

令和 4 年 5 月 10 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K07955

研究課題名(和文) 農業研究開発の経済学と新規導入遺伝資源消滅の背景

研究課題名(英文) Research and development in agriculture -contribution of genetic background-

研究代表者

齋藤 陽子 (SAITO, Yoko)

北海道大学・農学研究院・講師

研究者番号：30520796

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：品種改良による農産物の高品質化や高付加価値化が注目される中、品種改良を下支えする遺伝資源に注目した。具体的には日本の小麦育種を対象に、その遺伝的基盤をジーンバンクのデータから分析した。定量的な把握のために、量的データのみを分析対象としたが、育種家が交配計画を策定する時点において、遺伝的基盤が多様であるほど収量性が高まることが示された。また、近年、品種改良や育種制度の民営化が続く海外、具体的には豪州を事例に、新たなロイヤリティ回収制度(EPR)についても分析した。制度改編が品種登録数に与える影響を定量的に分析した結果、現段階では、有意に正の影響がみられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

種苗法改正や種子法廃止など種子に関する政策改編が続き、種子に対する社会的な関心が高まっている。そうした中、品種改良を下支えする遺伝資源に着目し、その重要性を実証的に明らかにした点が本研究の貢献である。品種改良や高品質な農産物を生み出すために、種子や遺伝資源の重要性、とりわけ、日本の小麦育種が海外のジーンバンクや遺伝資源センターに依存することを示したことは、今後の種子や品種改良の制度を巡る議論に貢献するものと考えられる。また、民営化が続く海外の事例を調査し、その成果を定量的に把握することは、育種制度の在り方を議論する上で、有用な情報となる。

研究成果の概要(英文)：Contribution of variety development has received social attention, and we focused on the genetic background of wheat breeding in Japan. Gene-bank data along with wheat production data were analyzed empirically. The result indicates that wheat productivity is significantly higher if breeders face greater genetic diversity at the moment they decide the breeding plan. We also analyzed the impact of new royalty collection system in Western Australia. The new system is called end-point-royalty(EPR), and it significantly improved the number of PBR (plant breeder's right) registrations.

研究分野：農業の研究開発

キーワード：品種改良 種子 小麦 遺伝資源 民営化 End point royalty 育成者権 品種登録数

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

これまで、小麦品種改良の品質需要対応、遺伝資源導入の重要性と狭隘化について、育種データ、ジーンバンクデータを分析しながら、研究開発の生産性と、その投入要素である遺伝資源の現状について、定量的に明らかにしてきた。消費者需要の国産志向についても、新たにパン用として開発された硬質小麦を念頭に、消費者の評価を分析、明らかにしてきた。しかしながら近年、小麦品種への要望は以前にも増して多様化し、パスタ用や菓子用といった従来の品種や既存の遺伝資源では対応し切れない品種の開発が求められつつあることが分っている。また、地域経済の活性化につながるような地域特性を生かした品種開発も求められるなど、小麦品種開発は多様化・細分化の一途をたどる。

こうした国産小麦に対する根強い消費者需要と、それに対応しようとする育種目標の変遷が見られる一方で、新品種作出の要となる遺伝資源導入が減少し、長期的にどのような影響がみられるのかは定かではない。生物多様性条約にみる資源国の権利意識強化と、呼応するような先進国の知的財産権の強化、といった国際的な権利意識の高まりは、導入遺伝資源の多くを海外に依存するわが国の小麦生産に対し、遺伝資源の取引費用上昇と効率性の低下をとおした悪影響を与えかねない。そこで、育種成果のデータとジーンバンクデータをもちいて、遺伝資源多様性の品種改良への貢献について分析した。

2. 研究の目的

本研究は、私有財供給を前提に発展する「研究開発の経済学」の分野に、公共財供給を前提とする「農業研究開発」から貢献することを目的とする。新規遺伝資源導入消滅にみる海外の知的財産権強化の動きと合わせ、非排除性が消滅しつつある農業研究開発の新たな展開に対応できる理論の再構築を目指すものである。具体的には、研究開発関数の推計において遺伝資源譲渡の取引費用上昇を勘案し、新規遺伝資源導入消滅のわが国育種事業への長期的な影響を明らかにする。また徐々に進展する海外の民営化事例として、豪州の新しいロイヤリティ回収制度をとりあげ、その品種登録数に与える影響を分析する。多様化・高品質化する国内需要へ向けた遺伝資源確保の方策および民営化が続く海外の事例をもとに今後の研究開発政策に資する情報とする。

3. 研究の方法

研究開発関数は小麦の収量(Y)を小麦育種に関わる研究開発投資(RD)と、小麦品種の遺伝的多様性(G)の関数として表したものである。例えば、国際トウモロコシ・小麦センター(CIMMYT)が遺伝的多様性を高めるような品種を各国に提供することで、各国の研究開発投資1単位当たりの効率性が改善し、小麦収量の効率的な改善が実現する。遺伝的多様性の向上は、育種家が、より早く効率的に、目的とする遺伝資源に辿り着くことを通して、効率的な研究開発(品種改良)を可能にする。本研究では、これまでに申請者が行ったジーンバンクデータの解析結果を援用、研究開発関数の推計をとおして小麦遺伝資源の多様性拡大による品種改良の効率性への貢献を明らかにする。推定の結果、遺伝的基盤の多様性を高めることで、研究開発投資の効率性が上昇し、収量の向上が促されることがわかった。

また、海外の民営化事例については、現地調査をもとにその制度と民営化過程を示し、品種登録データを分析することで、制度改編が品種登録数に与える影響を定量的に把握する。

4. 研究成果

以下では、研究開発関数の推定にもちいた遺伝的多様性の計算結果を示すとともに、育種家へのアンケートから、遺伝資源導入の取引費用低下に向けた方策を示す。最後に、西豪州の制度改編について、実証分析の結果を示す。

(1) ジーンバンクデータと遺伝的多様性指標

小麦の在来種に乏しい日本では、もともと遺伝資源の多様性が低く、「ゆめちから」や「ハルユタカ」、もち性小麦の作出にみられるように、画期的な小麦を作出するためには海外からの遺伝資源の導入が欠かせない。パン用、菓子用、パスタ用と消費者の需要がますます多様化する中、海外遺伝資源の重要性は高まると予想される。その一方で、遺伝資源へのアクセスが制限され、譲渡においては手続きが煩雑化していることは小麦も例外ではない。こうした背景のもと、海外遺伝資源の取引費用上昇が我が国の小麦育種に及ぼす影響を考察する。まず、農業生物資源ジーンバンクのデータをもとに、我が国における小麦の遺伝資源の蓄積をまとめる。

遺伝資源保存センターは、世界各所に設立されているが、我が国でも1985年に農林水産省によってジーンバンク事業が開始され、原産地や育成地から採集される植物・作物を、採集地点の環境条件などの情報とともに導入・保存する施設として設置された。作物ごとに保存センターを

持ち、植物分類学にもとづいて同定、評価され、様々な特性調査がパスポートデータとして整理、蓄積されている。農業生物資源ジーンバンクに登録された小麦品種の特性に関するデータをもとに、遺伝資源の多様性を一つの指標とし、遺伝資源の多様性を高めることの重要性について検討する。

農業生物資源ジーンバンクでの調査対象となる項目のうち、定量的に把握することが可能な稈長、穂長、登熟期間について、原産地の国内外別にまとめた(表 1)。遺伝資源の多様性を表す指標として、品種数のほか、表現型を利用した指標、近縁係数や来歴から作成する指数が提案されている。本稿では、上記 3 つの項目別に変動係数を計算し、遺伝的多様性の指標とする。

表は、ジーンバンク事業開始年の 1985 年から 2012 年までに登録された品種のうち、登録後に調査された稈長、穂長、登熟期間について、平均値、標準偏差、変動係数を示したものである。観測値数は、外国産が国内産に比べて多く、また、特性によっても異なる。稈長、穂長、登熟期間のいずれにおいても、海外産全体の変動係数は、国内産のそれを上回る結果となった。

外国産品種は全登録数 11,540 に占める在来種の割合が 9.8% で、その地理的収集範囲も広い。一方、国内産品種は、登録品種数 1,675 のうち在来種が約 2% と少数である。実需や一定の社会需要に応えようと品種改良された育成種に比べ、長い伝播の過程で様々な地に適応した在来種は多様性が大きいとされ、在来品種の多さが遺伝資源の多様性に貢献していると考えられる。

表 1 原産地別の特性(稈長、穂長、登熟期間)の変動係数

特性	原産地	観測値数	平均値	標準偏差	変動係数
稈長(cm)	国内	1,480	87.8	22.3	0.254
	外国	3,407	89.7	27.4	0.306
	全体	4,887	89.1	26.0	0.292
穂長(cm)	国内	1,480	9.65	1.80	0.186
	外国	3,407	9.27	2.04	0.220
	全体	4,887	9.39	1.98	0.210
登熟期間(日)	国内	1,447	45.8	7.98	0.174
	外国	3,333	46.7	8.42	0.180
	全体	4,780	46.4	8.30	0.179

出所) 農業生物資源ジーンバンク

註 1) 対象とした品種の登録年は、1983-2012 年である。

註 2) 調査対象項目とならない場合があり、観測値数は産地、特性によって異なる。

註 3) 単位は、稈長、穂長はセンチメートル、登熟期間は日である。

(2) 育種家へのアンケート調査

遺伝的基盤の維持・拡大の可能性について、育種家へのアンケートも実施した。具体的には、遺伝資源の照会先として重視する機関について、国内外の遺伝資源保存センター、国内外の研究機関や学会、研究者同士のつながり、など 7 つの選択肢から重要と思われる上位 3 項目をあげてもらった。

国外からの遺伝資源導入についても尋ねたが、育種家 20 人中 13 人が、国外からの遺伝資源導入が難しくなっていると回答した。要因として、(1)生物多様性条約の批准や資源国の権利意識の高まりと利益配分への期待、(2)民間企業の参入による知財意識の高まりといった国際環境の変化のほか、(3)所属機関における手続きが未整備であること、具体的には植物検疫での手続きの煩雑さ、仮に MTA(素材移転契約)の下で譲渡されても、権利や利益配分を求められること、などをあげている。このことから、従来のような研究者間の自由なやりとりでの譲渡・導入が認められない中、近年、遺伝資源の譲渡手続きが煩雑になり、取引費用が高まっていることが分かる。

育種家にとって、譲渡の際の取引費用の増大は、研究における非効率化につながる。遺伝資源へのアクセスが厳格化する国際環境の中で、今後、更に多様化・細分化していく消費者や実需者の要望に対応するためには、個々の育種家や育種機関が実施している譲渡手続きを一元化するなど、遺伝資源導入における取引費用の軽減に務めることが育種効率向上のためにも重要である。

(3) 豪州の EPR 制度

豪州で開始された新しいロイヤリティ回収制度についても現地調査を実施し、その成果や家庭を聞き取るとともに、品種登録データを定量的に分析した。具体的には、1997年に開始されたオーストラリア独自の制度で、End Point Royalty (EPR) と呼ばれる。育成者権を認可された後、育種家(会社)がロイヤリティ価格を提示し、種子代に上乗せする従来の回収方法ではなく、生産物の収量1トン当たりに数 AU\$ を生産者から徴収する制度である。

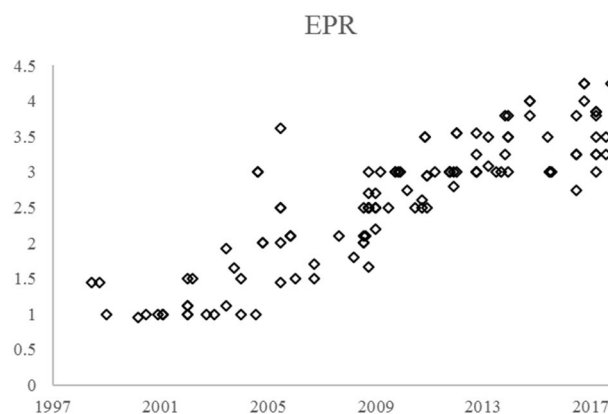


図1 認可年別 EPR(AU\$/トン)

図1は、これまでに普及に移された EPR 品種の1トン当りの単価(AU\$)である。

EPR は PBR の認可を基礎とすることから、その認可年別に示した。EPR 制度導入当初は1ドル前後であったが、近年では4ドルを超える品種も出現している。

次に、これらの品種登録データをもとに生存分析をおこなった。生存分析は、ある事象の継続時間とその要因を分析するもので、本稿では、育成者権の維持または放棄の事象を対象とし、育成者権の維持につながる要因を特定する。育種家が権利を維持する場合は生産者に受け入れられていると判断でき、EPR 導入により PBR がより長期に維持されるのであれば、EPR 品種が生産者に評価されていると解釈することができる。

分析の結果、EPR 導入後品種登録された EPR 品種については、PBR が長期に維持され、とりわけ EPR 率の高い品種ほど長期に維持されることが示された。EPR 導入により生産者は生産物1トン当たり追加的な費用を支払うこととなったが、育種家にとっても生産者の評価が EPR 収入を通してダイレクトに伝達される仕組みとなった。PBR を長期に維持しようとする育種家の意思決定は、品種に対する生産者のポジティブな評価を反映すると考えられることから、現段階では EPR 品種は育種成果の増進に貢献しているといえる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 関根久子・齋藤陽子・Matt Yamamoto	4. 巻 109
2. 論文標題 豪州における小麦生産の現状と課題 西オーストラリア州における調査結果をもとに	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 関東東海北陸農業経営研究	6. 最初と最後の頁 33-41
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 齋藤陽子	4. 巻 20(2)
2. 論文標題 小麦遺伝的基盤の多様性と品種改良への貢献 農業生物資源ジーンバンクデータの分析から	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 フロンティア農業経済研究	6. 最初と最後の頁 82-95
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 齋藤陽子・渡邊大樹
2. 発表標題 EPR(End Point Royalty)による民間育種の育種成果分析 西豪州の育成者権(PBR)を対象に
3. 学会等名 日本農業経済学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------