

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23770020

研究課題名(和文)植物コミュニケーションの適応的意義と進化的背景

研究課題名(英文)Adaptive significance of plant communication and evolutionary back ground

研究代表者

塩尻 かおり (SHIOJIRI, KAORI)

京都大学・白眉センター・助教

研究者番号：10591208

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：植物は、近隣の被害植物から放出される匂いを受容して、被害を受ける前から防衛反応を引き起こし、後の被害を減らすことが知られている。これは、植物間匂いコミュニケーションと呼ばれている。我々は一般性を明らかにするため、野外実験を13科23種に対して行ったところ、18種において匂いコミュニケーションが見られた。さらに、植物が受容する匂いを識別し、血縁度の高い個体からの匂いにより強く反応し、防衛を高めていることを、セージブラシとセイタカアワダチソウの2種で明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Plants response to the induced plant volatiles from neighbor plant. The receiver plants become resistant against herbivores. That phenomena is called "Plant communication via volatile". We investigated 13 family 23 species plant in field. Eighteen species out of 23 species responded to induced volatiles from neighbor plant. Moreover we found sagebrush (*Artemisia tridentata*) and goldenrod (*Solidago canadiana*) could distinguish relative's volatiles form non-relatives one.

研究分野：化学生態学

キーワード：植物間コミュニケーション 匂い 血縁認識 植物誘導反応

1. 研究開始当初の背景

植物コミュニケーションとは、傷害を受けた植物から放出される情報物質を隣接する植物が受容し、健全であるにも関わらず、誘導的防衛反応を引き起こすという現象である。申請者らはこれまでに、セージブラシが揮発性物質により、自己からの情報と他個体からのものと区別しているということを確認した (Karban and Shiojiri 2009)。さらに、個体間の遺伝的類似度と個体の揮発性物質の類似度に相関があることを見出した (Ishizaki et al. submitted)。つまり、植物コミュニケーションは血縁度が高いほど起こりやすい可能性がある。誘導反応におけるこれまでの研究において、親子関係、血縁関係の適応度まで含めた適応度を明らかにしたものは皆無である。本研究の第一の目的は、血縁度を視野に入れた植物間コミュニケーションの解明である。第二の目的は、野外における植物コミュニケーションの一般性を明らかにし、この能力が系統的制約か生息環境によるものなのかを検討し、植物コミュニケーションの進化を考察することである。

2. 研究の目的

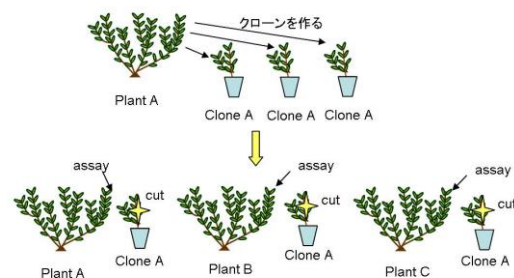
植物のコミュニケーションは、生態系において多様な生物の共存を可能にしている群集安定性の維持機構解明において、新たな視点を与える研究分野である。当該分野は 2000 年以降、生態学的手法ならびに分子生物学的手法によりその実態解明が行われてきているが、その適応的意義を含む全体像の理解には程遠い。本研究では、植物コミュニケーションの適応的意義について 1) 血縁選択、2) 誘導反応のコスト

とベネフィット、の視点から包括的に解明する。また、植物コミュニケーションが植物界においてどの程度一般性のあるものなのかを明らかにする。それらの研究成果に基づき、系統的なものなのか生育環境によるものなのかという進化的背景を探る。

3. 研究の方法

I. 血縁関係とコミュニケーション (セージブラシ・セイタカアワダチソウ)

血縁個体が放出した匂いを他個体が放出した匂いと区別できるかを明らかにするため、数個体からクローンを作り、春にそのクローンを様々な個体の傍に配置したあと、クローンに傷をつけ、匂いを放出させる。



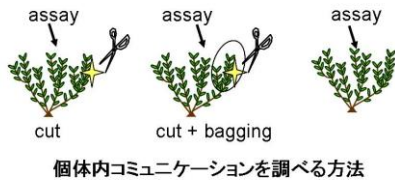
秋にクローンの傍の個体が受けた被食量を調べる。また、クローンとその個体の血縁度、匂い類似度も、マイクロサテライトと GC-MS を用いて明らかにし、血縁度・匂い類似度と被食量との関係を明らかにする。

II-① 野外検証

植物コミュニケーションの一般性を明らかにする。その後、系統によるものなのか生息環境によるものなのかを検討する。実験方法はセージブラシで行ってきたのと同様に、隣接する個体の一方に傷をつけ、もう一方の個体の被食量を調べるというも

のである。さらに、それぞれの生育環境（主に、土壌成分・土壌湿度）を調べる。

コミュニケーションが確認できた種に関して、翌年に個体内コミュニケーションが匂いを介したものを調べる。



II-② 匂い成分の検出

調査対象とした全ての種に傷をつけ、そのときの揮発性物質を野外で捕集する。捕集剤は京都大学生態学研究センターにてガスクロマトグラフ質量分析計をもちいて分析する。そして植物コミュニケーション能力のある種と無い種とで匂いの比較を行い、共通する成分、あるいは種特有の成分がコミュニケーションのシグナルとなっているのかを明らかにする。

4. 研究成果

I. 血縁関係とコミュニケーション

セージブラッシ、セイタカアワダチソウにおいて、血縁関係にある個体同士の匂いは類似しており、さらに、血縁関係の高い個体からの匂いを受容するとより誘導抵抗性の発現が高くなることが数年にわたる野外実証で示唆された（図1，2）。

方法 ①

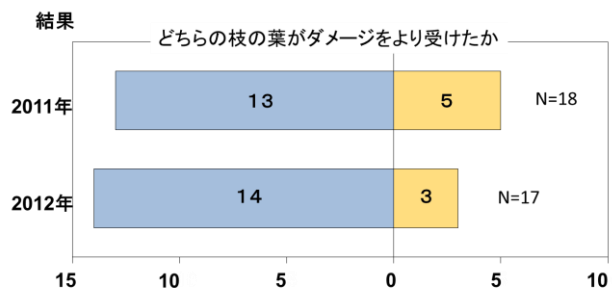
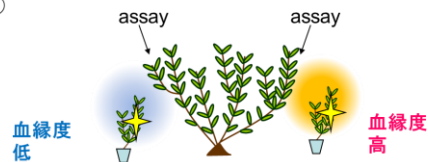


図1. 血縁度の異なる匂いを受容した枝において、被害量の多かった枝。

結果 ②

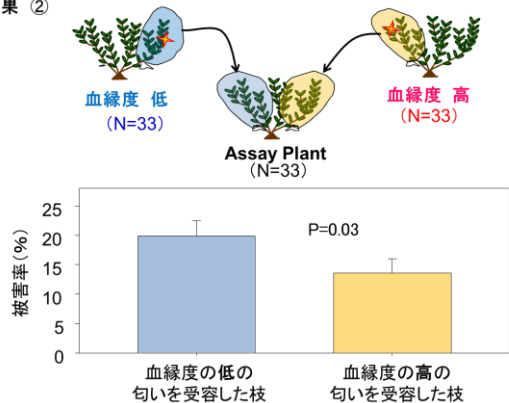


図2. 血縁度の異なる個体の匂いを受容した枝葉のその後の被害率

さらに、匂い成分をいくつかのタイプにわけ（ケモタイプ）、そのタイプごとに匂いコミュニケーションが強く働くかどうかの実験を行ったところ、植物はケモタイプを認識していることが明らかになった。しかしながら、まったく別の地域（別の個体群）からの個体を用いると、同じケモタイプであっても、同じ地域（同個体群）からの異なるケモタイプ個体からの匂いを受容した方が抵抗性が高まることが明らかになった。つまり、匂い認識になんらかの地域性があることが示唆された。

II-① 野外検証

一般性を明らかにするため、野外実験を13科23種に対して行ったところ、18種において匂いコミュニケーションが見ら

れた（論文執筆中）。

II-② 匂い成分の検出

いくつかの匂い成分がすべての植物に共通して放出されていることが明らかになった。しかし、コミュニケーションする種だけに共通する匂い成分は確認できなかった。つまり、コミュニケーションの可・不可は匂い受容側で決定されることが示唆された（論文執筆中）。また、各植物種において、どの匂いがコミュニケーションのシグナルになっているかは、現在研究中である。

(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 8 件)

1. Karban R., Wetzel W., Shiojiri K., Ishizaki S., Blande J. Deciphering the language of plant communication: volatile chemotypes of sagebrush. *New Phytologist*. 204.p380-385 (査読有) (2014)
2. Shiojiri K., Ozawa R., Matsui K., Sabelis M., Takabayashi J. Intermittent exposure to traces of green leaf volatiles triggers a plant response. *Scientific Reports*. 2. 378-(5pages) DOI: 10.1038/srep00378
3. Karban R., Shiojiri K., Ishizaki S., Wetzel WC., Evans RY. Kin recognition affects plant communication and defence. *Proc. R. Soc. B*. 280. (査読有) DOI: 10.1098/rspb.2012.3062
4. Karban R., Ishizaki S., Shiojiri K. Long-term demographic consequences of eavesdropping for sagebrush. *Journal of Ecology*. 100.p932-938(2012) (査読有) DOI

10.1111/j.1365-2745.2012.01974x

5. Pearse I., Hughes K., Shiojiri K., Ishizaki S., Karban R. Interplant volatiles signaling in willows: revisiting the original talking trees. *Oecologia*. 11(2012) (査読有) DOI

10.1007/s00442-013-2610-2

6. Shiojiri K., Richard K., Ishizaki S. Prolonged exposure is required for communication in sagebrush. *Arthropod-Plant Interactions*. 1. (2012) (査読有) DOI

10.1007/s11829-011-9180-1

7. Shiojiri K., Karban R., Ishizaki S. Pant age, seasonality and plant communication in sagebrush. *Journal of Plant Interactions*. 6. p 193-194 (2011) (査読有)

8. Karban R., Shiojiri K., Ishizaki S. Plant communication; Why should plants emit volatile cues? *Journal of Plant Interactions*. 6. p 81-84 (2011) (査読有)

[学会発表] (計 9 件)

1. 塩尻かおり 「植物間コミュニケーションの進化を考える」日本生態学会 (2015. 3. 18-3. 22) 鹿児島大学郡元キャンパス
2. 石崎智美、塩尻かおり、大原雅、Karban R. Sagebrush の植物間コミュニケーションにおける花序の誘導抵抗性」日本生態学会 (2015. 3. 18-3. 22) 鹿児島大学郡元キャンパス
3. 太刀川翼、石崎智美、古谷祐平、塩尻かおり 「複数の野生植物における揮発性物質を介した植物間コミュニケーションの評価」日本生態学会 (2015. 3. 18-3. 22) 鹿児島大学郡元キャンパス
4. Shiojiri, K. Using Plant Communication in

Agriculture. Gordon Research Conference
(Invited) (2014.1.27-1.31) Marriott Hotel
Ventura, CA. USA

5. 塩尻かおり 「かおりが取り持つ植物社会」植物学会（招待講演）（2013. 9. 13-9. 15）北海道大学
6. 塩尻かおり 「匂いが織りなす生態系」種生物学シンポジウム（招待講演）（2013. 11. 30-12. 1）別府市ふれあい広場サザンクロス
7. 塩尻かおり、石崎智美、安藤義乃「植物間コミュニケーションと血縁認識—セイタカアワダチソウにおいて—」日本生態学会（2014. 3. 14-3. 18）広島国際会議場
8. 塩尻かおり、Richard Karban、石崎智美、安東義乃「植物の匂いを介した血縁認識」日本生態学会（2013. 3. 6-3-9）東静岡
9. Shiojiri, K., Ozawa, R., Matsui K., Sabelis M., Takabayashi J. Chemical signaling between plants: Intermittent exposure of trace amounts of green leaf volatiles elicits a response in the receiver. International symposium: Ecological interaction networks that promote biodiversity from gene to ecosystem(2011.9.9) Neuchatel, Switzerland

〔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

該当なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

塩尻 かおり (SHIOJIRI, KAORI) 京都
大学・白眉センター・助教

研究者番号：10591208

(4) 研究協力者

石崎 智美 (ISHIZAKI, SATOMI) 新潟大
学・自然科学系・助教

研究者番号：20632433