

地球規模課題対応国際科学技術協力

(生物資源研究分野「生物資源の持続可能な利用に資する研究」領域)

持続的食糧生産のためのコムギ育種素材開発プロジェクト

(アフガニスタン・イスラム共和国)

平成22年度実施報告書

代表者:坂 智広

横浜市立大学・木原生物学研究所・植物遺伝資源科学部門 ・ 教授

<平成 22 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施の概要

本プロジェクトのねらいは、日本の科学技術・研究ノウハウを生かし、新たな生物資源の遺伝的多様性と可能性を利用して耐病性や耐旱性などコムギ品種改良に不可欠な新しい素材と技術を開発することにある。さらに自国のコムギ品種改良を中核的に支えるアフガニスタン若手研究者の人材を育成して国立農業試験場のコムギ育種事業を再建し、日本の戦後復の経験と国際連携を活かした国際連携による持続的食糧生産のためコムギ育種システムを構築するものである。

20余年にわたる内戦後、国内の食糧生産基盤が崩壊してしまったアフガニスタンでは、作物生産には過酷な不良環境や地球温暖化、さらには新型の作物病原菌の侵入の危機などに直面し、主食であるコムギを品種改良する技術研究基盤の再構築が強く求められている。本プロジェクトでは遺伝的変異を解析して耐旱性や耐病性を持つアフガニスタンのコムギ遺伝資源を見出し、それら系統を保存するとともに、優良品種への掛け合わせにより耐旱性・耐病性と高収量・高品質を備えた新しい育種素材と育種利用技術を開発する。H22 年度よりアフガニスタン現地へプロジェクト事前調査に赴き、H23 年度より本格始動する5年間のプロジェクト全体計画を策定すると共に、日本がリーダーシップをとる国際共同研究のための連携ネットワーク基盤の構築を進めた。

木原生物学研究所は、故木原均博士らが収集した半世紀前のアフガニスタンのコムギ在来種・近縁野生種の貴重な遺伝資源を保有している。本プロジェクトでは国際共同研究を通じて、これらの遺伝的多様性や農業特性について調査研究を進め、遺伝子マーカー等による有用形質の評価・選抜法を研究し、アフガニスタンの品種改良に役立つ素材を開発する。その中で、日本の大学院における実践的教育によりアフガニスタン若手研究者・育種家の能力を向上させ学位取得の機会を与えるなど、日本の国際貢献によりアフガニスタン復興の中核を担う人材を育成する。本プロジェクト終了の5～10 年後には自国の国立農業試験場が再建され、食料安定供給を可能にするコムギ持続的生産の実現を目指す。

2. 研究グループ別の実施内容

横浜市立大学木原生物学研究所: 研究代表者 坂 智広

「持続的食糧生産のためのコムギ育種素材開発」

① 研究のねらい

科学技術と研究ノウハウを生かし新たに遺伝的変異を解析して耐旱性や耐病性を持つアフガニスタンのコムギ遺伝資源を見出し、それら系統を保存するとともに、優良品種への掛け合わせにより耐旱性・耐病性と高収量・高品質を備えた新しい育種素材と育種利用技術、特に不良環境でも低資源投入で持続的高生産性を上げる育種素材を開発し、次世代に向けた環境負荷低減型の作物を開発していく。さらに自国のコムギ品種改良を支えていくアフガニスタン若手研究者の人材を育成して国立農業試験場を再建し、日本の戦後復の経験と国際連携を活かした持続的食糧生産に向けたコムギ育種システムの基盤を構築する。また、本学と包括協定を結ぶ CIMMYT (メキシコ本部) を活用し試験・検査・育種栽培・データ入手等の業務を発注する他、スタッフの現地への派遣、先方機関スタッフの日本への招聘などにより研究を推進する。

② 研究実施方法

現在木原生物学研究所に保有している半世紀前のアフガニスタンのコムギ在来種・近縁野生種の 500 系統を初めとする遺伝資源をもとに、これらの遺伝的多様性や農業特性について調査研究を進め、マーカ

一等による有用形質の評価・選抜法を開発してアフガニスタンの品種改良に役立つ素材をまとめて里帰りさせることにより育種素材の開発に資する。不良環境に高度耐性・持続生産性の高いコムギのプロファイルと遺伝子型を解析し、アフガニスタンの環境に適した品種のイデオタイプを明らかにする。また、遠縁交雑と染色体工学手法により、近縁野生種に認められる高度の不良環境耐性、特に耐旱性や耐病性、効果的な窒素利用能力などの新規特性をコムギに付与し、不良環境でも低資源投入で持続的高生産性を上げる育種素材を開発する。

H22 年度は、JICA のアフガニスタン国国立農業試験場再建計画プロジェクト(第1フェーズ)と連携して、横浜市立大学を中核に連携大学院を組む理化学研究所及び鳥取大学の日本国内の研究チームと国際機関とネットワークを活用し、アフガニスタン復興支援に向けた持続的食料生産に向けたコムギ育種システムを構築するための体制整備を行った。詳細計画策定調査(事前調査)によりカブールに出張し R/D および MOU の締結をするためのミニッツ(MM)を策定のため、関係諸機関・部局との研究打ち合わせを行う。現地でのコムギ栽培試験に向けた基盤調査、長期および短期研修で日本に招へいし、教育・指導する人材の発掘、CIMMYT アフガン事務所を通じた、コムギ生産に係わる国際支援連携に関する現状調査と協力ネットワークの構築を推進した。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

〔アフガニスタン国国立農業試験場再建計画短期専門家(小麦遺伝資源分野)として、SATREPS 課題推進のためのカブール現地でのコムギ栽培試験に向けた基盤調査、H22. 6. 6～6. 14〕

SATREPS による研究者の能力向上の有機的連携について調整し、さらには国際機関や他の援助国のコムギ開発事業との有机的かつ効率的な関連を構築するために、各機関のキーパソン(アフガニスタン農業灌漑牧畜副大臣、同省研究・普及総局長、カブール大学農学部長、JICA アフガニスタン事務所 Project Formulation Advisor、CIMMYT-Afghanistan office 代表、CIMMYT アフガニスタン/パキスタン地域担当、USAID Afghanistan SUPPORT Project/ Agriculture Research Review Team Reader)を訪ねて意見交換を行った。それを通じて1)プロジェクト目標の確認、2)相手側の実施体制の確認、3)投入計画の確認、4)他機関との連携に関し現状を調査した。

〔詳細計画策定調査による MM 策定と、関係諸機関・部局との研究打ち合わせ、H22.11.14～11.22〕

JICA による事前対処方針会議により検討された項目1)現地実施体制、2)本プロジェクトの成果(育種素材の開発)の展開について、3)プロジェクトの基本計画について、日本側の提案を提示し、農業灌漑牧畜省農業研究局及び関連機関と協議して基本計画について合意を得た。その結果を MM として H22.11.29 に署名がなされた。それに基づき H23.2.26 に R/D と MOU が締結された。SATREPS 研究推進と研究者の能力向上のための成果達成に向けて、国際機関や他の援助国と有機的連携について以下の様に調査した。

【アフガニスタンコムギ育種における本案件の位置づけ】

アフガニスタンにとって小麦は最も生産の多い主食であり、生活経済を安定させるための不可欠な要素のため多くのドナーがその支援に力を入れており、初期の即効的な支援として国際農業研究機関 CIMMYT により開発された灌漑地向け半矮性多収品種が導入され、小麦の増産をさせる効果が出始めている。また JICA の第 3 国研修にて ICARDA は、地域農業の発展につながる人材を発掘し教育を始めているが、ICARDA の品種を導入するための受け入れ先として機能はしているが、アフガニスタン人によ

る自発的な現地活動には至っていない。こうした小麦育種と増産に関する多国・国際機関による即効的支援は成果が見え始めているが、5～15年後に向け更なる農業環境の変化や経済的要求により自国での持続的な小麦品種改良を支える、人的、技術的、組織的な基盤の整備に向けての支援は、本格的にはなされておらず、復興支援の基盤となる将来な持続的開発には不安要素が欠かせない。今回の SATREPS プロジェクトは、将にこの空白を埋めこれまでの支援の効果を高める重要な要素であり、日本独自のアプローチによる中長期的な発展のためのニーズ基盤を開発する内容であることが、アフガニスタンからの要請やカウンターパート及び国際機関関係者への調査からも明らかになった。

【人材育成】

主食であるコムギ生産と自国での育種体制については、農業省の組織体制の度重なる組織改変により安定しておらず、これから組織強化も図られる予定である。また自ら考え行動できる十分な人材は育成途上であり、今後3～5年での明らかな小麦生産向上に直接成果を求めるには厳しい状況にある。しかしながら、中長期的な視点で人材開発と育成を行うには、本プロジェクトの開始に呼応して、確固たる人づくりのための支援基盤を整備することが不可欠であると思われる。

【プロジェクト実施体制】

本 SATREPS プロジェクトは、日本の科学技術リソースを共同研究体制で活用し、他国ドナーとの協調によりアフガニスタンに自国の小麦育種・生産システムを支える人材とリーダーが育成できると考えられる。持続的に裾野を広げた人材育成のためには、現在想定している直接的なカウンターパートの農業灌漑牧畜省(MAIL)研究局(ARIA)に勤務する人材のみならず、カブール大学農学部との連携により次世代の人材の教育も行い、MAIL(ARIA)の人材底上げを有機的に取り込むことで、更なるポテンシャルが期待できる。さらに、これまでの日本の支援で整備してきた穀物試験場の設備は、まだレイアウト等不明確であり、持続的な小麦育種システムを行う育種研究室は確認できない。そのため日本の支援拠点を継続して配置し、育種事業に関して立ち上げから自立に向けた段階的なシステム作りを必要に応じて支援する必要がある。このように、日本国内とアフガン現地との有機的な連携と、プロジェクト体制あるいは現地での日本の拠点無しには、この科学技術案件の潜在的可能性を引き出すことができない半面、これまでの支援を引き続き発展させることにより想定以上の人づくりの基盤を構築できると考えられる。

(JICA 協力プロジェクトでの PDM 及び PO で関連する Output 1、2、3、4に対応)

④ カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

6月7日～6月10日に MAIL(ARIA)穀物育種部、同地域農業試験場の小麦育種関連研究者を対象としたコムギ研究ワークショップが開催され、「コムギの遺伝育種学と遺伝資源の利用」の講義と、圃場での現地実習を行った。このワークショップには国立農業試験場と地域農業試験場の若手農業研究者を中心に約20名の参加者があった。今回の小麦研究ワークショップを通じて、積極的に手を挙げ質問したり、自分の地域の問題点について解決策を尋ねたり、参加者の意識の向上に明らかな効果が見られた。SATREPS プロジェクトによる、日本での修士課程人材育成プログラムに関しても5名近く興味を示すものがあり、育成有望な人材の発掘が可能であると思われる。



(JICA 協力プロジェクトでの PDM 及び PO で関連する Activity1-1、2-1、3-3、4-3に対応)

- ⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)現時点では新たな展開は特にない。

理化学研究所植物科学研究センター:主たる共同研究者 松井 南

「最先端技術を用いたコムギ遺伝資源の特性解明」

① 研究のねらい

アフガニスタンのコムギ遺伝資源からの有用系統の単離や、これらを利用した有用な育種素材開発のために、本プロジェクトで利用するアフガニスタンコムギの在来種・近縁野生種の系統の性質について調査しておく事は重要であると考えられる。当研究所は植物体内のミネラル成分のハイスループットな測定技術や、植物体の精密計測技術等を有している。これらの測定システムを利用して、アフガニスタンコムギ系統について表現型データを内(ミネラル成分)と外(形状)から測定し、網羅的フェノタイピングを行う。この結果を利用して遺伝子資源からの有用系統の単離を行ってだけでなく、多型マーカーの解析データと有機的にリンクさせる事により育種に有用な遺伝子型を明らかにする事も目指していく。また、アフガニスタンの様々な環境で栽培されるコムギ系統について同様な解析を行う事によって、アフガニスタンの土壌環境に対するコムギ遺伝資源の不良環境反応性を診断するための研究基盤を構築する。

② 研究実施方法

植物体の精密計測の対象組織はコムギ種子を用いる。日本で生育可能なアフガニスタンコムギの在来種・近縁野生種系統等(数100系統以上)から種子データを収集するため、島津X線 CT 装置を用いて精密な種子形状3次元透化画像を網羅的に撮影する。得られた撮影データから種子形状に関する様々な値(種子の縦や横の長さ等)を抽出する。

植物体内のミネラル成分の測定対象組織についてもコムギ種子を最優先に用いる。本プロジェクトで用いるコムギ系統の種子について、粉碎、圧縮の過程を経て、エネルギー分散型X線分析装置(EDX-70、島津)により、種子中に含まれるミネラル成分の量を元素量として網羅的に測定する。

網羅的に測定した各系統の形状計測データや、各元素種の量をパラメーターとして、クラスタリングを行う。この結果と他の様々な表現型や系統の採取環境等との相関を解析する事による系統分類を試みる。また有用な形状や有用元素の高蓄積と多型マーカーとの相関解析を行い、育種に有用な遺伝子型を明らかにする事も試みる。プロジェクト後半では、アフガニスタンの様々な環境で栽培されるコムギ系統について同

様に測定し、既に測定したデータと比較を行う。ここまでの結果を利用して、環境条件の違いが種子形状やミネラル成分に及ぼす影響を解析するとともに、アフガニスタンに適した収量やミネラル成分をもたらす系統選抜に役立てる。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

現在、木原生物学研究所で栽培されているアフガニスタンコムギの在来種・近縁野生種系統から種子が得られる前に、当研究所のシステムでコムギ種子が測定可能か簡易的に事前撮影や、事前測定を試みた。その結果、問題なく撮影、測定が可能である事が確認出来た。またコムギ種子が得られる前に、試験的にコムギ本葉の元素量について数 10 系統分の測定を行う予定である。このための測定前処理条件の検討を行い、最適化に成功した。

(JICA 協力プロジェクトでの PDM 及び PO で関連する Activity1-1、2-2に対応)

④ カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

現時点では特になし。

⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

現時点では新たな展開は特になし。

鳥取大学農学部農学科:主たる共同研究者 辻本 壽

「コムギ遺伝資源の能力開発」

① 研究のねらい

在来コムギに比べ非常に高い不良環境耐性を示す近縁種の潜在的な能力を明らかにし、新規コムギ育種素材を開発する。コムギの祖先種の一粒子コムギ(A ゲノム)やタルホコムギ(D ゲノム)、さらにコムギ近縁種の *Leymus* 属、*Elymus* 属植物、球茎を作る多年生の野生オオムギ(*Hordeum bulbosum*)などアフガニスタンに分布する近縁野生種を用い、特にバイオマスに、耐旱性、耐塩(アルカリ)性、耐病性、窒素利用能力向上による地球温暖化ガスの N_2O の低減、多年生による乾燥耐性と恒久的雑種強勢の付与などこれまでの作物に無い能力を明らかにする。

② 研究実施方法

〔課題1〕コムギ遺伝資源の多様性評価:

合成コムギ No.4 とパンコムギ Chinese Spring の組み合わせで育成した、組換え近郊系統を利用し、DArT 分析による遺伝地図の作成、耐乾性等、アフガニスタンでの重要農業形質についての形質調査、QTL 解析および、育種に利用できるマーカーの作成を行う。

〔課題2〕育種利用技術開発:

合成コムギが作られている *Ae. tauschii* 50系統の多様性を DArT 分析で明らかにし、同時に合成コムギ系統の耐乾性等の形質を調査することにより、形質に関与する遺伝的領域を解明する。さらに、これらの合成コムギ系統とアフガニスタンの気象条件に適合した品種 Sephadak Ishkashim (SI) を2度交配して、育種に有用な変異を豊富に包含する Multiple Synthetic Derivative を作る。

〔課題3〕育種素材の開発:

異種染色体添加系統、合成コムギ系統のリン酸利用効率を調査し、効率の高い系統を選抜するとともに、その性質を品種 SI に導入する。

③ 当初の計画(全体計画)に対する現在の進捗状況

課題1, 2, 3いずれについても、計画通り研究が遂行し、材料の増殖、調査が行われている。

(JICA 協力プロジェクトでの PDM 及び PO で関連する Activity1-1、2-3、3-1、に対応)

④ カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

現在のところ、まだ行われていない。

⑤ 当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

現時点では新たな展開は特になし。

3. 成果発表等

(3-2-2-1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 0 件、国際 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、国際 0 件)

(2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳(国内 0 件、海外 0 件、特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 0 件、海外 0 件)

4. プロジェクト実施体制

(1) 「横浜市立大学」グループ(持続的食糧生産のためのコムギ育種素材開発)

① 研究者グループリーダー名: 坂 智広 (横浜市立大学木原生物学研究所・教授)

② 研究項目

- ・ 日本国内・国際共同研究の統括
- ・ 実用品種育成に向けたアフガニスタン在来コムギの遺伝的多様性に関する知識の蓄積
- ・ 共同研究による両国でのコムギ遺伝資源の遺伝的多様性と農業形質の評価
- ・ コムギ育種のためのアフガンコムギ遺伝資源コアセットの構築とアフガンの様々な環境手の適応を評価するためのアフガニスタンへの里帰り
- ・ アフガニスタンの不良環境に高度に適応したコムギ遺伝資源の評価法と実用品種の育種法の開発
- ・ コムギ近縁野生種から広域適応性を導入した新しいコムギ育種素材の開発
- ・ コムギ遺伝資源の保全と利用と人材育成

(2) 「理化学研究所 PSC」グループ(最先端技術を用いたコムギ遺伝資源の特性解明)

① 研究者グループリーダー名: 松井 南 (理化学研究所植物科学研究センター・グループディレクター)

② 研究項目

- ・ アフガニスタンの不良環境に高度に適応したコムギ遺伝資源の評価法と実用品種の育種法の開発
- ・ コムギ遺伝資源の多様性評価

- アフガニスタン品種開発に必要な収量につながる形状計測
- アフガニスタン品種開発に必要な元素組織の計測

(3)「鳥取大学」グループ(コムギ遺伝資源の能力開発)

①研究者グループリーダー名： 辻本 壽（鳥取大学農学部・教授）

②研究項目

- コムギ近縁野生種から広域適応性を導入した新しいコムギ育種素材の開発
- コムギ遺伝資源の多様性評価と育種利用技術開発
- 育種素材開発
- コムギ遺伝資源の保全と利用と人材育成

以上