

## 目指せ！絶滅危惧種ミヤマシロチョウの復活

### 個体群の復活に適した再導入源を、遺伝解析から解明

#### 概要

中濱直之（兵庫県立大学兼兵庫県立人と自然の博物館）、花岡敏道（浅間山系ミヤマシロチョウの会）、伊藤建夫（信州大学名誉教授）、岸本太郎（ふじのくに地球環境史ミュージアム）、大脇淳（山梨県富士山科学研究所）、松尾歩（東北大学）、北原正彦（山梨県富士山科学研究所）、宇佐美真一（信州大学）、陶山佳久（東北大学）、須賀丈（長野県環境保全研究所）らの研究グループは、絶滅危惧種ミヤマシロチョウの遺伝解析から、野生個体群の復活に適した再導入源を明らかにしました。

ミヤマシロチョウは、本州中部の山地に生息する日本固有亜種で、長野県、群馬県、山梨県、静岡県にのみ分布するシロチョウ科の中型チョウ類です（図1）。生息地の開発による消失や植生遷移による食樹の減少から近年は絶滅の危険が増大しており、環境省レッドリストで絶滅危惧IB類に選定されているほか、各県のレッドリストにおいても絶滅危惧種に指定されている状況です。

生息地のうち、長野県と山梨県にまたがる八ヶ岳は以前からミヤマシロチョウの生息地として知られていましたが、植生などの生息環境の変化に伴い2010年代後半から野外での生息が殆ど確認できなくなっていました。その個体群を復活させるためには、生息環境の改善に併せて、他の地域から移動すること（再導入）が必要ですが、そのためにはもともとの八ヶ岳の個体群と遺伝的に類似した個体群を探索する必要があります。本研究では、長野県、山梨県、静岡県の各地域5集団（八ヶ岳、浅間山系、赤石山脈）から遺伝解析を実施することで、各地域における遺伝的な違いを評価しました。その結果、いずれの集団ともに遺伝的な違いはほとんどなく、どの地域から移動させても、もともとのミヤマシロチョウの遺伝子を乱す恐れが小さいことがわかりました。ただし個体群によって食樹や生息環境が微妙に異なる可能性があるため、それらに配慮した再導入源の探索が推奨されます。

本研究は、ほとんど実態が不明であったミヤマシロチョウの地域間における遺伝的違いを明らかにしただけでなく、八ヶ岳への再導入源を示した重要な成果といえます。また本研究手法がほかの絶滅危惧種に適用されることで、遺伝子を乱すことなく個体群を復活させることにつながると期待されます。本研究成果は2022年1月10日に、国際科学誌「Journal of Insect Conservation」の電子版に掲載されました。

#### 1. 背景

日本の高山や亜高山では、その地域でしか生息していない希少な生物が数多く分布しています。しかし、土地開発や気候変動など様々な影響により、絶滅の危機に瀕している高山性生物も少なくありません。

ミヤマシロチョウは標高1400～2000mの亜高山帯に生息するチョウで、長野県、群馬県、山梨県、静岡県の限られた地域にのみ分布しています。もともとは北アルプスをはじめより広範囲に分布していましたが、近年はそれぞれの地域で個体数が減少した結果、環境省レッドリスト（2019）で絶滅危惧IB類に選定されています。

長野県と山梨県にまたがる八ヶ岳も、植生などの生息環境の変化に伴い 2010 年代後半から野外での生息が殆ど確認できなくなった生息地の一つです。本生息地の復元のための確実な手段としては、生息環境の改善に併せて、現在も生き残っている生息地から個体を運んでくる「再導入」が考えられますが、以下の理由からこれを実施をする前には遺伝情報をはじめとした詳細な検証が求められます。

生物はその地域に適応し、非常に長い時間をかけてその土地で生存してきたという歴史を持っています。こうした歴史は生物が持つ遺伝子に反映されていますが、もしこうした遺伝情報を無視して個体を遠くから運んだ場合、遺伝的攪乱（人間が生き物を運ぶことで、本来の遺伝子を乱してしまうこと）が起こる恐れがあります。遺伝的攪乱が生じるとその生物が辿ってきた独自の歴史を破壊してしまうだけでなく、種や個体群の存続に悪影響が生じる危険があります。そのため、絶滅した地域への再導入をする際にも、できる限り遺伝的攪乱の発生を抑える必要があります。

そこで本研究では、日本国内に生息するミヤマシロチョウについて、絶滅した地域も含めた遺伝解析を実施しました。それにより各地域における遺伝的多様性と遺伝的な違いを解明し、さらに遺伝情報に基づくミヤマシロチョウの保全単位（移動させても遺伝的攪乱が生じない地理的範囲）を決定しました。

## 2. 結果

長野県、山梨県、静岡県の各地域 5 集団（八ヶ岳、浅間山系、赤石山脈）からミヤマシロチョウのサンプルを収集し（いずれも採集許可を取得済み）、MIG-seq 法とミトコンドリア DNA 配列解析により遺伝解析を実施しました。これらの内訳は現在も生息する地域 3 か所と絶滅した地域 2 か所で、絶滅した地域では乾燥標本や冷凍サンプルを使用しました。解析の結果、いずれの地域でも遺伝的な違いは非常に小さいことが分かりました（図 2）。そのため、どの地域から移動させてもミヤマシロチョウのもとの遺伝子を乱す恐れが小さく、調査した地域はすべて一つの保全単位として考えられることが示されました。ただし、個体群によって食樹や生息環境が微妙に異なる可能性があるため、それら表現形質にも配慮した再導入源の探索が推奨されます。

## 3. 波及効果

本研究は国内のミヤマシロチョウの遺伝構造について、非常に高解像度な遺伝マーカーを用いて明らかにした初めての研究となります。今後八ヶ岳をはじめ、ミヤマシロチョウが絶滅した可能性の高い生息地への再導入を検討する際の重要な情報となります。またこうした絶滅危惧種の保全単位を設定した国内の研究例は、昆虫ではまだまだ少ないことから、遺伝情報の重要性を普及するうえでも重要な研究成果といえます。

### <研究プロジェクトについて>

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金（19K15856）ならびに公立大学法人兵庫県立大学令和元年度特別研究助成金若手支援による支援を受けました。

### <共同研究者>

中濱直之（兵庫県立大学兼兵庫県立人と自然の博物館）、花岡敏道（浅間山系ミヤマシロチョウの会）、伊藤建夫（信州大学）、岸本年郎（ふじのくに地球環境史ミュージアム）、大脇淳（山梨県富士山科学研究所）、松尾歩（東北大学）、北原正彦（山梨県富士山科学研究所）、宇佐美真一（信州大学）、陶山佳久（東北大学）、須賀丈（長野県環境保全研究所）

<参考図>



図1 ミヤマシロチョウ成虫の写真(花岡敏道氏撮影)。



地域間の遺伝的な違いを推定

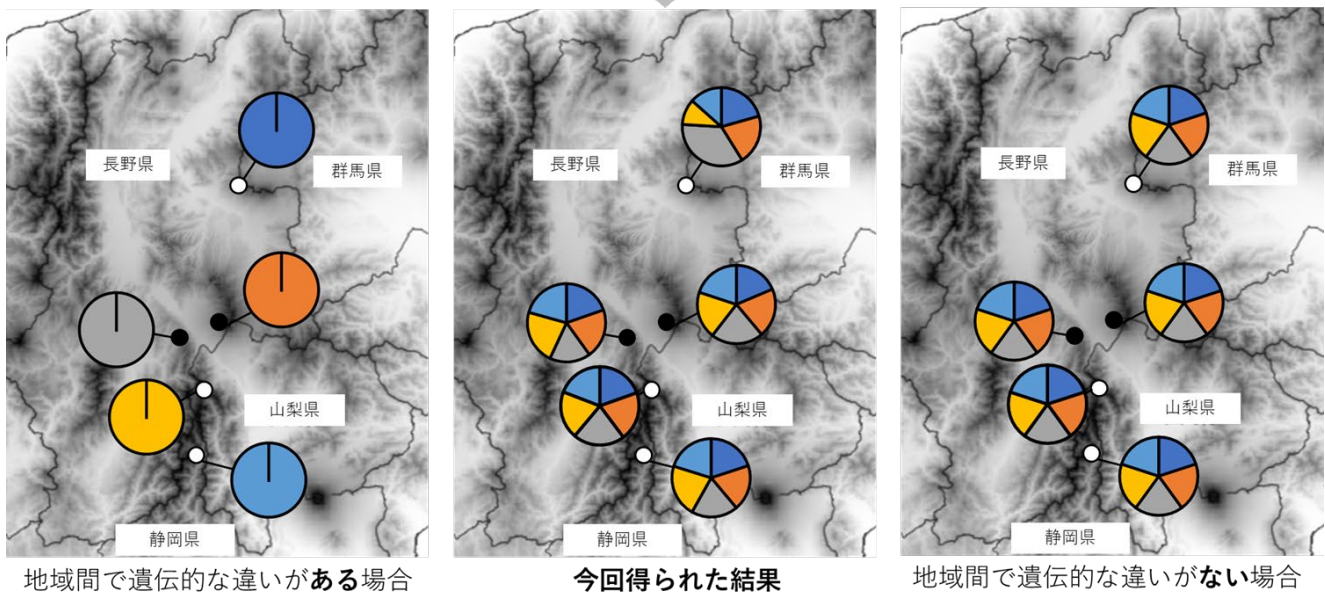


図2 ミヤマシロチョウの遺伝的な違いの模式図。遺伝子を5つのグループに分類した場合、遺伝的な違いがあれば各地で1つのグループに分かれ(左図)、遺伝的な違いがなければ5グループとも同じような割合になります(右図)。今回(中央図)は遺伝的な違いがない場合と非常に近い結果が得られたことから、地域間の遺伝的な違いは小さいと考えられます。

### <論文情報>

#### 【タイトル】

Identification of source populations for reintroduction in extinct populations based on genome-wide SNPs and mtDNA sequence: a case study of the endangered subalpine grassland butterfly *Aporia hippia* (Lepidoptera; Pieridae) in Japan (ゲノム縮約解析とミトコンドリアDNA解析に基づく、絶滅集団への再導入源の探索。日本の高山草原性絶滅危惧種ミヤマシロチョウにおける事例。)

#### 【著者】

Naoyuki Nakahama, Toshimichi Hanaoka, Tateo Itoh, Toshio Kishimoto, Atsushi Ohwaki, Ayumi Matsuo, Masahiko Kitahara, Shin-ichi Usami, Yoshihisa Suyama & Takeshi Suka (中濱直之、花岡敏道、伊藤建夫、岸本太郎、大脇淳、松尾歩、北原正彦、宇佐美真一、陶山



兵庫県立大学  
UNIVERSITY OF HYOGO



佳久、須賀丈)  
【雑誌・号・doi】  
Journal of Insect Conservation  
巻・号: 26 巻 121-130 ページ  
doi: <https://doi.org/10.1007/s10841-022-00369-4>

<問い合わせ先>

兵庫県立大学自然・環境科学研究所 講師  
兵庫県立人と自然の博物館 研究員  
中濱 直之  
電話番号: 079-559-2002 メール: [nakahama@hitohaku.jp](mailto:nakahama@hitohaku.jp)

兵庫県立人と自然の博物館  
生涯学習課 課長 摺石 敏之  
〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘 6  
電話番号: 079-559-2002 FAX: 079-559-2033  
メール: [suriishi@hitohaku.jp](mailto:suriishi@hitohaku.jp)

信州大学 先鋭領域融合研究群  
山岳科学研究拠点 特任教授 宇佐美 真一  
電話番号: 0265-77-1504 メール: [usami@shinshu-u.ac.jp](mailto:usami@shinshu-u.ac.jp)

ふじのくに地球環境史ミュージアム  
学芸課 課長 岸本 年郎  
電話番号: 054-260-7111 メール: [museum-kikaku@pref.shizuoka.lg.jp](mailto:museum-kikaku@pref.shizuoka.lg.jp)

山梨県富士山科学研究所 広報 古屋 和仁  
電話番号: 0555-72-6206 メール: [kouryu@mfri.pref.yamanashi.jp](mailto:kouryu@mfri.pref.yamanashi.jp)

長野県環境保全研究所  
自然環境部 部長 須賀 丈  
電話番号: 026-239-1031 メール: [kanken-shizen@pref.nagano.lg.jp](mailto:kanken-shizen@pref.nagano.lg.jp)

東北大学大学院農学研究科 総務係  
電話番号: 022-757-4005 メール: [agr-syom@grp.tohoku.ac.jp](mailto:agr-syom@grp.tohoku.ac.jp)