

## 研究資料

# 広葉樹林管理技術に関する研究 —伐採地に植栽された広葉樹の成長—

西山 嘉寛

Research on techniques for management of broad-leaved forests  
—The growth of broad-leaved trees for cut-over areas in *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* plantations in Okayama prefecture—

Yoshihiro NISHIYAMA

### 要 旨

西山 嘉寛：広葉樹林管理技術に関する研究—伐採地に植栽された広葉樹の成長—岡山県農林水産総合センター森林研究所研報27：83-90（2011）2004年以前に岡山県内に植栽された広葉樹について、毎木調査及び樹幹解析を行い、主要樹種の樹高成長パターンを明らかにするとともに、ha当たりの胸高断面積合計等を基準とした立木密度方法が有効であることを明らかにした。

キーワード：人工造林、有用広葉樹、樹高成長、胸高直径、胸高断面積合計

### I はじめに

戦後、植林された人工林を中心とし、国内には約1,000万haの人工林蓄積がある一方で、山村地域では、林業の担い手の減少や高齢化、長引く木材価格の低迷等により、林業を取り巻く環境は非常に厳しくなっている。それに伴い、間伐などの手入れが行き届かない林分や経済性の低い林分が増加する傾向にある（「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム 2010）。さらに針葉樹人工林を伐採収穫後、3年以上経過しても造林及び人為的な更新補助事業が行われていない、いわゆる再造林放棄地の増加が大きな問題となっている（林野庁編 2003）。以上の点から、本来、森林の持つ木材生産機能や水土保持機能の低下が危惧される。

森林の持つ水土保持機能等の諸機能を高度発揮させる方法として、現在の人工林を間伐等により適正管理するとともに、人工林を伐採した後、再造林放棄地を未然防止し、針葉樹または広葉樹を植栽する方法が有効である。

そこで、本研究においては、岡山県北部を中心に、台風第23号被害が発生した2004年以前に、スギ・ヒノキ人工林を皆伐した後、またはそれまで放棄地であったところに造林された広葉樹の中で、材の価値が高い有用広葉樹（林業科学技術振興所 1985、南近畿林業試験研究機関会議 2008）が植栽されている事例について追跡調査を行い、広葉樹林育成指針作成のための基礎資料を得る

こととした。

なお、本研究は単県課題「風倒木跡地等に植栽された広葉樹施業技術の確立」（2008～2010）の中で取り組んだものである。

### II 調査方法

#### 1 広葉樹の追跡調査

##### （1）調査プロットの設定及び追跡調査

2004年10月に発生した台風第23号より以前に植栽された広葉樹造林地について、2008年から2010年に追跡調査を実施した（表-1、-2）。

各調査地については、最低100㎡以上の標準プロットを設定し、この中に生存する全植栽木について、樹高及び胸高直径を測定した。樹高は、測高機（ティンバーテック製VERTEXⅢ TRANSPONERT3）で0.1m単位、胸高直径は、輪尺または直径巻尺（KINGDOM TAPE）で0.1cm単位でそれぞれ測定した。また、一部の調査プロットについては、樹冠の大きさを個体の中心部から4方向について、2m測棒ポールを用いて0.1m単位で測定し、樹冠サイズ（樹冠投影面積）を算出した。

##### （2）樹幹解析

全調査プロットのうち、伐採が可能であった津山市加茂町下津川地内のクリ、勝央町植月中地内のケヤキ、クリ、ヤマザクラ、コナラ、クヌギについては、各2本ず

表-1 2004年以前に植栽された広葉樹植栽地の立地環境

No	調査地の所在	標高 (m)	斜面方位	斜面種類	斜面の位置	斜面傾斜 (°)	母材	土壌型	備考 (植栽木)
1-1	津山市加茂町下津川	610~630	N	平衡斜面	下部~中部	20	花崗岩	E <sub>b</sub>	クリ
1-2		660~680	N	平衡斜面	中部~上部	25	花崗岩	E <sub>b</sub> (d)	クリ
1-3		630~650	W	凹型斜面	下部~中部	25	花崗岩	E <sub>b</sub>	クリ
1-4		630~650	W	凹型斜面	下部~中部	30	花崗岩	E <sub>b</sub>	クリ
1-5		630~650	NW	凹型斜面	下部~中部	30	花崗岩	E <sub>b</sub>	ケヤキ
1-6		630~650	NW	凹型斜面	下部~中部	25	花崗岩	E <sub>b</sub>	ケヤキ
2-1	津山市加茂町行重	660-670	W	凸型斜面	中部~上部	30	花崗岩	E <sub>b</sub> (d)	コナラ
2-2		660-670	W	凸型斜面	中部~上部	30	花崗岩	E <sub>b</sub> (d)	ヤマブク
2-3		660-670	W	凸型斜面	中部~上部	30	花崗岩	E <sub>b</sub> (d)	ヤマモミジ
2-4		660-670	W	凸型斜面	中部~上部	30	花崗岩	E <sub>b</sub> (d)	クリ
3-1	津山市大岩	510-530	W	平衡斜面	中部~上部	35	安山岩	E <sub>b</sub>	ヤマザクラ
3-2		510-530	W	平衡斜面	中部~上部	35	安山岩	E <sub>b</sub>	ヤマザクラ
3-3		510-530	W	平衡斜面	中部~上部	35	安山岩	E <sub>b</sub>	ケヤキ
3-4		510-530	W	平衡斜面	中部~上部	17	安山岩	E <sub>b</sub>	ケヤキ
3-5		510-530	W	平衡斜面	中部~上部	17	安山岩	E <sub>b</sub>	ヤマモミジ
3-6		510-530	W	平衡斜面	中部~上部	17	安山岩	E <sub>b</sub>	ヤマモミジ
4	津山市大岩	430-450	SE	平衡斜面	下部	25	安山岩	E <sub>b</sub>	トチノキ
5-1	奈義町宮内	370-380	W	凸型斜面	中部	15	安山岩	E <sub>b</sub> (d)	クヌギ
5-2		380-390	W	凸型斜面	中部	10	安山岩	E <sub>b</sub> (d)	クヌギ
6-1	美作市瀬戸	180-190	SW	凹型斜面	下部	10	第三紀層	E <sub>b</sub> (d)	ケヤキ
6-2		190-200	SW	凹型斜面	下部	15	第三紀層	E <sub>b</sub> (d)	ケヤキ
7-1	美作市後山	600-610	N	凹型斜面	下部	20	花崗岩	BIID	ケヤキ
7-2		610-620	N	凹型斜面	下部	5	花崗岩	BIID	ケヤキ
8-1	勝央町植月中	130	-	平坦	-	10	第三紀層	E <sub>b</sub>	ケヤキ
8-2		130	-	平坦	-	10	第三紀層	E <sub>b</sub>	ケヤキ
8-3		130	-	平坦	-	10	第三紀層	E <sub>b</sub>	ヤマザクラ
8-4		130	-	平坦	-	10	第三紀層	E <sub>b</sub>	クリ
8-5		130	-	平坦	-	10	第三紀層	E <sub>b</sub>	クリ
8-6		140	W	凸型斜面	中部~上部	25	第三紀層	E <sub>b</sub>	トチノキ
8-7		120	S	凹型斜面	下部	15	第三紀層	E <sub>b</sub>	トチノキ
9-1	真庭市古呂尾中	550-560	SW	平衡斜面	下部~中部	15	結晶片岩	E <sub>b</sub> (d)	ケヤキ
9-2		550-560	SW	平衡斜面	下部~中部	15	結晶片岩	E <sub>b</sub> (d)	ヤマザクラ
10	真庭市菅谷	510-530	E	平衡斜面	中部~上部	15	古生層	E <sub>b</sub> (d)	トチノキ
11-1	新見市大井野	890-900	SW	凸型斜面	上部	25	安山岩	F <sub>b</sub>	ケヤキ
11-2		880-890	SW	平衡斜面	中部~上部	25	安山岩	E <sub>b</sub>	ケヤキ
11-3		820-830	E	平衡斜面	下部	25	安山岩	E <sub>b</sub> (d)	ケヤキ
11-4		850-860	E	平衡斜面	中部	25	安山岩	E <sub>b</sub> (d)	ケヤキ
12-1	新見市大佐上刑部	620-630	SW	平衡斜面	下部	15	安山岩	E <sub>b</sub>	コナラ
12-2		650-660	SW	平衡斜面	中部	20	安山岩	E <sub>b</sub> (d)	コナラ
13-1	高梁市成羽町坂本	450-470	N	平衡斜面	下部	15	古生層	E <sub>b</sub>	ケヤキ
13-2		470-490	N	平衡斜面	下部	15	古生層	E <sub>b</sub>	ケヤキ
14-1	井原市木之子町	90-100	S	平衡斜面	下部	20	花崗岩	E <sub>b</sub>	ケヤキ
14-2		110-120	SE	平衡斜面	中部	10	花崗岩	E <sub>b</sub>	ケヤキ
14-3		130	-	平坦	-	5	花崗岩	E <sub>b</sub>	ケヤキ

表-2 2004年以前に植栽された広葉樹の生育状況

No	調査地の所在	植栽樹種	調査年度	樹齢 (年)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	立木密度 (本/ha)	胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> /ha)	樹冠投影面積 (m <sup>2</sup> /ha)
1-1	津山市加茂町下津川	クリ	2008	20	12.5	17.5	718	18.8	9,730
1-2		クリ	2008	20	8.4	12.9	1,047	14.4	9,459
1-3		クリ	2008	20	13.7	15.7	1,355	24.3	12,566
1-4		クリ	2008	20	13.1	16	1,002	21.1	10,631
1-5		ケヤキ	2008	22	10.3	11.4	462	4.0	6,540
1-6		ケヤキ	2008	22	7.8	11.7	496	6.8	6,804
2-1	津山市加茂町行重	コナラ	2008	6	2.3	1.9	1,325	0.4	-
2-2		ヤマザクラ	2008	6	2.3	1.3	1,175	0.2	-
2-3		ヤマモミジ	2008	6	1.8	1.2	1,300	0.2	-
2-4		クリ	2008	6	2.9	3.2	1,125	1.1	-
3-1	津山市大岩	ヤマザクラ	2008	7	2.9	-	1,774	0.4	-
3-2		ヤマザクラ	2008	7	2.1	-	2,252	0.2	-
3-3		ケヤキ	2008	7	1.9	-	397	0.2	-
3-4		ケヤキ	2008	7	1.8	-	121	-	-
3-5		ヤマモミジ	2008	7	2.0	-	1,271	-	-
3-6		ヤマモミジ	2008	7	1.6	-	1,114	-	-
4	津山市大岩	トチノキ	2008	17	9.9	17.5	993	12.0	9,561
5-1	奈義町宮内	クヌギ	2009	29	17.1	19.6	540	19.7	9,467
5-2		クヌギ	2009	29	16.1	15.8	700	15.7	9,578
6-1	美作市瀬戸	ケヤキ	2008	10	3.4	3	1,871	1.5	-
6-2		ケヤキ	2008	10	2.7	2.4	1,785	0.7	-
7-1	美作市後山	ケヤキ	2009	20	9.1	11.7	537	6.9	8,446
7-2		ケヤキ	2009	20	7.9	10.2	873	7.8	9,013
8-1	勝央町植月中	ケヤキ	2008	20	8.7	9.3	1,747	14.2	10,367
8-2		ケヤキ	2008	19	7.5	9.8	1,667	16.1	11,452
8-3		ヤマザクラ	2008	19	9.7	13.8	926	15.3	8,941
8-4		クリ	2008	20	10.9	14.8	1,250	21.6	9,945
8-5		クリ	2008	19	10.8	15.8	1,160	25.7	11,430
8-6		コナラ	2008	20	12.1	13.4	-	-	-
8-7		クヌギ	2008	20	15.5	15.4	-	-	-
8-8		トチノキ	2008	31	10.1	16.2	1,243	27.8	10,452
8-9		トチノキ	2008	31	17.0	15	-	-	-
9-1	真庭市古呂尾中	ケヤキ	2008	7	3.4	3.1	2,422	1.1	-
9-2		ヤマブク	2008	8	4.9	-	2,304	-	-
10	真庭市菅谷	トチノキ	2009	20	5.5	8.1	1,821	12.1	10,653
11-1	新見市大井野	ケヤキ	2010	6	1.6	-	1,500	-	-
11-2		ケヤキ	2010	6	1.6	-	1,200	-	-
11-3		ケヤキ	2010	6	2.1	1.3	2,100	-	-
11-4		ケヤキ	2010	6	1.8	-	1,600	-	-
12-1	新見市大佐上刑部	コナラ	2009	10	6.1	5.96	3,545	10.6	11,986
12-2		コナラ	2009	10	4.2	5.61	4,727	12.6	12,784
13-1	高梁市成羽町坂本	ケヤキ	2008	84	22.6	32.4	353	32.7	9,561
13-2		ケヤキ	2008	84	20.3	34.7	264	29.4	9,743
14-1	井原市門出町	ケヤキ	2010	7	4.2	6.6	1,375	3.5	9,876
14-2		ケヤキ	2010	12	6.6	11.8	978	15.8	13,333
14-3		ケヤキ	2010	20	12.5	27.1	391	23.1	9,342

注1. \*印は単木データを示す

2. No 8-6及び8-7のデータは、それぞれ2個体を調査し、その平均値を示す



図-1 クリの植栽事例（津山市加茂町下津川）

つ立木を伐採し、地上高0.2mから1mおきに試料（円盤）を採取し、それぞれ樹幹解析を行った。

### III 結果と考察

#### 1 広葉樹の追跡調査

##### (1) クリ

津山市加茂町下津川地内（図-1）及び勝央町植月中地内の植栽後19～20年を経過したクリの人工林（西山1991）について、樹幹解析により、林齢と樹高の関係を調査した結果、ゴンペルツ式及びロジスティック式によりそれぞれ近似できることが示唆された（表-3）。樹齢19～20年生では、両予測式における樹高上限値は、12.0～14.4mの範囲内にあった。樹高成長は、勝央町植月中地内の植栽事例より、現在、生育途上にある一方で、その成長率は低下傾向にあると考えられるが（図-2）、この範囲内であれば、ゴンペルツ式より、ロジスティック式で近似した方がR<sup>2</sup>は総じて高かった。このことより、

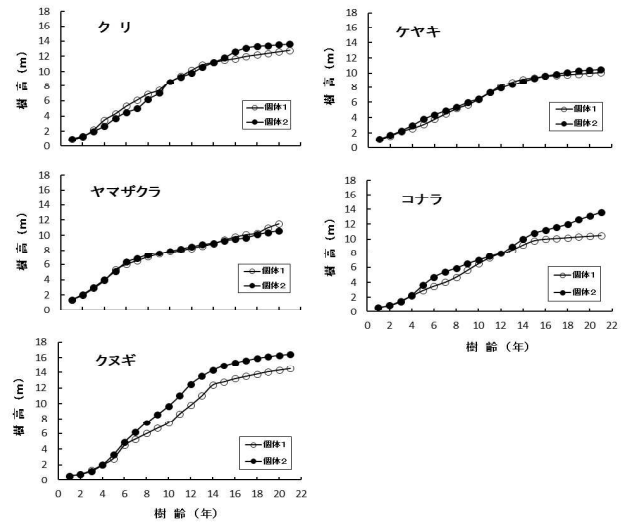


図-2 同一箇所に植栽した広葉樹の個体別樹高成長パターン

4個体について近似した各ロジスティック式について、係数aと係数bの間には、一次式により近似できたが（図-3）、上限値を示す係数kについては相関は認められなかった（図-4）。今後、係数kと係数a及びbの関係については、さらに異なる造林地の個体データを収集し、特定していく必要がある。

林分の平均胸高直径と立木密度の関係では、平均胸高直径が16cm程度に達すると、立木密度は、ha当たり約1,400本を上限値とする傾向が認められた（図-5）。この時、樹冠占有面積（比率）はha当たり8,941m<sup>2</sup>（89.4%）～12,566m<sup>2</sup>（125.7%）に達し、樹冠がほぼ閉鎖している状態にある。このことから、林分の平均胸高直径値が16cm程度に達すると、立木密度を1,000本以

表-3 樹種別樹高成長予測式

樹種	調査地	個体	予測式1		予測式2	
			ゴンペルツ式	R <sup>2</sup>	ロジスティック式	R <sup>2</sup>
クリ	津山市加茂町下津川	No.1	$y=14.44-0.026^{0.828}x$	0.992**	$y=14.44/(1+12.00 \cdot \exp^{-0.256x})$	0.995**
		No.2	$y=12.00-0.076^{0.886}x$	0.984**	$y=12.00/(1+7.47 \cdot \exp^{-0.174x})$	0.989**
	勝田郡勝央町植月中	No.1	$y=14.08-0.066^{0.847}x$	0.991**	$y=13.00/(1+10.12 \cdot \exp^{-0.292x})$	0.990**
		No.2	$y=13.96-0.009^{0.788}x$	0.979**	$y=13.96/(1+15.20 \cdot \exp^{-0.307x})$	0.996**
ケヤキ	勝田郡勝央町植月中	No.1	$y=10.45-0.033^{0.802}x$	0.988**	$y=10.45/(1+9.04 \cdot \exp^{-0.278x})$	0.991**
		No.2	$y=10.55-0.010^{0.787}x$	0.927**	$y=10.55/(1+11.47 \cdot \exp^{-0.319x})$	0.968**
ヤマザクラ	勝田郡勝央町植月中	No.1	$y=12.65-0.125^{0.871}x$	0.965**	$y=12.65/(1+5.06 \cdot \exp^{-0.188x})$	0.937**
		No.2	$y=11.06-0.126^{0.838}x$	0.973**	$y=11.06/(1+4.50 \cdot \exp^{-0.223x})$	0.952**
コナラ	勝田郡勝央町植月中	No.1	$y=10.58-0.003^{0.754}x$	0.971**	$y=10.58/(1+19.98 \cdot \exp^{-0.356x})$	0.994**
		No.2	$y=14.96-0.026^{0.851}x$	0.987**	$y=14.96/(1+15.03 \cdot \exp^{-0.241x})$	0.959**
クヌギ	勝田郡勝央町植月中	No.1	$y=14.69-0.002^{0.771}x$	0.971**	$y=14.69/(1+27.19 \cdot \exp^{-0.346x})$	0.992**
		No.2	$y=16.57-0.001^{0.753}x$	0.983**	$y=16.57/(1+31.04 \cdot \exp^{-0.375x})$	0.994**

注. \*\*は1%水準で有意であることを示す

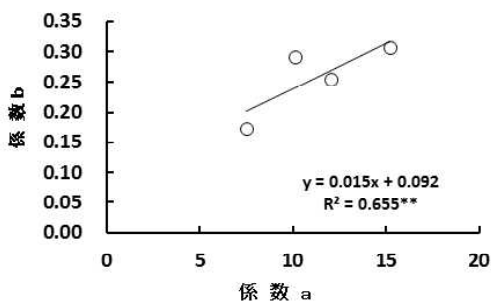


図-3 ロジスティック式における係数aとbの関係

注1. ロジスティック式： $y=k/(1+a \cdot \exp^{-bx})$   
 2. \*\*は1%水準で有意であることを示す

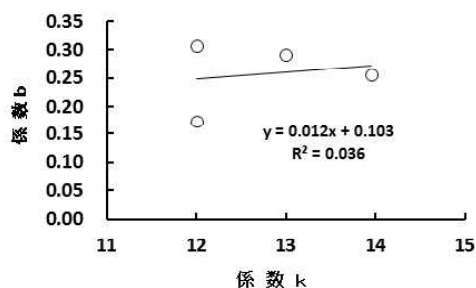


図-4 ロジスティック式における係数kとbの関係

注. ロジスティック式： $y=k/(1+a \cdot \exp^{-bx})$

下に誘導していく方法が考えられる。

一方、立木密度と胸高断面積合計の関係では、胸高断面積合計の最大値は、観測値では24.3㎡であり(図-6)、ほぼこの値がこの立木密度における限界値であると推測され、立木密度がha当たり1,000~1400本までは胸高断面積合計が最大20~25㎡と想定される。つまり、胸高断面積合計をha当たり最大25㎡とすれば、立木密度1,000本、胸高断面積合計20㎡を目安として間伐を行う方法が考えられる。

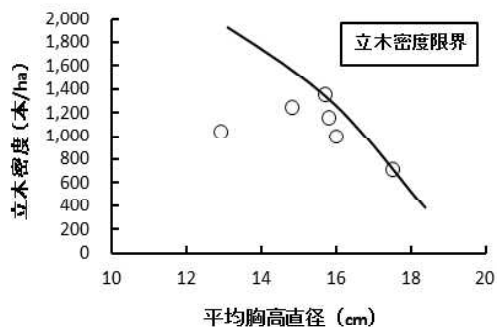


図-5 クリの平均胸高直径と立木密度の関係

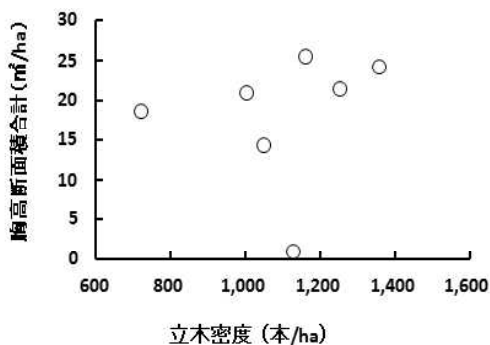


図-6 クリの立木密度と胸高断面積合計の関係

## (2) ケヤキ

津山市加茂町下津川地内、勝央町植月中地内(西山1991)、高梁市成羽町坂本内及び井原市門田町地内(図-7)の4カ所に植栽後20年を経過した林分があり、これを追跡調査した。



図-7 ケヤキの植栽事例

注. 上段：高梁市成羽町坂本 下段：井原市門田町

勝央町植月中の試験地における2個体について、樹幹解析により、林齢と樹高の関係を調査した結果、ともにゴンペルツ式よりも、ロジスティック式により近似した場合、相関が高いことが示唆された(表-3)。

樹齢と平均樹高の関係では、樹齢20年生で、平均樹高

は最大12.5mを記録したが、一方では、同一樹齢でも、平均樹高が7.5mと前述の60%程度に止まっている林分もあり（図-8）、植栽場所における土壌条件等、立地環境要因により大きく左右されることが推察された。このことは、ケヤキの造林については立地条件と樹の特性を熟知して造林の設計をすべきであり、さらに土層の深い火山礫の中に根系を張りめぐらした環境が最適であるとする指摘（林業技術科学技術振興所 1985）を裏付けていると考えられる。

樹齢と樹高の関係について、南近畿地方においては、

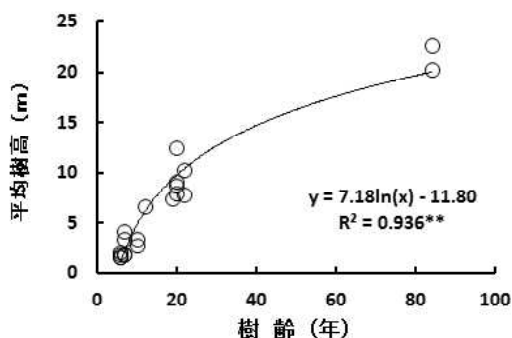


図-8 ケヤキの樹高成長

注. \*\*は1%水準で有意であることを示す

樹齢80年生時に、地位上では樹高26~30m、地位中では樹高22~26m、地位下では樹高18~22mにそれぞれ分類している（南近畿林業試験研究機関会議 2008）。今回の結果では、No. 13-1林分及びNo. 13-2林分の事例は、樹齢84年生時で、2調査プロットの平均樹高はそれぞれ20.3m、22.6mであり、南近畿地方の事例に当てはめれば、地位下~中に相当する。林分13-1及び林分13-2は谷部で地位も中~上に位置すると考えられるが、南近畿地方は、岡山県と比べ、平均気温や降水量の点から総合的に判断すれば、スギ・ヒノキ同様、地位別林齢-樹高曲線は岡山県の場合より大きいと予想され、今回の結果は

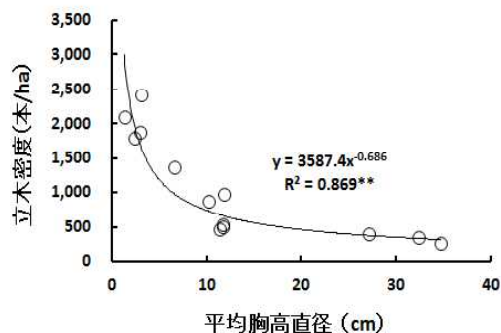


図-9 ケヤキの平均胸高直径と立木密度の関係

注. \*\*は1%水準で有意であることを示す

これを裏付けていると考えられる。

平均胸高直径と立木密度の関係について、べき乗式で近似した場合、1%水準で有意であることが認められた（図-9）。加齢に伴い、平均胸高直径値が10cm、20cm、30cmと大きくなっていく場合、この予測式に当てはめると、ha当たりの立木密度は、それぞれ739本、459本、348本と試算された。特に、平均胸高直径が7~8cmを超えると、ha当たりの立木密度の減少傾向は急激に鈍化していることが明らかになった。

No. 13-1林分及びNo. 13-2林分の場合、樹冠投影面積合計（比率）が9,500（95.0%）~9,700m<sup>2</sup>/ha（97.0%）に達し、樹冠がほぼ閉鎖状態にあることを考えると、ha当たりの胸高断面積合計はほぼ30~33m<sup>2</sup>/haで飽和状態に達していると想定される。つまり、立木密度の管理を行う上では、ha当たりの胸高断面積合計値が30m<sup>2</sup>程度を基準とし、この範囲内で調整すればよいことも示唆された（図-10）。

ケヤキ人工林において稚樹の成長を調査した結果、稚樹の成長は斜面の位置によって著しく差があり、斜面上部では樹高成長が悪く、斜面下部~谷筋で成長が良かったことを報告している（橋詰 1986）。

ケヤキは、スギ、ヒノキ等針葉樹と異なり、年輪幅が大きいほど、材が緻密となり、強度が大きくなる（藤森ら 1994）。このため、肥大成長を促進させる必要があるが、そのためには、斜面下部~谷部の肥沃な箇所へ植栽するとともに、除間伐を行って立木密度を小さくしなければならないという指摘（大阪営林局森林施業研究会 1992）があるが、今回の結果でも、肥大成長を促進させるためには、林分が閉鎖していない早い段階での除間伐が非常に重要であると思われた。

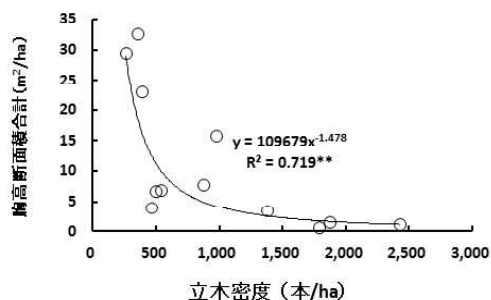


図-10 ケヤキの立木密度と胸高断面積合計の関係

注. 1%水準で有意であることを示す

### (3) トチノキ

勝安町植月中地内（西山 1991）及び真庭市菅谷地内（図-11）の2カ所で、ともに植栽後20年以上、津山市大岩地内では植栽後17年それぞれ経過した林分があり、これを追跡調査した。



図-11 トチノキの植栽事例

注. 上段：勝央町植月中 下段：真庭市菅谷

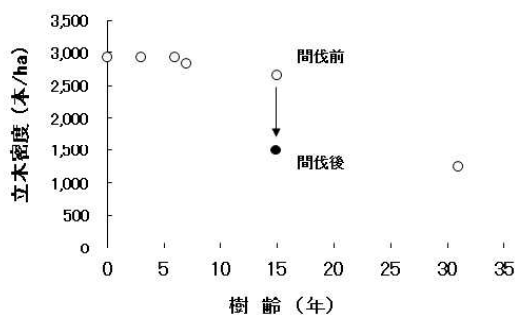


図-12 トチノキの立木密度の推移

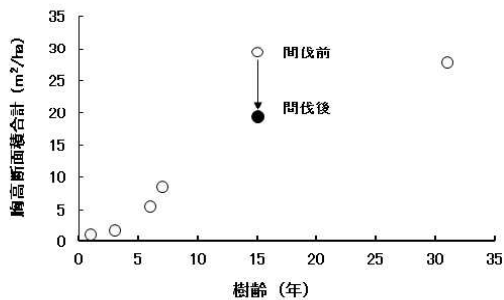


図-13 トチノキの樹齢と胸高断面積合計との関係

勝央町植月中地内のNo. 8-8林分では、ha当たりの立木密度の推移（図-12）及び胸高断面積合計の推移（図-13）から、樹齢17年生時に胸高断面積合計が30m<sup>2</sup>に到達した時点で間伐を行った結果、17m<sup>2</sup>台まで低下したが、樹齢31年生に到達した時点では27.8m<sup>2</sup>まで回復していた。その際、樹冠投影面積合計（比率）は10,452m<sup>2</sup>/ha（104.5%）に達し、既に樹冠は閉鎖状態にあった。

勝央町植月中地内のNo. 8-8林分とNo. 8-9の単独個体は、同一時期に植栽された苗によるものであるが、植栽後31年を経過した時点では、樹高で1.7倍、胸高直径で2.6倍の開きがみられた。No. 8-8林分の有効土層は60-70cm程度であり、土壌型はBD(d)であったのに対し（図-14）、No. 8-9の地点では崩積土により、有効土層は少なくとも1m以上あると考えられる。No. 8-8林分では、1.8m間隔で、3,086本/haの植栽密度であったのに対し、No. 8-9の単独植栽では、既に樹冠幅6.8mに達し、これをha換算すると、立木密度は275本/haに相当する。このように、植栽後の伸長成長及び肥大成長については、植栽方法



図-14 トチノキ植栽地の土壌断面（勝央町植月中）

（植栽間隔）や植栽位置の有効土層厚にも大きく左右されると考えられる。これまでも、トチノキが湿気のある肥沃地を好むという報告（林業科学技術振興所1985）があるが、今回の結果はこれを裏付けた。

このように、トチノキの造林においては、肥沃地を選定し、植栽する場合、植栽密度は、No. 8-8林分では約1.8m間隔で、ha当たり3,000本植栽であったが、この点については、谷口（2007）は苗高1m程度の大苗を4,000～5,000本/haで密植するのが理想的であると推測しており、島田（2009）も、2,500本/haより多くすることが望ましいと指摘している。この点については、生枝下高4～6mの単幹木を収穫することを目的としたものであるが、現時点では生枝下高が4m程度の個体が多いことからすれば、谷口や島田の指摘のとおり、植栽密度を3,000本/haからさらに高める必要があると推測される。



図-15 ヤマザクラの植栽事例（勝央町植月中）

一方、将来的な立木密度としては、現時点では、胸高直径が45cm程度の樹冠幅（樹冠投影面積）から推定し、ha当たり275本以下が望ましいと考えられる。

#### （4）ヤマザクラ

勝央町植月中地内（西山 1991）にある植栽後20年以上経過した林分（図-15）について、2個体の樹幹解析を行った結果、樹齢と樹高の関係は、ロジスティック式よりも、ゴンペルツ式で近似した方が相関が高く、クリ、ケヤキとは樹高成長曲線は異なっていた。

樹高は、樹齢が10年まではほぼ直線的に成長し、8mに到達したが、それ以降、樹高成長は鈍化傾向にあった（図-16）。胸高直径は、樹齢19年生で平均13cm台に達していたが、その際の立木密度は926本/haとなっていた。これは、3.3m四方に1本成立している計算となるが、肥大成長については、今後もその経過を追跡調査する必要がある。

#### （5）コナラ

勝央町植月中地内（西山 1991）にある植栽後20年以上経過した林分（図-17）では、立木個体の形状は、幹曲がりが多くみられた。このうち、樹幹解析した2個体について林齢と樹高の関係を調べた結果、相関の高い予測式は、個体によりロジスティック式、またはゴンペルツ式となっており、今後さらに検証を進めていく必要がある。

#### （6）クヌギ

勝央町植月中地内（西山 1991）にある植栽後20年以上経過した林分（図-18）では、立木個体の形状は、コナラ同様、幹曲がりが多くみられた。

樹幹解析した2個体について、樹齢と樹高の関係を解析した結果、ともにゴンペルツ式よりも、ロジスティック式による近似の方が相関が高かった。

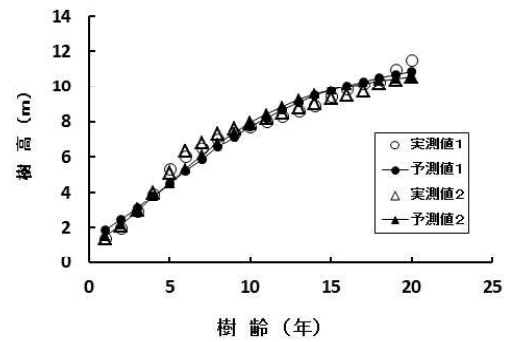


図-16 ヤマザクラの樹齢と樹高の関係

## 2 保育管理方法

広葉樹苗木を植栽した後、その保育管理を考える場合、間伐が最も重要な保育作業である。そこで、今回の結果に基づき、間伐時期について明らかになった4樹種について大まかな間伐の目安（時期）をまとめた（表-4）。

胸高直径、立木密度、胸高断面積合計等、いずれかの要因に該当する場合、その樹種では間伐時期に達していることを示している。それぞれ樹種により、肥大成長の速度が異なることから、間伐時期も変わってくるが、肥大成長を促進させるためには、クヌギで胸高直径が15-20cm、ケヤキでは胸高直径が10cmに達する時点での早期の間伐が理想であると考えられる。



図-17 コナラの植栽事例（勝央町植月中）



図-18 クヌギの植栽事例（勝央町植月中）

表-4 広葉樹の保育管理方法

樹種	間伐の目安(時期)			最終目標
	胸高直径 (cm)	立木密度 (本/ha)	胸高断面積合計 (m <sup>2</sup> /ha)	
クリ	14-16	1,000	20	30m <sup>2</sup> /ha 275本/ha以下
ケヤキ	10	900-1,000	8	
トチノキ	—	1,500	30	
クヌギ	15-20	500-700	16-20	

#### IV おわりに

本研究は、2004年以前に岡山県内に植栽された広葉樹について追跡調査を実施した結果である。いずれの樹種も県内に広く分布し、郷土樹種(須田 2008)としても知られている。この中では、特に、樹種の特長として、生育適地として肥沃な場所を選ぶといわれているケヤキ、トチノキでは、生育が不良な植栽事例もみられた。このように、植栽地の選定を吟味し、その上で、密度管理等の保育を適正に行う必要があると考えられる。

最後に、広葉樹の造林及び造成では、材として利用できるのは、最低、数十年~100年を要することから、今後とも、継続してデータの収集を行っていくことが極めて重要であると結論づけられる。

#### 参考文献

- 橋詰隼人(1986) 日原営林署中内谷国有林における稚樹の発生と生長について. 日林関西支講37: 36-37.
- 「広葉樹樹林化」研究プロジェクトチーム(2010) 「広葉樹樹林化ハンドブック 2010ー人工林を広葉樹林へと誘導するためにー」: 36pp.
- 南近畿林業試験研究機関会議(2008) 紀伊半島におけるケヤキ人工林育成マニュアル. 南近畿林業試験研究機関会議: 17pp.
- 西山嘉寛(1991) 広葉樹1年生山行き苗の生育特性. 岡山林試研報10: 16-39.
- 大阪営林局森林施業研究会(1992) ケヤキ林の育成法. 104pp, 大阪営林局森林施業研究会, 大阪府.
- 林野庁編(2003) 図説森林・林業白書. 284pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- 林業科学技術振興所(1985) 有用広葉樹の知識ー育て方と使いかたー. 514pp, 林業科学技術振興所, 東京.
- 島田博匡(2009) 17年生トチノキ人工林における個体サイズと生残に及ぼす植栽密度及び苗高の影響. 三重林業研報(1): 1-29.
- 須田邦裕(2008) 広葉樹の多様な優良品種育成方法の開発. 秋田県森技研報18: 15-24.
- 谷口真吾・和田稜三(2007) トチノキの自然史. 170pp, 日本林業調査会, 東京.