自然と共存できる Nature positive な農業システムの構築が不可欠である。本提案では、世界の多様な地域に適応してきた NUS を先端的育種技術で改良し、環境保全性の高い農業システムを確立するための研究を提案する。現在、世界の農地の約半数は4種の作物の栽培で占められている一方、何百もの NUS が高度に多様化した小規模生産のもとで栽培され、多くの人々の生活や食料を支えている。NUS がもつ環境適応性や機能性は農業システムの持続可能性の強化に有効だが、その潜在能力の解放にはゲノム編集やゲノミック選抜などの先端的育種技術が不可欠である。本構想では、様々な地域で栽培されてきた NUS を改良することで持続可能な農業システムの構築を目指す。また、先端的育種技術に加え、高速世代促進施設、大規模隔離栽培施設、フェノミクス施設を整備して NUS の改良基盤を構築する。なお、NUS の多様性と環境適応性は、遺伝要因、環境要因、社会的要因の相互作用で形成されたものであり、農家参加型品種選抜 (participatory varietal selection: PVS) の利用が有効である。センシング技術を用いて PVS を行い、オミクスデータと組み合わせ、農家の畑における性能強化につながる遺伝子の特定と改良に結びつける。また、得られたデータを民主的に活用し、栽培の効率化、トレーサビリティの強化、マイクロファイナンスへの活用など、小規模農家の経済基盤の強化につなげる。NUS の多様性は地域経済や文化に適応する中で形成されたものであり、その活用には社会学、経済学を含めた総合知が必要である。そこで、栽培・流通・消費に関わる様々なステークホルダーと連携し、これら地域で小規模でも持続的で環境保全的な産業を興す取り組みにつなげる必要がある。



図1 NUSを用いた持続可能な農業システムの構築

③ 学術研究構想の名称

顧みられない未利用種 (NUS) の遺伝的改良に基づく持続可能な agro-ecosystem の確立

④ 学術研究構想の概要

現在、Nature negative な農業から Nature positive な農業へのパラダイム・シフトが必要となっており、長い歴史の中で自然と共存してきた伝統農業や、それを支えた在来種への注目が高まっている。こうした在来種の多くは NUS であり、これまで体系的な育種が行われてこなかった。本構想では、NUS を遺伝的に改良し、不耕起栽培・低投入栽培に適した作物、土壌微生物叢を豊かにするカバークロップ、アクアポニクスに適した作物などを作出する基盤を構築する。改良には、ゲノム編集、ゲノミック選抜、交雑鍵遺伝子の操作、異種ゲノムの融合、染色体の倍加などが適用されるが、これら技術がもつ技術的制約の打破も必要となる。なお、NUS の栽培農家は持続可能な農業や食文化に関する知識をもつ。こうした知識のもとで重要形質を定め、農家参加型の評価・選抜システムを構築する。農家が自ら記録しなくても自動・半自動で評価データが得られ、それらデータが土壌・気象・微生物叢などの環境データ、作物のゲノム等のオミクスデータとともに解析され、解析結果が重要形質の責任遺伝子同定や効率的選抜に利用される。なお、NUS を用いた農業を持続可能にするために、NUS を用いた農業の社会的・文化的意義に関する研究に加え、フェアトレードやカーボンクレジット等をもとに地域コミュニティに利益が還元されるシステムの研究と構築も必要となる。

⑤ 学術的な意義

現在、世界で商業栽培されている食用植物は 150 種にすぎず、このうちわずか4種が人間の摂取カロリー

の60%以上を占める。これは、食料安全保障の観点から大きな問題である。加えて、栄養失調、貧困、生態系劣化、気候変動などの問題に対応するために、栄養価が高く、環境ストレスに強い NUS を活用した農業システムの構築が切実に求められている。また、NUS を栽培する小規模・家族農業はアグロエコロジーの実践に必要となる知識体系を培ってきたが、こうした体系を科学的知識体系と融合させることで新しい農業システムの構築に結びつけることができる。その実現のためには、実験室とフィールドを社会につなぎ、農村社会を豊かにし、生態系の再生にも貢献する超学際的な分野の創設が必要だが、その学術的・社会的意義は大きい。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

NUS の活用は、地域生態系と食料源の保護につながるだけでなく、その高い栄養価を活かして「隠れた飢餓」の解決にもつながる。また、適切な市場開拓を行うことで、貧しいコミュニティに経済的な恩恵を授けることもできる。このような視点から、NUS について伝統的知識体系と科学的知識体系を結びつけるような学際的研究が開始されている。本構想は、NUS の大きな課題である歴史的な「遺伝的改良の不足」を、様々な育種技術を適用することで補い、NUS を栽培・収穫・加工しやすく、付加価値の高い作物として改良することを目標としており、NUS を活用した Nature positive な農業の実現に大きく貢献するものである。

⑦ 社会的価値

本構想は、NUS の遺伝的改良を通して持続可能な農業システムの構築を目指すものであり、我々の社会の持続可能性の確保につながる。本構想での取り組みは、飢餓（目標 2）や貧困（目標 1）の解決だけでなく、持続可能な消費と生産（目標 12）の実現や、農村において伝統的農業を支えてきた農民や女性に社会・経済的安定基盤を提供することで、不平等の是正（目標 10）やジェンダー平等（目標 5）にもつながる。さらに、Nature Positive な農業の実現により気候変動の軽減（目標 13）や陸上資源の保護・回復（目標 15）にもつながる。なお、本構想の実現には、生産、流通、消費に関わる全てのステークホルダーとともに社会を変革していくトランスフォーマティブ・イノベーションが必要となる。こうしたイノベーションの実現への取り組みは、食料システムの維持・継続について社会全体で考えるための重要な機会となる。

⑧ 実施計画等について

実施計画・スケジュール：モデルとなる地域と NUS を選定して開始するが、将来的には様々な地域と NUS に適用するため、研究期間中に対象地域と NUS を増やしながら技術・ノウハウの汎用化を進める。

1～2 年目：モデルとなる地域と NUS を対象地域の社会的状況も考慮して決定。モデル NUS の材料収集と遺伝解析のための材料育成を開始。国内における大型施設の設計と建設。

3～5 年目：材料育成ができた NUS の遺伝解析、有用遺伝子の同定。NUS に対するゲノム編集技術の最適化とゲノミック選抜試験を開始。世代促進法の開発、表現型計測・オミクス計測技術開発も並行して実施。モデル地域では、栽培試験と環境評価、農家参加型選抜を開始。経済生産のための技術的・社会的問題の洗い出し、NUS の栽培が地域の生態系に及ぼす影響を生物学的・経済学的視点から評価。

5～10 年目：交雑鍵遺伝子の操作、異種ゲノムの融合、染色体の倍加など、より高度な技術を用いた改良の実施。また、大型施設を活用して多様な NUS に対応できる基盤を構築。さらに、農家圃場からデータを収集するシステムを稼働し、データ科学的アプローチで最適化された栽培法を提案。

実施機関と実施体制：当該研究は、多数の大学、国公立研究機関ならびに民間の研究開発機関がネットワークを形成して実施する。具体的には本構想に関連する研究分野について研究教育を行う大学、国立研究開発法人、公益財団法人や民間研究開発機関、民間企業や農業生産者など、様々なステークホルダーが参画して研究を推進する。これら参画機関の中から選出された代表機関が全体を統括する。また、サブテーマを設定し、サブテーマごとに研究課題と担当機関を全国の多様な研究開発機関から公募・選出する。各サブテーマの担当機関から選定された責任機関が中核となってサブテーマを実施する。国際連携は、国際農業研究協議グループ (CGIAR) の研究機関や食料生産に関わる研究を実施している主要な国際機関や国外の大学と行う。

総経費 230 億円（人件費（10 年×100 人）：100 億円、研究開発費：1,000 万円/課題×50 課題×10 年、高速世代促進大型施設：2 億円×5、組換え体対応栽培施設：2 億円×5、フェノミクス施設：10 億円×3、農家圃場データ収集システム：10 億円×1、大型施設の維持管理費（10 年間）：20 億円）

⑨ 連絡先

福岡 浩之（タキイ種苗株式会社 研究農場）