

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 14 日現在

機関番号：23401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26870485

研究課題名(和文) “冬”が夏雑草の生活史特性に与える影響の解析

研究課題名(英文) Analysis of the effect of winter on life cycle characteristics of weeds

研究代表者

水口 亜樹 (MIZUGUTI, Aki)

福井県立大学・生物資源学部・准教授

研究者番号：00635831

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：雑草は、同じ種でも異なる時期に芽を出したり、花を咲かせたりと生活史に多様性を持っている。田んぼでよく見る雑草3種(イヌビエ、エノコログサ、メヒシバ)を材料にこうした生活史の多様性が、気候や人為的攪乱へ適応したものであることを体系的に説明することを本研究の目的とした。発芽ゼロ点(発芽しなくなる温度)や種子の春化反応性(冬の低温に一定期間さらされることによって発芽が誘導される反応)は、地域集団間や地域集団内の採種地間(個体群間)で異なることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Weed have diversity in their life-cycle (e.g. germination, flowering and seed dispersal) in same species. The objective of our research was to systematically explain that the diversity is adaptive to climate and human disturbance using three weeds (*Echinochloa crus-galli*, *Setaria viridis* and *Digitaria ciliaris*) we often see in ridge of paddy field. We clarify that the low germinate threshold temperature and vernalization response of seed were different among inter and intra local populations.

研究分野：農業生態学、雑草生態学、生態リスク学

キーワード：攪乱 適応 雑草 生活史 冬

1. 研究開始当初の背景

植物は、長い歴史の中で、生育地の気候に適応して、種以下のレベルで分化していることが知られている (Turesson 1930)。これらの分化は、主として出芽や開花、種子散布の時期などの生活史特性において見られる (e.g. Stinchcombe et al. 2004)。日本では、気候の違いを顕著にする積雪への適応に注目した研究が多く、特に木本植物 (e.g. 伊藤 & 佐野 2012) や高山植物 (e.g. Shimono & Kudo 2003) について、同一地域内の異なる選択圧の場所での比較がされている。

雑草は、人間との短い歴史の中で、農作業による人間の不定期な攪乱に適応した結果、生活史に多様性を持つことが知られている (伊藤 1993)。また、定期的な刈り取り等の人為的攪乱に対して、生活史を急激に適応させることも知られている (e.g. 露崎 2005)。雑草は長い歴史の中で獲得した気候への適応と、人間との短い歴史の中で獲得した人為的攪乱への適応の両方を併せ持っていると考えられる。しかしこれまでの研究は、1 地域のみである 1 種の生活史を調査した事例研究にとどまることが多いため、気候への適応と人為的攪乱への適応が分離できず、そうした研究にもとづいて防除体系を確立しても他の地域ではうまく当てはまらないといった問題が生じていた。

2. 研究の目的

本研究では、日本の農地畦畔で共存する優占雑草種であるメヒシバ、エノコログサ、イヌビエ他を材料に、種間や種内の地域集団間の生活史特性を比較することで、積雪等“冬”への適応の存在を明らかにすることを目的とする。その際、同じ地域内で攪乱の時期が異なる複数の水田を調査地点とすることで、気候への適応と攪乱への適応を分離することを試みる。また、種内の地域集団間や集団内の遺伝的変異の測定を行い、生活史の違いが遺伝的な違いによるものなのか単に環境に対する反応なのかについて検討する。

3. 研究の方法

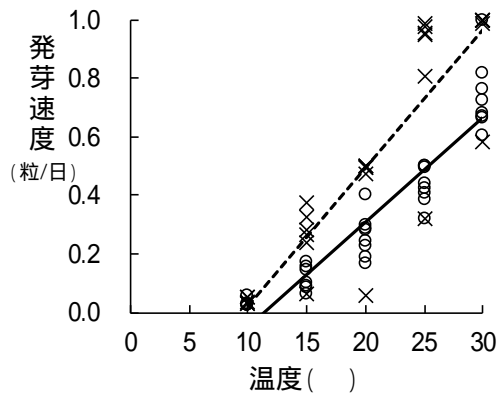
(1) 日本在来の主要な夏雑草であるイヌビエ、エノコログサ、メヒシバの 3 種の種子を主に宮崎県、福井県、秋田県の 3 地域、各地域で攪乱の状況が異なる 6 地点において 2014 年と 2015 年に採取した。生活史の始点となる発芽開始時期の地域集団間差を明らかにするため、採取した種子を精製後、蒸留水を入れたシャーレに置床し、10、15、20、25、30 の一定温度明条件にてそれぞれ発芽試験を行った。種子は 1 シャーレ 40~50 粒とし、採取地点を反復 (=シャーレ) とした。供試後 1~3 日おきに発芽数を計数し、経過日数で除した値を発芽速度として算出した。さらに供試温度と発芽速度の回帰式から発芽ゼロ点 () を算出した。

(2) 2015 年に採取した種子を 2016 年にポット栽培し、新たな種子を得た。春化反応性の地域集団間差を明らかにするため、これらの種子について、冷湿処理 (4 冷湿・暗条件下で 1、2、3 ヶ月) を行った後、20 と 30 を 12 時間ずつ明条件下で発芽試験を行った。反復は (1) と同様とし、発芽速度を算出した。対照として、室温保存 (0、1、2、3 ヶ月) のの結果と比較した。

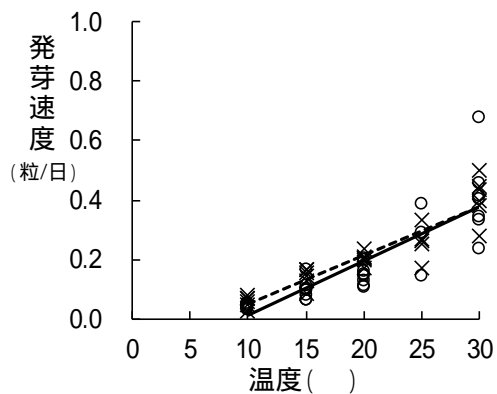
4. 研究成果

(1) 2015 年に宮崎県と秋田県で採取した種子を用いた発芽試験の結果にもとづく供試温度と発芽速度の関係を図 1 に示した。

a) イヌビエ



b) エノコログサ



c) メヒシバ

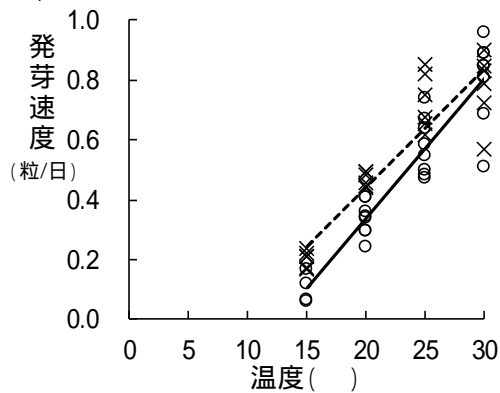


図 1 供試温度と発芽速度の関係

図中の ○ は宮崎、× は秋田、線は回帰直線で実線が宮崎、破線が秋田。

いずれの回帰式も R 二乗値が 0.7 以上であった。回帰式の傾きにおいて、イヌビエはエノコログサやメヒシバと比べ地域集団間の差が大きく見えるものの、いずれの雑草種にも、地域集団間で有意差は検出されなかった ($P > 0.05$)。

これは、供試温度が 25 や 30 で発芽速度が低下する個体群とそうでない個体群が地域内に存在するためであると考えられる。これらの地域集団内の個体群間の変異については、遺伝的な変異との関係からさらなる解析が必要である。

次に、供試温度と発芽速度の回帰式から算出した発芽ゼロ点の結果を図 2 に示した。

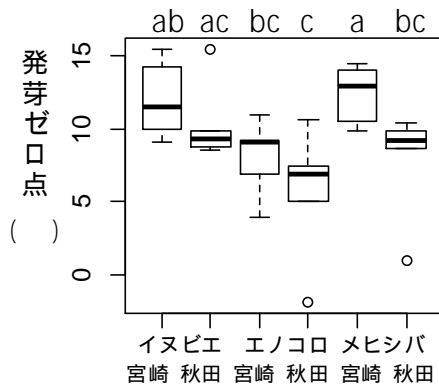


図 2 宮崎県と秋田県で採取した夏雑草 3 種における発芽ゼロ点の差異

図上のアルファベットは異なる文字間で有意差があることを示す (TukeyHSD 法)。

発芽ゼロ点では、メヒシバにおいてのみ地域集団間で有意差が見られ ($P < 0.05$)、秋田集団 (9.2) の方が宮崎集団 (12.9) に比べ 3.7 中央値が低いことがわかった。またイヌビエとエノコログサにおいても、有意差は検出されなかったものの、秋田集団の方が約 2.2 中央値が低いことがわかった。

このことから、生活史の始点である発芽における温度反応性は地域集団間で異なり、北の地域集団は南の地域集団より低い温度で発芽のための活動を開始することが遺伝的な支配によって決まっている可能性が示唆された。

このように雑草の発芽特性に関して同種内の地域集団間の比較をした研究例は少ない。1つの地域集団のデータをもとにその雑草種の発芽時期を予測し、防除体系を確立しても他の地域ではうまく当てはまらないことも多い。その要因として、遺伝的変異にもとづく生活史の地域集団間差の存在が今回の結果から考えられた。今後は他の複数の地域や他の雑草種について同様のデータを収集し、生活史の地理的クラインにもとづいた防除体系の見直しが必要である。

(2) 2016 年にポット栽培し、得た種子を用いた冷湿処理実験の結果を図 3 に示した。

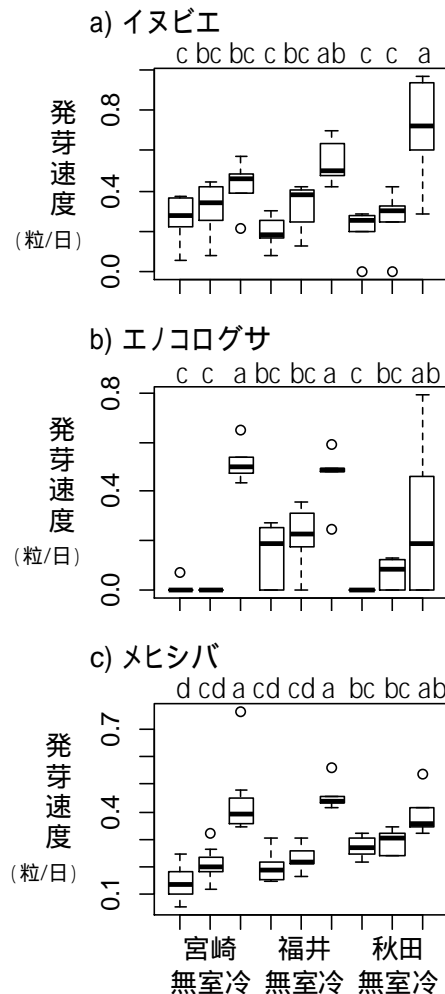


図 3 宮崎県、福井県、秋田県で採取した夏雑草 3 種における冷湿処理の効果の差異

横軸の「無」は採取、精製後速やかに発芽試験に供試した処理区、「室」は 3 ヶ月間室温で保存した処理区、「冷」は 3 ヶ月間冷湿処理を行った処理区を示す。

図上のアルファベットは異なる文字間で有意差があることを示す (TukeyHSD 法)。

イヌビエでは、秋田集団において冷湿処理によって有意に発芽速度が向上した。エノコログサでは、福井集団と宮崎集団において冷湿処理によって有意に発芽速度が向上したが、秋田集団においては向上する個体群とそうでない個体群が存在した。メヒシバでは、福井集団と宮崎集団において冷湿処理によって有意に発芽速度が向上したが、秋田集団においては無処理区でも元々冷湿処理区と同等の発芽速度を示した。

これらのことから、雑草種によっても、また種内の地域集団によっても春化反応性が異なり、春化反応性の強弱によって発芽時期をコントロールしている可能性が考えられた。今後は、採取地の積雪や気温等の「冬」の程度と春化反応性の強弱の関係、加えて発芽ゼロ点との関係について、より多くのデータを収集解析する必要がある。

<引用文献>

- Turesson(1930) The selective effect of climate upon the plant species. Hereditas 14, 99-152
- Stinchcombe et al. (2004) A latitudinal cline in flowering time in *Arabidopsis thaliana* modulated by the flowering time gene FRIGIDA. PNAS 104, 4712-4717
- 伊藤 & 佐野(2012)雪解け時期と気温上昇が稚樹の開葉フェノロジーに与える影響. 日本生態学会誌 62, 111-120
- Shimono & Kudo(2003) Intraspecific variations in seedling emergence and survival of *Primula matsumurae* (Rosaceae) between alpine fellfield and snowbed habitats. Ann. Bot. 91, 21-29
- 伊藤(1993) 雑草学総論, 養賢堂, 東京
- 露崎(2005)メヒシバの形態・生態的諸特性にみられる隣接した生育地への適応的分化. 雑草研究 50, 10-17

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0件)

[学会発表](計 0件)

6. 研究組織

(1)研究代表者

水口 亜樹 (MIZUGUTI, Aki)

福井県立大学・生物資源学部・准教授

研究者番号：00635831