

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H04732

研究課題名（和文）大規模産地試験林を用いた樹木の局所環境適応遺伝子の解明

研究課題名（英文）Elucidation of local environmental adaptation genes of trees using large-scale provenance test forests

研究代表者

津村 義彦（Tsumura, Yoshihiko）

筑波大学・生命環境系・教授

研究者番号：20353774

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 32,700,000円

研究成果の概要（和文）：ダケカンバの天然分布域全体から11産地の実生を用いて、大規模な産地試験林を全国11箇所（植栽地）に設定した。その結果、高緯度の集団ほど、高い樹高とSLA、広い葉面積、早い芽吹きを示した。南限集団は他の遺伝的多様性が低く、遺伝的に異なる集団であった。南限の集団と森林限界に近い高標高集団は共に成長などが悪く、前者は遺伝的多様性減少に伴う近交弱勢の影響で後者は自然淘汰の影響が考えられた。遺伝情報から南限集団のダケカンバはほぼ全ての個体が2倍体であった。また植栽地間の比較から、生理特性の産地変異は光合成よりも水利用特性が大きく、成長の悪い産地ほど葉の水利用効率が高いことが明らかになっている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は地球温暖化に樹木がどのように応答するかを調査するために、亜高山性樹種であるダケカンバを分布域広範11箇所から収集し、全国の温暖な11箇所に産地試験林を設定した。この試験地を用いて3年間、11産地のダケカンバの成長、生理特性、遺伝的特性を調査した。その結果、高緯度の集団ほど、高い樹高とSLA、広い葉面積、早い芽吹きを示した。南限集団の紀伊半島や四国のダケカンバは遺伝的に極めて脆弱であり、地球温暖化が起これば最初に衰退や絶滅が危惧される集団であることが明らかになった。これらの成果から各地域集団は遺伝的に分化しており保全の重要性が明確になった。

研究成果の概要（英文）：Using seedlings from 11 production areas from the entire natural distribution range of *Betula ermanii*, large scale provenance test forests were established at 11 locations across the country. The results showed that higher latitude populations exhibited higher tree height and SLA, wider leaf area, and earlier budburst. Populations at the southern limit were genetically distinct with lower genetic diversity. Both the southern limit population and the high elevation population near the forest limit showed poorer growth, the former due to inbreeding depression associated with low genetic diversity and the latter due to natural selection. Genetic information showed that almost all individuals of the southern limit population of *B. ermanii* were diploid. Comparison among planting sites revealed that regional variation in physiological characteristics was greater for water use characteristics than for photosynthesis, with the poorer growing sites having higher leaf water use efficiency.

研究分野：森林遺伝学

キーワード：地球温暖化 産地試験 ダケカンバ 環境要因 遺伝的要因 成長 環境適応 形質

1. 研究開始当初の背景

地球上では過去 100 万年の間、10 万年周期で氷期・間氷期を繰り返しており、樹木は分布域をシフトさせて気候変動に対応し、現在の森林を形成している。しかし、それは約 10000 年で +7 という緩やかな変動であったため、樹木種の多くは分布のシフトで対応できた。現在進行している温暖化はこれまでに経験のない急速なもの(100 年で+5)であるため、分布域のシフトでは対応できず、現在の集団や個体は大きな環境変動に曝されると考えられる。

固着性の樹木は、種子散布と花粉散布によって徐々に分布域をシフトさせる。数千年もあれば百 km 単位での移動も可能であるが、環境が急変し移動で対応できない場合には、その場の環境に順応して表現型を変化させる「表現型可塑性」を示す必要がある。しかし、各種が主要形質についてどの程度の表現型可塑性を保有しているかを伺い知ることは極めて難しい。

林業樹種では生産性の向上に最も適切な産地を選択するために、産地試験林が古くから設定されている。例えばヨーロッパアカマツでは、多数の産地試験林をメタ解析して温暖化の影響評価が行われている (Refeldt et al. 2002)。しかし日本では、このような実験は規模の小さいものが多く、森林の主な構成要素である広葉樹の大規模スケールでの移植実験はほとんど存在しない。日本での貴重な研究例として、複数個所に設定されたブナの産地試験地の一部を解析し、開芽時期に明瞭な産地間差があること、そしてその産地間差は年齢が上がるにつれて小さくなること が示唆されている (橋詰 1992)。これらの形態形質がどの程度、遺伝子や植栽環境の影響を受けているかを、樹木で遺伝子解析を行って明らかにした例はほとんどなく、ヨーロッパのカンパで少数の遺伝子を解析した事例があるくらいである。日本では、(温暖化の影響評価や)地域環境に適応した遺伝子型を探索する目的で産地試験林が設定されたことはなく、本研究が初めての試みとなる。本研究により、遺伝子と環境との関連が明らかにでき、また表現型可塑性の程度が明らかになれば適応能力の簡便な評価方法の確立や他樹種への応用も可能となる。

2. 研究の目的

本研究では、気温変化に最も鋭敏に反応すると考えられている寒冷地に分布する樹種ダケカンバを対象として、分布域全体から採取した種苗を使って北海道から九州までというかつてない大規模スケールでの多数の産地試験林を用い、成長、フェノロジー、形態、光合成・呼吸、遺伝的調査などを行う。そして、産地間のこうした形質の違いがどの程度、環境や遺伝に支配されているかを明らかにする。最終的には、寒冷地に分布する樹木個体群が急速な地球温暖化にどのように反応し、どの程度の温度上昇まで個体群を維持できるかについて、統計モデルを用いて定量的な解析を行う。

3. 研究の方法

(1) ダケカンバの成長、形態形質の地理的勾配と遺伝的関連

日本の高山に分布するダケカンバを対象に 11 の天然分布地域(産地)から収集した苗木を用いて全国にまたがる大規模な 11 植栽地の産地試験を行い(図 1)、苗木の成長を比較して、成長の良し悪しと産地集団の気候条件・遺伝的特性との関連を調べた。

(2) ダケカンバの光合成、蒸散特性の種内変異の評価

気象条件の異なる試験林 5ヶ所 × 5産地 × 各 5 個体について、葉の形態、気孔密度、窒素量、クロロフィル量および、電子伝達速度(ETR)と気孔コンダクタンス(gsw)の光、温度応答を調べた。

(3) 葉の伸長過程と光合成、水利用

三国峠産と雨龍岳産の個体を東京大学本郷キャンパス内で野外で半年間、生育させた後、9月からグローブチャンバー(25℃、16時間明期、8時間暗期)に移して2-3日おきに葉と葉柄の長さを3個体ずつ測定した。またこの材料について、2年目の7月から光合成速度・気孔コンダクタンスをLI-6400で、日中の水ポテンシャルをプレッシャーチャンバー法で、樹液流速を熱パルス法で測定した。

(4) 気孔サイズの変異

気候変動下におけるダケカンバの適応を理解するため、葉の気孔密度とサイズに対する環境要因と遺伝的要因の寄与率を調べた。

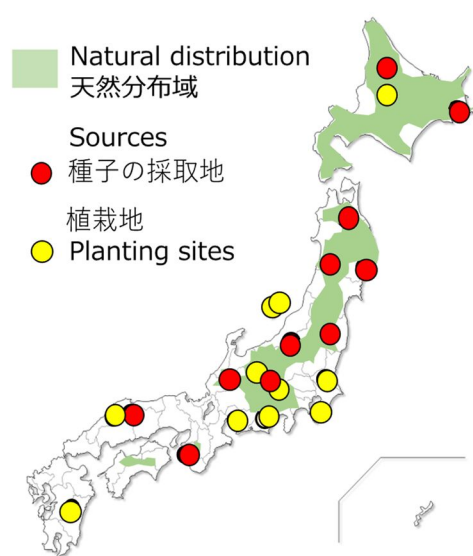


図1 ダケカンバ産地試験の種子採取値と植栽地

(5) 個体スケールでの葉形質と生産特性

ハケ岳演習林圃場に植えた2つの異なる産地、厚岸と能郷白山のダケカンバ幼樹を用いて、個体スケールでの葉形質（葉総数とその季節変化）と生産特性（個体スケールでの総光合成速度と地上部呼吸速度）を調べた。窒素施肥の効果は、施肥実験区（ 10gN yr^{-1} ）に植えた個体を用いて調べた。

(6) 気候変動がダケカンバの生存と成長に及ぼす影響

天然分布全域から選んだ11産地から種子を採取・育苗したダケカンバのコンテナ苗を北海道から宮崎までの幅広い環境におよぶ11サイトに植栽し、3成長期生育後の生存・死亡、樹高のデータを用いて、サイトの年平均気温から産地の年平均気温を引いた値（MAT）に生存とProductivity Index（PI）に及ぼす影響を一般化線形混合モデルで評価した。さらに、得られたモデルを用いて、SSP2-4.5とSSP5-8.5の2つのシナリオに基づくWorldClimから抽出したメッシュ気候値の将来の気候データに適用し、種子産地と現地外保全の候補地として北海道富良野における将来の生存率とPIを予測した。

4. 研究成果

(1) ダケカンバの成長、形態形質の地理的勾配と遺伝的関連

11集団のうち、中央アルプスの森林限界に位置する集団の気候条件は、種全体のうち低温側に位置し、気候的にダケカンバの分布の端であると推定された。また、RAD-seqを用いて、集団間の遺伝的特性を比較したところ、分布南限地の紀伊半島の集団は遺伝的多様性が著しく低く、遺伝的に他集団と大きく異なっており（図2）、個体間の近縁度が高いことが推定された。集団間の苗木の成長形質を比較したところ、中央アルプスの集団の苗木は低い生存率・個体サイズを示し、紀伊半島の集団の苗木はこれらに加え成長率も低いことが分かった。これらより、二つの異なるメカニズムによりダケカンバ苗木の成長形質の低下が起きていることが分かった。まず、気候的に分布の端と推定された中央アルプスの集団は、森林限界の低温環境かつ短い生長期間に適応し、他環境では不利な小さな個体サイズが選択されたと考えられた。次にダケカンバの分布南限である紀伊半島の集団は小集団であり、他の集団と距離的に大きく離れており、遺伝的浮動・近親交配の影響により有害遺伝子が蓄積し、低い生存率・成長率を示したと考えられた。

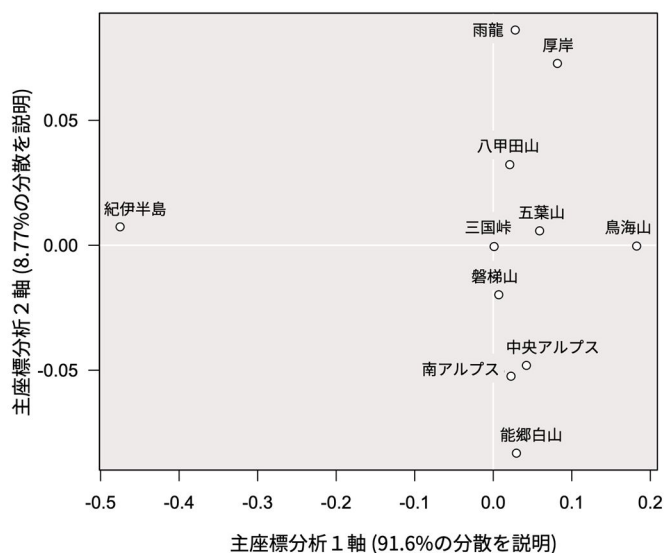


図2 集団間の遺伝的差異の指標に基づく主座標分析の結果

(2) ダケカンバの光合成、蒸散特性の種内変異の評価

ETRの環境応答特性や窒素含有量、クロロフィル含有量など、光合成能力に関する形質の産地間変異は小さく、葉面積、気孔密度とサイズ、gswの乾燥応答など、水利用特性について明確な変異が確認された。産地間変異の可塑性は、gswでのみ検出された。gswは光合成速度の制限要因であり、気象変動にともなうダケカンバの生産量や成長量の変化を予測するには、こうした水利用特性の産地間変異を考慮する必要がある。

(3) 葉の伸長過程と光合成、水利用

葉のサイズは、三国峠産のほうが雨龍岳産よりも小さかったが、伸長期間は両者のあいだで変わらず、サイズの差は伸長速度の違いによって生じることが分かった。日中の光合成速度は気孔閉鎖もあり両産地とも約 $8\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ とやや低い値をしめしたが、A-Ci曲線から推定される光合成能力（ V_{cmax} ）も2つの産地で違いはなかった。また、日中の水ポテンシャルは、-1 MPaから-1.5 MPaの間を取り、両産地で有意な差はなかった。日中の大気飽差がかなり高くなっててもこうした水ポテンシャルの値は変わらず、ダケカンバがisohydricな気孔の制御を行っていることが示唆された。さらに、蒸散流速の測定からは、三国峠産、雨龍岳産ともに日中に蒸散流速が午前中の早い時間に飽和してしまうが、三国峠産の個体ではさらに蒸散速度が日中にさらに低下する、傾向がみられた。これは、日中に乾燥ストレスにさらされてフィードフォワード制御がかかり気孔閉鎖が強く起きていることが示唆される。この傾向は雨龍岳産の個体では観察されなかった。以上の結果から、ダケカンバは産地によらず温暖な環境でも葉の伸長や光合成能力を正常に保つことができる一方で、雨龍岳産の個体は冷涼な高緯度の環境に適応して大きな面積の葉を持つが、葉面積からの蒸散速度を支えうる茎や根の水輸送能力を持ち、酷暑の東京でも三国峠産で見られた水収支の破綻による気孔閉鎖をおこさずに個体の炭素獲得を維持できることがわかった。

(4) 気孔サイズの変異の評価

生育環境が異なる多地点での同時移植実験の結果から、ダケカンバでは気候変動に対して、気孔密度をより積極的に調整し適応していることが示唆された(図3)。また、原生地の生息地適合度と移植先での気候形質の可塑性の関係を調べたところ、生育適地から離れた厳しい環境で生育している集団ほど気孔サイズの可塑性が小さいことが明らかとなった。以上から、ダケカンバは、集団特異的な気孔形質、特に気孔サイズの可塑性を有しており、気候変動に対してダケカンバの適応度に寄与していることが示唆された。

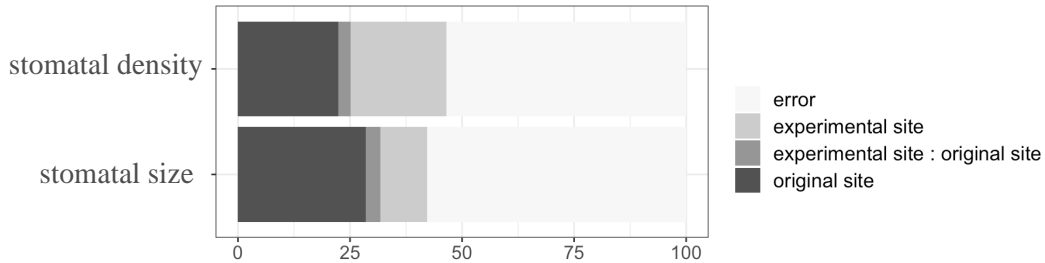


図3 気孔密度とサイズの変異性

(5) 個体スケールでの葉形質と生産特性

厚岸産のダケカンバは、能郷白山産のダケカンバに比べて、一次葉の展葉時期が早く、かつ一次葉を5倍ほど多く有する一方、最大葉枚数は1個体あたり250枚程度で差がみられなかった。しかし、窒素施肥によって厚岸産のダケカンバの葉枚数は500枚程度と、能郷白山産のダケカンバの葉枚数の1.5倍以上の葉を有することが明らかとなった。個体スケールでの総光合成速度と呼吸速度に関しては、両産地および施肥区と対照区の個体で有意な差はみられなかった。以上から、異なる2つの産地由来のダケカンバ幼樹において、展葉時期だけでなく葉の量およびその季節変化は有意に異なるだけでなく、窒素施肥に対する応答も異なることが明らかとなった(図4)。さらに、個体スケールでの生産特性には大きな違いがなかったことから、窒素施肥条件下で多くの葉を有することは、自己被陰を起こしやすくなり、結果的に光合成生産に対して負の影響をもたらしていること、その影響の程度は、2つの産地間のダケカンバ幼樹で異なる可能性を示した。

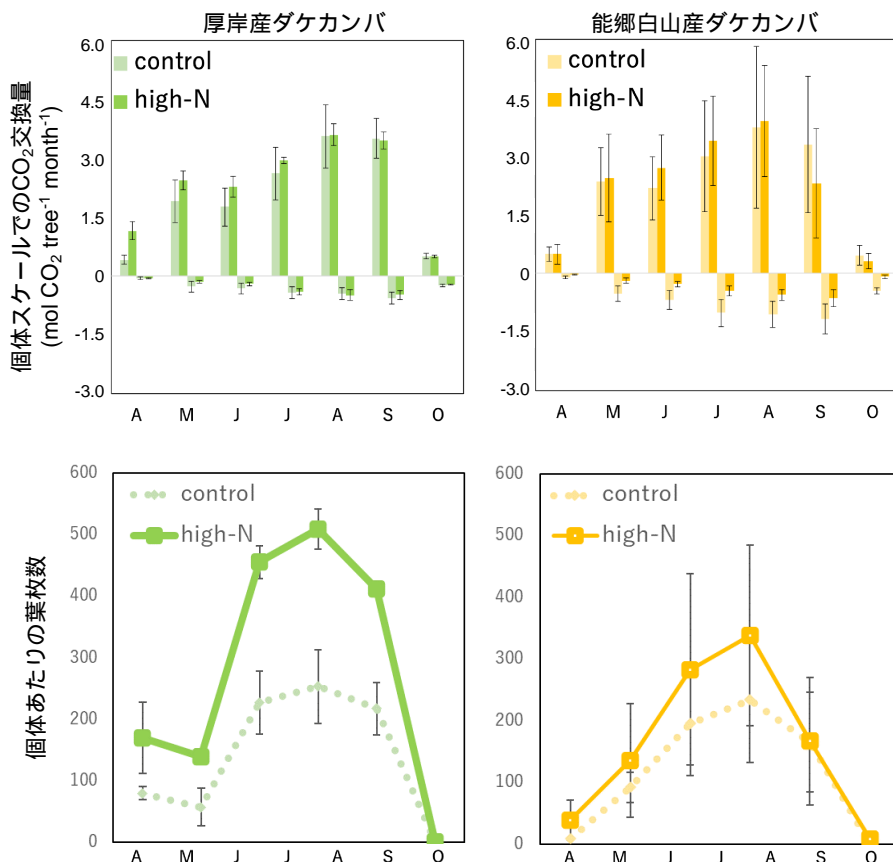


図4 ダケカンバの個体スケールでの葉形質と生産特性

(6) 気候変動がダケカンバの生存と成長に及ぼす影響

全ての産地において、わずかな温暖化でも生存率は減少することが示された。また、南限(後端)と高度限界(最も寒い)の個体群の生存率は、他の個体群よりも急激に低下することが示された。一方、PIはわずかな温暖化では+になると予想したが、ダケカンバの場合、全ての集団で負の影響を受けることが判明した。SSP2-4.5シナリオでは、自生地の生存率とPIが維持できるものと、0になるものが存在したが、ほとんどの産地では、北海道で現地外保全できることが示唆された。SSP5-8.5シナリオでは、ほとんどの産地は自生地では生存できず、一部の高山集団は富良野での現地保全も難しいことが分かった(図5)。一方、高度限界個体群は富良野よりも自生地の方が生存率とPIがよく、現地を保全することが有効かつ重要であることが示された。以上の結果から、主要樹種の広域産地試験は気候変動に対する樹木集団の影響を評価する上で有効であること、将来の保全策策定においては、温暖化のレベルや産地によって、現地外保全と現地保全の両方を組み合わせることが重要だと考えられた。

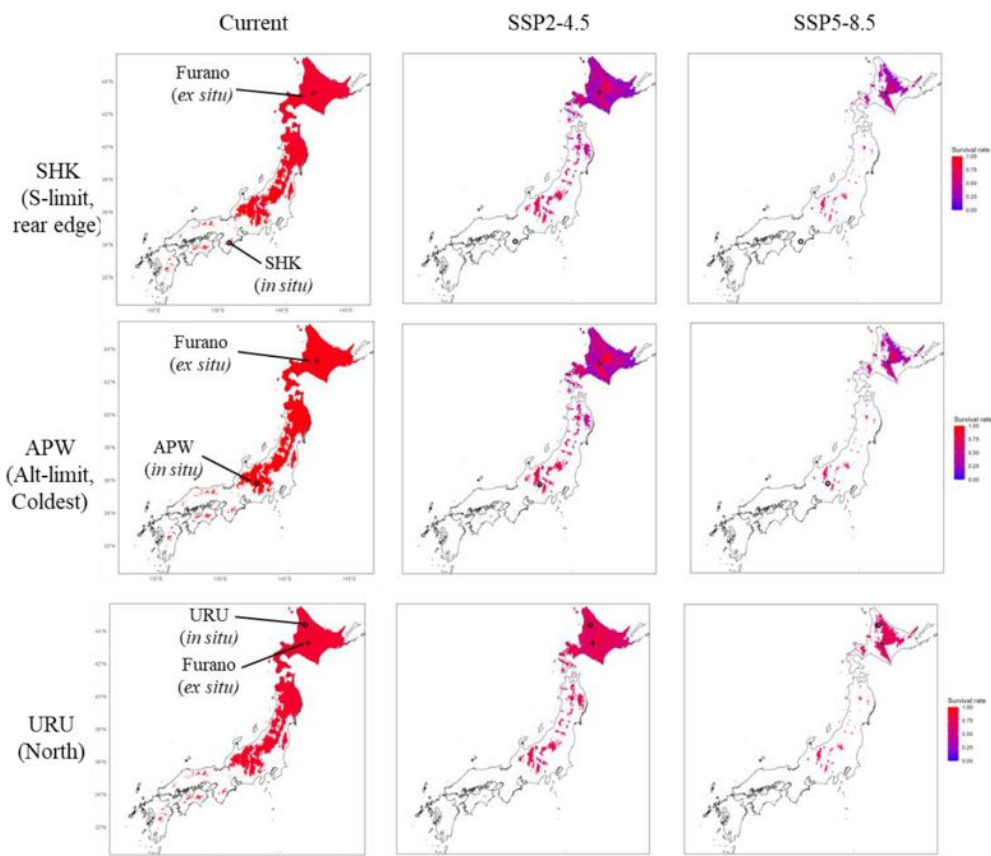


図5 現在(左)、SSP2-4.5(中央)、SSP5-8.5(右)シナリオにおける南限集団(SHK)、標高限界集団(APW)、北部集団(URU)の生存率の予測

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. 著者名 Paing Aye Myat Myat, Chen Shufen, Tsumura Yoshihiko, Tomaru Nobuhiro, Homma Kousuke, Kadomatsu Masahiko, Yoshida Toshiya, Kobayashi Hajime, Iio Atsuhiro, Osumi Katsuhiko, Taneda Haruhiko, Hisamoto Yoko, Goto Susumu | 4. 巻 26 |
| 2. 論文標題 Determination of intraspecific variation in seed weight, leaf functional traits, and sapling size of <i>Betula ermanii</i> using a common garden experiment | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Forest Research | 6. 最初と最後の頁 419 ~ 426 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13416979.2021.1964151 | 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 - |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1. 著者名 AYE MYAT MYAT PAING et al. | 4. 巻 69 |
| 2. 論文標題 Site characteristics of <i>Betula ermanii</i> range-wide provenance trials | 5. 発行年 2024年 |
| 3. 雑誌名 Misc. Inform. Univ. of Tokyo For. | 6. 最初と最後の頁 11-22 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 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 - |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. 著者名 Aihara Takaki, Araki Kyoko, Onuma Yunosuke, Cai Yihan, Paing Aye Myat Myat, Goto Susumu, Hisamoto Yoko, Tomaru Nobuhiro, Homma Kosuke, Takagi Masahiro, Yoshida Toshiya, Iio Atsuhiro, Nagamatsu Dai, Kobayashi Hajime, Hirota Mitsuru, Uchiyama Kentaro, Tsumura Yoshihiko | 4. 巻 131 |
| 2. 論文標題 Divergent mechanisms of reduced growth performance in <i>Betula ermanii</i> saplings from high-altitude and low-latitude range edges | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Heredity | 6. 最初と最後の頁 387 ~ 397 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41437-023-00655-0 | 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 - |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名 Aihara Takaki, Araki Kyoko, Sarmah Ragini, Cai Yihan, Paing Aye Myat Myat, Goto Susumu, Hisamoto Yoko, Taneda Haruhiko, Tomaru Nobuhiro, Homma Kosuke, Takagi Masahiro, Yoshida Toshiya, Iio Atsuhiro, Nagamatsu Dai, Kobayashi Hajime, Hirota Mitsuru, Tsumura Yoshihiko | 4. 巻 29 |
| 2. 論文標題 Climate-related variation in leaf size and phenology of <i>Betula ermanii</i> in multiple common gardens | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Forest Research | 6. 最初と最後の頁 62 ~ 71 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13416979.2023.2289731 | 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 - |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1. 著者名 Cai Y, Aihara T, Araki K, Ragini S, Tsumura Y, Hirota M. | 4. 巻 in press |
| 2. 論文標題 Response of stomatal density and size in <i>Betula ermanii</i> to contrasting climate conditions: the contributions of genetic and environmental factors. | 5. 発行年 2024年 |
| 3. 雑誌名 Ecology and Evolution | 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) なし | 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 - |

| | |
|------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1. 著者名 後藤晋 | 4. 巻 65 |
| 2. 論文標題 全国スケールでのダケカンバ産地試験林の設定: 地球温暖化が森林生態系に及ぼす影響評価を目指して | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 北海道の林木育種 | 6. 最初と最後の頁 15-18 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| 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 - |

[学会発表] 計14件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

| |
|------------------------------------|
| 1. 発表者名 室谷 楓香、小林元、後藤晋、戸丸信弘、津村義彦 |
| 2. 発表標題 ダケカンバ産地試験における 3年生苗の樹冠構造 |
| 3. 学会等名 日本森林学会大会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|----------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 中田修人、佐藤温起、岡田健太郎、荒木響子、相原隆貴、津村義彦、後藤晋、飯尾淳弘 |
| 2. 発表標題 ダケカンバの電子伝達速度と気孔コンダクタンスの産地間変異 |
| 3. 学会等名 日本森林学会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|-----------------------------------------|
| 1. 発表者名 中田修人、佐藤温起、荒木響子、津村義彦、後藤晋、飯尾淳弘 |
| 2. 発表標題 ダケカンバのクロロフィル蛍光の産地間変異 |
| 3. 学会等名 日本森林学会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 荒木響子、相原隆貴、後藤晋、飯尾淳弘、津村義彦 |
| 2. 発表標題 地球温暖化を想定したダケカンバ産地試験を用いた 樹木の形態形質への影響評価と遺伝的関連 |
| 3. 学会等名 日本生態学会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 相原隆貴、荒木響子、Ragini Sarmah、蔡一涵、後藤晋、戸丸信弘、本間航介、高木正博、吉田俊也、飯尾淳弘、永松大、久本洋子、廣田充、津村義彦 |
| 2. 発表標題 ダケカンバ産地試験を用いた葉形質の種内変異と気温上昇による変化の検出 |
| 3. 学会等名 日本森林学会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|-------------------------------------------|
| 1. 発表者名 棚田みのり、後藤晋、戸丸信弘、本間航介、小林元、津村義彦 |
| 2. 発表標題 ダケカンバ相互移植実験における産地・環境・樹形の関係性の解析 |
| 3. 学会等名 日本森林学会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 相原隆貴、荒木響子、Ragini Sarmah、蔡一涵、後藤晋、戸丸信弘、本間航介、高木正博、吉田俊也、飯尾淳弘、永松大、久本洋子、廣田充、津村義彦 |
| 2. 発表標題 森林限界および南限集団のダケカンバ苗木の生存率・生長の低下:気候環境・遺伝的多様性の影響 |
| 3. 学会等名 森林遺伝育種学会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 Takaki AIHARA, Kyoko ARAKI, Ragini SARMAH, Yihan CAI, Aye Myat Myat PAING, Susumu GOTO, Yoko HISAMOTO, Haruhiko TANEDA, Nobuhiro TOMARU, Kousuke HOMMA, Masahiro TAKAGI, Toshiya YOSHIDA, Atsuhiko IIO, Dai NAGAMATSU, Hajime KOBAYASHI, Kentaro UCHIYAMA, Mitsuru HIROTA, Yoshihiko TSUMURA |
| 2. 発表標題 Declining survival, size and growth in <i>Betula ermanii</i> seedlings from marginal climates and genetically isolated populations |
| 3. 学会等名 PAG30 (国際学会) |
| 4. 発表年 2024年 |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 AYE MYAT MYAT PAING ・Shufen CHEN ・Kyoko ARAKI ・Takaki AIHARA ・Mitsuru HIROTA ・Yoshihiko TSUMURA ・Nobuhiro TOMARU ・Kousuke HOMMA ・Toshiya YOSHIDA ・Hajime KOBAYASHI ・Atsuhiko IIO ・Dai NAGAMATSU ・Masahiro TAKAGI ・Haruhiko TANEDA ・Yoko HISAMOTO ・Susumu GOTO |
| 2. 発表標題 Effects of elevated temperature on survival and growth of <i>Betula ermanii</i> two years after transplantation |
| 3. 学会等名 日本森林学会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 AYE MYAT MYAT PAING ・Shufen CHEN ・Kyoko ARAKI ・Takaki AIHARA ・Mitsuru HIROTA ・Yoshihiko TSUMURA ・Nobuhiro TOMARU ・Kousuke HOMMA ・Toshiya YOSHIDA ・Hajime KOBAYASHI ・Atsuhiko IIO ・Dai NAGAMATSU ・Masahiro TAKAGI ・Haruhiko TANEDA ・Yoko HISAMOTO ・Susumu GOTO |
| 2. 発表標題 Patterns of Survival and Growth of <i>Betula ermanii</i> After Transplanting to Warm Sites |
| 3. 学会等名 森林遺伝育種学会大会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 | AYE MYAT MYAT PAING, Nobuhiko SHIGYO, Yoshihiko TSUMURA, Masahiro TAKAGI, Yoko HISAMOTO & Susumu GOTO |
| 2. 発表標題 | Diversity of soil fungal communities associated with <i>Betula ermanii</i> in five transplanted sites |
| 3. 学会等名 | 3rd International Symposium of Long-term Forest Monitoring Research in Asia |
| 4. 発表年 | 2023年 |

| | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 | AYE MYAT MYAT PAING, Nobuhiko SHIGYO, Yoshihiko TSUMURA, Masahiro TAKAGI, Yoko HISAMOTO & Susumu GOTO |
| 2. 発表標題 | The Relationship between Soil Fungal Communities and Growth of Three <i>Betula ermanii</i> Populations in Five Planting Sites |
| 3. 学会等名 | 日本森林学会大会 |
| 4. 発表年 | 2023年 |

| | |
|---------|--------------------------------------------|
| 1. 発表者名 | 荒木響子；相原隆貴；後藤 晋；飯尾淳弘；津村義彦 |
| 2. 発表標題 | 地球温暖化を想定したダケカンバ産地試験を用いた樹木の形態形質への影響評価と遺伝的関連 |
| 3. 学会等名 | 森林遺伝育種学会 |
| 4. 発表年 | 2021年 |

| | |
|---------|--------------------------------------------------------|
| 1. 発表者名 | 相原隆貴；荒木響子；後藤 晋；戸丸信弘；本間航介；高木正博；吉田俊也；飯尾淳弘；永松 大；久本洋子；津村義彦 |
| 2. 発表標題 | ダケカンバ産地試験を用いた葉形質の種内変異と気温上昇による変化の検出 |
| 3. 学会等名 | 森林遺伝育種学会大会 |
| 4. 発表年 | 2021年 |

〔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 |
|-------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 永松 大 (Matsunaga Dai) (20353790) | 鳥取大学・農学部・教授 (15101) | |
| 研究分担者 | 小林 元 (Kobayashi Hajime) (40325494) | 信州大学・学術研究院農学系・准教授 (13601) | |
| 研究分担者 | 内山 憲太郎 (Uchiyama Kentaro) (40501937) | 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 (82105) | |
| 研究分担者 | 戸丸 信弘 (Tomaru Nobuhiro) (50241774) | 名古屋大学・生命農学研究科・教授 (13901) | |
| 研究分担者 | 本間 航介 (Honma Kosuke) (50323960) | 新潟大学・佐渡自然共生科学センター・准教授 (13101) | |
| 研究分担者 | 吉田 俊也 (Yoshida Toshiya) (60312401) | 北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授 (10101) | |
| 研究分担者 | 後藤 晋 (Goto Susumu) (60323474) | 東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・准教授 (12601) | |

6. 研究組織（つづき）

| | 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 |
|-------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 久本 洋子 (Hisamoto Yoko) (60586014) | 東京大学・大学院農学生命科学研究科（農学部）・助教 (12601) | |
| 研究分担者 | 高木 正博 (Takagi Masahiro) (70315357) | 宮崎大学・農学部・教授 (17601) | |
| 研究分担者 | 森 英樹 (Mori Hideki) (80827551) | 国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・研究員 (82105) | |
| 研究分担者 | 廣田 充 (Hirota Mitsuru) (90391151) | 筑波大学・生命環境系・教授 (12102) | |
| 研究分担者 | 種子田 春彦 (Taneda Haruhiko) (90403112) | 東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・准教授 (12601) | |
| 研究分担者 | 飯尾 淳弘 (Iio Atsuhiro) (90422740) | 静岡大学・農学部・准教授 (13801) | |

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