

長伐期施業に対応する森林管理技術の研究
— 高齡林内における下層植生の現存量の推定と林分収穫予想表の作成 —

西山嘉寛・阿部剛俊

Researches on Forest Management of long Rotation Operation
— Estimation of Biomass of Understories in old *Cryptomeria japonica* and
Chamaecyparis obtusa Plantations and Drawing up a Yield Table —

Yoshihiro NISHIYAMA Takatoshi ABE

要 旨

西山嘉寛・阿部剛俊：長伐期施業に対応する森林管理技術—高齡林内における下層植生の現存量の推定と林分収穫予想表の作成— 岡山県林試研報18：33～66, 2002 本研究は、岡山県内のスギ、ヒノキ高齡林について、林内に下層植生を定着させるために必要な要因を明らかにするとともに、林齢10～150年までの林分収穫予想表を作成することを目的に行った。この研究から、以下の点が明らかになった。(1)林齢と上層樹高の関係は、スギ、ヒノキともにミッチャーリッヒ式(Mitscherlich式)を当てはめた場合、最も相関が高かった。(2)上層樹高とha当たりの立木密度との関係は、スギ、ヒノキともに変形ゴンベルツ式(Gompertz式)を当てはめた場合、最も相関が高かった。(3)林齢75～92年生のスギ13林分において、木本類と草本類を合わせた全下層植生の現存量と相関が高かった要因は、相対照度(決定係数 $R^2=0.900^{**}$)、ha当たり樹冠投影面積合計(相関係数 $R=-0.919^{**}$)、ha当たり胸高断面積合計($R^2=0.814^{**}$)、ha当たり立木密度($R^2=0.717^{**}$)であった。(4)同林分の場合、全下層植生の植被率と相関が高かった要因は、相対照度($R=0.913^{**}$)、ha当たり樹冠投影面積合計($R=-0.896^{**}$)、ha当たり胸高断面積合計($R^2=0.778^{**}$)、ha当たり立木密度($R^2=0.736^{**}$)であった。(5)林齢70～109年生のヒノキ17林分において、全下層植生の現存量と相関が高かった要因は、平均胸高直径($R^2=0.737^{**}$)、ha当たり立木密度($R^2=0.669^{**}$)、平均樹冠直径($R^2=0.662^{**}$)であった。(6)同林分の場合、全下層植生の植被率と相関が高かった要因は、平均胸高直径($R=0.770^{**}$)、ha当たり立木密度($R=-0.732^{**}$)、平均樹冠直径($R=0.706^{**}$)であった。(7)ha当たり立木密度と平均樹冠直径の関係は、林齢75～92年生のスギ林では一次式($R=-0.783^{**}$)、林齢70～109年生のヒノキ林では指数式($R^2=0.881^{**}$)を当てはめた場合、最も相関が高かった。(8)林齢75～92年生のスギ林、林齢70～109年生のヒノキ林ともに、下層植生の木本類、草本類及び両者を合わせた全下層植生の現存量と植被率の間にはいずれも一次式による相関が認められた。(9)スギの場合、ha当たり立木密度と相対照度の関係はべき乗式が成り立った($R^2=0.842^{**}$)。⑩立木密度がha当たり500本未満に低下した場合、スギ林では下層植生の木本類、草本類、ヒノキでは木本類の現存量が指数的に増加していた。⑪収量比数(R_y)をスギで0.5程度、ヒノキで0.6程度に抑えれば、全下層植生の植被率を70%以上期待できる。⑫高齡級のスギ16林分、ヒノキ14林分に出現した下層植物は210種類であったが、このうち木本類はヒノキ林に、草本類とシダ類はスギ林にやや多い傾向がみられた。⑬ヒノキ14林分に偏って出現した木本類は、ヒサカキ、イヌツゲ、ヤブコウジ、コシアブラ等であった。⑭スギ16林分に偏って出現した草本類は、ヘクソカズラ、チヂミザサ、ミヤマカンズゲ、シダ類はリョウメンシダ、ミゾシダ、ジュウモンジシダ等であった。

キーワード：スギ、ヒノキ、長伐期施業、高齡林、下層植生、林分収穫予想表

I はじめに

近年、スギ、ヒノキ人工林において全国的に伐期を延長し、高齡林へと誘導する動きがみられる。岡山県においても、岡山21世紀森林・林業ビジョンを策定し、その中で、21世紀に向けて大幅に伐期を延長し、伐期を最大150年とすることを目標としている(岡山1999)。このような中で、高齡林に対して、大径材の安定供給を期待する一方、林地保全の立場から、林内に一定量の下層植生を成立させ、植栽木とは異なる種類のリターの供給、あるいは雨滴や地表流下水による侵食の軽減など林床を保全することが望まれている。

ヒノキ人工林については、これらの諸機能と下層植生量や

種類について定量的に明らかにする研究が進められている(赤井ら1980, 1981a, 1981b, 井上ら1987, 清野1990, 1993, 服部ら1992)。下層植生について、さらに種組成の解析(薄井1966, 辻村1980)、構成種の空間構造(山本ら1977)についての研究がある。林内の相対照度の変化についての研究(上中ら1983)もある。

スギ人工林において、土地生産力の低下を示唆する事例が報告されているが(国安1962)、ヒノキ人工林よりも土壌侵食等の問題は少ないとする報告がある(赤井ら1983)。

スギ及びヒノキ高齡林を対象に、立木密度、胸高断面積合計、樹冠投影面積合計、樹冠直径等の林分構造や相対照度と

下層植生の現存量の関係を調査した研究はほとんどないのが現状である。

今回、岡山県北部の高齢林の中から、スギ13林分、ヒノキ17林分について、立木密度、相対照度、胸高断面積合計、樹冠投影面積合計等の各要因と下層植生の現存量の関係を調査し、下層に植生が定着するための要因を明らかにした。さらに上記とは別のスギ16林分、ヒノキ14林分について、高齢林内における下層植生の種組成を調査した結果より（岡山 未発表）、下層に侵入・定着可能な種を特定した。

長伐期施業に対応した林分収穫予想表及び密度管理に関する報告として、静岡県における林分密度管理試案の例（鈴木 1985）、高知県における林分収穫予想表の例（西村 1993）が挙げられる。前者はスギで林齢200年、ヒノキで林齢160年までを対象として作成しており、後者は、スギ、ヒノキともに林齢100年までについて作成している。ただし、それ以外の各府県においては、現在、林分収穫予想表の作成に向けデータの収集を行っているのが現状である。岡山県においても、既存の林分収穫予想表は林齢が最大80年までであり（岡山 1984）、長伐期施業に対応したものではないのが現状である。

そこで、今回、県内のスギ高齢林60林分、ヒノキ高齢林54林分を調査して得られたデータと既存データ（岡山 1984）を合わせて、最大150年までを想定したスギ、ヒノキ林分収穫予想表をそれぞれ作成したので報告する。

なお、本研究は単県課題「長伐期施業に対応する森林管理技術の開発」（1999～2001年）の中で取り組んだものである。成果の一部として、2000年の第52回日本林学会関西支部大会において、「スギ高齢林の林地保全に関する研究－林内における下層植生量の推定－」というテーマで口頭発表した（西山ら 2001）。

さて、岡山県では、2001年度より「21世紀おかやまの新しい森育成指針作成事業」を展開しており、初年度は伐期150年を目標とした長伐期施業体系を作成することになっている。そこで、県内各振興局森林課及び農林水産部林政課計画係が中心となり、県中北部を中心に高齢林の実態調査を行った（岡山 未発表）。ここで得られた高齢林データについても、今回、林分収穫予想表作成に利用した。この高齢林の実態調査に携わった方々に対し、この場を借りて深く感謝の意を表す。

II 材料と方法

1. 高齢林の現況

岡山県中北部のスギ高齢林60林分、ヒノキ高齢林54林分を対象とし、1999～2001年7～10月、林分ごとに0.04～0.10haのプロットを設定した（図-1）。プロット内の全立木について胸高直径、上層木10本について樹高（上層樹高）をそれぞれ測定した。樹高はブルーメライス、コンパスにより0.1m精度、胸高直径は輪尺によりcm単位で測定した。上記林分の中で、スギ13林分、ヒノキ17林分については、2000～2001年7～10月に詳細調査を実施した（図-2）。スギ林の調査箇所は、13林分中12林分を岡山県苫田郡加茂町内、残り1林分を隣接する苫田郡阿波村内にそれぞれ設定した。林齢は75～92年生であった。ヒノキは17林分中4林分を県北西部、残り13林分を県中北部及び北東部に設定した。林齢は70～109



図-1 高齢林毎木調査の位置
注. ●: スギ ■: ヒノキ



図-2 高齢林の詳細調査・下層植生の現存量調査位置
注. ●: スギ ■: ヒノキ

年であった。両樹種ともに0.04～0.10haのプロットを設け、プロット内の全立木について、樹高、胸高直径、枝下高、樹冠直径、立木位置を測定した。樹高、枝下高、立木位置はLEDHA-GEOレーザ・デンドロメーター（三協インターナショナル株式会社製）により0.1m精度で測定した。胸高直径は輪尺を用いてcm単位で測定した。樹冠直径は各立木の中心より

表-1 スギ高齡林分の状況

調査区	林齡 (年)	立木密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	平均枝下高 (m)	平均樹冠直径 (m)	樹冠投影面積合計 (m ² /ha)	樹冠占有比率 (%)
加茂町 1	86	342	26.2±3.1	44.7± 9.5	14.3±2.6	4.7±0.9	6,661	44.6
2	92	305	30.9±3.2	44.3± 8.6	16.9±4.0	3.7±0.8	4,217	31.0
3	90	277	32.7±3.7	47.8± 8.4	18.1±3.1	3.2±1.1	3,092	32.5
4	80	1,048	28.6±3.8	36.7± 8.4	15.1±3.6	3.0±0.8	9,504	64.4
5	84	1,357	29.8±3.8	35.0± 9.6	18.4±4.8	2.5±1.2	10,072	66.8
6	84	1,032	28.3±3.6	34.2± 9.4	17.0±4.4	2.7±1.0	9,947	65.6
7	84	1,568	27.1±4.1	35.4±11.6	16.6±3.9	2.9±1.0	10,759	73.4
8	88	731	27.3±3.0	40.0± 9.6	12.8±0.9	3.5±1.2	9,314	68.6
9	75	1,141	25.7±3.6	34.2± 9.6	15.4±4.4	2.7±0.9	8,987	63.6
1 0	75	1,150	27.0±3.4	34.6±10.0	18.1±3.4	2.7±1.0	8,087	72.5
1 1	75	1,034	28.9±2.8	37.0± 9.9	17.0±5.5	2.7±0.8	8,334	70.0
1 2	82	537	27.3±4.5	43.1±13.0	14.8±4.0	3.8±1.2	8,092	43.4
阿波村 1	90	342	28.3±0.6	47.1±10.0	13.8±0.5	3.9±0.8	5,407	43.7

注.表中の数値は平均値±標準偏差を示す

表-2 ヒノキ高齡林分の概況

調査区	林齡 (年)	立木密度 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	平均枝下高 (m)	平均樹冠直径 (m)	樹冠投影面積合計 (m ² /ha)
勝田町 1	87	575	18.9±5.1	22.6± 8.5	11.5±3.0	4.2±1.0	8,433
勝田町 2	87	292	21.3±3.4	34.9± 8.8	12.3±3.1	5.3±1.3	6,815
勝田町 3	85	229	20.3±1.4	36.3± 7.5	11.3±2.4	6.1±1.4	6,917
上斎原村 1	70	450	18.3±1.2	33.0± 4.5	8.4±1.1	4.6±0.5	6,774
上斎原村 2	70	525	20.0±2.0	33.2± 4.5	8.7±1.8	4.8±0.8	7,395
勝山町 1	108	320	31.3±2.7	47.2± 6.6	15.3±2.4	6.2±0.8	9,614
勝山町 2	108	342	32.4±1.8	40.8± 3.4	18.5±2.0	6.0±1.0	10,192
勝山町 3	95	315	26.3±1.4	42.7± 6.1	17.9±1.6	5.1±0.9	6,678
勝山町 4	109	208	29.3±1.8	46.1± 6.9	20.5±2.5	5.7±1.3	5,556
加茂町 1	85	1,267	23.6±2.3	32.9± 8.1	16.8±3.6	3.2±0.7	10,196
加茂町 2	85	904	22.7±2.7	31.9± 6.9	16.3±3.1	3.1±0.6	6,783
加茂町 3	82	1,064	24.7±2.2	32.2± 7.2	16.0±3.8	3.1±0.7	8,348
加茂町 4	82	1,420	20.3±1.9	27.0± 5.1	14.2±2.2	2.6±0.6	8,119
加茂町 5	91	811	27.2±2.3	30.3± 6.0	22.3±1.9	3.6±0.7	8,532
加茂町 6	91	1,194	22.2±2.6	26.9± 5.7	17.0±3.4	3.4±0.6	11,248
阿波村 1	88	819	21.3±1.9	31.9± 7.4	12.9±2.7	3.8±0.8	9,331
阿波村 2	88	708	21.5±2.0	31.9± 6.9	13.4±2.4	3.5±0.6	6,799

注.表中の数値は平均値±標準偏差を示す

4方向について0.1m単位で測定した。

解析方法として、スギ60林分、ヒノキ54林分については、上層樹高、平均胸高直径を求めるとともに、上層樹高とha当たりの立木密度の関係から、林分ごとに収量比数 (Ry) を算出した。詳細調査を実施したスギ13林分、ヒノキ17林分については、林分ごとに平均樹高、平均胸高直径、平均枝下高、平均樹冠直径、樹冠投影面積合計、樹冠占有比率を算出した (表-1, -2)。樹冠投影面積合計は、各立木について樹冠投影面積を算出し、これをhaあたりに換算したものとした。樹冠占有比率はスギ林分のみ求めた。林分内の立木位置図及び樹冠投影図を作成し、その際に樹冠と樹冠が重なった部分を樹冠投影面積合計より差し引き、単位面積あたりに占めるこれらの割合を0.1%単位で算出したものとした。全調査木をさらに上層木と下層木に分け、上層樹高とha当たりの立木密度より、林分ごとに収量比数 (Ry) を算出した。

2. 高齡林内における下層植生の現存量の推定

1) 下層植生の現存量

詳細調査を実施したスギ13林分、ヒノキ17林分について、2000年~2001年9~10月に各林分ごとに1×1mの植生プロットを5か所設け、この中の木本類、草本類について、それぞれ地上部を刈り取り、105℃で24時間乾燥させた後、0.1g単位で絶乾重量を測定した。各植生プロット内の植被率は地上部を刈り取る前に目視及び写真により5%単位で算出するとともに、各林分ごとに平均値を算出した。

2) 光環境

相対照度は2000~2001年9~10月の曇天日の正午ごろ、相対照度計 (UCHIDA IM-2U) により、スギ13林分、ヒノキ17林分について、プロット内及び林外で同時に50点測定した。照度測定は地上高1.2mの位置である。

解析は、0.1%単位で林内の相対照度を算出し、さらに林分ごとの平均値を算出した (表-3, -4)。

3. 高齡林内の種組成

表－3 スギ高齢林分における下層植生の現存量及び光環境

調査区	下層植生の現存量			下層植生の植被率			相対照度 (%)
	木本類 (g/m ²)	草本類 (g/m ²)	計 (g/m ²)	木本類 (%)	草本類 (%)	計 (%)	
加茂町 1	85.3±34.1	36.0±18.1	121.3±48.5	38	46	77	13.5±3.1
2	169.8±148.2	77.0±52.9	246.8±151.1	44	66	87	24.2±6.1
3	160.8±181.8	58.3±28.5	219.1±163.7	41	55	83	18.1±3.2
4	59.1±57.4	14.3±17.3	73.5±84.7	25	15	36	5.8±1.4
5	47.1±28.4	5.7±7.2	52.8±34.9	28	7	33	4.6±1.0
6	67.9±44.5	11.7±8.5	79.6±49.9	27	17	41	4.2±1.1
7	34.7±31.6	0.1±0.1	34.8±31.5	28	1	28	3.9±0.5
8	65.9±21.9	9.7±7.4	75.6±21.4	26	5	32	4.7±1.0
9	72.0±87.2	3.9±4.8	75.9±89.9	36	15	40	6.1±1.4
10	79.0±64.6	10.8±9.6	89.8±55.0	37	6	50	5.9±1.5
11	24.6±12.3	7.6±8.2	35.7±19.9	26	6	30	6.7±1.7
12	43.9±66.6	14.2±11.4	68.3±65.1	25	21	41	6.9±1.3
阿波村 1	120.1±130.4	29.0±16.3	149.1±126.3	39	21	55	15.6±2.2

注.表中の数値は平均値±標準偏差を示す

表－4 ヒノキ高齢林分における下層植生の現存量及び光環境

調査区	下層植生の現存量			下層植生の植被率			相対照度 (%)
	木本類 (g/m ²)	草本類 (g/m ²)	計 (g/m ²)	木本類 (%)	草本類 (%)	計 (%)	
勝田町1	70.4±36.9	2.3±2.0	72.7±37.2	20	3	23	6.0±1.7
勝田町2	766.8±515.8	28.4±26.1	795.4±51.3	36	18	46	11.2±9.8
勝田町3	307.4±241.3	29.3±20.8	336.7±245.2	56	23	69	6.1±3.3
上斎原村1	564.2±14.8	8.3±3.3	572.5±324.8	72	12	80	12.4±4.6
上斎原村2	356.7±115.8	4.5±1.7	361.2±115.1	41	8	45	9.2±3.2
勝山町1	1,206.1±389.9	1.7±1.5	1,207.9±389.1	67	8	70	4.8±1.5
勝山町2	546.4±710.7	29.8±19.1	576.1±693.4	48	31	66	6.0±1.1
勝山町3	2,312.8±1,331.6	0.6±0.9	2,313.4±1,331.8	75	1	76	3.3±0.7
勝山町4	2,372.3±952.9	7.7±10.9	2,380.0±953.4	71	1	72	6.8±1.7
加茂町1	73.0±43.4	4.6±2.8	77.6±41.6	33	14	44	3.7±0.8
加茂町2	86.8±57.5	1.0±0.9	87.8±58.2	30	3	32	3.1±0.5
加茂町3	164.5±87.9	1.1±2.1	165.7±87.9	25	2	26	3.6±1.0
加茂町4	39.9±37.0	0.6±0.5	40.6±37.4	15	3	18	2.5±0.3
加茂町5	282.8±134.4	14.7±5.3	297.5±131.4	41	8	45	3.3±1.2
加茂町6	109.5±53.4	5.9±5.2	115.4±51.3	38	8	39	1.6±0.2
阿波村1	87.9±43.9	7.5±5.1	95.4±45.3	43	13	51	2.6±1.9
阿波村2	107.2±55.4	8.9±9.2	116.1±48.7	54	16	61	3.1±0.3

注.表中の数値は平均値±標準偏差を示す

スギ16林分, ヒノキ14林分について(図-3), 2001年10~11月上旬に各林分ごとに1×1mの植生プロットを4か所設け, この中に出現した植物の種組成を調査した結果より(岡山 未発表), スギ・ヒノキ高齢林に共通して出現した植物, スギ, ヒノキ高齢林にそれぞれ偏って出現した植物を特定した。植物の分類に際しては, 木本類, 草本類, シダ類に大別した。

4. 林分収獲予想表の作成

スギ, ヒノキ林分収獲予想表の作成に当たっては, 今回, 高齢林の調査で得られたデータ及び既存データ(岡山 1984)を用いた(別表-1~2)。

林齢と上層樹高の関係について, ミッチャーリッヒ式(Mitscherlich式)による適合度が高いことが報告されている(家原 1990, 西村 1993)。そこで, スギ, ヒノキの林齢と上層樹高の関係について, ミッチャーリッヒ式を含む5種

類の曲線式を当てはめた。この中で, 1%水準で有意であり, 決定係数(R²)が最も高い曲線式を選択した。さらに95%信頼限界を求め, 地位別に「地位上」, 「地位中」, 「地位下」の3段階に区分した。

上層樹高と立木密度の関係について, 変形ゴンベルツ式(Gompertz式)による適合度が高いことが報告されている(稲田ら 1989), (西村 1993)。そこで, スギ, ヒノキの上層樹高と立木密度の関係について, 変形ゴンベルツ式を含む5種類の曲線式を当てはめた。1%水準で有意であり, 決定係数(R²)が最も高い曲線式を選択するとともに, 95%信頼限界を求めた。さらに上限値と下限値を8等分し, 最上限値を「階級1」, 中心値を「階級5」, 最下限値を「階級9」とした。最後に, 今回得られた実測値が分布している範囲の階級を選択し, これを林分収獲予想表の作成に採用した。

今回得られたミッチャーリッヒ式, 変形ゴンベルツ式から, 10~150年まで各5年ごとの上層樹高(主林木), 立木本数

(主副林木) の値をそれぞれ求め、これをスギについては「北近畿・中国地方スギ林分密度管理図」の(1)~(5)式(林野1980)に入力し、主副林木合わせた全材積、胸高断面積、平均胸高直径をそれぞれ求めた。

主林木の立木本数は5年経過すると、主林木だけでなく副林木も生じる。その際、副林木はすべて間伐対象とした。

主林木の上層樹高、主林木立木本数の値を再度(1)式、(2)~(5)式に入力し、主林木材積、主林木平均胸高直径をそれぞれ求めた。以上の手順により、林齢10~150年まで5年間隔のスギ林分収獲予想表を作成した。

スギ林分

$$V = (0.061977H^{-1.351766} + 4725.2H^{-2.823636} / N)^{-1} \quad (1)$$

$$HF = 1.23249 + 0.35958H + 0.14730N^{0.5} \cdot H / 100 \quad (2)$$

$$G = V / HF \quad (3)$$

$$dg = 200(G / (\pi \cdot N))^{0.5} \quad (4)$$

$$d = -0.32087 + 0.98240dg - 0.04745N^{0.5} \cdot H / 100 \quad (5)$$

ヒノキ林分

$$V = (0.0390819H^{-1.147348} + 8524.5H^{-3.102942} / N)^{-1} \quad (6)$$

$$HF = -0.089118 + 0.463318H + 0.178773N^{0.5} \cdot H / 100 \quad (7)$$

$$G = V / HF \quad (8)$$

$$dg = 200(G / (\pi \cdot N))^{0.5} \quad (9)$$

$$d = -0.029001 + 0.991780dg - 0.036553N^{0.5} \cdot H / 100 \quad (10)$$

ただし V : ha当たり材積
 H : 上層樹高
 N : ha当たりの立木密度
 HF : 林分形状高
 G : ha当たり胸高断面積



図-3 高齢林内における種組成の調査位置
 注. ● : スギ ■ : ヒノキ

dg : 断面積平均直径
 d : 平均胸高直径

ヒノキについては、「北近畿・中国地方ヒノキ林分密度管理図」の(6)~(10)式を用いた(林野1983)。スギと同様の手順に従って、林齢10~150年まで5年間隔の林分収獲予想表を作成した。

なお、ここで作成した林分収獲予想表は、スギ、ヒノキとも地位別(地位上, 地位中, 地位下), 立木密度別(階級4~6)の各9種類である。

III 結果および考察

1. 高齢林の現況

1) 標高

スギ林が位置する標高は、500~600mの範囲に全体の33.3%が含まれ、以下、600~700mの18.3%, 401~500mの16.7%, 300~400mの10.0%であり、それ以外の標高においては、いずれも頻度は10%未満であった(図-4)。ヒノキ林が位置する標高は、300~400mの範囲に全体の27.8%が含まれ、

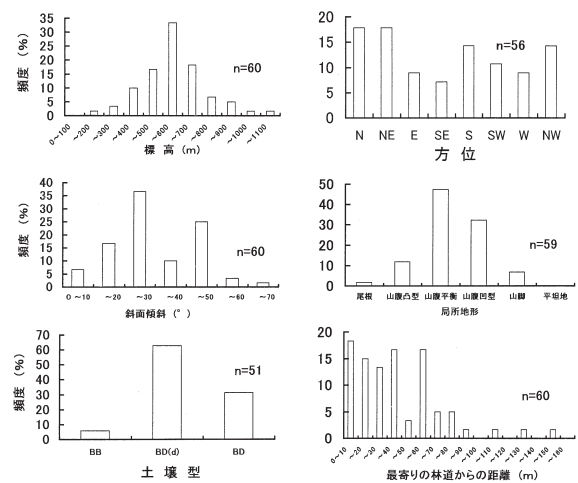


図-4 スギ高齢林の立地環境

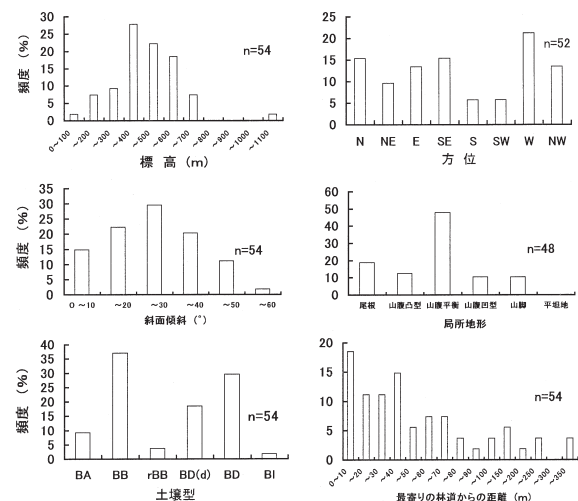


図-5 ヒノキ高齢林の立地環境

以下, 400~500mの22.2%, 500~600mの18.5%であり, それ以外の標高においては, いずれも頻度は10%未満であった(図-5)。

平均標高はスギ林557m, ヒノキ林434mであり, ヒノキ林の方が標高の低い地域に多く位置していた。

2) 斜面方位

高齢林が位置する斜面方位を8方向に区分した結果, スギでは, N, NE, S, NW, ヒノキでは, W, N, SEの頻度がやや高かった。

3) 斜面傾斜

平均斜面傾斜はスギ林で27°, ヒノキ林で22°であった。10°単位で斜面傾斜を区分すると, スギ, ヒノキ林ともに20~30°に最も多く位置していた。また30°未満はスギ林で60.0%, ヒノキ林で66.7%であったのに対し, 30°以上はスギ林で40.0%, ヒノキ林で33.3%であり, スギ林の方がヒノキ林に比べ傾斜の急な場所に位置していた。特にスギ林では, 40°以上の急傾斜地にも位置していた。

兵庫県の但馬地方において, スギ70~98年生高齢林を調査した結果では, 斜面傾斜が10~20°の範囲に全体の75%以上が含まれていたと報告されているが(谷口 2001), 岡山県の場合, スギ林は兵庫県の例よりやや傾斜の急な場所に多く位置していた。

4) 局所地形

スギ林が位置する局所地形は, 山腹平衡斜面が47.5%と最も高く, 以下, 山腹凹型斜面の32.2%, 山腹凸型斜面の11.9%, 山脚の6.8%であった。

ヒノキ林が位置する局所地形は, 山腹平衡斜面が47.9%と最も高く, 以下, 尾根が18.8%, 山腹凸型斜面の12.5%, 山腹凹型斜面, 山脚の各10.4%であった。

スギ, ヒノキともに山腹平衡斜面に最も多く位置していた。

5) 土壌型

スギ林が位置する土壌型をみると, B_D(d) の場合が全体の62.7%を占め, 以下, B_D(d), B_Bの順であった。ヒノキ林が位置する土壌型をみると, B_Bの場合が全体の37.0%を占め, 以下, B_D, B_D(d), B_A, rB_B, B_Iの順であった。

スギはヒノキに比べ, 適地の範囲が狭く, 土壌条件が良好な場所に位置している。

6) 林道からの距離

高齢林は道路から近い位置にあり, 林道からの距離が0~50mまでの範囲にスギ林は66.7%, ヒノキ林は61.1%位置していた。そのうち, スギ林33.3%, ヒノキ林29.6%は林道から0~20mに位置していた。

7) 有効土層の厚さ

有効土層の厚さ(A+B層の厚さ)別に林齢と上層樹高の関係を見ると, スギでは明らかな傾向はみられなかったが(図-6), ヒノキでは有効土層が20cmの場合と70~100cmの

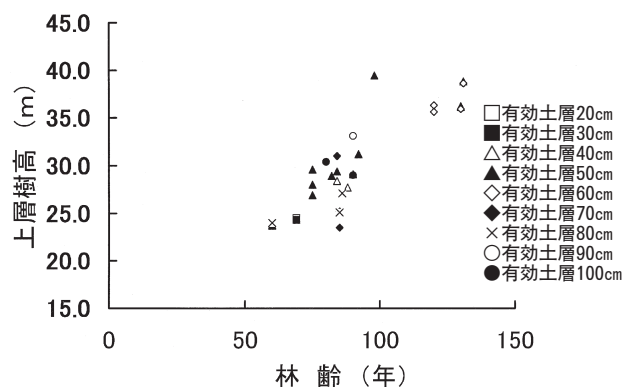


図-6 スギの有効土層厚別上層樹高

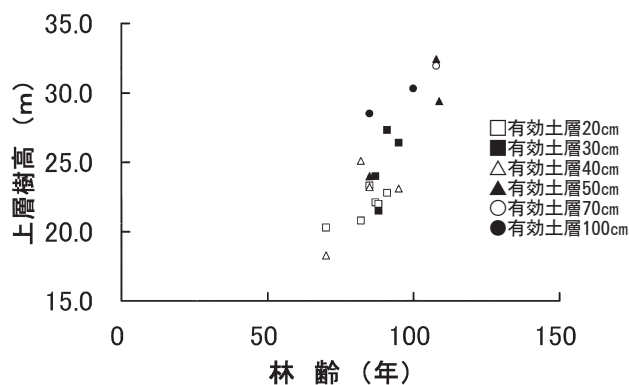


図-7 ヒノキの有効土層厚別上層樹高

場合とを比較すると, ほぼ同一林齢では有効土層が70~100cmと厚い方が上層樹高は大きくなる傾向がみられた(図-7)。ただし, 有効土層が30cm以上であれば, その差が小さくなる傾向にあった。

スギでは, 有効土層の厚さが60cm以下の場合, 生育後期における樹高成長が著しく鈍化するが, ヒノキでは根が浅根性の樹種であるため, 有効土層が20cm以上あれば樹高成長に著しい鈍化はみられないと報告されている(丹下ら 1990)。今回の調査結果からは, ヒノキにおいて有効土層が30cm以上でこの傾向がみられた。

2. 高齢林内における下層植生の現存量の推定

1) 立木密度と相対照度の関係

スギ高齢林分における下層植生の現存量と各要因との相関を表-5に示す。スギ林分では, ha当たりの立木密度と相対照度の関係は, べき乗式を当てはめた場合に最も相関が高かった(図-8)。ha当たりの立木密度が500本未満の4林分では, 林内の相対照度がいずれも10%以上であったのに対し, ha当たりの立木密度が500本以上の9林分では, 林内の相対照度はいずれも7%未満と低下していた。

今回調査した加茂町5~7の各調査区では, ha当たりの立木密度が1,032~1,568本と高密度であったが, 林分内の立木はすべて6mの高さまでしか枝打ちを実施していないのにも関わらず, 枝下高はいずれも16m以上であった。スギが高齢林に達した場合, 枝打ち作業の有無に関係なく, 枝下高はある一定の高さになると推察される。スギ人工林は林分の着

表-5 スギ高齢林における下層植生と各要因との単相関

要因	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
X1		-0.344	-0.928	0.945	-0.783	0.859	0.895	-0.809	-0.755	-0.795	-0.782	-0.575	-0.808	-0.790
X2	n.s		0.414	-0.325	-0.146	-0.583	-0.498	0.566	0.589	0.645	0.619	0.293	0.558	0.462
X3	**	n.s		-0.870	-0.766	-0.856	-0.893	0.806	0.714	0.757	0.742	0.553	0.744	0.735
X4	**	n.s	**		-0.727	0.842	0.877	-0.787	-0.812	-0.785	-0.817	-0.671	-0.816	-0.836
X5	**	n.s	**	**		-0.511	-0.651	0.554	0.393	0.503	0.438	0.384	0.570	0.575
X6	**	**	**	**	n.s		0.844	-0.934	-0.904	-0.900	-0.912	-0.815	-0.865	-0.896
X7	**	n.s	**	**	*	**		-0.892	-0.825	-0.881	-0.859	-0.660	-0.886	-0.896
X8	**	*	**	**	*	**	**		0.915	0.964	0.948	0.833	0.909	0.913
X9	**	*	**	**	n.s	**	**	**		0.924	0.991	0.861	0.869	0.899
X10	**	*	**	**	n.s	**	**	**	**		0.966	0.765	0.970	0.935
X11	**	*	**	**	n.s	**	**	**	**	**		0.844	0.919	0.927
X12	*	n.s	n.s	*	n.s	**	**	**	**	**	**		0.734	0.866
X13	**	*	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**		0.966
X14	**	n.s	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	

注1. X1: ha当たりの立木密度 X2: 平均樹高 X3: 平均胸高直径
 X4: ha当たりの胸高断面積合計 X5: 平均樹冠直径 X6: ha当たりの樹冠投影面積合計
 X7: 樹冠占有比率 X8: 相対照度 X9: ha当たりの下層植生の現存量(木本類)
 X10: ha当たりの下層植生の現存量(草本類) X11: ha当たりの全下層植生の現存量(木本類+草本類)
 X12: 下層植生(木本類)の植被率 X13: 下層植生(草本類)の植被率
 X14: 全下層植生(木本類+草本類)の植被率
 2. **: p<0.01 * : p<0.05 n.s: 有意差なし

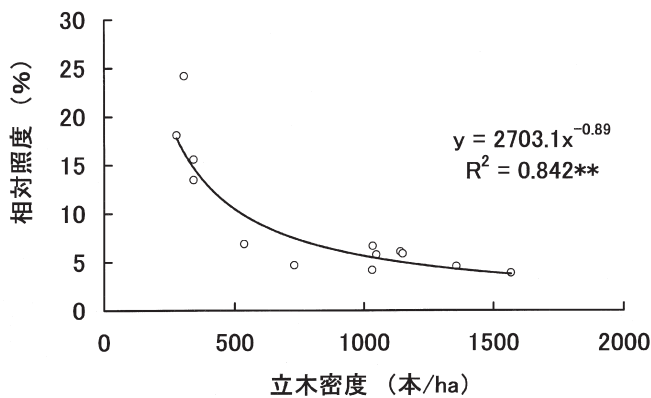


図-8 スギ林の立木密度と相対照度の関係
 注. 調査林分の林齢は75~92年である

関林分と各要因との相関を表-6に示す。ヒノキ林分では、ha当たりの立木密度と林内の相対照度の関係について指数式を当てはめた場合、最も相関が高かった(図-9)。ヒノキ林でもha当たりの立木密度が500本程度まで低下すると、林内の相対照度が9%以上に達するケースが3例確認された。ただし、スギに比べ、立木密度がha当たり500本未満では、林分ごとの相対照相関は低かった。

2) 立木密度と平均樹冠直径の関係

林齢75~92年生のスギの場合、平均樹冠直径は2.5~4.7mであったのに対し、林齢70~109年生のヒノキの場合、2.6~6.2mであった。ha当たりの立木密度と平均樹冠直径の関係について、スギでは一次式、ヒノキでは指数式を当てはめた場合、最も相関が高かった(図-10, -11)。特に、ヒノキの場合、立木密度と平均樹冠直径の関係はスギよりも相関が高いが、このことはヒノキの樹種特性によるかどうかについては今後さらに調査する必要がある。

葉量が多いことが指摘されているが(Tadaki 1977)、このことと関係があると考えられる。

ヒノキ高齢林分における下層植生の現存量と各要因との相

表-6 ヒノキ高齢林における下層植生と各要因との単相関

要因	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
X1		-0.285	-0.664	0.844	-0.917	0.479	-0.601	-0.624	-0.419	-0.631	-0.704	-0.286	-0.732
X2	n.s		0.414	-0.325	-0.416	0.232	-0.220	0.525	0.007	0.527	0.371	0.100	0.188
X3	*	n.s		-0.870	0.729	-0.275	-0.200	0.816	-0.135	-0.820	0.770	0.145	0.765
X4	**	n.s	**		-0.717	0.525	0.608	-0.404	-0.387	-0.410	-0.450	-0.146	-0.450
X5	**	n.s	**	**		-0.219	0.651	0.599	0.512	0.607	0.641	0.416	0.706
X6	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s		-0.435	-0.436	0.003	-0.437	-0.343	-0.245	-0.273
X7	*	n.s	n.s	*	*	n.s		0.193	-0.369	-0.199	-0.296	-0.264	-0.363
X8	*	n.s	**	n.s	*	n.s	n.s		-0.142	0.999	0.730	-0.268	0.627
X9	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s		-0.128	0.077	0.873	0.285
X10	*	n.s	**	n.s	*	n.s	n.s	n.s	n.s		0.733	-0.256	0.632
X11	**	n.s	**	n.s	*	n.s	n.s	**	**	**		0.121	0.965
X12	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	**	**	n.s	n.s		0.363
X13	**	n.s	**	n.s	**	n.s	n.s	*	n.s	*	**	n.s	

注1. X1: ha当たりの立木密度 X2: 平均樹高 X3: 平均胸高直径
 X4: ha当たりの胸高断面積合計 X5: 平均樹冠直径 X6: ha当たりの樹冠投影面積合計
 X7: 相対照度 X8: ha当たりの下層植生の現存量(木本類) X9: ha当たりの下層植生の現存量(草本類)
 X10: ha当たりの全下層植生の現存量(木本類+草本類) X11: 下層植生(木本類)の植被率
 X12: 下層植生(草本類)の植被率 X13: 全下層植生(木本類+草本類)の植被率
 2. **: p<0.01 * : p<0.05 n.s: 有意差なし

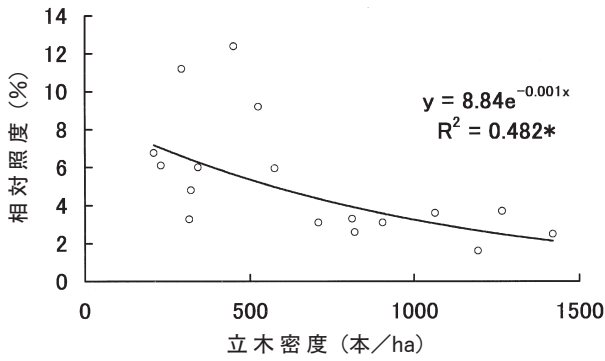


図-9 ヒノキ林の立木密度と相対照度の関係
注. 調査林分の林齢は70~109年である

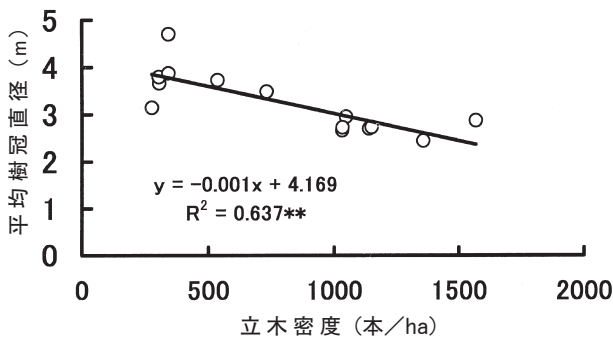


図-10 スギ林の立木密度と平均樹冠直径の関係
注. 調査林分の林齢は75~92年である

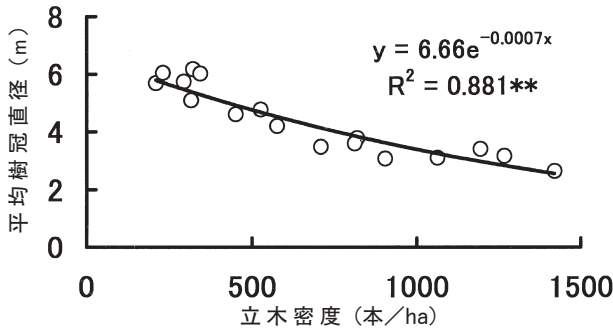


図-11 ヒノキ林の立木密度と平均樹冠直径の関係
注. 調査林分の林齢は70~109年である

3) 相対照度と下層植生の現存量の関係

スギ林内の相対照度と下層の木本類、草本類及び両者を合わせた全下層植生の現存量との間には、一次式を当てはめた場合、いずれも高い相関が認められた。林内の相対照度は、下層植生の中で特に草本類の現存量との相関が高かった(図-12)。

スギ林内の相対照度と下層植生の植被率の関係についても、一次式を当てはめた場合、木本類と草本類を合わせた植被率との相関が最も高く(表-7)、次に草本類となっており、木本類との相関はやや低かった。木本類と草本類の植被率は相対照度が約15%の地点で交差し、相対照度が15%未満では木本類、15%以上の場合では、草本類の植被率が高くなっていった。

今回調査したスギ高齢林の中で、相対照度が3%未満の林

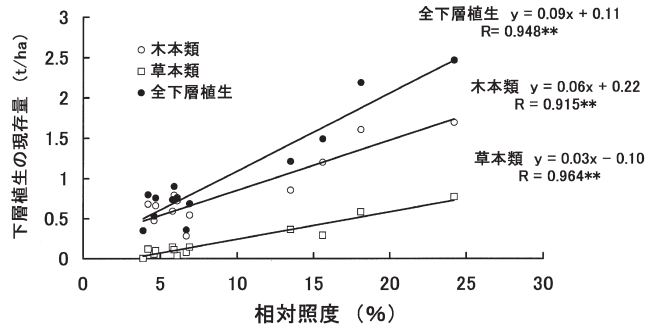


図-12 スギ林内の相対照度と下層植生の現存量の関係

分は全くなかったが、林内の相対照度が4%より徐々に上昇するに従って、林内の下層を占める木本類、草本類及び両者を合わせた全下層植生の現存量は確実に増加していた。

ヒノキ林においては、林内の相対照度と下層植生の現存量、さらには下層植生の植被率との間にはいずれも相関は認められなかった。

表-7 スギ高齢林内における下層植生の植被率と各要因との回帰式

要因	下層植生	回帰式
相対照度	木本類	$y = 0.89x + 24.05$ (R = 0.833**)
	草本類	$y = 2.93x - 5.53$ (R = 0.909**)
	全下層植生	$y = 2.92x + 21.64$ (R = 0.913**)
立木密度	木本類	$y = -7.29\ln(x) + 80.30$ (R ² = 0.426*)
	草本類	$y = -28.44\ln(x) + 208.48$ (R ² = 0.730**)
	全下層植生	$y = -28.43\ln(x) + 235.47$ (R ² = 0.736**)
平均胸高直径	木本類	$y = 0.74x + 2.99$ (R = 0.553)
	草本類	$y = 2.94x - 94.79$ (R = 0.744**)
	全下層植生	$y = 2.94x - 67.74$ (R = 0.735**)
胸高断面積合計	木本類	$y = -12.36\ln(x) + 88.62$ (R ² = 0.510*)
	草本類	$y = -44.32\ln(x) + 223.64$ (R ² = 0.732**)
	全下層植生	$y = -45.55\ln(x) + 256.26$ (R ² = 0.778**)
樹冠投影面積合計	木本類	$y = -0.002x + 51.10$ (R = -0.815**)
	草本類	$y = -0.007x + 80.44$ (R = -0.865**)
	全下層植生	$y = -0.007x + 110.40$ (R = -0.896**)
下層植生の現存量	木本類	$y = 0.01x + 21.49$ (R = 0.861**)
	草本類	$y = 0.09x + 2.96$ (R = 0.970**)
	全下層植生	$y = 0.03x + 19.18$ (R = 0.927**)

注 1. 林齢75~92年生のスギ高齢林を対象とした
2. 回帰式xの単位は、相対照度では%, 立木密度では本/ha, 平均胸高直径ではcm, 胸高断面積合計、樹冠投影面積合計ではm²/ha, 下層植生の現存量ではt/haをそれぞれ示す
3. 回帰式のyの単位は%を示す
4. R, R²はそれぞれ相関係数, 決定係数を示す
5. **, *は1.5%水準でそれぞれ有意であることを示す

4) 立木密度と下層植生の現存量の関係

スギ林の場合、ha当たりの立木密度と下層の木本類、草本類の現存量及び両者を合わせた全下層植生の現存量の関係について、対数式を当てはめた場合、最も相関が高かった。下層植生の中で、立木密度は特に草本類の現存量と相関が高かった(図-13)。

ha当たりの立木密度と下層の木本類、草本類及び両者を合わせた植被率の関係についても、対数式を当てはめた場合、スギ林では木本類と草本類を合わせた植被率との決定係数は0.736であり、草本類の植被率(R² = 0.730)と同様、高い相関が認められた。立木密度と木本類の植被率との関係は決定係数が0.426で、最も相関が低かった。この原因として、木本類では非同化部の重量が大きく、かつ種の違いにより非同化部の重量が大きく変動するためと考えられる。

ヒノキ林の場合、ha当たりの立木密度と下層の草本類の

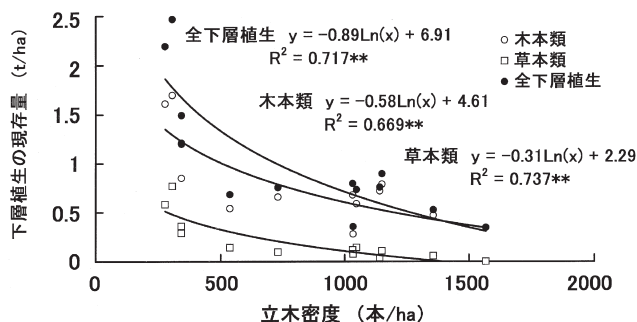


図-13 スギ林の立木密度と下層植生の現存量の関係

現存量との間には相関は認められなかったが、立木密度と木本類の現存量及び木本類と草本類を合わせた全下層植生の現存量との関係について、指数式を当てはめた場合、決定係数はそれぞれ0.660, 0.669となっており、ともに1%水準で有意であった(図-14)。

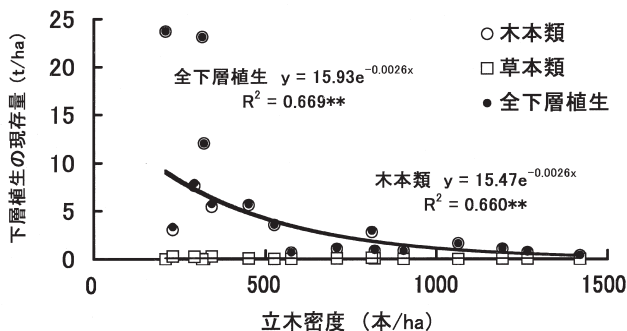


図-14 ヒノキ林の立木密度と下層植生の現存量の関係

ha当たりの立木密度と下層の草本類の植被率の間には相関は認められなかったが、木本類及び木本類と草本類を合わせた植被率の間には、一次式を当てはめた場合、相関係数はそれぞれ-0.704, -0.732で、ともに高い負の相関が認められ、1%水準で有意であった(表-8)。

表-8 ヒノキ高齡林内における下層植生の植被率と各要因との関係

要因	下層植生	回帰式	
立木密度	木本類	$y = -0.033x + 67.48$	($R = -0.704^{**}$)
	草本類	$y = -0.006x + 14.30$	($R = -0.286$)
	全下層植生	$y = -0.036x + 75.40$	($R = -0.732^{**}$)
平均胸高直径	木本類	$y = 2.26x - 32.21$	($R = 0.770^{**}$)
	草本類	$y = 0.19x + 3.44$	($R = 0.145$)
	全下層植生	$y = 2.37x - 30.16$	($R = 0.765^{**}$)
平均樹冠直径	木本類	$y = 10.23x + 0.38$	($R = 0.641^*$)
	草本類	$y = 2.21x + 0.20$	($R = 0.416$)
	全下層植生	$y = 11.41x + 0.62$	($R = 0.706^{**}$)
下層植生の現存量	木本類	$y = 11.84\ln(x) + 33.47$	($R^2 = 0.650^{**}$)
	草本類	$y = 70.91x + 3.86$	($R = 0.873^{**}$)
	全下層植生	$y = 12.06\ln(x) + 38.57$	($R^2 = 0.595^{**}$)

注 1. 70~109年生のヒノキ高齡林を対象とした
 2. 回帰式xの単位は、立木密度では本/ha, 平均胸高直径ではcm, 平均樹冠直径ではm, 下層植生の現存量ではt/haをそれぞれ示す
 3. 回帰式のyの単位は%を示す
 4. R, R²はそれぞれ相関係数, 決定係数を示す
 5. **, *は1,5%水準でそれぞれ有意であることを示す

立木密度がha当たり500本未満の場合、500本以上に比べ、スギ高齡林内では、草本類の現存量、木本類と草本類を合わせた全下層植生の現存量、ヒノキ高齡林内では、木本類の現存量、全下層植生の現存量がそれぞれ急増していた。植被率についても同様の傾向が認められた。特に、スギ林では立木密度がha当たり500本未満の場合、林内の相対照度はいずれも10%以上であり、相対照度とも相関が高い立木密度は、高齡林内に下層植生を定着させるための重要な要因であると考えられる。

5) 平均胸高直径と下層植生の現存量の関係

スギの場合、平均胸高直径と下層の木本類、草本類及び両者を合わせた全下層植生の現存量との関係について、一次式を当てはめた場合、相関係数はそれぞれ0.714, 0.757, 0.742で、いずれも高い相関が認められた。単木としては、胸高直径が大きくなれば、樹冠による遮光は大きくなるが、一方で、胸高直径が大きくなれば、立木密度は小さくなる。立木密度と下層植生の現存量の間には相関関係が認められたことを既に述べたが、平均胸高直径は立木密度との相関も高く($R = -0.928$)、林内における下層植生の現存量を推定する場合の一要因と考えられる。

スギの平均胸高直径と下層の木本類の植被率の間には相関は認められなかったが、草本類及び木本類と草本類を合わせた植被率の間には、下層植生の現存量同様、一次式を当てはめた場合、相関係数はそれぞれ0.744, 0.735でともに高い相関が認められた。スギの場合、平均胸高直径が大きくなれば、下層植生の現存量や植被率が高くなる。しかし、この現象は、高齡林のみの現象であり、若齡林では全く逆の現象となることが予想される。

ヒノキの場合、平均胸高直径と下層の草本類の現存量の間には相関は認められなかったが、木本類及び木本類と草本類を合わせた全下層植生の現存量との間には、指数式を当てはめた場合、相関係数はそれぞれ0.737, 0.735で、ともに高い相関が認められた(図-15)。

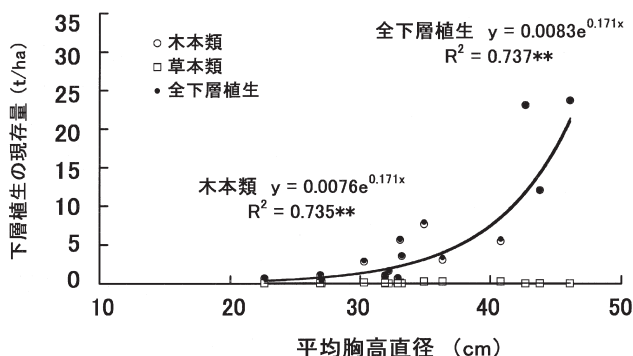


図-15 ヒノキ林の平均胸高直径と下層植生の現存量の関係

ヒノキ高齡林において、立木密度が低下すると、各立木の肥大成長が促進されるとともに、下層植生の現存量の増加が予想される。立木密度が下層植生の現存量を左右する直接の要因と考えられるが、平均胸高直径が高齡林内の全下層植生

の現存量と最も相関が高かったことについては次の点が考えられる。加齢とともに、胸高直径は大となり、立木密度は小さくなる。結果的には樹冠投影面積が小さくなるため、林床に光が到達する量が多くなり、下層植生の現存量が増加すると推察される。ただし、立木密度が一定になれば、加齢とともに幹が太くなり、光を遮る面積は増大することも考慮する必要がある。

平均胸高直径と下層を占める草本類の植被率との間には相関は認められなかったが、木本類及び木本類と草本類を合わせた植被率との関係は、一次式を当てはめた場合、相関係数はそれぞれ0.770, 0.765で、ともに高い相関が認められた。

6) 平均樹冠直径と下層植生の現存量の関係

スギの場合、平均樹冠直径と下層を占める木本類、草本類及び両者を合わせた全下層植生の現存量、さらに植被率との間にはいずれも相関は認められなかった。

ヒノキの場合、平均樹冠直径と下層を占める草本類の現存量との間には相関は認められなかったが、木本類及び木本類と草本類を合わせた全下層植生の現存量との関係は、指数式を当てはめた場合、最も高い相関が認められた(図-16)。

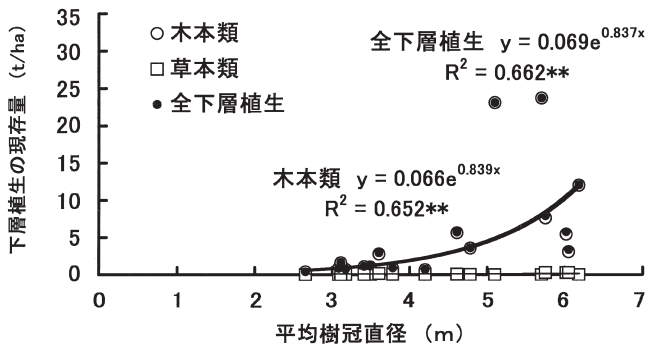


図-16 ヒノキ林の平均樹冠直径と下層植生の現存量の関係

平均樹冠直径と下層を占める木本類及び木本類と草本類を合わせた植被率の間でも、一次式を当てはめた場合、相関係数はそれぞれ0.641, 0.706で、ともに相関が認められたが、平均樹冠直径と下層植生の現存量との相関に比べ明らかに低かった。

7) 胸高断面積合計と下層植生の現存量の関係

スギ林のha当たりの胸高断面積合計と下層植生の現存量の関係について、指数式を当てはめた場合、胸高断面積合計と木本類、草本類を合わせた全下層植生の現存量との決定係数は0.814で、次に木本類 ($R^2=0.744$), 草本類 ($R^2=0.705$) の各現存量と続いており、いずれも高い相関が認められた(図-17)。

スギ林において、ha当たり胸高断面積合計と下層を占める木本類、草本類及び両者を合わせた植被率との関係について、対数式を当てはめた場合、木本類とその植被率の決定係数は0.510とやや低かったが、草本類、木本類と草本類を合わせた全下層植生の各植被率と胸高断面積合計との決定係数はそれぞれ0.732, 0.778となっており、ともに高い相関が認

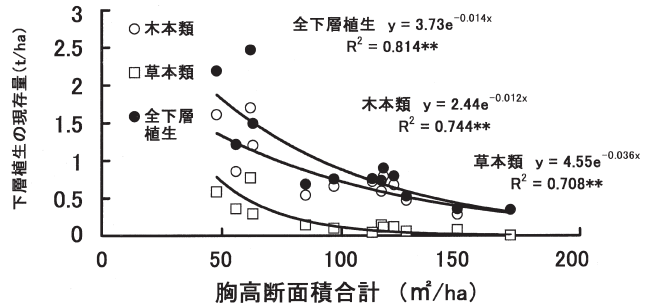


図-17 スギ林の胸高断面積合計と下層植生の現存量の関係

められた。

ヒノキ林の場合、ha当たりの胸高断面積合計と下層植生の現存量、さらに植被率との間には相関は認められなかった。

8) 樹冠投影面積合計と下層植生の現存量の関係

スギ林の場合、ha当たりの樹冠投影面積合計と下層の木本類、草本類及び両者を合わせた全下層植生の現存量との間には、一次式を当てはめた場合、相関係数はそれぞれ-0.904, -0.900, -0.919であり、いずれも高い負の相関が認められた(図-18)。樹冠占有比率と下層を占める木本類、草本類及び

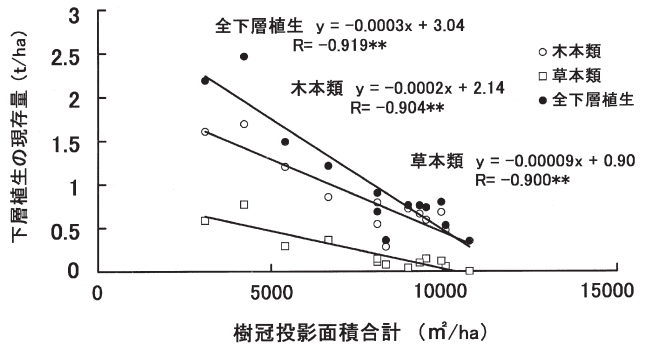


図-18 スギ林の樹冠投影面積合計と下層植生の現存量の関係

両者を合わせた全下層植生の現存量との間にも、対数式を当てはめた場合、決定係数はそれぞれ0.651, 0.535, 0.718でいずれも相関が認められたが、樹冠投影面積合計と下層植生の現存量との相関に比べ、明らかに低かった。

ha当たりの樹冠投影面積合計と下層の木本類、草本類及び両者を合わせた全下層植生の植被率との間にも、下層植生の現存量同様、一次式を当てはめた場合、スギ林では相関係数がそれぞれ-0.815, -0.865, -0.896で、いずれも高い負の相関が認められた。樹冠占有比率と下層の木本類、草本類及び両者を合わせた全下層植生の植被率の間にも、対数式を当てはめた場合、決定係数はそれぞれ0.467, 0.675, 0.690で相関が認められたが、樹冠投影面積合計を用いた場合に比べ相関は低かった。

以上の結果により、スギ林の場合、樹冠投影面積合計の方が樹冠占有比率に比べ、下層植生の現存量、植被率との相関

が高くなっていった。樹冠投影面積合計の数値は葉と葉の重なり具合も示しており、この数値が上昇すればするほど遮光が大きくなる。この葉と葉の重なり具合が下層植生の現存量、植被率の数値を左右していると考えられ、今後、葉と葉の重なり具合を示す樹冠投影面積合計の数値についてさらに重視する必要がある。

ヒノキ林の場合、ha当たりの樹冠投影面積合計と下層を占める木本類、草本類及び両者を合わせた全下層植生の現存量、さらに下層植生の植被率の間にはいずれも相関は認められなかった。

9) 下層植生の現存量と植被率の関係

スギ林内における下層の木本類、草本類及び両者を合わせた全下層植生の現存量と各植被率との間には、一次式を当てはめた場合、相関係数はそれぞれ0.861, 0.970, 0.927で、いずれも高い相関が認められた。下層植生の中で、特に草本類の現存量と植被率の相関は際だっていた。

ヒノキ林内でも、木本類、草本類及び両者を合わせた全下層植生の植被率の関係について、対数式を当てはめた場合、決定係数はそれぞれ0.653, 0.873, 0.595で、いずれも高い相関が認められ、1%水準で有意であった。下層植生の中で、特に草本類の現存量と植被率との相関は、スギ林と同様に高かった。

さて、今回調査して得られた植被率の数値は9~10月末までの着葉期に限定された数値であり、11月以降の落葉期、4, 5月の展葉時点においては、植被率の数値は今回得られた数値に比べさらに低いと予想される。

一方、草本類の中には、9~10月には既に地上部が枯死していることも推察される。

以上の点より、今後、高齢林内においては、着葉期だけでなく、展葉期、落葉期も含め年間の植被率の変動を正確に推定する必要がある。

10) 収量比数と植被率の関係

スギ林の収量比数 (Ry) と下層の木本類と草本類を合わせた植被率の関係について、指数式を当てはめた場合、高い相関が認められたが、下層植生を木本類、草本類に区分した場合にはともに相関は低かった (図-19)。

今回調査したスギ高齢林の収量比数 (Ry) は0.49~1.0の範囲に分布していたが、収量比数 (Ry) が0.49~0.53まで低

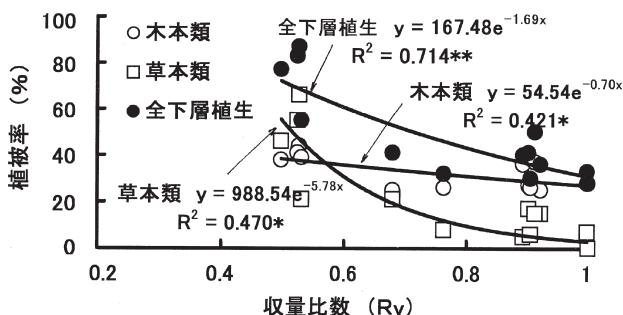


図-19 スギ林の収量比数 (Ry) と下層植生の植被率の関係

下すれば、下層植生の植被率は55~87%の範囲に含まれていることが明らかになった。また、収量比数 (Ry) が0.49~0.53の4事例のうち、3事例については、全下層植生の植被率は77%以上に達していた。いずれもha当たりの立木密度は500本未満で、かつ林内の相対照度は10%以上となっていた。このことから、収量比数が0.5程度であれば、70%以上の植被率を期待できるとともに、収量比数 (Ry) は、今後、スギ高齢林内に下層植生を定着させる際の一指標となりうると考えられる。

ヒノキ林の収量比数 (Ry) と下層の木本類と草本類を合わせた植被率の関係について、一次式を当てはめた場合、負の相関が認められた (図-20)。収量比数 (Ry) が0.8~1.0の

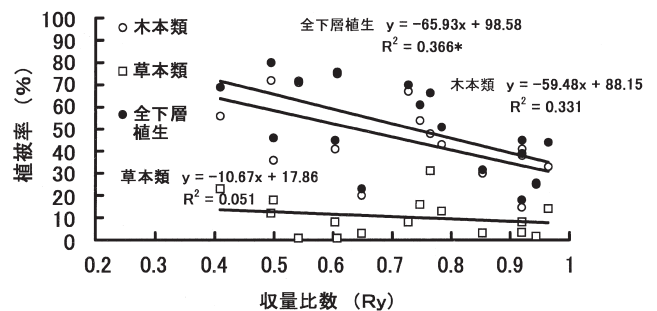


図-20 ヒノキ林の収量比数 (Ry) と下層植生の植被率の関係

場合、木本類及び木本類と草本類を合わせた植被率は最大でも50%未満であったのに対し、収量比数 (Ry) を0.60まで下げた場合には、木本類及び木本類と草本類を合わせた植被率が70%以上に達する例が確認された。このことから、ヒノキ林において、下層を占める木本類、または全下層植生の植被率を70%以上期待するためには、収量比数 (Ry) を最低0.6程度まで低下させる必要がある。

林齢が40年未満のヒノキ林をそのまま放置すると、林内が暗くなり、下層植物群落が消滅するのに対し、40年生以上のヒノキ林では無手入れでも下層植物群落が発達すると報告されている (清野 1990)。今回調査した高齢林で最も植被率が低かった林分は、スギの場合で28%、ヒノキの場合で18%程度であり、全く植生がみられない林分は確認されなかった。この結果からも、高齢林に誘導することにより、地表被覆、地表保護の効果は林齢が40年未満のヒノキ林に比べ高まると推察される。

林地の裸地化は森林の皆伐によってもたらされるほか、間伐の遅れなどにより相対照度が低下し、下層植生が消失するため生じる。下層植生の現存量が少ない林分では表土流出量が大きく、下層植生の現存量が多い林分では表土流出が抑制されている。このことから、下層植生の維持が表土流出を軽減する上で重要である。今後さらに下層植生の植被率を高め、かつ維持していくためには、明るくなった林内に侵入した樹木の成長により草本類が逆に被圧されて衰退することがあるため (七里 1994)、間伐時に樹高の大きい樹木を伐採する必要がある。

表-12 スギ・ヒノキ高齡林に共通して出現した植物

木 本 類	スギ		ヒノキ		草 本 類	スギ		ヒノキ		シ ダ 類	スギ		ヒノキ	
	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ		スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ		スギ	ヒノキ		
ミヤマフユイチゴ	75	43	イノコヅチ		25	21	リョウメンシダ		56	29				
アオキ	38	57												
コガクウツギ	50	29												
ナガバモミジイチゴ	50	21												
クロモジ	31	43												
チャノキ	38	36												
ヤマフジ・フジ	31	36												
チマキザサ	31	36												

注 1. 表中の単位は%を示す
 2. スギ・ヒノキ高齡林内の出現率がともに20%以上の植物を示した

表-13 スギ高齡林に偏って出現した植物

木 本 類	スギ		ヒノキ		草 本 類	スギ		ヒノキ		シ ダ 類	スギ		ヒノキ	
	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ		スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ		スギ	ヒノキ		
ミヤマフユイチゴ	75	43	ヘクソカズラ		44	7	リョウメンシダ		56	29				
コガクウツギ	50	29	チヂミザサ		38	7	ミゾシダ		50	7				
ナガバモミジイチゴ	50	21	ミヤマカンスゲ		38	0	ジュウモンジシダ		31	0				
			ノササゲ		31	14	イノデ		25	7				
			ムカゴイラクサ		25	0								

注 1. 表中の単位は%を示す
 2. スギ高齡林内の出現率が20%以上で、かつヒノキ高齡林の概ね2倍(1.7倍)以上の植物を示した

種類であり、特にヒノキ林に木本類が多く出現するのが特徴的であった。

スギ林に偏って出現する下層植物の中で、スギ林の50%以上に出現する植物は、木本類ではミヤマフユイチゴ、コガクウツギ、ナガバモミジイチゴの3種類、シダ類ではリョウメンシダ、ミゾシダの各2種類であった(表-13)。

同様に、ヒノキ林に偏って出現する下層植物の中で、ヒノキ林の50%以上に出現する植物は、木本類ではアオキ、ヒサカキ、イヌツゲ、ヤブコウジの4種類、草本類ではジャノヒゲ、ツルアリドオシの2種類、シダ類ではシシガシラ、トウゲシバの2種類であった(表-14)。

表-14 ヒノキ高齡林に偏って出現した植物

木本類	スギ		ヒノキ		草本類	スギ		ヒノキ		シダ類	スギ		ヒノキ	
	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ		スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ		スギ	ヒノキ		
ヒサカキ	6	57	シシガシラ		13	57	トウゲシバ		13	57				
イヌツゲ	6	50	ツルアリドオシ		0	50	ベニシダ		0	50				
ヤブコウジ	0	50	ヤブコウジ		0	36			19	43				
コシアブラ	6	43	ツルハハコ		6	29								
テイカカズラ	0	36	クサカネソウ		6	21								
ヒノキ	0	36	クサカネソウ		6	21								
スギ	6	29												
クサササ	0	29												
ハクイタ	6	29												
キツタ	13	29												
ミツハアヒ	13	29												
アオハダ	0	21												
アサヒ	0	21												
アラカシ	0	21												
エゴノキ	0	21												
コハクミツハツツギ	0	21												
ヤマツツギ	0	21												
ソコゴ	0	21												
タカノツメ	0	21												
ツルシキミ	6	21												
ヤウモリ	6	21												

注 1. 表中の単位は%を示す
 2. ヒノキ高齡林内の出現率が20%以上で、かつスギ高齡林の2倍以上の植物を示した

茨城県内のヒノキ人工林における下層植物群落について、出現頻度を調査し、ジャノヒゲが75%、ヤブコウジが50%、トウゲシバが17%であったとする報告がある(清野 1990)。今回の調査でも、ジャノヒゲの出現頻度が57%、ヤブコウジ、トウゲシバが各50%となっており、この報告を裏付ける結果となっていた。

一林分(1m²×4プロット内)で確認した植物は、スギ林では7~32種類、ヒノキ林では9~39種類と幅はあるが、大半の林分で木本類、草本類、シダ類が揃って生育している。特に木本類は出現する種類が多く、最も多く出現したのは一林分当たり、スギ林で17種類、ヒノキ林で26種類である。草本類はスギ林で15種類、ヒノキ林で12種類、シダ類は、スギ林、ヒノキ林ともに8種類である。林齢40~76年生ヒノキ林分で確認される下層植物の種数は、乾性立地では34±8(平均±標準偏差)、同中性立地では31±9であったのに対し、同湿性立地では44±7と前二者に比べ多く、有意であったが(清野 1988)、今回の調査結果では、この報告と比べて種数が明らかに少ない林分も含まれていた。

さて、ヒノキ複層林において、相対照度5%未満でも出現する下層植物として、草本類のノササゲ、木本類のヤブツバキ、相対照度が10%未満でも出現する下層植物として、草本類ではチゴユリ、シシガシラ、木本類ではヒサカキであったが、それ以上の照度でも生育は可能であり、相対照度に明瞭に対応する指標植物を特定することはできなかったとする報告がある(林野 1997)。今回の調査でも、これらの植物は高齡林内に比較的多く出現していることが確認されたが、ノササゲはスギ林に、シシガシラ、ヒサカキはヒノキ林にやや偏って出現していた。

一方、複層林において、相対照度15~20%の範囲では、フユイチゴ、ハナイカダ、相対照度が5%以下ではジャノヒゲが指標植物であると報告されている(藤森 1992)。今回の調査では、フユイチゴ類(ミヤマフユイチゴ、コバノフユイチゴ)はスギ林に、ジャノヒゲはヒノキ林に偏っていたが多く出現し、ハナイカダも量的には少ないがヒノキ林に偏って出現していた。

標高等により多少の種組成は異なるが、総体的にこれらの植物はスギ及びヒノキ高齡林の下層を形成する普遍的な植物であることを裏付けている。

森林の土壌保全のためには、落葉層の固定機能、下草の雨滴遮断によって浸透構造を守り、雨滴衝撃、表面流等の加害要因を制御する必要がある。このためには、主林木だけでなく、草本類、灌木類との共存が必要であると報告している(竹下 2001)。

今回の調査結果から、スギ高齡林では、ミヤマフユイチゴ、コガクウツギ、ナガバモミジイチゴ、ヘクソカズラ、チヂミザサ、ミヤマカンスゲ、リョウメンシダ、ミゾシダ、ジュウモンジシダ等、ヒノキ高齡林では、ヒサカキ、イヌツゲ、ヤブコウジ、コシアブラ、テイカカズラ、ジャノヒゲ、ツルアリドオシ、ヤブラン、シシガシラ、トウゲシバ、ベニシダ等が普遍的に出現する植物であると考えられ、スギ、ヒノキ高齡林に下層植生を導入する際の基本的植物であると考えられる。

今後、スギ、ヒノキ高齡林を保全するためには、下層植物を保護するとともに、下層植生の現存量が少ない林分では、光環境の改善等により実生で侵入、定着しやすい環境を作るなど積極的な導入方法の検討も必要である。

4. 林分収獲予想表の作成

1) 樹高成長曲線式の算定

林齢と上層樹高の関係について、5種類の曲線式を当てはめた結果、スギ、ヒノキともにミッチャーリッヒ式(Mitscherlich

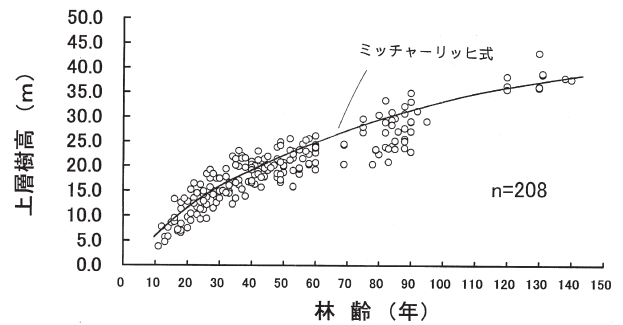


図-21 スギの林齢と上層樹高の関係

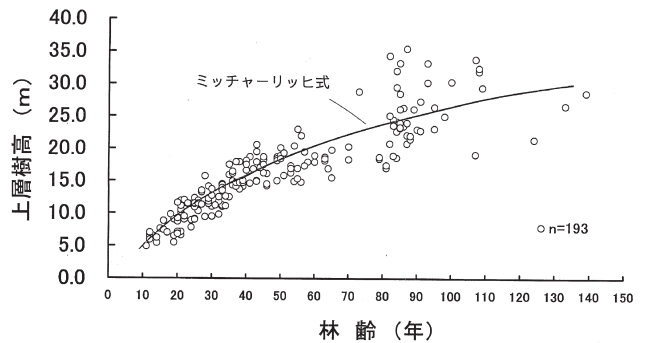


図-22 ヒノキの林齢と上層樹高の関係

式)による決定係数(R²)が最も高く、1%水準で有意であった(表-15, -16, 図-21, -22)。

次に95%信頼限界幅を求めて地位を「地位 上」、「地位 中」、「地位 下」の3段階に区分した(図-23, -24)。

表-15 スギの林齢と上層樹高の関係(上層樹高曲線)

名称	関数式 公 式	残差平方和 Se	決定係数 R2	不偏分散 Ve	回帰変動 Sr	F値	有意差判定
ミッチャーリッヒ式	$H=51.0*(1-0.926*exp(-0.0088*x))$	1677.9	0.853	8.14	9804.3	1203.6	**
ゴンベルツ式	$H=44.0*0.142*0.982^x$	1848.4	0.839	8.97	9633.8	1073.6	**
ロジスティック式	$H=44.0/(1+4.001*exp(-0.0234*x))$	1917.8	0.826	9.35	9162.5	979.3	**
べき乗式	$H=1.457*x^0.672$	1715.9	0.850	8.32	9766.3	1172.4	**
対数式	$H=12.015*Ln(x)-25.416$	1760.1	0.846	8.54	9722.1	1137.8	**

注1. **は1%水準で有意であることを示す
2. X: 林齢
H: 上層樹高

表-16 ヒノキの林齢と上層樹高の関係(上層樹高曲線)

名称	関数式 公 式	残差平方和 Se	決定係数 R2	不偏分散 Ve	回帰変動 Sr	F値	有意差判定
ミッチャーリッヒ式	$H=36.0*(1-0.968*exp(-0.0128*x))$	1581.7	0.820	8.28	7248.5	875.3	**
ゴンベルツ式	$H=36.0*0.136*0.979^x$	1684.1	0.809	8.81	7146.1	810.4	**
ロジスティック式	$H=36.0/(1+4.644*exp(-0.0279*x))$	1767.7	0.799	9.25	7062.5	763.0	**
べき乗式	$H=1.2095*x^0.6755$	1669.8	0.810	8.74	7160.4	819.0	**
対数式	$H=10.318*Ln(x)-22.075$	1674.0	0.810	8.76	7156.2	816.5	**

注1. **は1%水準で有意であることを示す
2. X: 林齢
H: 上層樹高

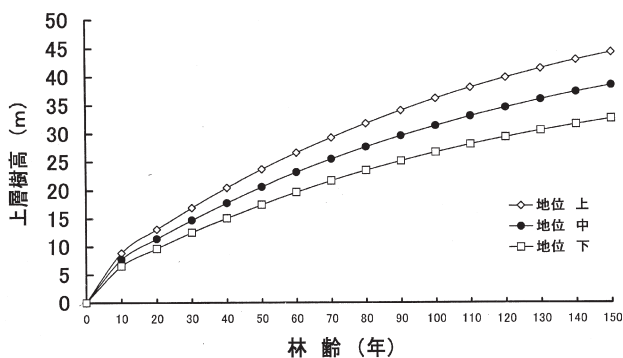


図-23 ミッチャーリッヒ式によるスギの上層樹高曲線

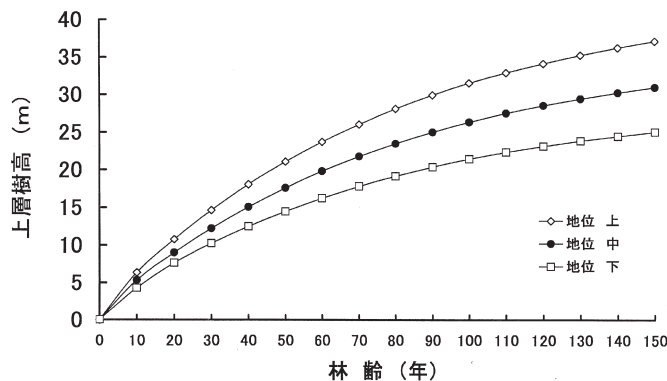


図-24 ミッチャーリッヒ式によるヒノキの上層樹高曲線

スギ

「地位 上」 $H=58.7(1-0.926 \cdot \text{EXP}(-0.088 \cdot X))$

「地位 中」 $H=51.0(1-0.926 \cdot \text{EXP}(-0.088 \cdot X))$

「地位 下」 $H=43.7(1-0.926 \cdot \text{EXP}(-0.088 \cdot X))$

ヒノキ

「地位 上」 $H=43.1(1-0.968 \cdot \text{EXP}(-0.0128 \cdot X))$

「地位 中」 $H=36.0(1-0.968 \cdot \text{EXP}(-0.0128 \cdot X))$

「地位 下」 $H=28.9(1-0.968 \cdot \text{EXP}(-0.0128 \cdot X))$

ただし H: 上層樹高
X: 林齢 (年)

「地位 中」のスギ林の場合、林齢が50年で20m台、林齢が100年で31m台、150年で38m台となっており、上層樹高の伸びは林齢とともに鈍化する傾向がみられた。

「地位 中」のヒノキ林の場合、林齢が50年で17m台、林齢が100年で26m台、150年で30m台となっており、スギ同様、上層樹高の伸びは林齢とともに鈍化する傾向がみられる。今回、「地位 下」でも同様の傾向がみられ、高野山国有林の98年生ヒノキ人工林の樹幹解析の結果、「地位 下」の林分では、林齢が60年を過ぎても樹高、胸高直径とも成長が衰えず、ほぼ直線的に増加し、材積成長はかえって旺盛な成長を示したとする報告(家原 1993)とは異なる結果となった。このことについては、今後、樹幹解析により単木の成長推移を調

査し、曲線式の修正等を行う必要がある。

地位別にみると、「地位 上」と「地位 中」及び「地位 中」と「地位 下」における林齢が50, 100, 150年生時の上層樹高の差は、スギ、ヒノキともにそれぞれ3, 4, 5mと徐々に拡大していく傾向がみられた。

地位が「地位 上」と「地位 下」では、上層樹高の差はさらに上記数値の倍となることから、林齢が150年生の段階では、スギ、ヒノキとも10m以上の開きが生じることになる。丹下ら(1990)は、東京大学千葉演習林内の87年生ヒノキ人工林において、凹型斜面では凸型斜面に比べ10m近く樹高が高かったことを報告しており、同様の結果となった。

地位の良否は前述の有効土層の厚さ(A+B層の厚さ)で決定されることから、高齢林を成立させ、かつ大径材を生産するためには、有効土層の厚い場所を選ぶことが必要である。

2) 立木本数曲線式の算定

上層樹高と立木本数の関係について、スギ、ヒノキともに5種類の曲線式を当てはめた結果、変形ゴンベルツ式(Gompertz式)による決定係数(R²)が最も高く、1%水準で有意であった(表-17, -18, 図-25, -26)。

両樹種ともに上層樹高が10~15mの範囲で最も立木本数の減少割合が高く、ともに1,000本以上、以下、5~10m, 15~20mの順であった。このことは、各樹高階で必要な間伐対象本数を示しており、上層樹高が10~15mの範囲内では最も間伐を要する。

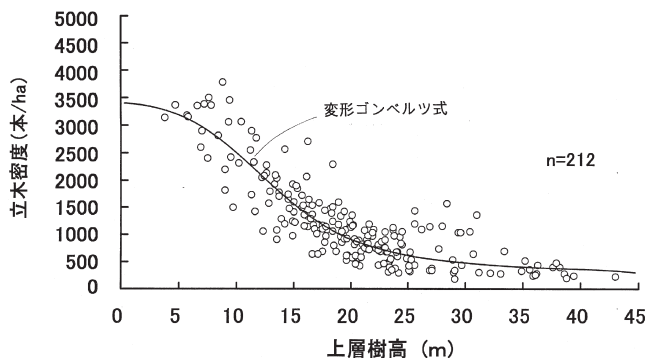


図-25 スギの上層樹高と立木密度の関係

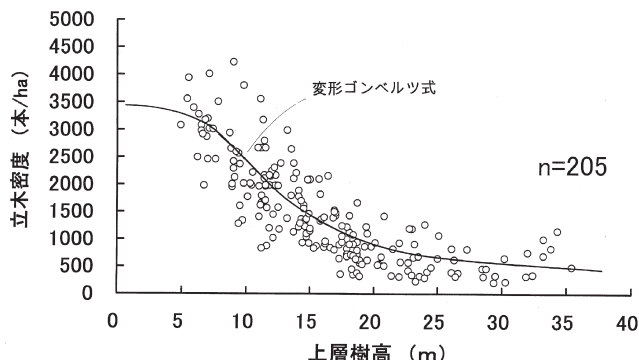


図-26 ヒノキの上層樹高と立木密度の関係

表-17 スギの上層樹高と立木密度の関係 (立木本数曲線)

名称	関数式 公式	残差平方和 Se	決定係数 R2	不偏分散 Ve	回帰変動 Sr	F値	有意差判定
変形ゴンベルツ式	$N=3400-2930*\exp(-9.134*\exp(-0.198*H))$	29379624.5	0.780	139902.9	104504923.0	746.9	**
ゴンベルツ式	$N=4000*0.741^{1.070*H}$	40093687.0	0.700	190922.3	93790859.8	491.2	**
ロジスティック式	$N=4230/(1+0.238*\exp(0.127*H))$	34040465.0	0.745	162097.4	99844082.0	615.9	**
べき乗式	$N=48056*H^{(-1.330)}$	71513766.5	0.465	340541.7	62370780.0	183.1	**
対数式	$N=-1639.8*\ln(H)+6010.2$	343202035.2	0.743	163343.0	99582511.0	609.6	**

注1. **は1%水準で有意であることを示す
2. H:上層樹高 N:ha当たりの立木密度

表-18 ヒノキの上層樹高と立木密度の関係 (立木本数曲線)

名称	関数式 公式	残差平方和 Se	決定係数 R2	不偏分散 Ve	回帰変動 Sr	F値	有意差判定
変形ゴンベルツ式	$N=3450-2980*\exp(-9.980*\exp(-0.225*H))$	45816626.0	0.727	225697.6	122270377	541.7	**
ゴンベルツ式	$N=4500*0.716^{1.076*H}$	58468829.8	0.652	288023.8	109618174	380.5	**
ロジスティック式	$N=4500/(1+0.311*\exp(0.1246*H))$	52305027.6	0.688	257660.2	115781976	449.3	**
べき乗式	$N=43868*H^{(-1.332)}$	61958352.9	0.631	305213.5	106128650	341.8	**
対数式	$N=-1794.4*\ln(H)-6330.3$	50574337.3	0.699	249134.6	117512666	471.6	**

注1. **は1%水準で有意であることを示す
2. H:上層樹高 N:ha当たりの立木密度

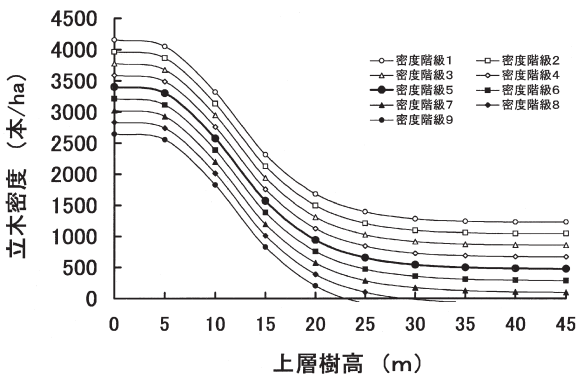


図-27 変形ゴンベルツ式を当てはめた場合のスギの密度階級区分

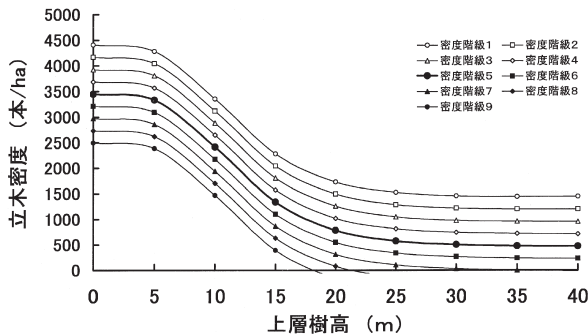


図-28 変形ゴンベルツ式を当てはめた場合のヒノキの密度階級区分

林齢が100年から150年へと推移した段階で、ha当たりの立木本数はスギの場合、524本から484本、ヒノキの場合、551本から499本へとそれぞれ減少しているが、立木本数の減少割合は極めて低く、この林齢に達すると、伐採等による密度管理の必要性は低くなると考えられる。

次に95%信頼限界幅を求め、それを8等分し、「階級 1

~9」に区分した結果 (図-27, -28), スギでは「階級 4」と「階級 5」の範囲に上層樹高が約38m, 「階級 5」と「階級 6」の範囲に上層樹高が約43mの実測値がそれぞれ確認された (図-29)。ヒノキでは「階級 4」と「階級 5」の範囲に上層樹高が約35m, 「階級 5」と「階級 6」の範囲に上層樹高が約33mの実測値がそれぞれ確認されたことから (図-30), 「階級 4~6」を林分収獲予想表の作成に用いた。

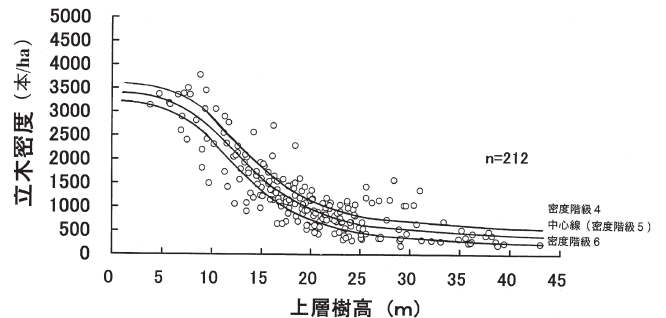


図-29 変形ゴンベルツ式によるスギ立木本数曲線

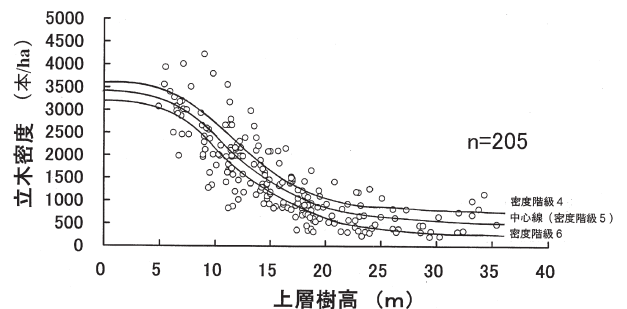


図-30 変形ゴンベルツ式によるヒノキ立木本数曲線

3) 林分収穫予想表の作成

林齢10~150年まで5年間隔のスギ、ヒノキ林分収穫予想表をそれぞれ作成した(表-19~36)。スギ、ヒノキとも、地位別(地位上, 地位中, 地位下), 立木密度別(階級4~6)の各9種類である。スギ、ヒノキの地位別、階級別(立木密度別)収量比数(Ry)の推移は表-37, -38のとおりである。「地位中」, 立木密度「階級5」の場合、林齢が150年生時には、スギ、ヒノキの収量比数(Ry)はそれぞれ0.78, 0.85となっており、ヒノキではやや密仕立てとなっていた。また、スギの「階級4」, 「地位上」の場合、林齢が150年生時の収量比数は0.95, ヒノキの「階級4」, 「地位上」, 「地位中」の場合、収量比数はそれぞれ1.04, 0.96といずれも高く、特に林齢が100年を過ぎてから収量比数はいずれも0.85以上に達していた。林齢が100~150年の範囲においては、今後、伐採本数を増やすことにより立木本数を減少させ、林分収穫予想表の修正を行う必要がある。

スギの場合、「地位中」, 「階級5」では、林齢150年生時で、ha当たりの立木本数は484本と試算された。静岡県における林齢50~200年の林分密度管理試案では、林齢140年生ではha当たりの立木本数は261本, 160年生で243本であると試算している(鈴木 1985)。山形県内のスギ140年生林の調査ではha当たりの立木本数は約430本であったと報告されている(西沢 1958)。今回試算して得られた数値は、鈴木が報告した数値に比べ約2倍と大きいが、西沢により報告された数値には近い傾向がみられた。今回の「地位中」, 「階級6」の場合、150年生時でha当たり立木本数は288本と試算されたが、これは鈴木により報告された数値に近かった。

ヒノキの場合、「地位中」, 「階級5」では、ha当たりの立木本数は林齢150年生時で499本と試算された。静岡県における林齢50~160年の林分密度管理試案では、林齢140年生ではha当たりの立木本数は229本, 160年生で212本であると試算している(鈴木 1985)。この数値に比べ、今回試算された数値は2倍以上に達していた。

林齢が100年から150年へと推移すると、主林木の材積、連年成長量、平均成長量は林齢が50年から100年へと推移した段階に比べ、スギ、ヒノキともに鈍化していたが、特にヒノキではこの傾向が顕著であった。

高齢時の成長量については、林分収穫表と現実の林分との間での乖離が非常に大きくなっていると報告(龍原 1999)、関西地方において高齢級のスギ人工林でも旺盛な成長を持続していたと報告(細田 1995)、さらに高野山国有林の98年生ヒノキ人工林において、林齢が60年を過ぎても材積成長は旺盛な成長を示したと報告がある(家原 1993)。今回、スギ、ヒノキともに林齢が100年以上の事例が少なかったことから、今後、さらに高齢林のデータを蓄積するとともに、同一林分について長期間継続して調査し、林分収穫予想表の修正を行う必要がある。

IV 結 論

スギ、ヒノキ高齢林内における下層植生の現存量及び植被率を推定する要因の相関関係を図示した(図-31, -32)。スギ高齢林では、ha当たり立木密度、相対照度、胸高断面

積合計、樹冠投影面積合計と下層植生の現存量及び植被率との間には高い相関が認められた。特に相対照度は、下層植生の現存量、木本類と草本類を合わせた全下層植生の植被率との相関が他の要因に比べ明らかに高かった。

ヒノキ高齢林でも、平均胸高直径、ha当たり立木密度、平均樹冠直径と下層植生の現存量及び植被率との間にいずれも相関が認められた。特に平均胸高直径は、下層植生の現存量、木本類と草本類を合わせた全下層植生の植被率との相関がともに他の要因に比べ明らかに高かった。

以上の結果より、スギでは相対照度、ヒノキでは平均胸高直径を指標として用いれば、高い精度で下層植生の現存量及び植被率を推定することが可能であると考えられる。ただし、今回、調査した林分は、スギで75~92年生、ヒノキで70~109年生の範囲に留まっており、今後、さらに高齢級の林分についても、今回の結果が当てはまるかどうか検討が必要である。

ha当たりの立木密度と平均樹冠直径の関係についても、スギでは一次式、ヒノキでは指数式を当てはめた場合、ともに1%水準で有意であった。平均樹冠直径は、スギでは2.5~4.7m、ヒノキでは2.6~6.2mであった。今回調査した林分は、スギでは75~92年、ヒノキでは70~109年の範囲に留まっているが、さらに高齢級の林分に達した場合、樹冠直径のサイズは一定値のままでも推移するかどうかについても調査する必要がある。

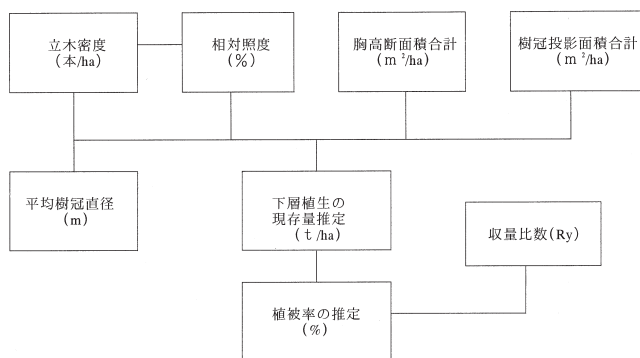


図-31 スギ高齢林内における下層植生の現存量及び植被率の推定
注. 75~92年生の高齢林を対象とした

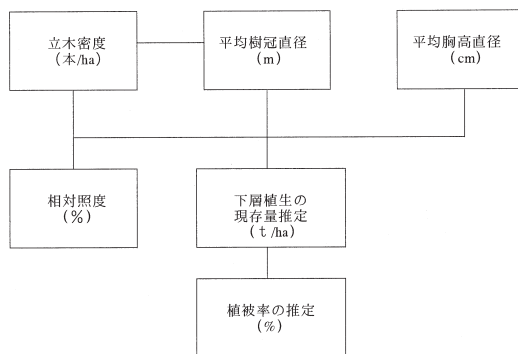


図-32 ヒノキ高齢林内における下層植生の現存量及び植被率の推定
注. 75~92年生の高齢林を対象とした

表-19 スギ林分収穫予想表 (地位 上・立木密度 階級 4)

Table with 14 columns: 地位, 林齢, 樹高, 主林木 (平均胸高直径, 本数, 材積), 副林木 (本数, 材積), 主副林木計 (平均胸高直径, 本数, 胸高断面積, 材積, 連年成長量, 平均成長量, 総成長量). Rows include ages 10-150.

注 1.表中の本数、材積、連年成長量、平均成長量、総成長量の数値はいずれもha当たりの換算値を示す
2.表中の主林木及び主副林木の平均胸高直径は「北近畿・中国地方スギ林分密度管理図」より算出した

表-20 スギ林分収穫予想表 (地位 上・立木密度 階級 5)

Table with 14 columns: 地位, 林齢, 樹高, 主林木 (平均胸高直径, 本数, 材積), 副林木 (本数, 材積), 主副林木計 (平均胸高直径, 本数, 胸高断面積, 材積, 連年成長量, 平均成長量, 総成長量). Rows include ages 10-150.

注 1.表中の本数、材積、連年成長量、平均成長量、総成長量の数値はいずれもha当たりの換算値を示す
2.表中の主林木及び主副林木の平均胸高直径は「北近畿・中国地方スギ林分密度管理図」より算出した

表-21 スギ林分収穫予想表 (地位 上・立木密度 階級 6)

Table with 14 columns: 地位, 林齢, 樹高, 主林木 (平均胸高直径, 本数, 材積), 副林木 (本数, 材積), 主副林木計 (平均胸高直径, 本数, 胸高断面積, 材積, 連年成長量, 平均成長量, 総成長量). Rows include ages 10-150.

注 1.表中の本数、材積、連年成長量、平均成長量、総成長量の数値はいずれもha当たりの換算値を示す
2.表中の主林木及び主副林木の平均胸高直径は「北近畿・中国地方スギ林分密度管理図」より算出した

表-25 スギ林分収穫予想表 (地位 下・立木密度 階級4)

Table with 14 columns: 地位, 林齢 (年), 樹高 (m), 主林木 (平均胸高直径, 本数, 材積), 副林木 (本数, 材積), 主副林木計 (平均胸高直径, 本数, 胸高断面積, 材積, 連年成長量, 平均成長量, 総成長量).

注1.表中の本数, 材積, 連年成長量, 平均成長量, 総成長量の数値はいずれもha当たりの換算値を示す
注2.表中の主林木及び主副林木の平均胸高直径は「北近畿・中国地方スギ林分密度管理図」より算出した

表-26 スギ林分収穫予想表 (地位 下・立木密度 階級5)

Table with 14 columns: 地位, 林齢 (年), 樹高 (m), 主林木 (平均胸高直径, 本数, 材積), 副林木 (本数, 材積), 主副林木計 (平均胸高直径, 本数, 胸高断面積, 材積, 連年成長量, 平均成長量, 総成長量).

注1.表中の本数, 材積, 連年成長量, 平均成長量, 総成長量の数値はいずれもha当たりの換算値を示す
注2.表中の主林木及び主副林木の平均胸高直径は「北近畿・中国地方スギ林分密度管理図」より算出した

表-27 スギ林分収穫予想表 (地位 下・立木密度 階級6)

Table with 14 columns: 地位, 林齢 (年), 樹高 (m), 主林木 (平均胸高直径, 本数, 材積), 副林木 (本数, 材積), 主副林木計 (平均胸高直径, 本数, 胸高断面積, 材積, 連年成長量, 平均成長量, 総成長量).

注1.表中の本数, 材積, 連年成長量, 平均成長量, 総成長量の数値はいずれもha当たりの換算値を示す
注2.表中の主林木及び主副林木の平均胸高直径は「北近畿・中国地方スギ林分密度管理図」より算出した

表-37 スギの地位別、立木密度別収量比数 (R_y) の推移

林齡 (年)	地位 上			地位 中			地位 下		
	階級 4	階級 5	階級 6	階級 4	階級 5	階級 6	階級 4	階級 5	階級 6
1 0	0.62	0.59	0.56	0.59	0.56	0.54	0.54	0.51	0.50
2 0	0.68	0.65	0.60	0.68	0.65	0.61	0.66	0.63	0.60
3 0	0.70	0.64	0.58	0.70	0.65	0.61	0.70	0.67	0.63
4 0	0.71	0.64	0.54	0.71	0.65	0.58	0.71	0.67	0.62
5 0	0.73	0.64	0.52	0.72	0.65	0.55	0.72	0.66	0.60
6 0	0.75	0.66	0.52	0.73	0.65	0.54	0.72	0.66	0.57
7 0	0.78	0.68	0.53	0.75	0.66	0.53	0.73	0.65	0.56
8 0	0.81	0.71	0.55	0.78	0.67	0.53	0.74	0.66	0.54
9 0	0.84	0.73	0.56	0.79	0.69	0.54	0.75	0.66	0.53
1 0 0	0.86	0.76	0.58	0.81	0.71	0.55	0.77	0.67	0.53
1 1 0	0.88	0.78	0.60	0.83	0.72	0.56	0.77	0.68	0.53
1 2 0	0.90	0.80	0.62	0.84	0.74	0.57	0.79	0.69	0.54
1 3 0	0.92	0.82	0.64	0.86	0.76	0.58	0.80	0.70	0.54
1 4 0	0.93	0.83	0.65	0.87	0.77	0.60	0.81	0.71	0.55
1 5 0	0.95	0.85	0.67	0.89	0.78	0.61	0.83	0.72	0.56

表-38 ヒノキの地位別、立木密度別収量比数 (R_y) の推移

林齡 (年)	地位 上			地位 中			地位 下		
	階級 4	階級 5	階級 6	階級 4	階級 5	階級 6	階級 4	階級 5	階級 6
1 0	0.44	0.42	0.39	0.37	0.35	0.33	0.28	0.27	0.25
2 0	0.64	0.60	0.55	0.60	0.56	0.53	0.52	0.49	0.46
3 0	0.71	0.65	0.57	0.69	0.64	0.59	0.64	0.61	0.57
4 0	0.76	0.68	0.56	0.73	0.67	0.59	0.70	0.66	0.61
5 0	0.80	0.70	0.55	0.76	0.68	0.58	0.73	0.68	0.61
6 0	0.85	0.80	0.56	0.79	0.70	0.57	0.75	0.69	0.61
7 0	0.88	0.77	0.58	0.82	0.72	0.57	0.77	0.70	0.60
8 0	0.92	0.80	0.60	0.85	0.74	0.57	0.79	0.71	0.59
9 0	0.94	0.83	0.62	0.87	0.76	0.58	0.80	0.71	0.59
1 0 0	0.97	0.86	0.64	0.89	0.78	0.59	0.82	0.72	0.58
1 1 0	0.99	0.88	0.66	0.91	0.80	0.60	0.83	0.73	0.58
1 2 0	1.00	0.90	0.68	0.92	0.81	0.61	0.84	0.74	0.58
1 3 0	1.02	0.91	0.70	0.94	0.83	0.62	0.85	0.75	0.58
1 4 0	1.03	0.93	0.71	0.95	0.84	0.63	0.86	0.76	0.58
1 5 0	1.04	0.94	0.73	0.96	0.85	0.64	0.87	0.77	0.59

スギの場合、ha当たりの立木密度と林内の相対照度との関係について、べき乗式を当てはめた場合、高い相関が認められ、1%水準で有意であった。ヒノキでも、指数式を当てはめた場合、相関は認められたが、スギに比べ相関は低かった。スギについては、間伐作業を実施した場合、立木密度から間伐後の林内相対照度を高い精度で予測できると考えられる。ただし、ヒノキの場合、スギに比べ、立木密度と林内の相対照度との相関が低かった原因については、これが樹種特性によるものかどうか今後さらに調査が必要である。

ha当たりの立木密度が500本未満の場合、林齢75~92年生のスギ林では、林内の相対照度が10%以上に達し、下層の木本類、草本類の現存量がともに指数的に増加していた。

林齢70~109年生のヒノキ林では、ha当たりの立木密度が500本未満の場合、林内の相対照度は3.3~12.4%の範囲でバラツキが大きく、スギに比べ明らかな傾向は認められなかったが、下層植生の中で、相対照度の増加に伴い、木本類の現

存量が指数的に増加していた。また、収量比数 (R_y) をスギで0.5、ヒノキで0.6程度まで下げることができれば、ともに70%以上の植被率を期待できることも判明した。

今回、作成した林分収獲予想表の「地位 中」、「立木密度 階級 5」の場合、ha当たりの立木密度は林齢75~92年生のスギ林で540~608本、70~109年生のヒノキ林で532~688本の範囲であり、いずれもha当たりの立木密度は500本を超えていた。同一地位で、立木密度をさらに下げ、「階級 6」の場合を当てはめると、ha当たりの立木密度は、スギで340~412本、ヒノキで289~445本と試算された。この結果からすれば、高齢林内に下層植生を定着させるためには、林齢が70~75年の時点でやや大幅に立木密度を下げる必要があると考えられる。

スギ、ヒノキを合わせた全30林分で確認した下層植物は、木本類99種類、草本類78種類、シダ類33種類の計210種類であったが、木本類はヒノキ林に、草本類とシダ類はスギ林に

やや多い傾向がみられる。

スギ、ヒノキ高齡林に共通して出現した木本類は、アオキ、クロモジ、チャノキ、スギ高齡林に偏って出現した木本類は、ミヤマフユイチゴ、コガクウツギ、ナガバモミジイチゴ、ヒノキ高齡林に偏って出現した木本類は、ヒサカキ、イヌツゲ、ヤブコウジ、コシアブラ等であった。

スギ高齡林に偏って出現した草本類は、ヘクソカズラ、チヂミザサ、ミヤマカンスゲ、シダ類はリョウメンシダ、ミゾシダ、ジュウモンジシダ等であった。ヒノキ高齡林に偏って出現した草本類は、ジャノヒゲ、ツルアリドオシ、シダ類はシシガシラ、トウゲシバ等であった。

これらの木本類、草本類、シダ類は高齡林内の林床を保護する上で、重要な植物であると考えられる。今後、これらの下層植物を保護するとともに、下層植生の現存量が小さい林分では、光環境の改善等により実生で侵入、定着しやすい環境を作るなど積極的な導入方法の検討も必要である。

林分収穫予想表の作成に当たっては、まず林齢と上層樹高、上層樹高と立木密度の関係をそれぞれ求めた。その結果、スギ、ヒノキともに、前者ではミッチャーリッヒ式、後者では変形ゴンベルツ式により高い相関が認められた。両曲線式を用いて、林齢10～150年生までの林分収穫予想表を作成したが、林齢が140～150年に達した時、ha当たりの立木本数は両樹種とも、鈴木が報告した数値(鈴木 1988)に比べて過大値となっていた。このことから、今後、さらに高齡林のデータを蓄積し、上層樹高と立木密度の関係についても、より精度の高い曲線式を算出し、林分収穫予想表の修正を行っていく予定である。

おわりに

岡山県では伐期を最大150年とする長伐期施業への取り組みを推し進めており、これに対応し、スギ、ヒノキ林分収穫予想表を含む「伐期150年を目標とした長伐期施業体系」を現在作成中である。

これを機会に、長伐期施業へ取り組みが今後一層図られるとともに、今回作成した林分収穫予想表が現場において少しでも活用されれば光榮である。

引用文献

- 赤井龍男・吉村健次郎・真鍋逸平・相場芳憲・杉浦孝三
(1980) : 尾鷲地方ヒノキ林の保育過程における林地保全 (I) - 林内植生の変化 -, 91回日林論, 303~304
- 吉村健次郎・真鍋逸平・有光一登・相場芳憲・杉浦孝三 (1981a) : 人工降雨によるヒノキ林内の落葉, 土壌等の流出移動について (II) - 下層植生の成立状態の異なる若齡林分リター, 表層土壌の移動量 -, 92回日林論, 213~214
- 吉村健次郎・真鍋逸平・上田晋之助 (1981b) : ヒノキ林分の構成状態と稚樹, 下層植生の成立状態について, 92回日林論, 221~222
- 吉村健次郎・真鍋逸平・相場芳憲・杉浦孝蔵・石井弘・本城尚正 (1983) : 人工降雨による林内の落葉, 土砂等の流出移動 (X) - ヒノキ, スギ実験対象林分の概況と

- 降水量, 表面流出水の分散 -, 94回日林論, 407~408
- 藤森隆郎 (1992) : 複層林マニュアル, 全国林業改良普及協会, 119pp
- 服部重昭・阿倍敏夫・小林忠一・玉井幸治 (1992) : 林床被覆がヒノキ人工林の侵食防止に及ぼす影響, 林試研報 362, 1~34
- 細田和男 (1995) : 紀州地方高齡人工林の林分成長 - 高野山スギ・ヒノキ収穫試験地定期調査報告 -, 森総林研関西支所年報37, 45~47
- 家原敏郎 (1990) : 大阪営林局管内国有林の高齡級林の収穫予測 (II) - 収穫予想表の作成 -, 第41回日林関西支講, 211~218
- (1993) : ヒノキ長伐期施業の収益性と経営的評価, 日林誌75 (1), 34~40
- 稲田充男・嘉儀圭一 (1989) : 収穫予想表作成に関する研究 (II) - 林分密度管理図に基づく人工林収穫予想表, 第40回日林関西支講, 99~102
- 井上輝一郎・岩川雄幸・吉田桂子 (1987) : ヒノキ単純林における落葉および土砂移動, 林試研報343, 171~186
- 清野嘉之 (1988) : ヒノキ人工林の下層植物群落の被度・種数の動態に影響を及ぼす要因の解析, 日林誌70(10), 455~460
- (1990) : ヒノキ人工林における下層植物群落の動態と制御に関する研究, 森林総研研報359, 1~122
- 国安哲郎 (1967) : 天城地方におけるスギ造林地一代二代林分の生長比較, 林業技術247, 25~26
- 七里成徳 (1994) : 長崎県におけるヒノキ長伐期施業指針の作成, 日林九支論集47, 297~300
- 西村正 (1993) : 長伐期施業の経営技術に関する基礎調査, 高知県林試研報22, 1~14
- 西澤正久 (1958) : 金山の大杉林第2回調査報告, 林試研報 107, 85~102
- 西山嘉寛・阿部剛敏 (2001) : スギ高齡林の林地保全に関する研究 - 林内における下層植生量の推定 -, 第52回日林関西支所研究発表要旨集, 26pp
- 岡山県農林部 (1984) : スギヒノキ人工林収穫予想表及び林分材積表, 125pp
- (1999) : 岡山21世紀森林・林業ビジョン - 人と森林の共生をめざした新たな転換 -, 107pp
- (未発表) : スギ・ヒノキ高齡林の実態及び下層植生の調査
- 上中作次郎・尾方信夫 (1983) : ヒノキ林における相対照度の経年変化, 林試研報323, 60~64
- 及川修 (1977) : 斜面に生育するヒノキ林の土と有機物の地表面移動量, 日林誌59 (5), 153~158
- 林野庁 (1980) : スギ人工林林分密度管理図説明書 - 北近畿・中国地方 -, 84pp
- (1983) : ヒノキ人工林林分密度管理図説明書 - 北近畿・中国地方 -, 29pp
- (1997) : 複層林の造成技術の開発, 156pp
- 鈴木正 (1985) : スギ・ヒノキ長伐期施業における林分密度管理試案, 静岡林試研報13, 17~21

- 龍原哲 (1999) : 針葉樹人工林, 森林科学27, 44~47
- Tadaki,Y (1977) : Leaf biomass,In [Primary Productivity of Japanese Forest] (Ed. by T SHIDEI and KIRA),JIBP Synthesis,16,University of Tokyo Press, 39~44
- 竹下敬司 (2001) : 山の森と土と水－森林山地における水と土の保全－, 福岡県水源の森基金, 235pp
- 丹下健・村川功雄 (1990) : 87年生ヒノキ人工林の生長と現存量, 東大演習林報82, 103~112
- 谷口真吾 (2001) : 兵庫県但馬地方におけるスギ高齢人工林の立地環境と成長, 兵庫県森林技研報49, 29~32
- 辻村透・山本幸右・菊住昇 (1980) : 電算機による林床植生の解析, 32回日林関東支論, 31~32
- 薄井宏 (1966) : 人工造林地の植物社会学的研究 1－宇都宮大学船生演習林の植生図示と造林学的意義－, 宇都宮大演林報 4, 27~58
- 早稲田収 (1983) : 林内光環境の経年変化, 林試研報323,45~47
- 山本進一・赤井龍男・寺崎康正 (1977) : ヒノキ林内植生動態に関する研究 (I)－木本種個体群の分布様式の解析－, 88回日林論, 245~248

別表-1 スギ林分の一覽

一連 番号	上層 樹高 (m)	ha当りの 立木本数 (本)	ha当りの 幹材積 (m ³)	ha当りの 胸高断面積 (m ²)	平均胸高 直径 (cm)	林分平均 樹高 (m)	林齡 (年)	摘 要
1	3.8	3,140	22.15	9.25	6.2	3.8	11	奥津町
2	5.7	3,181	64.57	18.98	8.5	5.7	13	吉永町
3	5.8	3,150	64.84	18.81	8.3	5.8	14	東粟倉村
4	13.3	1,931	225.10	34.75	14.4	12.4	16	加茂町
5	9.0	2,194	116.70	23.70	11.5	9.0	16	奥津町
6	6.9	2,598	104.80	28.50	11.6	6.9	17	吉永町
7	8.4	2,815	141.30	25.22	11.7	8.2	18	阿波村
8	9.7	1,494	117.02	23.49	13.9	9.6	20	東粟倉村
9	9.0	1,815	129.90	26.13	13.2	9.0	21	奥津町
10	13.5	2,040	263.52	26.93	14.4	13.1	22	吉永町
11	10.2	2,314	163.00	29.92	12.5	9.8	23	富村
12	11.6	1,419	187.90	32.10	16.5	11.1	25	勝田町
13	11.2	2,550	277.49	45.98	14.5	10.7	25	西粟倉村
14	13.7	1,777	291.10	42.59	16.9	13.4	26	加茂町
15	12.2	2,052	346.20	56.51	18.4	12.2	26	阿波村
16	15.0	1,410	283.10	38.24	18.2	15.0	28	津山市
17	11.5	2,330	248.19	40.60	14.6	11.5	28	西粟倉村
18	13.7	1,703	311.50	46.54	18.0	13.1	29	吉永町
19	14.9	1,928	400.97	55.45	18.8	14.6	30	東粟倉村
20	15.0	1,597	283.90	39.12	15.4	13.9	31	富村
21	16.2	1,337	324.60	41.00	19.0	15.7	33	加茂町
22	14.9	1,242	215.30	28.30	16.0	14.2	33	奥津町
23	16.3	1,564	296.30	36.20	16.7	16.1	33	西粟倉村
24	14.5	1,648	364.56	51.93	19.6	14.3	33	勝田町
25	16.2	1,143	352.30	45.47	21.9	15.7	36	奥津町
26	17.1	1,185	383.20	53.11	22.1	16.4	36	富村
27	15.3	1,851	356.10	45.85	13.1	14.9	37	奥津町
28	13.9	1,284	365.30	54.56	22.7	13.7	38	勝田町
29	20.9	690	384.37	40.21	26.9	20.9	40	西粟倉村
30	18.2	1,474	623.10	79.20	26.3	18.0	41	阿波村
31	16.3	1,644	505.03	64.58	21.6	15.8	41	勝田町
32	15.7	1,490	438.30	74.82	21.3	14.6	43	加茂町
33	17.8	969	360.00	42.08	22.7	17.8	44	奥津町
34	17.9	1,090	469.39	56.63	25.2	17.9	44	東粟倉村
35	20.7	890	480.69	50.61	26.4	20.7	50	西粟倉村
36	17.7	1,440	524.75	62.66	23.0	17.2	48	勝田町
37	18.5	798	448.00	52.78	28.3	18.5	48	奥津町
38	16.7	1,171	468.60	58.88	24.3	16.7	49	富村
39	18.7	686	375.60	44.32	28.3	18.7	50	加茂町
40	19.1	1,335	593.80	67.10	24.7	18.9	53	西粟倉村
41	22.2	743	439.60	44.10	25.9	19.7	53	勝田町
42	15.8	1,532	473.00	62.41	21.6	15.1	53	加茂町
43	22.6	686	530.30	51.37	30.3	22.6	53	加茂町
44	15.9	1,154	387.80	50.94	22.5	15.5	53	上斎原村
45	24.5	810	686.70	62.97	31.0	24.0	56	西粟倉村
46	22.4	808	517.30	50.84	27.9	22.4	58	勝田町
47	25.6	1,194	1052.00	88.16	29.9	25.6	58	加茂町
48	20.3	811	497.30	53.92	28.7	20.3	58	奥津町
49	19.3	990	631.70	73.03	29.8	18.5	60	加茂町
50	4.7	3,367	47.55	19.14	8.3	4.7	13	新見市
51	7.8	3,360	88.26	21.94	8.8	7.8	12	備中町
52	6.6	3,353	146.18	38.23	11.3	6.6	18	備中町
53	7.0	2,896	110.21	29.55	11.2	7.0	18	新見市
54	12.8	1,571	308.75	41.37	18.1	12.8	20	新見市
55	7.5	2,400	151.60	38.77	14.0	7.4	20	神郷町
56	11.3	2,900	297.80	49.66	14.4	11.2	18	新見市
57	14.2	1,190	265.92	39.32	19.9	14.2	25	川上町
58	11.7	2,773	308.81	50.29	14.4	11.4	23	新見市
59	12.9	1,794	317.84	50.26	18.5	12.6	25	備中町
60	15.2	1,899	381.51	51.37	17.9	15.0	21	芳井町
61	18.9	1,593	366.94	39.30	17.3	18.9	27	備中町
62	17.5	688	189.13	21.56	19.1	16.7	27	川上町
63	15.7	1,720	268.91	33.90	15.5	15.5	27	新見市

64	17.5	1,162	355.05	42.23	21.1	17.3	29	新見市
65	16.6	1,535	279.29	45.90	18.0	15.4	33	神郷町
66	14.6	1,473	320.08	43.90	18.5	13.5	32	高梁市
67	12.3	1,059	191.81	31.64	19.1	12.3	34	新見市
68	13.5	905	237.32	32.69	20.0	13.5	35	神郷町
69	16.8	1,098	356.47	44.37	21.6	16.4	39	新見市
70	22.0	1,087	548.35	53.76	24.3	21.7	37	神郷町
71	20.3	915	481.00	52.04	26.5	20.3	40	新見市
72	16.6	640	320.60	42.68	27.9	16.4	40	神郷町
73	18.9	1,180	474.80	53.85	23.4	18.8	42	新見市
74	18.4	1,057	384.85	44.32	22.6	18.3	42	新見市
75	21.0	818	537.33	55.96	28.5	20.4	43	大佐町
76	19.1	959	370.43	41.53	23.1	18.9	45	新見市
77	23.8	981	740.24	69.41	29.2	23.8	48	大佐町
78	19.9	1,143	447.12	47.03	22.2	19.5	50	成羽町
79	20.1	1,352	437.74	45.75	19.4	18.9	50	川上町
80	21.6	1,186	545.53	53.34	21.7	19.5	53	神郷町
81	23.0	1,044	555.42	51.78	24.1	22.8	53	新見市
82	18.4	1,503	435.21	48.71	19.3	17.7	55	芳井町
83	15.1	1,223	392.97	53.22	22.2	15.0	55	新見市
84	23.4	511	431.06	40.90	31.2	23.4	60	大佐町
85	24.4	832	699.80	65.12	30.7	24.4	60	新見市
86	26.2	1,092	924.17	78.90	28.9	25.0	60	新見市
87	22.7	865	603.90	58.57	28.7	22.6	60	新見市
88	7.6	3,502	91.94	23.20	9.0	7.5	14	建部町
89	7.2	3,383	99.31	24.35	9.3	7.2	17	加茂川町
90	8.8	3,779	140.50	28.74	9.6	8.7	16	湯原町
91	12.6	2,130	216.30	33.72	13.6	11.9	18	加茂川町
92	10.4	3,061	176.17	30.26	10.9	10.3	21	美甘村
93	16.2	2,708	513.34	68.16	17.0	15.1	24	新庄村
94	9.3	3,060	191.30	39.11	12.5	9.2	24	落合町
95	18.4	2,291	470.02	53.17	16.5	16.7	26	加茂川町
96	12.6	2,273	236.89	36.59	13.4	11.4	29	美甘村
97	17.5	1,100	353.10	41.06	21.1	17.0	30	美甘村
98	19.4	1,420	382.20	38.72	18.1	18.9	32	勝山町
99	16.1	2,067	399.70	50.43	16.8	14.7	33	久世町
100	21.9	967	451.35	43.93	23.7	21.7	34	落合町
101	19.9	1,236	554.34	60.82	24.2	19.2	36	新庄村
102	23.1	677	421.29	39.87	27.0	23.1	36	落合町
103	19.7	614	309.41	34.09	26.1	19.7	38	勝山町
104	23.0	897	595.51	56.63	27.8	22.7	42	美甘村
105	21.4	901	462.56	46.14	25.0	21.1	44	美甘村
106	19.5	1,083	470.51	51.37	24.0	19.3	44	美甘村
107	21.4	731	476.65	48.73	28.4	21.4	48	勝山町
108	18.3	1,388	451.71	52.03	21.0	17.6	49	新庄村
109	24.9	562	560.14	50.65	33.3	24.9	49	新庄村
110	21.2	752	431.36	44.64	26.9	20.7	52	湯原町
111	23.2	683	598.59	58.54	32.4	22.9	52	新庄村
112	21.5	977	621.44	62.66	26.8	20.6	56	美甘村
113	25.3	538	676.37	62.49	37.9	25.3	57	新庄村
114	20.5	867	439.68	46.56	25.1	19.3	58	新庄村
115	20.1	574	436.40	49.48	32.6	19.7	47	西粟倉村
116	19.2	853	374.10	41.52	24.5	19.0	27	西粟倉村
117	17.0	1,010	350.80	43.79	23.1	16.8	40	西粟倉村
118	16.6	1,364	429.30	53.39	21.4	16.1	35	津山市
119	14.9	972	225.30	30.88	19.7	14.9	25	津山市
120	20.0	1,129	618.70	69.98	27.5	18.9	41	津山市
121	17.7	857	436.80	54.11	26.7	16.1	43	阿波村
122	22.4	711	60.90	61.42	32.6	22.2	53	阿波村
123	15.9	1,359	472.10	62.86	22.1	13.5	57	阿波村
124	23.0	754	608.80	59.65	30.3	21.2	57	阿波村
125	12.4	2,080	243.50	37.65	14.9	12.4	22	新見市
126	11.3	1,730	137.20	20.99	11.8	11.3	24	神郷町
127	9.4	3,453	226.00	44.52	12.2	9.1	26	新見市
128	21.4	830	431.80	42.26	24.6	21.0	35	神郷町
129	17.8	1,143	320.50	36.39	19.6	17.6	32	新見市
130	21.5	830	488.60	49.00	26.9	21.5	37	新見市
131	21.9	1,032	516.00	49.12	23.1	20.7	45	新見市
132	17.2	1,580	518.50	61.20	21.5	17.8	49	新見市

133	19.4	920	431.80	46.81	24.7	18.9	55	神郷町
134	20.7	569	396.20	42.81	30.0	20.0	60	大佐町
135	20.2	1,170	526.90	57.28	24.3	19.9	45	島根県
136	23.3	450	402.90	39.96	32.6	21.9	55	島根県
137	14.5	1,740	323.10	45.47	17.7	14.2	23	島根県
138	18.4	1,240	444.20	51.36	22.6	18.3	28	島根県
139	24.1	680	585.10	55.49	31.1	23.0	60	島根県
140	20.8	426	222.13	23.34	25.7	20.4	49	島根県
141	24.2	293	289.88	27.47	34.2	24.2	49	島根県
142	25.6	1,432	840.49	73.68	23.4	21.1	52	島根県
143	16.5	1,291	279.98	35.20	17.7	15.3	22	島根県
144	19.7	922	425.88	47.09	24.6	19.0	40	島根県
145	21.2	1,075	517.65	51.68	23.8	20.5	42	島根県
146	19.2	1,052	406.64	45.07	22.7	18.7	40	島根県
147	20.2	1,158	424.82	44.47	21.7	20.0	35	島根県
148	14.2	2,567	310.87	42.54	13.8	13.0	28	島根県
149	13.4	2,094	246.79	35.88	14.3	12.7	19	島根県
150	20.4	609	460.10	54.55	33.0	19.8	69	勝山町
151	19.6	525	438.60	50.58	33.9	19.4	55	勝山町
152	21.6	721	464.60	54.86	30.4	21.5	38	勝山町
153	19.6	609	319.50	38.16	27.5	19.5	46	勝山町
154	13.5	1,080	208.10	31.18	18.8	13.3	30	久世町
155	9.5	2,419	181.70	35.10	13.0	9.4	16	湯原町
156	29.1	180	387.4	34.96	44.0	22.6	95	高梁市宇治
157	36.3	440.0	1104.20	292.47	87.8		120	大佐町刑部
158	24.1	600	547.71	67.80	36.4		84	勝山町山久世
159	33.4	690	1134.62	49.30	30.0		85	勝山町山久世
160	29.7	440	725.43	55.46	41.5		85	勝山町
161	43.0	227	1120.95	74.60	64.1		130	勝山町曲り
162	34.9	330	877.77	37.15	37.1		90	落合町上河内
163	38.2	400	1171.80	69.56	46.5		120	加茂町物見
164	37.6	400	1134.40	127.91	65.1		140	加茂町物見
165	35.2	520	1119.10	128.97	54.9		77	加茂町倉見
166	20.4	460	321.40	29.78	27.8		78	富村富西谷
167	17.1	640	265.20	46.67	30.1		78	富村富西谷
168	23.7	1083	698.50	84.29	30.5		88	鏡野町越畑
169	22.4	440	387.60	66.22	44.6		80	鏡野町百谷
170	37.9	480	1252.20	246.08	78.8		138	鏡野町百谷
171	23.9	380	321.40	57.22	43.8		82	中央町両山寺
172	22.9	467	309.0	57.6	37.9		90	西粟倉村影石
173	26.9	340	363.3	69.8	49.1		82	西粟倉村影石
174	27.1	380	387.3	64.9	45.7		90	西粟倉村影石
175	25.6	440	370.9	58.0	39.8		88	西粟倉村影石
176	23.3	310	260.6	34.2	36.8		79	西粟倉村大茅
177	23.4	400	299.7	41.6	36.0		79	西粟倉村大茅
178	20.9	580	286.4	74.1	39.1		83	西粟倉村大茅
179	25.2	320	310.5	69.4	51.3		88	西粟倉村大茅
180	23.6	350	285.2	44.8	43.1		83	西粟倉村大茅
181	32.2	290	475.3	60.9	50.1		88	勝田町右手
182	30.7	640	575.5	95.9	41.6		88	勝田町右手
183	25.1	340	317.6	74.1	51.9		88	勝田町右手
184	23.5	550	476.90	46.53	31.8	22.8	85	勝田町右手①
185	25.1	425	301.30	28.64	33.6	23.8	85	勝田町右手②
186	25.2	675	973.10	93.30	39.9	24.1	85	勝田町右手③
187	24.3	950	1173.60	114.74	38.3	23.8	69	加茂町宇野①
188	24.5	1,050	1273.00	122.84	37.7	24.0	69	加茂町宇野②
189	24.0	675	811.76	79.83	34.3	23.6	60	阿波村大杉①
190	23.7	1,125	713.60	68.00	27.2	22.9	60	阿波村大杉②
191	23.8	975	643.50	60.33	27.7	23.6	60	阿波村大杉③
192	31.0	1,357	1662.40	91.81	35.0	29.8	84	加茂町物見①
193	29.4	1,032	1272.20	101.60	34.2	28.3	84	加茂町物見②
194	28.4	1,568	2072.20	170.96	35.4	27.1	84	加茂町物見③
195	27.7	731	1128.90	96.95	40.0	27.3	88	加茂町物見④
196	26.9	1,141	1300.40	113.10	34.2	25.7	75	加茂町物見⑤
197	28.0	1,150	1415.30	117.70	34.6	27.0	75	加茂町物見⑥
198	29.6	1,034	1489.20	118.90	37.0	28.9	75	加茂町物見⑦
199	28.9	537	1001.90	85.07	43.1	27.3	82	加茂町物見⑧
200	27.1	342	621.11	56.08	44.7	26.2	86	加茂町宇野①
201	31.2	305	627.86	48.58	44.3	30.9	92	加茂町宇野②

202	33.1	277	693.77	51.13	47.8	32.7	90	加茂町宇野③
203	30.4	1,048	1460.75	116.83	36.7	28.6	80	加茂町宇野④
204	29.0	304	697.10	61.23	50.0	27.6	90	阿波村大杉①
205	29.1	342	739.10	63.02	47.0	28.3	90	阿波村大杉②
206	35.9	242	704.90	50.03	49.6	33.1	130	加茂町物見①
207	36.2	283	1086.60	76.43	57.5	35.2	130	加茂町物見②
208	36.1	255	956.90	66.91	56.3	35.1	130	加茂町物見③
209	39.4	241	1028.70	67.93	59.0	38.6	98	西粟倉村影石
210	35.6	357	1366.20	97.34	55.6	33.9	120	西粟倉村影石
211	38.6	280	1000.80	66.23	53.3	36.6	131	加茂町物見④
212	38.8	199	771.80	51.01	56.1	38.1	131	加茂町物見⑤

別表-2 ヒノキ林分の一覧

一連 番号	上層 樹高 (m)	ha当りの 立木本数 (本)	ha当りの 幹材積 (m ³)	ha当りの 胸高断面積 (m ²)	平均胸高 直径 (cm)	林分平均 樹高 (m)	林齢 (年)	摘 要
1	9.1	2,130	125.20	26.58	12.4	9.0	25	西粟倉村
2	11.2	2,670	233.00	39.52	13.4	11.0	26	西粟倉村
3	11.0	1,407	115.70	19.69	13.1	11.0	30	富村
4	14.5	1,620	335.40	47.37	19.0	14.4	33	東粟倉村
5	14.9	1,131	213.50	29.15	16.9	13.8	36	津山市
6	15.0	2,093	343.40	45.99	16.4	14.9	43	加茂町
7	16.1	847	285.00	37.80	23.3	15.7	46	西粟倉村
8	17.3	894	321.30	39.28	23.2	17.0	53	加茂町
9	17.9	822	289.20	31.40	21.8	17.9	58	加茂町
10	15.8	1,825	270.20	31.90	14.7	15.8	20	大佐町
11	9.8	3,801	243.50	45.62	12.1	9.1	18	神郷町
12	13.2	1,377	182.20	25.51	14.7	12.8	27	大佐町
13	11.0	1,970	208.20	36.99	15.2	11.0	33	新見市
14	18.7	714	258.50	29.25	22.4	18.6	41	大佐町
15	23.0	1,186	681.00	56.95	24.2	22.9	55	神郷町
16	10.1	1,776	161.70	31.00	14.6	10.0	21	勝山町
17	19.4	1,226	347.90	33.16	18.3	19.4	32	落合町
18	18.1	1,123	387.40	41.19	21.3	18.0	40	美甘村
19	18.7	1,667	467.60	48.57	18.6	17.3	49	新庄村
20	22.0	928	594.90	53.05	26.3	21.5	56	美甘村
21	6.7	1,986	58.30	15.57	9.9	6.7	12	御津町
22	6.5	3,084	76.60	20.27	9.0	6.5	13	新見市
23	6.9	2,872	69.90	17.75	8.6	6.9	20	備前市
24	10.5	2,221	130.70	21.82	11.0	10.5	21	勝田町
25	9.0	4,224	174.70	34.35	9.6	8.7	22	美星町
26	12.3	1,986	182.00	26.94	12.9	12.2	25	高梁市
27	11.9	2,151	217.30	32.95	13.8	11.8	26	総社市
28	12.2	1,980	213.60	30.98	13.9	12.2	29	鏡野町
29	11.2	1,670	151.80	25.31	13.4	10.7	33	落合町
30	11.1	1,620	226.00	39.95	17.5	11.1	34	美作町
31	14.3	1,366	251.60	33.06	17.2	14.2	36	成羽町
32	17.9	721	312.00	34.43	24.4	17.9	38	勝山町
33	20.6	670	270.30	24.43	21.1	19.5	43	久米町
34	16.2	916	294.80	35.06	21.5	16.0	45	神郷町
35	18.4	1,079	490.10	53.01	24.6	18.3	49	神郷町
36	18.1	1,426	502.40	53.74	21.3	16.8	49	鏡野町
37	16.2	957	167.00	18.51	15.0	15.5	53	落合町
38	14.9	922	172.80	22.54	16.7	13.0	54	美作町
39	18.9	563	394.50	42.61	30.8	18.9	60	上斎原村
40	17.9	680	301.70	32.95	23.5	16.8	60	落合町
41	11.8	1,990	208.50	32.82	14.2	11.8	22	津山市
42	13.2	2,990	270.60	37.40	12.0	12.0	63	久世町
43	17.0	1,430	452.00	50.29	20.5	16.7	81	久世町
44	12.3	2,170	251.60	36.97	14.3	12.1	29	久世町
45	15.8	1,330	293.90	34.59	17.7	15.5	51	新見市
46	16.8	1,390	377.70	41.73	19.1	16.7	42	大佐町
47	11.5	2,670	235.10	36.68	13.1	11.5	22	大佐町
48	11.9	2,180	219.20	33.38	13.8	11.9	21	大佐町
49	14.6	1,330	350.00	46.94	20.9	14.5	41	勝山町
50	11.4	2,800	230.80	36.45	12.7	11.4	24	勝山町
51	11.8	1,200	189.40	31.39	18.0	11.8	32	久世町
52	17.9	1,000	387.20	42.40	23.0	17.9	43	勝山町
53	13.5	2,650	402.10	55.29	15.9	13.5	27	勝山町
54	19.8	860	510.30	51.64	27.2	19.8	65	落合町
55	8.8	2,660	148.40	32.90	12.3	8.7	16	勝山町
56	15.9	1,360	374.60	44.28	20.0	15.9	35	大佐町
57	12.0	2,250	257.60	40.50	14.9	12.0	22	大佐町
58	17.9	1,220	437.40	47.19	21.9	17.9	37	大佐町
59	14.1	1,890	362.50	49.11	17.8	14.1	29	神郷町
60	12.5	1,980	242.10	35.46	14.5	12.3	35	哲多町
61	16.9	1,530	404.30	44.93	18.8	16.4	53	成羽町
62	15.7	2,100	354.00	42.72	15.9	15.7	28	成羽町

63	8.9	1,960	140.20	29.82	13.7	8.9	20	落合町
64	20.4	540	326.60	31.97	27.2	20.4	54	落合町
65	11.1	3,560	238.10	36.88	11.1	11.1	21	落合町
66	11.6	870	108.30	17.36	15.5	11.5	20	御津町
67	11.4	1,720	186.20	31.02	14.8	11.4	23	建部町
68	13.7	2,390	379.00	50.15	15.7	13.6	33	総社市
69	5.4	3,560	51.40	21.11	8.4	5.4	14	総社市
70	9.7	1,340	195.50	41.38	19.2	9.3	56	加茂町
71	14.1	1,780	322.30	41.39	16.6	14.1	39	加茂町
72	11.2	830	178.70	32.06	21.4	10.8	59	加茂町
73	9.4	1,280	157.70	34.03	18.0	9.1	49	加茂町
74	13.7	1,130	242.20	34.32	19.5	13.7	38	加茂町
75	9.4	2,570	180.10	36.81	13.3	9.3	28	加茂町
76	10.4	1,990	265.80	47.91	17.0	10.3	43	加茂町
77	14.8	2,090	474.70	60.96	18.9	14.8	56	加茂町
78	6.5	2,980	99.00	31.08	11.3	6.5	19	奈義町
79	10.3	2,020	162.60	28.02	12.8	10.3	26	奈義町
80	14.1	1,220	276.50	38.63	19.9	14.1	37	勝田町
81	11.2	1,800	267.10	46.91	18.0	11.2	31	勝田町
82	5.5	3,940	53.60	15.17	6.7	5.5	19	勝田町
83	7.8	3,510	137.30	30.40	9.9	7.8	24	勝田町
84	11.4	2,170	261.50	44.37	15.8	11.3	29	大原町
85	14.7	1,040	274.50	36.49	20.8	14.7	37	大原町
86	15.5	870	249.60	31.94	21.0	14.6	65	西粟倉村
87	6.6	2,920	82.00	20.49	9.2	6.6	21	吉井町
88	7.1	4,010	121.40	28.74	9.0	7.1	21	吉井町
89	7.1	3,020	67.00	16.88	8.2	7.1	20	吉永町
90	14.6	1,230	257.10	32.72	17.6	14.0	70	備前市
91	4.9	3,080	55.80	22.48	9.4	4.9	11	津山市
92	6.3	3,280	48.60	12.75	6.8	6.3	12	湯原町
93	7.0	3,200	73.50	18.51	8.3	7.0	12	鏡野町
94	5.9	3,400	54.80	14.34	7.2	5.9	12	作東町
95	6.2	2,500	63.90	20.02	9.9	6.2	14	備中町
96	7.6	2,460	69.40	17.46	9.3	7.6	15	北房町
97	7.4	3,010	103.40	24.98	10.0	7.3	16	湯原町
98	7.0	2,460	49.00	12.59	8.0	7.0	17	作東町
99	9.0	2,420	146.60	30.98	12.4	9.0	19	津山市
100	8.7	2,940	102.40	21.12	9.5	8.7	20	備中町
101	9.2	2,600	120.00	23.83	10.6	9.2	20	北房町
102	6.8	3,180	70.10	18.08	8.3	6.8	20	久米町
103	9.5	1,610	92.80	17.95	11.7	9.5	22	北房町
104	11.5	1,970	166.60	26.22	12.9	11.4	23	美甘村
105	8.9	2,010	101.20	21.01	11.0	8.9	24	旭町
106	9.0	2,290	126.50	26.90	12.1	9.0	25	哲西町
107	10.9	2,670	234.90	40.06	12.5	10.8	25	鏡野町
108	11.4	2,110	165.40	26.39	12.4	11.4	25	奥津町
109	11.5	1,710	126.60	20.23	12.0	11.5	25	奥津町
110	11.5	1,990	177.90	27.72	13.1	11.5	26	久米町
111	11.3	3,180	214.80	33.64	11.2	11.0	27	英田町
112	11.8	2,170	134.40	28.52	10.5	11.8	29	高梁市
113	12.2	2,310	237.60	36.09	13.6	11.5	29	哲西町
114	9.5	2,370	108.40	20.59	10.3	9.3	30	湯原町
115	13.7	2,110	225.40	29.79	13.1	13.7	30	旭町
116	12.7	2,390	261.70	37.41	13.8	12.7	30	英田町
117	9.8	2,020	185.80	36.71	14.9	9.8	32	新見市
118	12.5	1,580	267.60	42.85	18.3	12.3	32	湯原町
119	14.3	1,700	345.50	43.46	17.2	14.2	33	哲多町
120	13.9	2,210	304.60	39.60	14.7	13.8	33	富村
121	13.5	1,800	254.50	35.44	15.6	13.4	33	富村
122	12.6	1,180	162.20	24.01	15.8	12.6	34	久世町
123	17.5	940	324.70	36.51	22.0	17.5	35	奥津町
124	16.1	1,400	338.50	39.40	18.6	16.0	36	哲西町
125	16.4	2,160	349.70	40.84	14.9	15.1	36	湯原町
126	14.7	1,370	247.00	31.46	16.6	14.2	38	新見市
127	14.7	1,100	276.00	37.27	20.5	14.7	39	富村
128	15.0	1,150	291.70	38.28	20.4	15.0	39	鏡野町
129	16.6	840	266.80	31.55	21.6	16.6	40	久世町
130	17.5	1,050	291.40	31.87	19.3	17.5	40	奥津町
131	14.9	1,460	367.40	47.03	19.7	14.8	43	哲多町

132	19.5	1,100	419.10	41.51	21.5	19.0	43	湯原町
133	17.0	1,480	389.30	44.49	19.3	16.9	44	富村
134	18.2	710	335.30	36.60	25.4	18.2	45	湯原町
135	17.5	1,241	424.50	47.69	21.7	17.4	45	鏡野町
136	18.7	940	401.30	42.48	23.1	17.9	45	奥津町
137	14.2	1,290	302.20	30.87	19.6	14.0	46	上齋原村
138	14.5	1,560	440.80	58.86	21.6	14.4	46	上齋原村
139	15.0	1,190	273.90	33.99	18.2	14.4	49	新見市
140	20.1	930	412.30	40.04	23.1	20.0	50	湯原町
141	18.9	610	307.10	32.29	25.8	18.9	50	湯原町
142	18.4	900	432.80	46.90	25.4	18.3	50	津山市
143	19.3	860	423.50	52.36	25.4	19.3	51	神郷町
144	12.1	1,020	270.80	45.63	23.6	12.1	52	奥津町
145	12.1	1,450	363.50	59.67	22.4	12.1	52	奥津町
146	15.3	830	254.10	33.33	22.4	15.0	55	湯原町
147	16.9	1,500	407.20	46.61	19.5	16.5	55	湯原町
148	11.6	1,570	199.60	32.95	15.7	11.3	55	奥津町
149	19.5	610	438.30	47.94	31.3	19.5	57	新見市
150	17.3	640	352.60	42.15	28.0	16.7	57	湯原町
151	18.1	900	442.30	48.75	26.0	18.1	63	上齋原村
152	18.7	790	457.90	48.97	27.6	18.7	63	上齋原村
153	18.4	690	353.60	38.54	26.5	18.4	63	上齋原村
154	16.9	800	246.80	28.82	21.3	16.9	64	久世町
155	19.1	540	333.65	52.54	34.3		107	高梁市川面
156	22.7	570	496.60	57.90	34.9		84	英田町真神
157	22.7	420	426.40	52.70	38.7		84	英田町真神
158	24.2	400	477.80	48.90	38.0		84	英田町真神
159	26.3	620	686.00	106.80	45.8		86	西粟倉村影石
160	24.5	480	536.30	75.60	43.1		83	西粟倉村影石
161	18.4	350	233.70	23.00	28.7		79	西粟倉村大茅
162	18.7	380	256.70	23.20	29.1		79	西粟倉村大茅
163	21.4	330	324.07	20.80	27.7		124	吉井町津野
164	28.6	310	600.20	48.30	43.2		139	吉永町福満
165	33.2	690	1066.11	52.03	30.4		85	勝山町山久世
166	34.3	1150	1243.10	80.00	29.3		82	勝山町神庭
167	33.2	1000	554.10	57.51	36.5		93	勝山町月田
168	26.1	390	554.11	49.99	40.1		85	勝山町原方
169	35.4	490	1081.82	57.51	42.7		87	勝山町土井谷
170	33.8	825	1102.57	120.20	42.4		107	落合町関
171	29.5	330	660.15	69.23	50.9		84	落合町木山
172	30.2	650	894.06	93.39	42.5		93	落合町下河内
173	32.0	750	1024.92	57.64	32.0		84	久世町三崎
174	28.5	460	712.20	46.83	35.4		85	大佐町長富
175	30.3	220	567.96	37.99	53.9		100	大佐町小南
176	23.1	660	548.35	51.26	31.1		95	大佐町長富
177	26.1	820	744.11	68.10	31.7		89	加茂川町尾原
178	20.8	510	390.56	33.57	28.7		87	加茂川町案田
179	18.6	630	342.21	25.87	28.3		84	加茂川町上田東
180	18.9	320	234.93	23.69	36.8		83	建部町中田
181	25.0	646	633.20	68.36	36.2		98	津山市東田辺
182	28.8	460	726.80	47.62	37.6		73	津山市上横野
183	26.6	380	569.40	39.54	35.3		133	津山市高尾
184	23.0	340	390.20	29.10	32.8		90	加茂町宇野
185	14.4	930	240.10	44.18	24.1		92	富村富西谷
186	23.6	320	399.50	37.94	38.3		83	奥津町杉
187	17.4	360	207.30	38.61	36.7		81	上齋原村
188	23.5	680	573.90	59.51	32.6		86	鏡野町竹田
189	22.1	575	283.10	26.31	22.6	18.9	87	勝田町右手①
190	18.3	450	343.10	39.32	33.1	18.3	70	上齋原村①
191	20.3	525	446.90	46.25	33.2	20.0	70	上齋原村②
192	31.9	320	856.60	57.05	43.8	31.3	108	勝山町清谷①
193	32.4	342	1074.00	70.03	45.3	31.8	108	勝山町清谷②
194	24.0	1267	1340.50	115.20	33.1	23.5	85	加茂町物見①
195	23.2	904	855.70	75.44	31.9	22.7	85	加茂町物見②
196	25.1	1064	1499.50	121.09	32.2	24.7	82	加茂町物見③
197	20.8	1420	866.30	84.20	27.0	20.3	82	加茂町物見④
198	21.5	819	728.30	68.92	31.9	21.3	88	阿波村大杉①
199	22.0	310	1152.90	107.77	31.9	21.5	88	阿波村大杉②
200	27.3	811	840.60	60.85	30.3	27.2	91	加茂町物見⑤

201	22.8	1194	802.20	70.89	26.9	22.2	91	加茂町物見⑥
202	26.4	315	574.50	45.92	42.7	26.3	95	勝山町清谷③
203	29.4	208	492.40	35.44	46.1	29.3	109	勝山町清谷④
204	24.0	292	412.10	36.06	38.4	22.9	87	勝田町右手②
205	23.3	229	371.20	33.78	42.3	22.6	85	勝田町右手③