

スギ・ヒノキ育成林における立木在庫表示システムの開発

岡部 茂・時光博史¹⁾・川上嘉章²⁾・衛藤慎也・山本哲也³⁾

岡部茂・時光博史・川上嘉章・衛藤慎也・山本哲也：スギ・ヒノキ育成林における立木在庫表示システムの開発，広島県林技セ研報41：1～14，2009.

広島県内の施業履歴の明らかなスギ・ヒノキ人工林（40年生前後）15林分を選定し，標準木の樹幹解析を行った。また，原木価格の市場調査も行った。①樹皮厚さはスギ・ヒノキとも幹直径がある大きさまでは増加傾向にあるがそれ以上の幹直径になると増加していなかった。②間伐前と間伐後の年輪成長の変化はヒノキ中密度林分で間伐後の年輪成長の増加が見られた。③立木の梢端部を除いた辺材部の厚さはスギ・ヒノキそれぞれほぼ一定であった。④今回調査した林分から3次多項相対幹曲線式を求め，スギ・ヒノキの樹幹細り式とし立木の採材材積量の予測に使用した。⑤胸高直径と樹高の関係を示す樹高曲線式にHenrickson式を適用し，非線形重回帰分析により式の係数を求めた。⑥県内木材市場に出材されている素材はスギ4 m材（64%），ヒノキ3 m材（80%）が最も多く出材されていた。⑦ヒノキ曲材と直材の価格差は平均13,000円/㎡と大きかった。

これらの調査結果や求めた数式と近畿・中国地方スギ・ヒノキ林分密度管理図の基本計算式から，スギ・ヒノキ人工林の林齢60年生まで予測できる立木在庫表示システムを開発した。

[キーワード] 樹皮厚，間伐，辺材厚，相対幹曲線式，樹高曲線式，木材市場，材価，密度管理

1) 平成21年2月退職，2) 現在広島市在住，3) 現在広島県立総合技術研究所保健環境センター

1 はじめに

広島県内60万haの森林からの丸太生産量は年間約30万㎡で，その蓄積8千万㎡は毎年100万㎡増加する傾向にあり，今後毎年の増加量に見合う量まで生産拡大しても持続的森林経営が可能である。しかしながら，木材価格の低迷による森林所有者の販売意欲低下等の要因により，丸太生産量の急増が見込められないのが現状である。

そこで，県内のスギ・ヒノキ林の林分調査と樹幹解析を行い樹幹の細りと間伐後の立木成長を予測し，この結果を林分密度管理図と組み合わせることにより，林分成長予測モデルをパソコン上で表示するシステムを開発し，森林所有や森林組合等の森林管理を支援することとした。

開発したシステムには立木の採材予測材積や市場単価等の入力による立木価格試算，間伐計画や5～20年後の収穫予測へも利用が可能になる機能を持たせた。

なお，このシステムは間伐等の育成林への利用を目的としているため，スギ・ヒノキ人工林の林齢約60年生まで予測できる立木在庫表示システムとした。

2 スギ・ヒノキ林分の林分調査

間伐の施業履歴が明らかな40年生前後のスギ・ヒノキ林分を調査対象として行った。

2.1 林分調査地および方法

調査地は県内の北東部に位置する庄原市，三次市内のスギ林6箇所・ヒノキ林9箇所において実施した。調査地の林齢，標高，方位，傾斜，地質等の概要は，表1に示した。

林分の調査方法は，15m×15mの標準地を設定し，胸高直径（1mm単位）と樹高（10cm単位）の毎木調査を実施した。その測定結果は，表2に示した。また，調査地の間伐等の施業履歴を表3に示した。

表-1 立木調査概況一覽

No.	所在地 (調査地名)	林齢 (年生)	樹種	本数 (本/ha)	標高 (m)	方位	傾斜 (度)	地質	土壌型	雨量 (mm)	地位 指数
1	三次市吉舎町消綱(引野山)	39	スギ	711	240	北東	33	安山岩	yBb	1400~ 1600	15
2	同上	39	ヒノキ	978	230	東	33	安山岩	yBb	1400~ 1600	19
3	三次市吉舎町松(西山)	40	ヒノキ	1378	420	南西	30	流紋岩	Bb(d)	1400~ 1600	14
4	三次市粟屋(永谷)	40	ヒノキ	1467	250	南	37	流紋岩	yBb	1400~ 1600	9
5	三次市君田町榎田(宮東)	41	スギ	933	290	南西	37	流紋岩	Bb(d)	1800~ 2000	14
6	同上	41	ヒノキ	1200	270	西	25	流紋岩	Bb	1800~ 2000	16
7	庄原市東城町帝釈山中(山中)	37	ヒノキ	1556	630	北東	25	古生層	Bb	1600~ 1800	17
8	庄原市東城町加谷(川平)	40	スギ	1333	520	南西	34	花崗岩	Bb	1800~ 2000	16
9	同上	40	ヒノキ	933	500	南西	5	花崗岩	Bb	1800~ 2000	16
10	庄原市西城町八島(二重坂)	41	スギ	1556	590	東	35	流紋岩	Bb	1800~ 2000	15
11	同上	38	ヒノキ	1911	560	北東	15	流紋岩	Bb	1800~ 2000	15
12	庄原市西城町小島原(背笹)	41	スギ	1689	660	西	40	流紋岩	Bb(d)	2000~	15
13	同上	40	ヒノキ	1422	660	南	20	流紋岩	Bb	2000~	16
14	庄原市西城町小島原(天樋)	48	スギ	800	710	南東	17	流紋岩	Bb(d)	2000~	15
15	同上	48	ヒノキ	2578	730	南西	35	流紋岩	Bb(d)	2000~	14

表-2 毎木調査結果一覽

No.	所在地 (調査地名)	林齢 (年生)	樹種	標準地 本数 (本)	平均胸 高直径 (cm)	胸高直 径標準 偏差	平均 樹高 (m)	樹高標 準偏差	本数 (本/ha)
1	三次市吉舎町消綱(引野山)	39	スギ	17	27.5	5.9	23.5	3.3	711
2	同上	39	ヒノキ	21	21.3	3.5	18.1	1.7	978
3	三次市吉舎町松(西山)	40	ヒノキ	31	18.3	2.1	12.7	1.1	1,378
4	三次市粟屋(永谷)	40	ヒノキ	33	19.5	3.0	14.5	1.2	1,467
5	三次市君田町榎田(宮東)	41	スギ	21	28.8	8.3	20.3	3.0	933
6	同上	41	ヒノキ	27	23.0	6.1	17.2	1.6	1,200
7	庄原市東城町帝釈山中(山中)	37	ヒノキ	35	20.4	3.0	16.4	1.2	1,556
8	庄原市東城町加谷(川平)	40	スギ	30	28.3	6.2	20.6	2.6	1,333
9	同上	40	ヒノキ	21	25.1	3.1	17.0	1.4	933
10	庄原市西城町八島(二重坂)	41	スギ	36	20.3	4.5	16.6	1.5	1,556
11	同上	38	ヒノキ	43	19.9	3.3	16.4	1.0	1,911
12	庄原市西城町小島原(背笹)	41	スギ	38	21.4	4.5	18.8	1.9	1,689
13	同上	40	ヒノキ	32	19.0	3.8	16.4	2.1	1,422
14	庄原市西城町小島原(天樋)	48	スギ	18	26.0	6.1	17.8	1.8	800
15	同上	48	ヒノキ	58	18.6	3.3	16.3	1.5	2,578

表-3 立木調査地施業履歴一覽

No.	所在地 (調査地名)	樹種	調査年	植栽		1回目間伐		2回目間伐		樹幹解析結果 からの林齢
				実施年	調査年前	実施年	調査年前	実施年	調査年前	
1	三次市吉舎町消綱(引野山)	スギ	2006年	1967年	39年前	1989年	17年前	2001年	5年前	38~39年生
2	同上	ヒノキ	2006年	1967年	39年前	1992年	14年前	2001年	5年前	37~39年生
3	三次市吉舎町松(西山)	ヒノキ	2006年	1966年	40年前	1988年	18年前	2002年	4年前	41~43年生
4	三次市粟屋(永谷)	ヒノキ	2006年	1966年	40年前	1988年	18年前	-	-	40~42年生
5	三次市君田町榎田(宮東)	スギ	2006年	1965年	41年前	1986年	20年前	-	-	39~41年生
6	同上	ヒノキ	2006年	1965年	41年前	1986年	20年前	-	-	40~42年生
7	庄原市東城町帝釈山中(山中)	ヒノキ	2006年	1969年	37年前	1986年	20年前	2000年	6年前	37年生
8	庄原市東城町加谷(川平)	スギ	2006年	1966年	40年前	-	-	-	-	39~41年生
9	同上	ヒノキ	2006年	1966年	40年前	1985年	21年前	1990年	16年前	39~41年生
10	庄原市西城町八島(二重坂)	スギ	2006年	1965年	41年前	1986年	20年前	1992年	14年前	41年生
11	同上	ヒノキ	2006年	1966年	40年前	1989年	17年前	1997年	9年前	37~39年生
12	庄原市西城町小島原(背笹)	スギ	2006年	1965年	41年前	1991年	15年前	-	-	41~42年生
13	同上	ヒノキ	2006年	1966年	40年前	1987年	19年前	1999年	7年前	40~41年生
14	庄原市西城町小島原(天樋)	スギ	2006年	1958年	48年前	-	-	-	-	47~49年生
15	同上	ヒノキ	2006年	1958年	48年前	-	-	-	-	47~48年生

2. 2 調査林分の樹幹解析

2. 2. 1 伐採木の円板採集

今回調査した林分の中から1調査区から5本を選び、伐採を行った。なお、伐採木の選木基準は、調査区の中で最も樹高が高いもの1本、最も低いもの1本、すべてを平均した数字に近いもの3本とした。

伐採木の樹高・枝下高をメジャーで測定(10cm単位)した後、根元からの地上部高さが0.0m, 0.2m, 1.2m, (それ以上は2mおきに3.2m, 5.2m, 7.2m, ……), 最後2mとれない時は1mのところ、1mとれない時は最後のところから戻って1mのところから厚さ5cm程度の円板を採集した。伐採木の形状及び採集円板数一覧は、表4に示した。

表-4 伐採木の形状及び採集円板数一覧

【樹種 スギ】

調査地名：引野山

No.	樹高(m)	枝下高(m)	樹冠幅(m)	胸高直径(cm)	円板数	備考
1	23.8	12.6	3.5	30.7	15	
2	22	13.1	3.2	31	14	
3	21.2	12.2	4.4	23.8	13	
4	21	8.2	3.6	26	13	
5	23.6	11.6	3	26.7	15	

調査地名：宮東

No.	樹高(m)	枝下高(m)	樹冠幅(m)	胸高直径(cm)	円板数	備考
1	20.1	12.9	3.6	27.8	13	
2	24	15	3.5	33	15	
3	26.4	13.6	3.9	31.2	16	
4	27.5	13.8	4.2	43.2	16	
5	22.3	14.3	3.4	25.4	14	

調査地名：川平

No.	樹高(m)	枝下高(m)	樹冠幅(m)	胸高直径(cm)	円板数	備考
1	23.2	7.4	4.2	33	14	
2	18.7	12.3	2.8	22	12	
3	23.6	12.9	2.8	33	15	
4	23.8	5	3.8	38.4	15	
5	21.6	10.1	4.2	31.8	14	

調査地名：二重坂

No.	樹高(m)	枝下高(m)	樹冠幅(m)	胸高直径(cm)	円板数	備考
1	14.2	6.9	3.1	19.6	10	
2	18.1	11.3	2.4	22.4	12	
3	17.3	4.5	3.8	22.8	11	
4	20.9	9.4	4.2	28.6	13	
5	15.4	8.4	3	16.8	11	

調査地名：青笹

No.	樹高(m)	枝下高(m)	樹冠幅(m)	胸高直径(cm)	円板数	備考
1	19.9	10.6	4.2	23.8	13	
2	16.3	10.6	3.8	16.4	11	
3	16.5	9.5	3.8	19.6	11	
4	23.2	11.5	3.8	30.8	14	
5	18.3	9.3	4	22	12	

調査地名：天橋県有地

No.	樹高(m)	枝下高(m)	樹冠幅(m)	胸高直径(cm)	円板数	備考
1	15	7.2	3.4	22.6	10	
2	15.6	6.3	3.9	27.2	11	
3	16.8	3.7	3.8	28.2	11	
4	20.8	7.4	5.6	39	13	
5	16	7.4	4.2	25.4	11	

【樹種 ヒノキ】

調査地名：引野山

No.	樹高(m)	枝下高(m)	樹冠幅(m)	胸高直径(cm)	円板数	備考
1	17.9	14.1	2.6	18.1	12	
2	18.2	16.4	2.6	19.1	12	
3	19.3	12.1	2.6	21	13	
4	19.6	11.5	3	22.5	13	
5	19.6	10.3	3.2	23.3	13	

調査地名：西山

No.	樹高(m)	枝下高(m)	樹冠幅(m)	胸高直径(cm)	円板数	備考
1	13.6	4.2	3.5	21.1	10	
2	12.9	6.2	5	16.8	9	
3	12.9	6	4.3	17.2	9	
4	12.6	5.3	3.6	17.6	9	
5	11.7	6.1	3	14.6	9	

調査地名：永谷

No.	樹高(m)	枝下高(m)	樹冠幅(m)	胸高直径(cm)	円板数	備考
1	14.2	7.3	3	16.6	10	
2	16.1	7.2	3.8	20.4	11	
3	16.8	8.9	4.6	23.4	12	
4	17	10.7	3.2	19	11	
5	15.9	7	4.2	20.6	11	

調査地名：宮東

No.	樹高(m)	枝下高(m)	樹冠幅(m)	胸高直径(cm)	円板数	備考
1	16.9	10.7	2.8	17.6	11	
2	21.4	11.4	3	25.8	13	
3	19.9	12.3	3.8	23.2	13	データ使用不可
4	18.2	8.8	4	22	12	
5	18.6	12.2	2.6	22	11	

調査地名：山中

No.	樹高 (m)	枝下高 (m)	樹冠幅 (m)	胸高直径 (cm)	円板数	備考
1	17.3	8	3.6	20.6	11	
2	15.7	7.1	3.9	22.8	11	
3	15.3	6.6	3.8	20	10	
4	16.1	6.6	3.4	23	11	
5	16	9.7	2.4	17.8	11	

調査地名：川平

No.	樹高 (m)	枝下高 (m)	樹冠幅 (m)	胸高直径 (cm)	円板数	備考
1	17.2	7.4	4.6	24	11	
2	18.4	6.6	3.8	27	11	
3	19.2	6.7	3.4	29.8	13	
4	16.3	6.3	4.8	23.8	11	
5	16	5.7	3.4	20.8	11	

調査地名：二重坂

No.	樹高 (m)	枝下高 (m)	樹冠幅 (m)	胸高直径 (cm)	円板数	備考
1	17.5	9.4	4.2	19.8	11	
2	16.5	6.3	3.4	20.2	11	
3	16.6	8.8	4	21.2	11	
4	17.2	7.7	4.2	24	11	
5	15.8	8	3.6	15.8	10	

調査地名：天樋県有地

No.	樹高 (m)	枝下高 (m)	樹冠幅 (m)	胸高直径 (cm)	円板数	備考
1	16.9	10.7	2.8	17.6	11	
2	21.4	11.4	3	25.8	13	
3	19.9	12.3	3.8	23.2	13	
4	18.2	8.8	4	22	12	データ使用不可
5	18.6	12.2	2.6	22	11	

調査地名：背笹

No.	樹高 (m)	枝下高 (m)	樹冠幅 (m)	胸高直径 (cm)	円板数	備考
1	16.3	5.4	3.2	19.8	11	
2	16.1	8.7	3	16.2	10	
3	17.2	5.1	4	26.6	11	
4	16.3	5.2	3.8	19	11	データ使用不可
5	17.1	5.1	4.6	20.8	11	

2. 2. 2 採集円板の年輪測定

採集した円板の林齢別の直径を測定した。測定方法は図1に示したとおりで、四方向を測定し平均値を算出した。

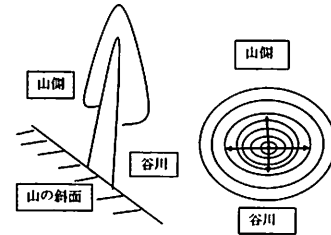


図-1 円板の測定方法

2. 2. 3 樹皮の厚さ

立木の樹皮の厚さを調査するため、今回樹幹解析したデータの円板直径（樹皮の厚さを除く）と樹皮の厚さ（両側）の関係は図2、3に示した。

スギの場合、円板直径30cmまでは樹皮の厚さも増加傾向にあるが、直径30cm以上になると樹皮の厚さの増加傾向が無く、ヒノキの場合は直径25cm以上では樹皮の厚さの増加が見られない傾向の結果になった。また、スギは直径10cm以上の円板では樹皮の厚さ（両側）が0.4~1.0cmの範囲に約95%（平均0.65cm，標準偏差0.16）分布し、ヒノキの直径5cm以上の円板では樹皮の厚さ（両側）は0.4~1.0cmの範囲に約90%（平均0.60cm，標準偏差0.16）が分布する結果になった。この結果は、直径が大きくなるにしたがって樹皮厚率が一定する梶原⁽¹⁾の報告とほぼ一致した。

調査地名宮東ヒノキ林と天樋スギ林の地上高別の樹皮の厚さ（片側）の変化を図4、5に示した。その外の調査地の調査木においてもほぼ同様な傾向になったが、地上高0.0mで採集した円板の樹皮厚は地上高0.2cm以上から採集した円板の樹皮の厚さより小さい傾向が見られた。

なお、今回調査した立木の林齢は40~49年生で、100年生以上の高齢林の樹皮厚さについては今後調査する必要がある。

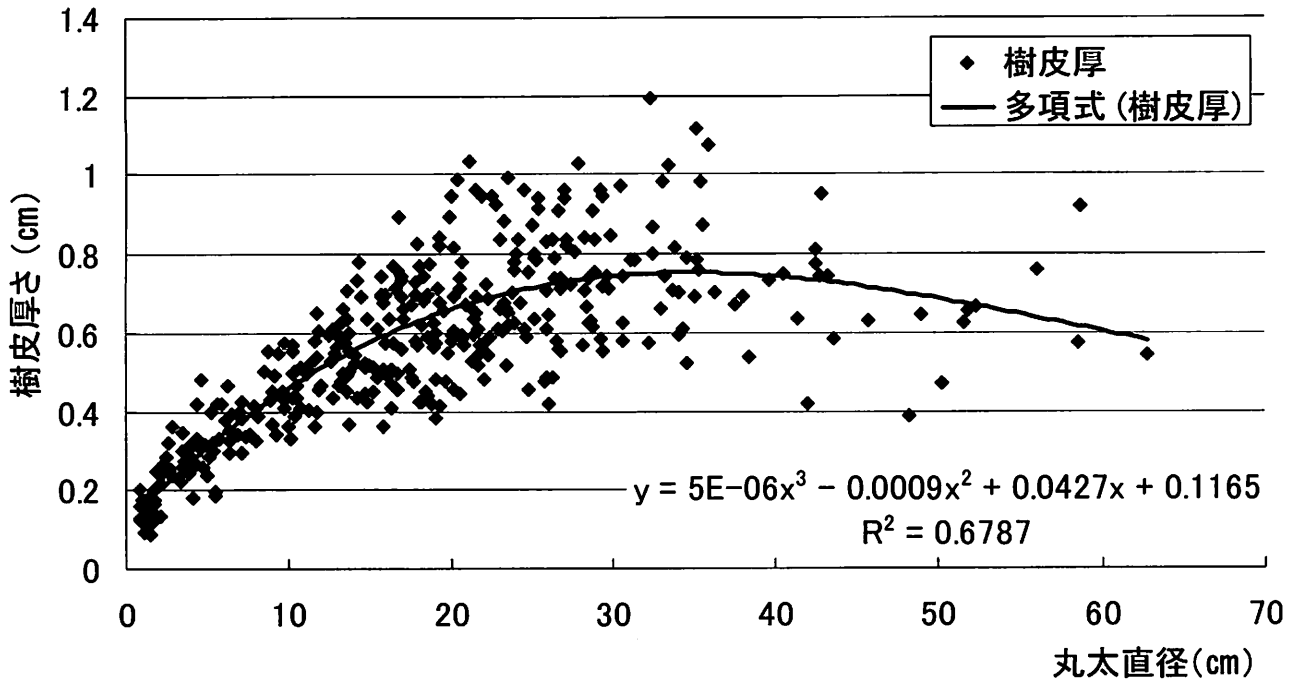


図-2 スギ丸太の直径と樹皮厚さの関係

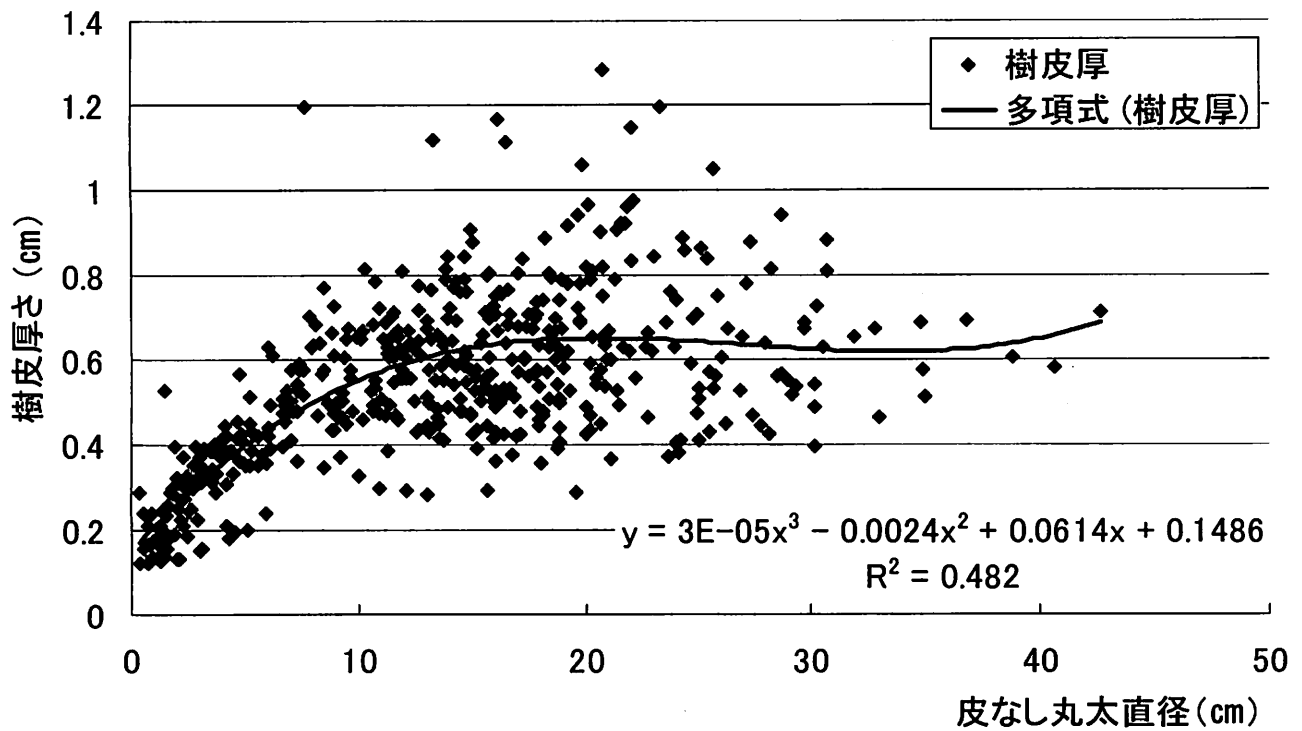


図-3 ヒノキ立木の丸太直径と樹皮厚さ

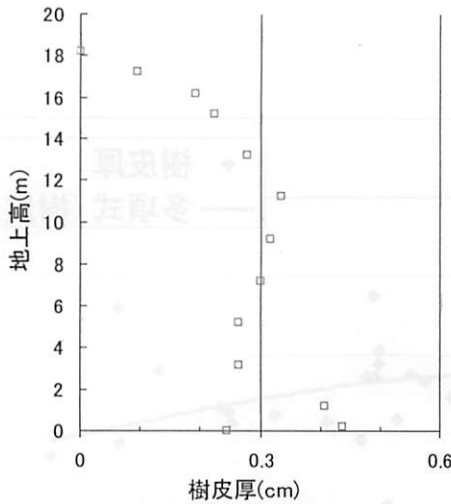


図-4 地上高別の樹皮の厚さ (片側)
(宮東ヒノキNo. 3)

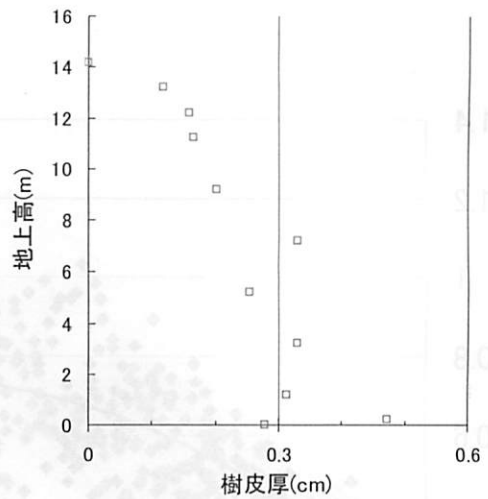


図-5 地上高別の樹皮の厚さ (片側)
(天樋スギNo. 1)

2. 2. 4 間伐前後の年輪成長

スギ・ヒノキ調査林分の間伐前後の年輪成長量比較結果を表5, 6に示した。

この表は、胸高直径の連年成長量 (片側: mm/年) を間伐前までの5年間と間伐後の5年間で、調査地別を示した。

表-5 間伐前後の年輪成長量比較結果 (スギ)

調査地別		立木密度 (本/ha)	1.2m高での外径連年成長量(片側: mm/年)							
			平均値				前年との差(グラフの傾き)の平均			
			1回目間伐		2回目間伐		1回目間伐		2回目間伐	
間伐区	引野山	711	3.76	3.59	2.07	1.81	0.18	-0.26	-0.10	-0.03
	宮東	933	4.21	3.63	-	-	-0.48	-0.09	-	-
	二重坂	1,556	2.67	1.88	2.04	2.15	-0.46	0.12	0.16	-0.12
	青笹	1,689	2.07	2.07	-	-	-0.04	-0.06	-	-
	平均	低密度林分	3.98	3.61	2.07	1.81	-0.15	-0.17	-0.10	-0.03
	平均	中密度林分	2.37	1.98	2.04	2.15	-0.25	0.03	0.16	-0.12
無間伐区	川平	1,333	4.83	3.97	-	-	-0.33	-0.23	-	-
	天樋	800	-	-	-	-	-	-	-	-

*川平は26年生を境として前後5年間の平均を計算した

表-6 間伐前後の年輪成長量比較結果 (ヒノキ)

調査地別		立木密度 (本/ha)	1.2m高での外径連年成長量(片側: mm/年)							
			平均値				前年との差(グラフの傾き)の平均			
			1回目間伐		2回目間伐		1回目間伐		2回目間伐	
間伐区	川平	933	4.47	3.51	3.51	2.56	-0.16	-0.15	-0.15	-0.20
	引野山	978	1.88	1.33	1.39	1.16	0.01	-0.13	-0.02	-0.05
	宮東	1200	3.93	2.53	-	-	-0.39	-0.10	-	-
	西山	1378	2.29	2.14	1.84	1.46	-0.36	-0.12	0.07	-0.08
	青笹	1422	2.80	2.86	2.06	2.01	-0.28	0.18	0.15	-0.10
	永谷	1467	2.14	2.54	-	-	-0.29	0.19	-	-
	山中	1556	2.96	2.86	1.95	2.50	-0.21	0.12	0.01	0.14
	二重坂	1911	2.60	3.43	2.75	2.19	-0.20	0.23	-0.46	0.02
	平均	低密度	3.14	2.38	2.24	1.73	-0.22	-0.13	-0.04	-0.11
	平均	中密度	2.62	2.92	2.25	2.23	-0.24	0.18	-0.10	0.02
	平均	全体平均	2.88	2.65	2.25	1.98	-0.23	0.03	-0.07	-0.05
無間伐区	天樋	2578	2.22	1.9	-	-	-0.17	-0.09	-	-

*3 齢級で除伐、その後に20%の間伐を2回実施すると40年生で1500本/ha程度となるため、便宜的に1400本/haを境として低密度と、中密度に区分した
*天樋(無間伐)では他の区の初回間伐時期に相当する林齢22年の前後5年間を比較した

低密度林分(成立本数1,400本/ha以下), 中密度林分(成立本数1,400本/ha以上), 無間伐林分について, 間伐前と間伐後のスギ, ヒノキの年輪成長を比較してみると, 連年年輪成長量の増加はスギでは今回の調査では明らかにならなかったが, ヒノキ中密度林分の1回目間伐(20~25年生)では連年成長量の増加が見られた。また, ヒノキでは間伐後2~3年目から連年年輪成長量の増加が見られ, 連年成長量の減少傾向が間伐によって止まり, 間伐による直径の肥大成長効果が明らかになった。

2. 2. 5 心材, 辺材厚さ

立木の梢端部の心材を除いたスギ・ヒノキの相対長(1-任意の断面高/樹高)に対する辺材厚さ(片側)を図6, 7. に示した。この結果, 辺材の厚さは樹高にかかわらず, スギで平均値3.8cm(標準偏差0.46), ヒノキで平均値2.7cm(標準偏差0.42)とほぼ一定であった。

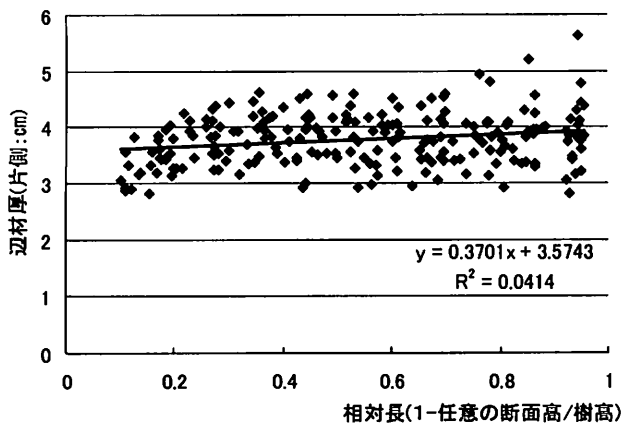


図-6 相対長と辺材厚さ(スギ)

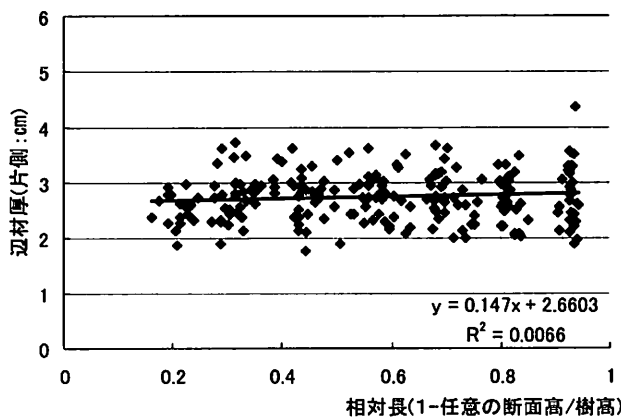


図-7 相対長と辺材厚さ(ヒノキ)

2. 2. 6 立木の細り

立木の細り, つまり形状を客観的に比較する方法として, 立木の直径及び樹高を相対的な値に置き換えて表現するため, 3次多項相対幹曲線式がよく用いられている⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾。そこで, 今回伐採した立木の樹高(H)と円板を採集した断面高(h)から相対長(1-h/H)を求め, 相対直径は胸高直径(断面高:1.2m)を基準した相対直径とした。スギ・ヒノキの相対幹曲線は図8, 9に示した。相対幹曲線式は次に示したとおりで, 決定係数がスギ・ヒノキともに0.98と高い数値になった。

スギ相対幹曲線式

$$y = 0.7673x^3 - 1.8078x^2 + 2.077x$$

ヒノキ相対幹曲線式

$$y = 0.1336x^3 - 0.9126x^2 + 1.8036x$$

相対直径 $y = di/D$ 相対樹高 $x = (1-hi/h)$

D:胸高直径(cm)

H:樹高(m)

Di:任意の相対位置における上部直径(皮内)(cm)

Hi:任意の相対位置における高さ(m)

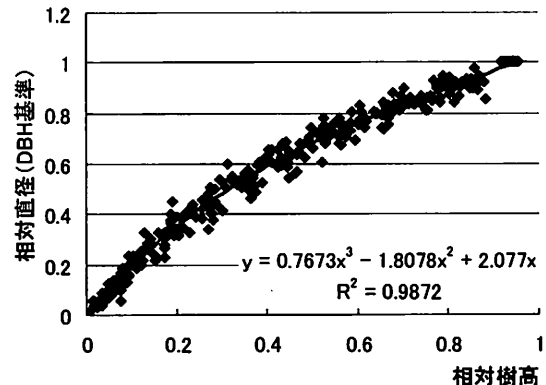


図-8 相対幹曲線(スギ)

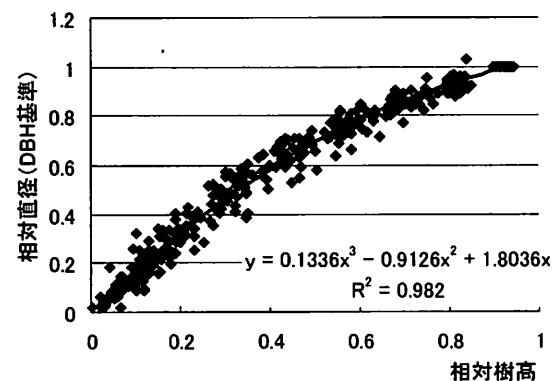


図-9 相対幹曲線(ヒノキ)

2. 2. 7 樹高曲線式

胸高直径と樹高の関係を示す樹高曲線式として従来から良く使用されているHenrickson式⁽⁶⁾を適用することとし、今回調査したデータ(スギ138本、ヒノキ272本)を非線形重回帰分析により式の係数を求めた。その結果、求めた樹高曲線式は次に示した。

スギ樹高曲線式

$$h = -5.14830 + 17.4506 \log(d)$$

ヒノキ樹高曲線式

$$h = -1.5756 + 13.4358 \log(d)$$

h:樹高(m), d:胸高直径(cm)

このHenrickson式による計算樹高と測定樹高の関係は図10, 11に示した。これから、スギは20m以上、ヒノキ15m以上の樹高で計算値が測定値より低い結果になった。

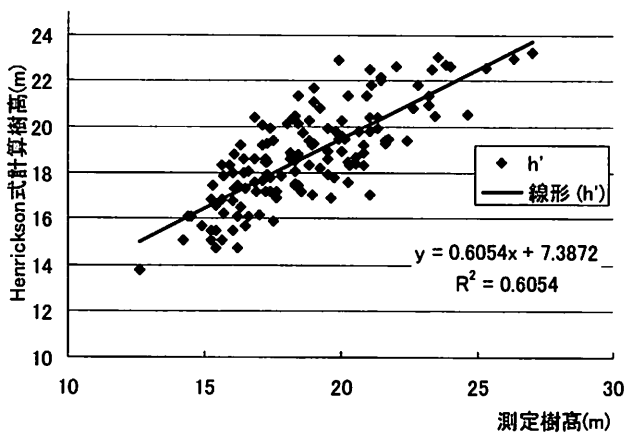


図-10 スギ 測定樹高-Henrickson

として、宇津木ら⁽⁶⁾は節、材材位置、曲がり等が素材価格と強い相関を持つが、直径、年数、年輪形、材色等は弱い相関と報告されている。そこで、心材色や年輪幅の違いによる木材価格の比較は行わず、県内で伐採されている素材が木材市場に出材され、木材市場の基準に基づいて仕分けされている素材丸太の形状内訳と形状の違いによる丸太価格の違いについて調査することにした。県内の木材市場(広島県森林組合連合会三次共販所)に2005年1~12月(各月1回:毎月20日市日)出材された素材材積は、スギ5,170m³、ヒノキ3,483m³で、その素材丸太の長さ別内訳は表7に示したとおりで、スギ4m材(64%)、ヒノキ3m材(80%)が最も多く出材されている結果になった。木材市場で仕分けされている素材丸太の形状内訳は表8に示した。スギでは曲材と直材の割合が36%と同程度であったが、ヒノキの場合は直材の割合が46%と他の形状と比較して高い結果になった。この違いは、スギ4m材の56%が中目材と言われている末口径24cm以上に対して、ヒノキ3m材の69%が柱材といわれる末口14~22cmで占められ、ヒノキ曲材は柱材としては嫌われているために出材率が低いと思われる。

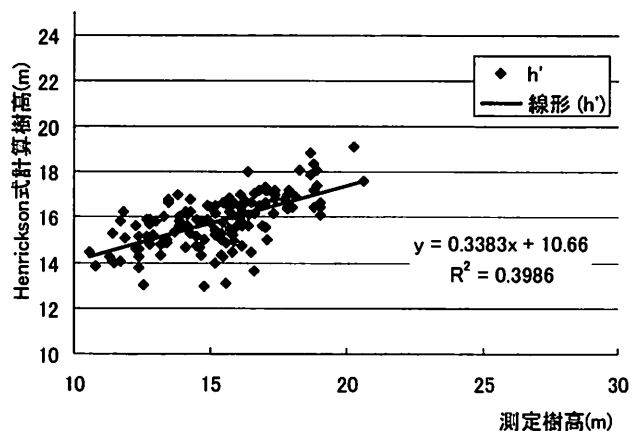


図-11 ヒノキ 樹高-Henrickson

3 材質と木材価格

素材丸太の材質の違いによる落札価格に及ぼす因子

表-7 木材市場に出材された素材丸太の材長別材積の内訳

長さ(m)	1	2	2.8	3	3.8	4	5	6	7	8	10	計
スギ (%)	-	0.4	-	34.23	0	64	0.47	0.74	0.02	0.15	0.21	100
ヒノキ (%)	0	1.08	0.02	79.73	0.03	16.27	0.17	2.64	0.02	0.03	-	100

表-8 木材市場に出材された素材丸太の形状別内訳

形状	キズ	シミ	曲	元曲	元木	古木	枯木	小曲	節	目割	ハルブ	込	直	計
スギ (%)	3.72	4.44	36.07	0.9	10.16	0.12	0.17	6.22	1.75	0.02	0.14	-	36.28	100
ヒノキ (%)	1.57	-	25.48	4.47	5.24	0.78	-	16.39	0.32	-	0.01	0.01	45.73	100

スギ、ヒノキの材質別出材量と木材価格を、図12、13に示した。スギ(4m末口径24~28cm)の場合、直材、元木(根鉢を付いている一番丸太)、小曲(少し曲っている丸太)のあいだには、平均価格に大きな価格差は無いが曲材や節、シミ、キズ材では直材と比較して2,000円/m³以上の価格差が出ていた。ヒノキ(3m末口径18~22cm)の平均価格を形状別に比較すると、直材と小曲材で3,000円/m³、曲材と直材では13,000円/m³の大きな価格差が出ていた。このことから、ヒノキを伐採する場合、出来るだけ直材を採材するよに心掛ける必要があることが分かる。

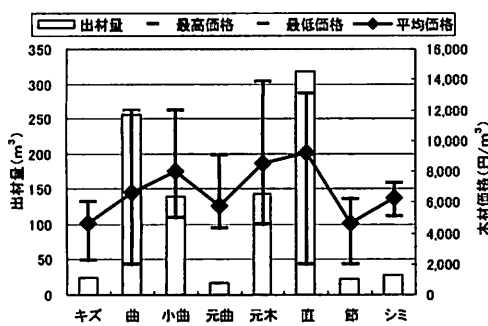


図-12 材質別出材量と木材価格(スギ4m末口径24~28cm) 県森連三次共販所(2005年1~12月)

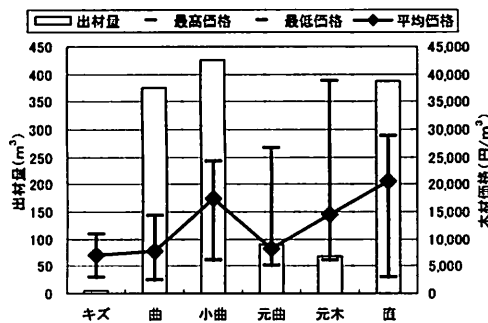


図-13 材質別出材量と木材価格(ヒノキ3m末口径18~22cm) 県森連三次共販所(2005年1~12月)

4 立木在庫システム

このシステムは近畿・中国地方のスギ・ヒノキ林分密度管理図の計算式を基本とし、今回調査した林分の樹幹解析データから導き出した相対幹曲線式や樹高曲線式などから算出できる表計算シートである。現地で測定した樹高や胸高直径などの現況データ、または間伐後の年輪幅や樹皮厚さなどの基本データ、間伐率を入力することで、平均的な成長量の変化が求められることができ、間伐の指標である収量比数や形状比などから、間伐の計画や効果、その後の成長量までを想定できるようにした。また、市場の素材単価を任意に入力

することで、利用材積を細り表により算出し、林分におけるおおまかな丸太の在庫等を試算することが可能とすることとした。

4.1 「成長予測表」シート

スギ成長予測表のシートを表9に示した。

このシートの特徴は以下のとおりである。

- ① 現状の林齢、樹高、植栽本数と除間伐予定林齢の除間伐率、求めたい林齢を任意に入力することにより、求めたい林齢の本数密度、推定胸高直径、推定材積を表示した。
- ② 林分密度管理の指標とするために、収量比数、相対幹距、胸高断面積、平均木の形状比を表示した。
- ③ 林分密度管理図では間伐後の本数密度でその胸高直径が表わされるため、間伐後1年間で急激に直径が大きくなる問題を解決するため、1年間の直径成長の上限を定め、数年で林分密度管理図の数値になるようにした。また、間伐後の年輪幅は任意での入力も可能としたが、前述の間伐後の年輪成長量を参考に収量比数を中庸(Ry:0.7~0.8)とみなし上限値2.5mm/年を標準値として使うこととした。
- ④ 地位指数は、現行の平均樹高、林齢と既存の成長予測表(3)を近似式化して算出した40年生の樹高とし、次の式により算出して表した。

○ スギ40年生樹高の推定式

$$y = (10.525 \ln(a) - 17.842) \times b / (10.525 \ln(c) - 17.842)$$

y: 樹高(m), a: 40(年生), b: 現行の平均樹高(m), c: 現行の林齢(年生)

※ 広島県優良材生産技術体系スギⅡ等地による

○ ヒノキ40年生樹高の推定式

$$y = (7.7001 \ln(x) - 12.499) \times b / (7.7001 \ln(c) - 12.499)$$

y: 樹高(m), a: 40(年生), b: 現行の平均樹高(m), c: 現行の林齢(年生)

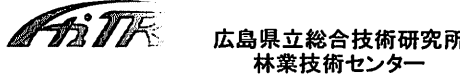
※ 広島県優良林業地育林技術体系樹高成長曲線による

4.2 「採材材積表」および「立木胸高別採材末口表」シート

採材材積表および立木胸高別採材末口表のシートは、表10、11に示した。

表-9 「成長予測表」シート

ヒノキ林の成長予測表 (Ver.1.03)
ヒノキ林北近畿・中国林分密度管理図使用



広島県立総合技術研究所
林業技術センター

に数値を入力すると、表と図が変わる。
注意：結果に異常がないことを確認しながら使用のこと。

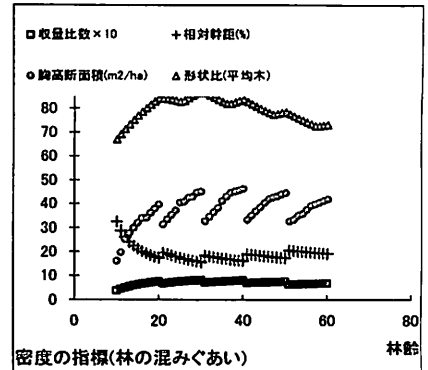
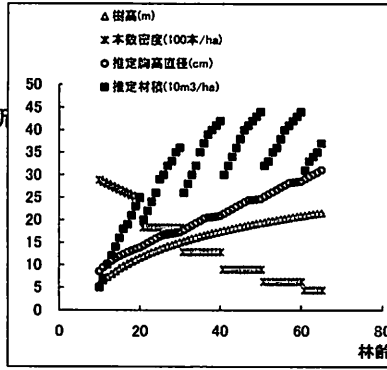
ヒノキ林の現状

林齢 年生 ⇒ ヒノキ林の土地の良さ(地位)

樹高 m 地位指数 (m/40年樹高)

植栽本数 本/ha

間伐後の年輪幅(15年生以降) mm/年 — 年輪幅の上限値は特に問題なければ変更不要です。



密度の指標 (林の混みぐあい)
密度の指標 (材積) (幅/樹高) (胸高断面積) (樹高/直径)

試算したい林齢を入力する 年

本/ha
その時点での推定胸高直径 cm
その時点での推定材積 m3/ha
その時点での推定樹高 m

林齢	樹高 (m)	本数密度 (本/ha)	除・間伐率 (%)	間伐本数 (本/ha)	推定胸高直径 (cm)	推定材積 (m ³ /ha)	幅 (m)	収量比数	相対幹距 (%)	胸高断面積 (m ² /ha)	形状比(平均木)
10	6	2,882		0	9	50	1.9	0.37	33	16	67
11	7	2,839		0	9	70	1.9	0.44	29	20	69
12	7	2,784		0	10	100	1.9	0.50	26	25	71
13	8	2,749		0	11	120	1.9	0.55	24	28	73
14	9	2,706		0	11	140	1.9	0.59	22	30	75
15	9	2,663		0	12	160	1.9	0.63	21	32	77
16	10	2,622		0	12	180	2.0	0.66	20	34	78
17	10	2,582		0	13	190	2.0	0.69	19	34	80
18	11	2,544		0	13	210	2.0	0.71	19	36	81
19	11	2,507		0	13	230	2.0	0.73	18	38	83
20	12	2,471	26	843	14	250	2.0	0.75	17	40	84
21	12	1,829		0	14	200	2.3	0.68	20	31	84
22	12	1,829		0	15	220	2.3	0.70	19	33	84
23	13	1,829		0	15	240	2.3	0.72	18	35	83
24	13	1,829		0	16	260	2.3	0.74	18	37	83
25	13	1,829		0	16	290	2.3	0.75	17	40	83
26	14	1,829		0	17	300	2.3	0.77	17	41	83
27	14	1,829		0	17	320	2.3	0.78	17	43	84
28	14	1,829		0	17	330	2.3	0.79	16	43	85
29	15	1,829		0	17	350	2.3	0.81	16	45	86
30	15	1,829	30	549	17	360	2.3	0.82	16	45	87
31	15	1,280		0	18	260	2.8	0.72	18	33	86
32	16	1,280		0	18	280	2.8	0.73	18	35	85
33	16	1,280		0	19	300	2.8	0.74	18	36	84
34	16	1,280		0	19	320	2.8	0.75	17	38	83
35	16	1,280		0	20	350	2.8	0.76	17	41	83
36	17	1,280		0	20	370	2.8	0.77	17	43	82
37	17	1,280		0	21	390	2.8	0.77	17	45	82
38	17	1,280		0	21	400	2.8	0.78	16	45	82
39	17	1,280		0	21	410	2.8	0.79	16	46	83
40	17	1,280	30	384	21	420	2.8	0.80	16	46	84
41	18	896		0	21	300	3.3	0.69	19	33	83
42	18	896		0	22	320	3.3	0.70	19	35	82
43	18	896		0	22	340	3.3	0.71	19	37	81
44	18	896		0	23	360	3.3	0.71	18	39	80
45	18	896		0	23	380	3.3	0.72	18	40	79
46	19	896		0	24	400	3.3	0.73	18	42	78
47	19	896		0	24	410	3.3	0.73	18	43	77
48	19	896		0	24	420	3.3	0.74	18	43	78
49	19	896		0	25	430	3.3	0.74	17	44	78
50	19	896	30	269	25	440	3.3	0.75	17	44	78
51	19	627		0	25	320	4.0	0.64	21	33	77
52	20	627		0	26	330	4.0	0.64	20	33	77
53	20	627		0	26	350	4.0	0.65	20	35	76
54	20	627		0	27	360	4.0	0.65	20	36	75
55	20	627		0	27	380	4.0	0.66	20	38	74
56	20	627		0	28	400	4.0	0.66	20	39	73
57	20	627		0	28	410	4.0	0.67	20	40	73
58	21	627		0	28	420	4.0	0.67	19	41	73
59	21	627		0	28	430	4.0	0.68	19	41	73
60	21	627	30	188	29	440	4.0	0.68	19	42	73
61	21	439		0	29	310	4.8	0.57	23	30	72
62	21	439		0	30	330	4.8	0.57	23	31	71
63	21	439		0	30	340	4.8	0.58	22	32	71
64	21	439		0	31	350	4.8	0.58	22	33	70
65	22	439		0	31	370	4.8	0.59	22	35	69
66	22	439		0	32	380	4.8	0.59	22	35	69
67	22	439		0	32	390	4.8	0.59	22	36	68
68	22	439		0	32	400	4.8	0.60	22	37	68
69	22	439		0	32	410	4.8	0.60	22	37	68
70	22	439		0	33	410	4.8	0.60	22	37	68

(注意)
高齢林では特に
間伐方法等により
推定値と現実の値が
異なってくる

表-10 「採材材積表」シート

ヒノキ採材材積表

材長(m) 株高(m) 余切り(m) 対象末口径(cm) 樹皮厚(両側 cm)
 3 0.4 0.05 10 一数值を入力する→ 2
 成立本数 推定胸高直径 SD 直径の変動係数の平均

胸高直径 (cm)	樹高 (m)	成立本数 (本/ha)	材長 (m)	末口径(cm) ¹⁾					材積(m ³) ²⁾					合計材材積 (m ³ /ha)	幹材積 ³⁾ (m ³ /本)	合計幹材積 (m ³ /ha)	利用率 (%)	補正係数 ⁴⁾
				元玉 3.45	2番 6.5	3番 9.55	4番 12.6	5番 15.65	元玉 3.45	2番 6.5	3番 9.55	4番 12.6	5番 15.65					
12	15		3											0.10		#####	1.00	
14	16		3											0.14		#####	0.80	
16	17	1	3	12	11					0.017	0.015			0.03	0.19	0.19	17.2	0.40
18	18	2	3	14	13	10				0.047	0.041	0.024		0.11	0.24	0.48	23.1	0.40
20	19	5	3	16	14	12				0.154	0.118	0.086		0.36	0.31	1.53	23.3	0.40
22	19	10	3	18	16	13	10			0.389	0.307	0.203	0.120	1.02	0.38	3.79	26.8	0.40
24	20	19	3	20	18	14	12			0.912	0.739	0.447	0.328	2.43	0.46	8.75	27.7	0.40
26	21	31	3	22	20	16	13			1.800	1.488	0.952	0.629	4.87	0.55	17.03	28.6	0.40
28	21	45	3	24	22	18	14	10		3.110	2.614	1.750	1.058	9.07	0.65	29.11	31.2	0.40
30	22	57	3	26	24	20	16	12		4.624	3.940	2.736	1.751	14.04	0.75	42.89	32.7	0.40
32	22	63	3	28	24	22	18	13		5.927	4.355	3.659	2.449	17.67	0.87	54.59	32.4	0.40
34	22	62	3	30	26	24	20	14		6.696	5.029	4.285	2.976	14.58	0.99	61.31	33.3	0.40
36	23	52	3	32	28	26	20	16		6.390	4.892	4.218	2.496	15.97	1.12	58.22	33.7	0.40
38	23	39	3	34	30	26	22	16		5.410	4.212	3.164	2.285	11.98	1.26	49.09	33.1	0.40
40	24	25	3	36	32	28	24	18		3.888	3.072	2.352	1.728	12.01	1.41	35.16	34.2	0.40
42	24	15	3	38	34	30	26	20		2.599	2.081	1.620	1.217	8.24	1.56	23.44	35.1	0.40
44	24	7	3	40	36	32	28	22		1.344	1.089	0.860	0.659	4.36	1.73	12.09	36.1	0.40
46	25	3	3	42	38	34	28	22		0.635	0.520	0.416	0.282	2.03	1.90	5.70	35.6	0.40
48	25	1	3	44	40	36	30	24		0.232	0.192	0.156	0.108	0.76	2.08	2.08	36.4	0.40

合計 437 (本/ha)

合計採材材積(m³/ha) 133 合計幹材積 405 (m³/ha)
 合計丸太本数(本/ha)⁵⁾ 2,108 合計利用率 33%

- 1) 皮内直径で14cm未満は1cm括約、14cm 以上は2cm括約とした。
- 2) 末口二乗法により計算
- 3) 幹材積表西日本編の式を採用
- 4) 採材材積に補正を加えたい場合は0~1の範囲で補正係数を変更する
- 5) 合計丸太本数には曲がり等の形状は考慮に入れず、直材のみと仮定した条件で最大採材本数を計算

表-11 「立木胸高別採材末口表」シート

ヒノキ立木胸高別採材末口表

入力事項はありません

材長(m)	株高(m)	余切り(m)	樹皮厚 (両側cm)	相対幹材積 $v = ax^3 + bx^2 + Cx$ の係数			樹高曲線Henrickson式 $h = a + b \cdot \log d$		成長予測表シートでの推定値	樹高曲線Henrickson式 にdを代入した推定樹高 h'	補正係数	対象末口 径(cm)
				a	b	c	a	b	胸高直径d 樹高h			
3	0.4	0.05	2	0.134	-0.913	1.804	-1.58		32.6 22.1	18.7	1.18	10

細り表

採材材積末口表

各高さでの推定皮内直径(cm)								各高さでの末口径(cm)							
高さ(m)		3.45	6.50	9.55	12.60	15.65	18.70	高さ(m)		3.45	6.50	9.55	12.60	15.65	18.70
胸高直径(cm)	樹高(m)							胸高直径(cm)	樹高(m)						
12	15	9.1	7.6	5.5	2.9			12	15						
14	16	11.0	9.4	7.2	4.4	0.9		14	16	11					
16	17	13.0	11.2	8.9	5.9	2.2		16	17	12	11				
18	18	14.9	13.1	10.6	7.5	3.6		18	18	14	13	10			
20	19	16.9	14.9	12.3	9.0	5.0	0.2	20	19	16	14	12			
22	19	18.8	16.7	14.0	10.6	6.4	1.4	22	19	18	16	13	10		
24	20	20.8	18.6	15.7	12.1	7.8	2.6	24	20	20	18	14	12		
26	21	22.7	20.4	17.4	13.7	9.2	3.8	26	21	22	20	16	13		
28	21	24.7	22.2	19.1	15.3	10.6	5.0	28	21	24	22	18	14	10	
30	22	26.6	24.1	20.9	16.9	12.0	6.3	30	22	26	24	20	16	12	
32	22	28.6	25.9	22.6	18.5	13.5	7.6	32	22	28	24	22	18	13	
34	22	30.5	27.8	24.3	20.1	14.9	8.8	34	22	30	26	24	20	14	
36	23	32.5	29.7	26.1	21.7	16.4	10.1	36	23	32	28	26	20	16	10
38	23	34.4	31.5	27.8	23.3	17.8	11.4	38	23	34	30	28	22	16	11
40	24	36.4	33.4	29.6	24.9	19.3	12.7	40	24	36	32	28	24	18	12
42	24	38.4	35.2	31.3	26.5	20.8	14.0	42	24	38	34	30	26	20	14
44	24	40.3	37.1	33.1	28.1	22.3	15.4	44	24	40	36	32	28	22	14
46	25	42.3	39.0	34.8	29.8	23.7	16.7	46	25	42	38	34	28	22	16
48	25	44.2	40.8	36.6	31.4	25.2	18.0	48	25	44	40	36	30	24	18

※皮内直径で14cm未満は1cm括約、14cm 以上は2cm括約とした

このシートの特徴は、以下のとおりである。

- ① 「採材材積表」シートに採材長、株高(伐採の時に切りすてる根元の根張り部分)、余切り(採材長より余分に切る長さ)、樹皮厚(両側)、対象末口径(採材する最小末口径)を入力することによって、「成長予測表」シートで試算したい林齢の林分から採材される合計材積、合計丸太本数、合計幹材積、合計利用率を表示した。
- ② 立木胸高直径のばらつきは、成長予測表シートの推定胸高直径を平均値とした正規分布とし、変動係数は標準的なばらつきを想定して、今回調査した林分の調査数値(スギ0.23, ヒノキ0.17)を入力した。なお、間伐の状態によって胸高直径のばらつきが林分によって大きく変わるので、変動係数を調整する必要がある。
- ③ 樹高と胸高直径の関係は、前述のHenrickson式を摘要して求め、その値を成長予測シートで求めた樹高推定値に合わせるため、Henrickson式の値に補正値を乗じた。

直径別の立木細り表は前述の相対幹曲線式で計算した。

立木がすべて素材として採材されることは無く、採材されない腐れや曲り部分を予測し、林分の採材材積、採材率に反映させるために補正係数の入力項目を加えた。なお、入力しない場合は補正係数は1.0とした。

4.3 「心材率試算」シート

心材率試算シートは、表12に示した。

このシートの特徴は、以下のとおりである。

- ① 「立木胸高別採材末口表」で表示された末口径に対応し、採材丸太ごとに末口二乗法により求めた樹皮厚さを除いた丸太材積で推定心材末口径から求めた心材部分の材積を除いて心材率を表示した。なお、採材される丸太の心材直径の推定方法は、辺材の幅は丸太の直径の違いによって大きな違いが無かったので、片側辺材厚さをスギ3.5cm, ヒノキ2.5cmの一定厚さとして心材率を算出した。なお、心材率シートは、森林管理のための参考として表示したもので、推定数値の精度については今後検証してみる必要がある。

4.4 「立木価格試算表」シート

「立木価格試算表」シートは、表13に示した。

このシートの特徴は、以下のとおりである。

- ① この試算表は、「採材材積表」シートを元に、将来の想定木材価格や直近の木材市場価格を任意に入力し、合計試算価格、合計採材材積、立方メートル当たりの平均単価を表示した。
- ② 入力する価格は素材丸太の形状(直材, 曲材, 腐れ等)によって3種類まで想定し、その形状割合は任意に直接入力する形式とした。

5 おわりに

これまで、林分密度管理図や優良林業地育林体系により現況の森林状況を把握し、間伐の時期や収穫についてのおおよその見通しをもって経営計画を立て、森林経営が行なわれてきた。林業経営の経験と知識が豊富な経営者でなければ、生産される材の太さ径級別の数量などを考慮したうえでの見通しは困難であった。今回開発したシステムにより、森林を立木の在庫として表示するための項目が示されたので、森林の基礎知識とパソコン操作ができれば、森林管理のための数値の検討が容易となる。

今回開発した立木在庫表示システムは、15林分の調査データを基にしたが、今後多くの現地実証を行い、予測の精度を向上させていく必要がある。

表-12 「心材率試算」シート

		心材率(%)				
		元玉	2番	3番	4番	5番
高さ(m)	樹高(m)	3.55	6.60	9.65	12.70	15.75
12	14	18.6	11.0	1.2	#VALUE!	#VALUE!
14	15	27.2	20.0	8.6	#VALUE!	#VALUE!
16	16	34.4	27.9	17.1	1.9	#VALUE!
18	17	40.5	34.7	24.9	9.0	#VALUE!
20	17	45.6	40.4	31.7	16.8	#VALUE!
22	18	50.0	45.3	37.5	24.1	2.7
24	19	53.7	49.5	42.5	30.5	9.3
26	19	56.9	53.1	46.8	36.1	16.4
28	20	59.8	56.3	50.6	40.9	23.1
30	20	62.2	59.0	53.8	45.1	29.1
32	20	64.4	61.5	56.7	48.8	34.4
34	21	66.4	63.7	59.3	52.1	39.0
36	21	68.2	65.6	61.6	54.9	43.1
38	22	69.8	67.4	63.6	57.5	46.7
40	22	71.2	68.9	65.5	59.8	49.9
42	22	72.5	70.4	67.1	61.9	52.8
44	23	73.7	71.7	68.7	63.8	55.4
46	23	74.8	72.9	70.0	65.5	57.7
48	23	75.8	74.0	71.3	67.0	59.8

1)元玉の数値は計算過程で、根元部分を考慮していないので精度が落ちる可能性がある。

表-13 「立木価格試算表」シート

立木価格試算表

それぞれの等級ごと径級ごとに、想定売却価格(市場価格など)を円単位で入力する。

等級	8	9	10	11	12	13	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
等級①		7,000	7,000	7,000	7,850	7,850	7,850	9,100	9,100	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
等級②		6,000	6,000	6,000	6,250	6,250	6,250	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
等級③		6,000	6,000	6,000	6,250	6,250	6,250	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000

直材、曲り材など複数の等級を設定して試算したい場合は、それぞれの等級に相当する材積割合と市場価格を入力する

直材など等級①の材積割合

60% その他の等級②の材積割合

30% その他の等級③の割合

10%

胸高直径	樹高	末口径(cm)					任意の市場価格(円/m ³)					その他の等級③の価格											
		元玉	2番	3番	4番	5番	元玉	2番	3番	4番	5番	元玉	2番	3番	4番	5番							
12	15	3,45	6.5	9.55	12.6	15.65	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
14	16						7,850	7,850	7,000	7,000	7,000	6,250	6,000	6,000	6,250	6,000	6,250	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
16	17	12	11	10	9	8	9,100	7,850	7,000	7,000	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
18	18	14	13	12	11	10	9,100	9,100	7,850	7,000	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
20	19	16	15	14	13	12	9,100	9,100	7,850	7,000	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
22	19	18	17	16	15	14	10,000	9,100	7,850	7,000	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
24	20	20	19	18	17	16	10,000	9,100	7,850	7,000	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
26	21	22	21	20	19	18	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
28	21	24	23	22	21	20	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
30	22	26	25	24	23	22	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
32	22	28	27	26	25	24	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
34	22	30	29	28	27	26	12,000	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000	6,000
36	23	32	31	30	29	28	12,000	12,000	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000
38	23	34	33	32	31	30	12,000	12,000	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000
40	24	36	35	34	33	32	12,000	12,000	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000
42	24	38	37	36	35	34	12,000	12,000	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000
44	24	40	39	38	37	36	12,000	12,000	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000
46	25	42	41	40	39	38	12,000	12,000	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000
48	25	44	43	42	41	40	12,000	12,000	10,000	10,000	9,100	7,850	7,000	8,000	6,250	6,000	6,250	6,000	8,000	6,250	6,000	6,000	6,000

胸高直径	樹高	直材など等級①の価格					その他の等級②の価格					試算価格(円)															
		元玉	2番	3番	4番	5番	元玉	2番	3番	4番	5番	元玉	2番	3番	4番	5番											
12	15	3,45	6.5	9.55	12.6	15.65	3,45	6.5	9.55	12.6	15.65	3,45	6.5	9.55	12.6	15.65	3,45	6.5	9.55	12.6	15.65	3,45	6.5	9.55	12.6	15.65	
14	16						12	10	10	10	10	4	3	3	3	3	46	38									
16	17	29	24	24	24	24	35	29	17	17	17	12	10	6	6	136	107										
18	18	89	68	40	40	40	115	88	62	62	38	29	21	21	21	443	339	228									
20	19	289	222	145	145	145	373	230	146	146	124	77	49	29	29	1,347	886	535	317								
22	19	849	579	341	202	202	876	709	335	236	292	236	112	79	79	3,159	2,559	1,289	867								
24	20	1,992	1,613	842	552	552	1,728	1,428	714	453	576	476	238	151	151	6,628	5,134	2,746	1,860								
26	21	4,321	3,250	1,794	1,056	907	2,986	2,509	1,680	794	995	836	560	285	285	11,448	9,618	6,061	3,052	1,426							
28	21	7,465	6,273	3,821	2,399	1,855	4,439	3,782	2,627	1,313	1,480	1,261	776	438	438	17,016	14,499	9,478	5,050	2,600							
30	22	11,097	9,456	5,975	3,299	2,146	5,690	4,180	3,513	2,351	1,897	1,393	871	484	484	21,812	16,025	13,465	8,485	3,373							
32	22	14,225	10,451	8,782	5,350	2,747	8,035	4,828	4,114	2,857	1,094	2,678	1,609	1,371	952	29,998	18,508	15,770	10,309	4,206							
34	22	19,284	12,071	10,285	6,500	2,747	10,285	4,828	4,114	2,857	1,094	2,678	1,609	1,371	952	39,998	24,626	20,003	15,523	8,646	4,607						
36	23	8,403	11,741	10,124	5,451	3,010	7,668	4,696	4,050	2,396	1,198	2,556	1,565	1,350	799	39,998	24,626	20,003	15,523	8,646	4,607						
38	23	15,581	12,131	7,593	5,436	2,927	6,492	5,054	3,037	2,175	899	2,164	1,685	1,012	725	30,000	24,237	18,870	11,642	8,336	3,455						
40	24	11,197	8,847	5,643	4,147	2,123	4,666	3,686	2,258	1,659	933	1,555	1,229	753	553	31,100	24,237	18,870	11,642	8,336	3,455						
42	24	7,486	5,993	4,666	2,920	1,920	3,119	2,497	1,944	1,168	691	1,040	832	648	389	23,000	17,644	13,763	8,655	6,359	3,367						
44	24	3,871	3,135	2,477	1,581	976	1,613	1,306	1,032	632	390	538	344	211	130	6,021	4,877	3,854	2,474	1,496							
46	25	1,829	1,497	1,199	677	418	762	624	499	271	167	254	205	146	56	2,843	2,329	1,864	1,039	641							
48	25	669	553	448	311	166	279	230	187	130	66	93	77	62	43	1,041	860	697	484	254							

合計試算価格(円)	508,170
合計採材材積(m ³)	53
平均単価(円/m ³)	9,533

謝 辞

今回の現地調査にあたり、現地の提供や調査に協力して頂いた財団法人広島県農林振興センター、広島県森林組合連合会、三次地方森林組合、西城町森林組合、東城町森林組合、太田川森林組合には厚く御礼申し上げます。また、広島県森林環境づくり支援センター黒田幸喜主任、石井利典主任技師にご協力をいただき、ここに記して感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 梶原幹弘(1985) スギ同齢林における樹皮厚率とその推定について, 京都府立大学学術報告37: 189-194.
- 2) 佐渡靖紀(2005) 長伐期施業に対応する森林管理技術の開発, 山口林指セ試験報告18: 1-26.
- 3) 鈴木善郎・野上啓一郎(1999) 長伐期に対応するスギ及びヒノキ細り表, 静林技セ研報27: 9-21.
- 4) 梶原幹弘(1992) 相対幹曲線に基づく奈良県スギ同齢林の立木材積表, 形数表及び細り表, 京都府立大学学術報告36: 1-18.
- 5) 中島嘉彦・黒瀬勝雄(2002) 間伐収入および生産コスト予測システムの開発, 岡林試研報18: 83-89.
- 6) 全国林業改良普及協会(1998) 林業技術ハンドブック, 361 p p.