

資料

三重県の高齢人工林における胸高直径，樹高，樹冠幅の関係
—大径材生産を目指した密度管理技術の検討—

Relationships among the diameter at breast height, tree height, and crown width
in old plantations in Mie prefecture:

Development of a tool for control of stand density for production of timber with large diameters

島田博匡¹⁾

Hiromasa Shimada¹⁾

要旨：大径材生産を目指した密度管理技術を検討するために，三重県内の高齢人工林における胸高直径（DBH），樹高，樹冠幅の関係を解析した．当てはまりが良好な重回帰直線式が得られ，これを用いて樹高と樹冠幅から胸高直径を予測する図を作成した．この図は目標径級を得るための密度管理計画の検討に活用することができる．

キーワード：スギ，樹冠，長伐期施業，ヒノキ，密度管理

Abstract : I analyzed the relationships among the diameter at breast height (DBH), tree height, and crown width in old plantations in Mie prefecture to develop a tool for the control of stand density and thereby produce timber with large diameters. Significant multiple regression model of DBH against tree height and crown width was formulated from the analysis. Diameter prediction diagram was devised using a multiple regression model. This diagram is useful for scheming of a plan to control stand density and to produce timber trees with desirable diameters.

Keywords : *Chamaecyparis obtusa*, crown, *Cryptomeria japonica*, long-rotation management, stand density control

はじめに

近年の人工林の長伐期化傾向を背景に，長伐期施業に対応した森林管理技術の確立が求められている．長伐期施業においては高齢化に伴う気象害のリスクを軽減するために形状比の低い状態を保ちながら，高収益が期待できる大径材を育成する必要がある．幹の肥大成長を確保するためには間伐を行い，十分な着葉量を確保する必要がある．このための着葉量の指標として，藤森（2006）は樹冠長率を用い，長伐期化を目指すためには30%以上の樹冠長率が必要であるとしている．また，千葉（2009）は標準伐期の時点での樹冠長率30～40%を目標として示している．さらに横井（2009）はヒノキ人工林の胸高直径と樹高，枝下高の関係を解析し，樹高と枝下高を管理指標として，将来の直径予測や目標直径への到達可能性の評価ができることを示した．このように着葉量には樹冠長率が指標とされることが多い．しかし，スギ高齢林では後生枝の発生（谷口・前田，2002）により，本来の枝下高（樹冠最下部の生枝高）が不明瞭となり，正確な樹冠長の測定が困難な場合も多い．また，樹冠長には個体の成長に大きな影響を及ぼさない陰樹冠（Sprugel *et al.*, 1991）を含んでおり，林分状況によって

¹⁾ 三重県林業研究所

Mie Prefecture Forestry Research Institute

E-mail : shimah03@pref.mie.jp

は誤評価をもたらす可能性もある。そのため、樹冠長に代わる他の着葉量指標についても検討を行う必要があるが、比較的容易に測定可能な指標として樹冠幅があげられる。矢田（2001）はケヤキの直径成長予測のために樹冠幅と樹高を用いた直径予測図を作成している。樹冠幅は林分密度とも関連し、目標径級の生産に向けた密度管理の指標値とすることも可能である。そこで、本研究では三重県におけるスギとヒノキの高齢人工林データを用いて、胸高直径と樹高、樹冠幅の関係を解析し、樹高と樹冠幅を管理指標として胸高直径を予測する手法について検討を行った。

使用データと解析方法

島田（2010）が林分収穫表作成に用いた三重県内の高齢林データを解析に使用した（表 -1.2）。スギ林で林齢 68 ～ 157 年生の 45 林分、ヒノキ林で林齢 68 ～ 170 年生の 48 林分に調査区を設定し、毎木調査を行ったデータである。このデータ項目のうち主林木平均枝下高は調査区内の全植栽木に対して樹冠最下部の生枝の高さを Vertex III（Haglof 社製）により 0.1 m 単位で測定したもものから、主林木のみについて平均値を求めたものである。また、樹冠幅は、基本的に調査区内の全植栽木から 30% 程度の個体を様々なサイズを含むように選定して測定を行った。測定は斜面方向を軸として尾根方向、谷方向、それに直交する右方向、左方向の計 4 方向の水平枝張り長を巻き尺などにより 0.1 m 単位で測定して 4 方向の平均値を求め、これを 2 倍したものを各測定木の樹冠幅とした。この樹冠幅から林分の平均樹冠幅を求めるにあたって、林分ごとに測定木の胸高直径と樹冠幅の関係から回帰直線式を求め、Pearson の相関係数が有意であった場合には、各林分の平均胸高直径を回帰直線式に当てはめて平均樹冠幅を推定した。相関がみられなかった場合には測定した樹冠幅の平均値を林分の平均樹冠幅とした。

解析には平均樹冠幅が測定されているスギ 41 林分、ヒノキ 46 林分のデータを用い、目的変数を平均胸高直径、説明変数を主林木平均樹高、平均樹冠幅とし、樹種ごとに重回帰分析を行った。このとき、ステップワイズ法により変数選択を行い最適なモデルを選択した。

結果と考察

1. 胸高直径、樹高、樹冠幅の関係

図 -1 にスギ林、図 -2 にヒノキ林における主林木平均樹高、平均胸高直径、平均樹冠幅の関係を示す。いずれの関係においても Pearson の相関係数は有意であった ($p < 0.001$)。また、スギ林、ヒノキ林ともに主林木平均樹高と平均胸高直径の相関が最も高かった。

図 -3 には、主林木平均樹高と主林木平均樹高に対する平均樹冠幅の割合の関係を示す。スギ林、ヒノキ林ともに Pearson の相関係数（スギ林 $p = 0.0797$ ；ヒノキ林 $p = 0.2627$ ）、回帰直線式の傾き（スギ林 $F = 3.238$, $p = 0.0797$ ；ヒノキ林 $F = 1.287$, $p = 0.2627$ ）は有意ではなく、スギ林では平均樹冠幅が主林木平均樹高の概ね 20%、ヒノキ林では 23% 程度に保たれていた。澤田（2004）は秋田県のスギ高齢林において樹高 20 m 以上では樹冠幅は樹高の 10 ～ 20% の範囲にあり、収量比数が低いほど 20% に近くなることから、樹冠幅を樹高の約 20% で管理することを目安として提案している。現状の三重県の高齢林では 20% 以上の樹冠幅で管理されていることから、現状程度の樹冠幅割合を確保できるような密度管理を行うことが望ましいと考えられる。また、95% 推定区間の上限でのスギ林の平均樹冠幅は主林木平均樹高の概ね 24%、ヒノキ林で 29% 程度であった。

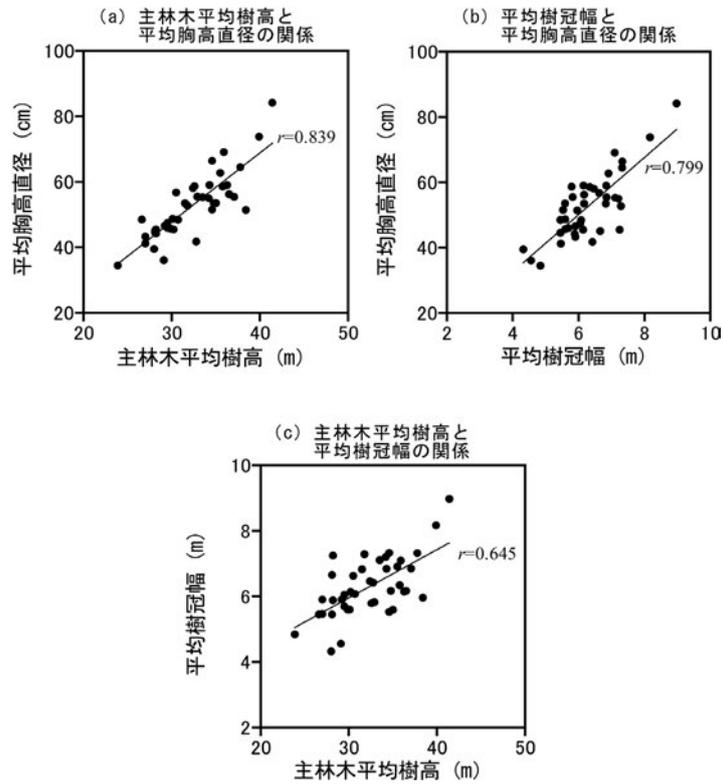


図-1. スギ高齢林における主林木平均樹高, 平均胸高直径, 平均樹冠幅の関係.

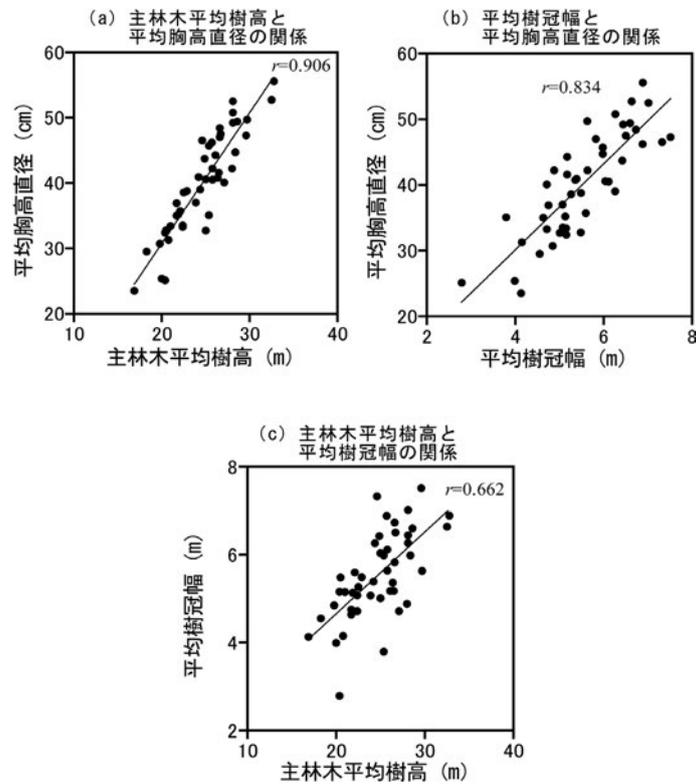


図-2. ヒノキ高齢林における主林木平均樹高, 平均胸高直径, 平均樹冠幅の関係

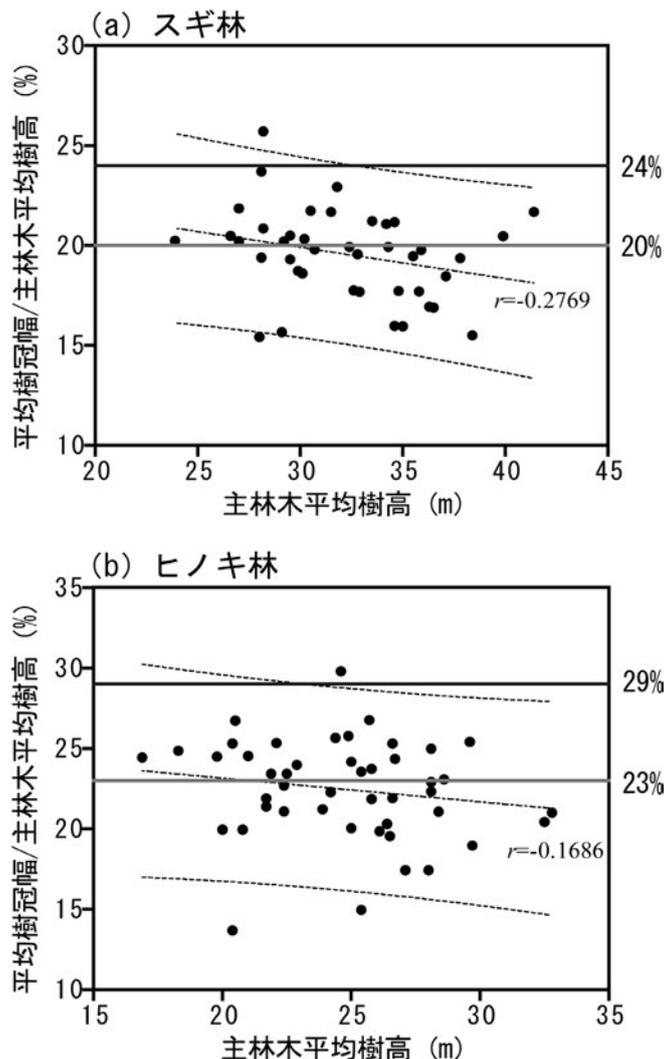


図-3. 主林木平均樹高と主林木平均樹高に対する平均樹冠幅の割合の関係。図中の一点鎖線は回帰直線式，破線は95%推定区間の上限と下限を示す。

2. 胸高直径の予測

目的変数を平均胸高直径 (D)，説明変数を主林木平均樹高 (Ht)，平均樹冠幅 (W) として重回帰分析を行った結果，主林木平均樹高，平均樹冠幅の両方が説明変数として選択され，スギ林で (1) 式，ヒノキ林で (2) 式の重回帰直線式が得られた。

$$\text{スギ林} \quad D = 1.3866Ht + 4.8520W - 22.6459 \quad (\text{自由度調整済み } R^2 = 0.8077) \quad (1)$$

$$\text{ヒノキ林} \quad D = 1.3907Ht + 3.2727W - 12.3153 \quad (\text{自由度調整済み } R^2 = 0.9151) \quad (2)$$

得られた重回帰直線式の当てはまりは良好であったため，この結果から高齢林における樹冠幅管理図を作成した (図-4)。この図において，実線で示す直線は同じ平均樹冠幅の林分の主林木平均樹高と平均胸高直径の関係を示している。これを「等樹冠幅直線」とする。無間伐により林分密度が変化しない場合には，樹冠幅も変化しないことが予想されることから，樹高の増大に伴いこの実線に沿って胸高直径が変化する。また，破線は「標準管理直線」として，スギ林では主林木平均樹高の20%，ヒノキ林では23%の樹冠幅を維持した場合の主林木平均樹高と平均胸高直径の関係を示した。これ

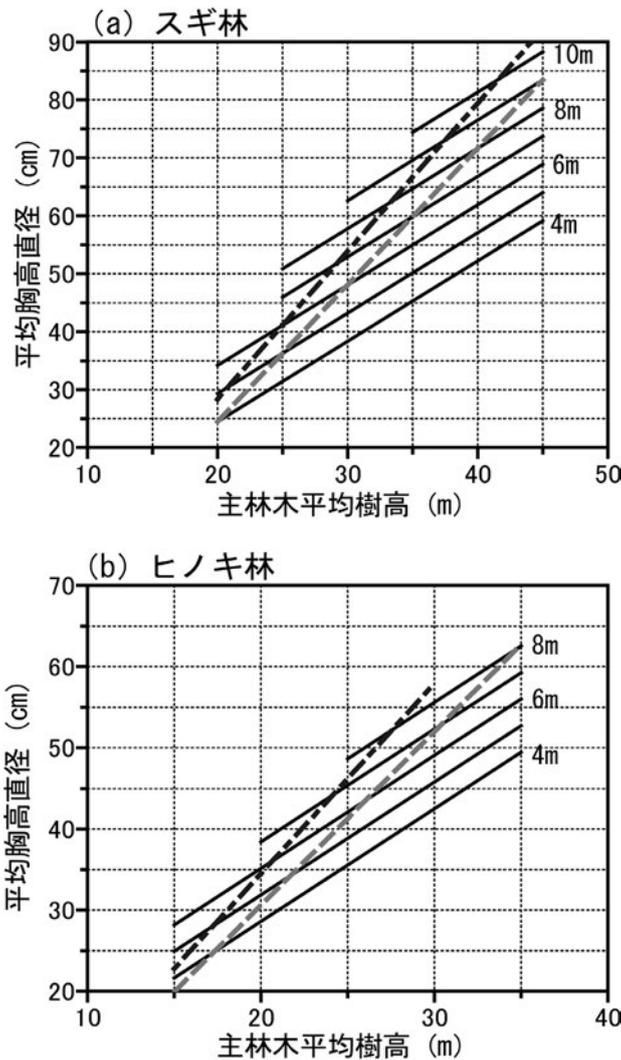


図-4. 高齢人工林における樹冠幅管理図. 実線は等樹冠幅直線を示す. 破線は標準管理直線で, スギ林で主林木平均樹高の20%, ヒノキ林で23%の平均樹冠幅を維持した関係を示す. 一点鎖線は上限管理直線で, スギ林で主林木平均樹高の24%, ヒノキ林で29%の平均樹冠幅を維持した関係を示す.

は標準的な密度管理の目安として示すものである. 一点鎖線は「上限管理直線」とし, スギ林で主林木平均樹高の24%, ヒノキ林で29%の平均樹冠幅を維持した場合の関係を示している. これは現実林分でみられる樹冠幅割合のほぼ上限値での関係を示し, この直線を越える部分に胸高直径を成長させることは困難であると予想される. この図を用いることで将来目標とする胸高直径を得るために必要な主林木平均樹高と平均樹冠幅を読み取ることができる. 主林木平均樹高は林分収穫表(島田, 2010)の地位指数曲線から林齢に読み替えることができる. また, 平均樹冠幅から計算される個体の占有面積から, そのとき想定される最大立木密度が算出でき, 密度管理の目安とすることができる.

例えば, スギ林において, 主林木平均樹高25mの時点で平均胸高直径37cmであった林分において, その後も標準的な施業を行い, 主林木平均樹高の20%程度の平均樹冠幅を確保するように間伐を進めた場合には破線の勾配に沿って平均胸高直径が変化する. これが主林木平均樹高35mになったときには60cmとなる. このときの平均樹冠幅は5mから7mへ, 立木密度は510本/haから260本/haへと変化する. なお, 主林木平均樹高25mの時点から間伐を行わなかった場合の平均胸高直径は

50 cm となり、10 cm の差が生じる。また、主林木平均樹高 35 m の時点で平均胸高直径 65 cm を得たいのであれば平均樹冠幅が 8 m、立木密度が 200 本/ha になるように間伐強度を標準よりも上げて間伐を進める必要がある。

おわりに

作成した樹冠幅管理図から、高齢林において林木を目標経級に導くために必要な樹冠幅や立木密度の最終目標値、そこに至るまでの樹冠幅や立木密度の数値の目安を容易に把握することができ、密度管理計画を検討する上で有益である。この図が適用可能な林齢は、データの分布範囲を考慮すると 80 ~ 150 年生程度であると考えられるが、これにシステム収穫表を組み合わせることで若齢段階からの密度管理計画の検討も可能であろう。

この樹冠幅管理図は、多くの調査林分における一調査時点のデータから作成していることから、時系列的な変化に対応できる確証は得られていない。「標準管理直線」の傾きを大きく上回る樹冠幅や直径の成長が得られるかについても不明であり、現状では「標準管理直線」の傾きを大きく越えない密度管理計画を立てることが無難であると考えられる。また、近年では間伐が遅れている林分が増加しており、ある程度高い密度を保ったままで高齢化する林分も増加することが予想されるが、そのような林分では、「標準管理直線」で示すような、従来と同様な管理状態に誘導できるかは明らかでない。横井（2009）は枝下高を基準にして到達できる直径の限界値を読み取ることが可能な管理図を作成している。本研究で示した樹冠幅管理図においても、将来的には成長速度（傾き）の上限を考慮し、過密林分での間伐など多様な事例に対応できるように改善していく必要がある。

引用文献

- 千葉幸広（2009）長伐期化への道筋を考える（Ⅱ）樹冠長を目安とした高齢林の管理。森林技術 802 : 11-17.
- 藤森隆郎（2006）長伐期施業の意義と課題。（長伐期林を解き明かす。全林協編，全林協，東京）。12-32.
- 澤田智志（2004）長期育成循環施業に対応する森林管理技術の開発。秋田県森技研報 13 : 65-88.
- 島田博匡（2010）三重県のスギ・ヒノキ人工林における長伐期施業に対応した林分収穫表の作成。三重県林業研報 2 : 1-28.
- Sprugel, D. G., Hinckley, T. M., and Schaap, W. (1991) The theory and practice of branch autonomy. *Annu. Rev.Ecol.Syst.*22 : 309-334.
- 谷口真吾・前田雅量（2002）スギ高齢林における後生枝の発生。森林応用研究 39 : 39-42.
- 矢田 豊（2001）ケヤキの直径成長量予測のための樹冠幅管理図。石川県林試研報 32 : 14-18.
- 横井秀一（2009）ヒノキ大径木育成の指標としての枝下高。山林 1506 : 28-36.

表-1. 解析に用いた三重県におけるスギ高齢林データ

林分	主林木平均		立木本数 本/ha	平均樹高 m	平均 胸高直径 cm	胸高直径と樹冠幅の関係 ^{*2}				平均樹冠幅 m	林齢 年	収穫表 付表 林分番号 ^{*4}	森林計画区
	樹高 m	枝下高 ^{*1} m				傾き a	切片 b	相関係数 ^{*3}	n				
1	29.1	—	778	27.8	36.1	0.0929	1.2135	0.69**	17	4.56	68	145	尾鷲熊野
2	29.9	—	402	28.5	45.7	0.1151	0.3372	0.88***	15	5.60	80	149	南伊勢
3	28.1	—	397	27.7	45.1	0.0589	3.6254	0.22 ^{n.s.}	8	6.66	82	150	南伊勢
4	27.0	—	362	26.6	43.3	0.1338	0.1095	0.82***	13	5.90	82	151	南伊勢
5	29.5	—	283	29.5	47.4	0.0820	2.1647	0.89*	6	6.05	83	152	南伊勢
6	27.7	—	278	27.5	45.5	未測				84	153	南伊勢	
7	27.9	—	278	27.5	42.9	未測				84	154	南伊勢	
8	26.7	—	321	25.7	40.0	未測				86	155	南伊勢	
9	29.5	—	490	28.8	46.0	0.1032	0.9521	0.73***	20	5.70	86	156	尾鷲熊野
10	28.2	—	345	28.1	44.2	0.0943	1.7073	0.72**	13	5.88	88	157	南伊勢
11	23.9	—	579	23.7	34.5	0.1056	1.1964	0.76***	17	4.84	92	159	南伊勢
12	37.1	—	313	37.1	55.4	0.0227	5.5452	0.42 ^{n.s.}	10	6.85	94	160	北伊勢
13	29.2	—	565	29.0	46.6	0.0761	2.3611	0.65*	12	5.90	94	161	北伊勢
14	28.0	—	796	27.6	39.5	0.0957	0.5352	0.71**	13	4.32	97	162	伊賀
15	30.7	—	391	29.6	48.4	0.1022	1.1279	0.87**	10	6.08	98	163	南伊勢
16	31.5	—	239	31.5	53.5	0.0962	1.6818	0.77**	10	6.83	100	164	南伊勢
17	38.4	—	438	36.2	51.4	0.0733	2.1967	0.77***	17	5.96	100	165	尾鷲熊野
18	32.4	—	233	32.2	58.1	0.0909	1.1748	0.90***	12	6.46	102	166	南伊勢
19	36.5	—	494	33.8	56.2	0.0873	1.2676	0.69**	13	6.17	102	167	尾鷲熊野
20	34.2	—	276	33.9	55.0	0.0926	1.5317	0.64 ^{n.s.}	8	7.21	103	168	北伊勢
21	34.3	—	193	34.3	59.0	0.0421	4.3761	0.51 ^{n.s.}	10	6.84	104	169	南伊勢
22	34.6	—	348	34.3	51.6	0.1350	-1.4395	0.72*	8	5.53	104	170	尾鷲熊野
23	33.5	—	273	33.2	55.3	0.0964	1.8811	0.51 ^{n.s.}	12	7.11	106	171	北伊勢
24	30.5	—	312	30.5	56.8	0.0902	1.5050	0.83**	8	6.63	106	172	北伊勢
25	32.9	—	373	32.8	55.5	0.1173	-0.6839	0.82***	14	5.82	108	173	南伊勢
26	28.1	—	403	27.6	44.6	0.0283	4.1252	0.13 ^{n.s.}	11	5.45	108	174	北伊勢
27	37.8	—	253	37.6	64.5	0.0170	6.2556	0.23 ^{n.s.}	10	7.32	108	175	南伊勢
28	27.0	—	468	25.4	41.2	0.1004	1.3194	0.87*	7	5.46	108	176	尾鷲熊野
29	32.8	—	508	30.9	41.8	0.1035	2.0991	0.70*	10	6.42	109	177	尾鷲熊野
30	30.2	—	413	29.0	45.5	0.2127	-3.5453	0.92***	11	6.14	109	178	北伊勢
31	30.6	—	243	30.6	53.6	未測				110	179	南伊勢	
32	30.1	—	333	29.8	48.7	0.0560	2.8698	0.49*	20	5.60	110	180	北伊勢
33	28.2	—	476	27.7	45.5	0.0267	5.7999	0.14 ^{n.s.}	10	7.25	111	182	北伊勢
34	34.8	—	190	34.8	53.5	-0.0029	6.3331	-0.03 ^{n.s.}	16	6.17	112	183	北伊勢
35	32.6	—	217	32.0	58.7	0.0566	2.4218	0.42 ^{n.s.}	15	5.79	113	184	南伊勢
36	35.5	—	218	34.6	62.8	0.0809	1.8354	0.65*	14	6.91	113	185	南伊勢
37	35.0	—	379	34.5	53.6	0.0713	1.7659	0.72**	12	5.59	115	186	伊賀
38	31.8	—	342	31.4	52.8	0.0531	4.1358	0.36 ^{n.s.}	14	7.29	118	187	南伊勢
39	26.6	—	421	25.8	48.5	0.1226	-0.4948	0.88***	14	5.45	118	188	南伊勢
40	34.6	—	233	33.5	66.4	0.0847	1.7076	0.60*	16	7.33	120	189	南伊勢
41	35.8	—	375	35.2	58.6	0.1020	0.3630	0.69*	10	6.34	127	190	北伊勢
42	41.4	—	200	41.4	84.2	0.0601	3.9206	0.58**	21	8.98	137	191	南伊勢
43	35.9	—	282	35.6	69.1	0.0204	5.7298	0.42 ^{n.s.}	11	7.10	137	192	南伊勢
44	39.9	—	207	38.9	73.8	0.0737	2.7762	0.29 ^{n.s.}	13	8.17	147	193	南伊勢
45	36.3	—	165	36.2	59.0	0.0409	3.7499	0.27 ^{n.s.}	22	6.15	157	194	南伊勢

*1: 後生枝の発生により本来の枝下高の位置が不明瞭な林分が多かったため、記載を省略する。

*2: 樹冠幅を測定したn個体について、胸高直径(D)と樹冠幅(W)の関係を $W=aD+b$ の回帰直線式で近似し、相関係数が有意であった場合には式を用いて平均胸高直径から平均樹冠幅を推定した。相関係数が有意でなかった場合には樹冠幅測定個体の平均値を平均樹冠幅とした。

*3: *** $p<0.001$, ** $p<0.01$, * $p<0.05$, ^{n.s.} $p>0.05$

*4: 島田(2010)の付表データとの対応関係を示す。

表-2. 解析に用いた三重県におけるヒノキ高齢林データ

林分	主林木平均		立木本数 本/ha	平均樹高 m	平均 胸高直径 cm	胸高直径と樹冠幅の関係 ^{*1}				平均樹冠幅 m	林齢 年	収穫表 付表 林分番号 ^{*3}	森林計画区
	樹高 m	枝下高 m				傾き a	切片 b	相関係数 ^{*2}	n				
1	16.9	10.6	1528	15.6	23.5	0.1136	1.4580	0.89***	18	4.13	68	148	尾鷲熊野
2	25.0	17.2	656	24.6	32.7	0.1258	0.8950	0.90***	32	5.01	73	151	尾鷲熊野
3	20.4	11.0	511	20.2	32.4	0.1178	1.3471	0.92***	10	5.16	80	153	南伊勢
4	21.7	10.7	417	21.4	36.9	0.1153	0.3577	0.72 ^{n.s.}	6	4.75	82	154	南伊勢
5	23.4	12.4	395	23.1	42.2	未測					83	155	南伊勢
6	25.8	15.6	493	25.5	40.5	0.1310	0.8147	0.86***	12	6.12	83	156	尾鷲熊野
7	24.9	14.5	435	24.9	43.7	0.1841	-1.6188	0.83**	10	6.42	87	157	尾鷲熊野
8	18.3	9.8	734	18.0	29.5	0.0546	2.9007	0.45 ^{n.s.}	16	4.55	88	158	南伊勢
9	23.9	12.5	569	23.8	37.0	0.1278	0.3388	0.92***	10	5.07	88	159	南伊勢
10	21.7	12.7	677	21.6	35.0	0.0912	1.4494	0.65*	10	4.64	90	160	尾鷲熊野
11	19.8	11.8	596	19.7	30.7	0.1904	-0.9991	0.73***	17	4.85	92	161	南伊勢
12	26.2	16.0	378	25.9	42.3	未測					92	162	尾鷲熊野
13	22.1	11.4	432	22.0	35.7	0.1811	-0.8653	0.87*	7	5.60	92	163	南伊勢
14	22.9	11.3	563	22.9	38.8	0.1630	-0.8410	0.96***	10	5.49	94	164	南伊勢
15	20.0	11.7	1000	19.6	25.4	0.1441	0.3256	0.80**	10	3.99	94	165	北伊勢
16	25.8	14.8	338	25.8	42.2	0.0362	4.1653	0.29 ^{n.s.}	9	5.64	95	166	尾鷲熊野
17	25.4	14.4	947	24.9	35.1	0.1095	-0.0461	0.89***	15	3.80	97	167	北伊勢
18	26.7	15.4	383	26.7	47.5	0.1099	0.9978	0.52 ^{n.s.}	13	6.50	97	168	尾鷲熊野
19	22.5	14.3	545	22.3	38.6	0.1315	0.1977	0.71**	14	5.27	98	169	南伊勢
20	28.1	18.3	330	28.1	49.2	0.1321	-0.0554	0.82**	12	6.44	99	170	南伊勢
21	24.6	9.0	296	24.5	46.5	0.0552	4.6553	0.44 ^{n.s.}	8	7.33	100	171	南伊勢
22	28.0	16.6	796	27.4	42.2	0.0993	0.6912	0.79**	13	4.88	100	172	尾鷲熊野
23	20.4	12.9	1605	19.2	25.1	0.1126	-0.0379	0.89***	20	2.79	103	173	北伊勢
24	25.7	12.8	282	25.5	46.2	0.2205	-3.3022	0.75*	10	6.88	104	174	尾鷲熊野
25	21.0	11.1	429	21.0	33.4	0.1624	-0.2669	0.82***	16	5.15	106	175	北伊勢
26	24.2	13.4	532	24.2	40.9	0.1094	0.9179	0.69**	15	5.39	106	176	北伊勢
27	26.1	13.5	457	25.7	44.3	0.1396	-1.0090	0.79**	10	5.18	106	177	北伊勢
28	26.6	14.2	323	26.1	47.0	0.1495	-1.2036	0.74***	32	5.83	107	178	南伊勢
29	20.8	12.5	667	20.6	31.3	0.1306	0.0589	0.80***	20	4.15	108	179	南伊勢
30	22.4	13.9	529	22.4	33.3	0.1234	0.6128	0.78**	12	4.72	108	180	北伊勢
31	29.6	14.9	235	29.4	47.3	0.1548	0.0060	0.53 ^{n.s.}	10	7.52	108	181	南伊勢
32	24.4	12.4	431	24.4	39.0	0.1741	-0.6565	0.61 ^{n.s.}	10	6.26	108	182	南伊勢
33	20.5	9.7	606	20.3	32.8	0.1221	1.4714	0.68*	10	5.48	108	183	尾鷲熊野
34	26.4	16.9	565	26.3	40.8	0.1533	-0.8974	0.84***	12	5.36	109	184	北伊勢
35	21.9	12.8	731	21.9	35.2	0.0045	4.9486	0.02 ^{n.s.}	15	5.13	110	185	北伊勢
36	26.5	15.4	372	26.5	41.6	0.0880	1.5177	0.73*	10	5.18	110	186	北伊勢
37	22.4	13.4	659	21.9	33.5	0.0685	2.7864	0.65*	10	5.08	111	187	北伊勢
38	25.4	14.2	348	25.4	45.7	0.0893	1.9011	0.57*	13	5.98	112	188	北伊勢
39	26.6	14.8	233	26.7	48.4	0.2583	-5.7635	0.78***	15	6.73	113	189	南伊勢
40	28.1	13.9	228	27.3	50.8	0.1159	0.0750	0.99 ^{n.s.}	3	6.27	118	190	尾鷲熊野
41	25.0	14.7	300	25.0	40.6	0.1581	-0.3872	0.86***	14	6.04	120	191	南伊勢
42	29.7	16.0	240	29.7	49.7	0.0763	1.6522	0.50 ^{n.s.}	10	5.63	121	192	尾鷲熊野
43	28.6	14.8	541	28.6	49.4	0.0957	1.8706	0.70**	13	6.60	125	193	尾鷲熊野
44	27.1	12.5	931	26.7	40.1	0.0858	1.2751	0.73*	9	4.72	127	194	北伊勢
45	32.5	17.7	489	32.5	52.7	-0.0066	6.9804	-0.07 ^{n.s.}	5	6.64	127	195	北伊勢
46	28.4	18.4	331	28.4	44.7	0.1513	-0.7767	0.73***	39	5.98	157	196	南伊勢
47	32.8	11.9	478	32.8	55.6	-0.0166	7.7915	-0.08 ^{n.s.}	8	6.89	159	197	南伊勢
48	28.1	14.2	207	28.1	52.5	0.1339	-0.0056	0.78**	11	7.02	170	198	南伊勢

*1: 樹冠幅を測定したn個体について、胸高直径(D)と樹冠幅(W)の関係は $W=aD+b$ の回帰直線式で近似し、相関係数が有意であった場合には式を用いて平均胸高直径から平均樹冠幅を推定した。相関係数が有意でなかった場合には樹冠幅測定個体の平均値を平均樹冠幅とした。

*2: *** $p<0.001$, ** $p<0.01$, * $p<0.05$, ^{n.s.} $p>0.05$

*3: 島田(2010)の付表データとの対応関係を示す。