

平成30年3月2日

国立大学法人 筑波大学  
国立大学法人 北海道大学森の分断・消失が希少種に及ぼす影響  
～絶滅危惧種クロビイタヤの景観遺伝学的研究からの提言～

## 研究成果のポイント

1. 絶滅危惧種クロビイタヤ(カエデの仲間)について、野生の個体群を対象に遺伝子解析を行い、自生地周辺の森林の消失と分断が、地域ごとの遺伝的な差異を拡大する傾向があることを解明しました。
2. 開発によって森林の分断化が進むと、森林内に残されたクロビイタヤの花粉や種子が他の地域の個体と交流しづらくなり、遺伝子の流動が阻害されることが原因であると示唆されました。
3. 農地や宅地の開発に伴う森林の消失によって遺伝子流動が起こりづらくなっている地域を中心に森林の復元を進めていくことなどの提案につながります。

国立大学法人筑波大学芸術系 佐伯いく代准教授、生命環境系 平尾章助教、田中健太准教授、および国立大学法人北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 日浦勉教授らの研究グループは、カエデの一種で絶滅が危惧されるクロビイタヤについて、生育地周辺の森林の状況と、遺伝的な変異のパターンとの関係(景観遺伝学)の調査を行いました。

その結果、クロビイタヤは生育地周辺の森林が消失し、連続性が途絶えている場所ほど、他の地域の個体との遺伝的な違いが大きくなる傾向があることがわかりました。これは、森林が消失すると、花粉を媒介する昆虫が少なくなり、個体間での遺伝的な交流(以下、遺伝子流動)が起こりづらくなるためと考えられます。他地域からの遺伝子流動が途絶えると、遺伝的に近縁な個体どうしが交配しやすくなるため、種の存続にマイナスの影響を与えるおそれがあります。

クロビイタヤは、宮部金吾博士(北海道大学植物園初代園長)によって北海道で発見され、北海道大学植物園のシンボルマークにも使われています。本種は河川の氾濫原にある湿地などに生育しますが、こうした場所は人にとっても利用しやすく、農地や宅地として開発が進められてきました。森と河川の豊かな我が国では本来、もっと多くの場所でクロビイタヤを見ることができたことでしょう。本研究では、景観遺伝学の解析手法を用い、森林の消失によって遺伝子流動が弱くなっている地域を推定することができました。そのような場所を中心に森林の保護や復元を進めていくこと、また遺伝子流動に影響を与えると予測される1km以上の森林開発をできるだけ行わないことなどが、本論文では提案されています。

本研究の成果は、2018年2月28日「Biological Conservation」電子版で公開されました。

- \* 本研究は、日本学術振興会科学研究費「サーキット理論を用いた希少植物クロビイタヤの景観遺伝学」(助成期間:平成25～26年度)および藤原ナチュラルヒストリー振興財団学術研究助成「希少植物クロビイタヤの遺伝構造の解明:氷期遺存種の分布変遷の謎を追う」(助成期間:平成26年度)によって実施されました。

## 研究の背景

クロビイタヤはカエデの一種で、北海道、東北、および中部地方に分布する落葉広葉樹です(図1)。学名は*Acer miyabei* Maxim.とありますが、これはロシアの高名な植物学者マキシモヴィッチ博士(Carl Johann Maximowicz)が、北海道大学植物園の初代園長であった宮部金吾博士の標本をもとに新種として発表したことに由来します。宮部博士は北海道の日高地方を調査したときにクロビイタヤを発見しました。それにちなみ、この樹木は北海道大学植物園のシンボルマークになっており、北海道大学の古河講堂前や静内研究牧場においてみることができます。筑波大学山岳科学センター菅平高原実験所にも自生しています。

北海道では、千歳市を中心とした道央地方と、むかわ町から浦河町にいたる日高地方に自生地が集中しています。クロビイタヤは、河川沿いの氾濫原とよばれる湿地を生育地とする樹木です(図2)。そうした場所は人にとっても利用しやすく、農地や宅地として開発が進められてきました。本種は現在、環境省のレッドリストで絶滅危惧種(ランク:VU)として記載され、保全の重要性が指摘されています。

森林の開発があちこちで進むと、やがて森は細切れのような状態になります(図3)。これを森林の「分断化」とよびます。森林の分断化は、森に生息する生物の移動や分散を妨げ、植物については花粉や種子が遠くに運ばれることを阻害するのではないかと考えられてきました。花粉や種子の移動が制限されると、植物は自分の近くにある個体としか繁殖できず、やがて血縁関係の近い子孫しか残すことができなくなります。そのような子孫は、生存力が弱い場合が多く、種の存続にはマイナスと考えられています。しかし花粉や種子の流れを肉眼で観察することは難しく、森林の分断化が実際に花粉や種子の分散に影響を与えているのかどうかを知るには工夫が必要です。そこで本研究では、遺伝子解析の技術を用い、森林の分断化の度合いと、各地のクロビイタヤの遺伝的な組成の違いを調査することにしました。

## 研究内容と成果

花粉や種子が十分に移動していれば、各地のクロビイタヤ同士の遺伝的な組成は比較的類似したものになります。また、互いの距離が近ければ近いほど、一定の割合で遺伝的に似通った組成となります。一方、花粉や種子の移動が阻害されていけば、そこにあるクロビイタヤ林は、他の生育地からの距離に関わらず、遺伝的に異なった組成をもつと予測されます。この性質に着目し、本研究では、北海道にある13か所のクロビイタヤ林、計290個体を対象に、遺伝的な組成と、森林の分断化の状況との関係を分析しました。

その結果、周辺で森林の分断化が進んでいるクロビイタヤ林ほど、他の地域とは異なる遺伝的組成を持つことがわかりました。また調査対象としたクロビイタヤの個体を、大きなサイズと小さなサイズに分けて、遺伝的な組成の違いを比較してみました。すると、小さなサイズ、つまり近年になって生育しはじめたクロビイタヤほど、他の地域のクロビイタヤとの遺伝的な組成の違いが大きくなっていることがわかりました。これは都市化が進み、森林が分断化した現在ほど、生育地間での遺伝子流動が起こりづらくなっていることを示唆しています。特にその傾向が強いと推測されたのは、千歳市や静内地域南部などの森林の消失が進んだ地域でした(図4)。

クロビイタヤの花粉は虫によって運ばれることがわかっています。森の消失は、訪花昆虫の量を減少させ、遺伝子流動を阻害していると推測されます。クロビイタヤは河川沿いの湿地に生育する樹木ですが、解析の結果から、生育適地となる河川沿いの森林だけでなく、その周辺においても、森が広い面積で残されている場所ほど、遺伝子流動が保たれていると考えられました。クロビイタヤの遺伝子流動に顕著な影響を示す森林の消失面積は、おおよそ1km<sup>2</sup>以上と推定され、河川沿いだけでなく、その周りの森も含めて、この面積を超える大規模な森林開発をできるだけ行わないよう配慮する必要があります。

## 今後の展開

近年、森林の分断化の影響をやわらげるために、孤立化した森林どうしを結ぶ生態的回廊(コルドー)の設置が推奨されています。これは、一度森林がなくなった場所に森を回復させ、野生生物の移動経路や生息地の連続性を保つことで、地域絶滅を防ぐための取組です。本研究では、景観遺伝学の解析手法を用い、遺伝子流動が弱くなっている地域を推定することができました。そのような場所を中心に森林の保護や復元を進めていき、生態的回廊を創出することで、人と野生生物との共存をはかっていくことなどが期待されます。

景観遺伝学は、森林の分断化といった、大きな空間スケール(景観スケール)で起こっている事象と、遺伝子流動のようなマイクロなスケールで起こっている事象とを組み合わせることで解析し、新たな事実を発見しようとする学問分野です。世界的に研究事例が増加しており、わが国においても、生物多様性の保全や、広域での生物進化パターンの解明などにおいて、活用が進んでいくと思われます。

## 参考図



図1. クロビイタヤ

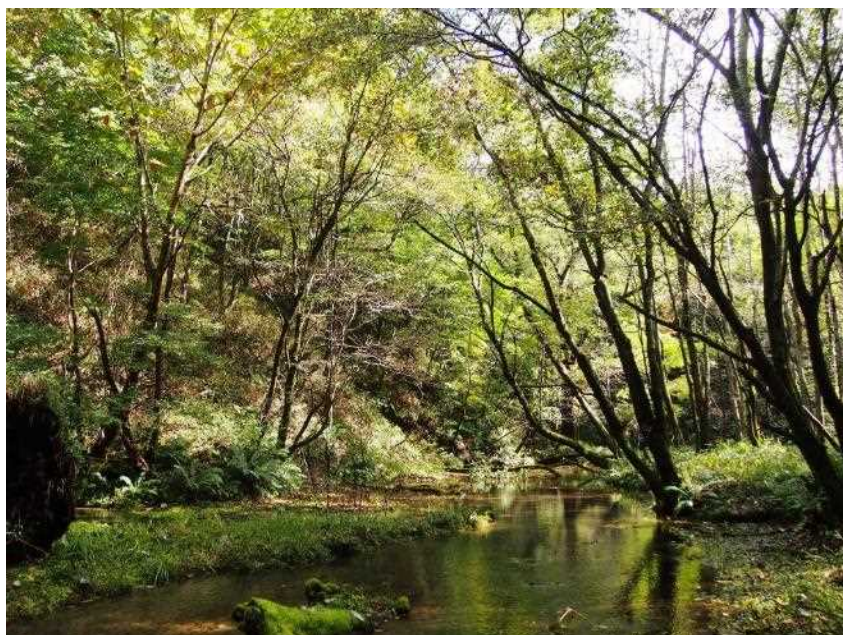


図2. クロビイタヤの生育する河畔林(北海道千歳市).



図 3. 森林の分断化の様子 (Google Earth)

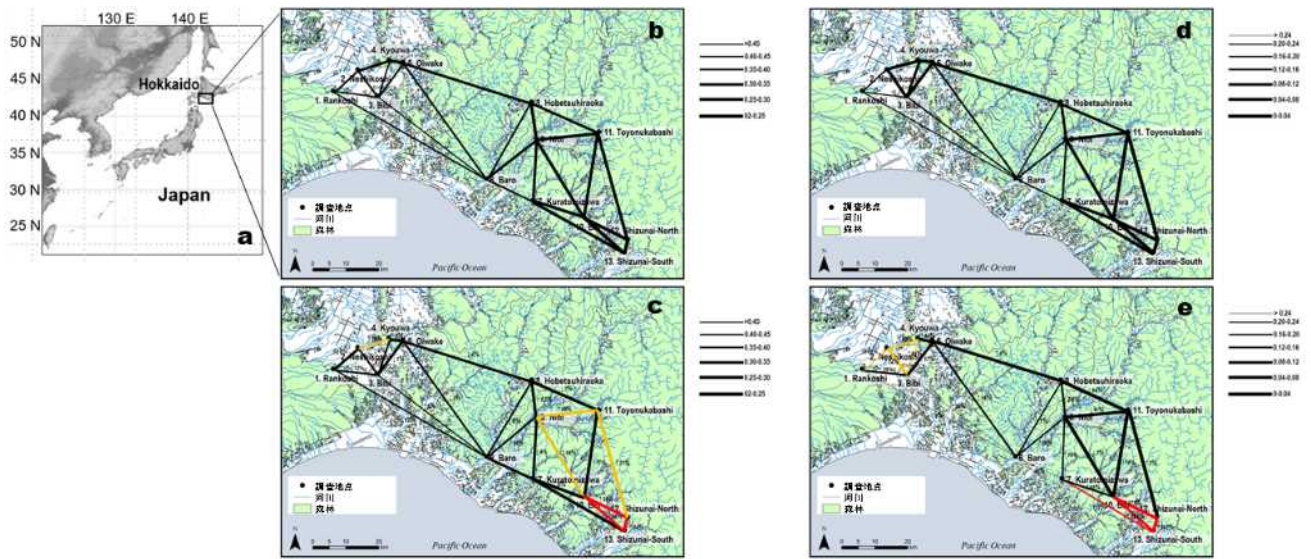


図 4. 調査地域 (a) および大きなサイズのクロビイタヤと小さなサイズのクロビイタヤの遺伝的な分化パターンの比較 (b~e)。中央 (b, c) と右 (d, e) はそれぞれ、異なる方法 (Cavalli-Sforza and Edwards'  $D_c$  と  $F_{st}$ ) を使って遺伝的な分化の度合いを定量化しており、大きなサイズの結果を上側に、小さなサイズの結果を下側に示す。小さなサイズのクロビイタヤの図 (c, e) では、遺伝的な分化度が、大きなサイズのクロビイタヤよりも顕著に増加していた箇所を黄色 (15~30%増加) および赤色 (30%以上増加) で表示している。森林 (緑色) の連続性が乏しい場所で遺伝的な分化が進行する傾向にある。

## 掲載論文

【題名】 Landscape genetics of a threatened maple, *Acer miyabei*: Implications for restoring riparian forest connectivity

(絶滅危惧種クロビイタヤの景観遺伝学: 河川沿いの森林の連続性保護の必要性)

【著者名】 Ikuyo Saeki, Akira S. Hirao, Tanaka Kenta, Teruyoshi Nagamitsu, Tsutomu Hiura  
佐伯いく代、平尾章、田中健太(筑波大学)、永光輝義(森林総合研究所)、日浦勉(北海道大学)

【掲載誌】 Biological Conservation  
doi.org/10.1016/j.biocon.2018.01.018

## 問い合わせ先

佐伯 いく代 (さえき いくよ)

筑波大学芸術系 (世界遺産専攻自然遺産分野、生命環境学群生物資源学類兼任) 准教授

〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: saeki.ikuyo.ge@u.tsukuba.ac.jp

Tel: 029-853-7686