

林地保全を考慮した間伐率等の研究

石井 哲

Studies for the Thinning Rate Considering with Forest Conservation

Satoshi ISHII

要 旨

石井 哲：林地保全を考慮した間伐率等の研究 岡山県林試研報21：15 - 42 2005 林内からの土砂流出防止等林地の保全を目的とした間伐率を検討するため、間伐率（本数間伐率0～50%）の異なる県北部のヒノキ人工林（11～70年生）20調査区（間伐後3年以内）において、2002～2004年に下層植生量を調査した。5mの方形調査区内に1mメッシュの定点（36定点）を設定し、各定点における下層植生の高さの和（定点植生高和）及び植生の有無の割合（定点植被率）を3年間継続調査した。2002年と2004年の下層植生量を比較すると、間伐率0%の調査区の定点植生高和は、3年間で殆ど増加しないか減少する傾向にあり、林床植生も極めて乏しいまま推移した。間伐率10～29%の調査区の定点植生高和は、6調査区中3調査区が増加、1調査区がほぼ横ばい、2調査区が減少した。間伐率30～39%の5調査区は、間伐率34%以下の3調査区が横ばいか減少で、間伐率35%以上の2調査区は増加した。間伐率40%以上では全ての調査区で増加していた。これらのことから、間伐後3年以内に下層植生量を増加させるための目安として、本数間伐率で35%程度以上という結果が得られた。また、定点植生高和及び定点植被率の値が大きな調査区では、各定点における下層植生の最高点から地上までの接触点数が多いため、雨滴の緩衝作用が働き、林地の保全効果も高いと推察された。

キーワード：林地保全，間伐率，下層植生，定点植生高和，定点植被率

はじめに

森林は、木材生産とともに土砂流出防止や地球温暖化防止等の公益的機能も有している。しかし、木材価格の下落や林業労働力の高齢化など、全国的に林業・木材産業が長期に渡り低迷する中、間伐による過密森林の解消等、森林をいかに健全な状態に整備していくかが課題となっている（林野庁 2004）。岡山県においても県北部の人工林（スギ15か所、ヒノキ75か所）を調査した結果、間伐が手遅れもしくは手遅れではないが必要と認められた調査地はスギ、ヒノキ合計で7割に達し、林内の土砂流出の指標の一つである浮根も6割以上の調査地で確認されている（石井、中島 2003）。

一般に除間伐が遅れると林内の光環境の悪化とともに下層植生が減少し裸地化する。下層植生と林内からの土砂流出の関係については多くの研究事例があり、間伐により下層植生を増大させることは、土砂流出を防ぎ、林地の保全においても有効であることが明らかにされている（赤井ら 1981；入田ら 2001）。岡山県内の調査でも、県北部のヒノキ人工林（19～42年生）21か所において年侵食土砂量を調査した結果、保育区（間伐実施地）が2.

222 t / haだったのに対し、放置区（未間伐地）では約3倍の6.370 t / ha、さらに、植生地（植被率が30%以上）と無植生地（植被率が5%以下）の年侵食土砂量を比較すると、無植生地は植生地の5.1倍であった（西山 2003）。

このように林内からの土砂流出の防止には、下層植生の導入が有効かつ重要であるが、前述のとおり林業経営が悪化する中、間伐等の施業は敬遠され、間伐手遅れ林の増加と林地からの土砂流出が顕在化している。このような林地からの土砂流出を防ぐためには、間伐率を上げより強度の間伐を実施し、早期に下層植生の導入を図ることが有効と考えられる。また、強度の間伐は主伐までの間伐回数削減および育林経費の節減につながり、間伐への取り組みが容易になると予想される。これらのことから、主に林地の保全を考慮した間伐率を検討するため、間伐率と下層植生量の関係について、調査・研究を行った。

報告に先立ち、試験地を快く提供していただいた津山市加茂町の内田皓夫氏、広島県広島市の中国電力株式会社及び中国企業株式会社、岡山市の服部興業株式会社の

関係者の皆様方に厚くお礼を申し上げます。

材料と方法

1 試験地の設定

岡山県のヒノキ人工林は県北部に面積割合で82%が集中している（岡山県農林水産部林政課 2002）ことから、試験地を県北地域に設定した。間伐後3年以内の試験地を間伐区、4年以上経過した試験地を無間伐区とし、間伐率0%を3か所、10~19%を2か所、20~29%を4か所、30~39%を5か所、40~49%を5か所、50%を1か所、計20か所を設定した（図-1）。間伐方法は伐採株等により判断した。なお、施業歴等は所有者からの聞き取り調査によった（表-1）。

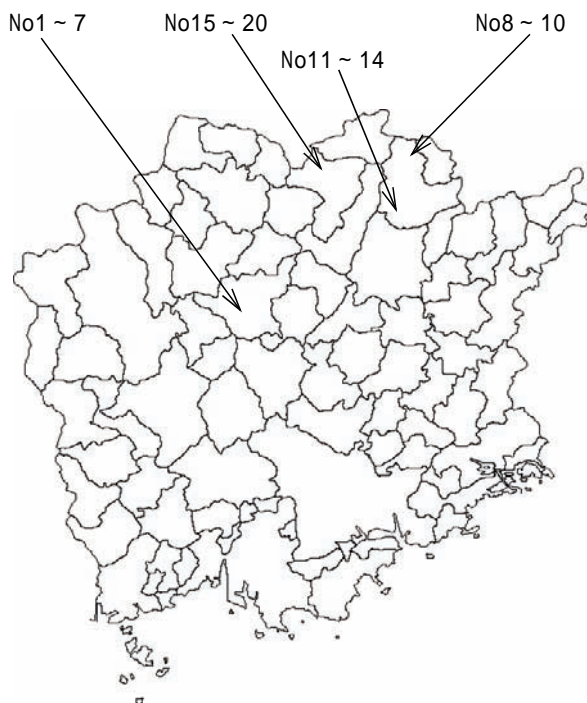


図-1 試験地番号及び位置（自治体の境界は02年4月現在）

表-1 各試験地における間伐率と施業歴

No	(単位:%、年生)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
間伐率	13	31	25	21	38	0	0	35	32	23	42	50	33	42	24	12	47	48	47	0
間伐1回	10	10	10	11	11	10	10	16	17	22	15	15	15	15	9	9	33	33		
間伐2回				16	16			21	22	27	20	20	19	19	17	17	68	67	67	
間伐3回								27	29	34	29	29				28	28			
枝打1回	10	10	10	10	10	10	10	16	17	22	7	7	7	7	12	12				
枝打2回				16	16			21	23	28	15	15	12	12	20	20				
枝打3回											20	20	17	17						
林齢	11	11	12	17	17	14	14	28	30	35	30	30	19	19	29	29	69	70	70	64

注1: 林齢は2002年現在

注2: 間伐率は直近の間伐における率

2 調査方法

(1) 林況調査

各試験地内に約60~380m²の標準地を設定し、標準地内の全立木の胸高直径、樹高、樹冠幅（各立木の中心から4方向）等を測定した（表-2）。試験地の標高、地形は森林計画図から求め、傾斜度、A₀層厚、土壌型、土柱、雨裂、浮根については、試験地内の標準的な場所を調査した。調査は2002年6~7月に行った。

間伐率及び立木密度は、標準地内における立木位置、伐採木位置及び区域をパーテックス及び測量コンパスで測定し、算出した。収量比数（R_y）は、標準地内全立木の平均樹高及び立木密度を用い、北近畿・中国地方ヒノキ調査区密度管理図（林野庁 1983）を基に算出した。

試験地の相対照度については、照度計を用いて標準地内の36~50点を測定し平均した。試験地No1~3については2003年8月23日、No4~14については2002年8月1日~8月19日、No15~17については2003年8月13日、No18~20については2002年7月25日に調査した。

(2) 下層植生

下層植生量の調査方法については、目視による植被率の調査や乾燥重量の測定による方法が一般的である。しかし、植物の分布量について、目視による優先度や被度の把握は個人差が大きい（星野 1999）ことが指摘されている。さらに、目線より高い植生がある場合は一層判定が困難になる。また、乾燥重量による方法では、下層植生を刈り払うため、同一地点での継続調査は不可能である。そこで、今回は、同一調査区の下層植生量を継続的に把握する方法として、次に示す定点調査を実施した。

標準地内に5m方形の調査区を設定し、調査区内に1mメッシュの定点(36定点)を定めた。各定点に測量用ポール(長さ2m, 直径3cm)を垂直に設置し、そのポールに接触する最高点の植物の種及び高さを調査した。下層植生量の評価指標として、定点植生高和(36定点における植生高の和, 単位:cm)及び定点植被率(36定点における植生が存在する点の率, 単位:%)を定めた。

経過年毎の下層植生量の変化は夏期を基準とし、それぞれ2002年8月、2003年7月、2004年7月(以下、02年、03年、04年という)における値を比較した。また、月毎の植生量の変化を把握するため、2004年に植生量の変化が顕著な春~夏期の4月から7月までの毎月及び夏~冬期の9月、12月に調査した。夏期から冬期における連続的な下層植生の変化については、2004年11月にNo11~17の7か所を調査した。さらに調査方法について検討するため、2004年10月にNo3,6,15,17の4調査区において121定点(50cmメッシュ)による調査および目視による植被率を調査した。また、各定点における植生の重なり状況と定点植生高和及び定点植被率との関係を明らかにするため、03年に各定点における地上から最高点までの植生の全接触種及び接触点数を調査した。

表-2 試験地の概要

試験地番号	地域	標高 (m)	斜面方位	平均傾斜度 (°)	林齢 (年)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	平均生枝下高 (m)	間伐率 (%)	間伐後立木密度 (本/ha)	胸高断面積合計 (m ² /ha)	収量比数	平均樹冠直径 (m)	樹冠投影面積合計 (m ² /ha)	平均相対照度 (%)	Ao層厚	土壤型	土柱	雨裂	浮根	地形	間伐方法(根株等から推定)
1	落合	280	NW	22	11	10.3	7.3	3.8	13	2,500	21.6	0.47	3.0	17,660	5.0	極薄	BE	有	無	有	狭小谷部	定性・下層
2		280	NE	30	11	9.0	6.9	3.6	31	2,220	14.5	0.40	3.0	15,650	2.0	極薄	BF	有	無	有	狭小谷部	定性・下層
3		400	NE	32	12	8.7	6.8	3.2	25	2,300	14.0	0.40	3.2	18,510	15.0	薄	BC	無	無	無	尾根下部	定性・下層
4		360	W	28	17	13.8	9.6	5.9	21	1,990	30.3	0.56	3.1	15,000	6.0	極薄	BE	有	無	無	谷部	定性・下層
5		420	NW	34	17	11.5	8.4	4.9	38	1,940	20.4	0.47	3.0	13,690	32.0	薄	BA	無	無	有	尾根部	定性・下層
6		370	W	32	14	11.9	8.0	4.1	0	2,560	29.7	0.53	2.4	11,560	3.2	極薄	BF	有	無	無	谷部	-
7		380	W	32	14	11.2	7.0	3.9	0	3,190	33.4	0.52	2.3	13,270	0.8	極薄	BE	有	無	無	中腹平部	-
8	加茂	860	NW	38	28	15.1	9.3	3.6	35	1,270	23.0	0.41	3.4	11,540	13.0	薄	BA	無	無	無	尾根部	定性・下層
9		680	S	28	30	16.5	10.3	4.0	32	1,260	27.4	0.46	3.6	12,820	23.0	薄	Bd	無	無	無	中腹平部	定性・下層
10		840	NW	39	35	14.9	9.9	4.0	23	1,800	32.0	0.55	3.6	18,330	36.0	薄	BA	無	無	無	尾根部	定性・下層
11		530	S	34	30	19.9	15.7	7.7	42	870	27.3	0.61	4.1	11,460	34.0	有	Bd	有	無	少	中腹凹部	定性・上層
12		530	E	35	30	20.0	17.0	6.8	50	940	28.4	0.68	4.4	14,250	37.3	有	Bd	無	無	無	中腹凹部	定性・上層
13		520	NE	24	19	14.9	11.0	4.0	33	1,630	29.3	0.59	3.6	16,610	10.0	有	Bd	無	無	無	中腹凹部	定性・下層
14		530	NE	30	19	10.0	9.0	3.7	42	1,710	13.8	0.48	3.3	14,650	52.7	有	Bd	無	無	無	尾根下部	定性・下層
15	奥津	810	NE	21	29	17.1	11.0	3.8	24	1,080	25.0	0.46	3.8	12,250	7.0	有	Bd	無	無	無	中腹平部	定性・下層
16		830	NNE	39	29	15.7	11.0	3.7	12	1,710	33.8	0.60	3.4	15,480	5.0	有	BE	無	無	無	尾根下部	定性・下層
17		860	SE	38	69	24.0	17.0	10.0	47	850	39.4	0.65	3.9	10,160	30.0	有	Bd	無	無	無	尾根凹部	定性・上層
18		850	NE	37	70	27.5	18.8	4.9	48	560	34.2	0.58	3.1	4,250	42.0	有	Bd	有	無	有	中腹平部	定性・上層
19		860	SW	22	70	28.1	21.0	12.8	47	510	33.1	0.62	3.4	4,660	48.0	有	Bd	無	無	無	尾根部	定性・上層
20		910	S	38	64	22.1	15.0	7.2	0	1,810	75.5	0.81	4.9	34,180	3.2	極薄	Bb	有	無	無	中腹平部	-

注:胸高断面積合計は平均値からでなく、試験地内の全立木の値から算出

(3) 各種要因と定点植生高和の関係

定点植生高和の増加量と間伐率、平均胸高直径等各種要因との関係を検討するため、総当たり法により各因子を組み替え、重回帰分析を行った。

結果

1 定点調査法の検討

(1) 定点数

4調査区について、36点調査と121点調査の平均植生高を比較すると、いずれも36点調査より121点調査の方が低い値となっており、その差は1.9~19.7cmであった(図-2)。一方、定点植被率については大きな差はみられず、その差は2.0~9.3ポイントであった(図-3)。目視による植被率は、観察する位置や観察者により若干幅がみられたが、間伐率23%以外はいずれも定点植被率が目視による植被率よりも高かった(図-3)。下層植生の位置、高さについて、各植生高模式図を比較したところ、ほぼ同様の林分構造を示しているとみられた(図-4)。各定点における下層植生の接触種数を比較すると、無間伐林分では調査区全体に下層植生がなくその差はみられなかったが、間伐林分では36点より121点の方がいずれも多く、種数にして約2~7割多かった。調査区内全出現種については、さらに倍以上増加するものもみられたが、これらの5~8割は低木類で、高木類でも樹高の低い稚樹等が多かった(表-3)。

(2) 定点植生高および植被率の季節変化

個々の植物は種としての植物季節を持つと同時に、成長段階や立地の相違により異なった植物季節を発現する(星野 1999)ことが知られている。県北部は県南部に比べ、落葉木本類が多く季節毎の変化量は多い。各調査区における2004年4~12月の下層植生の変化量は次のとおりであった。

1) 間伐率0% (無間伐)

定点植生高和は、04年4月で0~187cmと3調査区ともなかった。年間を通じて殆ど増減がなく、最高でも7月の473cmにとどまった(図-5)。

定点植被率は、4月に0%及び2.8%の調査区が6月以降、草本類の若干の伸長に伴い増加したが、増加の程度は少なく20~30%程度にとどまった(図-6)。

2) 間伐率10~29%

定点植生高和は、4月で143~1,640cmであったが、9月時点では435~3,516cmとその差は広がり、4月の値が大きいほど増加量も大きかった(図-5)。

定点植被率は、4月時点で2調査区が80%以上であったが、1調査区のみが80%以上を維持し、他の1調査区は12月に56%まで減少していた(図-6)。

3) 間伐率30~39%

定点植生高和は、4月時点で38~3,120cmと3,000cmを超える差があったが、この差は夏期になるとさらに広がり6,000cmを超えていた。7月には、調査区中最高値となる6,334cmを記録した調査区もみられたが、この時点で最小調査区は179cmであり、35倍以上の差となった(図-5)。

定点植被率は、4月では80%以上が3調査区、40%未満が2調査区と2分していた。80%以上の3調査区の内、2調査区は4~12月も概ね80%以上で推移していたが、1調査区は12月に56%にまで減少していた(図-6)。

4) 間伐率40~50%

定点植生高和は、4月時点で188~2,113cmであったが、他の区分と同様に4月での値が大きい調査区ほど、夏期の増加量も多いという傾向を示していた(図-5)。

定点植被率は、4月時点で30%台が2調査区あったが、夏期には全て60%以上となり、9月には全調査区中2調査区が100%に達していた(図-6)。

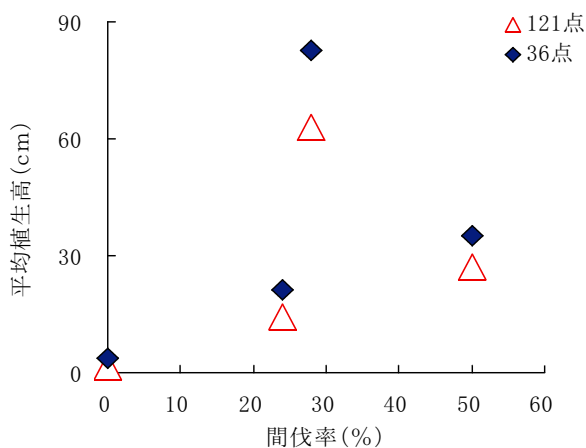


図-2 間伐率・調査点数別平均植生高

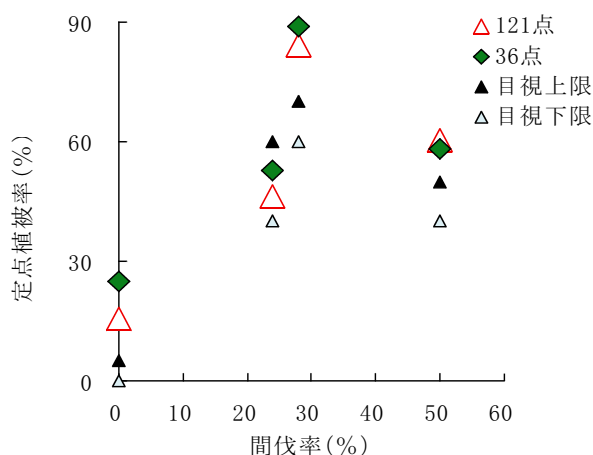


図-3 間伐率・調査点数別定点植被率

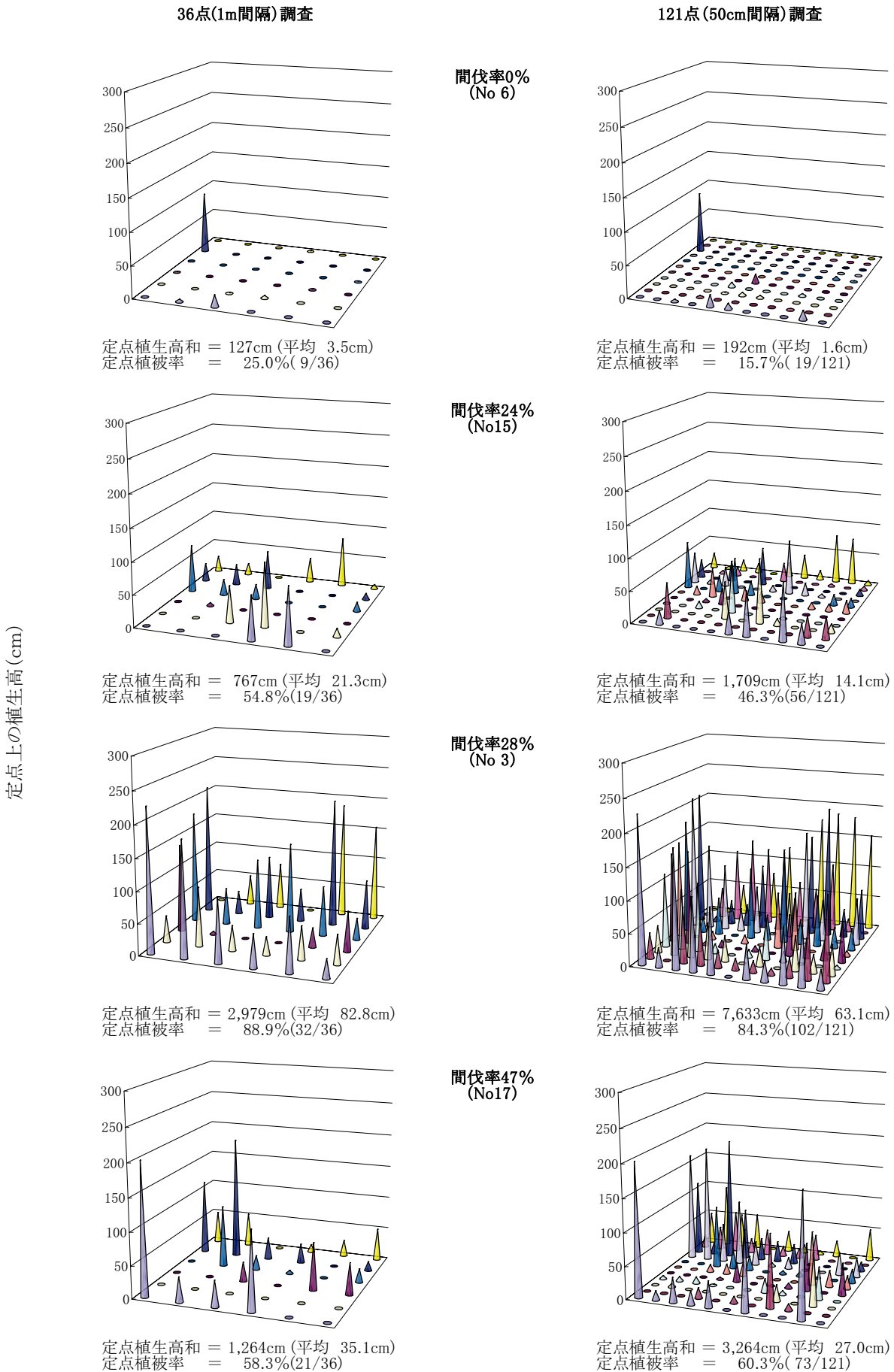


図-4 調査点数別定点植生高和模式図 (04年10月)

表一3 4調査地における定点調査数別植生接触点数および主な植生種

区分	間伐率 35% (No 3)				非接触出現種 (木本のみ)	間伐率 0% (No 6)				非接触出現種 (木本のみ)
	36点(木本9種)		121点(木本14種)			36点(木本0種)		121点(木本0種)		
	点数	種名	点数	種名		点数	種名	点数	種名	
常高	1	ソヨゴ [*]	2	スギ [*]						
落高			4	ソヨゴ [*]						
			1	イロハモミジ [*]	ヤマウルシ					
	4	ネムノキ	1	コシアブラ						
	1	ヤマザクラ	5	ネムノキ						
			2	ヤマザクラ						
常低	2	ヒサカキ	9	ヒサカキ	アオキ					
落低			1	イソノキ	ヒメコウゾ [*]					
			2	クマイチコ [*]	コマユミ					
	1	クロモジ [*]	1	クロモジ [*]	コアカソ					
	7	コガクウツキ [*]	33	コガクウツキ [*]						
	3	ナガハモミジ [*] イチゴ [*]	9	ナガハモミジ [*] イチゴ [*]						
	2	ハナイカダ [*]	2	ハナイカダ [*]						
	6	ムラサキシキブ [*]	15	ムラサキシキブ [*]						
ツル類	4		12			1	1			
草本類						4	14			
コケ類			2			4	4			
シダ類	1		1							
ササ類										
計	27		102			9	19			

区分	間伐率 24% (No 15)				非接触出現種 (木本のみ)	間伐率 47% (No 17)				非接触出現種 (木本のみ)
	36点(木本6種)		121点(木本7種)			36点(木本7種)		121点(木本12種)		
	点数	種名	点数	種名		点数	種名	点数	種名	
常高	1	モミ	1	モミ	ヒノキ					ヒノキ
落高	2	ヤマウルシ	3	ヤマウルシ	アオハダ [*]	2	アオハダ [*]	5	アオハダ [*]	コミネカエテ [*]
			3	リュウブ [*]	エゴノキ	1	コシアブラ	3	コシアブラ	タムシハ [*]
					タムシハ [*]	1	コハウチワカエテ [*]	2	コハウチワカエテ [*]	ブナ
					2	ヤマウルシ	7	ヤマウルシ		
	1	リュウブ [*]	5	リュウブ [*]		1	リュウブ [*]	5	リュウブ [*]	
常低	2	イヌツゲ [*]	5	イヌツゲ [*]	イヌガヤ			1	イヌツゲ [*]	
	1	ヤブコウジ [*]	1	ヤブコウジ [*]	ミヤマシキミ			5	ヒメモチ	
								1	ミヤマシキミ	
落低	3	クロモジ [*]	7	クロモジ [*]	ナガハモミジ [*] イチゴ [*]	2	クロモジ [*]	6	クロモジ [*]	ウスギ [*] ヨウラク
	2	ムラサキシキブ [*]	2	ムラサキシキブ [*]	フユイチゴ [*]			2	ナガハモミジ [*] イチゴ [*]	オオカメノキ
								1	フユイチゴ [*]	キブシ
						1	マンサク	1	マンサク	クマイチコ [*]
										タラノキ
										タンナサワフタギ [*]
										ミヤマガマスミ
ツル類								1		
草本類	1		8			3		11		
コケ類										
シダ類	6		22			5		12		
ササ類	1		4			3		10		
計	19		56			21		73		

注：接触点数及び種数は04年10月、非接触出現種は04年6月に調査

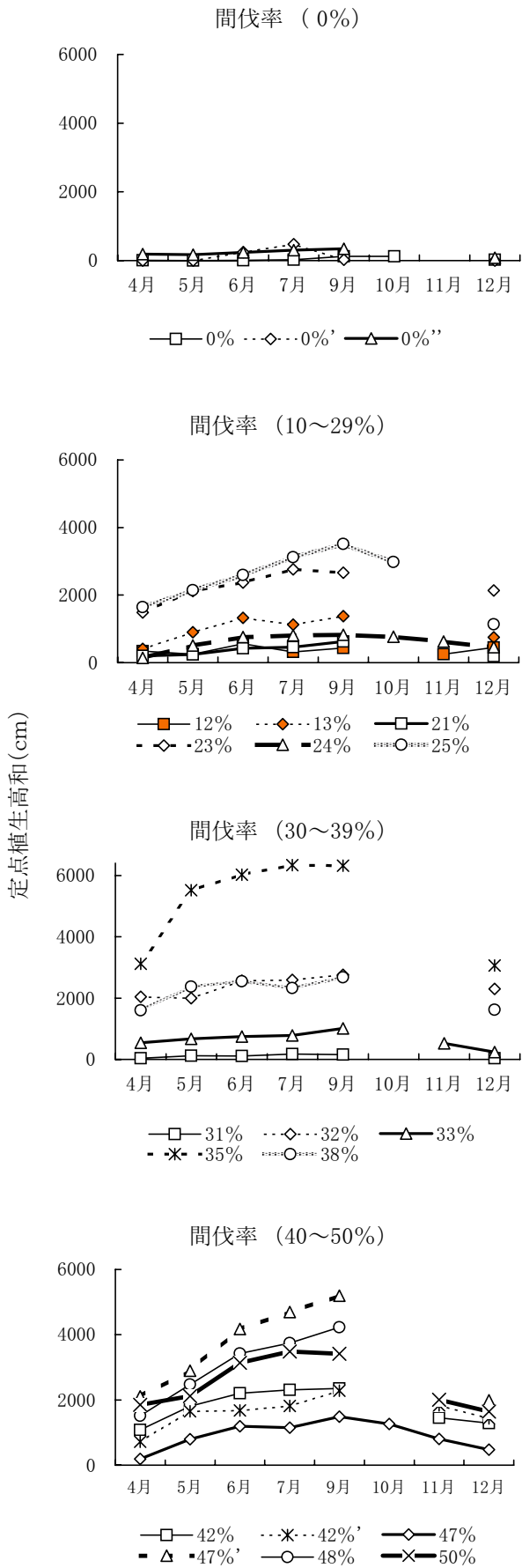


図-5 定点植生高和の季節変化

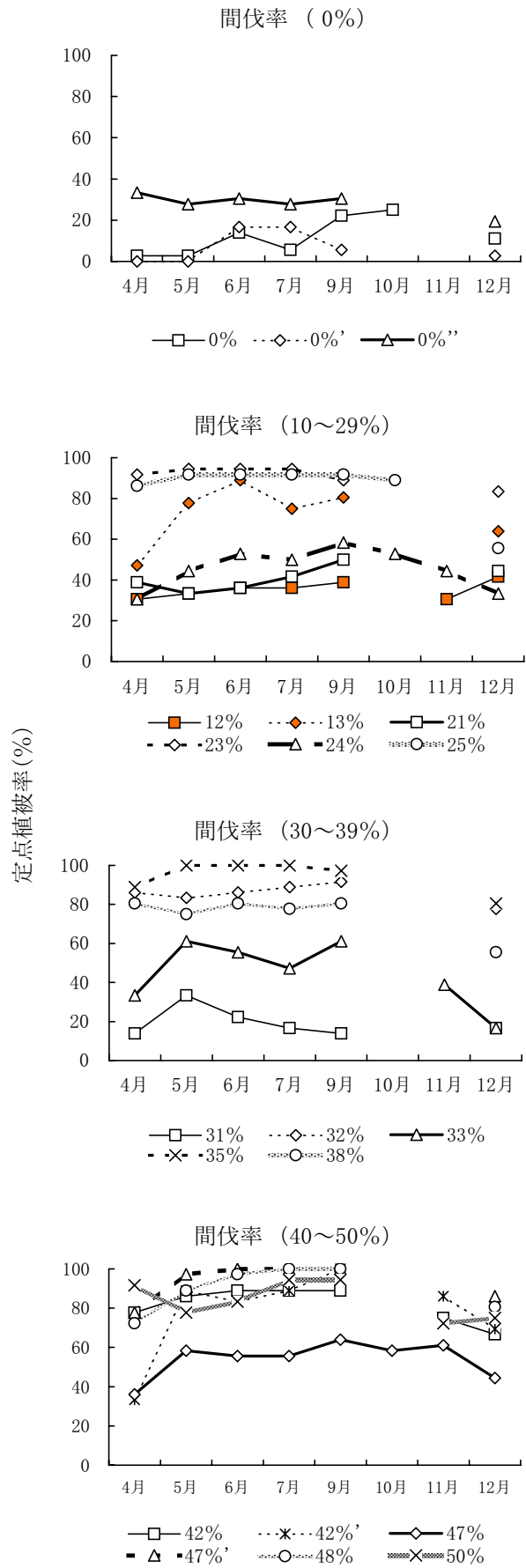


図-6 定点植被率の季節変化

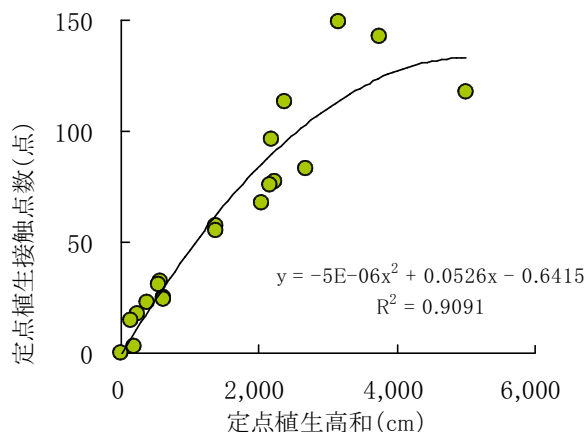


図 - 7 定点上の植生接触点数と定点植生高和
(2003年7月時点)

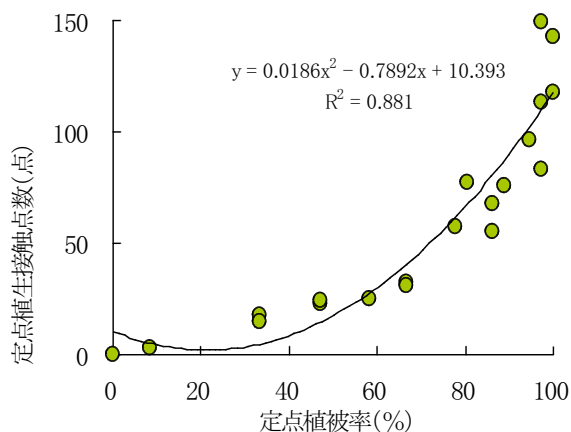


図 - 8 定点上の植生接触点数と定点植被率
(2003年7月時点)

(3) 定点上の全接触点数

03年の各定点における下層植生の地上から植生最高点までの全接触点数は、0～149点の範囲であった。定点植生高和と全接触点数の関係をみると、定点植生高和が1,000cm未満の場合、全接触点数は0～32点と50点未満であったが、定点植生高和が1,000cmを超えた場合、全接触点数は全て50点以上であるなど、定点植生高和と全接触点数との間には高い正の相関がみられた ($r^2 = 0.909$) (図 - 7)。定点植被率と全接触点数との関係においても同様に高い正の相関がみられた ($r^2 = 0.881$) (図 - 8)。

2 間伐率と下層植生の関係

(1) 定点植生高和および植被率の経年変化

1) 間伐率0% (無間伐)

定点植生高和は、03年は02年に比べ全ての調査区が減少し定点での植生が0cmになった調査区もみられた。04年時点で02年に比べ増加したのは1調査区のみであったが、増加量は13cmにすぎず04年の定点植生高和も28cmと極めて小さかった (図 - 9)。

定点植被率は、03年の時点では全ての調査区が02年より減少したが、04年では2調査区が03年よりも増加した。しかし、02年と比較すると、3調査区とも減少し、04年時点の定点植被率はいずれも30%未満と低く、表土の露出が顕著であった (図 - 10)。

2) 間伐率10～29%

定点植生高和は、03年は02年と比較し6調査区中5調査区が増加したが、04年は02年に比べ4調査区の増加で2年間の増加量は97～725cmと少なかった。02年に比べて04年の定点植生高和が減少したのは2調査区であったが、その主な原因は、定点上の草本・シダ類の減少によるものであった (図 - 9)。

定点植被率は、03年は02年に比べ2調査区が増加、他の4調査区は多少の増減があるものの、ほぼ横ばいであった。04年は02年に比べると、2調査区が増加、3調査区がほぼ横ばいであったが、02年に60%台の調査区は04年には30%台とほぼ半減していた (図 - 10)。

3) 間伐率30～39%

定点植生高和は、03年は02年に比べ1調査区のみが増加し、他の4調査区は減少が横ばいであった。04年は02年に比べ、2調査区が約1,000cm増加したが、他の4調査区はほぼ横ばいか減少であった。間伐率31%及び33%の2調査区は、02年の定点植生高和が1,000cm未満で、03年、04年とも殆ど変化はなく下層植生は乏しいままであった。間伐率31%の調査区の立木密度は、間伐後においても2,220本/haと高く、さらに狭小谷部でもあったため相対照度は2.0%と低かった。間伐率33%の調査区も同じく谷部であり、相対照度も10.0%と低かった (図 - 9)。

定点植被率は、02年に70%以上の3調査区は3年間とも70%以上であったが、02年に60%台の調査区は04年には40%台となり、同じく10%台の調査区は04年も10%台と少ないまま推移した (図 - 10)。

4) 間伐率40～50%

定点植生高和は、03年は02年に比べ6調査区中5調査区が増加した。04年も03年と同様、02年より全ての調査区で増加しており、下層植生の着実な増加が認められた。増加量も02年からの2年間で、1調査区当たり平均1,300 (374～1,917) cmと大幅に増加していた (図 - 9)。

定点植被率は、02年時点で6調査区中5調査区が80%を超えており、当初から高い値を示していた。これら5調査区は03、04年とも80%以上であり、下層植生による安定的な林床の被覆が維持されていた。一方、02年に50%台の調査区は03年に一時的に60%台へ増加したが、04年は再度50%台に減少していた (図 - 10)。

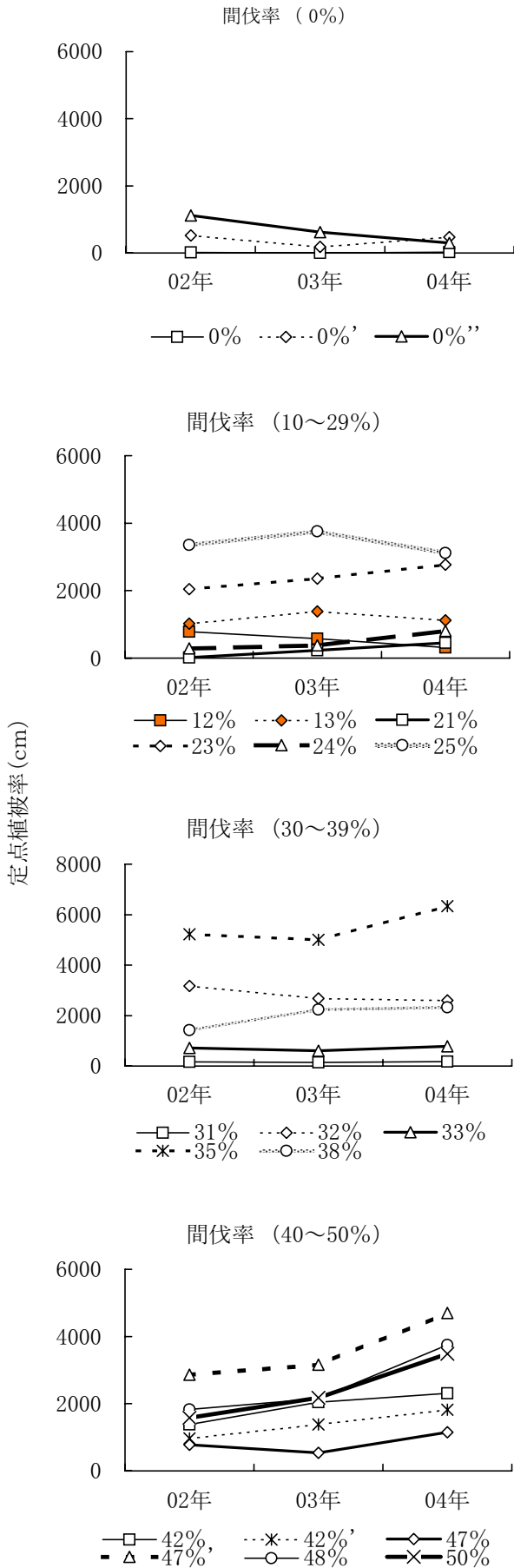


図-9 定点植生高和の経年変化

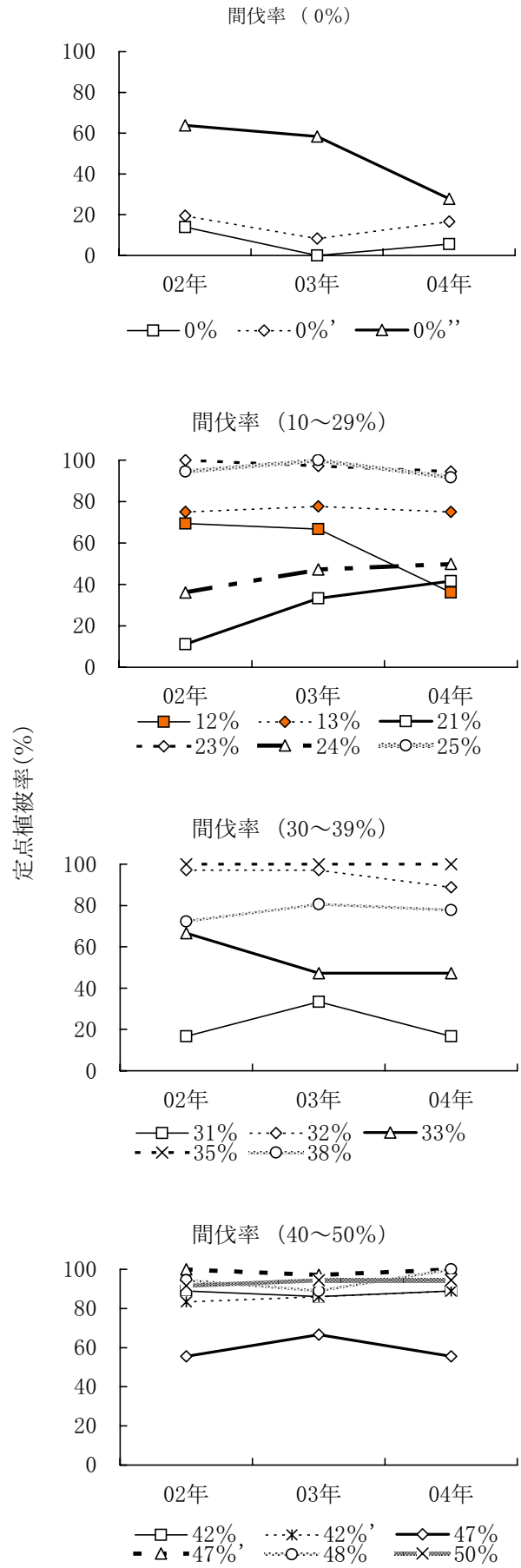


図-10 定点植被率の経年変化

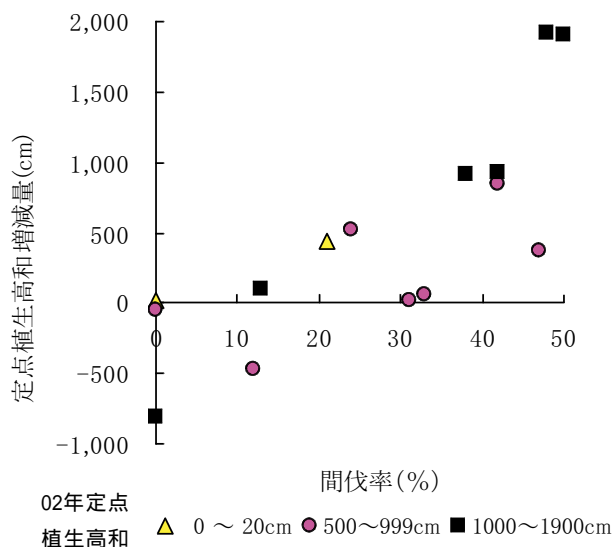


図 - 11 定点植生高和初期値別定点植生高和増減量
(02～04年の2年間の増減量)

5) 定点植生高和初期値別定点植生高和増減量
今回の調査区では、過去の間伐等の施業の影響により02年の調査開始時点でかなりの下層植生が繁茂している林分もみられた。これら調査区を、02年の定点植生高和の値が近似している調査区について、0～20cm(2調査区)、500～999cm(7調査区)、1,000～1,900cm(6調査区)の範囲に区分し、それぞれ間伐率別に02年から04年における定点植生高和増減量を比較した。02年の定点植生高和が0～20cmの場合、間伐率が0%では定点植生高和増加量は13cmであったが、間伐率が21%では437cmと増加していた。500～999cmでは、間伐率31%及び33%の増加量が間伐率24%の増加量より少なかった。しかし、間伐率の低い0%及び12%の定点植生高和が減少した一方で、間伐率40%以上では増加するなど、間伐率の増加とともに定点植生高和も増加するという傾向がみられた。同じく1,000～1,900cmの範囲においても、間伐率20%以下では減少もしくは僅かの増加であったが、間伐率が上がるにつれ、定点植生高和の増加量が増える等、いずれの範囲においても、間伐率の増加とともに定点植生高和も増加するという傾向がみられた(図-11)。

6) 間伐率別定点植生高和増減量と増減率
間伐率別に下層植生量を定点植生高和の増減量と増減率を併せて比較すると、間伐率0%では1調査区は増加率87%と大きかったが、増加量は13cmにすぎなかった。他の2調査区は、増加量、増加率とも減少していた。間伐率10～19%では、1調査区のみが97cm増加したが、増加

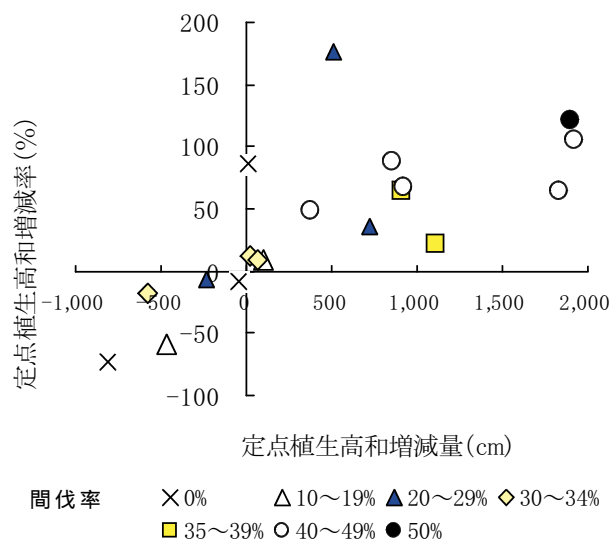


図 - 12 間伐率別定点植生高和増減量と増減率
(02～04年の2年間の増減量)

ただし、間伐率21%は定点植生高和増加率が2,428% (同増加量437cm)と突出しており図示していない。

率は9%と低かった。間伐率が20～29%では、半数が増加量500cm以上で、かつ増加率3割以上であったが、1調査区では減少し、確実に増加するとは限らなかった。間伐率30～39%では、34%まではいずれも増加量、増加率とも低いが、間伐率35%以上だと、全て増加量が700cmを超え、増加率も21%及び64%であった。間伐率40%以上では、全ての調査区で増加量300cm以上、増加率48%以上であった(図-12)。5)の結果と合わせ、今回、調査開始から2年以内に下層植生が着実に増加したのは、本数間伐率で概ね35%以上の場合であった。

(2) 各定点上の植生種の推移(夏期を基準)

1) 間伐率0%

全ての調査区で04年の植生種数は02年よりも減少しており、木本類が全くない調査区も1か所みられた。出現した定点上の木本類は、常緑高木ではヤブツバキの1種のみで、落葉木本(クロモジ, リョウブ, イヌガヤ, ヒメモチ, ジャケツイバラ)をあわせても6種のみであった。いずれも樹高が低く成長も殆どみられなかったため、下層植生量の増加は期待できないと思われた(図-13-1)。

2) 間伐率10～19%

間伐率0%と同様、調査区全体に高木種が少なかった。間伐率12%の調査区は木本(タムシバ, ヤマウルシ等)、草本, ササ類(チシマザサ)を問わず定点上の植生は減少した。間伐率13%の調査区は谷沿いで、シダ類(シシガシラ, イワガネソウ等)の割合が多く、2年目に落葉

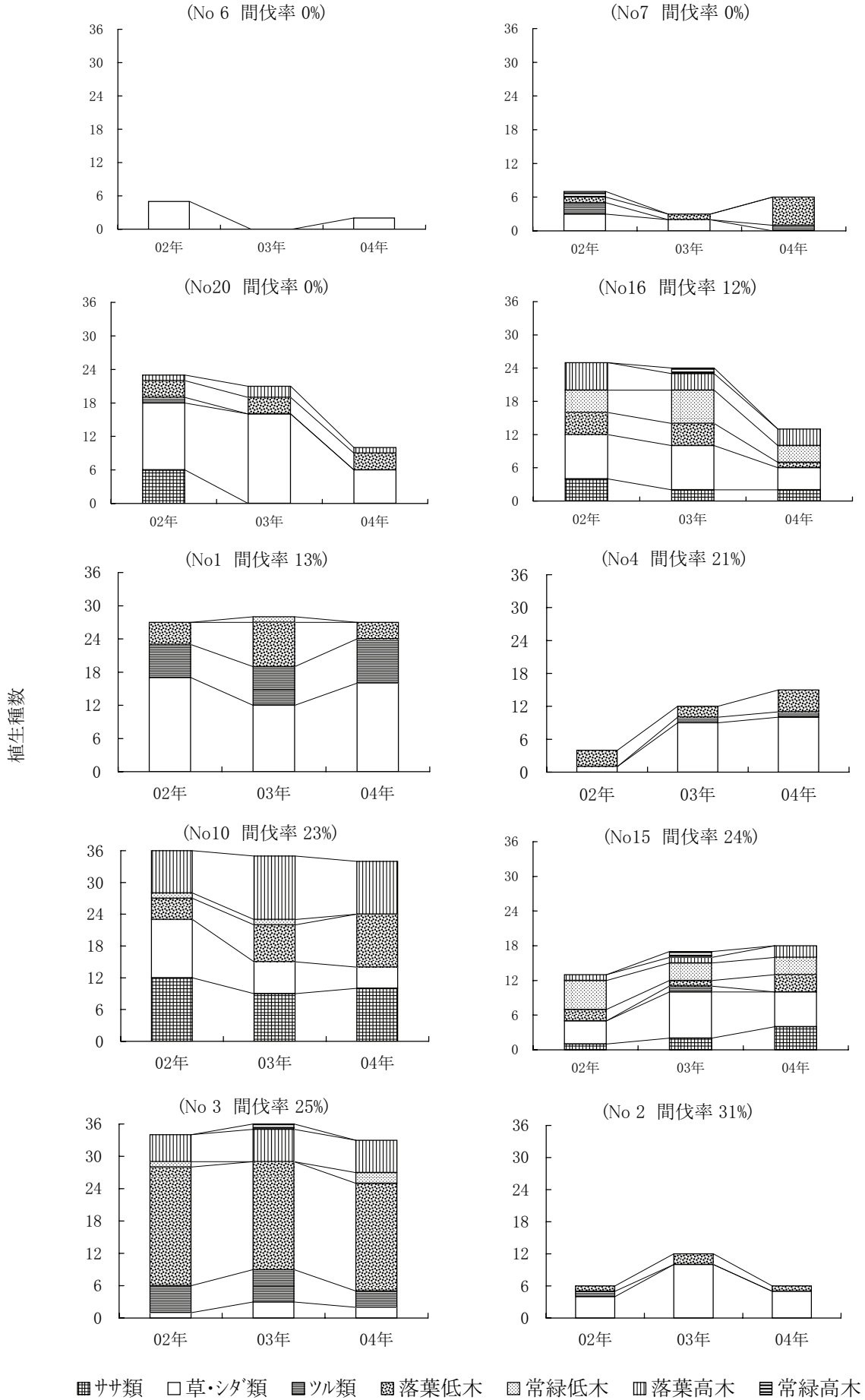


図-13-1 間伐率別植生種の推移(1)

低木（コアカソ，コクサギ）や常緑低木（イヌガヤ，ムラサキマユミ等）が増えたが，3年目には再び林床上部をシダ類が占めた。ツル類（マタタビ，サルトリイバラ等）は02年から増加傾向で推移し，04年では約3割を占めた（図 - 13-1）。

3) 間伐率20～29%

4調査区中2調査区で落葉木本類が5割を超えていた。間伐率23%の調査区は，落葉高木（コハクウンボク，ヤマウルシ等）や落葉低木（クロモジ，アクシバ）が増加し，これらが草本・シダ類及びササ類（チシマザサ）に替わり林床上部に出現していた。間伐率25%の調査区は尾根部に位置し，常に落葉低木（コガクウツギ，ムラサキシキブ等）が50%を超えていた。一方，木本類の少ない間伐率21%の調査区は，谷部に位置しシダ類（ヤマソテツ，イノデ等）が増加傾向にあった（図 - 13-1）。

4) 間伐率30～39%

各調査区でそれぞれ特徴があり，多様な構成がみられた。間伐率38%の調査区は尾根部であったが，全調査区中唯一，常緑高木（アラカシ）が20%を超えており，調査期間中もその割合が増加していた。間伐率32%の調査区は，02年時点でササ類（全てチシマザサ）が30か所（86%）を占めた。04年には24か所（75%）と僅かに木本類（エゴノキ，リョウブ等）に替わったものの依然高率で推移し，木本類等はチシマザサの被陰下で少ないながらも生育していた。間伐率31%の調査区は，谷部で光環境が良好でなく，定点上の植生はシダ類（ヤマソテツ，イワガネソウ等）が主体で，その後も木本類が増加することはなかった。同じ定点上で落葉低木のウツギがヒメコウゾを上回るなど，種が変化することはあったが，定点上で木本類が2点以上になることはなかった。

このように間伐率が20～30%台と適正な施業が実施されていても，立木密度が高い調査区や地形的に狭隘谷部の調査区では，相対照度が低く植被率も低かった。定点上の植生も高木類はみられず，シダ類や草本類が主体で，下層植生量も増加することはなかった（図 - 13-1,2）。

5) 間伐率40～50%の調査区

02年と04年を比較すると，6調査区中3調査区で定点上の木本の割合が19～41ポイント増加し，木本類が下層植生の上部を占めるようになっていた。間伐率47%の調査区は，03年，04年と木本類が100%を占め，04年では落葉高木が75%を占めていた。樹種別でみると，コミネカエデが02年から04年にかけて，8か所，10か所，15か所と占有か所数を増やしていた。間伐率42%の調査区の常緑高木はヒノキ稚樹であったが，除伐しない場合，将来的に周囲の落葉高木（リョウブ，コシアブラ）や落葉低木（コバノガマズミ，ナガバモミジイチゴ）等の被陰下になることが予測され，通常の成長は期待できないと思われた（図 - 13-2）。

6) 02年定点植生高和別木本類割合

過去の間伐施業等により，02年時点で木本類が生育していたのは，全20調査区中19調査区であった。木本類の定点植被率が50%以上の調査区も6か所みられたが，これらの定点植生高和は殆どが1,000cm以上であった（図 - 14）。なお，木本類の割合が1割未満であるにもかかわらず，定点植生高和が3,000cm以上の調査区が1か所みられたが，これはササ類が8割を超す調査区であった。

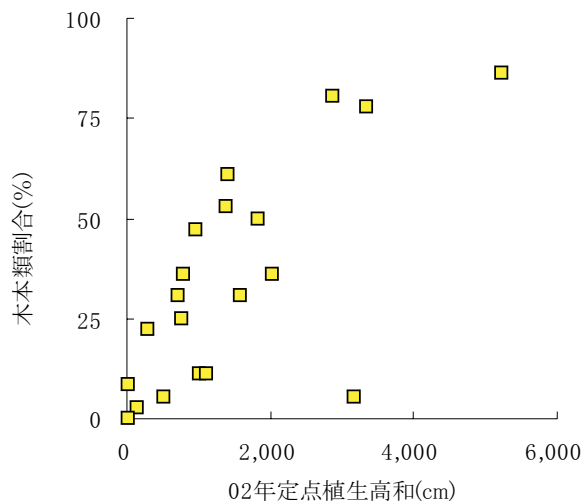


図 - 14 02年定点植生高和別木本類割合

(3) 各種要因と定点植生高和の関係

1) 相関関係

各因子間で比較的高い正の相関が認められたのは，平均樹高と平均胸高直径 ($r = 0.966, p < 0.05$)，平均胸高直径と林齢 ($r = 0.935, p < 0.05$) などであった。一方，比較的負の相関が認められたのは，間伐後立木密度と平均樹高 ($r = -0.839, p < 0.05$)，間伐後立木密度と平均胸高直径 ($r = -0.819, p < 0.05$) などであった（表 - 4）。

2因子を用いた場合，定点植生高和の増減に影響を及ぼす有意かつ最も寄与率の大きい組み合わせは，間伐率 × 樹冠投影面積合計の組み合わせであった ($r^2 = 0.610, p < 0.01$)。次に間伐率 × 相対照度の組み合わせの寄与率が大きかった ($r^2 = 0.593, p < 0.01$)。3因子を用いた場合は，間伐率 × 樹冠投影面積合計 × 相対照度の組み合わせが有意かつ最も寄与率が大きく ($r^2 = 0.669, p < 0.01$)，間伐率 × 平均樹高 × 平均樹冠直径の組み合わせが次に大きかった ($r^2 = 0.665, p < 0.01$)（表 - 5）。

2) 標準偏回帰係数

2因子及び3因子の最も寄与率の高い組み合わせにおける重回帰式において，標準偏回帰係数をみると，重回帰式1では間伐率が樹冠投影面積合計に比べて大きく，重回帰式2では，相対照度が間伐率や樹冠投影面積合計よりも大きかった（表 - 6）。

表 - 4 定点植生高和増減量と林分構造等との相関行列

要因	林齢	平均胸高直径	平均樹高	平均生枝下高	間伐率	間伐後立木密度	胸高断面積合計	収量比数	平均樹冠直径	樹冠投影面積合計	相対照度
平均胸高直径	0.935**	—									
平均樹高	0.875**	0.966**	—								
平均生枝下高	0.718**	0.758**	0.813**	—							
間伐率	0.352	0.439	0.549*	0.407	—						
間伐後立木密度	-0.711**	-0.819**	-0.839**	-0.576*	-0.775**	—					
胸高断面積合計	0.638**	0.565**	0.471*	0.414	-0.350	-0.131	—				
収量比数	0.646**	0.677**	0.707**	0.621**	-0.017	-0.344	0.840**	—			
平均樹冠直径	0.496*	0.519*	0.560*	0.401	0.278	-0.583**	0.533*	0.633**	—		
樹冠投影面積合計	-0.162	-0.309	-0.314	-0.239	-0.565**	0.443	0.487*	0.290	0.426	—	
相対照度	0.449*	0.458*	0.570**	0.448*	0.785**	-0.640**	-0.162	0.155	0.225	-0.446*	—
定点植生高和増減量(02-04年)	0.335	0.472*	0.563**	0.399	0.730**	-0.606**	-0.242	0.072	0.044	-0.641**	0.725**

注: **, * は、それぞれ 1%、5%水準で有意

表 - 5 重回帰分析結果

式	要因	重相関係数 r	決定係数 r^2	F 値	P
1		0.781	0.610	13.28**	0.00034
2		0.770	0.593	12.40**	0.00048
3		0.818	0.669	10.78**	0.00040
4		0.815	0.665	10.57**	0.00045

注) **: $p < 0.01$

平均樹高, 本数間伐率, 平均樹冠直径, 樹冠投影面積合計, 相対照度

表 - 6 重回帰式における定数及び偏回帰係数

定数・係数	重回帰式1 $Y=a+bX_1+cX_2$	重回帰式3 $Y=a+bX_1+cX_2+dX_3$
a	370.897	418.300
b	26.306 (0.541)	11.347 (0.233)
c	-0.044 (-0.335)	-0.044 (-0.333)
d	-	18.307 (0.393)

注) X_1 : 本数間伐率
 X_2 : 樹冠投影面積合計
 X_3 : 相対照度
 () 内は標準偏回帰係数

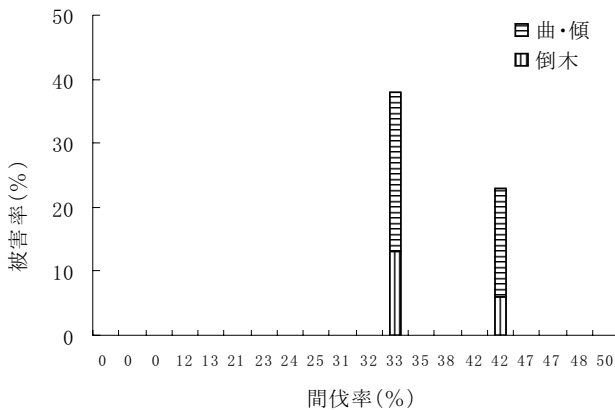


図 - 15 間伐率別風害被害率

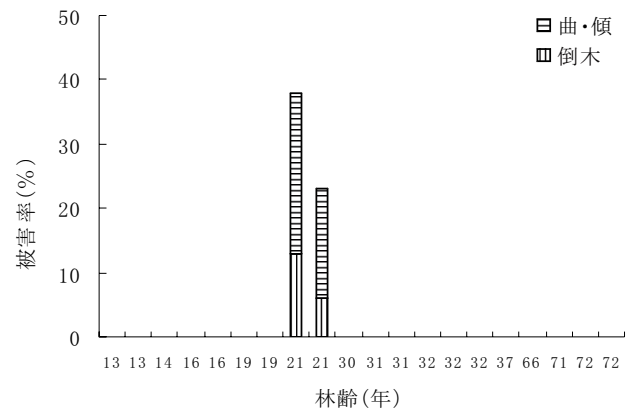


図 - 16 林齢別風害被害率 (林齢は04年現在)

(4) 間伐林に対する気象害（風害・雪害）

1) 風害

試験期間中の暴風は、2004年の台風第16, 18, 23号が特筆される。この台風により被害を受けた調査区は、間伐率33%（No.13, 被害率38%）及び間伐率42%（No.14, 被害率23%）のみであり（図 - 15）、この2調査区は、ほぼ隣接していた（図 - 1）。無間伐及び間伐率20%未満の弱度間伐区及び間伐率40~50%の強度間伐区では、被害はみられなかった。林齢別にみると、被害は林齢21年生のみで、高齢林の間伐（択伐）区（4調査区）等での被害はみられなかった（図 - 16）。

2) 雪害

岡山地方気象台津山特別地域観測所における今回の調査期間中の年・月別最大積雪深は、2003年12月に平年の5.7倍を記録（岡山地方気象台 2002~2005）した他は、概ね平年並みであった（図 - 17）。今回の調査では、県境近くの標高800mを超える多雪地帯の調査区も8か所含まれていたが、林冠がうっ閉した無間伐の林分をはじめ、全ての調査区で雪害はみられなかった。

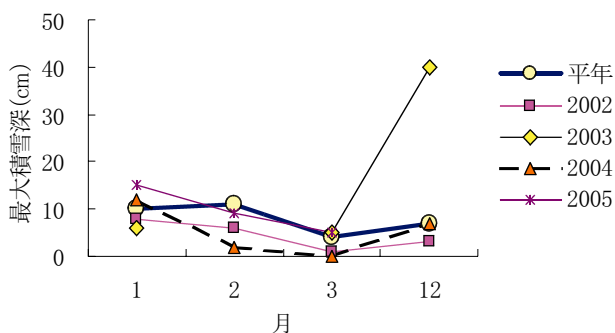


図 - 17 年・月別最大積雪深

考察

1) 植物の優占度や被度を表す場合、Braun-Blanquetの優占度階級がよく用いられる（星野 1999）。今回の定点を用いた下層植生の評価方法は、定点のみの調査であり全ての種が把握できないという欠点がある。しかし、下層植生を立体的に把握し、目視にたよらず客観的な数値で表現できるという長所もある。今後、調査目的にあわせ各方法を適宜組み合わせることも一つの方法と思われる。36点調査と121点調査を比較したところ、調査区内の調査種数は、36点調査より121点調査の方が種数にして約2~7割多かったことから、36点調査では調査区内の全植物種の把握が不十分という欠点がみられた。しかし、36点調査で把握できなかった種の約5~8割は低木類であり、また、殆どが近接定点の最高点より低かったため、下層植生の最上部を重視する定点植生高和への影響は少なかった。林内の下層植生の状況を把握するに

は、できるだけ多くの点を調査するのが適切であるが、今回の36点調査と121点調査の比較から、簡易的な36点調査でも実用性はあると思われた。

2) 各調査区の春~冬季における定点植生高和の年間の変化量をみると、4月の定点植生高和が500cm以下の9調査区中6調査区は、その差が500cm以下と小さかった。一方、4月の定点植生高和が1,000cm以上の9調査区における年間の差は、殆どが1,000cmを超えており、いずれも夏季が最大となっていた。植生調査は植物がおう盛に生育している初夏から秋に行う（星野 1999）のが一般的であるが、今回の定点法による年間の調査結果からも同様のことが言えると思われた。

なお、今回の調査区は県北部の落葉広葉樹が主体であったが、落葉期における植被率の減少は林地保全上、負の要因である。したがって、落葉期の降雨の場合、特にA₀層が薄い林分においては、表土流失に注意する必要がある。

3) 定点植生高和と各定点における接触点数に明らかな相関がみられたが、接触点数が多くなると、植生最高点から林地までの間に多くの植生が存在し、雨滴等の林地への直撃を緩和したり、それら複数の植生が雨滴を保持するなど、林地の保全機能をより高めることができる。今回、下層植生の林地保全に対する評価基準として定点植生高和を試用したが、これらのことから、定点植生高和が林地保全を評価する上で、一つの指標になりうると推察された。

4) 間伐率の異なるヒノキ人工林（20調査区）において3年間の下層植生量の変化を調査した結果、定性間伐（下層間伐）により間伐後3年以内に下層植生を増加させる場合の目安として、本数間伐率35%以上という結果が得られた。ただし、間伐前の立木密度が高い場合（3,000本/ha以上）や狭隘谷部等では、間伐率が30%を超えていても不十分な場合もあった。したがって、下層植生の増減を予測する場合は、間伐前の植生の状況や伐採する間伐木の大きさや林齢、伐採前の立木密度、地形等様々な要因を検討する必要がある。なお、これらはいくまでも20調査区における3年間での調査結果に基づくものである。間伐後4年以上経過するような場合、林分によっては枝の伸長により林内の光環境が悪化し、下層植生の衰退が予測されるので注意する必要がある。

5) No17~20の02年における林齢は、64~70年生とほぼ同様で木本類の定点植被率は、それぞれ25, 50, 81, 11%であった。間伐歴は、それぞれ1回, 2回, 2回, 0回で、No17は間伐後、半年ほどしか経過しておらず、間伐前の植生とほぼ同様であると思われた。これら調査区の定点植生高和は、間伐回数が2回の調査区では2,000cm前後でその後も増加し、0回では約1,000cmでその後も減少傾向で推移した。また、木本類の定点植被率は、間伐回

数が2回の調査区では50%以上であったが、0回では25%以下であった。これらのことから、間伐が木本類の侵入・成長に効果的であることが示された。

高齢林の間伐（択伐）については、林齢が40年生を超えた壮齢林では林分葉量が低下し下層植生が徐々に回復し、林床の被覆も回復する（長崎屋 2004）という報告がある。一方、40年生以上の林分では無手入れでも下層植物群落が発達するが、その発達速度は遅いので、発達の初期段階にある林分では間伐や枝打ちを施し、発達を促すことが望ましい（清野 1990）という報告もある。前述のとおり今回の調査では、無間伐の64年生の高齢林において、林内の相対照度が低く下層植生が未発達であった。したがって、高齢林の林床に下層植生を期待する場合、清野が指摘したように、間伐（択伐）及び枝打ちの実施が必要であることが再認識された。

6) 下層植生量と相関が高かった樹冠投影面積については、上層ヒノキの林冠が大きく開いている場所では、間伐4年後には下層植生の植物種、本数共に増加する傾向が得られた（辻野、川崎 2000）という報告がある。今回も重回帰式1が示すとおり、林冠すなわち樹冠投影面積合計が下層植生に与える影響は大きく、下層植生の増加を図る場合、林冠の疎開を考慮した間伐や枝打ちを行うことが効果的であると思われた。

同じく下層植生量と相関の高かった相対照度については、下層群落の植被率や葉の生産量、種数などの挙動には光条件が最も効果的である（清野 1990）とする一方、林分によっては間伐後の相対照度と下層植生量に関係がみられない（竹内ら 1989）という報告もある。今回の調査では、重回帰式3に示すように、林齢等10因子の中では間伐率、樹冠投影面積合計及び相対照度という3因子が下層植生量に大きな影響を与えていた。しかしながら、林冠疎開によって成長は促されるが若齢林ではうっ閉が早いと効果が少ない（清野 1990）という報告があるように、これらの関係については林齢等他の因子も含め検討する必要があると思われた。

7) 森林の公益的機能を発揮させるためには、針葉樹人工林内に下層植生を繁茂させることが重要である。しかし、下層植生量が増大しすぎると、収入間伐、択伐あるいは皆伐時にそれら植生の伐採・整理が必要となり、素材生産経費の増加を招くことになる。外材や他県材と競合する県産材の需要拡大を考慮した場合、これらのことは負の要因となる。したがって、林業経営を主体とする林分では、下層植生がある程度繁茂してきたら、林地の保全効果を損なわない程度に除伐することも必要であると思われる。一方、公益的機能が優先される林地においては、防災、水源かん養など公益性の高い森林造成を目的に、針広混交林化等多様な森林の育成を検討する必要があると思われた。

8) 間伐と風害との関係については、強度の間伐や択伐を行った直後の林は耐風性が低下し暴風に弱い（櫻山ら 1974）、間伐直後の林分は被害を受けやすく、間伐後6年以上経過し密度の高い林分は耐風性の低下がうかがえる（米丸 1998）という報告がある。今回の20調査区中、台風被害地は2調査区のみと少なかった。その要因として、大きな台風は2004年秋期に集中しており、間伐直後ではなく、間伐後ほぼ3年以上経過し耐風性が備わってきていたためと考えられる。さらに、今回の台風による被害は主に県東北部地域が多かったが、当調査区が比較的軽微な被害地域に設定されていたこと、および地形的に風がまともに当たらなかったこと、などが考えられた。

冠雪害等の雪害については、全調査区のいずれにおいても被害はみられず、間伐率と雪害との関係は見いだせなかった。しかし、過去には最大積雪深が60cmを超えたこともあり被害の可能性も予測されることから、今後、多雪時期における被害状況の把握が必要であろう。

引用文献

- 赤井龍男・吉村健次郎・真鍋逸平・有光一登・相馬芳恵・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（ ） - 下層植生の成立状態の異なる若齢調査区のリター・表層土の移動量 - . 日林論92：213-214 .
- 石井哲・中島嘉彦（2003）：スギ・ヒノキ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 .
- 星野義延（1999）：植生調査法, 森林立地調査法編集委員会編「森林立地調査法」, 43~46 . 博友社・東京
- 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 .
- 前田禎三, 宮川清（1978）：林床植生による造林適地の判定（わかりやすい林業研究解説40）, 90, 社団法人日本林業技術協会
- 長崎屋圭太（2004）森林保全整備事業計画の策定 - 森林の整備保全の定量的な成果の設定をめぐる - , 森林技術 749 2004.8：20~23 .
- 西山嘉寛（2003）岡山県北部のヒノキ人工林における水土流出実態の解明, 岡山県林試研報19:1~15 .
- 入田慎太郎・塚本次郎・梶原規弘（2001）下層植生と地形に基づくヒノキ人工林の土壌浸食危険度区分, 日林誌 83(3)2001:204~210 .
- 櫻山徳治, 高橋啓二, 土井恭次, 坂上幸雄（1974）：林木の気象被害, 社団法人日本林業技術協会
- 竹内郁雄, 落合幸仁, 森茂太, 安藤貴（1989）和泉砂岩地帯におけるヒノキ林の光環境と下層植生, 日本林学会関西支部大会講演集 1989-09.214~217 .

- 辻野新子，川崎圭造（2000）長伐期施業によるヒノキ林
間伐後の林内環境の変化（ ） - 強間伐後の下層植生
の回復状況 - ，中部森林応用研究No48，31～34.
- 米丸伸一（1998）：スギ，ヒノキ単層林の台風被害，鹿児
島県林試研報4
- 岡山県農林水産部林政課（2002）：岡山県の森林資源
- 岡山県農林水産部林政課（2002）：21世紀おかやまの新し
い森育成指針 - 長伐期施業を目指して -
- 岡山地方气象台（2002～2005）：気象統計情報
- 林野庁（1983）：ヒノキ人工林調査区密度管理図説明書 -
北近畿・中国地方 - ：29
- 林野庁（2004）：平成15年度森林・林業白書（森林及び林
業の動向に関する年次報告）：79～89.

付表一1 定点植生高和推移表

No	間伐率	(単位:cm)											
		02年	03年	04/4月	04/5月	04/6月	04/7月	04/9月	04/10月	04/11月	04/12月	04年-02年	04年-03年
市町村 落合町	1 13	1,026	1,387	407	902	1,327	1,123	1,374		755	361	-264	97
	2 31	160	139	38	118	110	179	160		38	-21	40	19
	3 25	3,351	3,757	1,640	2,148	2,598	3,118	3,516	2,979	1,132	406	-639	-233
	4 21	18	231	203	238	425	455	628		192	213	224	437
	5 38	1,420	2,234	1,598	2,368	2,550	2,330	2,675		1,617	814	96	910
	6 0	15	0	11	1	9	28	123	127	24	-15	28	13
	7 0	518	182	0	0	244	473	27		1	-336	291	-45
加茂町	8 35	5,228	5,002	3,120	5,518	6,026	6,334	6,317		3,059	-226	1,332	1,106
	9 32	3,172	2,673	2,041	1,999	2,566	2,596	2,760		2,299	-499	-77	-576
	10 23	2,041	2,361	1,485	2,119	2,371	2,766	2,665		2,138	320	405	725
	11 42	1,385	2,043	1,082	1,804	2,208	2,311	2,349	1,452	1,285	658	268	926
	12 50	1,579	2,177	1,852	2,119	3,139	3,482	3,416	2,010	1,642	598	1,305	1,903
	13 33	716	611	546	675	746	780	1,015	522	236	-105	169	64
	14 42	968	1,379	719	1,652	1,673	1,818	2,286	1,830	1,439	411	439	850
奥津町	15 24	292	376	143	510	762	806	829	767	456	84	430	514
	16 12	784	574	342	250	561	317	435	252	451	-210	-257	-467
	17 47	777	540	188	795	1,196	1,151	1,489	801	479	-237	611	374
	18 48	1,829	2,154	1,509	2,473	3,427	3,746	4,229	1,623	1,623	325	1,592	1,917
	19 47	2,867	3,161	2,113	2,898	4,172	4,698	5,192	1,987	1,987	294	1,537	1,831
	20 0	1,116	623	187	175	236	302	343	80	80	-493	-321	-814

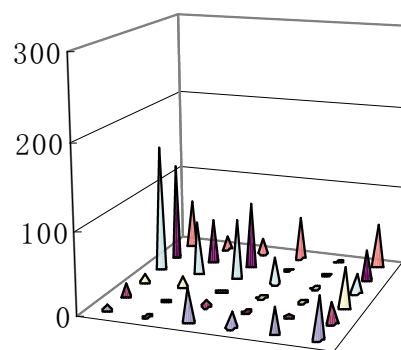
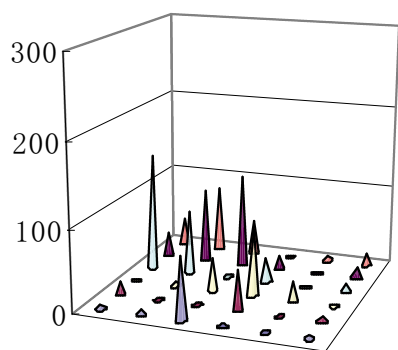
注:04年は7月時点の数値

付表一3 定点植被率推移表

No	間伐率	(単位:cm)											
		02年	03年	04/4月	04/5月	04/6月	04/7月	04/9月	04/10月	04/11月	04/12月	04年-02年	04年-03年
市町村 落合町	1 13	75.0	77.8	47.2	77.8	88.9	75.0	80.6	0.0	63.9	2.8	-2.8	0.0
	2 31	16.7	33.3	13.9	33.3	22.2	16.7	13.9	0.0	16.7	16.7	-16.7	0.0
	3 25	94.4	100.0	86.1	91.7	91.7	91.7	91.7	88.9	55.6	5.6	-8.3	-2.8
	4 21	11.1	33.3	38.9	33.3	36.1	41.7	50.0	0.0	44.4	22.2	8.3	30.6
	5 38	72.2	80.6	80.6	75.0	80.6	77.8	80.6	0.0	55.6	8.3	-2.8	5.6
	6 0	13.9	0.0	2.8	2.8	13.9	5.6	22.2	25.0	11.1	-13.9	5.6	-8.3
	7 0	19.4	8.3	0.0	0.0	16.7	16.7	5.6	0.0	2.8	-11.1	8.3	-2.8
加茂町	8 35	100.0	100.0	88.9	100.0	100.0	100.0	97.2	0.0	80.6	0.0	0.0	0.0
	9 32	97.2	97.2	86.1	83.3	86.1	88.9	91.7	0.0	77.8	0.0	-8.3	-8.3
	10 23	100.0	97.2	91.7	94.4	94.4	94.4	88.9	0.0	83.3	-2.8	-2.8	-5.6
	11 42	88.9	86.1	77.8	86.1	88.9	88.9	88.9	0.0	75.0	-2.8	2.8	0.0
	12 50	91.7	94.4	91.7	77.8	83.3	94.4	94.4	0.0	72.2	2.8	2.8	2.8
	13 33	66.7	47.2	33.3	61.1	55.6	47.2	61.1	0.0	38.9	-19.4	0.0	-19.4
	14 42	83.3	86.1	33.3	88.9	83.3	88.9	100.0	0.0	86.1	2.8	2.8	5.6
奥津町	15 24	69.4	47.2	30.6	44.4	52.8	50.0	58.3	52.8	69.4	2.8	2.8	13.9
	16 12	36.1	66.7	30.6	33.3	36.1	36.1	38.9	0.0	30.6	-2.8	-30.6	-33.3
	17 47	55.6	66.7	36.1	58.3	55.6	55.6	63.9	58.3	61.1	11.1	-11.1	0.0
	18 48	94.4	88.9	72.2	88.9	97.2	100.0	100.0	0.0	80.6	-5.6	11.1	5.6
	19 47	100.0	97.2	77.8	97.2	100.0	100.0	100.0	0.0	86.1	-2.8	2.8	0.0
	20 0	63.9	58.3	33.3	27.8	30.6	27.8	30.6	0.0	19.4	-5.6	-30.6	-36.1

注:04年は7月時点の数値

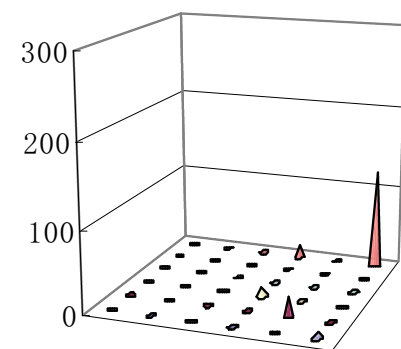
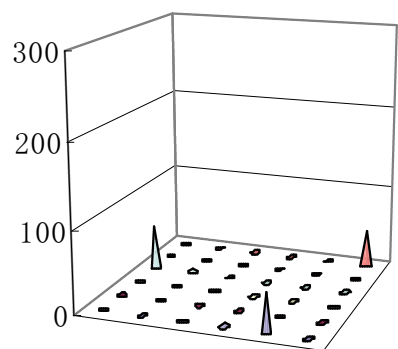
試験地 No 1 間伐率 13%



02年8月 定点植生高和 1,026cm
 定点植被率 75.0%

04年7月 定点植生高和 1,123cm
 定点植被率 75.0%

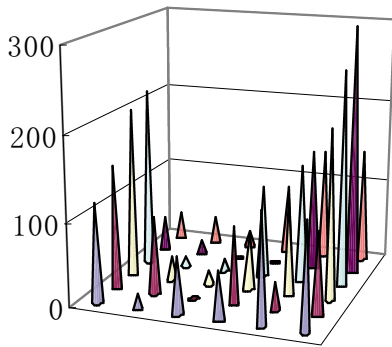
試験地 No 2 間伐率 31%



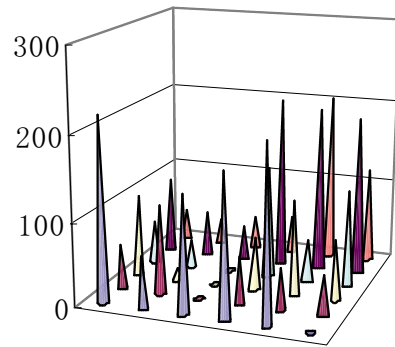
02年8月 定点植生高和 160cm
 定点植被率 16.7%

04年7月 定点植生高和 179cm
 定点植被率 16.7%

試験地 No 3 間伐率 25%

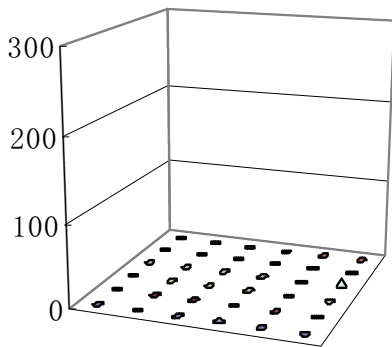


02年8月 定点植生高和 3,351cm
定点植被率 94.4%

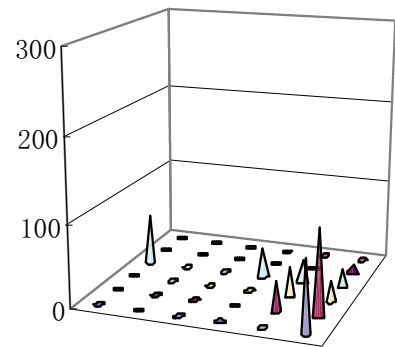


04年7月 定点植生高和 3,118cm
定点植被率 91.7%

試験地 No 4 間伐率 21%

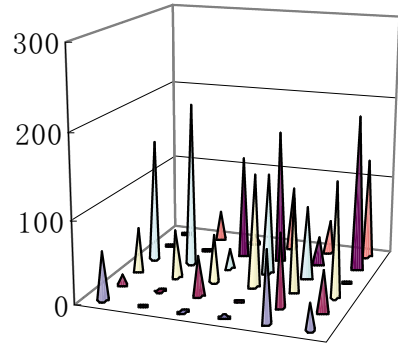
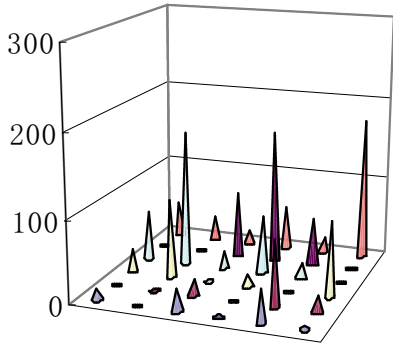


02年8月 定点植生高和 18cm
定点植被率 11.1%



04年7月 定点植生高和 455cm
定点植被率 41.7%

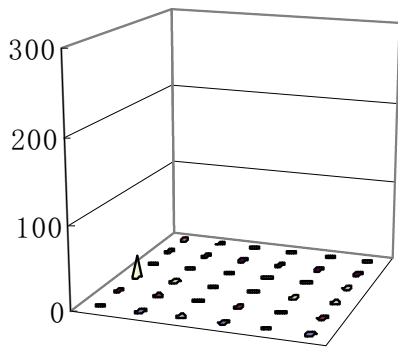
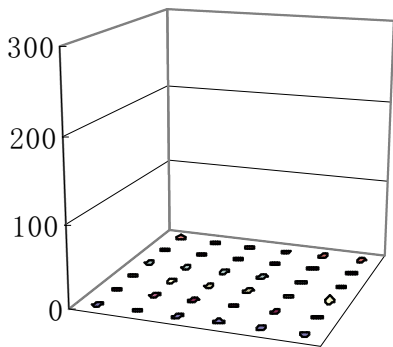
試験地 No 5 間伐率 38%



02年8月 定点植生高和 1,420cm
定点植被率 72.2%

04年7月 定点植生高和 2,330cm
定点植被率 77.8%

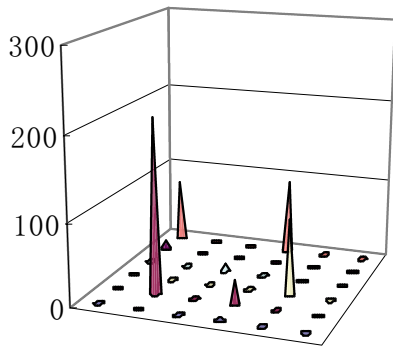
試験地 No 6 間伐率 0%



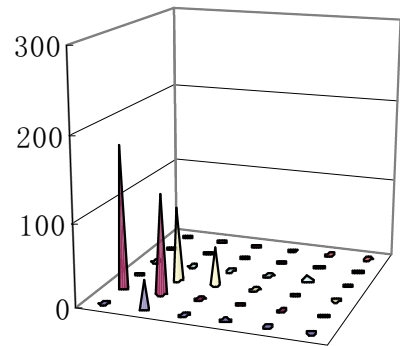
02年8月 定点植生高和 15cm
定点植被率 13.9%

04年7月 定点植生高和 28cm
定点植被率 5.6%

試験地 No 7 間伐率 0%

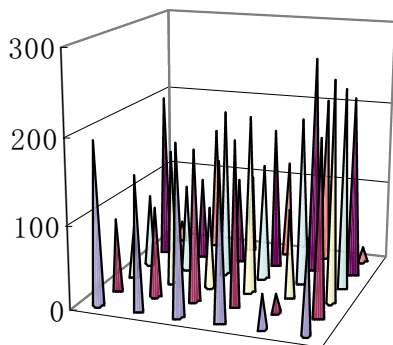


02年8月 定点植生高和 518cm
 定点植被率 19.4%

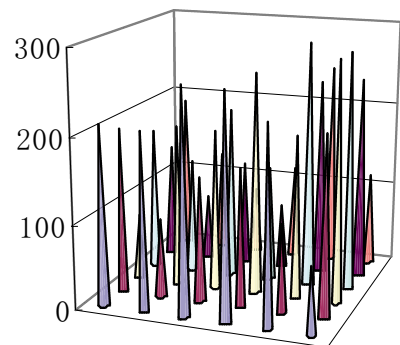


04年7月 定点植生高和 473cm
 定点植被率 16.7%

試験地 No 8 間伐率 35%

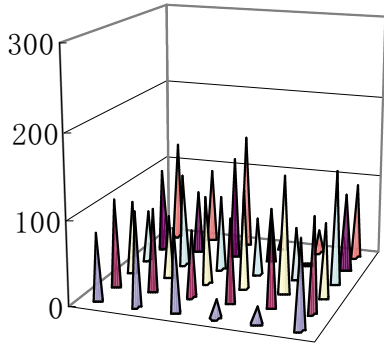


02年8月 定点植生高和 5,228cm
 定点植被率 100%

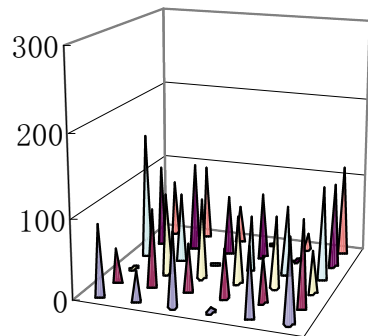


04年7月 定点植生高和 6,334cm
 定点植被率 100%

試験地 No 9 間伐率 32%

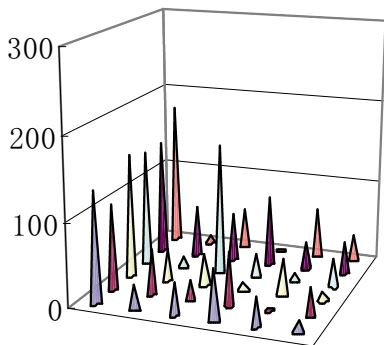


02年8月 定点植生高和 3,172cm
定点植被率 97.2%

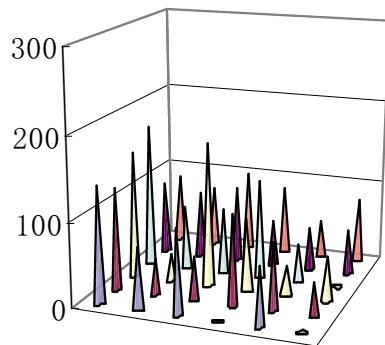


04年7月 定点植生高和 2,596cm
定点植被率 88.9%

試験地 No 10 間伐率 23%

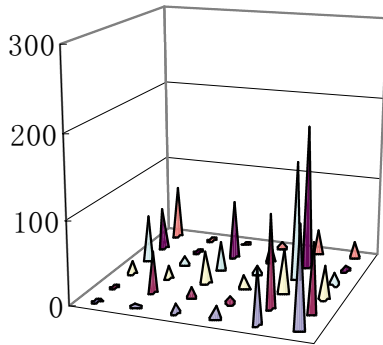


02年8月 定点植生高和 2,041cm
定点植被率 100%

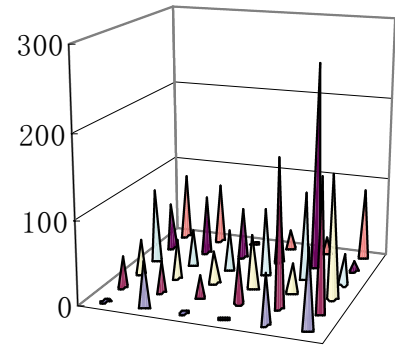


04年7月 定点植生高和 2,766cm
定点植被率 94.4%

試験地 No 1 1 間伐率 42%

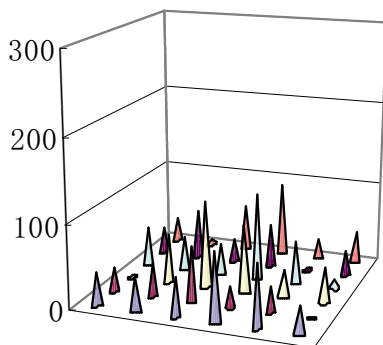


02年8月 定点植生高和 1,385cm
定点植被率 88.9%

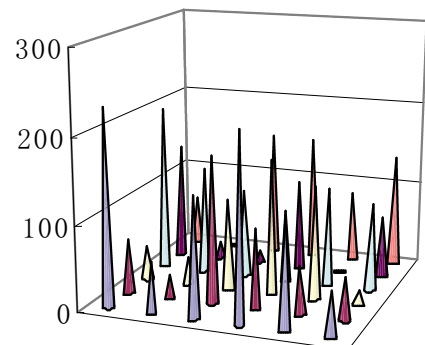


04年7月 定点植生高和 2,311cm
定点植被率 88.9%

試験地 No 1 2 間伐率 50%

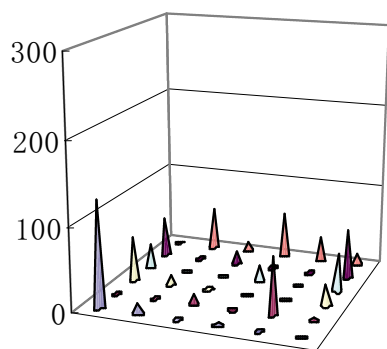


02年8月 定点植生高和 1,579cm
定点植被率 91.7%

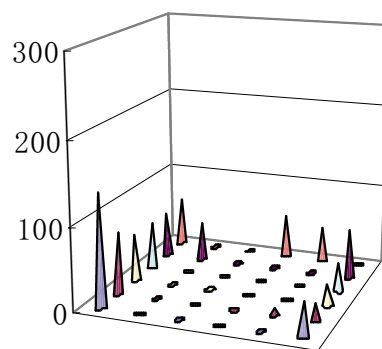


04年7月 定点植生高和 3,482cm
定点植被率 94.4%

試験地 No 13 間伐率 33%

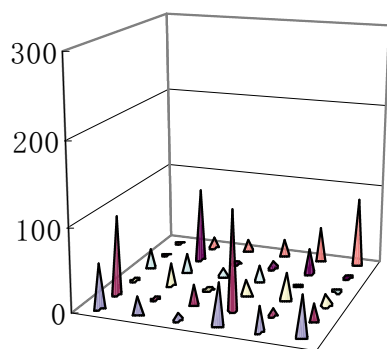


02年8月 定点植生高和 716cm
 定点植被率 66.7%

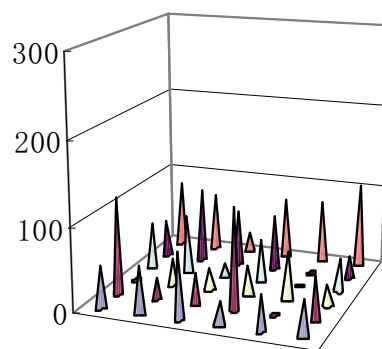


04年7月 定点植生高和 780cm
 定点植被率 47.2%

試験地 No 14 間伐率 42%

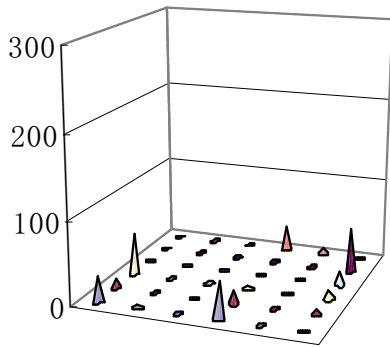


02年8月 定点植生高和 968cm
 定点植被率 83.3%

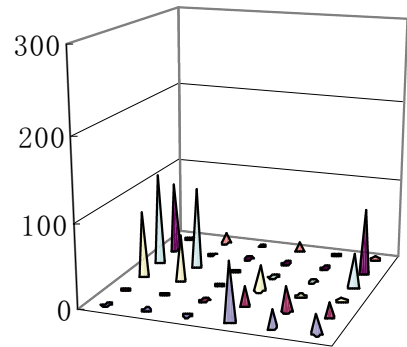


04年7月 定点植生高和 1,818cm
 定点植被率 88.9%

試験地 No 15 間伐率 24%

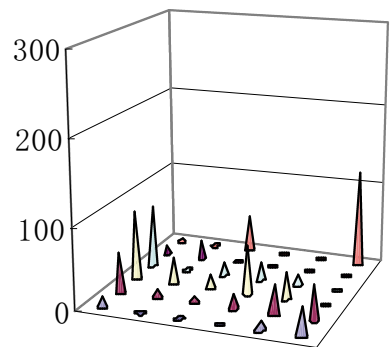


02年8月 定点植生高和 292cm
 定点植被率 36.1%

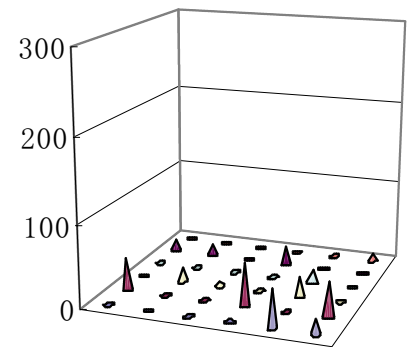


04年7月 定点植生高和 806cm
 定点植被率 50.0%

試験地 No 16 間伐率 12%

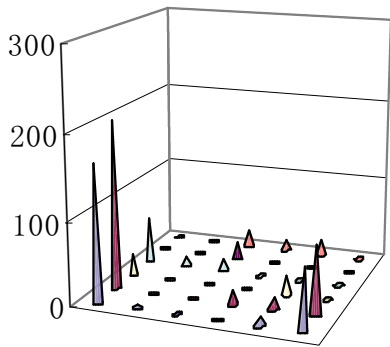


02年8月 定点植生高和 784cm
 定点植被率 69.4%

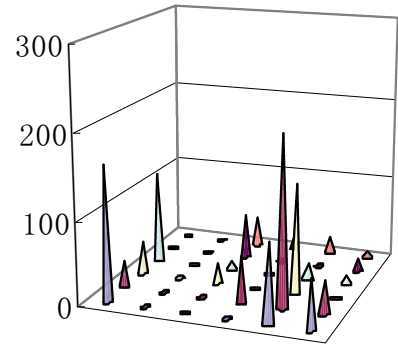


04年7月 定点植生高和 317cm
 定点植被率 36.1%

試験地 No 17 間伐率 47%

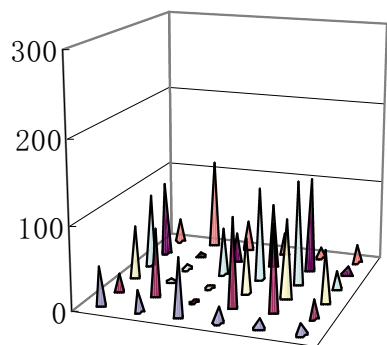


02年8月 定点植生高和 777cm
 定点植被率 55.6%

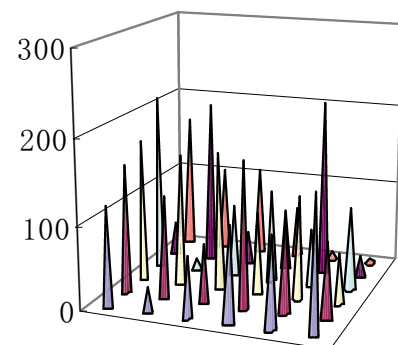


04年7月 定点植生高和 1,151cm
 定点植被率 55.6%

試験地 No 18 間伐率 48%

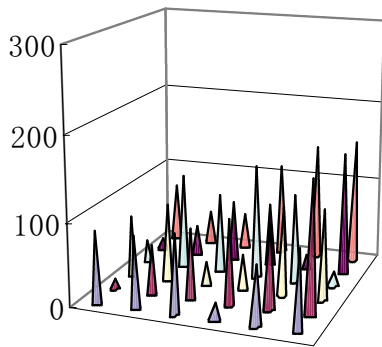


02年8月 定点植生高和 1,829cm
 定点植被率 94.4%

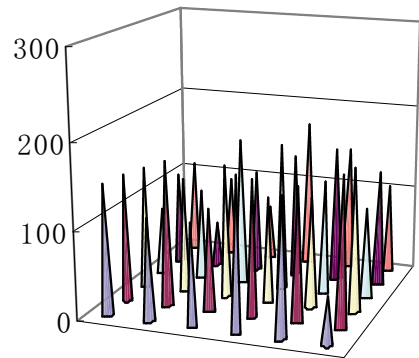


04年7月 定点植生高和 3,746cm
 定点植被率 100%

試験地 No 19 間伐率 47%

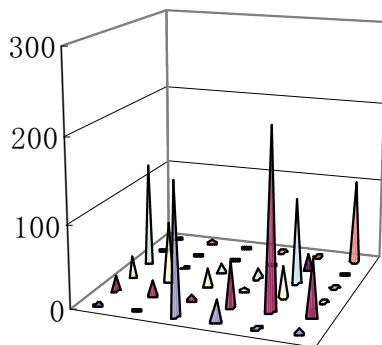


02年8月 定点植生高和 2,867cm
 定点植被率 100%

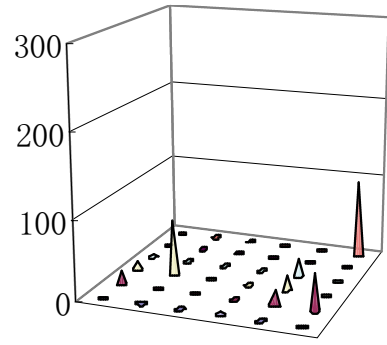


04年7月 定点植生高和 4,698cm
 定点植被率 100%

試験地 No 20 間伐率 0%



02年8月 定点植生高和 1,116cm
 定点植被率 63.9%



04年7月 定点植生高和 302cm
 定点植被率 27.8%