

## 論文

ヒノキ木材性質の林分内変動<sup>\*1</sup>津島俊治<sup>\*2</sup> ・ 藤岡良江<sup>\*3</sup> ・ 小田一幸<sup>\*4</sup> ・ 松村順司<sup>\*4</sup>

津島俊治・藤岡良江・小田一幸・松村順司：ヒノキ木材性質の林分内変動 九州森林研究 58：88-90, 2005 大分県内に植栽されたヒノキ実生林分1箇所およびナンゴウヒ林分2箇所のそれぞれから、その林分内で平均的な胸高直径を示す個体各20本を採取し、胸高付近の生材含水率、容積密度、心材色、仮道管長、曲げヤング率、曲げ強さを測定した。この結果、木材の性質は、植栽密度、立木密度、林齢が異なるために、林分間に差異がみられた。また、個々の性質の林分内での変動係数は実生林よりもナンゴウヒ林が小さく、特に容積密度と仮道管長の変動係数には両者の間に大きな差が認められた。この理由として、各ナンゴウヒ林が単一のクローン林もしくは遺伝的変異が少ない個体群であるためと推測した。

キーワード：ヒノキ、ナンゴウヒ、クローン、木材性質、林分内変動

## I. はじめに

木材性質の林分内変動、林分間変動および種内変動の大きさを調べることは、生産管理や品質管理を行う上で重要である。本研究では、わが国の最も有用な造林樹種の1つであるヒノキを対象に、木材性質の林分内変動を把握することを目的としている。

ところで、木材性質が変動する原因としては、林分内・林分間における森林施業を含む立地・環境条件の違いと遺伝的要因の変異の2つが挙げられる。木材の性質におよぼす両者の関与の度合はわからないが、育林の過程で立地・環境条件を揃えることはできないものの、同一の遺伝子型を持った苗木を増殖・植栽し、遺伝的要因の影響を排除することは可能である。すなわち、木材性質の林分内変動の度合はクローン林と実生林とで異なり、クローン林における木材性質の変動は実生林に比べて小さいと推測することもできる。

このことを確かめるために、ナンゴウヒ林をクローン林とみなして、実生林とナンゴウヒ林を対象に一連の研究を計画した。ナンゴウヒは、ヒノキの唯一のさし木品種で、実生に比べると種々の特性を持つとされている(宮島, 1989)。本来ナンゴウヒはクローンコンプレックスの品種であるが、永年の育成の過程でいくつかの系統に淘汰され、流通している苗木はほんの少数のクローンに限られる。したがって、林分単位でみると、個々のナンゴウヒ林は単一のクローン林もしくは遺伝的変異が少ない個体群とみなすことができる。ここでは、大分県内に植栽された実生林分1箇所およびナンゴウヒ林分2箇所について、胸高付近の生材含水率、容積密度、心材色、仮道管長、曲げヤング率、曲げ強さを測定し、それらの林分内変動を検討した結果を報告する。

## II. 実験方法

## 1. 調査林分

大分県の安心院町の実生林(31年生。実生Aとする)、竹田市のナンゴウヒ林(28年生。ナンゴウヒAとする)および中津江村のナンゴウヒ林(20年生。ナンゴウヒBとする)を研究対象とした。なお、ナンゴウヒAとBは同一のクローンか否かはわからない。平成15年4月から16年3月にかけて各林分の毎木調査を行い、胸高直径、樹高、立木密度等を測定した。表-1に林分の概況を示した。ナンゴウヒAはha当り5,036本と密な植栽本数で地上高6mまでの枝打ちが実施されており、ナンゴウヒBはha当り1,765本と疎な植栽本数で地上高3mまでの枝打ちが行われて

表-1. 調査林分の概況

林分	実生 A	ナンゴウヒ A	ナンゴウヒ B
調査地	安心院	竹田	中津江
林齢(年)	31	28	20
植栽密度(本/ha)	2,735	5,036	1,765
立木密度(本/ha)	1,350	4,100	1,350
施業履歴	H1, 13年間伐	H8年間伐	H1年間伐

いた。また、実生Aはha当り2,735本と標準的な植栽本数で平成1年と13年に間伐が行われていた。

表-2に各林分における立木の胸高直径の分布を示した。胸高直径の平均値は実生Aが一番大きく、ナンゴウヒAが一番小さかった。また、ナンゴウヒAとBは胸高直径の標準偏差が小さく変動係数が12%台であったのに対して、実生Aは標準偏差が大きく変動係数が21%に達した。つまり、胸高直径の林分内変動は施業履歴とも関連するが、従来から言われているようにナンゴウ

<sup>\*1</sup> Tsushima S., Fujioka Y., Oda K. and Matsumura J. : The variation in wood properties of hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) grown in the same stand

<sup>\*2</sup> 大分県林業試験場 Oita Pref. Forest Exp. Stn., Hita, Oita 877-1369

<sup>\*3</sup> 九州大学農学部 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

<sup>\*4</sup> 九州大学大学院農学研究院 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

表-2. 調査林分の胸高直径

林分	実生 A	ナンゴウヒ A	ナンゴウヒ B
測定本数 (本)	262	224	132
平均値 (cm)	21.3	13.2	18.1
最大値 (cm)	34.0	17.0	26.0
最小値 (cm)	10.0	9.0	14.0
標準偏差 (cm)	4.5	1.7	2.3
変動係数 (%)	21.2	12.9	12.7

ヒ林は肥大生長のバラツキが少ないと言える。

## 2. 供試木と試料

各林分から胸高直径が平均値に近い20本を選び、供試木とした。供試木の胸高直径は実生 A が19.0~23.3cm(平均21.3cm)、ナンゴウヒ A が13.1~14.7cm(平均14.1cm)、ナンゴウヒ B が17.0~19.7cm(平均18.1cm)で、胸高直径の標準偏差は実生 A が5.9%、ナンゴウヒ A が3.1%、ナンゴウヒ B が4.1%であった。供試木を伐倒し、地上高0.2mから上方へ2m間隔で玉切った。本研究には、胸高部から得た厚さ3cmの円板(合計60枚)とその上方の長さ1mの丸太(合計60本)を供した。なお、円板は乾燥しないように直ちにポリエチレン製の袋に密封した。

## 3. 方法

研究室へ持ち帰った円板から、髓を頂点とする夾角が45°の扇型試験片を切り出した。髓から最外年輪に向かって5年輪間隔で扇型試験片を小ブロックに分割し、それぞれの生材含水率、容積密度を測定した。また、各林分の円板から任意に1枚を選び、髓から最外年輪に向かって1年輪ごとに晩材仮道管長を測った。ついで、各林分の全円板について後述する理由により髓から17年輪目の晩材仮道管長を測定した。

丸太を製材し、髓を含む厚さ30mmの柁目板にした。気乾状態まで天然乾燥した後、柁目面を鉋削し、L\*a\*b\*表色系により直径10mmのスポットで材面5箇所的心材色を測定しその平均値を求めた。ついで、髓から15年輪目が試験片の中央に位置するように木取りし、断面が25mm×25mm、長さ40cmの曲げ試験用無欠点小試験を供試木1本につき2本作製した。含水率が13%前後になるように試験片を調湿した後、中央集中荷重で曲げ試験(スパン35cm)を行い、曲げヤング率と曲げ強さを測定した。

## Ⅲ. 結果と考察

### 1. 心材・辺材の生材含水率

心材から辺材にまたがる小ブロックの生材含水率を除外し、典型的な心材と辺材の生材含水率の測定結果を表-3に示した。典型的な心材では生材含水率が40%を超えるケースは少なく、3林分ともに平均値は30%台であった。3林分的心材含水率を比較すると、ナンゴウヒ A と B とともに、変動係数は実生 A よりも低いように見受けられた。また、典型的な辺材は水分通導の役割を果たすために、生材含水率は最大含水率に近く、密度の影響を受けるとされている(藤原・岩神, 1988)。したがって、辺材の平均含水率をみると、3林分で異なり、後述するように容積密度が大きいナンゴウヒ A で低く、小さいナンゴウヒ B で高かった。辺材含水率の変動係数は、心材と同様に実生 A よりもナンゴウヒ A と B が小さかった。これは、辺材の容積密度の変動が実生 A よ

表-3. 胸高部位における心材・辺材の生材含水率

林分 部位	実生 A		ナンゴウヒ A		ナンゴウヒ B	
	心材	辺材	心材	辺材	心材	辺材
平均値 (%)	37.8	172	31	154	32.7	191
最大値 (%)	47.2	205	33.9	168	39.4	203
最小値 (%)	34.2	142	28.6	140	29.0	161
標準偏差 (%)	3.6	16.9	1.2	8.4	2.7	10.1
変動係数 (%)	9.6	9.9	3.9	5.4	8.4	5.3

りもナンゴウヒ A と B で小さいことに起因している。

### 2. 容積密度

林分ごとに5年輪間隔で容積密度を測定した結果を表-4に示した。また、表-4には、古賀ら(1990)が福岡県嘉穂町の20年生林分(実生1とした。20個体)および篠栗町25年生林分(実生2とした。20個体)から得た測定結果も掲載した。表-4を概観すると、容積密度の平均値は各林分ともに髓付近で高く、髓からの年輪数の増加に伴って減少する傾向がみられた。しかし、実生 A とナンゴウヒ A では円板の外周部では容積密度が再び増加する傾向が認められた。これは年輪幅が狭くなったためと推測されるが、本研究の目的ではないので両者の関係については検討しなかった。

表-4. 胸高部位の容積密度 (kg/m<sup>3</sup>)

林分	部位(年輪)	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	扇形試験片
実生 A	平均値	464	418	398	388	382	391	415
	標準偏差	39	27	23	22	22	23	32
	変動係数(%)	8.3	6.5	5.9	5.7	5.7	5.8	7.8
ナンゴウヒ A	平均値	445	419	404	411	429		422
	標準偏差	16	12	13	12	16		13
	変動係数(%)	3.7	3.0	3.3	3.0	3.8		3.0
ナンゴウヒ B	平均値	423	394	356	360			385
	標準偏差	19	13	10	15			10
	変動係数(%)	4.4	3.2	2.9	4.2			2.7
実生 1*	平均値	458	413	380				406
	標準偏差	41	34	28				30
	変動係数(%)	8.9	8.2	7.3				7.4
実生 2*	平均値	499	453	415	398			422
	標準偏差	38	36	29	28			28
	変動係数(%)	7.5	7.9	6.9	7.1			6.5

\*: 古賀ら(1990)

扇型試験片の容積密度(5年輪間隔で分割した小ブロックの全乾重量の総和を小ブロックの生材体積の総和で除した値)は、林分間に植栽密度、立木密度、林齢の違いがあるために、その平均値には多少の差異は認められた。また、容積密度の変動係数は林分間で大きく異なり、ナンゴウヒ A と B で約3%と小さく、実生 A、1および2では2倍の6~8%と大きかった。このような差異が生じた理由は、前述したようにナンゴウヒ林が単一のクローン林もしくは遺伝的変異が少ない個体群であるためと推測された。

### 3. 心材色

心材色の測定結果を表-5に示した。明度(L\*)とb\*の平均値は3林分間にほとんど差異がみられなかったが、a\*は実生 A とナンゴウヒ A、Bとの間で異なった。すなわち、実生 A では鮮やかな桃色を示す個体が多く存在し、ナンゴウヒ A と B では淡桃白色のものが多かった。また、L\*、a\*およびb\*の標準偏差はナンゴウヒ A と B が実生 A よりもやや小さいが、ほとんど変わらな

表-5. 供試木の心材色

林分		L*	a*	b*
実生 A	平均値	79.7	8.11	22.6
	最大値	81.9	10.5	25.0
	最小値	75.7	5.87	20.9
	標準偏差	1.56	1.42	0.92
	変動係数 (%)	2.0	17.5	4.0
ナンゴウヒ A	平均値	80.7	5.74	21.2
	最大値	82.4	7.34	22.1
	最小値	77.3	4.95	19.9
	標準偏差	1.41	0.65	0.56
	変動係数 (%)	1.8	11.3	2.6
ナンゴウヒ B	平均値	80.8	5.93	21.0
	最大値	82.8	7.04	22.5
	最小値	78.4	4.44	19.3
	標準偏差	1.36	0.8	0.8
	変動係数 (%)	1.7	13.4	3.8

かった。

4. 仮道管長

仮道管長の林分内変動を検討する前に、各林分から1枚ずつ円板を選び、晩材仮道管長の樹幹放射方向の推移を調べた。結果を図-1に示した。仮道管長は髄からの年輪数の増加に伴って増大し、概ね15年輪目付近で安定して推移するようになった。そこで、15年輪目以降の年輪を用いて仮道管長の林分内変動を検討することとし、林齢が一番若いナンゴウヒBの最外年輪が髄から17~18

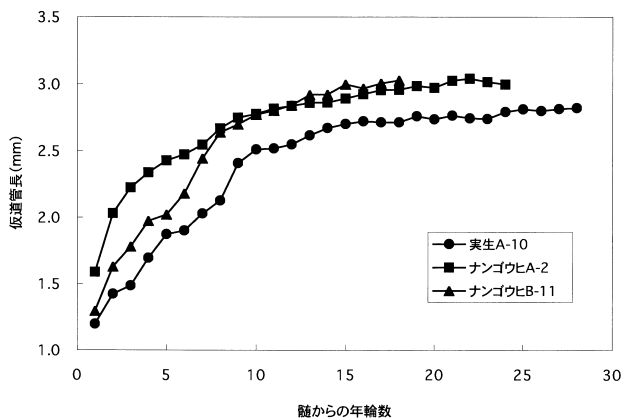


図-1. 晩材仮道管長の水平変動

年であったことから、各林分とも髄から17年輪目の晩材仮道管長を測定することにした。この結果を表-6に示した。なお、表-6には、古賀ら(1990)の測定結果(実生1,2ともに20個体について15年輪目の晩材仮道管長を測定)も引用し掲載した。

仮道管長の平均値は、ナンゴウヒAとBとは類似した値を示したが、5つの林分全体では2.5mm~3.0mmの範囲におよび林分間に違いが認められた。林分内の変動係数は、ナンゴウヒA

表-6. 成熟材部の仮道管長

林分	実生 A	ナンゴウヒ A	ナンゴウヒ B	実生 1*	実生 2*
平均値 (mm)	2.54	2.95	2.90	2.64	2.55
最大値 (mm)	2.77	3.08	3.05		
最小値 (mm)	2.31	2.81	2.75		
標準偏差 (mm)	0.14	0.09	0.08	0.15	0.20
変動係数 (%)	5.7	2.9	2.8	5.7	7.7

\*: 古賀ら(1990)

とBがともに約3%と小さいが、3つの実生林分では6~8%と大きかった。このような差異が生じた理由は、容積密度の項で述べたようにナンゴウヒ林は遺伝的な変異がないか、少ない個体群であるためと推測された。

5. 強度的性質

強度的性質の林分内変動を調べるために曲げ試験を行い、結果を表-7に示した。前にも述べたように容積密度は林分によって

表-7. 気乾状態における成熟材部の強度的性質

林分		比重	MOE (GPa)	MOR (MPa)
実生 A	平均値	0.490	9.56	84.39
	標準偏差	0.03	1.10	7.79
	変動係数 (%)	6.9	11.5	9.2
ナンゴウヒ A	平均値	0.492	9.02	89.08
	標準偏差	0.02	0.52	5.84
	変動係数 (%)	3.4	5.7	6.6
ナンゴウヒ B	平均値	0.454	7.47	73.81
	標準偏差	0.02	0.53	3.49
	変動係数 (%)	4.2	7.1	4.7

異なるため、ひいては製作した試験片の気乾比重は林分間で相違があった。つまり、一般に比重とヤング率ないしは強さの間には正の相関関係が存在するので、気乾比重が大きい試験片(容積密度が大きい林分)では曲げヤング率(MOE)、曲げ強さ(MOR)はともに高い値を示した。また、MOEとMORの林分内変動をみると、ナンゴウヒAとBの変動係数は5~7%と低いものに対して、実生Aは9~11%と高かった。この主な理由は、表-4からも推測できるようにナンゴウヒAとBの気乾比重の変動係数が小さいためと考えられた。

なお、図では示さないが、3つの林分にまたがって気乾比重、MOEおよびMORの相互関係をプロットすると、気乾比重とMOEとの相関係数は0.57、気乾比重とMORとの相関係数は0.69、MOEとMORとの相関係数は0.80を示し、いずれも0.1%水準で有意な関係が認められた。このことは、林分が異なってもMOEからMORを推定できることを示唆している。しかし、有意な関係が存在するとは言え、比重からMOEやMORを精度良く推定するには課題がありそうである。

IV. おわりに

ヒノキ木材性質の林分内変動について基礎的な知見を得ることを目的に研究を行った。この結果、個々の木材性質の林分内での変動は実生林よりも遺伝的な変異がないか少ないナンゴウヒ林が小さく、特に容積密度と仮道管長の変動には両者の間に大きな差があることが明らかになった。しかし、本研究は3林分のみを対象にしたものであるため、今後さらに林分数を増やして検討する予定である。

引用文献

藤原新二・岩神正則(1988) 高知大学学術研究報告 37:169-178.  
 古賀ら(1990) 日林九支研論集 43:223-224.  
 宮島寛(1989) 九州のスギとヒノキ 207-229 九州大学出版会.  
 (2004年11月5日 受付;2004年12月6日 受理)