

平成 21 年 6 月 29 日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：平成 19 年度～20 年度

課題番号：19580167

研究課題名（和文）

地理的変異に由来するブナの水分生理および木部通道組織の環境応答特性

研究課題名（英文）

The environmental response characteristics on water physiology and xylem transport tissues of beech (*Fagus crenata*) originating in geographical variation

研究代表者

久保 隆文 (KUBO TAKAFUMI)

東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・教授

研究者番号：00015091

研究成果の概要：葉の形態（厚さ）、水分生理（蒸散速度、気孔コンダクタンス）、木部の通道組織（道管要素の数（単位面積当たり）、占有面積率）には産地による地理的特性が確認され、また確認された葉の形態、水分生理と木部の通道組織との間に明瞭な相関性が認められた。しかし、地理的特性が見られなかった葉の大きさや道管の大きさに関しては有意な関係は見出せなかった。また、地理的特性が認められた葉や道管の組織形態や水分生理特性について、冬の降水量が密接に関係していることが明らかとなった。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
20年度	2,000,000	600,000	2,600,000
21年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林学・森林工学

キーワード：森林生物・木部組織

## 1. 研究開始当初の背景

日本に植生するブナ(*Fagus crenata* Blume)は、九州(鹿児島県高隅山)から北海道(黒松内低地)まで、また裏日本や表日本の冷温帯に広く分布している。今までに、各地域に植生しているブナの生態特性(生育状態および葉の形態特性)や遺伝特性、さらにそれら特性の地理的変異が調べられ、多くの研究成果が報告されている。日本列島における地理的変異(クレード)は3つに区別されると言われ、ブナ林の形成変遷のプロセスやそのル

ーツが明らかになりつつある。これらの一連の研究では、地理的変異の対照が葉の形態特性や遺伝特性に限られており、木部形成や木部の通道組織の特性にまで言及した報告はほとんどみられない。生態特性や遺伝特性などの地理的変異が水分生理特性を通して木部の通道組織の特性に及ぼす影響を明らかにすることは、樹木の生理生態的な関心のほかに、資源利用の観点からも非常に興味深い問題である。さらに、このような地理的変異をもつ個体の葉や堅果の形成に対する環境応答性に

についても報告されているが、葉の形態や水分生理を通して、木部の通道組織、すなわち道管の形態や分布にまで踏み込んだ環境応答特性に関する研究はまったく行われていない。生態的あるいは遺伝的に地理的変異をもつ個体について、葉の形態や水分生理のほかに、木部の通道組織を含めて環境応答特性に明らかにすることは、学術的に意義のある研究である。

## 2. 研究の目的

本研究では、地理的変異に由来するブナを産地とは異なる環境（埼玉県秩父）で育生し、葉の形態や構造、蒸散などの水分生理、および木部の通道組織の環境応答性を調べて相互の関連性を明らかにする。また、供試木を起源とする産地（特徴的な数カ所）の個体についても地理的変異を確認するとともに、地理的変異と環境応答性との関連性を明らかにする。

本研究は、上記目的を遂行するため以下の4つの課題から構成されている。本研究には、地理的変異を考慮して全国（九州から北海道）約30カ所から集め、東京大学秩父演習林（圃場）にて播種・育成されている約10年生の実生個体が供試された。

1. 葉の特性：葉の形態（サイズ・葉面積）および気孔形態（大きさ）と分布（密度）
2. 水分生理特性：蒸散および気孔コンダクタンス、
3. 木部通導組織特性：道管の形態、分布、占有割合（樹心からの各年輪）、
4. 遺伝特性：葉緑体等の遺伝特性（DNA分析による地理的変異の確認）

## 3. 研究の方法

本研究では、全国各地（図2の約30地域）から集められ、東京大学秩父演習林（圃場および林地）に播種・育生されている約10年生木を供試材料として用いる。約30地域の実生個体から、地理的変異をもつと報告されている10地域（栗駒山、小川、秩父、大平

原など）のものを重点的に選び（葉の形態や生育状態を実際に確認）、地域あたり5本（少ないものは3本）を以下の研究課題の実験に供する。

（1）生育および葉の特性：伸長成長および肥大成長の経年変化および葉の形態（サイズ・葉面積）および気孔形態と分布：採取した各個体について、樹高、直径（地上高50cm部位）を計測し、地上高50cm部位の髓より連続して年輪幅を測定する。なお、測定が困難な年輪については、マイクロトームで切り出した薄片を用いて顕微鏡下で計測する。

また、各産地の供試木から葉を採取し、葉の形態（長・短径、厚さ、面積）を計測するほか、LAI（葉面積指標）を求める。さらに採取した葉を、FAAで固定し、定法によって顕微鏡で気孔の大きさ、分布（密度）を調べる。

（2）水分生理特性：蒸散および気孔コンダクタンス：夏の晴天日に、リーフポロシメーターにより蒸散量および気孔コンダクタンスを測定する。各個体につき10枚の葉を3から5回繰り返して測定し、蒸散量および気孔コンダクタンスを求める。

（3）木部の通道組織特性：道管の形態、分布、占有割合の経年変化：各産地の供試木について、地上高50cm部位から円盤を切り出して2方向から10 $\mu$ m厚の永久プレパラートを作製し、画像解析装置により髓から各年輪の道管の直径と分布（密度）を測定して道管占有率を求める。

（4）遺伝特性：葉緑体等の遺伝特性 - DNA分析による地理的変異の確認：ブナのDNA変異を調べるため、葉緑体あるいはミトコンドリアの遺伝子解析を行う。PCR-RFLP分析によって葉緑体、あるいはミトコンドリアDNAの特定領域の変異を簡便かつ短時間で検出し、各産地のブナ実生木の地理的変異を確認する。なお、PCR-RFLP分析法について

は、本年度中に確立を目指す。

#### 4. 研究成果

本研究では、全国の植生地から集められ、東京大学秩父演習林（埼玉県秩父市）に植栽されているブナ(*Fagus crenata*)について、(1)葉の形態(サイズ・葉面積)および気孔形態(大きさ)と分布(密度)、(2)蒸散および気孔コンダクタンス、(3)道管の形態、分布、占有割合(樹心からの各年輪)、(4)葉緑体等の遺伝特性を調べ、地理的変異に由来するブナの水分生理および木部通道組織の環境応答特性を検討した。

(1) 葉の形態(サイズ・葉面積)および気孔形態(大きさ)と分布(密度)については、各産地由来の葉の面積や厚さ、気孔密度などを調べた結果、葉の厚さ(図1)葉の面積(図2)には顕著な地理的特性が確認された。しかしながら、両者の対応性に一致が

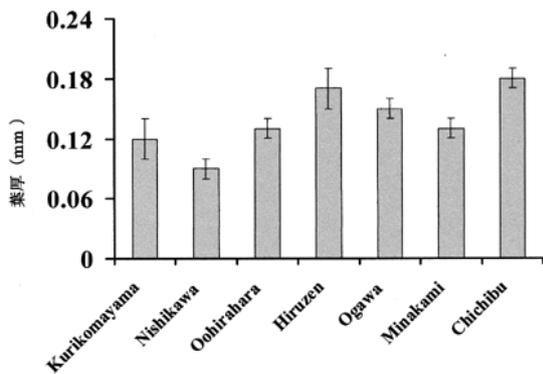


図1 産地由来のブナの葉厚

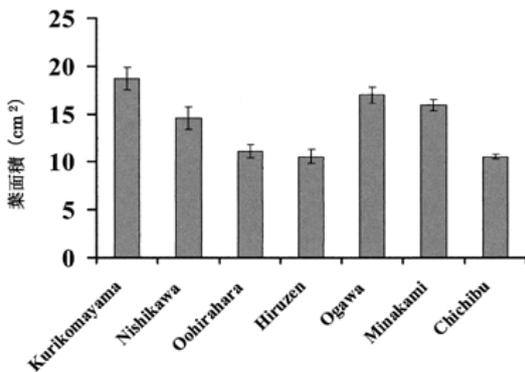


図2 産地由来のブナの葉面積

みられず、さらに水分生理や通道組織との関連性から地理的特性を検討する必要がある。また、気孔密度にも地理的特性が確認されたが、葉の厚さの特性とよく対応していた。

(2) 蒸散および気孔コンダクタンスについては、産地間で蒸散速度や気孔コンダクタンスが異なり、明らかな地理的特性が認められ

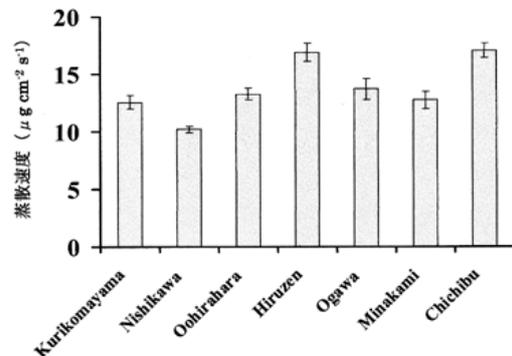


図3 産地由来のブナの蒸散速度

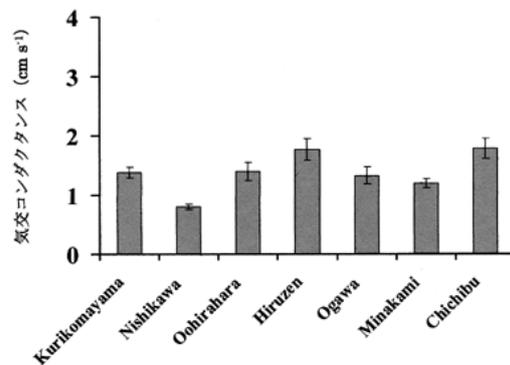


図4 産地由来のブナの気孔コンダクタンス

た(図3、4)。両者の傾向はよき一致し、また葉厚の傾向とよく対応している。

(3) 道管の形態、分布、占有割合(樹心からの各年輪)については、通道組織である道管要素の数(単位面積当たり)(図5)や道管の平均面積(図6)などでは、産地による違いが確認できたが、道管数や道管占有率については各年輪に共通した特徴を示したものの、道管の大きさに関しては共通性が認められなかった。したがって、道管数や道管占有率に関しては明瞭な地理的特性は有すると推察された。

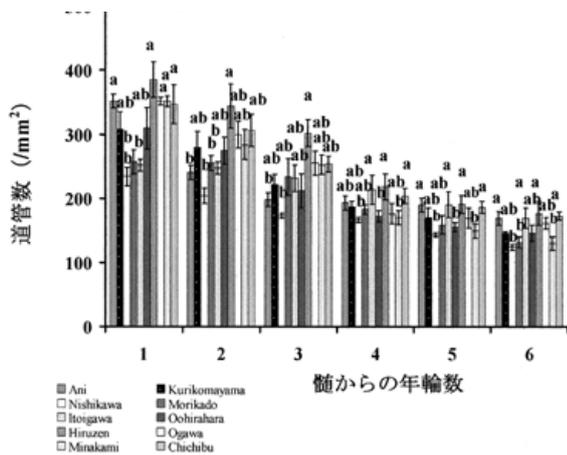


図5 道管数 ( $\text{mm}^2$ ) の経年変化 (a,b 間で有意)

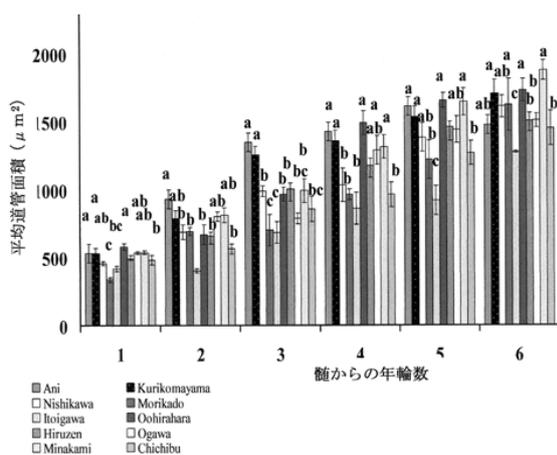


図6 平均道管面積 ( $\mu\text{m}^2$ ) の経年変化 (a,b 間で有意)

そこで、葉、水分生理、通道組織の環境応答を明らかにするため、相互の関連性を統計的に調べたところ、葉の厚さ、蒸散速度や気孔コンダクタンス、および道管数や道管占有率の間に統計的な相関性が確認された(表1)。しかし、葉の大きさ(面積)や道管の大きさ

表1 道管数と蒸散速度および気孔コンダクタンスとの関係 (\*\* =  $P < 0.01$ ; \* =  $P < 0.05$ .)

Vessel number per $\text{mm}^2$	E	$g_s$
	( $\mu\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ )	( $\text{cm s}^{-1}$ )
Annual ring number one	0.80*	0.79*
Annual ring number two	0.88**	0.90**
Annual ring number three	0.83*	0.78*
Annual ring number four	0.91**	0.91**
Annual ring number five	0.91**	0.92**
Annual ring number six	0.92**	0.93**

に関しては有意な関係は見出せなかった。

地理的特性が認められた葉や道管の組織形態や水分生理特性について、各地域の気候(気温、降水量)との関連性を調べた結果、冬の降水量が密接に関係していることが明らかになった。冬場の積雪量が葉の厚さや道管の分布に影響し、さらには水分生理地理的特性に影響を及ぼしたと考えられる。

(4) 葉緑体等の遺伝特性については、測定法の確率に向け検討したが、具体的な結果を得るに至らなかった。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

Vilma Bayramzadeh, Ryo Funada, Takafumi Kubo: Relationships between vessel element anatomy and physiological as well as morphological traits of leaves in *Fagus crenata* seedlings originating from different provenances, *Trees*(Springer), 22, p217-224,2008 (査読あり)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

氏名 久保 隆文 (KUBO TAKAFUMI)  
東京農工大学・大学院共生技術研究院・教授  
研究者番号: 00015091

### (2) 研究分担者

氏名 船田 良 (FUNADA RYO)  
東京農工大学・大学院共生技術研究院・教授  
研究者番号: 20192734

氏名 丹下 健 (TANGE TAKESHI)

東京大学・大学院農学生物科学研究科・教授  
研究者番号: 20179922

### (3) 連携研究者

なし