



関係機関御中

2020年10月15日

『北海道内9試験地の4万本の成長データから評価』

成長が最も優れるトドマツの産地を見える化しました

北海道に自生し、人工林に最も植栽されているトドマツについて、北海道全域にまたがる様々な産地の苗木を全域にかけて設定した試験地へ植栽し、成長を調査しました。その結果、各産地のトドマツは由来地域の気候条件へよく適応する地域特性を持つことがわかりました。結果に基づいて最適な産地を予測し、現地産の苗木を造林に用いることが概ね適切であるという予測図を得ることができました。本成果は、トドマツの地域特性を踏まえたよりよい木材の生産に貢献できます。

【トドマツと種苗の利用について】

トドマツは北海道全域に天然分布する北方系の常緑針葉樹で人工林の蓄積（存在する量）が最も多い樹種です。人工林では主伐期（収穫の適期）を迎え、これからは再生林に向けた種苗（種子と苗木）の需要増加が見込まれています。トドマツの場合、地域適応性が反映されるように5区分とした需給地域区分（図1）に則り、基本的に各区分内で種苗配布・造林利用を進めることとされています。

【地域適応性と最適な産地を調べました】

現行の種苗配布の仕組み（図1）はあるものの、よりよい造林利用を図るためには、北海道全域スケールでの最適な産地（種苗の由来地を指す）選択に関する情報が求められます。それにはまず、トドマツの地域適応性（様々な産地のトドマツが示す適応の実態）を理解する必要があります。

林業試験場では、北海道全域にまたがる様々な産地のトドマツ苗木を1ヶ所に植栽する産地試験を、道内9ヶ所に設定するという大規模な試験を実施し、成長を追跡調査してきました。わたしたちはその植栽10年後の4万本の成長データを用いることで、適/不適を踏まえた最適な産地の評価に成功しました。

【現行の種苗配布の適切さが示されました】

まずは、産地や試験地の情報をその土地の気候情報へ置き換え、どんな気候からどんな気候へ苗木を持って行くと成長がどうなるか、機械学習の一つを用いて調べました。すると、冬期の日照や積雪条件のズレが大きいほど成長が悪くなり、各産地のトドマツは自生する地域の気候条件に適応するような地域特性を有していることがわかりました。

この結果に基づいて、最も優れた成長を示す産地を北海道内の各地点において予測し、見える化しました（図2）。大半の地点において、同じ地域を産地とする種苗を用いることが最適である（図中、地域■と同じ色が選択される）ことがわかりました。これは、概ね現行の仕組みが適切であることを示しています。

本成果は国際科学誌 Forests に掲載されました。これから植栽されるトドマツも、地域適応性を踏まえ、適した種苗の産地選択がなされることに期待します。

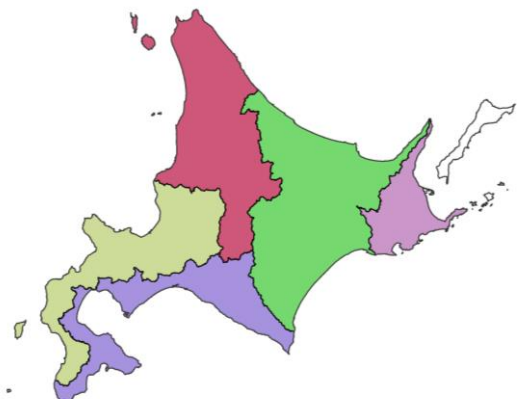


図1. 現行の需給地域区分

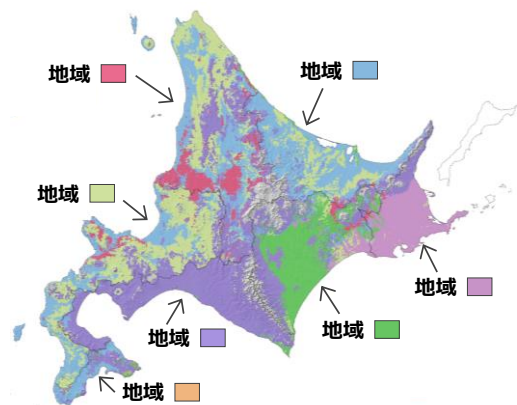


図2. 可視化した最適な産地（色別で表示）

研究では7地域を用意して産地候補としています。発表論文（Tsuyama et al. 2020）の図を改変

【本成果にかかる補足情報】

- 本成果は、林業試験場と国立大学法人東京大学と国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所北海道支所との共同研究にもとづいています（下記の研究経緯参照）。
- 植栽後の苗木の成長には、もともと有する遺伝的な成長能力と、ある産地からある試験地へ植栽された際に生じる気候差（気候条件のズレ）の両方が影響するとわたしたちは考えました。しかも、どんな気候条件が影響するか、どのように影響するか、は産地によって異なると考えました。このような解析は煩雑なため、機械学習の一つである「多変量ランダムフォレスト」と呼ばれる手法を用いて解析し、評価を行いました。
- 解析により、多くの産地において「冬期の日照量」「最大積雪深」の影響が大きいこと、産地と植栽地との間でこれらの気候条件のズレが大きいほど成長が悪いことが示されました。これらの気候条件は太平洋側から日本海側にかけて地理的に徐々に変わります。自生地域の気候に適應するようなトドマツの特性を示す結果であるとみられます（※学術的には「局所適應」と呼びます）。
- 図2は、解析結果をもとに、任意の地点（任意の気候条件）に各地域のトドマツを植栽した際の成長を予測し、産地ごとに比較することで得られた予測図です。植栽地点と同一の地域、すなわち現地産の種苗を選択することの適切さが図より読み取れ（地域■と同じ色が選択される）、とくに太平洋側に面した地域で明瞭です。ただし、道北などそれにそぐわない地点もみられます。解析結果に基づけば、その場合には遠方の産地や、植栽地より暖かい産地を避けた種苗導入が望まれるとの提言もできました。よりよい産地選択の在り方はまだ検討の余地があるかもしれません。

【トドマツに関連する事業と研究の経緯】

- 1950年代～；わが国で林木育種事業が開始。この中で、トドマツにおいても、北海道全域より成長性などに優れた個体（精英樹という）が選抜される。
- 1970年代；林業試験場は、北海道全域にまたがって精英樹より種子を採取。その遺伝的特性（地域特性を含む）を試験するため、試験用の苗木を仕立てる。
- 1980年；林業試験場は、北海道全域にまたがるように9試験地（函館、倶知安、新冠、美唄、美深、興部、北見、池田、厚岸）を設定し、大規模なトドマツ産地試験を開始。試験地を所有する北海道水産林務部（当時は林務部）とともに、定期的な調査を開始する。
- 1980年代；北海道の気候特性やトドマツの遺伝的特性を勘察し、北海道を5つに分けた需給地域区分（図1）を設定。北海道の所有する採種園（林業用に用いる種子を採取することを目的とした林）は、この地域区分に則って運用される。
- 2016～2019年；林業試験場（担当；石塚航博士）、東京大学（後藤晋准教授^{※リーダ}、種子田春彦助教）、森林総合研究所北海道支所（津山幾太郎博士、北村系子博士）と共同で、トドマツの地域適応性に関する研究に着手。上述の産地試験のデータに基づき、最適な産地の可視化に成功。
- 2020年；研究成果をとりまとめ、国際科学誌において発表。

【論文の詳細】

著者：Tsuyama Ikutaro, Ishizuka Wataru, Kitamura Keiko, Taneda Haruhiko, and Goto Susumu（津山幾太郎，石塚航，北村系子，種子田春彦，後藤晋）

表題：Ten years of provenance trials and application of multivariate random forests predicted the most preferable seed source for silviculture of *Abies sachalinensis* in Hokkaido（植栽後10年の産地試験と多変量ランダムフォレストを用いた北海道のトドマツ造林に最適な種子産地の予測）

掲載誌情報：Forests, 11号, 記事1058, doi:10.3390/f11101058（オンライン掲載論文）

掲載日：2020年9月30日

掲載先URL：<https://www.mdpi.com/1999-4907/11/10/1058>（※論文は無料公開）

問合せ先	北海道立総合研究機構森林研究本部 林業試験場 企画調整部普及グループ 住所：〒079-0198 北海道美唄市光珠内町東山 電話：0126-63-4164（代表） ※月～金（8:45～17:30） E-mail：forestry@hro.or.jp（お問い合わせ用代表メール）
※論文執筆者（担当者）連絡先	保護種苗部 育種育苗グループ 石塚航 E-mail：ishizuka-wataru@hro.or.jp 電話：0126-63-4164（内線303）