

2025年7月4日

報道関係者各位

国立大学法人筑波大学  
国立研究開発法人国際農林水産業研究センター

## 熱帯優良樹種チークの気候変動への遺伝的な適応性を予測

家具材などに用いられる重要樹種チークの天然分布域とインドネシアの植林木の遺伝的多様性を調査し、遺伝的多様性が気温と強く関係していることが分かりました。また、気候変動下における各集団の適応性を調べたところ、インド南部の集団の適応性が高いことを見いだしました。

気温の上昇や降水パターンの変動、極端気象の頻発など気候変動の顕在化は、森林生態系にも深刻な影響を及ぼしています。特に熱帯林は気候変動に対して脆弱であり、林業もその影響を大きく受けると考えられます。樹木は長寿かつ固着性で、植林から収穫まで何十年もの期間を要するためです。そこで、樹種や樹木集団の気温など外的環境への適応性を知り、早い段階で植林計画に反映させることは、気候変動へのレジリエンス（弾力性）を高める上で極めて重要です。

チークは家具材などに用いられる重要な樹種です。インドからインドシナにかけて天然分布を持ち、現在では世界約65カ国に植栽されています。本研究チームは、天然分布域から集めた種子を植栽したインドネシア・ジャワ島の国際産地試験林と、ジャワ島の植林地からサンプルを収集し、それらのゲノム（DNA上の遺伝情報）を解析しました。各個体間のゲノム上の多型の分布パターンと環境因子との相関を調べた結果、温度と強く連関がみられる領域を多数発見しました。さらに、気候変動下の温度や降水量の変動に対する適応性をゲノム情報から評価したところ、インド南部の集団の適応性が高いことを見出しました。

これらの知見は、熱帯林業の重要樹種であるチークの遺伝資源管理をする際の重要な基礎情報となります。さらに、世界に広く植林されているチークの森林経営を、気候変動に対するレジリエンスの高めた施業に転換していく上でも極めて重要です。

### 研究代表者

筑波大学農学学位プログラム

小沼 佑之介 博士課程3年次

国際農林水産業研究センター/筑波大学生命環境系

谷 尚樹 主任研究員/教授（連携大学院）

筑波大学生命環境系

津村 義彦 名誉教授

## 研究の背景

地球規模で気温の上昇や降水パターンの変化といった気候変動が進行中です。この気候変動は森林生態系に影響を及ぼすことが知られています。熱帯地域においても例外ではなく、今後の気候変動下では気温上昇による光合成の抑制や乾燥ストレスなどによって樹木の成長が抑制されたり、枯死につながったりすると予測されています。樹木は長寿で成長には数年から数十年の長い年月を要し、固着性であることから、気候変動の影響を特に強く受けるとされています。このため、気候変動に対する林業のレジリエンスを高める上で、各樹種や樹種内の地域集団（遺伝的特徴を共有した樹木の個体群）において気温や降水量など外的環境への遺伝的な適応性を探り、早期に植林計画に反映させることは非常に重要です。これによって、気候変動下での安定的な木材供給に寄与することができます。

チーク *Tectona grandis* (シソ科チーク属) は熱帯地域のインドからインドシナにかけて天然分布域を持ち、古くから木材として重宝されてきた、世界で最も価値の高い熱帯広葉樹の一つです。現在では世界約 65 カ国で植林されおり、家具材などに用いられる、林産業において重要な樹種です。遺伝情報を利用した先行研究から、インドに天然分布域する集団は、インド外に分布する集団と比較して遺伝的多様性<sup>注1)</sup>のパターンが異なることが示されていました。しかし、インド内外に分布する集団において、遺伝的多様性に基づく遺伝情報が環境への適応とどのように関連するのかなど、遺伝情報と環境との関連性については未解明となっていました。

## 研究内容と成果

本研究チームは天然分布域から種子を集め、インドネシア・ジャワ島に植栽されていた国際産地試験林とジャワ島の植林地からサンプルを収集し、これらサンプルのゲノム上の SNP (一塩基多型)<sup>注2)</sup>を調べました。先行研究で示された通り、インドに分布する集団は遺伝的変異 (遺伝情報の違い) が大きく、その中でもインド南部に分布する集団 (Malabar) の遺伝的な組成はインドの他の集団とは最も大きく異なっていました。このことはインドの集団は他の集団と比較して遺伝的分化が大きいことを示しています (図 1)。続いて各個体間のゲノム上の多型の分布パターンと環境の関係を調べた結果、温度と強く連関がみられる領域を多数発見し (図 2)、特に雨季の平均気温と強い連関が示唆されました。

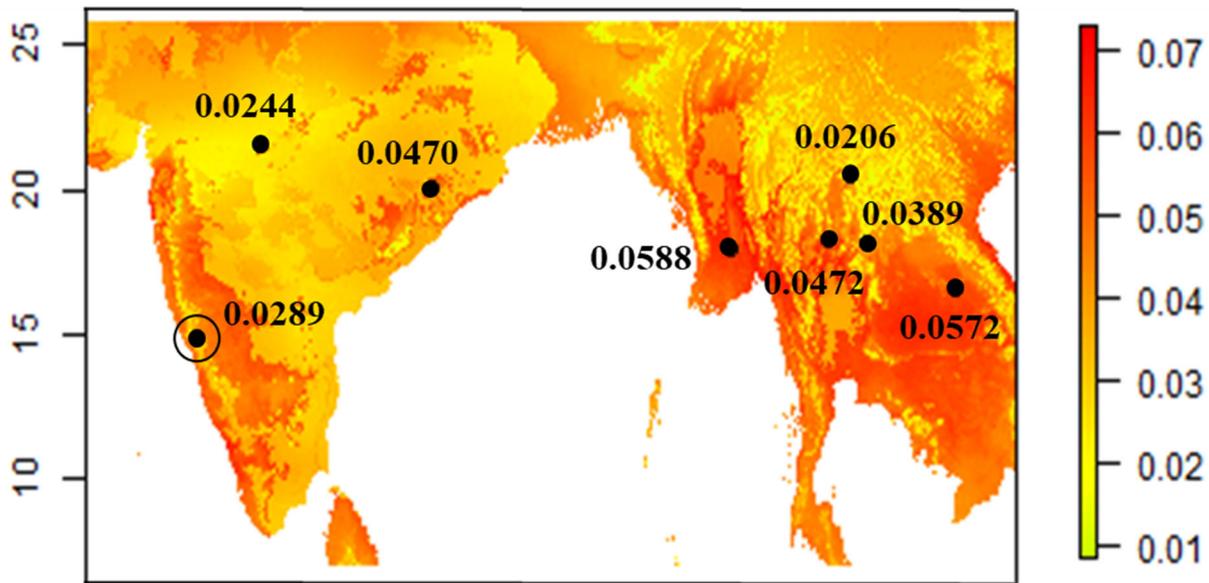
さらに、ゲノム情報を用いて気候変動下の気温と降水量に対する適応性を評価したところ、インド南部、北部、ラオス北部の集団において適応性が高いことが示唆されました (図 3)。しかし、インド北部及びラオス北部の地域は気候変動による気温や降水量の変化がインド南部をはじめとする他の地域より小さいと予測されるため、気候変動の影響を受けにくい地域であり、遺伝的な適応性が過大評価された可能性も考えられました。逆にインド南部は気候変動による変化が大きい上に、遺伝的な適応性を示唆したため、インド南部の集団は高い適応性を有すると判断できました。

これらの知見は、熱帯林業において重要な樹種であるチークの遺伝資源管理の基礎情報を提供するものです。さらに、世界に広く植林されているチークの森林経営を、気候変動に対するレジリエンスを高めた施業に転換していく上でも極めて重要です。

## 今後の展開

今回使用した環境情報は気温と降水量のみであり、土壌条件などその他の環境情報は考慮していないため、本研究チームは今後、他の環境情報も利用してチークの包括的な環境適応性を明らかにしていきたいと考えています。





**図3 天然分布域における genetic offset の結果** 天然分布域において将来の気候変動に対する遺伝的な適応性を定量化（genetic offset：現在の遺伝的組成と将来の環境（気温と降水量）との連関と現在の遺伝的組成と将来の環境との連関との相違）し、地図上にマッピングした。黄色に近いほど気候変動に対して遺伝的なレジリエンスを有し、赤色に近いほど遺伝的に脆弱であることを示す。地図上の黒丸は本研究において使用した天然林集団の位置、図内部の数字は各天然林集団の位置における genetic offset<sup>注4)</sup>の値。

#### 用語解説

##### 注1) 遺伝的多様性

ある一つの種の中での遺伝子の多様性のこと。同一種の中で個体ごとに異なる遺伝子の組み合わせを持つ状態のことを指し、遺伝子が多様であることが、確率的に環境適応や病虫害抵抗が高くなる。

##### 注2) SNP（一塩基多型）

一塩基多型 Single Nucleotide Polymorphism の略で、DNA 配列の中の一つの塩基が他の塩基に置き換わり多型化している状態を指す。遺伝的研究においてはゲノム中の SNP 領域を利用して遺伝的多様性を推定することが多い。

##### 注3) PCoA 解析

PCoA（主座標分析、Principal Coordinate Analysis）は多次元データを低次元に変換し空間にマッピングして視覚化するための統計手法である。

##### 注4) genetic offset

本研究の場合は、現在の遺伝的組成と将来の環境（気温と降水量）との連関と現在の遺伝的組成と将来の環境との連関との相違をユークリッド距離で定量化したものの。

#### 研究資金

本研究は、SATREPS（地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム）による研究プロジェクト（JPMJSA2101）の助成を受けて実施されました。

## 掲載論文

【題名】 Genomic adaptation in teak (*Tectona grandis*) to local climatic conditions and implication for resilient planting strategies on Java Island.

(気候に対するチークのゲノム適応性とジャワ島におけるレジリエンスを高める植林戦略)

【著者名】 小沼祐之介 (筑波大学農学学位プログラム)、Eko Prasetyo、Widiyatno、Sapto Indrioko、Mohammad Na'iem (ガジヤマダ大学)、谷尚樹 (国際農林水産業研究センター、筑波大学生命環境系)、津村義彦 (筑波大学生命環境系)

【掲載誌】 Forest Science and Technology

【掲載日】 2025年6月23日

【DOI】 <https://doi.org/10.1080/21580103.2025.2519469>

## 問い合わせ先

【研究に関すること】

津村 義彦 (つむら よしひこ)

筑波大学生命環境系 名誉教授

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp