

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：11101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K18611

研究課題名(和文)植物における血縁個体間の協力

研究課題名(英文)Cooperation in plant siblings

研究代表者

山尾 僚(Yamao, Akira)

弘前大学・農学生命科学部・助教

研究者番号：50727691

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)：本研究では、オオバコと他種競争者であるシロツメクサを用いた栽培実験を実施し、遺伝的に近い個体と集団で生育することが、種内および種間競争に対して有利であることを明らかにした。さらに、近隣の同種個体の遺伝的類似性の識別や競争者の存在の識別は、種子の段階から水溶性の化学物質を用いておこなわれており、それらの条件に応じて発芽タイミングを調節している事も明らかにすることができた。加えて本研究では、種間競争に対する近隣個体の遺伝的類似性の効果が様々な分類群において共通していることを示唆した。

研究成果の概要(英文)：I conducted cultivation experiments used *Plantago asiatica* and allospecific competitors, and demonstrated that the kin-discrimination in plants is adaptive for both intra- and inter-specific competition. Moreover, I found the seeds of the plant also could discriminate the kin/non-kin via water-soluble chemicals, and alter the germination timing. In addition, my experiments suggested that the advantages of kin-discrimination in interspecific competition are common in various plant taxa.

研究分野：生態学

キーワード：遺伝的類似性 遺伝構造 種内競争 種間競争 植物間相互作用 協力 識別 群集構造

### 1. 研究開始当初の背景

生物の中には、生存上の様々な問題を、近縁個体と協力することで解決する種が多く知られる。例えば、アリやハチなどの真社会性昆虫は、近縁個体間でコロニーを作り、協力して採餌や捕食者からの防衛を効率的におこなう。これは、遺伝子を共有する近縁個体と協力することで、包括適応度を高めるためと考えられている。このような近縁個体間の協力行動は、動物と一部のバクテリアについて検証されてきたが、当該分野の長い歴史を振り返っても、植物において実証された例はない。しかし、近年植物においても近縁認識能力や近接個体の近縁度に応じた様々な行動や可塑性が報告されてきた。これらの能力の存在は、植物における近縁個体間の協力行動などの様々な社会行動の存在を予測させる。

### 2. 研究の目的

本研究では、植物における近縁 / 非近縁個体の識別について、1) 種内競争および2) 種間競争における適応的意義の解明と、3) 近縁 / 非近縁個体の識別がおこなわれる成長段階の特定を目的とした。

### 3. 研究の方法

#### 1) 種内競争における近縁 / 非近縁個体の識別の適応的意義の解明

葉の縁にクローン個体をつくるコダカラベンケイソウ(以下、ベンケイソウ)を用いて、近縁 / 非近縁個体の識別の種内競争に置ける役割を調査した。クローンおよび非クローンのペアで約1ヶ月間栽培し、成長量およびクローナル繁殖への投資量を比較した。また、根の分割実験により近縁 / 非近縁個体およびそれらの根滲出液に対する根の応答を解析した。

#### 2) 種間競争における近縁 / 非近縁個体の識別の適応的意義の解明

遺伝子交流が制限されている30集団のから種子を採取し家系ごとに発芽させた。同じ親株由来の近縁個体同士、または非近縁個体同士のペアで他種競争者と栽培し、成長量および繁殖への投資量、地上部および地下部の応答を比較した。実験にはオオバコおよびベンケイソウを用いた。他種競争者としては、シロツメクサとチチコグサ等を用いた。

#### 3) 種子における近縁個体および競争者の識別

近縁個体のオオバコの種子、非近縁個体のオオバコの種子、シロツメクサの種子を、それぞれ組み合わせを変えて2つもしくは3つずつひとつのシャーレに播種し、オオバコの種子の発芽所要日数と発芽率を調査した。

### 4. 研究成果

#### 1) 種内競争における近縁 / 非近縁個体の識

#### 別の適応的意義の解明

ベンケイソウを近縁 / 非近縁同士で栽培した結果、非近縁条件に比べて近縁条件でクローナル繁殖への投資量が大きかった。また、クローナル繁殖への投資量は根の成長と高い相関を示した。また、根の分割実験により、ベンケイソウは、非近縁個体の生育する方向へ根を発達させ非近縁個体の成長を抑制すること、近縁個体に対しては反応しないこと、この応答は非近縁個体の根滲出液により引き起こされることが判明した。これらの結果から、近縁 / 非近縁識別に基づく応答は、近縁個体間での種内競争を緩和することができ、適応的であると考えられた。

#### 2) 種間競争における近縁 / 非近縁個体の識別の適応的意義の解明

オオバコとベンケイソウの両種において、近縁個体と一緒に種間競争にさらされた場合には、非近縁個体と一緒に種間競争にさらされた場合に比べて高い成長量と繁殖への投資が確認された。また、成長や繁殖は近縁条件特異的な応答に依存していることも示唆された。従って、近縁識別とそれに基づく応答は、種内競争のみならず種間競争においても適応上重要な役割を果たしていると考えられた。

また、これらの結果は、生物群集構成時の基本的な要素の一つである種間の競争関係が、種内の近縁度という遺伝的要因によって変化する事を意味している。

#### 3) 種子における近縁個体及び競争者の識別

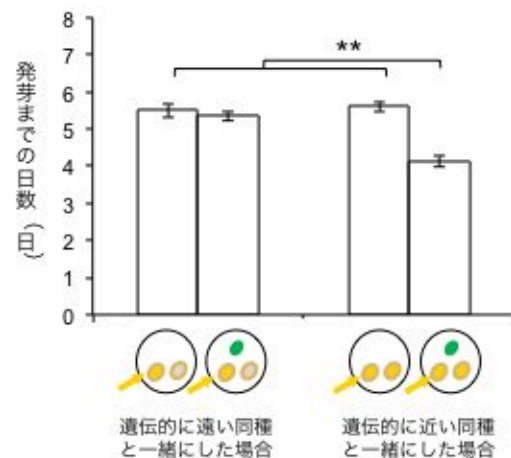


図1. 競争環境に応じた種子の発芽応答。遺伝的に近い種子と種競争者であるシロツメクサの種子が存在する条件で発芽が早まる。

オオバコの種子を用いて、種子の発芽時における近縁識別の有無を解析した。その結果、近縁の種子と一緒に競争者であるシロツメクサの種子を播種された場合のみ、非近縁の種子と播種された場合よりも1日ほど早く発芽することが判明した。さらに、一緒に播種

された同種の種子間の発芽日のずれ(発芽の同期程度)を調べたところ、他種に遭遇した遺伝的に近い種子同士は、他種に遭遇していない場合に比べてより同期して発芽した。この応答は、種子の水抽出液などにより再現できる事も明らかにした。これらの結果から、オオバコの種子が同種の遺伝的類似性と他種の存在という異なる2つの情報を水溶性の化学物質により受容・統合し、発芽タイミングを変えることが明らかになった。

#### 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7件)

(1) Sato M., Ohsaki H., Fukano Y., Yamawo A. (2018) Self-discrimination in vine tendrils of different plant families. *Plant Signaling & Behavior*. e1451710. (査読有り)

(2) Yamawo A., Sato M., Mukai H. (2017) Experimental evidence for benefit of self discrimination in roots of a clonal plant. *AoB PLANTS*. 9: plx049. (査読有り)

(3) Yamawo A., Mukai H. (2017) Seeds integrate biological information about conspecific and allopecific neighbours. *Proceedings of the Royal Society B*. 284: 1857 (査読有り)

(4) 山尾 僚, 向井裕美 (2017) 植物の種子は隣が何者か知っている-種子による周辺環境の把握は想像以上に巧妙だった-. *academist Journal* (査読無し)

(5) 山尾 僚 (2016) 己を知り、相手を知る植物たち 識別能力が生態系の構築に関与 2016年5月号. *グリーン・パワー* 第62回 森の研究私のテーマ 5: 22. (査読無し)

(6) Fukano Y., Yamawo A. (2015) Self-discrimination in the tendrils of the vine *Cayratia japonica* is mediated by physiological connection. *Proceedings of the Royal Society B*. 282: 20151379. (査読有り)

(7) Yamawo A. (2015) Relatedness of neighboring plants alters the expression of indirect defense traits in an extrafloral nectary-bearing plant. *Evolutionary Biology*, 42: 12-19. (査読有り)

[学会発表](計10件)

(1) 向井裕美・石川勇人・澤進一郎・山尾 僚・種子の生物的環境に応じた可塑的な発芽-種生物学学会企画シンポジウム(植物の感じる世界-巧みな情報伝達が可能にする柔軟な応

答-, 企画: 山尾 僚), 福井 (2017年12月).  
(2) 山尾 僚・向井裕美. 環境識別による植物の多様なふるまいとその変異. 種生物学学会企画シンポジウム(植物の感じる世界-巧みな情報伝達が可能にする柔軟な応答-, 企画: 山尾 僚), 福井 (2017年12月).

(3) 山尾 僚・深野裕也. つる植物の巻き髭における多様な識別能. 日本生態学会関東地区大会シンポジウム, 東京 (2017年11月).

(4) Yamawo A., Mukai H. The role of kin discrimination in interspecific competition of *Plantago asiatica*. In symposium: Plant-Plant Communication (organized by Shiojiri K. & Karban R.). The joint meeting of the 33rd annual meeting of the ISCE and the 9th meeting of the APACE. Kyoto, Japan. 2017.8.

(5) 山尾 僚. 植物は複雑な世界でどう生き抜くか. 第61回日本生態学会東北地区会特別講演, 山形 (2016年10月).

(6) 山尾 僚. となりの植物と築く多様な相互作用: 種内関係から植物アリ共生系の謎に挑む. 第80回昆虫学会九州支部例会 (2016年10月).

(7) 山尾 僚. 種間競争における血縁個体間の協調的ふるまい. 第63回日本生態学会 企画集会 T3 (植物の識別能力から考える植物間相互作用, 企画: 山尾 僚・深野祐也), 東京 (2016年3月).

(8) 山尾 僚. 種間競争における植物の血縁識別の役割. 京大大学生態学研究センターセミナー, 京都 (2015年12月).

(9) 山尾 僚. 植物の種内関係から考える生物間相互作用. 第2回進化と生態の階層間相互作用ダイナミクスワークショップ, 京都 (2015年12月).

(10) 山尾 僚. 植物における識別能力とふるまい-巻かないつると助け合う草-. 植物科学若手研究会, 弘前 (2015年10月).

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

山尾 僚 (YAMA0, Akira)  
弘前大学・農学生命科学部・助教  
研究者番号: 50727691

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし

(4)研究協力者

向井 裕美 (Mukai Hiromi)

国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所・森林昆虫研究領域・任期付研究員

研究者番号：70747766