

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H02980

研究課題名(和文) Genetic integrity and potential of cold climate forest southern edge populations in Japan

研究課題名(英文) Genetic integrity and potential of cold climate forest southern edge populations in Japan

研究代表者

Worth James (Worth, James)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等

研究者番号：30770771

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)：全葉緑体ゲノムの配列決定により、種間の遺伝的多様性のレベルは様々であり、南限の集団と分布の中心の集団の分岐のレベルも様々であることが判明した。このことは、12種の亜高山帯の種が対照的な更新世の歴史を持つが、過去の分散のレベルが異なることを示唆している。ハリブキの葉緑体DNA解析では、石鎚山の最南端集団が本州中央部の集団と遺伝的に近いことが示された。一方、ハクサンシャクナゲの四国にある南限集団は、葉緑体DNAが高度に分岐していることがわかった。興味深いことに、両種とも、東日本と本州中部・西日本の間で遺伝的差異が大きかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果により日本の亜高山帯の遺伝的多様性を形成する要因について、多くの洞察を得ることができ、南限集団を含む、集団の保全上の重要性を明らかにすることができた。本研究の成果は、日本の重要な亜高山帯の将来的な保全管理に役立つと思われる。

研究成果の概要(英文)：Whole chloroplast genome sequencing has revealed variable levels of genetic diversity among the 12 subalpine species and variable levels of divergence of southern edge populations to populations in the core range. This suggests that the species have contrasting glacial/interglacial histories and/or levels of past dispersal. Chloroplast DNA analysis of *Oplopanax japonicus* has shown that the most southern edge population at Mt Ishizuchi is genetically close to populations in central Honshu. On the other hand, the most southern edge populations of *Rhododendron brachycarpum* in Shikoku harbour a strongly diverged and unique chloroplast lineage. Interestingly, in both species a similar genetic break between populations in Tohoku/Hokkaido and central Honshu/western Japan was observed.

研究分野：系統地理学

キーワード：Phylogeographic break Chloroplast 'mining' Subalpine forests Southern edge Conservation genetics

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

日本に散在して分布する亜高山帯針葉樹林には、様々な固有種及び稀な植物が生存している。亜高山帯針葉樹林は最終氷期 (Last Glacial Period) に低地でも広がった。現在、北海道と中部本州の山脈のみに広く分布しているが、西日本でも亜高山帯針葉樹林の植物が小さな隔離南限集団として残存している。この南限集団に生存している植物は現在絶滅の危機にある。しかし、この集団が絶滅することによりどのような遺伝的多様性が失われるのかについてはわかっていなかった。

2. 研究の目的

本研究では、西日本にある隔離亜高山帯針葉樹林の植物の南限集団の遺伝的分岐や遺伝的多様性を明らかにするため、次世代シーケンサーにより得られるデータに基づいて 12 種 (表 1) の比較系統地理の解析を行い、四国と紀伊半島の亜高山森林帯に現存する南限集団が、本州中央部の分布の中心から隔離され、生存地が長期間持続したことによりユニークな遺伝的多様性を獲得した「気候的遺存種 (climate relicts)」なのか、最終氷河期における冷温帯林の分布拡大による、より若い遺存種なのかを明らかにすることを目的とした。

表 1 本研究の対象亜高山植物の種の情報

| 学名 | 日本の名 | 科 | 生育型 | 分布タイプ |
|--|-----------|------|-----|-------|
| <i>Abies veitchii</i> | シラビソ | マツ | 樹木 | 4 |
| <i>Acer ukurunduense</i> | オガラバナ | ムクロジ | 樹木 | 5 |
| <i>Berberis amurensis</i> | ヒロハヘビノボラス | メギ | 低木 | 2 |
| <i>Betula ermanii</i> | ダケカンバ | カバノキ | 樹木 | 4 |
| <i>Ilex rugosa</i> | ツルツゲ | モチノキ | 低木 | 1 |
| <i>Oplopanax japonicus</i> | ハリブキ | ウコギ | 低木 | 4 |
| <i>Picea jezoensis var. hondoensis</i> | トウヒ | マツ | 樹木 | 5 |
| <i>Pinus koraiensis</i> | チョウセンゴヨウ | マツ | 樹木 | 3 |
| <i>Rhododendron brachycarpum</i> | ハクサンシャクナゲ | ツツジ | 低木 | 3 |
| <i>Thuja standishii</i> | クロベ | ヒノキ | 樹木 | 2 |
| <i>Tsuga diversifolia</i> | コメツガ | マツ | 樹木 | 4 |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | コケモモ | ツツジ | 低木 | 1 |

(1) 西日本に広い分布している；(2) 西日本に中国地方と四国に分布する；
 (3) 西日本にごくまれ (四国のみ)；
 (4) 西日本に紀伊半島と四国に分布する；(5) 西日本に紀伊半島のみ分布している

3. 研究の方法

12 種について西日本の南限集団を含めて分布範囲を網羅するように DNA 解析用の葉を採集した。全葉緑体ゲノムの DNA 塩基配列を決定して見つかった遺伝的変異に基づいて葉緑体の系統地理的解析を行い、また同じサンプルを利用して核ゲノム上の一塩基多型の解析を MIG-seq 法により行った。最後に 12 種すべてのデータを統合して、比較系統地理的解析を行った。

4. 研究成果

全葉緑体ゲノムの配列決定により、種間の遺伝的多様性のレベルは様々であり、南限の集団

と分布の中心の集団の分岐のレベルも様々であることが判明した。このことは、12種の亜高山帯の種が対照的な更新世の歴史を持つか、過去の分散のレベルが異なることを示唆している。ハリブキの葉緑体 DNA 解析では、石鎚山の最南端集団が本州中央部の集団と遺伝的に近いことが示された（図1）。一方、ハクサンシャクナゲの四国にある南限集団は、葉緑体 DNA が高度に分岐していることがわかった（図2）。興味深いことに、両種とも、東北・北海道と本州中部・西日本間で遺伝的差異が大きかった。これは、様々な生物から得られた、この地域の主要な系統地理学的位置の違いの証拠と一致するものであった。本研究の成果により日本の亜高山帯の遺伝的多様性を形成する要因について、多くの洞察を得ることができ、南限集団を含む、集団の保全上の重要性を明らかにすることができた。

図1 ハリブキの葉緑体の DNA の結果

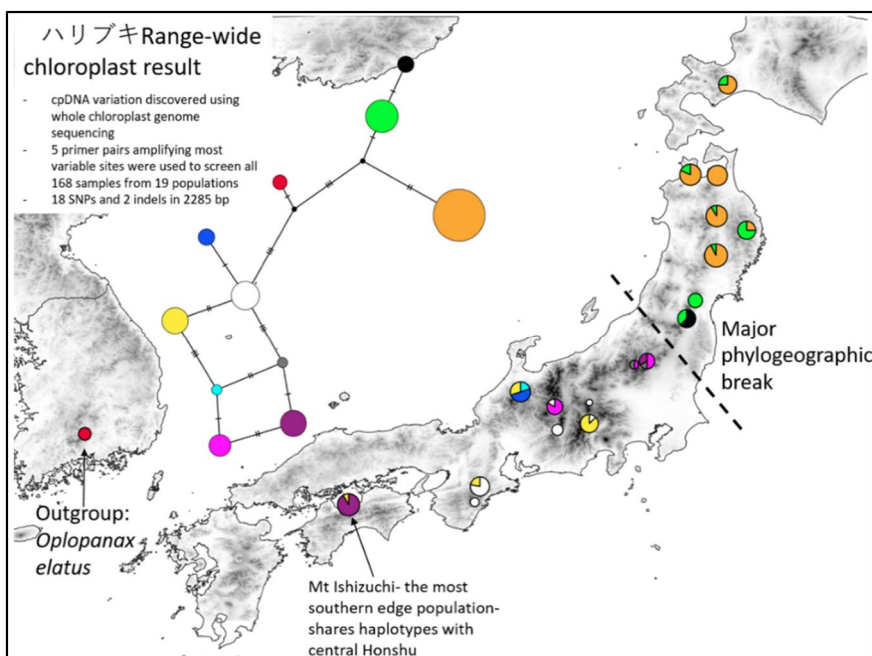
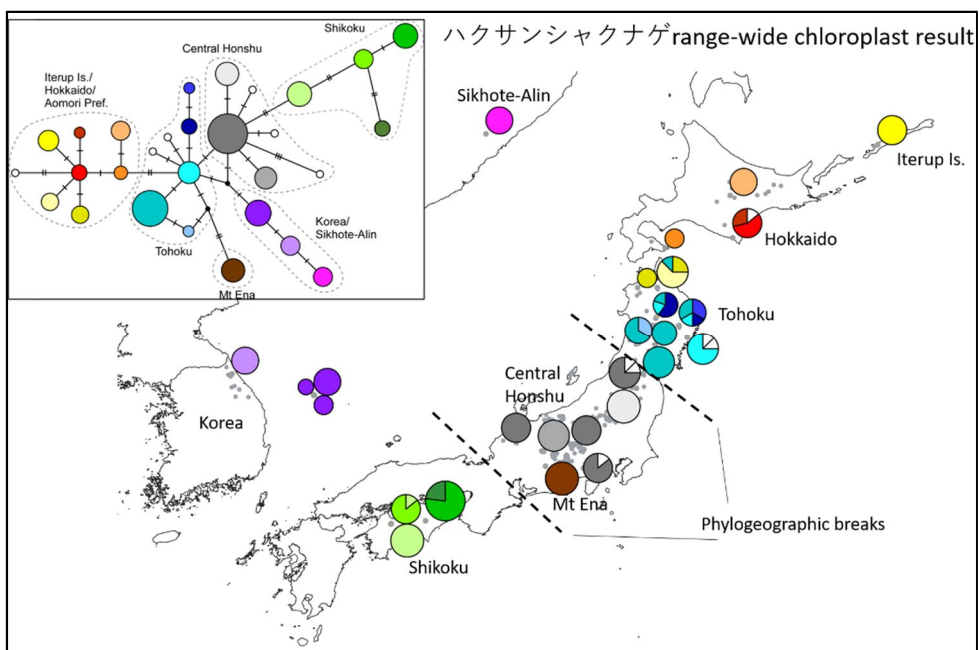


図2 ハクサンシャクナゲの葉緑体の DNA の結果



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 1件）

| | |
|--|-------------------|
| 1. 著者名 Worth, James RP, Ichiro Tamaki, Ikutaro Tsuyama, Peter A. Harrison, Kyoko Sugai, Hitoshi Sakio, Mineaki Aizawa, and Satoshi Kikuchi | 4. 巻 13 |
| 2. 論文標題 Genetic Distinctiveness but Low Diversity Characterizes Rear-Edge Thuja standishii (Gordon) Carr. (Cupressaceae) Populations in Southwest Japan | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Diversity | 6. 最初と最後の頁 185 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/d13050185 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 Worth James R. P., Shitara Takuto, Kitamura Keiko, Kikuchi Satoshi, Kanetani Seiichi, Matsui Tetsuya, Uchiyama Kentaro, Tomaru Nobuhiro | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Low elevation warm edge <scp> <i>Fagus crenata</i> </scp> populations in the core of the species range are glacial relicts with high conservation value | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Ecological Research | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12378 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス 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 該当する |

〔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 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

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