

令和 3 年 6 月 2 日現在

機関番号：21401

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18223

研究課題名(和文) 外来植物と在来植物の植食者を介した見かけの競争を規定するメカニズムの解明

研究課題名(英文) Exploring underlying mechanisms of the apparent competition between exotic and native plants via herbivores

研究代表者

坂田 ゆず (Sakata, Yuzu)

秋田県立大学・生物資源科学部・助教

研究者番号：50779759

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：北米原産の外来植物のセイタカアワダチソウが日本在来のキク科植物に直接的な競争と、昆虫を介した間接的な競争の両方から負の影響を与える一方で、原産地の北米では負の影響を与えないことが示された。植物の相互作用の進化の歴史と、局所的な環境条件の両方を考慮することが、植物間の競争を予測し、外来植物の管理をより効果的に行うことにつながると思われる。外来の植食性昆虫の導入が、高密度条件下では逆に外来植物の侵略性を高めることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究から、植物同士や植物と昆虫の間に築かれた進化的な歴史と、昆虫の分布や密度を左右する環境条件の両方を考慮することが、植物間の競争や外来植物の侵略性を予測する上で重要であることが示された。また、外来植物の管理のために、原産地から天敵である植食性の昆虫がしばしば導入されるが、本研究のように、外来の植食性の昆虫が逆に外来植物の侵略性を高めることが起こりうることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：Tall goldenrod produced negative effect on co-occurring plants by both direct and herbivore-mediated indirect competition in the introduced range, Japan but not in the native range, United States (US). Evolutionary history and the local environment jointly affected herbivore-mediated indirect effects, which play a large role in shaping the pattern of herbivory and plant competition. Exotic herbivores may reinforce the negative effects of exotic plants on native plants in high herbivore density environments.

研究分野：生態学

キーワード：植物-昆虫相互作用 外来植物 見かけの競争 植食性昆虫 外来昆虫 セイタカアワダチソウ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

生物的・物理的環境条件の地理的変異が、外来植物の侵略性に影響を及ぼすことが報告されているが、そのメカニズムについては理解が進んでいない。外来植物が在来植物に及ぼす影響は、当事者間の直接的な競争能力の違いだけでなく、周囲の生物を介した相互作用から生じる競争(見かけの競争)によっても変化する。

2. 研究の目的

本研究では、進化的な歴史の違いや気候が在来植物と外来植物セイタカアワダチソウの間の植食者を介した見かけの競争に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。特に、アワダチソウグンバイの分布や密度の地理的な違いに注目し、原産地と侵入地の複数地点において、植食者を介した同所的に生育する近縁な植物間の見かけの競争を比較した。

本研究では、日本では外来植物のセイタカアワダチソウと周囲の近縁な在来植物との間に食害の程度に差があり、その差が地理的に異なるが、北米では差がないという仮説を検証した。日本では、セイタカアワダチソウから在来植物への見かけの競争が存在し、その大きさが地理的に異なるが、北米ではセイタカから在来植物への見かけの競争が見られないという予想を立てた。

3. 研究の方法

北米と日本において、野外調査と複数地点での圃場実験を2年間行った。日本では在来キク科2種、北米ではキク科3種(いずれもアワダチソウグンバイの寄主植物)を対象として、自然集団における植食者の種や食害量を比較した。圃場実験では、植食性昆虫のアワダチソウグンバイの密度が異なる日本2地域と北米2地域において、対象植物とセイタカアワダチソウを生育し、在来植物が単独生育時とセイタカアワダチソウとの混植時に食害量を比較した。また、圃場実験で用いた植物個体と同じ植物個体について、アワダチソウグンバイなどの植食性昆虫への抵抗性を測定するために、一定温度条件下において植物を与えて嗜好性および成長率を比較した。

4. 研究成果

(1) 実験の結果、日本ではセイタカアワダチソウと一緒に植えた場合に、グンバイによるキク科植物の食害が増加した一方で、北米ではセイタカアワダチソウと一緒に植えた場合に、グンバイによるキク科植物の食害が減少した。また、日本ではグンバイの食害の有無に関わらずセイタカアワダチソウと一緒に植えた場合にキク科植物の花数が低下し、グンバイの食害下ではさらに低下した。一方で、北米ではセイタカアワダチソウと一緒に植えた場合にキク科植物の生育には影響は見られず、グンバイの食害下ではむしろセイタカアワダチソウと一緒に植えた場合に花数が増加した。さらに、グンバイは、対象のキク科植物に比べてセイタカアワダチソウをより好みやすいことが分かった。

北米での結果は当初の予想とは異なったが、日米でこのような対照的な結果となった理由として、北米のキク科植物はセイタカアワダチソウと長い間進化の歴史を共有してきたために、セイタカアワダチソウと不利益を被らずに生育可能であったが、日本のキク科植物は外来のセイタカアワダチソウに適応しておらず、繁殖に負の影響が見られたことが考えられる。また、日本ではグンバイが高密度で見られるため、適応している寄主であるセイタカアワダチソウが多くのグンバイを誘引することで、隣に生育している日本のキク科植物におけるグンバイの食害が増加したと考えられる。一方で、北米ではグンバイの密度がそれほど高くないために、セイタカアワダチソウがグンバイを惹きつけることで、隣に生育しているキク科植物におけるグンバイの食害が減少したと考えられる。

これらの結果から、日本においてのみ、セイタカアワダチソウとの直接的な競争に加えて、グンバイを介して間接的な見かけの競争が見られることが明らかになった。

本研究の主要な成果は、国際誌 *Journal of Ecology* 誌に発表した。

プレスリリース記事

(日本語)

<https://www.akita-pu.ac.jp/kenkyuseika/kenkyuseika2021/6829>

(英語)

<https://www.britishecologicalsociety.org/an-exotic-herbivore-reinforces-competition-between-exotic-and-native-plants/>

(2) その他の成果は以下の通りである。

主要な植食者であるニホンジカの採食植物が北東北内において定着年数によって異なることが明らかになった。また、ニホンジカの採食を介した植物間の見かけの競争について取り組んだ。

草本類の主要な植食者である蛾類の種組成について、秋田県の寒風山の半自然草原における過去の記録との比較を行い、草原性に限らず蛾類種組成が変化していることが明らかになった。

カラスシキミやトガクシショウマなど複数の多雪地特有の植物について、複数年にわたる継続的な観察から繁殖生態や送粉生態が明らかになった。

これらの一連の研究から、植物同士や植物と昆虫の間に築かれた進化的な歴史と、昆虫の分布や密度を左右する環境条件の両方を考慮することが、植物間の競争や外来植物の侵略性を予測する上で重要であることが明らかとなった。多様な環境において複雑に関わり合っている生物間の関係について理解する上で、気候などの非生物的な要因と、植物や昆虫の生活史などの生物学的な要因の両方から明らかにしていくことが今後の課題である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 2件）

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Kamikura, M., Sakata, Y. | 4. 巻 7:e37968 |
| 2. 論文標題 Fauna of nocturnal moth species collected in a semi-natural grassland at Kanpu-zan in northern Japan | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Biodiversity Data Journal | 6. 最初と最後の頁 1-30 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3897/BDJ.7.e37968 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Kalske, A., Shiojiri, K., Uesugi, A., Morrell, K., Sakata, Y., Kessler, A. | 4. 巻 29 |
| 2. 論文標題 Insect herbivory selects for volatile-mediated plant-plant communication | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Current Biology | 6. 最初と最後の頁 873-875 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2019.08.011 | 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 該当する |
| 1. 著者名 Sakata, Y., Craig, T.P., Itami, J. K., Ikemoto, M., Utsumi, S., Ohgushi, T. | 4. 巻 10 |
| 2. 論文標題 Environmentally triggered variability in the genetic variance-covariance of herbivory resistance of an exotic plant <i>Solidago altissima</i> | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Ecology and Evolution | 6. 最初と最後の頁 3103-3111 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ece3.6130 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |
| 1. 著者名 Sakata, Y., Craig, T.P., Itami, J. K., Ikemoto, M., Utsumi, S., Ohgushi, T. | 4. 巻 32 |
| 2. 論文標題 Evolutionary and environmental effects on the geographical adaptation of herbivory resistance in native and introduced <i>Solidago altissima</i> populations | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Evolutionary Ecology | 6. 最初と最後の頁 547-559 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10682-018-9954-3 | 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 該当する |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Sakata, Y., Nakahama, N. | 4. 巻 33 |
| 2. 論文標題 Flexible pollination system in an unpalatable shrub <i>Daphne miyabeana</i> (Thymelaeaceae) | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Plant Species Biology | 6. 最初と最後の頁 239-247 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1442-1984.12212 | 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 Sakata, Y., Craig, T. | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 An exotic herbivore reinforces competition between exotic and native plants | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Ecology | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1365-2745.13686 | 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 該当する |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Sakata, Y., Kobayashi, K., Makita, A. | 4. 巻 23 |
| 2. 論文標題 Insect assemblages on flowering patches of 12 bamboo species | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Asia Pacific Entomology | 6. 最初と最後の頁 675-679 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aspen.2020.04.011 | 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 坂田ゆず | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 植食性昆虫を介した外来植物と在来植物の相互作用 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 日本生態学会誌 | 6. 最初と最後の頁 - |
| 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 無 |
| 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13件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 Sakata, Y. |
| 2. 発表標題 Geographic variation of apparent competition via herbivory between exotic and native plants |
| 3. 学会等名 35th The Society of Population Ecology Meeting (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 坂田ゆず, 小林慧人, 蒔田明史 |
| 2. 発表標題 ササ・タケ類の一斉開花集団における種子食性昆虫数の経年変化 |
| 3. 学会等名 第51回種生物シンポジウム |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 鈴木虎太郎, 坂田ゆず |
| 2. 発表標題 五葉山のニホンジカに対する植物の連合効果の検証～植物種の違いに着目して～ |
| 3. 学会等名 第51回種生物シンポジウム |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名 大河将寛, 坂田ゆず |
| 2. 発表標題 トガクシショウマの繁殖生態および送粉者の解明 |
| 3. 学会等名 第51回種生物シンポジウム |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 坂田ゆず |
| 2. 発表標題 近接して生育する外来植物が植食者を介して在来植物に与える影響 |
| 3. 学会等名 第67回日本生態学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 鈴木虎太郎, 坂田ゆず |
| 2. 発表標題 五葉山のニホンジカに対する植物の連合効果の検証～植物種の違いとシカの採食行動～ |
| 3. 学会等名 第67回日本生態学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 坂田ゆず, Timothy Craig, Joanne Itami |
| 2. 発表標題 植食者を介した外来植物と在来植物の見かけの競争の地理的変異 |
| 3. 学会等名 第66回日本生態学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 上倉優, 坂田ゆず |
| 2. 発表標題 寒風山半自然草原における鱗翅目種組成の解明 草原面積の減少の前後を比較して |
| 3. 学会等名 第66回日本生態学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 坂田ゆず |
| 2. 発表標題 食べられないために守る術ー植物の多様な対被食者防御戦略ー趣旨説明 |
| 3. 学会等名 第52回種生物シンポジウム |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 鈴木虎太郎, 坂田ゆず |
| 2. 発表標題 シカの不嗜好性植物種が近隣植物の被食率に影響するメカニズムの検討 |
| 3. 学会等名 第52回種生物シンポジウム |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 鈴木虎太郎, 坂田ゆず |
| 2. 発表標題 五葉山においてシカの不嗜好性植物は近隣植物の食害を防ぐのか? |
| 3. 学会等名 令和2年度 森林林業技術交流発表会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 鈴木虎太郎, 坂田ゆず |
| 2. 発表標題 嗜好性の程度の異なる近隣植物種がシカの採食行動に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第68回日本生態学会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 大河将寛, 坂田ゆず |
| 2. 発表標題 微小な甲虫類が早春に咲く草本植物の繁殖に及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第68回日本生態学会 |
| 4. 発表年 2021年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|--|
| researchmap https://researchmap.jp/sakata/ |
|--|

| 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 | | |
|---------|-----------------------------------|--|--|
| 米国 | University of Minnesota Duluth | | |