

## 中国産クヌギの形態的特性と原木シイタケ栽培用ほだ木としての適性

大久保秀樹\*・片野田逸朗\*\*

**要旨：**中国産クヌギの形態的特性を調査するとともに，中国産クヌギを用いて原木シイタケ栽培を行い，シイタケの発生量やほだ木の用役期間を国内産クヌギで栽培した場合と比較した。中国産クヌギは国内産クヌギと比較して，葉の形態では葉身長が短くて側脈密度が高く，成葉裏面がほとんど無毛であり，樹皮の形態では樹皮厚が薄く，割裂も浅くて狭かった。また，更新初期における萌芽木の伸長成長は中国産クヌギが国内産クヌギよりも早いという特徴がみられた。中国産クヌギを用いた原木シイタケ栽培においては，ほだ木の用役期間は中国産クヌギが国内産クヌギよりも若干短い傾向がみられたが，両者とも標準的なシイタケの収量が得られ，中国産クヌギが国内産クヌギよりも収量的に劣るとは判断できなかった。シイタケ品種の選定や伏せ込み時の管理を適正に行うことにより，中国産クヌギは国内産クヌギと同等に使用することが可能と考えられた。

**キーワード：**中国産クヌギ，形態的特性，シイタケ，発生量

Morphology of Chinese *Quercus acutissima* and its fitness as bed-log for shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) cultivation. Hideki OHKUBO・Itsuro KATANODA. *Bulletin of the Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center* 12 : 11 - 23 (2009)

**Abstract:** Morphological character of Chinese *Quercus acutissima* (CQ) compared with the Japanese *Quercus acutissima* (JQ) was investigated. In the character of the leaf, length of the CQ leaf was shorter and the side pulse density of the CQ was higher than JQ, the mature leaf back side most were hairlessness. In the character of the bark, the bark of CQ was considerably thin, and crack of the surface was shallow and narrow. Extension of the CQ sprout tree was faster at the early stage of the growth. Further bed-log cultivation of shiitake mushroom was examined to compare the amount of shiitake generation and the longevity of the bed-log. Useful term of CQ bed-log tended to be shorter than JQ bed-log, however, it was not able to be judged that CQ bed-log was inferior in amount or more than JQ bed-log because the amount of both and standard shiitake mushroom was obtained. If management including the selection of the shiitake strains and turning down was properly done, the CQ was able to use equally to the JQ.

**Keywords:** Chinese *Quercus acutissima*, morphological character, shiitake mushroom, generating amount

### はじめに

鹿児島県では，1996年に中国産のクヌギ堅果が輸入され，苗木生産業者が育苗したものが県内各地に植栽されている。しかし，このクヌギは成長すると在来のクヌギとは樹皮や成長速度が違うとの情報が森林組合から寄せられるようになった。このような情報から，堅果の輸入元は中国の専門機関に堅果の鑑定を依頼しており，麻櫟 (*Quercus acutissima*) に間

違いないとの回答を得ている。さらに(独)林木育種センター北海道育種場(現:(独)森林総合研究所 林木育種センター北海道育種場)に標本鑑定を依頼した結果でも，問題となったクヌギは在来のクヌギよりも成長が早く，樹幹が通直で樹皮相が桜肌やチリメン肌に近いという特徴が確認されたものの，在来のクヌギと別種であるとの結論は得られなかった。

一方，鹿児島県ではシイタケ栽培はクヌギやコナ

\* 鹿児島県森林技術総合センター 資源活用部

\* Kagoshima Prefectural Forestry Technology Center. Forest Resource Application div., Kagoshima 899-5302 Japan.

\*\* 現 鹿児島県林業振興課

\*\* Present address: Kagoshima Pref. Office Forestry Promotion Division, Kagoshima 890-8577 Japan.

ラを用いる原木栽培が主流であるが、原木シイタケ栽培では原木の樹皮相や樹皮厚などの形態的特徴が子実体の収量や形質、害菌抵抗性などと密接な関係を持つと考えられており（林野庁，1984），クヌギやコナラについてはこれまでいくつか報告されている（主計・金子，1978；小松，1987；山中，1987；金子，1988；橋詰・金川，1989）。今回問題となったクヌギは、子実体の発生と密接な関係のある樹皮の形態が在来のクヌギとは明らかに異なり、しかも県内に点在する問題のクヌギの多くは、伐期齢を迎えていることから、シイタケ栽培における適性を明らかにすることが急務となっている。

そこで本研究では、中国から堅果を輸入し、育苗、植栽したクヌギ（以下中国産クヌギという）と在来のクヌギ（以下国内産クヌギという）の形態の違いを明らかにするとともに、中国産クヌギを用いて原木シイタケ栽培を行い、ほだ木の用役期間やシイタケの発生量などを国内産クヌギで栽培した場合と比較することで、シイタケほだ木としての適性を調査した。

## 調査方法

### 1. 形態調査

#### (1) 葉の形態

材料を採取した林分を表1に示す。2003年8月19日、無作為に選んだ各林分の枝から調査可能な成葉を50枚程度採取した。形態調査は葉身長（L）と中央幅（W）、葉身の上下1/4幅（UW，BW）、葉柄長（PL）、片側の側脈数（VN）を調べるとともに、裏面中央部の主脈、脈腋、側脈、側脈沿い、細脈面における毛の着生状態を実体顕微鏡で観察して4段階評価を行った（図1）。また、毛の着生状態は成葉と若葉で異なる場合があることから、中国産クヌギの若葉を2004年4月9日、国内産クヌギを同年4月19、22日に採取し、成葉と同様に毛の着生状態を評価した。

表1 材料採取林分

区分	所在地	林齢	平均樹高 (m)	平均DBH (cm)	供試項目				
					成葉	若葉	堅果	樹皮	ほだ木
中国産クヌギ	鹿屋市上祓川	8	10.1	9.4	○	○	○	○	○
	日置市伊集院町	8	—	—			○		
国内産クヌギ	鹿屋市上祓川	8*	8.4	9.4	○				
	東串良町小原	13	11.7	11.3				○	○
	蒲生町上久徳	6-16	10.0	15.3	○	○	○		

注) \*は開き取り調査による推定林齢

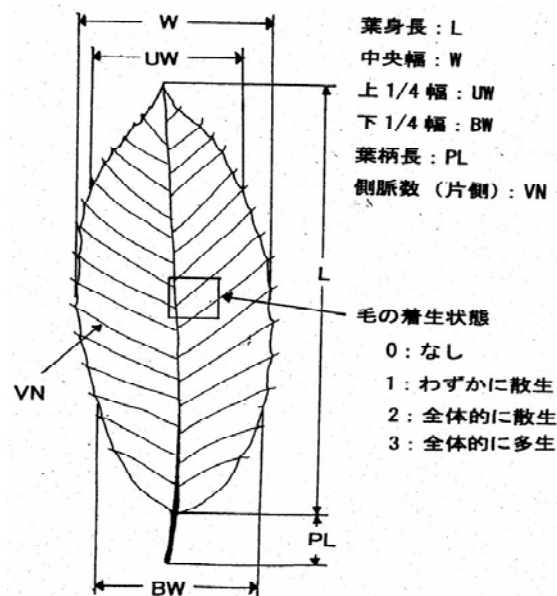


図1 葉の測定部位

#### (2) 堅果の形態

2003年10月30日と同年11月26日、日置市および鹿屋市の中国産クヌギ林分から落下堅果を採取し、森林技術総合センター（以下センターという）に持ち帰って高さと最大幅を測定した。また、同年11月26日にセンター内のクヌギ見本園で国内産クヌギの落下堅果を採取し、同様に高さと最大幅を測定した。

#### (3) 樹皮の形態

樹皮形態調査用の試料は、2のシイタケ栽培調査用に作成したほだ木原木の末口から10cmの部分で切断したものを供試した。中国産クヌギから57個、国内産クヌギから43個の調査用断片を得たが、枝切断跡のある断片が中国産クヌギで26個（46%）、国内産クヌギで14個（33%）あった。枝基部周囲の樹皮相は通常と異なることから、データ解析には枝切断跡のない断片、中国産クヌギ31個、国内産クヌギ29個を用いた。各断片の木口面において、樹皮凹凸の少ない平坦な部分の外樹皮厚（コルク皮層から外側）

表2 萌芽木調査地

区分	所在地	調査日	調査株数 (株)	林齢 (年生)	備考
中国産クスギ	伊佐市菱刈重留	2008. 10. 15	10	2	標高約175m 民家横の平坦地
	志布志市有明町伊崎田	2008. 11. 7	10	2	標高約130m 南東向きの斜面
国内産クスギ	志布志市有明町伊崎田	2008. 11. 7	10	2	

表3 ほだ木の育成過程

区分		作業日					
		伐採	玉切り	接種	仮伏せ	本伏せ	ほだ起こし
03ほだ木	中国産クスギ	02. 11. 26	03. 1. 7	03. 2. 24	03. 2. 24	03. 5. 28	04. 5. 25
	国内産クスギ	02. 11. 15	03. 1. 21	03. 2. 24	03. 2. 24	03. 5. 28	04. 5. 25
04ほだ木	中国産クスギ	03. 11. 26	04. 1. 19	04. 2. 20	04. 2. 20	04. 4. 20	05. 10. 6
	国内産クスギ	03. 11. 12	04. 2. 3	04. 2. 20	04. 2. 20	04. 4. 20	05. 10. 6

と内樹皮厚（コルク皮層から内側の形成層まで）をマイクロスコープ（50倍，0.1mm単位）で4箇所測定し，その平均値を各樹皮厚とした。次に，断片に透明ビニールを巻き付けて長さ5mm以上の割裂をトレースした後，トレースした線の本数と長さを測定することで割裂本数と割裂長を求めた。また，断片中央の周囲を透明テープで一周巻き，テープの中央線と交差した割裂の凹部幅をトレースすることで割裂幅を測定した。

#### （4）萌芽木の成長特性

調査地の概要を表2に示す。調査は2008年10月15日と同年11月7日に，伊佐市菱刈重留及び志布志市有明町伊崎田の2カ所の中国産クスギ萌芽林において行った。各林分で中国産クスギの切り株10株を無作為に抽出し，切り株から発生している萌芽のうち，根元径20mm以上のものを有効枝条とし，有効枝条の根元径及び樹高を測定した。

また，志布志市有明町伊崎田の林分では中国産クスギと国内産クスギが混植されていたため，国内産クスギについても同様に調査を行った。なお，両樹種の判別は，枝が斜上し樹皮が緑褐色のものを中国産クスギとし，枝が水平方向に張り樹皮が通常の白褐色～茶褐色のものを国内産クスギとした。

## 2. 原木シイタケ栽培栽培調査

ほだ木の育成過程を表3に示す。2002年11月に伐採した原木は，葉枯らし後の2003年1月に玉切りして鹿屋市内の森林組合に搬入し，野外の枕木上に棒積みして遮光ネットで被覆した。同年1月29日に玉切り原木をセンターに搬入し，同年2月24日，菌興

115号を中国産クスギ17本と国内産クスギ18本に，菌興327号を中国産クスギ33本と国内産クスギ25本に接種した。接種したほだ木（以下03ほだ木という）は接種後すぐにセンター内スギ林内の枕木上に2，3段積みにし，遮光ネットで被覆し仮伏せを行った。本伏せは林内にヨロイ伏せとし，同年7月14日に遮光ネットをほだ木の上に50cm離して張った。翌年5月にセンター内スギ林内のほだ場にほだ起こしを行った。

2003年11月に伐採した原木は，葉枯らし後の2004年1月～2月に玉切りしてセンターに搬入し，2月20日，菌興327号を中国産クスギ118本と国内産クスギ109本に接種した。接種したほだ木（以下04ほだ木という）は03ほだ木の場合と同様に仮伏せを行った後，本伏せをセンター試験林内にヨロイ伏せとし，直射日光の当たる部分には笠木を被せた。翌年10月にセンター内スギ林内のほだ場にほだ起こしを行った。

なお，植菌は原木直径の2.3倍個の木片種菌を千鳥状に接種し，枝切断部周辺には害菌侵入防止のため余分に接種した。また，伏込みとほだ起こしは中国産クスギと国内産クスギを混ぜて行い，伏せ込み期間中及びほだ起こし後の散水処理は行わず，自然降雨のみとした。

#### （1）ほだ付きと害菌被害

2003年9月2～4日に03ほだ木を両者5本ずつ抽出して全樹皮を剥皮し，種駒ごとにシイタケ菌糸の伸長面をトレースして材表面蔓延率を求めるとともに，種駒の活着率を算出した（上下各10cm部位は除く）。また，両端から10cmの部位と中央部，中央部

表4 発生調査に供したほだ木の概要

区分		供試本数 (本)	平均直径 (cm)	長さ (cm)	材積 (cm <sup>3</sup> )	
03ほだ木	菌興115	中国産クヌギ	6	10.2	100	65,987
		国内産クヌギ	14	8.6	100	109,273
	菌興327	中国産クヌギ	17	9.1	100	149,269
		国内産クヌギ	18	9.0	100	150,872
04ほだ木	菌興327	中国産クヌギ	73	9.9	110	848,561
		国内産クヌギ	71	11.1	110	1,090,241

から両側20cmの部位を切断し、5断面におけるシイタケ菌糸の伸長面をトレースして材断面蔓延率を求めた。害菌調査はすべてのほだ木を対象に行い、ほだ木表面の害菌占有部分の幅と長さを測定して害菌ごとの表面積占有率を求めた。なお、今回のほだ付き調査では両シイタケ品種を区別せずに扱い、シイタケ品種別の評価はすべてのほだ木を対象とした害菌調査で行うこととした。

(2) シイタケ発生量

調査は育成したほだ木の中から、ほだ付き調査に供したほだ木、その他の調査に供して別の育成過程を経たほだ木及び末口径4cm以下の小径ほだ木を除いたものを用いた。調査に供したほだ木の概要を表4に示す。収穫はシイタケの発生時期である10月から翌4月にかけて、2～3日おきにほだ場を巡回し、おおむね6分開き以上に成長したものを採取した。採取したシイタケは、発生したほだ木別に紙袋に分けて持ち帰り、1個ずつ生重量を電子天秤で測定し

た後、乾燥重量(送風式乾燥機、45℃、48時間以上)を測定し、ほだ木ごとのシイタケ発生個数と重量を記録した。なお、2009年の発生調査は1月末までとした。

(3) ほだ木の用役期間

シイタケの発生時期に入る直前の毎年10月にほだ場を巡回し、全体がスポンジ状に柔らかくなったほだ木及び崩れて使用不能となったほだ木を取り除いた。取り除いたほだ木はその直前の発生時期までを用役期間として記録した。

結 果

1. 形態調査

(1) 葉の形態

成葉における葉身長の出現分布を図2に、諸形態の測定結果を表5に示す。国内産クヌギは14～17cmで最も多く、最小値は8.1cm、最大値は25.8cmであっ

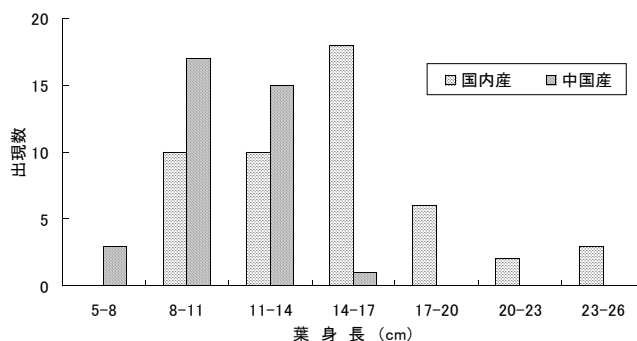


図2 葉身長の出現分布

表5 成葉の諸形態の平均値

区 分	試料数	葉身長 L(cm)	中央幅 W(cm)	上	下	葉柄長 PL(mm)	側脈数 VN (本)	形状比				側脈 密度 VN/L
				1/4幅 UW(cm)	1/4幅 BW(cm)			W/L	UW/W	BW/W	PL/L	
中国産クヌギ	36	10.72	3.57	2.58	3.33	15.94	14.83	0.33	0.71	0.94	1.49	1.39
国内産クヌギ	49	14.89	5.04	3.71	4.33	17.71	14.41	0.34	0.73	0.85	1.20	1.00

t検定の結果, \*\*\*は0.1%水準で有意差があることを示す。n. s. は有意差がないことを示す。

表6 成葉の裏面における毛の着生状態

種類	試料数	主脈				脈腋				側脈				側脈沿い				細脈面			
		0	1	2, 3	有意差	0	1	2, 3	有意差	0	1	2, 3	有意差	0	1	2, 3	有意差	0	1	2, 3	有意差
中国産クヌギ	36	12	17	7		11	14	11		11	21	4		19	9	8		25	5	6	
国内産クヌギ	49	3	32	14	**	5	15	29	*	2	29	18		3	18	28		6	16	27	***

$\chi^2$ 検定の結果, \*は5%水準, \*\*は1%水準, \*\*\*は0.1%水準で2者間に有意差があることを示す。

表7 若葉の裏面における毛の着生状態

種類	試料数	主脈				脈腋				側脈				側脈沿い				細脈面			
		0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
中国産クヌギ	60	0	4	28	28	0	18	42	0	0	32	28	0	1	46	13	0	1	58	1	0
国内産クヌギ	30	0	0	11	19	0	0	13	17	0	0	13	17	0	0	14	16	0	0	2	28

表8 堅果の形態の平均値

	採取地	個体数	高さ	最大幅	形状比
			H (mm)	W (mm)	(H/W)
中国産クヌギ	鹿屋市	74	18.3	19.2	0.96 a
	伊集院町	33	21.7	20.2	1.08 b
	全体	107	20.2	19.6	1.03 c
国内産クヌギ	蒲生	61	20.8	17.9	1.17 d

異なるアルファベットは、0.001%水準で有意差 (t検定) があることを示す。

た。中国産クヌギは8~11cmで最も多く、最小値は6.5cm、最大値は16.0cmであった。両者の平均値を比較すると、中国産クヌギが国内産クヌギより有意に小さかった (t検定,  $P<0.001$ )。形状比と側脈密度について統計的検定を行った結果、側脈密度では中国産クヌギが国内産クヌギより有意に高かった (t検定,  $P<0.001$ ) が、形状比では4項目のうち2項目でしか有意差が認められなかった。

表6に成葉裏面における毛の着生状態を示す。両者の有意差を検証するため、調査結果の判定基準2, 3を統合して $\chi^2$ 検定を行った。その結果、いずれの部位でもその着生状態に両者間で有意差がみられたが、特に側脈沿いと細脈面での両者の頻度分布は対照的であり、中国産クヌギがほとんど無毛であるのに対し、国内産クヌギでは散生あるいは多生しているものが多かった。若葉については、ほとんどの

中国産クヌギは細脈面に毛がわずかに散生する程度であったが、国内産クヌギのほとんどは細脈面に多くの毛が着生していた (表7)。

以上のことから、両者の全体的な葉の形状はほぼ類似しているが、葉身長と側脈数の関係 (図3)、成葉および若葉の葉裏細脈面における毛の着生状態が両者の識別点になりうるということがわかった。

(2) 堅果の形態

表8に堅果の形態の平均値を示す。堅果の高さは国内産クヌギが平均20.8mm、中国産クヌギ全体が平均20.2mm、最大幅は国内産クヌギが平均17.9mm、中国産クヌギ全体が平均19.6mmとなり、その形状比の平均値は両者間で有意差 (t検定,  $P<0.001$ ) が見られたが、中国産クヌギの2つの採取地間でも有意差が見られた (t検定,  $P<0.001$ )。これらの測定結果

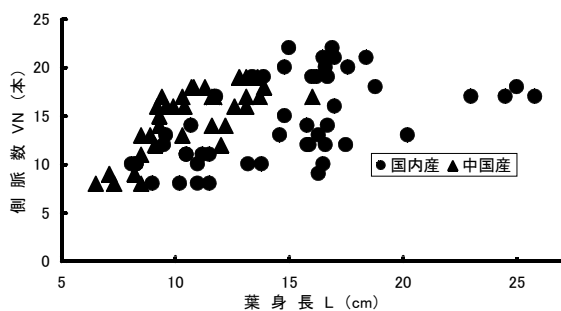


図3 成葉の葉身長と側脈数の関係

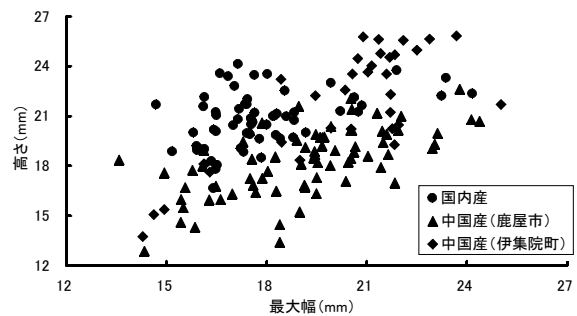


図4 堅果の最大幅と高さ

表9 樹皮の諸形態の平均値

区分	試料数	直径 (cm)	木口面の樹皮厚			樹皮面の割裂			
			外樹皮 (mm)	内樹皮 (mm)	樹皮* (mm)	割裂本数 (本/cm <sup>2</sup> )	割裂密度 (cm/100cm <sup>2</sup> )	割裂長 (cm/本)	割裂幅 (mm)
中国産クヌギ	31	8.7	0.33	2.70	3.03	0.27	36.00	1.28	2.68
国内産クヌギ	29	9.5	0.76	5.08	5.84	0.30	44.89	1.57	4.73

\*樹皮=外樹皮厚+内樹皮厚

を図4の分布図に示す。鹿屋市の中国産クヌギは国内産クヌギに比べ、高さよりも横幅があり、やや扁平な形状を示した。一方、日置市の中国産クヌギは国内産クヌギよりも全体的に大きい傾向はみられたが、扁平な形状は示さなかった。このことから、堅果の形態では両者間で統計的な有意差は認められたものの、両者を識別するだけの違いがあるとは判断できなかった。

(3) 樹皮の形態

樹皮の諸形態の平均値を表9に、直径と各樹皮厚の関係を図5～7に示す。国内産クヌギの平均外樹皮厚は0.76mm、平均内樹皮厚は5.08mmであったが、

中国産クヌギの平均外樹皮厚は0.33mm、平均内樹皮厚は2.70mmと国内産クヌギよりかなり薄く、国内産クヌギの外樹皮厚を除けば、両者とも各樹皮厚と直径の間に有意な正の相関がみられた。割裂密度(図8)では、中国産クヌギは直径と有意な正の相関があったが、国内産クヌギでは有意な相関はみられなかった。一方、割裂本数(図9)では、国内産クヌギは直径と有意な負の相関があったが、逆に中国産クヌギでは有意な正の相関がみられた。割裂幅は中国産クヌギが2.68mmと国内産クヌギ(4.73mm)よりかなり狭く、両者とも直径と有意な正の相関があったが、両者の較差は直径の増加とともに若干広がる傾向にあった(図10)。

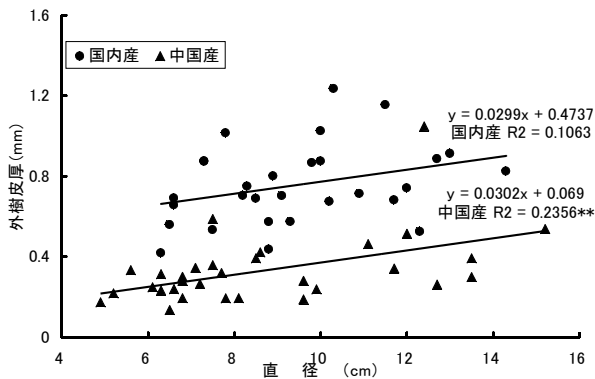


図5 直径と外樹皮厚の関係

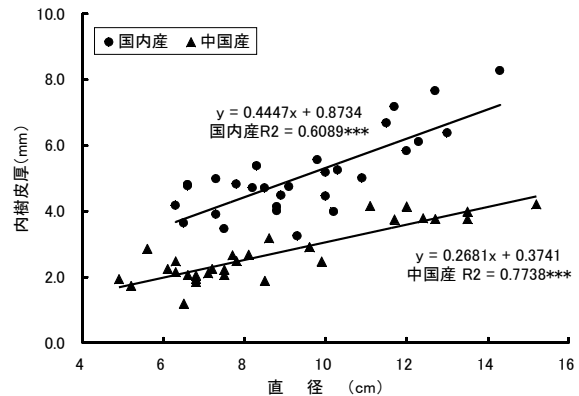


図6 直径と内樹皮厚の関係

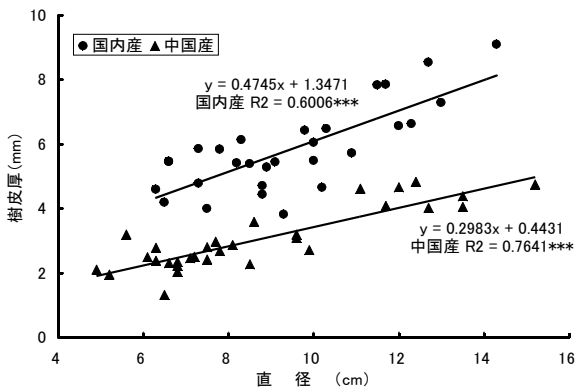


図7 直径と樹皮厚の関係

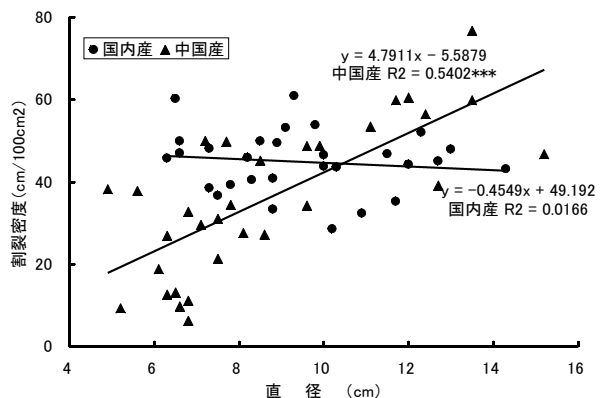


図8 直径と割裂密度の関係

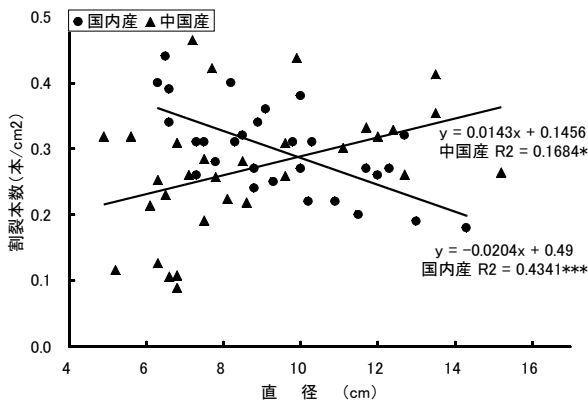


図9 直径と割裂本数の関係

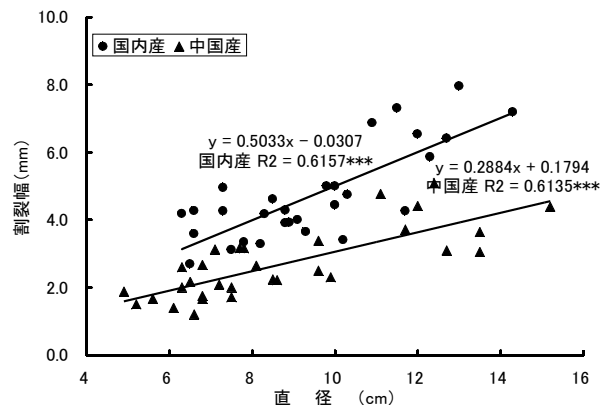


図10 直径と割裂幅の関係

表10 萌芽木調査の結果

区分	所在地	有効枝条数 (本)	根元径 (mm)	樹高 (cm)
中国産クヌギ	伊佐市菱刈重留	30	43.30 ± 11.80	353.8 ± 49.6
	志布志市有明町伊崎田	29	40.46 ± 10.51	335.1 ± 59.1
国内産クヌギ	志布志市有明町伊崎田	25	44.37 ± 11.17	305.8 ± 41.4

両者の直径と樹皮相との関係を整理すると、樹皮の発達が良好な国内産クヌギでは、割裂密度や割裂本数は直径の増加（樹木の成長）にあまり左右されず、樹皮は直径の増加とともに厚くなり、それに伴って割裂も深く幅広くなり、樹皮相ではチリメン肌から鬼肌へと移行する段階であった。一方、中国産クヌギの樹皮は直径の増加とともに少しずつ発達し、樹皮厚や割裂本数、割裂幅もそれに伴って増加するが、国内産クヌギと比較すると依然として樹皮厚はかなり薄く、割裂も浅くて狭い状態であるため、表面積に対する割裂の占有面積の少ない、樹皮相では桜肌からチリメン肌になる前の段階であった。

(4) 萌芽木の成長特性

調査結果の概要を表10に示す。有効枝条数については、各林分とも30本程度と一定の値を示したが、これは所有者が行った萌芽整理により、一株あたり2～3本に調整された結果と考えられた。

同一条件の林分で中国産クヌギと国内産クヌギの両サンプルが得られた志布志市有明町伊崎田のデータを用い、根元径と樹高をそれぞれ比較したところ、根元径では両者に有意差は認められなかったが、樹高では有意差が認められた (t検定,  $P < 0.05$ )。

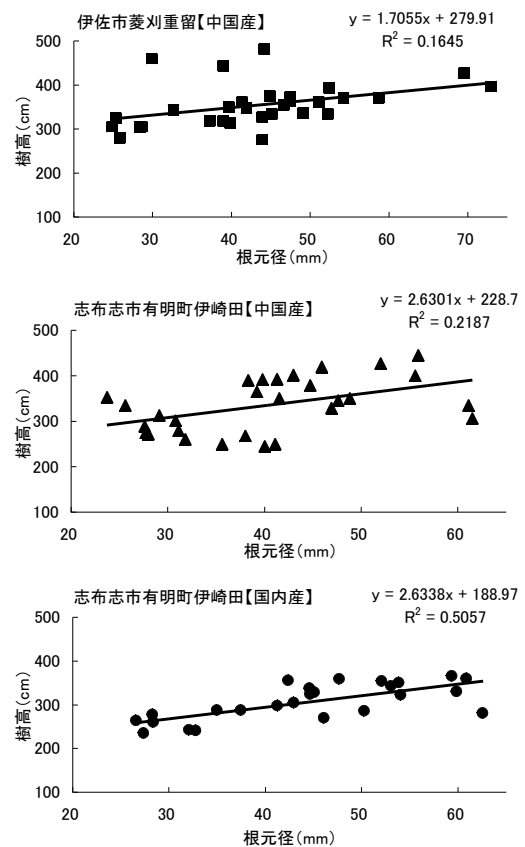


図11 萌芽木の根元径と樹高の散布図

表11 標本抽出によるほだ付き調査

	中国産クヌギ						国内産クヌギ					
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	total	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	total
中央径 (cm)	7	7.1	8.3	9.7	12.2	8.9	5.5	7.4	8.2	8.9	9.2	7.8
種駒活着率 (%)	100	100	60	100	65	81	100	100	100	100	100	100
表面まん延率 (%)	35	24	1	44	22	25	28	17	36	29	41	31
断面まん延率 (%)	20	11	3	18	10	12	38	10	23	15	17	18
害菌占有率 (%)	36	2	48	3	39	25	2	36	37	28	36	29
カミキリ幼虫数	5	0	5	1	12	23	0	0	0	0	0	0

また、伊佐市菱刈重留の同齡中国産クヌギ枝条の樹高も志布志市の国内産クヌギの値を上回る傾向が見られた。

萌芽木の根元径に対する樹高の散布図をそれぞれ図11に示す。全ての区分で有意な正の相関が認められた。また、志布志市有明町伊崎田のデータを用い、中国産クヌギと国内産クヌギの回帰直線の傾きと切片の比較を行ったが、どちらにも有意差は認められなかった (t検定,  $P < 0.05$ )。

## 2. 原木シイタケ栽培栽培調査

### (1) ほだ付きと害菌被害

標本抽出によるほだ付き調査結果を表11に示す。種駒活着率や表面および断面まん延率では中国産クヌギがやや不良であったが、害菌占有率は中国産クヌギが若干少なかった。樹皮を剥皮した際、中国産クヌギの樹皮下には23頭ものカミキリの幼虫が生息していたが、国内産クヌギの樹皮下には全く生息していなかった。

全ほだ木の総表面積に対する害菌占有率を図12に示す。両ほだ木のほぼ全てが害菌の被害を受けていたが、総表面積 (中国産クヌギ13.39㎡, 国内産クヌギ12.67㎡) に対する害菌占有率は中国産クヌギで32%, 国内産クヌギで39%といずれも高い値を示した。

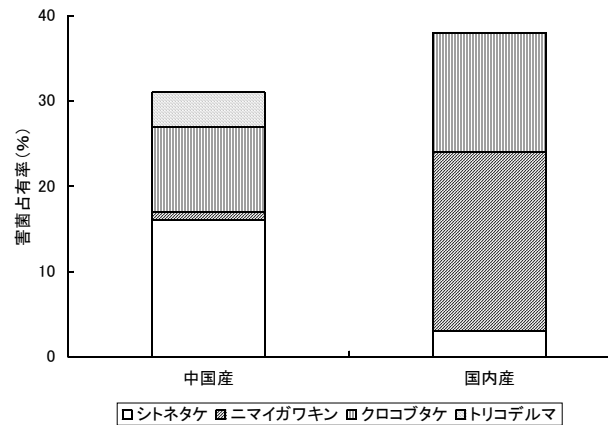


図12 ほだ木総表面積に対する害菌占有率

表12 調査期間中のシイタケ発生量

区分		2004. 10~2005. 4			2005. 11~2006. 4			2006. 11~2007. 4			
		シーズン発生量 (g)	1m <sup>3</sup> あたり発生量 (kg/m <sup>3</sup> )	ほだ木あたり発生量 (g/本)	シーズン発生量 (g)	1m <sup>3</sup> あたり発生量 (kg/m <sup>3</sup> )	ほだ木あたり発生量 (g/本)	シーズン発生量 (g)	1m <sup>3</sup> あたり発生量 (kg/m <sup>3</sup> )	ほだ木あたり発生量 (g/本)	
03ほだ木	菌興115	中国産クヌギ	337	5.11	56.23	329	4.99	54.86	26	0.40	4.35
		国内産クヌギ	731	6.69	52.23	610	5.58	43.56	370	3.38	26.42
	菌興327	中国産クヌギ	1,939	12.99	114.08	756	5.07	44.48	71	0.47	4.17
		国内産クヌギ	1,654	10.96	91.87	704	4.67	39.13	236	1.57	13.13
04ほだ木	菌興327	中国産クヌギ	—	—	—	6,478	7.63	88.73	3,408	4.02	46.68
		国内産クヌギ	—	—	—	12,103	11.10	170.46	5,461	5.01	96.92

表13 調査期間中のシイタケ発生個数および平均重量

区分		2004. 10~2005. 4			2005. 11~2006. 4			2006. 11~2007. 4			
		シーズン発生個数 (個)	ほだ木あたり発生個数 (個/本)	シイタケ1個あたり平均重量 (g)	シーズン発生個数 (個)	ほだ木あたり発生個数 (個/本)	シイタケ1個あたり平均重量 (g)	シーズン発生個数 (個)	ほだ木あたり発生個数 (個/本)	シイタケ1個あたり平均重量 (g)	
03ほだ木	菌興115	中国産クヌギ	51	8.50	6.61	64	10.67	5.14	9	1.50	2.90
		国内産クヌギ	127	9.07	5.76	115	8.21	5.30	110	7.86	3.36
	菌興327	中国産クヌギ	660	38.82	2.94	329	19.35	2.30	24	1.41	2.95
		国内産クヌギ	478	26.56	3.46	268	14.89	2.63	95	5.28	2.49
04ほだ木	菌興327	中国産クヌギ	—	—	—	1,808	24.77	3.58	1,996	27.34	1.71
		国内産クヌギ	—	—	—	3,604	50.76	3.36	3,073	43.28	1.78



害菌別にみると、中国産クヌギでシトネタケが16%と最も高く、次にクロコブタケの10%、トリコデルマ属の4%、ニマイガワキンの1%であった。一方、国内産クヌギではニマイガワキンが21%と最も高く、次にクロコブタケの14%、シトネタケの3%であった。シイタケ種菌別での害菌占有率をみると、菌興115号は中国産クヌギで30%、国内産クヌギで31%、菌興327号は中国産クヌギで32%、国内産クヌギで44%といずれも高い値を示した。

(2) シイタケ発生量

各区分ごとのシイタケ発生量を表12に、発生個数・椎茸1個あたりの平均重量を表13に示す。

03ほだ木の菌興115の場合、中国産クヌギでは用役1年目、2年目に1m<sup>3</sup>あたり5.11kg、4.99kgの発生があったが、3年目の発生量は0.40kgと大幅に減り、4年目以降は発生がみられなかった。一方、国内産クヌギでは、用役1年目、2年目ともに中国産クヌギでの発生量を上回る6.69kg、5.58kgの発生があり、さらに中国産クヌギでは発生量が大幅に低下した3年目も3.38kgと1年目、2年目の半分程度の発生があった。発生は4年目も0.22kgとわずかにみられ、5年目は発生がなかった。ほだ木一代あたりの総計では国内産クヌギが15.87kg/m<sup>3</sup>に対し、中国産クヌギは10.50kg/m<sup>3</sup>であった。

03ほだ木の菌興327の場合、中国産クヌギでは用役1年目に1m<sup>3</sup>あたり12.99kgの大発生がみられ、2年目は1年目の半分程度の5.07kgの発生となった。3年目は0.47kgと大幅に発生量が減り、4年目からは

発生がみられなくなった。一方、国内産クヌギでも、用役1年目に1m<sup>3</sup>あたり10.96kgの大発生がみられ、2年目は1年目の半分程度の4.67kgの発生となった。中国産クヌギでは発生量が大幅に低下した3年目も1.57kgと2年目の1/3程度の発生があった。発生は4年目も0.10kgとわずかにみられ、5年目は発生がなかった。ほだ木一代あたりの総計では国内産クヌギが17.29kg/m<sup>3</sup>に対し、中国産クヌギは18.53kg/m<sup>3</sup>であった。

04ほだ木の場合、中国産クヌギでは用役1年目に1m<sup>3</sup>あたり7.63kg、用役2年目に4.02kgの発生となった。3年目の発生は0.49kgと大幅に低下し、4年目は0.14kgとわずかな発生となった。一方、国内産クヌギでは、用役1年目に1m<sup>3</sup>あたり11.10kgの大発生がみられ、2年目は1年目の半分程度の5.01kgの発生となった。中国産クヌギと同じく3年目の発生は0.48kgと大幅に低下し、4年目は0.12kgとわずかな発生となった。ほだ木一代あたりの総計では国内産クヌギが16.59kg/m<sup>3</sup>に対し、中国産クヌギは12.14kg/m<sup>3</sup>であった。

ほだ木1本あたりの発生量を比較したところ、03ほだ木では中国産クヌギと国内産クヌギに有意差は認められなかったが、04ほだ木では国内産が有意に多かった(t検定, P<0.001)。また、ほだ木1本あたりの発生個数も、03ほだ木では中国産クヌギと国内産クヌギに有意差は認められなかったが、04ほだ木では国内産が有意に多かった(t検定, P<0.001)。

2007.11~2008.4			2008.11~2009.1			総計		
シーズン発生量 (g)	1m <sup>3</sup> あたり発生量 (kg/m <sup>3</sup> )	ほだ木あたり発生量 (g/本)	シーズン発生量 (g)	1m <sup>3</sup> あたり発生量 (kg/m <sup>3</sup> )	ほだ木あたり発生量 (g/本)	総発生量 (g)	1m <sup>3</sup> あたり発生量 (kg/m <sup>3</sup> )	ほだ木あたり発生量 (g/本)
0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	693	10.50	115.43
24	0.22	1.68	0	0.00	0.00	1,734	15.87	123.88
0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	2,766	18.53	162.72
15	0.10	0.83	0	0.00	0.00	2,609	17.29	144.96
413	0.49	5.66	115	0.14	1.58	10,298	12.14	141.07
528	0.48	7.44	132	0.12	1.86	18,092	16.59	254.82

2007.11~2008.4			2008.11~2009.1			総計		
シーズン発生個数 (個)	ほだ木あたり発生個数 (個/本)	シイタケ1個あたり平均重量 (g)	シーズン発生個数 (個)	ほだ木あたり発生個数 (個/本)	シイタケ1個あたり平均重量 (g)	総発生個数 (個)	ほだ木あたり発生個数 (個/本)	シイタケ1個あたり平均重量 (g)
0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	124	20.67	5.59
10	0.07	2.35	0	0.00	0.00	362	24.67	4.79
0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	1,013	59.59	2.73
9	0.50	1.66	0	0.00	0.00	841	46.72	3.10
185	2.53	2.23	63	0.86	1.83	3,989	54.64	2.58
230	3.24	2.30	86	1.21	1.53	6,907	97.28	2.62

表14 ほだ木の用役期間

区分		平均用役期間 (年)
03ほだ木	菌興115 中国産クスギ	2.67
	国内産クスギ	3.36
菌興327	中国産クスギ	2.53
	国内産クスギ	2.72
04ほだ木	菌興327 中国産クスギ	3.23
	国内産クスギ	2.85

※03ほだ木で2008年10月時点で残っていたものは用役期間5年に、04ほだ木で2008年10月時点で残っていたものは用役期間4年とカウントした。

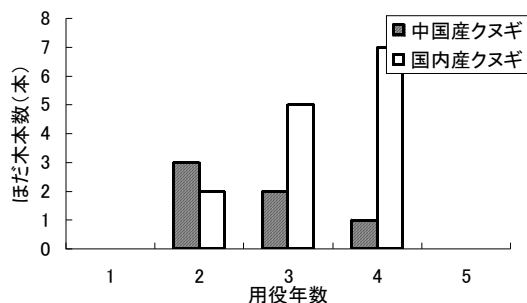


図13 03ほだ木（菌興115）の用役年数別ほだ木数

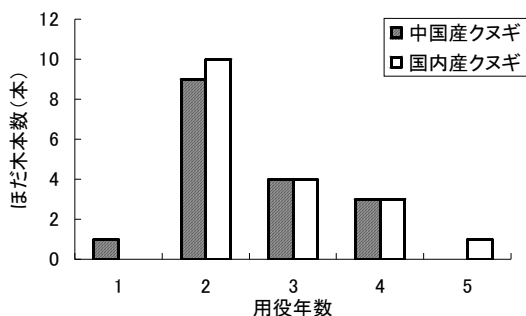


図14 03ほだ木（菌興327）の用役年数別ほだ木数

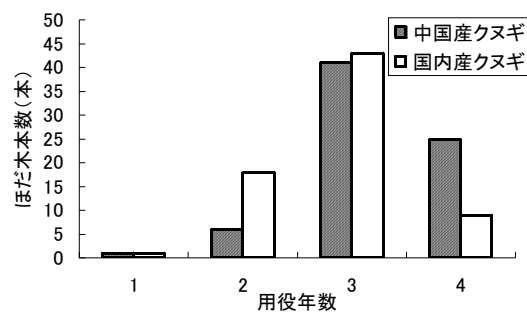


図15 04ほだ木（菌興327）の用役年数別ほだ木数

（3）ほだ木の用役期間

各区分のほだ木の用役期間を表14に、用役年数ごとのほだ木本数を図13～15に示した。03ほだ木菌興115では、中国産クスギは用役年数2年のほだ木が最も多く、期間が長くなるにつれて本数が少なくなったが、国内産クスギは用役年数4年のほだ木が最も多く、期間が短くなるにつれて本数が少なくなった。03ほだ木菌興327では、中国産クスギ、国内産クスギとも用役年数2年のほだ木が最も多く、ほぼ同等の傾向がみられた。04ほだ木では、中国産クスギ、国内産クスギとも用役年数3年のほだ木が最も多かったが、わずかに中国産クスギの用役期間が国内産クスギよりも長い傾向がみられた。

考 察

今回の形態調査により、中国産クスギは国内産クスギよりも、葉の形態では葉身長が短くて側脈密度が高く、成葉裏面がほとんど無毛であり、樹皮の形

態では樹皮厚が薄くて割裂も浅くて狭く、更新初期における伸長成長が優れているという特徴を持つことが明らかとなったが、葉の全体的な形状や堅果の形状においては両者を判別するだけの違いは見られなかった。一方、樹皮の色と枝張りの角度で同一林分内に植栽されている両者の判別が現場で出来たことから、今後はこれらの形態についても調査を行い、両者を判別する指標の一つとして確立したい。

害菌調査で、中国産クスギはシトネタケとクロコブタケの発生率が高く、国内産クスギではシトネタケに変わってニマイガワキンの発生率が高かった。シトネタケは原木伐倒後や種菌接種後の急激な乾燥が要因となり、クロコブタケは早春におけるほだ木への直射日光が要因となって発生が促進されると考えられている（古川・野淵，1986）。両者とも全体的な害菌被害率が高く、害菌に対する抵抗性を評価するまでには至らなかったが、樹皮の形態は害菌抵抗性とも密接に関係しており（林野庁，1984）、中国産クスギは国内産クスギより樹皮が薄く、乾燥や高温といった影響を受けやすいと考えられることか

ら、中国産クヌギでは葉枯らしから伏せ込みまでは乾燥防止のためのより徹底した管理が必要であろう。また、中国産クヌギには多数のナガゴマフカミキリの幼虫が寄生していたことから、ナガゴマフカミキリが選択的に中国産クヌギを産卵対象木としている可能性も考えられる。このため、ナガゴマフカミキリの生態を把握し、その被害を軽減する方法を検討すべきであろう。

国内産クヌギとの収量の比較においては、03ほだ木115と04ほだ木327で国内産クヌギを下回り、03ほだ木327では国内産クヌギを上回るなど、中国産クヌ

ギと国内産クヌギの収量に一方的な傾向は認められなかった。なお、04ほだ木国内産327のほだ木あたり発生量が突出した値となったのは、ほだ木の径級が大きいものに偏った(表15)ことが原因の一つと考えられる。さらに、収穫されたシイタケの平均重量も03ほだ木115では国内産クヌギを上回り、03ほだ木327と04ほだ木327では国内産クヌギを下回った。栄木(2008)は、原木シイタケ栽培における標準的な単収はほだ木1,000本あたり30kg(乾燥重量)としている。これを平均用役期間4年として換算すると、ほだ木一代あたりの標準的な収量は120g/本となる。

表15 径級別シイタケ収量

03ほだ木 【115号】中国産								【115号】国内産							
末口径 (cm)	本数 (本)	1年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	2年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	3年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	4年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	5年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	TOTAL 上段(g/本) 下段(kg/m3)	末口径 (cm)	本数 (本)	1年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	2年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	3年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	4年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	5年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	TOTAL 上段(g/本) 下段(kg/m3)
4.0~5.9	0							4.0~5.9	0						
6.0~7.9	1	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	6.0~7.9	6	51.04	27.39	17.79	0.39	0.00	96.61
		3.22	0.00	0.00	0.00	0.00	3.22			11.53	6.19	4.02	0.09	0.00	21.83
8.0~9.9	2	74.88	54.19	13.05	0.00	0.00	142.12	8.0~9.9	5	43.58	45.08	27.04	2.08	0.00	117.77
		8.75	6.33	1.53	0.00	0.00	16.61			5.54	5.73	3.44	0.26	0.00	14.96
10.0~11.9	1	85.42	64.11	0.00	0.00	0.00	149.53	10.0~11.9	2	70.67	70.23	63.94	5.39	0.00	210.22
		2.43	1.82	0.00	0.00	0.00	4.25			5.95	5.91	5.38	0.45	0.00	17.69
12.0~13.9	2	45.09	78.33	0.00	0.00	0.00	123.42	12.0~13.9	0						
		2.57	4.46	0.00	0.00	0.00	7.02								
14.0~15.9	0							14.0~15.9	1	65.71	79.62	0.00	0.00	0.00	145.33
										3.35	4.06	0.00	0.00	0.00	7.41
平均		56.23	54.86	4.35	0.00	0.00	115.43	平均		52.23	43.56	26.42	1.68	0.00	123.88
10.18		5.11	4.99	0.40	0.00	0.00	10.50	8.56		6.69	5.58	3.38	0.22	0.00	15.87
【327号】中国産								【327号】国内産							
末口径 (cm)	本数 (本)	1年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	2年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	3年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	4年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	5年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	TOTAL 上段(g/本) 下段(kg/m3)	末口径 (cm)	本数 (本)	1年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	2年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	3年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	4年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	5年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	TOTAL 上段(g/本) 下段(kg/m3)
4.0~5.9	2	37.45	11.22	0.00	0.00	0.00	48.66	4.0~5.9	0						
		14.92	4.47	0.00	0.00	0.00	19.39								
6.0~7.9	3	66.23	23.54	0.00	0.00	0.00	89.77	6.0~7.9	5	73.17	22.58	6.54	0.00	0.00	102.30
		14.17	5.04	0.00	0.00	0.00	19.21			16.04	4.95	1.43	0.00	0.00	22.43
8.0~9.9	4	110.70	34.93	2.08	0.00	0.00	147.70	8.0~9.9	8	93.65	30.93	0.00	0.00	0.00	124.58
		14.04	4.43	0.26	0.00	0.00	18.74			11.57	3.82	0.00	0.00	0.00	15.39
10.0~11.9	6	148.15	64.06	10.43	0.00	0.00	222.64	10.0~11.9	4	104.89	63.12	43.45	3.74	0.00	215.20
		13.44	5.81	0.95	0.00	0.00	20.20			8.58	5.16	3.55	0.31	0.00	17.60
12.0~13.9	2	167.00	69.49	0.00	0.00	0.00	236.49	12.0~13.9	1	118.97	91.63	29.84	0.00	0.00	240.44
		10.26	4.27	0.00	0.00	0.00	14.53			8.26	6.36	2.07	0.00	0.00	16.70
平均		114.08	44.48	4.17	0.00	0.00	162.72	平均		91.87	39.13	13.13	0.83	0.00	144.96
9.08		12.99	5.07	0.47	0.00	0.00	18.53	8.99		10.96	4.67	1.57	0.10	0.00	17.29
04ほだ木 【327号】中国産								【327号】国内産							
末口径 (cm)	本数 (本)	1年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	2年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	3年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	4年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	5年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	TOTAL 上段(g/本) 下段(kg/m3)	末口径 (cm)	本数 (本)	1年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	2年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	3年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	4年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	5年目 上段(g/本) 下段(kg/m3)	TOTAL 上段(g/本) 下段(kg/m3)
4.0~5.9	6	22.52	21.30	0.00	0.00		43.82	4.0~5.9	6	56.46	14.95	0.00	0.00		71.41
		7.61	7.20	0.00	0.00		14.80			16.89	4.47	0.00	0.00		21.37
6.0~7.9	16	50.94	28.01	1.43	0.00		80.39	6.0~7.9	15	87.56	22.61	0.00	0.00		110.17
		9.38	5.16	0.26	0.00		14.81			16.20	4.18	0.00	0.00		20.39
8.0~9.9	14	65.69	40.15	2.23	0.00		108.07	8.0~9.9	14	117.29	28.22	0.00	0.00		145.51
		7.33	4.48	0.25	0.00		12.06			13.48	3.24	0.00	0.00		16.72
10.0~11.9	17	120.00	46.59	7.10	2.28		175.96	10.0~11.9	7	189.90	83.21	0.27	0.00		273.38
		9.20	3.57	0.54	0.17		13.50			13.88	6.08	0.02	0.00		19.99
12.0~13.9	13	127.49	73.22	9.58	2.98		213.26	12.0~13.9	11	211.61	114.97	2.74	0.00		329.32
		7.40	4.25	0.56	0.17		12.37			11.36	6.17	0.15	0.00		17.69
14.0~15.9	6	118.93	70.59	14.68	6.33		210.53	14.0~15.9	9	254.89	123.04	19.27	7.25		404.44
		4.97	2.95	0.61	0.26		8.80			10.29	4.97	0.78	0.29		16.33
16.0~17.9	1	196.76	102.55	7.62	0.00		306.93	16.0~17.9	3	307.01	137.98	26.91	22.18		494.08
		6.73	3.51	0.26	0.00		10.50			9.69	4.35	0.85	0.70		15.59
18.0~19.9	0							18.0~19.9	5	307.61	191.88	42.91	0.00		542.41
										7.79	4.86	1.09	0.00		13.74
20.0~	0							20.0~	1	398.19	309.68	27.20	0.00		735.07
										7.76	6.03	0.53	0.00		14.32
平均		88.73	46.68	5.66	1.58		141.07	平均		170.46	76.92	7.44	1.86		254.82
9.88		7.63	4.02	0.49	0.14		12.14	11.06		11.10	5.01	0.48	0.12		16.59

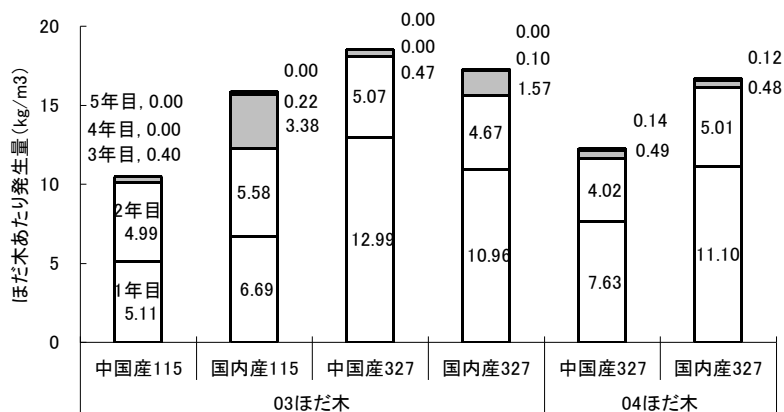


図16 年次別シイタケ発生量

今回行った試験では、03ほだ木115が115.43g/本とわずかに標準を下回ったのを除き、中国産クヌギにおいても標準的な収量を上回る結果を得ることが出来た。また、標準的な収量を得ることが出来なかった03ほだ木115についても、国内産クヌギとの有意差は認められなかった。

ほだ木の用役期間は、03ほだ木115において中国産クヌギが短い傾向がみられた。金子(1988)によれば、クヌギにおける総子実体発生量は外樹皮厚1.0mm程度が最も良く、薄すぎると初期発生が良くてもほだ木が短命になるため、総発生量は減少するという。しかし、今回の調査においては、ほだ木一代あたりの発生量に占める3年目以降の発生量は、03ほだ木国内産115を除けば、1割未満と少なかったことから(図16)、ほだ木寿命が短くなったことによる総発生量への影響はそれほど大きくないと考えられる。低温系品種は一般的にほだ木寿命が長いとされており、低温系品種である菌興115については、本来、発生が継続すべき用役後期の発生量が中国産クヌギにおいて少なかったことが総発生量に影響したことも考えられる。

これらの結果を総括すると、今回の試験では中国産クヌギを用いた原木シイタケ栽培が、国内産クヌギを用いた場合と比較して収量的に劣るとは判断できなかった。逆に言えば、現在、中国産クヌギはシイタケ原木としての適性を不安視され、使用を敬遠する動きがあるが、品種の選定および伏せ込み時の管理を適正に行うことにより、国内産クヌギと同等に使用することが可能と考えられる。

川端ら(1999, 2001)によれば、クヌギ施肥木は成長が早く、ほだ木原木の採取本数も多いため、子実

体の形質やほだ木の寿命は無施肥木より劣るものの、同一樹齢での立木当たりの総収量は無施肥木の3.75倍であるとしている。一方、金子ら(1994)は、クヌギ施肥木には枯死枝が多く、枯死枝から害菌が侵入し繁殖しているのが認められることから、早めに枝打ちを実施して巻き込ませることで害菌侵入を防ぐ必要があると指摘している。今回の調査では中国産クヌギの更新初期における伸長成長が優れていたことから、シイタケ原木林としての生産性においては国内産クヌギより高い可能性が示唆されるが、今後も継続的にその特性の調査を行ったうえで、クヌギ施肥木と同様な育林管理を検討する必要がある。

## おわりに

今回の研究は、中国産クヌギのシイタケほだ木としての適性に関する調査を中心に行ったが、外来植物等の移入種については、生態系への影響や遺伝的な錯乱などの問題点も指摘されている(移入種検討会, 2002)ことから、別の角度からの検証も必要であろう。

最後に、ほだ木原木を提供していただいたきもつき森林組合、萌芽木調査にご協力いただいた曾於地区森林組合および高松告吉氏、現地調査やほだ木の育成に関してご協力いただいた(財)日本きのこセンターの溜主任技師、収量調査にご協力いただいた当センター臨時職員の黒葛原千鶴氏および新馬場ちずる氏に厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 栄木讓 (2008) 2008年度版きのこ年鑑, 232pp, 株式会社プランツワールド, 東京.
- 古川久彦・野淵輝 (1986) 栽培きのこ害菌・害虫ハンドブック, 282pp, (社) 全国林業改良普及協会, 東京.
- 橋詰隼人・金川悟 (1989) 広葉樹研究 5 : 21-32.
- 移入種検討会 (2002) 移入種 (外来種) への対応方針について : 7pp.
- 金子周平 (1988) 日林九支研論 41 : 257-258.
- 金子周平ほか (1994) 日林九支論 47 : 273-274.
- 川端良夫ほか (1999) 日林九支論 52 : 119-120.
- 川端良夫ほか (2001) 日林九支論 54 : 167-168.
- 主計三平・金子周平 (1978) 日林九支研論 31 : 317-318.
- 小松光雄 (1987) 菌蕈 33 (9) : 20-26.
- 林野庁 (1984) 大型プロ研究成果 1 : 15-20.
- 山中勝次 (1987) 奈良林試研報 17 : 9-14.