

# 世界自然遺産小笠原固有種の見過ごされていた絶滅リスク

## —ゲノムの脆弱性に基づく評価—

### 概要

ノボタン属はアジア・オセアニアに 100 種ほど知られており、観賞用や薬用に利用されています。日本には 4 分類群が分布していますが、このうち 3 分類群（ムニンノボタン・ハハジマノボタン・イオウノボタン）は世界自然遺産小笠原諸島に固有であり、いずれも希少です。これらのうち、ムニンノボタンは発見時から個体数が少なく、環境省の保護増殖事業などで集約的な保全が行われてきましたが、ハハジマノボタンとイオウノボタンについては、そういった対策は行われていません。京都大学大学院農学研究科 小林千浩 研究員、井鷲裕司 教授のグループが、東京大学大学院理学系研究科附属植物園 小牧義輝 技術専門職員と共に、ムニンノボタン・ハハジマノボタン・イオウノボタンに加えて普通種であるノボタンなどについて比較ゲノム解析を行ったところ、小笠原固有分類群はいずれも普通種であるノボタンよりも遺伝的多様性が低くなっていました。中でもハハジマノボタンは、有害なアミノ酸変異割合に基づくゲノムの脆弱性が高いことや、ゲノム内や個体間の遺伝的差異がほとんど消失しているなど、ゲノム構造がきわめて脆弱で、ムニンノボタンよりも危機的な状況にあり、早急な保全策の構築が必要であることがわかりました。本研究の成果は、小笠原諸島の生物多様性や独自の生態系の由来を理解し、固有種の保全状態が危機的になる前に、限られたリソースの中で効率的な保全策を講じるために有用な情報を提供するものです。

本研究は 2024 年 7 月 17 日に国際学術誌「*Scientific Reports*」にオンライン掲載されました。

### 小笠原固有分類群

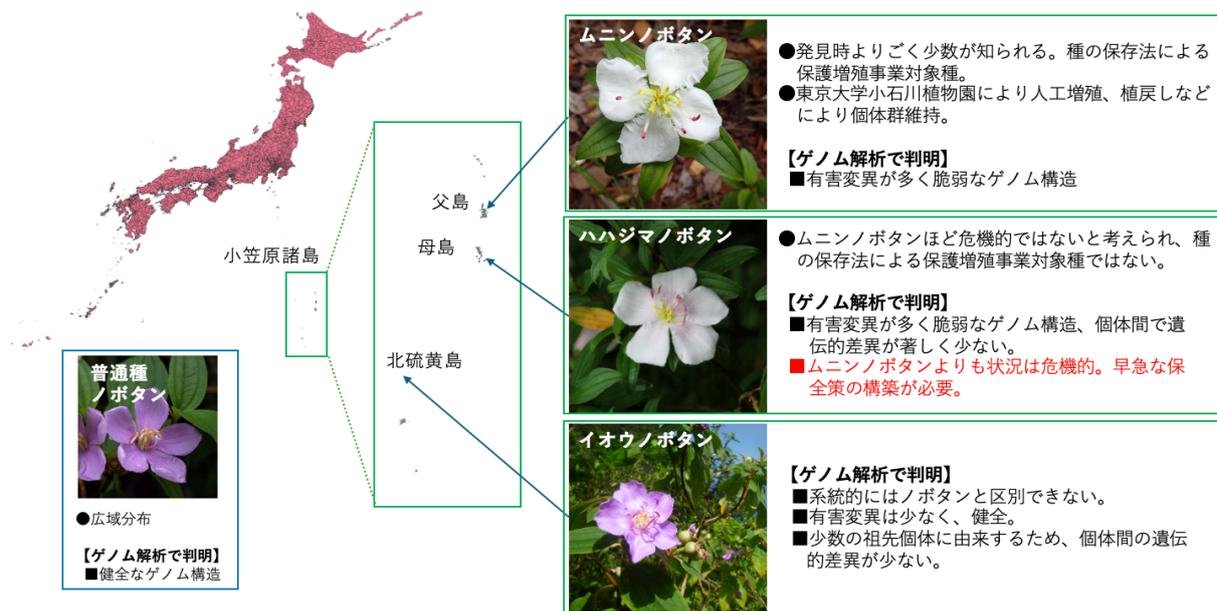


図. 日本に生育するノボタン属 4 分類群 小笠原固有 3 分類群のゲノム状況はそれぞれ大きく異なっていた (地図は国土交通省国土数値情報ダウンロードサイト (<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N03-2024.html>) のデータをもとに作成)。

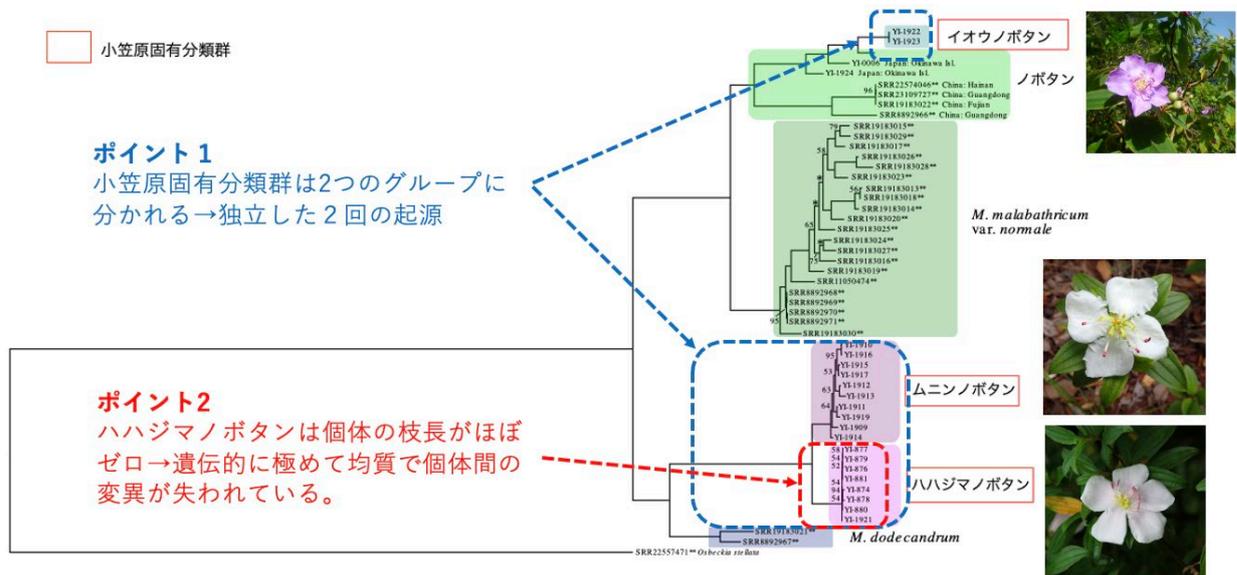
## 1. 背景

小笠原諸島は本州から約 1,000km 南に位置する海洋島であり、多くの固有種が分布し独自の生態系を有することから UNESCO の世界自然遺産に指定されています。これらの固有種は進化生物学的に重要であり生物多様性の観点からも価値あるものですが、絶滅の危機に瀕しているものも多く、限られた保全リソースを活用して、有効な保全計画を策定することが必要です。

ノボタン属 *Melastoma* はアジア・オセアニアの熱帯を中心に約 100 種が知られており、小笠原諸島には 3 つの固有分類群（ムニンノボタン・ハハジマノボタン・イオウノボタン）が分布しています。ムニンノボタンは父島固有であり、環境省のレッドリストで絶滅危惧 1A 類に、ハハジマノボタンは母島固有で絶滅危惧 1B 類に、イオウノボタンは北硫黄島固有で絶滅危惧 II 類に指定されています。これらの固有分類群のうち、ムニンノボタンは発見された時から野生個体数が極めて少なく、環境省の保護増殖事業の対象種に指定されて集約的な保全が行われています。保全計画の策定には絶滅リスクを適切に評価することが重要ですが、ハハジマノボタン・イオウノボタンについては、これまでに網羅的なゲノム解析は行われておらず、ゲノムの脆弱性に基づく絶滅リスクは評価されていませんでした。

## 2. 研究手法・成果

本研究では、小笠原固有分類群ムニンノボタン・ハハジマノボタン・イオウノボタンと、琉球～東南アジアに広く分布する普通種のノボタン、中国に分布するノボタン属 3 種について、比較集団ゲノム解析を行いました。その結果、ムニンノボタン・ハハジマノボタンは中国に分布する *M. dodecandrum* に近縁である一方で、イオウノボタンはノボタンの 1 系統から分化したと推定されました。この結果から、小笠原諸島に固有なノボタン属 3 分類群は 2 回の独立した起源を持つと推定されます（図 1, ポイント 1）。



集団ゲノム解析の結果、小笠原諸島に固有なノボタン属 3 分類群はいずれも普通種であるノボタンと比較して遺伝的多様性が低いと推定されました。一方で、有害とされるアミノ酸変異の割合を指標としたゲノムの脆弱性は 3 つの固有分類群の中でも異なる結果を示しました。イオウノボタンのゲノムに含まれる有害変異は普通種ノボタンと比べて増加していないのに対し、ムニンノボタン・ハハジマノボタンのゲノムはノボタンより多くの有害変異を含んでいました(図 2)。

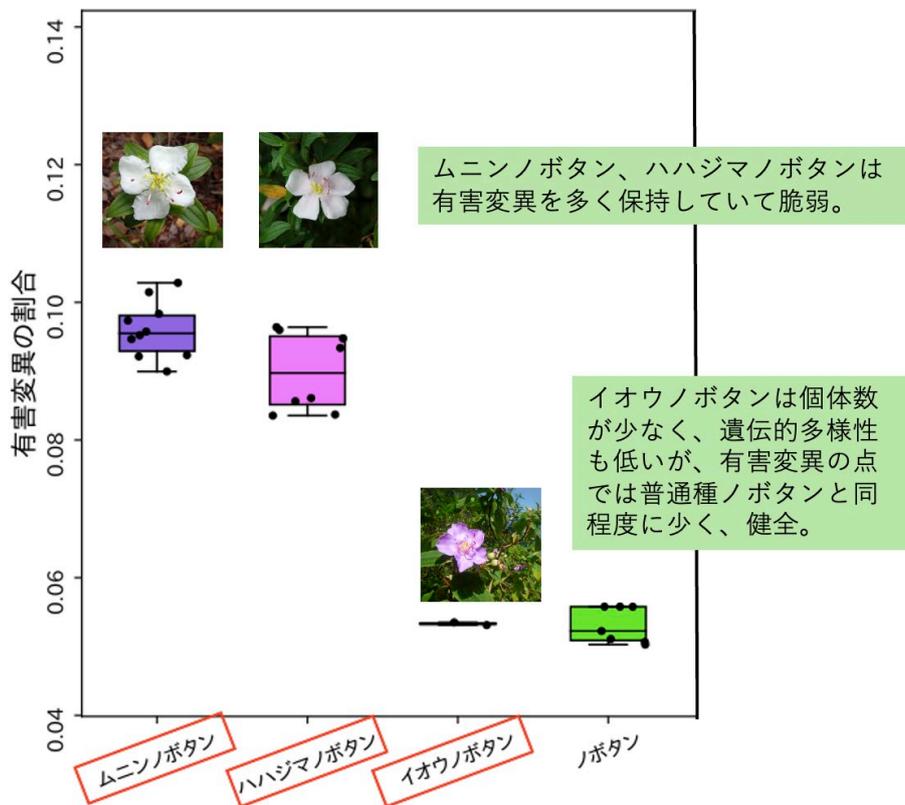


図2 ゲノム内に存在する有害変異の割合

更に、ハハジマノボタンは、個体間で遺伝的差異がほとんど無いこと（図1, ポイント2）、ゲノム全体にわたって変異が失われた領域(ROH)が広がっているなど（図3）、小笠原のノボタン類の中では最も脆弱なゲノム構造となっていました。ゲノムの脆弱性の観点からは、ハハジマノボタンの状況は保護増殖事業の対象とされているムニンノボタン以上に危機的であり、早急な保全策の構築が必要であると考えられます。

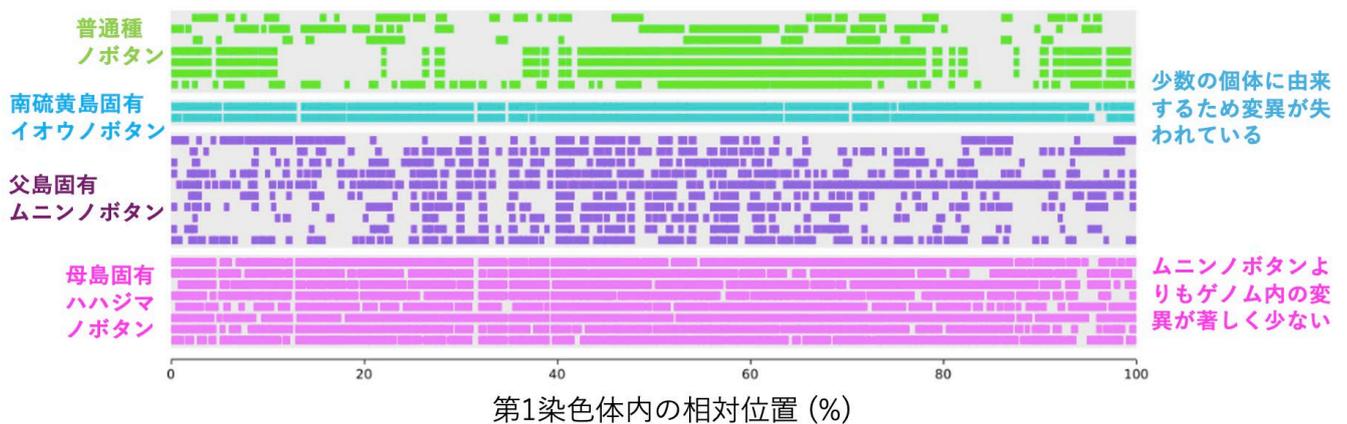


図3 ゲノム内に存在する ROH(Runs of Homozygosity, 遺伝的多様性が失われた領域)

1本の横棒がサンプル1個体に対応し、各サンプルの第1染色体における ROH の位置を太線で示している。

### 3. 波及効果、今後の予定

本研究は、小笠原諸島固有ノボタン属3分類群の起源を解明しました。小笠原諸島固有種の起源に関する情報が蓄積されることで、小笠原諸島独自の生態系の形成過程をより詳細に知ることができると期待されます。また、ゲノムの脆弱性を指標とした固有3分類群の絶滅リスクを評価することで、これまで集約的な保全がなされてきたムニンノボタン以上にハハジマノボタンが危機的な状況にあり、早急な保全が必要であることを提示しました。小笠原諸島の固有種の多くは個体数が少なく絶滅が危惧されていますが、すべての固有種について集約的な保全を行うことは保全リソースの観点から現時点では現実的ではありません。ゲノムの脆弱性を評価し、固有種の中でも特に危機的な状況にあり優先的に保全策を講じるべきものを認識することは、効率的な保全計画の策定を行うために役立つと考えられます。

### 4. 研究プロジェクトについて

本研究は環境再生保全機構環境研究総合推進費(JPMEERF20194002, JPMEERF20204003, JPMEERF20224M02)の助成を受けて実施されました。

#### <研究者のコメント>

世界自然遺産小笠原諸島は多くの固有種が生育しており、また、現在も種分化が進行しつつある興味深い生態系ですが、危機的な状況にある生物も少なくありません。このような場所の生物多様性保全を効果的に行うために、ゲノム情報を有効に活用していきたいものです。

#### <論文タイトルと著者>

タイトル：Exploring phylogeny and genomic vulnerability of *Melastoma* (Melastomataceae) endemic to a World Natural Heritage site, the Bonin Islands. (世界自然遺産である小笠原諸島に固有なノボタン属(ノボタン科)の系統・ゲノム脆弱性の探求)

著者：Yukihiro Kobayashi<sup>1</sup>, Yoshiteru Komaki<sup>2</sup>, Yuji Isagi<sup>1</sup>

所属：1 京都大学大学院農学研究科、2 東京大学大学院理学系研究科附属植物園

掲載誌：Scientific Reports DOI：10.1038/s41598-024-65726-6