

令和 5 年 9 月 28 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03297

研究課題名（和文）自殖と近交弱勢の関係の新理論を基軸とした、植物の繁殖戦略の多様性の統一理解

研究課題名（英文）Effects of inbreeding depression on reproduction

研究代表者

酒井 聡樹 (Sakai, Satoki)

東北大学・生命科学研究科・准教授

研究者番号：90272004

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000円

研究成果の概要（和文）：自殖率が高くても近交弱勢が排除されない要因として早期発現遺伝子と後期発現遺伝子の相互作用仮説を提唱した。早期発現遺伝子と後期発現遺伝子が相互作用することにより、両方の遺伝子で有害遺伝子が維持されるという仮説である。このモデルでは、ある固定された自殖率の下で近交弱勢がどのように変化するかを解析している。近交弱勢のみが進化して自殖率は進化しないという仮定である。さらには、両者が進化するとどうなるのに発展させた。その結果、これまでと同様に、自殖率が高いほど近交弱勢が排除されやすく、完全自殖で低い近交弱勢が、完全他殖で高い近交弱勢が進化すると予測された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自殖率は、植物の繁殖において非常に重要な意味を持つ形質である。自殖率は近交弱勢と大きく関係している。近交弱勢は、植物の繁殖成功を決める非常に重要な形質である。どれくらい自殖をするのかが、どれくらいの近交弱勢をもたらすのかを決める。自殖率と近交弱勢を同時に研究することは、植物の繁殖戦略の解明において非常に重要な意味を持つ。本研究は、自殖率と近交弱勢の進化に関して、これまで謎とされてきた問題を解明することができた。

研究成果の概要（英文）：I developed a model for the evolution of selfing and inbreeding depression. I found that high inbreeding depression with high selfing rate can be maintained.

研究分野：生態学

キーワード：自殖

## 1. 研究開始当初の背景

自殖率が高くても近交弱勢が排除されない要因として早期発現遺伝子と後期発現遺伝子の相互作用仮説を提唱した。早期発現遺伝子と後期発現遺伝子が相互作用することにより、両方の遺伝子で有害遺伝子が維持されるという仮説である。このモデルでは、ある固定された自殖率の下で近交弱勢がどのように変化するかを解析している。近交弱勢のみが進化して自殖率は進化しないという仮定である。さらには、両者が進化するとどうなるのに発展させた。その結果、これまでと同様に、自殖率が高いほど近交弱勢が排除されやすく、完全自殖で低い近交弱勢か、完全他殖で高い近交弱勢が進化すると予測された。

## 2. 研究の目的

自殖率が高くても高い近交弱勢が維持される要因を探る。

## 3. 研究の方法

シミュレーションモデルを行う。

## 4. 研究成果

自殖率と近交弱勢はお互いに強く影響し合う形質である。理論的には、自殖率が高いほど近交弱勢が排除されやすく、完全自殖で低い近交弱勢か、完全他殖で高い近交弱勢が進化すると予測されている。しかしながら実際の植物では、近交弱勢の大きさと自殖率の関係はほぼ無相関であり、自殖率が高いのに近交弱勢も高いという植物が多数存在する。中間的な自殖率を示す植物種も多く、完全他殖または完全自殖のどちらかが有利であるという古典的な予測と相反する。本研究では、自殖率が高くても近交弱勢が排除されない要因として早期発現遺伝子と後期発現遺伝子の相互作用仮説を提唱した。早期発現遺伝子と後期発現遺伝子が相互作用することにより、両方の遺伝子で有害遺伝子が維持されるという仮説である。このモデルでは、ある固定された自殖率の下で近交弱勢がどのように変化するかを解析している。近交弱勢のみが進化して自殖率は進化しないという仮定である。さらには、両者が進化するとどうなるのに発展させた。やはり、自殖率と近交弱勢がともに高い状態が進化するのであろうか？本研究では、自殖率と近交弱勢が共に進化する場合のシミュレーション解析を行った。その結果、これまでと同様に、自殖率が高いほど近交弱勢が排除されやすく、完全自殖で低い近交弱勢か、完全他殖で高い近交弱勢が進化すると予測された。このように、自殖率の進化は、重要な影響を持ちうるものであった。

高い自家受粉率を持つ多くの植物集団で、遺伝的多様性の低下が大きくなることが観察されている。しかし、自家受粉の結果、有害な変異がこれらの集団か

ら排除される可能性がある。私は、2つの遺伝子座、すなわち、早期作用の遺伝子座と後期作用の遺伝子座に変異が存在し、胚の選択的中絶と胚珠の過剰生産と結びついたシミュレーションモデルを開発した。このモデルでは、早期作用の遺伝子座は胚の形成中に発現し、力強くない胚は中絶される。後期作用の遺伝子座は選択的中絶が終了した後に発現し、生き残った胚(種子)は競合し、そのうちの一部が次世代を形成する。もし変異が早期作用の遺伝子座と後期作用の遺伝子座の両方に発生することが許される場合、高い自家受粉率の集団で両方の遺伝子座の変異が頻度を増加させる。しかし、変異が早期作用の遺伝子座のみに発生するか、後期作用の遺伝子座のみに発生する場合、この現象は発生しない。早期作用の遺伝子座のみ、または後期作用の遺伝子座のみで変異が発生する場合でも、変異が発生する座の総数が同じである場合でも、一貫した結果が観察される。これは、早期作用の遺伝子座と後期作用の遺伝子座の両方が存在することが原因であることを示唆している。したがって、2段階の影響、つまり早期作用と後期作用の両方の変異が発生することは、高い自家受粉率の集団でこれらの変異を維持する促進要因となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

|   |                      |
|---|----------------------|
| 1. 著者名<br>Satoki Sakai  | 4. 巻<br>502          |
| 2. 論文標題<br>Maintenance of high inbreeding depression in selfing populations: two-stage effect of early- and late-acting mutations | 5. 発行年<br>2020年      |
| 3. 雑誌名<br>Journal of theorecical Biology  | 6. 最初と最後の頁<br>110307 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>なし   | 査読の有無<br>有           |
| オープンアクセス<br>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<br>-            |

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|                   | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                     | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                       | 備考 |
|-------------------|---|---|----|
| 研究<br>分<br>担<br>者 | 牧 雅之<br><br>(Maki Masayuki)<br><br>(60263985) | 東北大学・学術資源研究公開センター・教授<br><br><br><br>(11301) |    |

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 |
|---------|---------|
|         |         |