

令和元年6月25日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07230

研究課題名(和文) 外来植物ドクムギ属の侵入経路の推定および分布拡大メカニズムの解明

研究課題名(英文) Clarification of invasion routes and expansion mechanisms of alien *Lolium* specie

研究代表者

下野 嘉子 (Shimono, Yoshiko)

京都大学・農学研究科・准教授

研究者番号：40469755

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：イネ科ドクムギ属の外来植物は、牧草や緑化植物として利用するための意図的な導入経路と、海外の穀倉地帯で雑草化した個体の種子が輸入穀物に混入して持ち込まれる非意図的な導入経路により国内に侵入している。遺伝解析により、農耕地や河川敷に生育しているドクムギ属は牧草や緑化植物に近縁で、砂浜に生育しているドクムギ属は輸入穀物混入個体に近縁であることが示された。異なる導入経路によって侵入した異系統が交雑することなく異なる生育地へ分布拡大していることが示された。各導入系統間には種子休眠の程度や開花時期に違いが見られ、これらが分布パターンの違いに寄与している可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

(1) 外来生物がどのような侵入経路を経て国内に持ち込まれているのかを把握することは難しく、これまで侵入源と定着個体群間の直接比較はほとんど行われてこなかった。本研究では両者を直接比較することによって、異なる経路によって侵入した異系統が交雑することなく異なる生育地へ分布拡大していることを示した。

(2) 外来植物による被害を回避するためには、各植物に対する防除技術を開発するだけでなく、外部から持ち込まれる外来植物の侵入をいかに遮断するかも必要である。そのためには侵入経路の特定が重要である。本研究は、各生育地のドクムギ属の侵入経路を推定し、有効な外来植物の遮断策に貢献する基礎データを提供した。

研究成果の概要(英文)：*Lolium* is a major agricultural weed in cereal crop fields, worldwide. Its seeds are introduced into Japan as contaminants in imported grain. They are also introduced intentionally as forage and revegetation materials. The microsatellite genetic heterogeneity indicated that individuals derived from the contaminants were locally established in sandy coasts but individuals derived from the commercial cultivars for fodder were distributed in agricultural fields. A reciprocal sowing experiment between a sandy coast and an agricultural field showed the home-site advantage in both populations derived from sandy coasts and agricultural fields. Differences of seed dormancy or flowering phenology between populations would affect the survival at each habitat in Japan. This study revealed that plants introduced through different pathways were genetically and ecologically different and expanded to different habitats.

研究分野：植物生態学

キーワード：外来植物 侵入経路 輸入穀物混入種子 遺伝的分化

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

イネ科ドクムギ属の外来植物は、農耕地において作物の減収をもたらす問題雑草となっている他、河原や草地、砂浜海岸など自然度の高い生態系にも侵入し、「我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種」に指定されている。ドクムギ属は、牧草や緑化植物として利用するための意図的な導入経路と、海外の穀倉地帯で雑草化した個体の種子が輸入穀物に混入して持ち込まれる非意図的な導入経路により国内に侵入している。ドクムギ属が様々な生育地において分布を拡大している要因として、複数の侵入ルートを紹介した多様な系統の侵入が貢献しているのではないかと考えられる。

2. 研究の目的

- (1) 国内の各生育地に侵入しているドクムギ属個体と、侵入源と考えられる栽培個体と輸入穀物混入個体を対象に遺伝解析を行い、各生育地のドクムギ属集団の由来を明らかにする。
- (2) 各侵入源および定着個体間の交配実験により、雑種の稔性および雑種の適応度を調べ、雑種強勢による適応度の上昇が見られるかを検証する。
- (3) 各侵入源および定着個体間の生態学的特性を比較するとともに相互播種実験を行い、各生育地への適応が見られるのかを明らかにする。

以上の結果より、国内に広く雑草化しているドクムギ属の分布拡大メカニズムを解明する。

3. 研究の方法

(1) 侵入源と国内定着個体の集団遺伝学的解析

日本に侵入している複数系統（牧草や緑化植物として使用されている栽培品種および輸入穀物混入種子）と、国内の様々な生育地（農耕地、穀物輸入港、砂浜海岸）に定着している個体を対象に、マイクロサテライトマーカーを使用した集団遺伝学的解析を行った。栽培品種は種苗会社が販売しているものを購入し、混入種子は研究代表者が保有する2006年および2007年に日本に輸入されたコムギに混入していた種子を使用した。国内の定着個体として、関東、関西、九州各地域において、ドクムギ属が優占する農耕地、穀物輸入港、砂浜海岸を選定し、各生育地ごとに30個体以上から種子を採集した。種子を発芽させ、葉から抽出したDNAを遺伝解析に供試し、侵入系統と国内定着個体間の遺伝的類似度を明らかにし、各生育地に定着しているドクムギ属集団の由来を推定した。

(2) 交配実験による雑種稔性および雑種個体の適応度の測定

各生育地に定着している国内個体を育成し交配実験を行い、各組み合わせにおける結実率を比較した。得られた雑種を育成し分けつ数を測定し、雑種強勢による適応度の上昇が見られるかを検証した。

(3) 生物的・物理的ストレスを与えた条件下での栽培実験

砂浜は農耕地と比較すると、乾燥や塩分などの非生物的ストレスの大きい環境である。そこで、集団間のストレス耐性の違いが分布パターンの違いに影響したかを検証するため、発芽時および実生の耐塩性および耐乾性について評価する実験を行った。

a) 水分および塩分ストレス条件下での種子発芽率

関東、関西、九州の各地域で農耕地、穀物輸入港、砂浜に生育するドクムギ属から採集した種子を用いて、複数の水ポテンシャル(0, -0.15, -0.53, -1.10, -1.88Pa)および塩分濃度(0, 100, 200, 300, 400mM)で発芽実験を行った。播種後12日目の発芽率と発芽後4日目の根およびシュートの長さを測定した。

b) 水分および塩分ストレス条件下での実生の生長量

上記の種子を発芽させ2～3葉期までセルトレイで育成後、塩水散布処理と乾燥処理を行った。処理後2週間育成後、実生の地上部と地下部の伸長量を測定した。

(4) 発芽実験

関東、関西、九州の各地域で農耕地、穀物輸入港、砂浜に生育するドクムギ属から採集した種子を用いて、集団間の休眠程度を比較した。砂浜集団には穂に種子が残ったまま倒伏する個体が多いため、穂から自然に外れる散布種子と、穂に残る非散布種子を区別して発芽率を記録した。

(5) 農耕地と砂浜における相互播種実験

関東、関西、九州の各地域で農耕地、穀物輸入港、砂浜に生育するドクムギ属から採集した種子を、農耕地条件として京都大学圃場に、砂浜条件として三重県津市の砂浜に播種した。1～2週間ごとに出芽、生存、出穂を記録した。

4. 研究成果

遺伝解析により、牧草や緑化植物として使用されている栽培個体と輸入穀物混入個体との間には遺伝的な分化が見られ、農耕地に生育しているドクムギ属は栽培個体に近縁で、穀物輸入港や砂浜に生育しているドクムギ属は輸入穀物混入個体に近縁であることが示された(図1)。

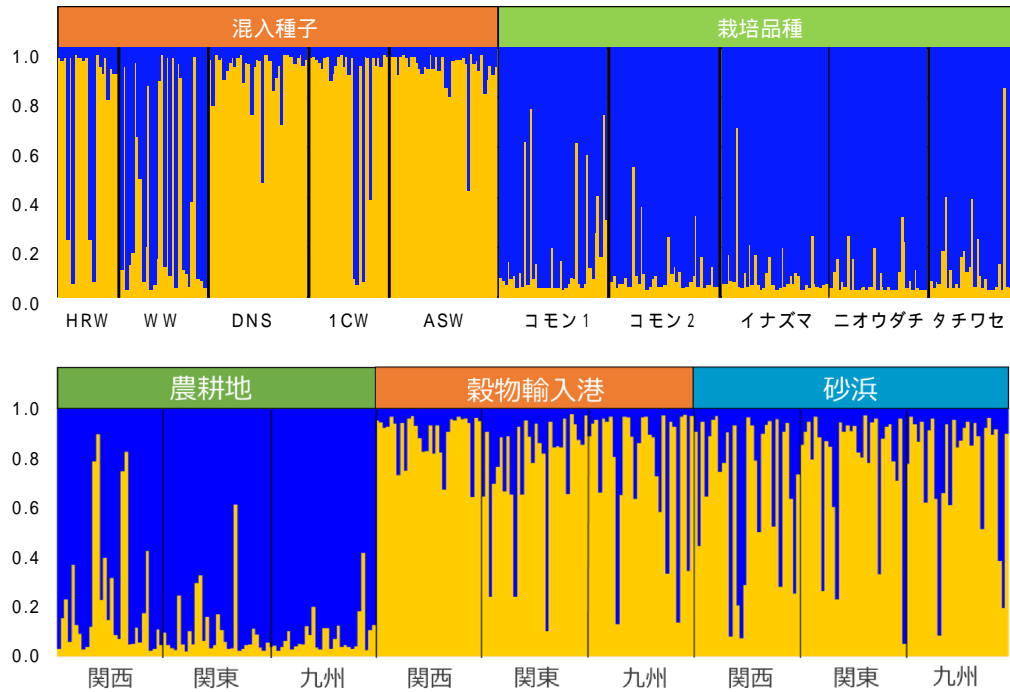


図1. マイクロサテライトマーカーにもとづいて推定された遺伝構造

遺伝構造の推定には Structure (2.3.4) を使用。最適なクラスター数は2と推定。

混入種子を調査した輸入コムギ銘柄を以下に示す。HRW (ハード・レッド・ウィンター): アメリカ産冬コムギ、WW (ウェスタン・ホワイト): アメリカ産冬コムギ、DNS (ダーク・ノーザン・スプリング): アメリカ産春コムギ、1CW (No1 カナダ・ウェスタン・レッド・スプリング): カナダ産春コムギ、ASW (オーストラリアン・スタンダード・ホワイト): オーストラリア産冬コムギ。

交配実験によりこれらは交配可能であることが示されたが雑種個体に適応度の上昇は見られなかった。

水分および塩分ストレス条件下での種子発芽 50% 阻害濃度、根およびシュートの伸長量 50% 阻害濃度ともに農耕地および砂浜集団間で有意な差はなく、砂浜集団のほうが農耕地集団よりも耐塩性および耐乾性が高いという傾向は見られなかった (図2)。

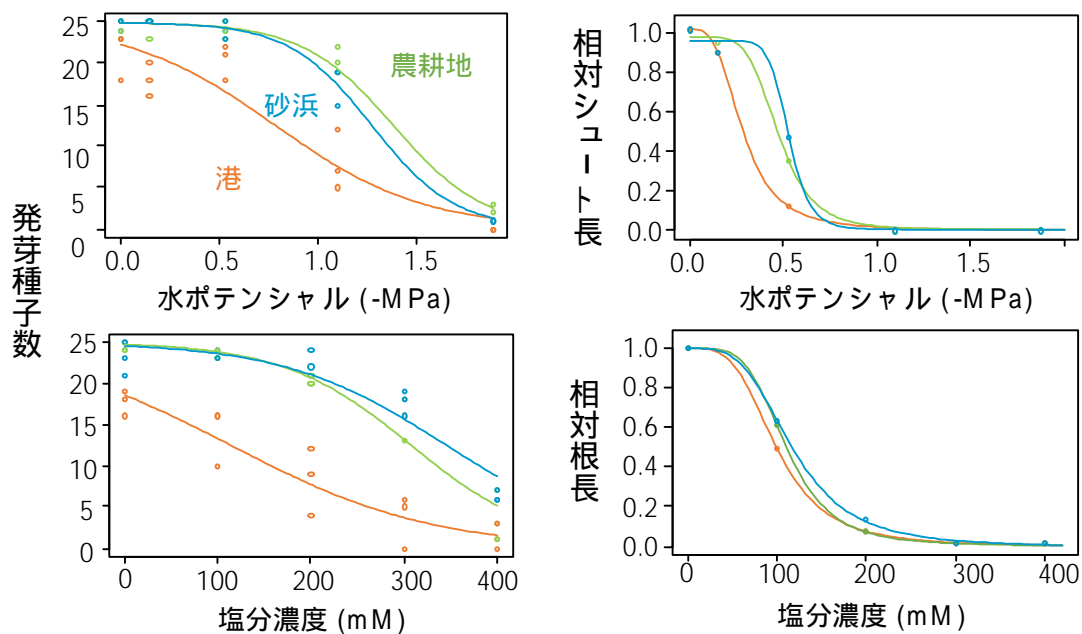


図2. 複数の水ポテンシャルおよび塩分濃度下における発芽種子数、相対シュート長、相対根長

穂から自然に外れる散布種子と、穂に残る非散布種子を区別して行った発芽実験では、穀物輸入港および砂浜集団は散布種子よりも非散布種子で有意に低い発芽率を示し、特に小穂の基部の種子はほぼ発芽しなかった。一方で、農耕地集団は散布形態や位置によらず発芽した。後述する相互播種実験は散布種子のみを用いて行ったため、この散布形態と休眠性の差異が野外における発芽時期や生存率に違いをもたらすのかは今後検証する必要がある。

農耕地および砂浜における相互播種実験の結果、農耕地条件では全集団が 95% の高い生存率を示したが、農耕地集団の生産小花数がもっとも多かった。一方、砂浜条件では農耕地集団の生存率は他集団に比べて有意に低く、砂浜集団の生産小花数がもっとも多かった。したがって、農耕地集団は農耕地への、砂浜集団は砂浜への適応がみられた。

相互播種実験における各集団の出穂時期は、穀物輸入港、砂浜、農耕地集団の順に早かった。穀物輸入港および砂浜集団の出穂時期は生育地によって変化しなかったが、砂浜で生育した農耕地集団の出穂時期は農耕地で生育した場合より約 2 週間遅かった。砂浜では気温が上昇する 5 ~ 6 月に枯死する個体が多く、出穂の遅れは生存に不利だと考えられる。

本研究では、異なる導入経路によって侵入した異系統が交雑することなく異なる生育地へ分布拡大していることが示された。系統間には耐塩性および耐乾性の違いは見られなかったが、種子休眠の程度や出穂フェノロジーに違いが見られ、これらが分布パターンの違いに関わっている可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Yumiko Higuchi, Yoshiko Shimono, Tohru Tominaga, Reproductive biology and genetic population structure of two alien *Lolium* species inhabiting the sandy coasts of Japan, Plant Species Biology, 査読有, vol.34, No.2, 2019, pp.61-69

〔学会発表〕(計 2 件)

平田 桃子、下野 嘉子、清 多佳子、富永 達、ドクムギ属外来植物の分布パターンの違いをもたらす種特性の検討、日本雑草学会第 57 回講演会、2018

平田 桃子、下野 嘉子、清 多佳子、富永 達、ドクムギ属外来植物の分布パターンの違いをもたらす発芽特性の評価、第 66 回日本生態学会大会、2019

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。