

## — 研究資料 —

## スギ・ヒノキ間伐手遅れ林の実態解明

## — 岡山県の事例 —

石井 哲, 中島 嘉彦\*

## — D A T A —

Realities of unthinning artificial forest of Sugi (*Cryptomeria japonica*) and Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) in Okayama prefecture

Satoshi ISHII, Yosihiko NAKASHIMA

石井哲・中島嘉彦：間伐手遅れ林の実態解明（岡山県の事例） 岡山県林試研報19：45-58, 2003 岡山県内における間伐手遅れ林の実態を把握するため、県北部の人工林90カ所（スギ15カ所、ヒノキ75カ所）を調査した。間伐手遅れ林分は、スギで26.7%、ヒノキで45.3%、全体で42.2%であった。さらに、間伐手遅れではないが必要である林分を加えると71.1%となった。一方、間伐が良好な林分は、スギで33.3%、ヒノキで28.0%、全体で28.9%であった。齢級別の間伐手遅れ林の割合は、4齢級と5齢級で5割を超えていたが、8齢級では1割とその割合は低かった。立木密度が2,000本/haを超すと、スギ林の8割、ヒノキ林の6割以上が間伐手遅れ林であった。間伐手遅れ林の収量比数（ $R_y$ ）は、スギでは $R_y=0.85$ 以上、ヒノキでは $R_y=0.70$ 以上であった。既設作業路と林分の距離が0 mでは、間伐が良好な林分は48.1%であったが、距離が増すとその割合が低下し、間伐を推進する上での作業路の有効性が認められた。林内の土壌流出の指標の一つである浮根は、90林分中、「無」が35.6%、「有」が36.7%、「激」が27.8%となっていた。スギは落葉落枝堆積物の厚い林分が多く、浮根が「激」の林分はなかったが、ヒノキは落葉落枝堆積物が薄く、浮根が「激」の林分が3割を占めていた。浮根は平均傾斜度の影響が大きく、浮根と平均傾斜度との間には有意な関係が認められた。

キーワード：人工林、間伐手遅れ、立木密度、収量比数、浮根

## I はじめに

間伐は優良な県産材を生産させる面からだけでなく、林床に陽光を与え下層植生を繁茂させる（赤井 1977）など林内環境の改善にも不可欠である。岡山県においては、県内間伐対象面積約115千ha（スギ、ヒノキ人工林の4～9齢級）について、「緊急間伐5カ年計画」により、5カ年間で42,600haの間伐を実施する計画となっている（岡山県農林水産部林政課・治山課 2002）が、最近における対象森林の生育状況、下層植生の繁茂状況、林床における土柱や表土の状況等について詳細に調査された事例がない。そこで、今回、県北部を中心に、間伐対象林におけるこれらの状況等実態を明らかにすることを目的に調査を行った。

## II 調査方法

## 1. 間伐調査地の条件

調査を行う間伐対象林の条件を次のとおりとした。

- 1) 樹種 スギ、ヒノキ（人工林）
  - 2) 面積 0.5～1.5ha
  - 3) 林齢 15～40年生
  - 4) 地域 県北部4局管内（阿新、真庭、津山、勝英）
- これらの条件を満たす林分について、森林簿から90カ所を

森林計画における区画単位で無作為抽出した（表-1）。各調査林分内に半径4mの円形区域を3カ所設定し、次の項目を調査した。各林分の値は、これら3カ所の平均値とした。

## 2. 調査項目

- 1) 林齢, 面積 森林簿から判定
- 2) 林況 立木密度, 胸高直径（以上円形区域内毎木）, 樹高, 平均枝打高（以上円形区域内標準木）, 樹冠空隙（円形区域内中心部）
- 3) 植被率（植生高2m以上および植生高2m未満）（円形区域内及びその周辺の状況, 10%単位）
- 4) コケ, 土柱（円形区域内で標準的な50cm角四方の面積割合, 10%単位）
- 5) 雨裂（円形区域内で標準的な50cm角四方の状況）  
無＝雨裂無し  
有＝雨裂本数1本かつ幅1cm未満  
激＝有以上の状況
- 6) 浮根（円形区域内の標準的な状況）  
無＝浮根無し  
有＝浮根長さ30cm未満  
激＝浮根長さ30cm以上

\* 現 岡山県阿新地方振興局農林水産事業部森林課

- 7) 落葉落枝堆積物 (円形区域内の標準的な50cm角四方の状況)  
 無=堆積厚さ1mm未満  
 有=堆積厚さ1mm~10mm未満  
 激=堆積厚さ10mm以上
- 8) 標高, 斜面方位, 斜面型 森林計画図から判定
- 9) 平均傾斜度 (円形区域内の標準的な場所をクリノメーターで測定)
- 10) 間伐作業性 間伐作業難易度, 既設路アクセス, 作業路開設工事難易度 (以上現地調査)
- 11) 間伐必要性 林内の成立本数, 不良木, 光条件等から間伐の必要性を総合的に判断  
 間伐手遅れ=林内環境が悪化し間伐が急務 (間伐手遅れ林)  
 間伐必要=不良木の間伐や枝打により林内環境の改善が必要  
 間伐良好=間伐が適正になされ良好

III 結 果

1. 調査林分の概要

全調査林分の一覧を表-1に示す。調査か所数はスギが15か所, ヒノキが75か所, 林齢はスギが20~40年生, ヒノキが18~40年生であった。立木密度はスギが933~3,000本/ha, ヒノキが1,200~3,666本/ha (図-1), 平均胸高直径はスギが15~30cm, ヒノキが12~25cmであった (図-2)。収量比数はスギが0.62~0.92, ヒノキが0.39~0.98 (図-3), 植被率 (植生高2m以上) はスギ, ヒノキとも0~60% (図-4), 植被率 (植生高2m未満) はスギが0~100%, ヒノキが0~80% (図-5), 土柱割合はスギ, ヒノキとも0~100% (図-6), 平均傾斜度はスギは3~40°, ヒノキは0~45° (図-7)であった。

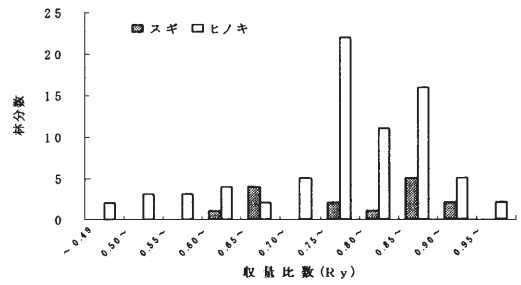


図-3 収量比數別林分數

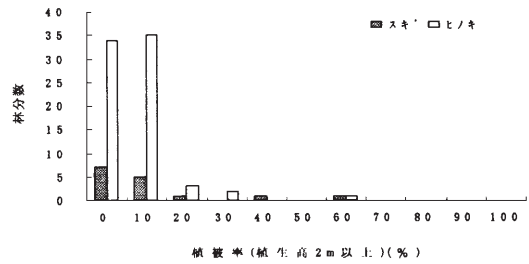


図-4 植被率 (植生高2m以上) 別林分數

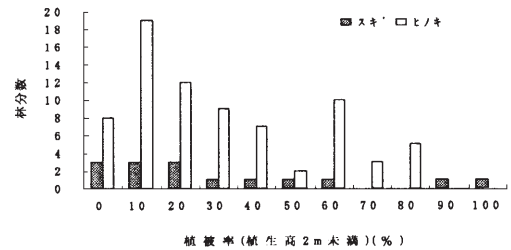


図-5 植被率 (植生高2m未満) 別林分數

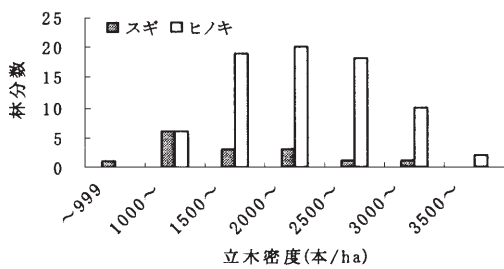


図-1 立木密度別林分數

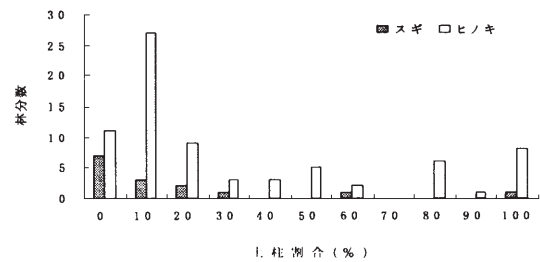


図-6 土柱割合別林分數

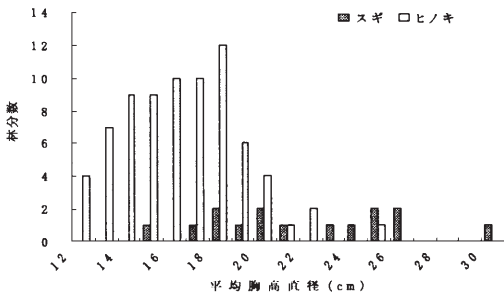


図-2 平均胸高直径別林分數

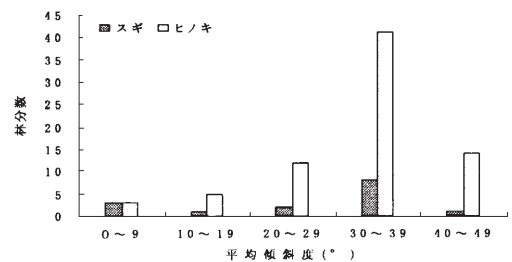


図-7 平均傾斜度別林分數

表-1 間伐手遅れ林調査結果一覧

No	市町村	樹種	林齢(年)	面積(ha)	立木密度(本/ha)	平均胸高直径(cm)	平均樹高(m)	平均生枝高(m)	収量比(%)	樹冠空隙率(%)	植被率		土壌流亡				地況			間伐作業性			間伐必要性		
											2m以上(%)	2m未満(%)	コケ(%)	土柱(%)	雨裂	浮根	幹枝集積	標高(m)	平均傾斜度(°)	斜面方位	斜面傾度	既設路幅(m)		工事難易度	
214	鏡野町	スギ	34	1.41	2,200	20	16	12	0.86	10	0	0	0	0	無	有	厚	570	37	E	凹	易	100	易	手遅れ
108	作東町	スギ	26	0.80	2,466	19	16	14	0.89	10	10	20	10	10	無	有	厚	170	3	—	平	易	20	易	手遅れ
116	西栗倉村	スギ	31	1.62	2,866	17	13	11	0.85	30	10	10	100	0	無	有	厚	640	34	NE	平	易	40	易	手遅れ
222	上斎原村	スギ	23	0.61	3,000	18	15	8	0.92	10	0	0	0	0	無	有	厚	530	9	S	平	易	0	易	手遅れ
204	津山市	スギ	32	0.52	1,200	20	16	12	0.66	20	60	40	10	40	無	有	厚	500	35	E	凹	普通	150	困難	必要
101	勝田町	スギ	32	1.80	1,200	25	16	12	0.66	10	40	30	0	20	無	有	厚	480	40	NW	平	普通	40	困難	必要
410	新見市	スギ	20	0.55	1,466	18	13	8	0.62	40	0	0	0	10	無	有	厚	370	30	N	平	普通	70	普通	必要
401	新見市	スギ	35	0.56	1,600	26	22	12	0.91	20	10	20	10	20	無	有	厚	340	32	N	凸	普通	0	易	必要
414	神郷町	スギ	39	0.95	1,800	21	15	4	0.76	10	0	10	10	60	無	有	厚	420	33	N	凸	困難	0	困難	必要
405	新見市	スギ	26	0.50	2,466	15	12	5	0.76	30	10	10	0	0	無	有	厚	640	14	SW	凹	易	180	普通	必要
308	落合町	スギ	37	0.61	933	30	26	18	0.81	40	20	60	0	0	無	有	厚	400	32	N	凹	普通	0	普通	良好
311	湯原町	スギ	40	0.50	1,333	24	15	8	0.66	50	0	100	0	0	無	有	厚	380	24	W	凸	普通	0	普通	良好
304	勝山町	スギ	37	0.94	1,333	26	23	10	0.87	40	0	90	10	0	無	有	厚	470	24	NW	凸	普通	0	易	良好
210	加茂町	スギ	34	0.57	1,466	23	15	11	0.69	30	0	20	30	0	無	有	厚	445	5	SW	凹	普通	0	易	良好
313	久世町	スギ	39	1.09	1,533	25	22	11	0.89	30	10	50	10	10	有	有	厚	500	34	NW	凸	普通	450	普通	良好
211	鏡野町	ヒノキ	22	0.88	1,666	23	15	11	0.79	10	10	10	10	20	有	有	有	580	25	NE	凸	困難	400	困難	手遅れ
113	英田町	ヒノキ	23	1.45	1,933	17	14	9	0.79	10	10	20	10	10	無	有	有	120	39	NW	平	普通	150	普通	手遅れ
110	作東町	ヒノキ	30	1.98	1,933	20	14	9	0.79	10	10	10	10	100	無	有	有	250	43	SE	平	普通	120	普通	手遅れ
232	久米町	ヒノキ	31	0.99	2,066	19	14	11	0.81	10	10	10	10	80	有	有	有	420	40	SE	凹	困難	200	困難	手遅れ
231	久米南町	ヒノキ	38	0.80	2,066	19	16	10	0.89	10	10	10	10	80	有	有	有	300	38	SW	凸	普通	70	易	手遅れ
316	美甘村	ヒノキ	32	0.92	2,200	17	15	10	0.87	10	0	20	0	0	無	有	有	590	5	S	凸	易	100	普通	手遅れ
218	奥津町	ヒノキ	32	0.75	2,266	18	12	5	0.75	10	0	0	0	10	無	有	有	600	38	SE	凸	普通	350	普通	手遅れ
411	大佐町	ヒノキ	32	1.32	2,266	17	13	8	0.80	10	10	20	10	50	無	有	有	480	32	SW	凹	普通	70	普通	手遅れ
234	橋原町	ヒノキ	20	0.51	2,266	17	14	11	0.84	10	20	10	10	10	無	有	有	210	20	N	平	普通	0	易	手遅れ
115	西栗倉村	ヒノキ	30	2.00	2,333	18	18	13	0.98	10	10	10	10	60	無	有	有	430	43	N	平	普通	200	困難	手遅れ
106	大原町	ヒノキ	30	1.11	2,400	16	12	9	0.77	10	10	10	10	100	無	有	有	440	40	NW	凸	普通	120	普通	手遅れ
215	富村	ヒノキ	27	0.96	2,466	13	12	8	0.77	10	10	20	10	10	無	有	有	490	36	SW	凸	普通	0	易	手遅れ
212	鏡野町	ヒノキ	18	0.90	2,466	16	14	11	0.87	10	10	10	10	80	無	有	有	510	32	NW	凸	普通	120	易	手遅れ
111	美作町	ヒノキ	23	1.25	2,466	18	14	8	0.87	10	10	20	10	100	無	有	有	210	30	SW	凸	普通	100	普通	手遅れ
102	勝田町	ヒノキ	29	0.70	2,466	18	16	11	0.94	10	10	10	10	100	無	有	有	480	25	SW	平	普通	30	易	手遅れ
419	哲多町	ヒノキ	24	1.35	2,533	14	12	6	0.78	10	0	30	10	50	無	有	有	460	36	NW	凸	普通	10	易	手遅れ
422	哲西町	ヒノキ	20	0.58	2,533	17	14	4	0.87	10	10	30	10	20	無	有	有	410	30	N	凸	普通	0	普通	手遅れ
202	津山市	ヒノキ	32	1.37	2,600	15	12	9	0.79	10	10	10	100	無	有	有	220	35	SE	凸	普通	110	普通	手遅れ	
409	新見市	ヒノキ	34	0.56	2,600	16	13	8	0.84	10	0	30	10	50	無	有	有	530	37	S	凹	普通	0	普通	手遅れ
109	作東町	ヒノキ	20	1.42	2,666	16	13	13	0.85	10	10	10	10	80	有	有	有	410	32	SW	凹	普通	100	易	手遅れ
312	湯原町	ヒノキ	31	1.18	2,800	14	11	6	0.76	10	0	10	10	10	無	有	有	550	37	SE	凹	普通	20	易	手遅れ
416	神郷町	ヒノキ	30	0.70	2,800	16	13	9	0.86	10	0	10	10	90	無	有	有	630	32	S	凸	普通	0	普通	手遅れ
208	加茂町	ヒノキ	20	1.49	2,866	13	11	5	0.77	10	0	0	10	40	無	有	有	620	40	SE	凸	困難	520	困難	手遅れ
216	富村	ヒノキ	18	1.37	2,866	15	12	5	0.82	10	0	0	0	20	無	有	有	580	36	SW	凸	普通	200	困難	手遅れ
413	大佐町	ヒノキ	32	0.63	2,933	14	13	9	0.87	10	0	20	10	20	無	有	有	590	32	E	凹	普通	20	普通	手遅れ
207	加茂町	ヒノキ	20	0.58	3,066	15	11	7	0.79	10	0	0	10	50	無	有	有	450	38	NE	凹	普通	30	普通	手遅れ
107	東栗倉村	ヒノキ	29	3.45	3,066	17	14	12	0.93	10	10	10	100	無	有	有	670	40	SE	平	普通	120	困難	手遅れ	
320	川上村	ヒノキ	32	0.90	3,133	14	13	9	0.89	10	0	0	10	40	無	有	有	520	32	N	凸	普通	10	普通	手遅れ
220	奥津町	ヒノキ	34	0.60	3,200	15	13	10	0.90	10	0	0	10	10	有	有	有	330	35	E	凸	普通	80	普通	手遅れ
223	上斎原村	ヒノキ	25	1.28	3,266	12	10	6	0.75	10	0	20	10	10	無	有	有	720	28	S	凹	普通	0	易	手遅れ
301	勝山町	ヒノキ	35	0.52	3,266	16	13	8	0.91	10	0	0	0	30	無	有	有	520	33	E	凸	普通	0	普通	手遅れ
105	勝北町	ヒノキ	20	1.33	3,400	14	12	7	0.87	10	10	20	100	無	有	有	200	30	NW	凸	普通	60	普通	手遅れ	
402	新見市	ヒノキ	25	0.56	3,600	12	11	6	0.84	10	0	20	10	10	無	有	有	540	38	NE	平	普通	100	易	手遅れ
230	久米南町	ヒノキ	35	0.80	3,666	15	12	6	0.89	10	10	10	10	10	無	有	有	450	15	SE	平	普通	30	易	手遅れ
406	新見市	ヒノキ	35	1.06	1,400	21	18	8	0.84	30	10	70	10	20	無	有	有	480	36	NW	平	普通	80	普通	必要
112	美作町	ヒノキ	20	1.00	1,533	16	11	7	0.57	10	10	30	10	80	無	有	有	150	25	NE	平	普通	120	普通	必要
317	新庄村	ヒノキ	25	1.30	1,600	15	8	5	0.39	10	0	10	0	10	無	有	有	830	35	SW	凹	普通	250	普通	必要
412	大佐町	ヒノキ	39	1.50	1,600	20	12	5	0.63	10	10	40	10	60	無	有	有	590	41	W	凹	普通	70	普通	必要
415	神郷町	ヒノキ	22	0.76	1,666	17	10	5	0.53	10	0	20	0	30	無	有	有	500	29	N	凹	普通	200	普通	必要
318	新庄村	ヒノキ	33	1.34	1,666	19	14	5	0.75	10	0	40	30	10	無	有	有	740	32	W	凹	普通	50	易	必要
417	神郷町	ヒノキ	34	1.13	1,800	18	16	8	0.85	10	0	30	0	10	無	有	有	440	33	NE	凸	普通	50	易	必要
302	勝山町	ヒノキ	29	0.94	1,866	18	14	9	0.78	10	10	30	10	40	無	有	有	420	44	NW	凹	普通	20	普通	必要
403	新見市	ヒノキ	25	0.81	1,933	14	10	4	0.58	10	10	60	10	20	無	有	有	590	45	NW	平	普通	50	普通	必要
235	橋原町	ヒノキ	33	1.24	2,000	17	13	10	0.76	10	10	10	100	無	有	有	110	30	E	平	普通	30	困難	必要	
219	奥津町	ヒノキ	31	1.00	2,066	18	15	10	0.85	10	10	40	20	10	無	有	有	590	30	NW	平	普通	20	易	必要
227	阿波村	ヒノキ	21	0.82	2,133	18	10	5	0.61	10	0	10	10	10	無	有	有	670	33	W	凹	普通	0	普通	必要
203	津山市	ヒノキ	29	0.55	2,266	18	15	9	0.88	10	10	40	10	50	無	有	有	300	40	NE	平	普通	0	普通	必要
418	哲多町	ヒノキ	25	0.90	2,600	12	11	4	0.74	10	10	60	0	30	無	有	有	390	37	S	凸	普通	0	普通	必要

## 2. 間伐手遅れ林の状況

### (1) 間伐手遅れ林の割合

間伐が手遅れと判断される要素は施業方法や施業歴等によって異なる。例えば、間伐は立木密度を調整する施業であるが、立木密度が同じでも樹高、枝打高等により光条件が異なるため、下層植生の繁茂状況も大きく違ってくる。従って、今回は林内の光条件、不良木の割合、伐根、下層植生量等から間伐の必要性を総合的に判断した。その結果、間伐手遅れ林は、スギ15林分中、4林分(26.7%)、ヒノキ75林分中、34林分(45.3%)、計38林分(42.2%)であった(図-8)。また、間伐が必要と判断された林は、スギ15林分中、6林分(40.0%)、ヒノキ75林分中、20林分(26.7%)、計26林分(28.9%)であった。一方、間伐が良好な林は、スギ15林分中、5林分(33.3%)、ヒノキ75林分中、21林分(28.0%)、計26林分(28.9%)であった。

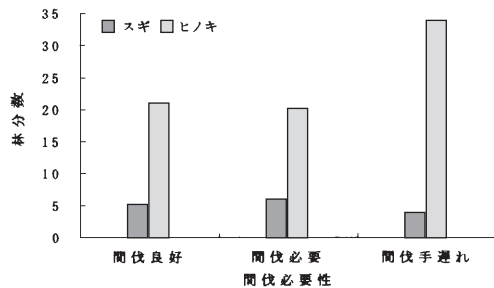


図-8 間伐必要性別林分数

### (2) 立木密度

スギでは、間伐良好な5林分の立木密度は2,000本/ha未満で、間伐手遅れの4林分は2,200本/ha以上であった(図-9)。ヒノキでは、1,600本/ha以下では間伐良好な林が6割を超えていたが、2,000本/haを超えるとその6割が間伐手遅れ林であった(図-10)。

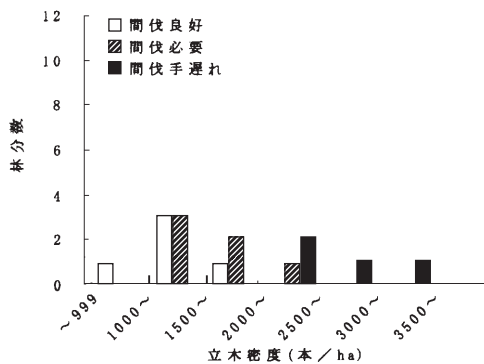


図-9 立木密度別間伐必要林分数 (スギ)

### (3) 収量比数

今回の調査について、北近畿・中国地方スギ林分密度管理図(林野庁 1981)および北近畿・中国地方ヒノキ林分密度管理図(林野庁 1983)を基に収量比数(Ry)を算出すると、間伐手遅れ林は、スギの場合、全てRy=0.85以上であった(図-11)。同じくヒノキの場合、Ry=0.70~0.79が12林分

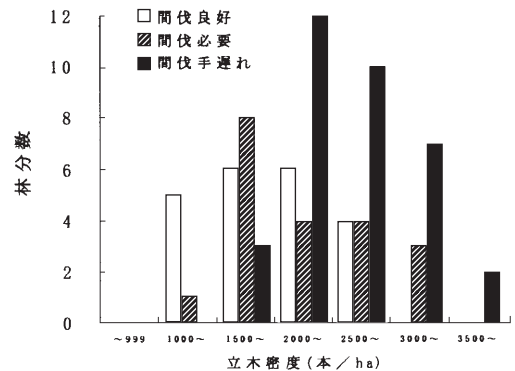


図-10 立木密度別間伐必要林分数 (ヒノキ)

分(16.0%)、Ry=0.80~0.89(高密度林分)が17林分(22.7%)、Ry=0.90~(過密林分)が5林分(6.7%)であった(図-12)。スギ、ヒノキともRy=0.69以下の林では間伐手遅れ林はみられなかった。

一方、間伐が良好でも収量比数の高い林分(Ry=0.80以上)が、スギで3林分、ヒノキで4林分みられたが、これらは成長の良い林あるいは枝打ちが実施され林内の光条件が良好な林であった。

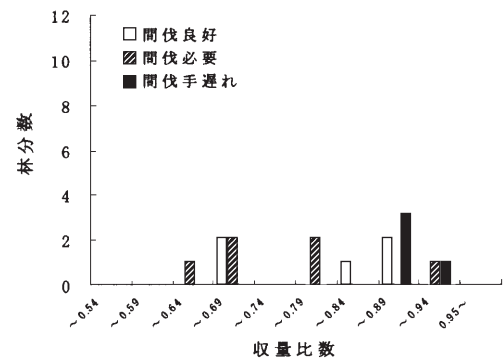


図-11 収量比数別間伐必要林分数 (スギ)

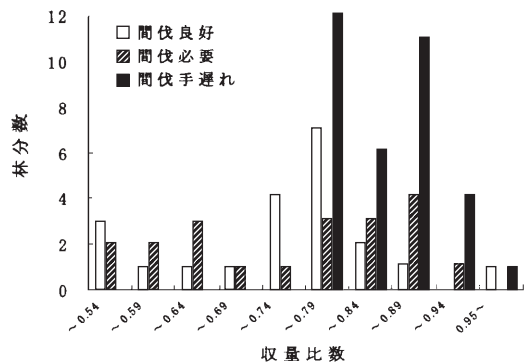


図-12 収量比数別間伐必要林分数 (ヒノキ)



(4) 植被率 (植生高 2 m 未満)

植被率はスギ林では 0~100%, ヒノキ林では 0~80% であった。そのうち間伐手遅れ林における植被率は、スギでは 0~20%, ヒノキでは 0~30% であった。間伐が必要な林の植被率は、スギで 40% 以下, ヒノキでは 70% 以下であった。スギの場合, 植被率 0% では 3 林分中, 2 林分 (66.7%) が間伐手遅れであった。以下同様に 10% では 3 林分中, 1 林分 (33.3%), 20% では 3 林分中, 1 林分 (33.3%) (図-13), 同じくヒノキの場合, 0% では 8 林分中, 7 林分 (87.5%), 10% では 19 林分中, 15 林分 (78.9%), 20% で 12 林分中, 9 林分 (75.0%), 30% では 9 林分中, 3 林分 (33.3%) (図-14) と, スギ, ヒノキとも植被率が少ないほど間伐手遅れ林の割合も高かった。

一方, 植被率が 20% と低い場合でも, スギ 1 林分, ヒノキ 2 林分で間伐が良好であったが, これらは間伐後の経過年数が短く下層植生が未熟な林であった。

収量比数が 0.69 以下で, かつ, 植被率が 20% 以下の林がスギで 2 林分, ヒノキで 7 林分みられたが (図-15, 16), これらは間伐手遅れ林ではなく, 枝打ちが必要な林分であった。

(5) 林 齢

岡山県のスギ, ヒノキ人工林面積の齢級別割合は, 7 齢級が最も多く 15.0%, 以下 6 齢級 14.3%, 9 齢級 13.3%, 8 齢級 11.6%, 5 齢級 11.4%, 4 齢級 9.6% と続き, 4 齢級から 9 齢級までで全体の約 75% を占めている (岡山県農林水産部林政課 2001)。今回の調査では, 間伐手遅れ林は, 4 齢級で 15 林分中, 8 林分 (53.3%), 5 齢級で 14 林分中, 7 林分 (50.0%), 以下 6 齢級で 38.1%, 7 齢級で 46.7%, 8 齢級で 10.0% と, 齢級が低いほど間伐が遅れている傾向にあった (図-17)。

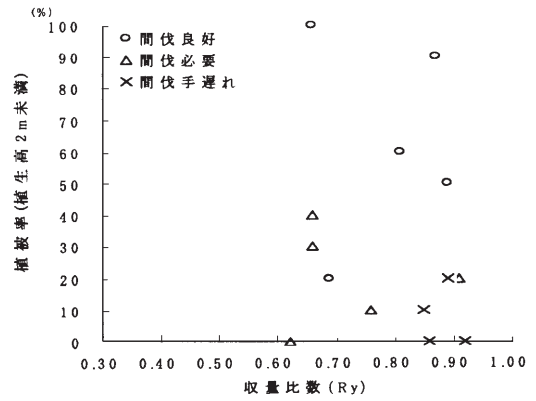


図-15 収量比数別植被率 (植生高 2 m 未満) (スギ)

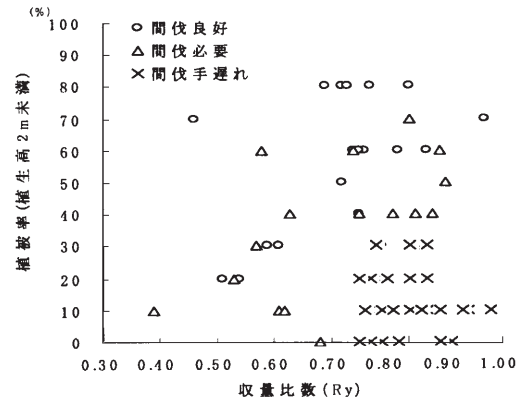


図-16 収量比数別植被率 (植生高 2 m 未満) (ヒノキ)

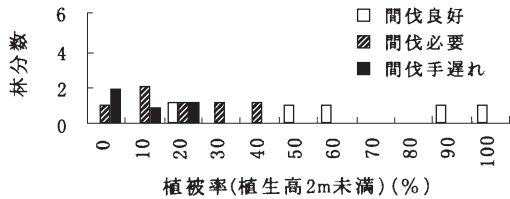


図-13 植被率 (植生高 2 m 未満) 別 間伐必要林分数 (スギ)

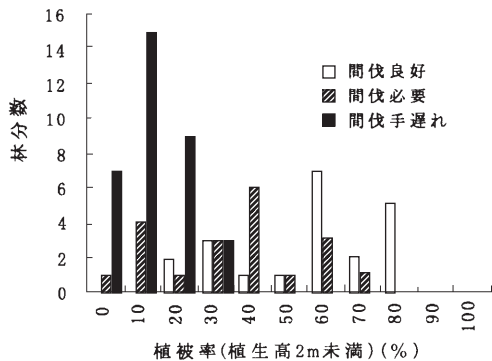


図-14 植被率 (植生高 2 m 未満) 別 間伐必要林分数 (ヒノキ)

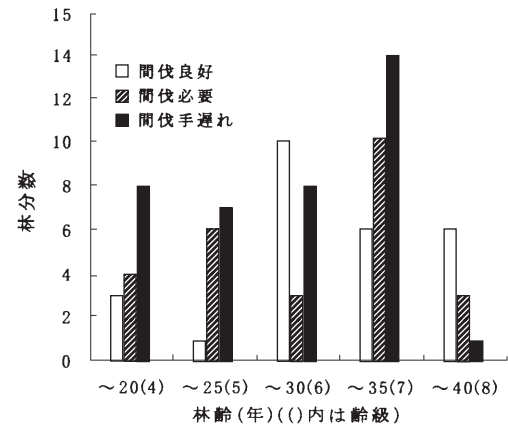


図-17 林齢別間伐必要林分数

表-2 傾斜度別樹種別浮根林分数

平均傾斜度	スギ				ヒノキ				スギ・ヒノキ計	間伐手遅れ林率
	浮根無	浮根有	浮根激	計	浮根無	浮根有	浮根激	計		
~5	2 (1)			2 (1)	2 (1)	1		3 (1)	5 (2)	40.0
~10	1 (1)			1 (1)	2			2	3 (1)	33.3
~15	1			1	2 (1)			2 (1)	3 (1)	33.3
~20					3	1 (1)		4 (1)	4 (1)	25.0
~25	2			2	3 (1)	2 (1)		5 (2)	7 (2)	28.6
~30		1		1	2	5 (2)	4 (2)	11 (4)	12 (4)	33.3
~35	2	4 (1)		6 (1)	5	7 (4)	5 (5)	17 (9)	23 (10)	43.5
~40	1	1 (1)		2 (1)	3 (1)	10 (5)	10 (8)	23 (14)	25 (15)	60.0
~45					1	1 (1)	6 (1)	8 (2)	8 (2)	25.0
計	9 (2)	6 (2)		15 (4)	23 (4)	27 (14)	25 (16)	75 (34)	90 (38)	42.2
平均	20.3	33.8			24.7	32.0	37.2			
標準偏差	13.2	2.3			11.7	8.2	5.0			
最低値	3	30			2	0	29			
最高値	40	37			44	43	45			

\* ( )は内数で、間伐手遅れ林分

(6) 平均傾斜度

平均傾斜度 5° 以下の傾斜の緩い林では、間伐手遅れ林の割合は40.0%、同じく 6~10° では33.3%、傾斜の急な36~40° では60.0%、同じく 41~45° では25.0%で、全林分の平均は42.2%であった(表-2)。間伐作業は傾斜が緩いほど作業性が良いが、今回の調査結果からでは、平均傾斜度と間伐手遅れ林との明確な関係は認められなかった。

(7) 既設作業路からの距離

既設作業路と林分の距離が 0 mの位置にある27林分中、間伐良好な林は13林分(48.1%)、必要な林は 6林分(22.2%)、手遅れの林分は 8林分(29.6%)であった。また、10~50mの位置にある26林分中、間伐が良好な林が 6林分(23.1%)、必要な林が11林分(42.3%)、手遅れの林が 9林分(34.6%)であり、間伐必要及び手遅れ林の割合が増加した。60~300mの位置にある33林分では、良好な林が 6林分(18.2%)、必要な林が 9林分(27.3%)、手遅れ林が18林分(54.5%)と間伐必要及び手遅れ林の割合がさらに増加し、既設路から300mを超えると、間伐良好林が 1林分、手遅れ林が 3林分(75.0%)と、間伐手遅れ林の割合がさらに増加した(図-18)。

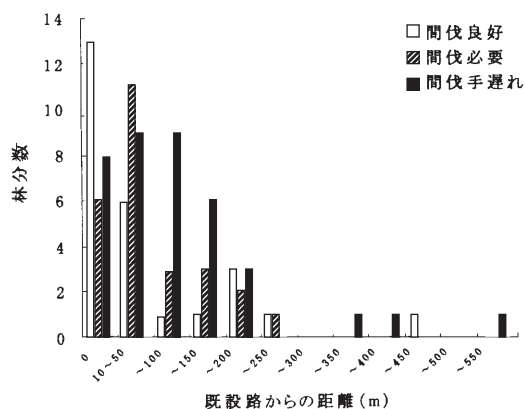


図-18 既設路からの距離別間伐必要林分

3. 林分内の状況

林分内の状況は、立木密度、樹高、平均傾斜度、枝打高等により異なるが、今回調査の90林分における浮根および落葉落枝堆積物等と平均傾斜度、立木密度、収量比数等との関係は次のとおりであった。

(1) 浮根

林内の土壌流出の指標の一つである浮根は、90林分中、「無」がスギで 9林分(スギの60.0%)、ヒノキで23林分(ヒノキの30.7%)、計32林分(全体の35.6%)、「有」がスギで 6林分(スギの40.0%)、ヒノキで27林分(ヒノキの36.0%)、計33林分(全体の36.7%)、「激」はヒノキのみで25林分(ヒノキの33.3%、全体の27.8%)であった(表-2)。

(2) 浮根と平均傾斜度

平均傾斜度の平均値±標準偏差(範囲)は、スギの場合、浮根「無」は20.3±13.2°(3~40°)であり、緩傾斜地だけでなく急傾斜地でも土壌が侵食されていない林がみられた。同じく「有」は33.8±2.3°(30~37°)と「無」に比べ平均値が高くなり範囲も狭くなった。ヒノキの場合、浮根「無」は24.7±11.7°(2~44°)であり、スギと同じ傾向にあった。同じく「有」は32.0±8.2°(0~43°)、「激」は37.2±5.0°(29~45°)であった。傾斜が急になるほど標準偏差の値も小さくなるなど、浮根は急な斜面に偏る傾向にあった(表-2)。

平均傾斜度と浮根との関係を傾斜度30°以下と30°超に区分し検定すると、スギでは有意な関係が認められなかった(Fisherの正確確率検定; p=0.1188>0.05)が、ヒノキでは有意な関係がみられ(χ²=10.60, 自由度=2, p<0.05)、平均傾斜度が急になると、浮根が激しくなる傾向にあった。

(3) 浮根と立木密度及び収量比数

浮根と立木密度および収量比数との関係については、いずれも明確な関係は認められなかった(図-19~22)。

(4) 落葉落枝堆積物

林内の土壌流出の指標の一つである落葉落枝堆積物が「無」の林は、スギでは1林分（スギの6.7%）のみであったが、ヒノキでは44林分（ヒノキの58.7%）と半数以上となっていた。一方、「厚」はスギでは12林分（スギの80.0%）であったが、ヒノキでは3林分（ヒノキの4.0%）のみと、スギ林とヒノキ林の違いによる落葉落枝の堆積状況の違いが顕著であった。（表-3）。

(5) 落葉落枝堆積物と平均傾斜度

スギの場合、落葉落枝堆積物「無」（1林分）の平均傾斜度は33°，「有」（2林分）の平均傾斜度の平均値±標準偏差（範囲）は、16.5±19.1°（3～30°），「厚」（12林分）が26.7±11.6°（5～40°），同じくヒノキの場合、「無」（44林分）が33.5±8.5°（0～45°），「有」（28林分）が28.4±11.5°（2～44°），「厚」（3林分）が29.7±5.0°（25～35°）であった（表-3）。

平均傾斜度と落葉落枝堆積物との間には、スギ、ヒノキとも明確な関係は認められず、平均傾斜度に関係なく、スギは厚く、ヒノキは薄いという結果となった。

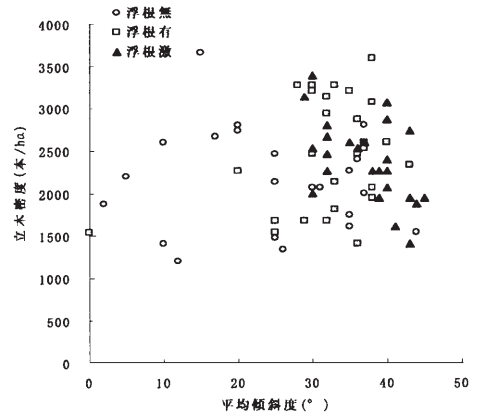


図-20 平均傾斜度別立木密度（ヒノキ）

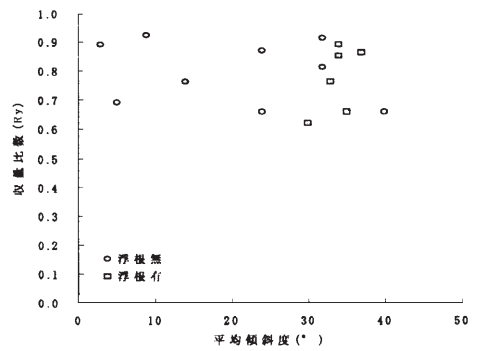


図-21 平均傾斜度別収量比数（スギ）

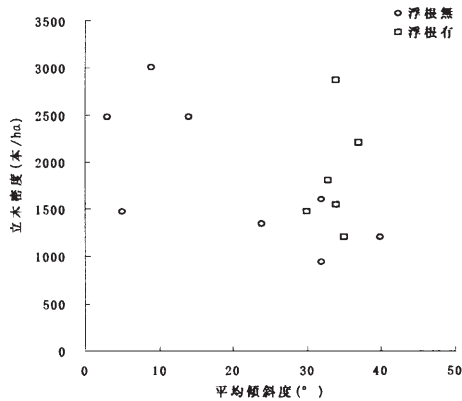


図-19 平均傾斜度別立木密度（スギ）

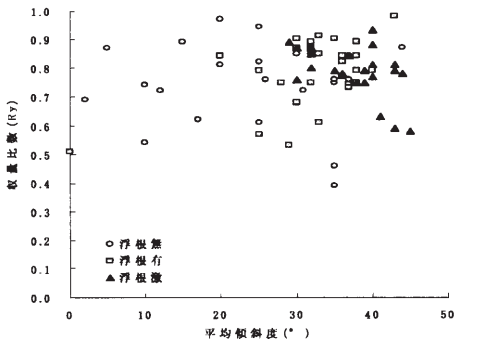


図-22 平均傾斜度別収量比数（ヒノキ）

表-3 傾斜度別樹種別落葉落枝堆積林分数

平均傾斜度	スギ				ヒノキ			スギ・ヒノキ	
	堆積無	堆積有	堆積厚	計	堆積無	堆積有	堆積厚	計	計
～5			1	1	2 (1)	1		3 (1)	4 (1)
～10		1 (1)	1	(1)		2		2 0	3 (1)
～15		1	1	0		2 (1)		2 (1)	3 (1)
～20			0	0		4 (1)		4 (1)	4 (1)
～25			2	2	2 (1)	2 (1)	1	5 (2)	7 (2)
～30		1		1	8 (4)	2	1	11 (4)	12 (4)
～35	1 (1)	1	5 (1)	7 (2)	11 (7)	5 (2)	1	17 (9)	24 (11)
～40		2 (1)	2 (1)	(1)	16 (11)	7 (3)		23 (14)	25 (15)
～45			0	0	5 (1)	3 (1)		8 (2)	8 (2)
計	1 (1)	2	12 (3)	15 (4)	44 (25)	28 (9)	3	75 (34)	90 (38)
平均	33.0	16.5	26.7		33.5	28.4	29.7		
標準偏差	-	19.1	11.6		8.5	11.5	5.0		
最低値	-	3	5		0	2	25		
最高値	-	30	40		45	44	35		

\* ( )は内数で、間伐手遅れ林分

(6) 落葉落枝堆積物と立木密度及び収量比数

落葉落枝堆積物と立木密度及び収量比数との間には、明確な関係はみられなかった(表-4~7)。

表-4 落葉落枝堆積物と立木密度(スギ)

落枝落葉堆積	林分数	平均立木密度(範囲)	標準偏差
無	1	1800.0 (-)	-
有	2	1966.0 (1466~2466)	707.1
厚	12	1760.8 (933~3000)	693.6

表-5 落葉落枝堆積物と立木密度(ヒノキ)

落枝落葉堆積	林分数	平均立木密度(範囲)	標準偏差
無	44	2428.4 1333~3400)	550.2
有	28	2175.9 (1200~3666)	639.2
厚	3	2288.3 (1466~3133)	833.7

表-6 落葉落枝堆積物と収量比数(スギ)

落枝落葉堆積	林分数	平均収量比数(範囲)	標準偏差
無	1	0.80 (-)	-
有	2	0.76 (0.62~0.89)	0.19
厚	12	0.80 (0.66~0.91)	0.10

表-7 落葉落枝堆積物と収量比数(ヒノキ)

落枝落葉堆積	林分数	平均収量比数(範囲)	標準偏差
無	44	0.78 (0.51~0.94)	0.11
有	28	0.77 (0.39~0.98)	0.14
厚	3	0.75 (0.61~0.89)	0.14

(7) 落葉落枝堆積物と浮根

スギの場合、落葉落枝堆積物が「無」は1林分のみで、その林の浮根は「有」であった。落葉落枝堆積物「有」は、2林分で、そのうち浮根は「無」が1林分、「有」が1林分であった。落葉落枝堆積物が「厚」の林分は、12林分と8割を占め、そのうち、浮根「無」が8林分(66.7%),「有」が4林分(33.3%)であった。「激」は全くみられず、スギ林では全体的に落葉落枝堆積物が厚く、浮根が少ない傾向がみられた(表-8)。一方、ヒノキの場合、落葉落枝堆積物「無」の林分が44林分と全体の58.7%を占め、その内、浮根「無」が6林分(13.6%),「有」が18林分(40.9%),「激」が20林分(45.5%)であった。また、落葉落枝堆積物が「厚」の3林分の内、浮根「無」が2林分、「激」が1林分であった(表-8)。

落葉落枝堆積物と浮根との関係は、スギでは明確な関係が認められなかったが、ヒノキでは明確な関係が認められ、落葉落枝堆積物が少ない林分では、浮根が「激」になる傾向がみられた。

(8) 林齢と立木密度

林齢が増すにつれ、除伐・間伐等の施業や雪害、風害等により立木密度は減少する傾向にある。今回の調査結果でも同様の傾向がみられ、スギでは、6, 7, 8 齢級の立木密度の平均値は、それぞれ2,466本/ha, 1,755本/ha, 1,386本/haと減少し(表-9)、ヒノキでも一部の例外を除き、齢級が4 齢級から8 齢級に増加するにつれ、立木密度は減少する傾向にあった(表-10)。

表-8 浮根別樹種別落葉落枝堆積状況

浮根	スギ				ヒノキ				スギ・ヒノキ	
	堆積無	堆積有	堆積厚	計	堆積無	堆積有	堆積厚	計	計	
無	1 (1)	8 (1)	9 (2)	6 (2)	15 (2)	2	23 (4)	32 (6)		
有	1	1	4 (2)	6 (2)	18 (9)	9 (5)	27 (14)	33 (16)		
激					20 (14)	4 (2)	1	25 (16)	25 (16)	
計	1 0	2 (1)	12 (3)	15 (4)	44 (25)	28 (9)	3 0	75 (34)	90 (38)	

\* ( )は内数で、間伐手遅れ林分

表-9 林齢と立木密度(スギ)

林齢	林分数	平均立木密度(範囲)	標準偏差
18~20	1	1,466.0 (-)	-
21~25	1	3,000.0 (-)	-
26~30	2	2,466.0 (2466~2466)	432.2
31~35	6	1,755.3 (1200~2866)	656.6
36~40	5	1,386.4 (933~1800)	317.7

表-10 林齢と立木密度(ヒノキ)

林齢	林分数	平均立木密度(範囲)	標準偏差
18~20	14	2,590.0 (1533~3400)	556.5
21~25	13	2,281.7 (1600~3600)	645.9
26~30	19	2,210.2 (1400~3066)	432.2
31~35	24	2,360.8 (1333~3666)	668.4
36~40	5	2,013.0 (1200~3133)	723.1



(9) 林齢と収量比数

スギでは5, 6, 7, 8 齢級の収量比数の平均値は, それぞれ0.92, 0.89, 0.77, 0.80 (表-11), ヒノキでは, それぞれ0.67, 0.79, 0.80, 0.77であり, 林齢と収量比数との間には明確な関係が認められなかった (表-12)。

表-11 林齢と収量比数 (スギ)

林齢	林分数	平均収量比数 (範囲)	標準偏差
18~20	1	0.62 (-)	-
21~25	1	0.92 (-)	-
26~30	2	0.89 (0.76~0.89)	0.09
31~35	6	0.77 (0.66~0.91)	0.11
36~40	5	0.80 (0.66~0.89)	0.09

表-12 林齢と収量比数 (ヒノキ)

林齢	林分数	平均収量比数 (範囲)	標準偏差
18~20	14	0.81 (0.57~0.97)	0.10
21~25	13	0.67 (0.39~0.87)	0.15
26~30	19	0.79 (0.59~0.98)	0.10
31~35	24	0.80 (0.51~0.91)	0.10
36~40	5	0.77 (0.63~0.89)	0.12

(10) 植被率 (植生高 2 m 未満) と立木密度

スギの場合, 植被率が10%以下の林の立木密度の平均値は, いずれも2,000本/haを超えており, 植被率20%以上では全て2,000本/ha未満であった (表-13)。ヒノキでは, 植被率が0~20%の場合, 立木密度の平均値は, いずれも2,400本/haを超え, 植被率30%以上では, 全て2,200本/ha以下であった (表-14)。

表-13 植被率 (植生高 2 m 未満) と立木密度 (スギ)

植被率	林分数	平均立木密度 (範囲)	標準偏差
0	3	2222.0 (1466~3000)	767.2
10	3	2377.3 (1800~2866)	538.5
20	3	1844.0 (1466~2466)	542.8
30	1	1200.0 (-)	-
40	1	1200.0 (-)	-
50	1	1533.0 (-)	-
60	1	933.0 (-)	-
90	1	1333.0 (-)	-
100	1	1333.0 (-)	-

表-14 植被率 (植生高 2 m 未満) と立木密度 (ヒノキ)

植被率	林分数	平均立木密度 (範囲)	標準偏差
0	8	2991.1 (2266~3266)	333.3
10	19	2403.1 (1600~3666)	496.1
20	12	2427.4 (1400~3600)	741.0
30	9	2036.8 (1400~2600)	524.1
40	7	2152.0 (1600~2800)	477.3
50	2	2200.0 (1200~3200)	1414.2
60	10	2153.0 (1333~3133)	544.4
70	3	1911.0 (1400~2733)	718.9
80	5	2173.0 (1866~2533)	281.4

(11) 植被率 (植生高 2 m 未満) と収量比数

スギの場合, 収量比数の平均及び標準偏差 (範囲) は, 植被率0%では0.80±0.16 (0.62~0.92), 20%では0.83±0.12 (0.69~0.91) (表-15), 同じくヒノキの場合, 植被率0%では0.81±0.08 (0.68~0.91), 50%では0.81±0.13 (0.72~0.90), 80%では0.75±0.06 (0.69~0.84) と (表-16), 植被率と収量比数との間には, 明確な関係はみられなかった。

表-15 植被率 (植生高 2 m 未満) と収量比数 (スギ)

植被率	林分数	平均収量比数 (範囲)	標準偏差
0	3	0.80 (0.62~0.92)	0.16
10	3	0.79 (0.76~0.85)	0.05
20	3	0.83 (0.69~0.91)	0.12
30	1	0.66 (-)	-
40	1	0.66 (-)	-
50	1	0.89 (-)	-
60	1	0.81 (-)	-
90	1	0.87 (-)	-
100	1	0.66 (-)	-

表-16 植被率 (植生高 2 m 未満) と収量比数 (ヒノキ)

植被率	林分数	平均収量比数 (範囲)	標準偏差
0	8	0.81 (0.68~0.91)	0.08
10	19	0.80 (0.39~0.98)	0.14
20	12	0.75 (0.51~0.87)	0.14
30	9	0.74 (0.57~0.87)	0.12
40	7	0.78 (0.63~0.88)	0.08
50	2	0.81 (0.72~0.90)	0.13
60	10	0.77 (0.58~0.89)	0.09
70	3	0.76 (0.46~0.97)	0.27
80	5	0.75 (0.69~0.84)	0.06

(12) 植被率 (植生高 2 m 未満) と平均傾斜度

スギの場合, 平均傾斜度の平均及び標準偏差 (範囲) は, 植被率0%では32.5° ±8.5 (9~40), 10%では31.6° ±8.9 (14~43) (表-17), 同じくヒノキの場合, 植被率0%では35.2° ±3.4 (30~40), 10%では32.2° ±8.4 (15~43), 70%では30.3° ±9.0 (20~36), 80%では28.6° ±15.1 (2~37) であり (表-18), 植被率と平均傾斜度との間には明確な関係は認められなかった。

表-17 植被率 (植生高 2 m 未満) と平均傾斜度 (スギ)

植被率	林分数	平均傾斜度 (範囲)	標準偏差
0	3	32.5 (9~40)	8.5
10	3	31.6 (14~43)	8.9
20	3	22.3 (0~39)	13.9
30	1	40.0 (-)	-
40	1	35.0 (-)	-
50	1	34.0 (-)	-
60	1	32.0 (-)	-
90	1	24.0 (-)	-
100	1	24.0 (-)	-

表-18 植被率（植生高2m未満）と平均傾斜度（ヒノキ）

植被率	林分数	平均傾斜度(範囲)	標準偏差
0	8	35.2 (30~40)	3.4
10	19	32.2 (15~43)	8.4
20	12	25.8 (0~39)	13.2
30	9	34.8 (25~44)	7.1
40	7	34.9 (20~43)	8.1
50	2	21.0 (12~30)	12.7
60	10	32.5 (10~45)	10.4
70	3	30.3 (20~36)	9.0
80	5	28.6 (2~37)	15.1

#### IV 考 察

間伐の必要性を林内の光条件、不良木の割合、立木密度、下層植生量等から総合的に判断した結果、間伐手遅れの林分は、スギで26.7%、ヒノキで45.3%、全体で42.2%であり、間伐が必要である林分を加えると、全体の約7割になった。また、その林齢は20年生から40年生までと広範であった。

作業道等既設路からの距離が0mの林分のうち、間伐が良好な林分は48.1%であったが、同じく10~50mでは23.1%、60~300mでは18.2%と、既設路からの距離が増すとその割合が低下するなど、間伐を推進する上での作業路の有効性が認められた。しかし、既設路からの距離が0mの林分であっても、5割以上が間伐が必要な林分であり、間伐推進の難しさが推察された。

立木密度や収量比数の値が低く、間伐が不要な林分（疎林分）でも枯枝が多いため、林内が暗く下層植生が貧弱な林分がみられた。光条件は下層植物群落の成育の第一要因（清野1990）であり、保育により林冠構造を変えて制御することが可能である（清野1988b）。林内の光条件は、間伐や枝打ちにより改善が可能であるが、疎林分は間伐よりむしろ、枝打ちによる林内の光条件の改善が適切と思われた。

土壌侵食の指標である浮根（「有」・「激」）は、スギ林の40.0%、ヒノキ林の69.3%、全体の64.4%に生じていた。

ヒノキ人工林における斜面傾斜度が土壌侵食（西山2003、及川1977）やAo層被覆率（清野1988a）に影響することが指摘されているが、今回の調査においても、浮根の形成には斜面傾斜度の影響が大きく、緩傾斜地における間伐手遅れ林で浮根が形成されなかったり、急傾斜地における間伐良好林で浮根が形成されるなどの例がみられた。従って、間伐の必要性は浮根の有無だけでなく総合的に判断する必要がある。

今回の調査はあくまで調査時点における立木密度、平均胸高直径などの林分の状況と下層植生、浮根等の林床状況を把握したにすぎない。立木密度は直ちに改善されるが林床は間伐前までの期間に形成された状態であり、土柱、浮根が間伐後に変化した状況を観察したことになる。浮根などは短期間で消滅するとは考えにくく、立木密度や収量比数の値が低くても、浮根が「激」という林もいくつかみられた。

下層植生、浮根の状況等、間伐後の変化は、同じ間伐率でも立木密度、樹高、生枝高、斜面傾斜度、表土等の違いにより異なることが想像できるが、今後、今回のような調査結果

をより正確な判断材料として使用するためには、同一林分において、それらの変化を長期間、継続調査することが必要であると思われる。

#### V お わ り に

県下の要間伐林分について、3年間県北部を中心に90林分を調査したが、約4割が間伐手遅れであり、必要および手遅れの林分は7割を超えていた。ヒノキ林の林地保全にとって下層植生の役割は大きく（赤井1981、井上ら1987）、下層群落の植被率、種数などの挙動には光条件が最も有効（清野1990）という報告のとおり、間伐は枝打ちとともに優良な森林を形成する上で不可欠な施業である。さらに、傾斜の急な林地においては、なお一層重要な施業である。間伐の必要性とその推進については、従来から幾度なく言われ続けてきたことではあるが、林業経営の長期に渡る低迷や不在村者の増加等により、解決しがたい問題となっている。しかしながら今後ともこれら問題に対処し、引き続き間伐を推進することは避けがたい課題であると思われる。

#### 引 用 文 献

赤井龍男（1977）：ヒノキ林の地力減退問題とその考え方、林業技術419：7-11。  
 赤井龍男・吉村健次郎・真鍋逸平・有光一登・相馬芳憲・杉浦孝三（1981）：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齢林分のリター・表層土の移動量—。日林論92：213-214。  
 井上輝一郎・岩川雄幸・吉田圭子（1987）：ヒノキ単純林における落葉および土砂の移動、林試研報343：171-186。  
 清野嘉之（1988a）：ヒノキ人工林のAo層被覆率に影響を及ぼす要因の解析。日林誌70：71-74。  
 清野嘉之（1988b）：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70：455-460。  
 清野嘉之（1990）：ヒノキ人工林における植物群落の動態と制御に関する研究、林試研報359：1-122。  
 西山嘉寛（2003）：岡山県におけるヒノキ人工林の表面侵食と表面流出の研究（Ⅱ）年侵食土砂量の予測。森林応用研究12-1：53-58。  
 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。  
 岡山県農林水産部林政課・治山課（2002）：平成14年度林務行政の概要：158。  
 岡山県農林水産部林政課（2001）：岡山県の森林資源  
 林野庁（1981）：スギ人工林林分密度管理図説明書—北近畿・中国地方—：84  
 —（1983）：ヒノキ人工林林分密度管理図説明書—北近畿・中国地方—：29



No.411

樹種	ヒノキ	林齢(年)	32
面積	1.32	立木密度(本/ha)	2,266
平均胸高直径(cm)	17	平均樹高(m)	13
収量比数(Ry)	0.80	植生高(2m未満)	20
浮根	激	落葉落枝堆積物	有
平均傾斜度(°)	32	既設路アクセス	70
間伐必要性	手遅れ		



同左林床部



No.409

樹種	ヒノキ	林齢(年)	34
面積	0.56	立木密度(本/ha)	2,600
平均胸高直径(cm)	16	平均樹高(m)	13
収量比数(Ry)	0.84	植生高(2m未満)	30
浮根	激	落葉落枝堆積物	無
平均傾斜度(°)	37	既設路アクセス	0
間伐必要性	手遅れ		



同左林床部





No.413

樹種	ヒノキ	林齢(年)	32
面積	0.63	立木密度(本/ha)	2,933
平均胸高直径(cm)	14	平均樹高(m)	13
収量比数(Ry)	0.87	植生高(2m未満)	20
浮根	有	落葉落枝堆積物	有
平均傾斜度(°)	32	既設路アクセス	20
間伐必要性	手遅れ		



同左林床部



No.415

樹種	ヒノキ	林齢(年)	22
面積	0.76	立木密度(本/ha)	1,666
平均胸高直径(cm)	17	平均樹高(m)	10
収量比数(Ry)	0.53	植生高(2m未満)	20
浮根	有	落葉落枝堆積物	無
平均傾斜度(°)	29	既設路アクセス	200
間伐必要性	必要		



同左林床部



No.404

樹種	ヒノキ	林齢(年)	21
面積	0.69	立木密度(本/ha)	2,666
平均胸高直径(cm)	14	平均樹高(m)	9
収量比数(Ry)	0.62	植生高(2m未満)	10
浮根	無	落葉落枝堆積物	有
平均傾斜度(°)	17	既設路アクセス	150
間伐必要性	必要		



同左林床部



No.307

樹種	ヒノキ	林齢(年)	29
面積	0.50	立木密度(本/ha)	2,000
平均胸高直径(cm)	19	平均樹高(m)	15
収量比数(Ry)	0.84	植生高(2m未満)	80
浮根	無	落葉落枝堆積物	有
平均傾斜度(°)	37	既設路アクセス	20
間伐必要性	良好		



同左林床部





No.420

樹種	ヒノキ	林齢(年)	36
面積	0.70	立木密度(本/ha)	1,200
平均胸高直径(cm)	23	平均樹高(m)	16
収量比数(Ry)	0.72	植生高(2m未満)	50
浮根	無	落葉落枝堆積物	有
平均傾斜度(°)	12	既設路アクセス	0
間伐必要性	良好		



同左林床部



No.410

樹種	スギ	林齢(年)	20
面積	0.55	立木密度(本/ha)	1,466
平均胸高直径(cm)	18	平均樹高(m)	13
収量比数(Ry)	0.62	植生高(2m未満)	0
浮根	有	落葉落枝堆積物	有
平均傾斜度(°)	30	既設路アクセス	70
間伐必要性	必要		



同左林床部