

令和 4 年 5 月 30 日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H03835

研究課題名(和文) 気候変化による山地林の分布移動速度とその要因

研究課題名(英文) Distribution shift of montane forests and its speed along climate change

研究代表者

中静 透 (Nakashizuka, Tohru)

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(移行)

研究者番号：00281105

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：中部山岳地帯から東北地方の17座の山地林において、過去30年間の林冠動態を解明した。ドローンによる撮影データと、空中写真によるデータを合わせて解析し、林冠動態パラメータとして林冠木の樹冠面積等を測定した結果、1980年代から2010年代の約30年間で、針葉樹の樹冠面積や針葉樹率の年平均変化率は多くの調査地でプラスの値を示した一方、落葉広葉樹の樹冠面積の変化率は調査地によってプラスの場合もあればマイナスの場合もあった。また、分布の上限と下限では、分布変化速度に影響を与える要因が異なることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、日本の冷温帯山地林で、過去30年間の樹木の分布変化速度を推定し、それらを決定する要因を明らかにした。これらの成果は、森林衰退など脆弱性評価、森林に対する気候変化適応策の具体的手法などに関する基礎的知見を提供するのみならず、生態系適応策の社会的意義やその適用時期、優先順位などを現実的に明確にするためにも重要である。

研究成果の概要(英文)：Forest canopy dynamics over the past 30 years were elucidated in 17 montane forests in the central to northern part of the Honshu Island in Japan. We measured the changes of canopy area by analyzing the past aerial photos and the photos took by drone for this time together. The results showed that the average annual rate of change in the canopy area of conifers was positive in many sites, while the rate of change in the canopy area of deciduous broadleaf trees was positive in some sites and negative in others, over a 30-year period from the 1980s to the 2010s. We also found that the factors affecting the rate of change in tree distribution were different at the upper and lower limits of the distribution.

研究分野：森林生態学

キーワード：気候変動 分布移動速度 環境要因 景観要因 炭素循環

### 1. 研究開始当初の背景

IPCC AR5 などに報告されているように、気候変化は避けられない状況にあり、生態系に及ぼす影響も大きな問題となっている。気候変化が生態系に与える最も大きな影響の一つは、生物や生態系の分布変化であり、世界中の生態系についてその変化予測が行われてきた (Elith and Leathwick 2009 など)。また、予想される変化に対して、生態系の保全や生態系サービスの低下防止などの適応策を確立するためには、変化速度の推定が重要であるが、多くの研究は分布変化モデルによる生育可能環境の予測が主であり (Loarie et al. 2009)、**実際の変化速度**については不明な部分が多く、わずかに得られた観測データからも両者のかい離が指摘され (Chen et al. 2011)、予測の大きな不確実性をもたらしている。森林生態系の分布についても、水平・垂直的な分布シフトが予測されているが、その多くは分布の変化というより、生育環境の変化を予測したものであり、**実際の変化速度**についての研究は少ない。しかし、実際には日本でも平均気温が過去 100 年間に 1°C 以上も上昇しており (気象庁 2009)、生態系の分布にも影響はすでに出ていると考えられる。これまで、この変化速度を実測した研究としては、過去の研究データとの比較や、年輪年代学的研究などが多かったが、これらの手法は地域やデータ量に限りがあり、広域的な把握には適していない。最近になって過去および現在の**空中写真を用いた手法**が提案されているが (Shimazaki et al. 2011, Greenwood et al. 2014)、その手法が十分に開発されていない現状がある。私たちの研究グループは、八甲田山全域の亜高山帯針葉樹林について、過去および現在の空中写真から過去 30 年間の分布変化を解析し、高標高域への分布シフトとそのスピードを明らかにした (Shimazaki et al. 2011)。さらに、この手法を発展させ、日本の中部から北海道への山域全体での高木限界の移動とその速度を実測するとともに、速度にかかわる環境要因の特定にも成功した (Iwai et al, 投稿準備中)。広域に森林帯の移動とその速度を実測した研究としては、世界的にもほとんど例のない研究である。今回提案する研究では、この手法と現地調査や、従来型の分布モデルを併用して、日本全域における**山地帯落葉広葉樹林の分布シフトとその速度**を明らかにすることを目的とする。これまでの研究では亜高山帯の常緑樹の分布を扱ってきたが、落葉広葉樹では常緑樹で用いた手法の一部が使えないため、現地調査などとの併用を行う必要がある。これまで行った予備的調査により、**①亜高山帯林の下限は上昇しつつあるものの、山地帯落葉広葉樹林の上限があまり上昇していない。②山地帯落葉広葉樹林の下限付近では、森林が衰退する現象がみられる。**というような作業仮説が得られている。両仮説ともに、森林帯の移行が円滑に行われず、生態系としての衰退が懸念されることを示唆しており、このことは生態系サービスの劣化という人間社会にとっても重要な影響をもたらす可能性がある。冷温帯林の分布移動とその速度、それらを決定する要因、さらには森林衰退の可能性などを明らかにすることは、生態系**適応策の社会的意義**やその**適用時期、優先順位**などを現実的に明確にするためにも重要である。

### 2. 研究の目的

気候変化により森林帯分布の移動が予測されているが、実際の分布移動速度は不明なことが多く、樹木の寿命や更新の成否によって環境変化のスピードから予測される速度と異なる可能性がある。分布変化速度には地理的変異もあり、脆弱性も異なると予想される。本研究では、過去および現在の空中写真解析と現地調査、分布モデルによる予測などを組み合わせ、日本の山地 (冷温) 帯林の分布上限および下限についてその変化速度を実測し、気候変化速度と比較するとともに、その要因を特定することを目的とする。そのために、a) 山地帯落葉樹林の分布モデルの作成、b) 空中写真解析による過去 30 年間の林冠動態の測定、c) b) と同じ調査地における林冠構成種交代および更新実態の解明、d) 山地帯落葉樹林の下限および上限の移動速度の実測値と分布モデルからの予測値との比較、および移動速度にかかわる要因 (気候条件、地形、林床植生) の解明、を達成目標とする。

### 3. 研究の方法

日本全域の山地帯落葉樹林について、その分布上限および下限の動態を以下の手法により明らかにする。

**a) 山地帯落葉樹林の分布モデル**

環境省の植生図データや林野庁の森林資源量調査、現在の気候データなどのデータベースを用い、機械学習法 (Random forest などを想定) により山地帯落葉広葉樹林の分布モデルを作成する。作成されたモデルを気候変動シナリオ (MIROC および MRI の, RCP2.6, 4.5, 8.6 などを想定、新しい高解像度シナリオがあればそれも利用する) にあてはめ、将来 (2100 年) における分布環境予想図を作成する。さらに、現在と将来の分布確率の差から脆弱性マップを作製する。

**b) 過去および現在の空中写真を用いた解析**

分布上限については、現在亜高山帯林および山地帯林が接している推移帯で、かつ人為的影響の少ない状態で残存する場所を、推移帯全体にまたがる形で調査地を選定する。下限については、原生的な低山帯森林が山地林と接する環境は著しく少ないため、a) で作成した脆弱性マップを参考に、気候変化に対する脆弱性が高く人為的影響の少ない冷温帯林が残存する場所を調査地として選定する。両者とも、おおむね 30 か所以上の山域にそれぞれ数 ha 以上の調査地を想定している。これらの地域の 1980 年代 (過去) および 2010 年代 (現在) の空中写真を外部標定計測データとともに入手し、Stereo Viewer を用いて、過去 30 年間の林冠ギャップの動態 (林冠木の枯死速度、林冠ギャップの修復速度) を実測する。また、下限においては、対象地域の森林としての孤立状態 (低山帯の森林の有無、孤立度などを含む) も把握する。

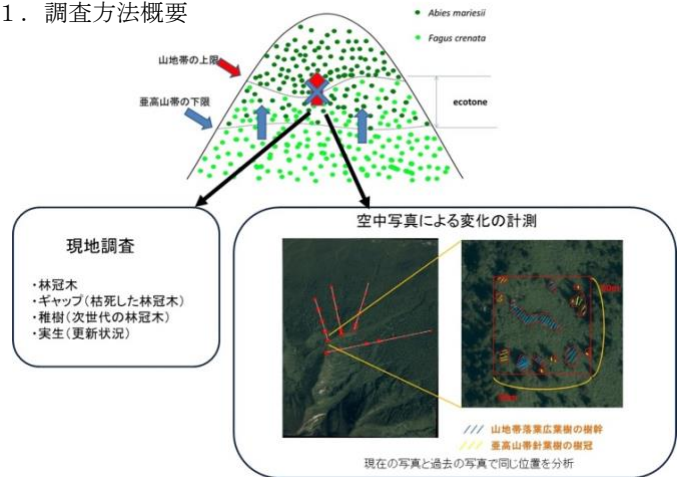
**c) 林冠構成種交代および更新の実態**

b) と同じ調査地において、林冠構成種の交代および更新実態について現地調査を行う。空中写真で林冠動態を把握した地域で可能な限りギャップを GPS で特定し、枯死木の樹種やギャップ周辺の林冠構成種を同定するとともに、林冠ギャップで更新する稚樹および幼木を記録する。また、林床植生の構成種やその植被率を記録する。これらのデータから、同種の更新や推移帯での樹種交代が起こっているかどうかを解析する。

**d) エコトーン (落葉広葉樹林と常緑針葉樹林の推移帯) の上部および下部の移動速度と要因の分析**

a) ~ c) のデータをまとめ、それぞれの調査地の気候条件、地形、孤立度、林床植生などの要因データを整備し、エコトーンの上および下部における落葉広葉樹や常緑針葉樹の移動とその速度を明らかにする。また、それを分布モデルからの推定と比較し、変化スピードやその要因に関して、両者のかい離にかかわる環境要因を解析する。特に、森林衰退が起こっている場合には、その生態学的要因を特定する。

図 1. 調査方法概要



#### 4. 研究成果

a)の結果から、中部山岳地帯から東北地方の山地林において、図2に示した17座の調査地が選定された。過去30年間の林冠動態を解明するため(上記b))、ドローンによる撮影データと、空中写真によるデータを合わせて解析し、各調査地(で林冠動態パラメータとして林冠木の樹冠面積等を測定した(図3)。その結果、1980年代から2010年代の約30年間で、針葉樹率や針葉樹の樹冠面積の年平均変化率(%/y)は多くの調査地でプラスの値を示した一方、落葉広葉樹の樹冠面積の変化率は調査地によってプラスの場合もあればマイナスの場合もあった(表1)。これは、落葉広葉樹では、冷温帯のブナと亜高山帯のダケカンバの区別、針葉樹では冷温帯のヒメコマツ、ウラジロモミなどと亜高山帯のシラビソ、オオシラビソ、コメツガ、トウヒなどとの区別が困難である地域もあるためと考えられ、課題を残した。

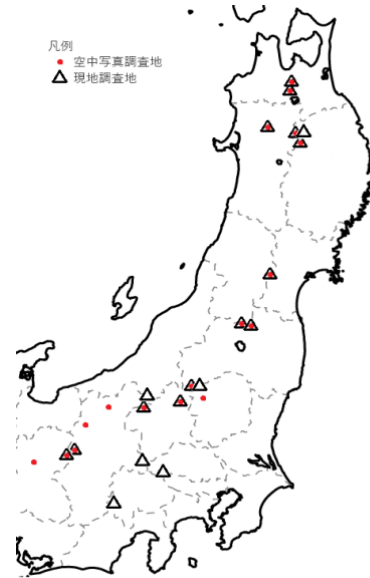


図2. 空中写真調査と現地調査の調査地位置図

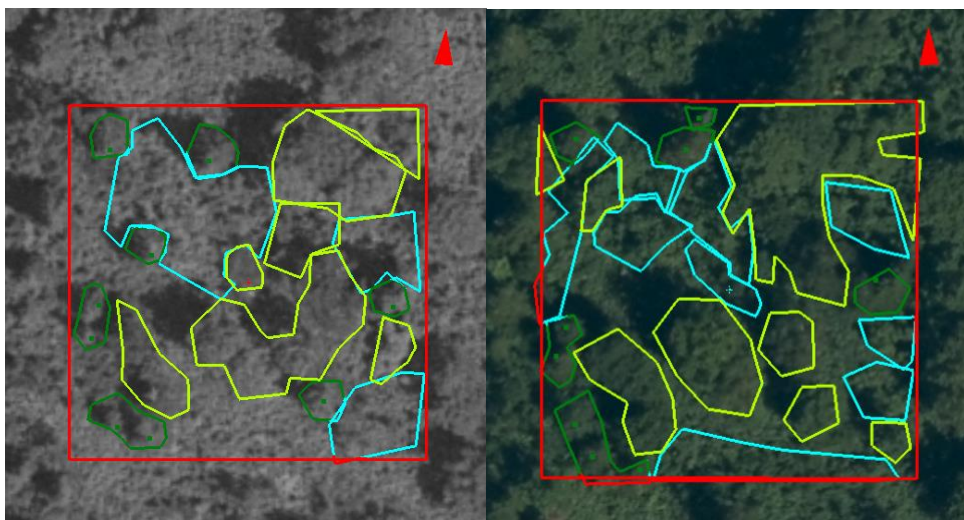


図3. 過去-現在の写真の比較(左図1982年撮影、右図2013年撮影)。

赤色の正方形で囲われた部分が50×50mのプロット。緑色を針葉樹樹冠面積、黄緑色を広葉樹樹冠面積、水色を低木面積、残りの部分をササ面積として測定。八甲田山西面・17番プロットの図。

表1. 各植生がプロット面積に占める割合の年平均変化率(%/y)。針葉樹率の山ごとロジスティック回帰を行った山は右端に丸を記す。

|       | 針葉樹面積     | 広葉樹面積     | 林冠植生      | 針葉樹率      | 低木面積      | ササ面積      | 低木植生      | ロジスティック回帰 |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 八甲田北  |           | 0.317 **  | 0.327 **  |           | -0.45 *** |           | -0.33 **  | ○         |
| 八甲田西  |           |           |           |           |           |           |           | ○         |
| 森吉山   | -0.1 **   |           |           |           |           |           |           | ○         |
| 八幡平   |           | 0.209 *   |           | -0.27 **  |           |           |           | ○         |
| 姥倉山   | 0.227 *** | -0.18 **  |           | 0.25 ***  | -0.31 **  | 0.262 *** |           | ○         |
| 蔵王    |           |           |           |           | -0.18 *   |           |           | ○         |
| 西大嶺   | 0.212 *** |           |           | 0.38 ***  |           |           |           | ○         |
| 東吾妻   |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 燧ヶ岳   | 0.113 *** | 0.319 *** | 0.432 *** |           | -0.36 *** |           | -0.43 *** |           |
| 武尊山   |           | -0.59 *** | -0.59 *** | 0.274 **  | 0.271 **  | 0.317 *** | 0.589 *** |           |
| 乙斐山   |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 白根山   | 0.294 *** |           | 0.348 **  | 0.342 *** |           | -0.15 *   | -0.35 **  |           |
| 桐池    | 0.122 **  | 0.261 *   | 0.383 *** |           | -0.38 **  |           | -0.38 *** | ○         |
| 野反湖   |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 猿ヶ馬場山 | 0.185 *** |           | 0.165 *   | 0.371 *** |           |           | -0.16 *   | ○         |
| 徳本峠   | 0.2 **    |           |           | 0.187 **  |           |           |           |           |
| 焼岳    | 0.1 *     | 0.393 **  | 0.49 **   |           | -0.33 *   |           | -0.49 **  |           |

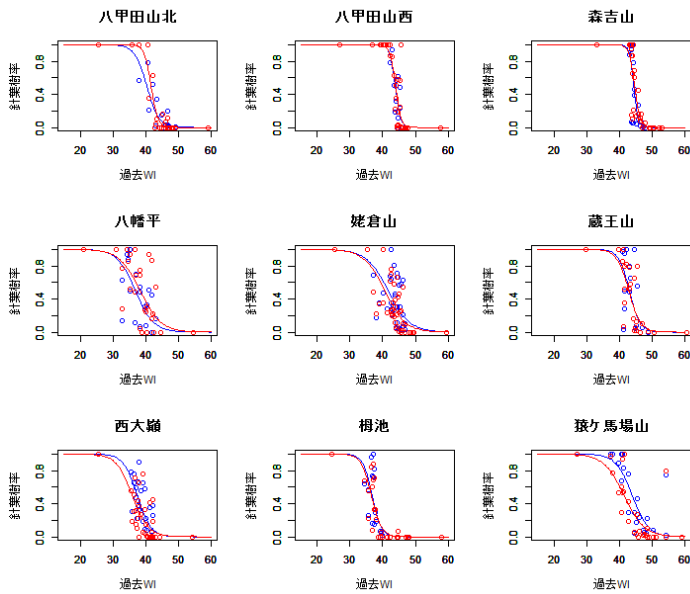


図 4. 山地ごと針葉樹率ロジスティック回帰図。

高標高に広葉樹の出現した 8 山地を除く 9 山地について山地ごとに行った針葉樹率のロジスティック回帰結果。赤丸は過去の針葉樹率、青丸は現在の針葉樹率を示し、実線は  $p < 0.05$  で示したロジスティック曲線を表す。

また、上記 c) に関連し、林冠構成種の交代および更新実態について現地調査を行った結果、暖かさの指数 (WI) が高いところではブナが多くなり、WI が低いところでは針葉樹が多くなり、暖かさの指数の変化に応じて樹種交代が起こる可能性が示唆された。さらに、上記 d) に関連し、落葉広葉樹と常緑針葉樹の推移帯であるエコトーン上部と下部で落葉広葉樹率と針葉樹率の変化速度を決定する要因を解析した。その結果、針葉樹率の変化速度に対し、エコトーン上部では緯度、過去積雪深、降水量変化、エコトーン下部では WI 変化、緯度、過去針葉樹面積というように、分布の下限とそうでない部分では変化速度に影響を与える要因の重要度が異なることがわかった。

本研究により、山地林における樹木の実際の分布変化速度と、その変化速度に影響を与える要因を明らかにすることができた。

ブナ-針葉樹ロジスティック曲線

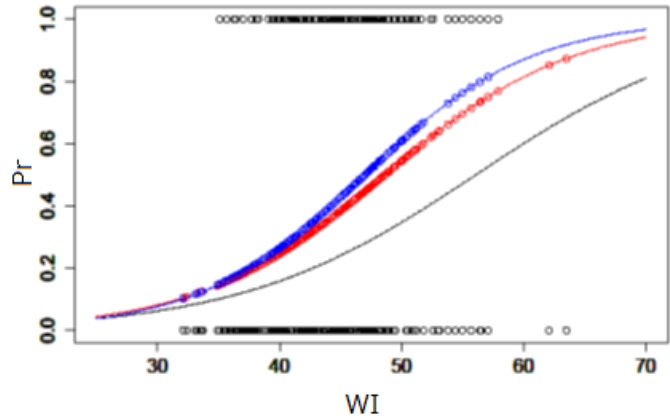


図 5: ブナ-針葉樹ロジスティック曲線

黒が枯死木、赤が成木、青が若木を示す。ブナから針葉樹の種交代についてブナを 1、針葉樹を 0 として枯死木、成木、若木の 3 世代についてロジスティック回帰をした図であり、縦軸の Pr が 0 から 1 に近づくにしたがってブナが多くなる。

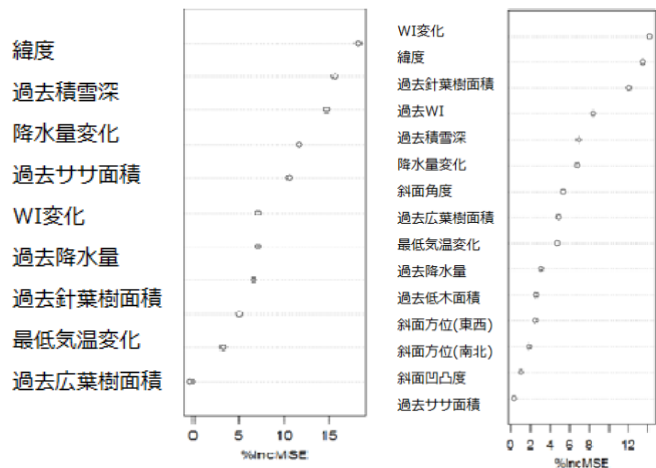


図 6: 針葉樹率の変化速度に対する各要素の重要度  
左がエコトーン上部、右がエコトーン下部の結果。



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 7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<br>Suzuki, M., Umeki, K., Orman, O., Shibata, M., Tanaka, H., Iida, S., Nakashizuka, M. Masaki, T.                | 4. 巻<br>191             |
| 2. 論文標題<br>When and why trees decrease their resource allocation to apical growth? The importance of reproductive onset. | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>Oecologia  | 6. 最初と最後の頁<br>39-49     |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1007/s00442-019-04477-y   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |
| 1. 著者名<br>Masaki, M., Nakashizuka, T., Niiyama, K., Tanaka, H., Iida, S., Bullock, J.M., & Naoe, S.                      | 4. 巻<br>128             |
| 2. 論文標題<br>Impact of the spatial uncertainty of seed dispersal on tree colonization dynamics in a temperate forest       | 5. 発行年<br>2019年         |
| 3. 雑誌名<br>Oikos  | 6. 最初と最後の頁<br>1816-1828 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1111/oik.06236  | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する            |
| 1. 著者名<br>高野（竹中） 宏平・日比野研志・小黒芳生・高藪出・中静透   | 4. 巻<br>6               |
| 2. 論文標題<br>気候変動に伴うモウソウチク・マダケ竹林の潜在生育域拡大の予測  | 5. 発行年<br>2018年         |
| 3. 雑誌名<br>JATAFF ジャーナル   | 6. 最初と最後の頁<br>1-5       |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |
| 1. 著者名<br>中静 透   | 4. 巻<br>27              |
| 2. 論文標題<br>日本の植生の豊かさと精油  | 5. 発行年<br>2018年         |
| 3. 雑誌名<br>aromatopia   | 6. 最初と最後の頁<br>6-9       |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし   | 査読の有無<br>無              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名<br>石橋史朗・谷口哲郎・中静 透・石田 清・蒔田明史・赤田辰治・神林友広・齋藤宗勝・松井 淳・神<br>真波・中山隆志・平川久仁夫・石橋育子・日下部玄 | 4. 巻<br>27            |
| 2. 論文標題<br>白神山地ブナ林の100年モニタリング   | 5. 発行年<br>2018年       |
| 3. 雑誌名<br>自然保護助成基金助成成果報告書   | 6. 最初と最後の頁<br>349-357 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし  | 査読の有無<br>無            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Jacob Usinowicz, Chia-hao Chang-Yang, Yu-Yun Chen, James S. Clark, Christine Fletcher, nancy C.<br>Garwood, Zhanqing hao, Jill Johnstone, Yiching Lin, Margaret R. Metz, takashi Masaki, tohru<br>nakashizuka, I-Fang Sun, Renato Valencia, Yunyun Wang, Jess K. Zimmerman, Anthony R. Ives& S.<br>Joseph Wright | 4. 巻<br>550           |
| 2. 論文標題<br>Temporal coexistence mechanisms contribute to the latitudinal gradient in forest diversity  | 5. 発行年<br>2017年       |
| 3. 雑誌名<br>Nature   | 6. 最初と最後の頁<br>105-108 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1038/nature24038  | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>該当する          |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Takano, K.T., Hibino, K., Numata, A., Oguro, M., Aiba, M., Shiogama, H., Takayabu, I. &<br>Nakashizuka, T.  | 4. 巻<br>7               |
| 2. 論文標題<br>Detecting latitudinal and altitudinal expansion of invasive bamboo <i>Phyllostachys edulis</i> and <i>P.</i><br><i>bambusoides</i> (Poaceae) in Japan to project potential habitats under 1.5 C-4.0 C global warming | 5. 発行年<br>2017年         |
| 3. 雑誌名<br>Ecology and Evolution   | 6. 最初と最後の頁<br>9848-9859 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1002/ece3.3471   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>正木隆, 中静透, 新山馨, 田中浩, 飯田滋生     | 4. 巻<br>16            |
| 2. 論文標題<br>小川試験地における29樹種の胸高直径 - 樹高関係   | 5. 発行年<br>2017年       |
| 3. 雑誌名<br>森林総合研究所研究報告                  | 6. 最初と最後の頁<br>121-142 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし         | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名<br>Hikosaka, K., Kurokawa, H. Arai, T., Takayanagi, S., Tanaka, H., Nagano, S. & Nakashizuka, T.   | 4. 巻<br>109             |
| 2. 論文標題<br>Intraspecific variations in leaf traits, productivity, and resource use efficiencies in the dominant species of subalpine evergreen coniferous and deciduous broad-leaved forests along the altitudinal gradient | 5. 発行年<br>2021年         |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Ecology  | 6. 最初と最後の頁<br>1804-1818 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.1111/1365-2745.13603   | 査読の有無<br>有              |
| オープンアクセス<br>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<br>-               |

|   |                   |
|---|-------------------|
| 1. 著者名<br>高野 (竹中) 宏平・日比野研志・小黒芳生・高駈出・中静透 | 4. 巻<br>71        |
| 2. 論文標題<br>地球温暖化と北方の竹林                  | 5. 発行年<br>2020年   |
| 3. 雑誌名<br>北方林業                          | 6. 最初と最後の頁<br>5-8 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし          | 査読の有無<br>無        |
| オープンアクセス<br>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<br>-         |

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 2件)

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Kurokawa, H., Iida, Y., Naoe, S., Oguro, M. & Nakashizuka, T.   |
| 2. 発表標題<br>Ontogenetic variations in functional diversity of a woody species assemblage in a Japanese temperate forest |
| 3. 学会等名<br>第67回日本生態学会大会  |
| 4. 発表年<br>2020年  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Suzuki, M., Umeki, K., Orman, O., Shibata, M., Tanaka, H., Iida, S. Nakashizuka, T. & Masaki, T. |
| 2. 発表標題<br>Resource allocation of trees to apical growth maybe reduced after onset of stable reproduction   |
| 3. 学会等名<br>第67回日本生態学会大会   |
| 4. 発表年<br>2020年   |



|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>高野（竹中）宏平・日比野研志・小黒芳生・高藪出・中静透・尾関雅章・松井哲哉 |
| 2. 発表標題<br>産業管理外来種であるモウソウチクとマダケの潜在生育適域は気候変動で拡大する |
| 3. 学会等名<br>日本雑草学会大会                              |
| 4. 発表年<br>2020年                                  |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>遠山弘法・小山有夢・角谷拓・竹内やよい・中静透      |
| 2. 発表標題<br>ブナ・アカガシにおける分布域周縁部の個体群変化とその要因 |
| 3. 学会等名<br>第67回日本生態学会大会                 |
| 4. 発表年<br>2020年                         |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>河井 勇高, 柴田 嶺, 中静 透              |
| 2. 発表標題<br>高層湿原の縮小は融雪速度およびハイマツ侵入と関係しているか？ |
| 3. 学会等名<br>第66回日本生態学会大会                   |
| 4. 発表年<br>2019年                           |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>彦坂 幸毅, 黒川 紘子, 新井 孝尚, 高柳 咲乃, 田中 洋, 永野 聡一郎, 中静 透 |
| 2. 発表標題<br>針葉樹林と落葉樹林優占種の標高傾度に沿った葉形質、生産力、資源利用効率の種内変異       |
| 3. 学会等名<br>第66回日本生態学会大会                                   |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Nakashizuka, T.   |
| 2. 発表標題<br>ISPRS Technical Commission III WG III/2, 10 Joint Workshop              |
| 3. 学会等名<br>Climate change impacts on terrestrial ecosystems in Japan (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>小野田 雄介, 饗庭 正寛, 黒川 紘子, 兵頭不二夫, 市栄智明, 中静 透 |
| 2. 発表標題<br>樹木の機能形質の気温勾配の種内・種間パターン、および分布広さとの関係      |
| 3. 学会等名<br>第130回日本森林学会大会                           |
| 4. 発表年<br>2019年                                    |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>中静 透                             |
| 2. 発表標題<br>多雪地の森林の成りたち・管理とその恵み              |
| 3. 学会等名<br>日本森林学会公開シンポジウム「雪国の森と木を活かす」(招待講演) |
| 4. 発表年<br>2019年                             |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>小山 有夢, 饗庭 正寛, 小黒 芳生, 中静 透 |
| 2. 発表標題<br>分布環境辺縁部にあるブナ林に対する気候変動     |
| 3. 学会等名<br>第65回日本生態学会大会, 札幌          |
| 4. 発表年<br>2018年                      |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>松本 洋平, 饗庭 正寛, 黒川 紘子, 中静 透    |
| 2. 発表標題<br>季節と成長に伴う樹皮形質の変化：冷温帯林と暖温帯林の比較 |
| 3. 学会等名<br>第65回日本生態学会大会, 札幌             |
| 4. 発表年<br>2018年                         |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>中静 透                                   |
| 2. 発表標題<br>気候変動が生物多様性・生態系に与える影響とその対策              |
| 3. 学会等名<br>NPO法人環境生態工学研究所 (E-TEC) 第13期定時総会 (招待講演) |
| 4. 発表年<br>2017年                                   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Nakashizuka, T.   |
| 2. 発表標題<br>Effects of climate change on forest ecosystems in Japan                         |
| 3. 学会等名<br>The e-ASIA JRP Conference on Climatic Change and Natural Disaster (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年  |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>中静 透                                |
| 2. 発表標題<br>気候変動と森林生態系                          |
| 3. 学会等名<br>一般社団法人コンサベーション・アライアンス・ジャパン総会 (招待講演) |
| 4. 発表年<br>2021年                                |

〔図書〕 計3件

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| 1. 著者名<br>中静 透 (分担執筆) | 4. 発行年<br>2019年     |
| 2. 出版社<br>東京大学出版会     | 5. 総ページ数<br>25 - 40 |
| 3. 書名<br>人と自然の環境学     |                     |

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| 1. 著者名<br>松田裕之・中静 透 (分担執筆) | 4. 発行年<br>2019年       |
| 2. 出版社<br>丸善               | 5. 総ページ数<br>420 - 421 |
| 3. 書名<br>リスク学事典            |                       |

|                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| 1. 著者名<br>中静 透・菊澤喜八郎 (編・著) | 4. 発行年<br>2018年 |
| 2. 出版社<br>共立出版             | 5. 総ページ数<br>268 |
| 3. 書名<br>森林の変化と人類          |                 |

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|               | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                      | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                      | 備考 |
|---------------|--|--|----|
| 研究<br>分担<br>者 | 饗庭 正寛<br><br>(Aiba Masahiro)<br><br>(80751990) | 総合地球環境学研究所・研究部・特任助教<br><br><br><br>(64303) |    |

6. 研究組織（つづき）

|                   | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                        | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)  | 備考 |
|-------------------|--|--|----|
| 研究<br>分<br>担<br>者 | 黒川 紘子<br><br>(Kurokawa Hiroko)<br><br>(70515733) | 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<br><br><br><br><br>(82105) |    |

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