

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580195

研究課題名(和文) 光合成色素組成をマーカーとしたアスナロ属選抜系統の遺伝分析と育種への利用

研究課題名(英文) Genetic analyses of selected lines of Thujopsis species on the basis of composition and content of photosynthetic pigments, and application to their breeding

研究代表者

橋本 良二 (HASHIMOTO, RYOJI)

岩手大学・農学部・教授

研究者番号：80109157

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円、(間接経費) 1,260,000円

研究成果の概要(和文)：ヒバ天然林から選抜された系統について、葉の光合成色素をマーカーとして遺伝分析をおこない、現地植栽試験での成長と結びつけ、育種の方法を検討した。成長量と色素量は、系統間で有意に異なっていた。成長量はキサントフィル類と相関はなかったが、クロロフィル類とカロテン類で有意な相関があり、相関係数はカロテンで最も高かった。成長量は葉比重とも正の相関があり、カロテン量と葉比重との散布図より、これら二つの成長パラメーターを通して成長上位系統が特定された。開地で成長の良い系統は、樹下でも成長が良かった。多くの系統は樹下よりも開地で成長が良いが、一部に樹下で成長の良いものがあった。

研究成果の概要(英文)：Genetic analyses were done on the basis of composition and content of photosynthetic pigments, in connection with initial growth rates of planted seedlings, for Thujopsis lines selected from natural forests. Both growth rates and pigment contents differed among lines significantly. Growth rates were not correlated to contents of xanthophylls, but were to chlorophylls and carotenes; much higher correlation coefficients to alpha-carotene. Growth rates were closely related to specific leaf weight (SLW). The group of fast growing lines was specified throughout the two parameters of alpha-carotene and SLW. Growth responses of the lines were almost similar between in open and under-canopy planted-sites. Most of the lines showed higher growth rates in open site than in under-canopy site, but a part of lines higher growth rates in the under-canopy site.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：人工造林 複層林下木 初期成長 早生系統 耐陰性

1. 研究開始当初の背景

(1) ヒノキ科アスナロ属は日本固有で、南に基本種のアスナロ、北に変種のアスナロ(ヒバ)が分布する。ヒノキの生育に適さない日本海側や東北地方の寒冷多雪地帯では、同じヒノキ科に属するヒバに対する期待は大きい。

(2) ヒバは成長が遅いことから、これまであまり造林に使われてこなかった経緯があり、現在、初期成長の良い系統の選抜が望まれている。また、複層林下木としてヒバを使うケースが多くなっており、被陰環境下に適する系統の選抜も求められている。

(3) 本研究に先だっておこなわれた、森林総合研究所林木育種センターを核とした産学官共同研究(2006年~)において、ヒバ34系統の挿し木苗を樹下植栽し、成長経過を追跡したところ、成長量は系統間で大きく異なっていた。系統間の成長量のちがいは、クロロフィル類、キサントフィル類、カロテン系などの光合成色素の量のちがいと結びついていると見られた。

2. 研究の目的

葉の光合成色素の含有量と量的組成を遺伝マーカーとし、ヒバを主体とするアスナロ属選抜系統の遺伝分析をおこない、現地試験での初期成長特性と関連づけて系統をグループ分けし、開地あるいは複層林下木としての適性系統について、育種の方法を明確にするのが、本研究の目的である。

3. 研究の方法

(1) 開地植栽の育種保存園

森林総合研究所林木育種センター東北育種場のヒバ精英樹育種素材保存園(第1保存園)とヒバ遺伝資源保存園(第2保存園)で供試されている系統について、植栽個体の成長量調査と葉の光合成色素の分析定量をおこなった。第1保存園では2007年植栽区域における31系統について、第2保存園では2006年植栽の43系統について調査・分析をおこなった。2011年より毎年秋期に、植栽個体の地際直径、樹高、枝張長の測定をおこなった。

(2) 樹下植栽した小岩井(株)試験地

上記の開地での植栽試験と並行して、小岩井農牧(株)社有林で、第2保存園と同一の系統を用いて、同一時期に植栽をおこない、成長量を比較した。

(3) 光合成色素の分析

植栽個体梢端部の葉を採取し、大学の実験室に持ち帰り、冷凍庫に一時保管し随時取り出して、高速液体クロマトグラフィによりおこなった。これら色素の分析定量と並行して、鱗片葉の形態的特徴の観察とともに、比葉重

(SLW, kg(乾重) m⁻²)を測定した。

4. 研究成果

(1) 系統間における成長量及び色素量の差異

第1保存園および第2保存園の成長量調査では、地際直径、樹高、枝張長ともに、系統間に有意な差が認められた。また、光合成色素含有量についても、クロロフィル類、キサントフィル類、カロテン類のいずれにおいても、系統間で有意に異なっていた。

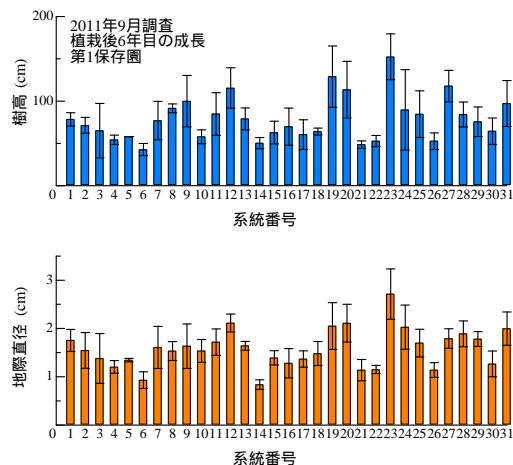


図1 系統間の成長量の差異

(2) 成長量と色素量との相関

第1保存園での成長量について、光合成色素含有量との相関をみたところ、キサントフィル類については有意な相関はみられなかったが、クロロフィル類とカロテン類で有意な相関が認められ、相関係数はクロロフィル類ではクロロフィルaで、カロテン類ではカロテンで高い値を示した。こうした相関分析の結果は、第2保存園で得られたデータにおいてもまったく同様であった。

樹高では、相関係数の高いものから順に、カロテン、クロロフィルa、クロロフィルb、カロテン、VAZ(ヴィオラキササンチン、アンテラキササンチン、ゼアキササンチンの合計)、ルテイン、ネオキササンチンであった。直径では、カロテンとVAZの順位が入れ替わった。相関係数は、とくにカロテンが高く、樹高で0.45($p < 0.01$)、直径で0.41($p < 0.01$)であった。

成長量との高い相関がクロロフィルaでみられたのは大いに納得のいくところであるが、カロテンとの高い相関については新発見であり、初期成長に優れた系統の育種に、重要な示唆を与えている。

クロロフィルa含有量に対するカロテン含有量(+)の比率は系統間で差異がなかったことから、カロテン含有量(+)に対するカロテン含有量の比率(カロテン比率)が系統間で異なっていることになる。

電子伝達系や二酸化炭素固定の効率や能

力との関連では、カロテン比率がそれらにダイレクトに結びついているわけではなく、過剰励起エネルギーの処理とのつながりが示唆された。

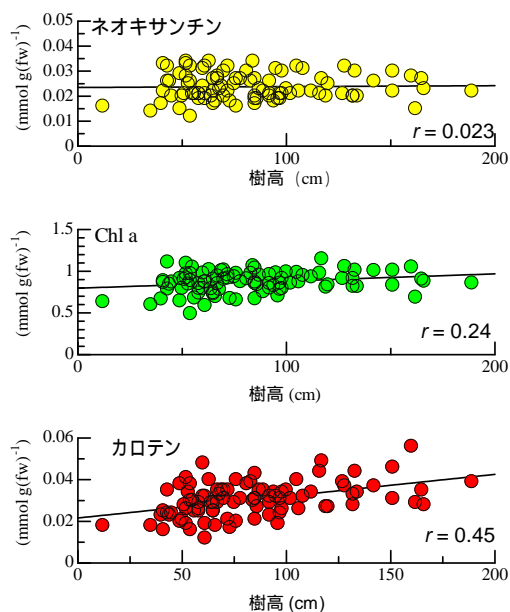


図2 葉の色素量と樹高との関係

(3) 育種の方法

成長量と比葉重との間に正の相関が認められ、相関係数は樹高で 0.31 ($p < 0.01$)、直径で 0.36 ($p < 0.01$) であった。第2保存園で扱った 32 系統について、成長量上位、中位、

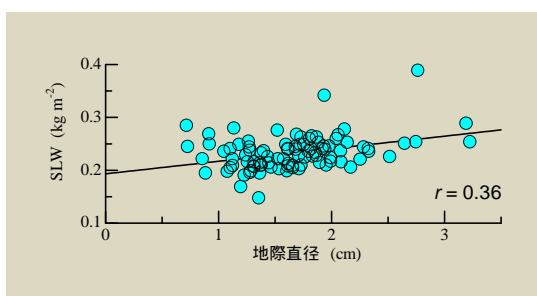


図3 SLWと地際直径との関係

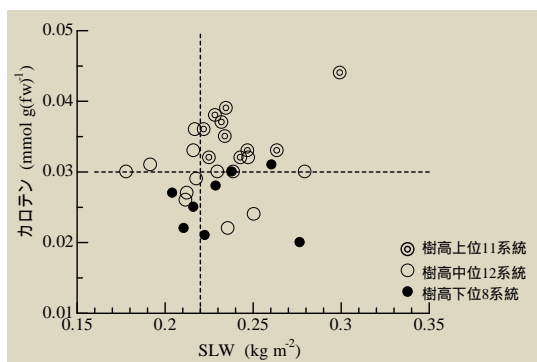


図4 上位系統の特定

下位に区分し、各系統についてカロテン含有量と比葉重 (SLW) との関係で散布図をつくり検討したところ、上位グループはこれら 2 変数でほぼ特定された。

(4) 開地適応系統と樹下適応系統

光環境に恵まれた開地での植栽成績と被陰状態の樹下での植栽成績を比べたところ、直径、樹高ともに、両サイトにおける系統の成長に高い相関があった。つまり、開地で成長の良い系統は樹下でも成長が良かった。多くの系統は、樹下よりも開地で良い成長を示したが、成長の遅い系統のなかにもむしろ樹下で成長の良いものがあり、陰地を好む性質が示唆された。これらの結果から、開地に適した系統と比較的明るい樹下に適した系統は一致すると考えられるが、比較的暗い樹下に適した系統については、これらと分けて育種を進める必要があるだろう。

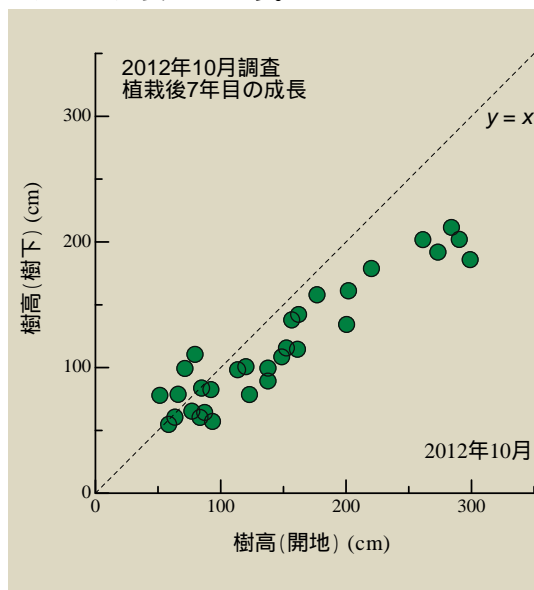


図5 開地と樹下での各系統の樹高成長の比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

橋本良二、星比呂志、柴田 勝、吉田弘行、白旗 学、ヒバ(ヒノキアスナロ)優良選抜系統の樹下植栽試験、岩手の樹木保全 2013、56-60、2014、査読無

橋本良二、星比呂志、佐藤香奈子、白旗 学、開地に植栽されたヒバの成長と光合成色素、岩手の樹木保全 2011、59-65、2012、査読無

橋本良二、星比呂志、川人玲子、白旗 学、複層林ヒバ下層木の光合成色素と最適相対照度、岩手の樹木保全 2011、53-58、2012、査読無

星比呂志、織部雄一朗、吉田弘行、橋本良二、樹下植栽等の施業に適したヒバ品種の

選抜技術の開発、独立行政法人森林総合研究所林木育種センター平成 23 年版年報、38-39、2011、査読無

橋本良二、本田愉望、森澤 猛、白旗 学、岩手県鶯宿地方のスギ人工林で天然更新したヒバの樹冠特性と成長、東北森林科学会誌、16 巻 2 号、33-38、2011、査読有

〔学会発表〕(計 4 件)

柴田 勝、植物の機能成分、徳地茶業企業組合 2013 年大会、2013 年 12 月 12 日、山口市徳地高齢者・若者活性化センター

柴田 勝、坂牧康平、赤澤真一、樹木ミトコンドリアの呼吸が葉緑体の光合成電子伝達に与える影響、第 124 回日本森林学会大会、2013 年 3 月 27 日、岩手大学人文社会科学部

橋本良二、川人玲子、白旗 学、星比呂志、柴田 勝、複層林ヒバ下木の光合成色素の量的組成から見た適正相対照度、東北森林科学会第 17 回大会、2012 年 8 月 23 日、秋田県生涯学習センター

秋山雄希、津山考人、柴田 勝、葉内光応答性プラスチックの分別定量とその酸化還元応答、北陸植物学会、2011 年 6 月 19 日、新潟大学理学部

〔図書〕(計 1 件)

Shibata, M. and Shimada, H. Isoprenoids, Methods in Molecular Biology, Rodriguez-Concepcion, M. ed., 51-76, 2013

6. 研究組織

(1) 研究代表者

橋本 良二 (HASHIMOTO, Ryoji)

岩手大学・農学部・教授

研究者番号： 80109157

(2) 研究分担者

星 比呂志 (Hoshi, Hiroshi)

独立行政法人森林総合研究所・林木育種センター・育種部長

研究者番号： 10370834

柴田 勝 (Shibata, Masaru)

山口大学・教育学部・准教授

研究者番号： 30300560