

東日本大震災で遺伝的多様性が高まった絶滅危惧植物オオクグ

1. 発表者

大林 夏湖（東京大学 大学院総合文化研究科 学術研究員
／京都大学 生態学研究センター 研究員）

程木 義邦（京都大学 生態学研究センター 特定准教授）

今藤 夏子（国立環境研究所 主任研究員）

國井 秀伸（島根大学 エスチュアリー研究センター 客員教授）

嶋田 正和（東京大学大学院 総合文化研究科 教授）

2. 発表のポイント

- ◆東日本大震災の津波により、津波前の準絶滅危惧植物が生育していた砂州が消失したが、代わりに近傍に形成された新たな砂州に、遺伝的に多様性の高い個体群が出現したことを発見した。これは、埋土種子が地中から開放されて新たに芽生えたと考えられる。
- ◆東日本大震災のような大規模自然かく乱がいつどこで起こるかは予測不能なため、かく乱前と後での比較調査研究はほとんど行われていない。本研究は極めて貴重な研究事例である。
- ◆里山や海浜などでさまざまな規模のかく乱に耐性を持つ絶滅危惧植物は多数存在するので、その生育地の保全政策や防災方策の在り方について大きなヒントを与えることが期待される。

3. 発表概要

自然かく乱（山火事・洪水・津波など）は動植物の個体数増減や生態分布に影響を及ぼす。しかし、東日本大震災のような大規模自然かく乱がいつどこで起こるかは予測不能なため、かく乱前後を比較するのは難しく、かく乱が遺伝的多様性〔注1〕に及ぼした影響を解明した研究はほとんどない。

東京大学総合文化研究科の大林夏湖学術研究員、嶋田正和教授、京大大学生態学研究センターの程木義邦特定准教授らは、準絶滅危惧塩性湿地植物オオクグの津波前後の遺伝的多様性をDNA情報〔注2〕を用いて調べた。その結果、津波前の低い遺伝的多様性は、津波後、近傍に新規形成された砂州で芽生えた個体群で高まり、さらに、遠方の個体群との孤立化も緩和していた。オオクグの種子は地中で埋土種子〔注3〕となり長期間維持される特性を持ち、大津波で地中から埋土種子が一斉に開放されて分散したと考えられる。

東日本大震災の前後で同じ植物種での多様性を調べ、遺伝的多様性の増加を報告したのは本研究が初である。本成果は、かく乱に耐性を持つ植物の生育地保全やその地域における防災方策の在り方を考える上で大きなヒントとなることが期待される。

4. 発表内容

●研究背景

自然かく乱の頻度や規模は、動植物の生活環境を物理的に改変し、生物群集の多様性や種の空間分布に大きな影響を及ぼす。河口などの汽水域に形成される砂州は、昔は大雨や台風による出水、津波などの影響を受け、河川内で流動的に砂州の位置が変わる環境だったと考えられる。しかし、近年は護岸など人為的な沿岸環境の改変などに加え、上流からの土砂供給量の減少などにより、これらの砂州が消失、または位置が変わらなくなり陸地化している。移ろいやすい環境を住みかとしていた植物種は、陸地化すると勢力の強い陸上植物に負けてしまうために、数が減少することが知られている。

本研究の対象としたカヤツリグサ科スゲ属のオオクグ（図1）は、河川干潮域や汽水湖の砂州に生育する塩性湿地植物種で、種子繁殖と栄養繁殖〔注4〕の両方を行う。環境省レッドデータリストで準絶滅危惧種に指定されており、東北地方の太平洋沿岸に広く分布するが国内の現存個体数は減少している（図2）。2008年のDNA解析結果から、各個体群の遺伝的多様性は低く、また、個体群間の遺伝子流動〔注5〕は低く孤立化する傾向が見られた。2011年の東日本大震災および津波の影響により、東北地方太平洋沿岸及び河口域の地形や環境が大幅に改変されたが、この様な大規模なかく乱が、塩性湿地植物の遺伝的多様性や遺伝的構造に与える影響については、これまで実証研究が困難であったため未解明な部分が多い。本研究では津波前後の個体群の遺伝的解析を行いこれらの解明を試みた。

●研究内容

DNA解析を行い、オオクグの遺伝的多様性を津波前の2008年と津波後2013,2014年で比較し、大津波が本種の遺伝的多様性や遺伝的構造に及ぼした影響を明らかにした。津波前、人為的な環境改変によって河口域の砂州が減少したことにより、遺伝的多様性は低下していた。東日本大震災の大津波により、太平洋沿岸の津波前個体群は多くの砂州で流失・消失したが、埋土種子が地中から開放され、その近傍に、津波によって新たに形成された砂州や、沿岸域に新しい塩生湿地植物群落が形成された。これら新個体群について、2013, 2014年にサンプルを採取し遺伝的多様性を評価したところ、津波後に遺伝的多様

性が増加し（図3）、個体群間の遺伝子流動も増加（ F_{st} が0方向に低下、図4）していることが明らかとなった。

●社会的意義/将来の展望

本研究で対象とした準絶滅危惧植物オオクグは、砂州の地中で長期保存できる埋土種子を持ち、かく乱前に蓄積した埋土種子を、かく乱によって土中から開放し、新しい砂州に分散させることで、自然かく乱に耐え遺伝的多様性を回復させる手段を持った植物である。本種のように、栄養繁殖と種子繁殖を同時に行う植物の一部は、ある程度の頻度で自然かく乱が起きる場所を生育地として、両方の繁殖様式を有効に活用している。ある程度の確率で大規模かく乱が生じる地域での野生生物の保全や人との共存の関係、さらに防災の在り方を模索する上で、本研究はその端緒となることが期待される。自然かく乱と遺伝的多様性の関連にはまだ未解明な部分が多く、個々の生物種でかく乱への耐性は異なる。よって、定点での長期モニタリングは将来の科学的解明の推進ために貴重なデータを蓄積し続ける重要な役割を果たすと考えられる。

本研究は、日本学術振興会・科研費（基盤C・JP17K00644・代表：大林夏湖）、慶応大学学事振興資金（代表：程木義邦）、及び京都大学研究連携基盤次世代研究者支援事業（代表：大林夏湖）の支援を受けて行われました。

5. 発表雑誌

雑誌名：「Scientific Reports」2017年9月7日掲載予定

論文タイトル：A massive tsunami promoted gene flow and increased genetic diversity in a near threatened plant species

著者：Kako Ohbayashi, Yoshikuni Hodoki, Natsuko I. Kondo, Hidenobu Kunii, and Masakazu Shimada

アブストラクトURL：www.nature.com/articles/s41598-017-11270-5

DOI番号：10.1038/s41598-017-11270-5

6. 問い合わせ先：

東京大学大学院総合文化研究科 広域科学専攻広域システム科学系

教授 嶋田 正和（しまだ まさかず）

TEL：03-5454-6796

E-mail：mshimada@system.c.u-tokyo.ac.jp

東京大学大学院総合文化研究科

学術研究員 大林 夏湖（おおばやし かこ）

（京都大学生態学研究センター研究員兼任）

TEL : 03-5454-6796 (東大・嶋田研) / 077-549-8258 (京大・程木特定准教授)

E-mail : ckakoh16@ g.ecc.u-tokyo.ac.jp (東大) kakoh@ecology.kyoto-u.ac.jp (京大)

8. 用語解説

[注1] 遺伝的多様性： 集団のもつ遺伝子の多様さを表す指標。遺伝子が多様（遺伝的多様性が高い）なほど、様々な環境変化や病気に対する抵抗等があり、より良いとされる。個体群（＝個体の集まり）の遺伝的な健全性を示す指標の一つ。

[注2] DNA 領域：ゲノム DNA あるいは染色体上の一部のこと。ここでは核 DNA のマイクロサテライト領域を使用した解析を示す。この手法ではそれぞれの種に特有の遺伝子領域を使用して遺伝子の多様さを測ることができ、生物の保全などに活用されている。

[注3] 埋土種子： 成熟した種子が落ちて地中に埋まり、発芽する能力を持ったまま地中に維持される種子のこと。オオクグのように、津波によるかく乱後、新たな生育地に運ばれると発芽することが可能。少なからずの植物種は埋土種子を作ることが可能で、種子寿命（発芽することが可能な期間）は異なる。

[注4] 栄養繁殖： 植物種の中には種子だけでなく、親個体から地下茎などを伸ばし、そこから出芽して繁殖するものがある。栄養繁殖は遺伝的には親のクローンなので遺伝的多様性は高まらない。一方、有性生殖を経た種子繁殖は遺伝的多様性を高めるので、種子繁殖が保全遺伝学的にはたいへん重要である。

[注5] 固定指数（Fst）と遺伝子流動： 2つの地域個体群間で、個体の行き来があり互いの遺伝子が交流している度合いを固定指数（Fst）で示す。Fst 指数が 0 に近ければ、お互いに行き来があって遺伝子がよく交流していることを示し、値が 1 に近づくほど、2つの地域個体群間で互いに個体が行き来せず、孤立化が進んだことを示す。

9. 添付資料



図1 オオクグ（2013年5月、宮城県名取市増田川河口 広浦）



図2 本研究で調査した太平洋沿岸個体群の位置。×が東日本大震災の震源地。

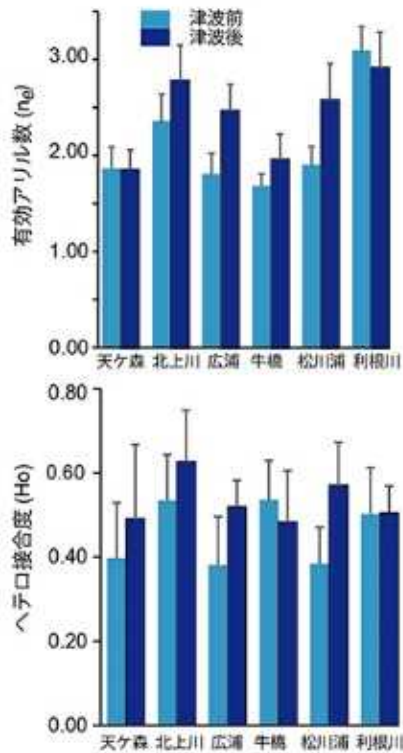


図3 津波前後の遺伝子の多様性比較。有効アレル数もヘテロ接合度も遺伝的多様性の高さを示す尺度。ほとんどの地域個体群で津波後の方が有意に高くなった。

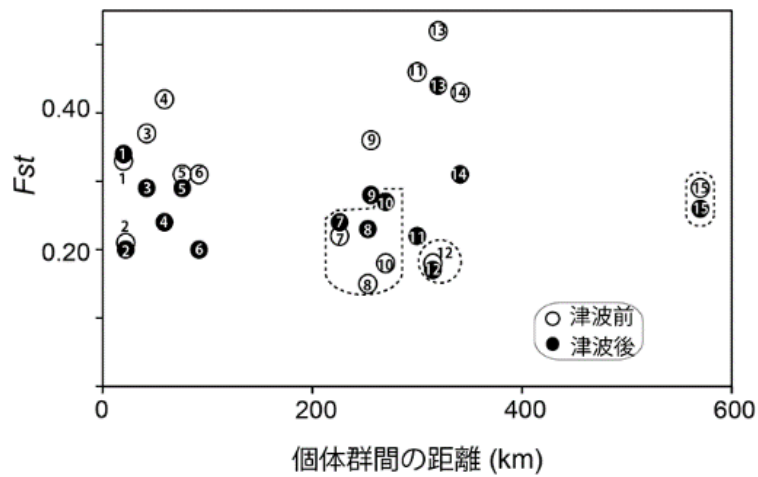


図4 津波前と後の個体群間の固定指数 F_{st} でみた孤立度合い。縦軸は固定指数 F_{st} で、値が高いと互いに孤立しており、0に近いと個体の行き来が十分にある(=孤立していない)ことを示す。同じ番号の白丸と黒丸で F_{st} を比べると、黒丸の方が下になっている。これは津波によって、個体群間の孤立状態が緩和され、遺伝的な交流が十分にあることを示している。