

資料

## 下層植生が衰退したヒノキ人工林における 間伐後 2 年間の下層植生の変化\*

——下層植生の発達に対する群状の間伐と強度な間伐の効果——

横井秀一・井川原弘一\*\*・渡邊仁志\*\*\*

キーワード：群状間伐，強度間伐，草本層植被率

### I はじめに

間伐が遅れて過密状態になったヒノキ人工林は、下層植生が貧弱になる。下層植生が衰退すると、表土流亡の危険性が高くなる（梶原ら，1999；渡邊ら，2004）。このため、下層植生を発達させるためにも間伐が必要であるとされ、下層植生の発達を目的とした公共事業（例えば、保安林整備事業における本数調整伐）なども行われている。しかし、間伐が行われたヒノキ林で、必ず下層植生が発達するとは限らない（中村，1992；深田ら，2006；横井ら，2008）。

間伐されたヒノキ林に下層植生が発達しない理由として、中村（1992）は、間伐率が低いこと、間伐以前に無植生状態が長く続いていたこと、間伐間隔があきすぎていたことが考えられるとし、横井ら（2008）は、下層植生が衰退したヒノキ林では埋土種子が少ないこと、下層植生の発達に対して間伐後の林内の明るさが十分でないことが考えられるとしている。ここで、その理由が間伐率の低さや林内の明るさ不足にあるとすれば、林内がより明るくなるような間伐を行えば、下層植生の発達が期待できることになる。間伐後の林内を明るくするには、間伐率を高くする（「強度な間伐」とする）ことの他に、間伐のときとところどころを小集団で伐採する（「群状間伐」とする）ことによって、部分的に明るい箇所をつくり出すという手法も考えられる。前者は林床全体に、後者は部分的にでも下層植生を発達させることで、表土流亡の危険性を低くすることができる可能性がある。

本研究は、ヒノキ人工林における群状間伐と強度な

間伐の、下層植生の発達に対する効果を検証する目的で実施した。本報告では、間伐後2年間の下層植生の変化を示し、下層植生の発達に対するこれらの間伐の効果を検討する。

### II 調査地と方法

#### 1. 調査地と間伐方法

調査地は、岐阜県山県市（旧高富町地区；以下、高富とする）、中津川市加子母（以下、加子母とする）、恵那市上矢作町（以下、上矢作とする）、恵那市山岡町（以下、山岡とする）の4ヶ所に設置した（表-1）。どの調査地も、下層植生が衰退～やや衰退したヒノキ人工林を間伐した林分である。

高富調査地と加子母調査地では、2005年秋に調査区を設置し、その直後に間伐が実施された。この2調査地には、それぞれ、通常間伐区（高富：256㎡，加子母：338㎡）と群状間伐区（高富：265㎡，加子母：427㎡）を1区ずつ設置した。どちらの区とも、まず、定性的な点状間伐の手法で間伐木が選木された（図-1a）。その上で群状間伐区では、区内の中央付近の1ヶ所において、数本のまとまり（「伐採群」とする）が間伐されるよう、間伐木を追加して選んだ（図-1b）。上矢作調査地は、2005年夏に間伐が実施された林分に、2006年春に調査区（上矢作・通常間伐区，321㎡）を設置した。山岡調査地は、2003年から2004年にかけての冬に間伐が実施された林分に、2006年春に調査区（山岡・通常間伐区，297㎡）を設置した。ここで、「通常間伐」は「群状間伐」に対して使用する名

\* 本研究の一部は、第119回日本森林学会大会で発表した。

\*\* 現所属：岐阜県林政課

\*\*\* 現所属：岐阜県モノづくり振興課

表一. 調査地の概要

調査地	標高 (m)	斜面方位	斜面傾斜角 (度)	林齢 (年)
高富	60	北東	28	29
加子母	1090	西	36	33
上矢作	630	東	33	31
山岡	780	南西	20	42

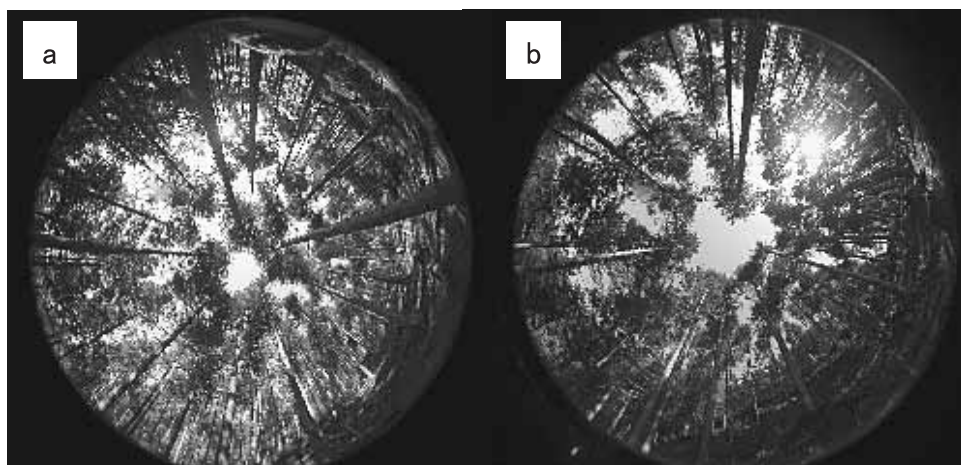
称とし、間伐強度については考慮しないこととする。  
各調査区の林分と間伐の概要を表一2に示す。各調査区における間伐率は、本数率で34.0~50.0%、断面積率で27.0~52.3%であった。なお、群状間伐区においては、伐採群付近の部分的な間伐率は示された数値よりも高く、伐採群から離れた箇所での間伐率は示された数値よりも低い。高富調査地と山岡調査地では、小径木主体の伐り捨て間伐が行われ、本数率より断面積率が小さかった。加子母調査地では、全層的に間伐

木が選木され、太めの木は収穫され、小径木は林地に残置された。上矢作調査地では、太めの木主体の利用間伐が行われた。

## 2. 調査方法

### (1) 調査区の設置

各調査区において、幅1mのベルト状に小方形区(1m×1m)を連続して配置し、下層植生を調査した。高富・通常間伐区では、調査区の中央に、長さ14mのベルトを等高線方向に設置した(14小方形区)。高富・群状間伐区では、伐採群の中央付近を交点とする十字型に、2本のベルト(傾斜方向17m、等高線方向17m)を設置した(33小方形区)。加子母・通常間伐区では、調査区内の上部と下部に、長さ10mのベルト2本を等高線方向に設置した(20小方形区)。加子母・群状間伐区では、伐採群の中央付近で交わる十字型に、2本のベルト(傾斜方向30m、等高線方向23m)を設置した(52小方形区)。上矢作・通常間伐区では、調査区内の上部に12mのベルト、下部に9mのベルトを等高



図一. 加子母調査地における間伐後の林冠  
aは通常間伐区、bは群状間伐区(伐採群の直上)である。

表一2. 各調査区の林分および間伐の概要

調査区	本数密度(本/ha)		間伐率(%)		平均胸高直径(cm)		平均樹高(m)	
	間伐前	間伐後	本数率	断面積率	間伐前	間伐後	間伐前	間伐後
高富・通常間伐区	1641	1016	38.1	28.2 *	17.9 *	19.4	—	14.7
高富・群状間伐区	1886	1245	34.0	27.0	16.6	17.5	13.6	13.9
加子母・通常間伐区	1598	947	40.7	40.9 *	22.3 *	22.3	—	17.5
加子母・群状間伐区	1334	749	43.9	45.3	23.9	23.6	18.2	18.2
上矢作・通常間伐区	1682	841	50.0	52.3 *	21.0 *	20.5	—	16.7
山岡・通常間伐区	2121	1145	46.0	38.8 *	19.2 *	20.7	—	18.0

\*: 伐根直径の測定値から推定した。

線方向に設置した（21小方形区）。山岡・通常間伐区では、6mのベルト1本を傾斜方向に設置した（6小方形区）。

### (2) 林床の光環境の調査

各小方形区において、石田（2005）の方法に従い全天空写真を撮影し、相対散乱光（SOC）を求めた。全天空写真の撮影には、ニコン製のデジタルカメラ「COOLPIX995」とフィッシュアイコンバーター「FC-E8」を使用した。SOCの計算に用いたソフトウェアは、「RGBFisheye」（石田，2005）である。全天空写真は、高富調査地と加子母調査地では間伐前（2005年秋；1小方形区おきに撮影）と間伐後（2006年秋；全小方形区で撮影）に、上矢作調査地と山岡調査地では間伐後（2006年春；全小方形区で撮影）に撮影した。

### (3) 下層植生の調査

植生は、各小方形区において、地上高0.6m以下を草本層、0.6mより上を低木層とし、それぞれの層の植被率（百分率）を測定した。さらに、出現した維管束植物について、種ごとに最大高と植被率（百分率）を測定した。小方形区ごとに、出現種の植被率を合計し、これを「積算植被率」とした。これらの調査は、高富調査地と加子母調査地では2005年秋（間伐前）、2006年秋、2007年秋に行い、上矢作調査地と山岡調査地では2006年春、2006年秋、2007年秋に行った。

なお、これ以降、2006年春の調査時期はそのまま「2006年春」と表記し、秋の調査時期は、それぞれ「2005年」、「2006年」「2007年」と表記する。

### 3. 調査地設置後の環境の変化

高富調査地は、南東側に隣接するヒノキ林が2006年の調査後に間伐された。この間伐が強めであり、かつ、林分の境界付近に集団で伐採された箇所が発生したため、林分境界近くに設置した通常間伐区の林床の光環境が試験地設定時よりも明るくなった。

### 4. 解析におけるデータの除外

加子母調査地は、低木が散生しており、低木が含まれる小方形区は、間伐前（2005年）の植被率が大きかった。本報告では、初回調査時の積算植被率が30%以上の小方形区を解析から除外した。これは、1) 下層植生が衰退した箇所について間伐後の植生発達過程を知りたいこと、2) サイズの大きな低木が間伐時に伐られたこと（一時的な植被率の低下と、その後の萌芽再生による植被率の増加が発生）による。ただし、積算植被率30%という境界値は、便宜的に決めたもの

表-3. 間伐前後のSOC

調査区	SOC(%) *	
	間伐前	間伐後
高富・通常間伐区	2.4 ± 0.51	8.0 ± 1.76
高富・群状間伐区	2.5 ± 0.49	15.2 ± 2.84
加子母・通常間伐区	2.7 ± 0.51	18.6 ± 2.89
加子母・群状間伐区	2.8 ± 0.83	23.6 ± 2.59
上矢作・通常間伐区	—	24.6 ± 1.83
山岡・通常間伐区	—	13.9 ± 1.35

\*: 平均値±標準偏差で示す。

である。この結果、加子母・通常間伐区は14小方形区、加子母・群状間伐区は36小方形区が解析の対象となった。

## III 結果

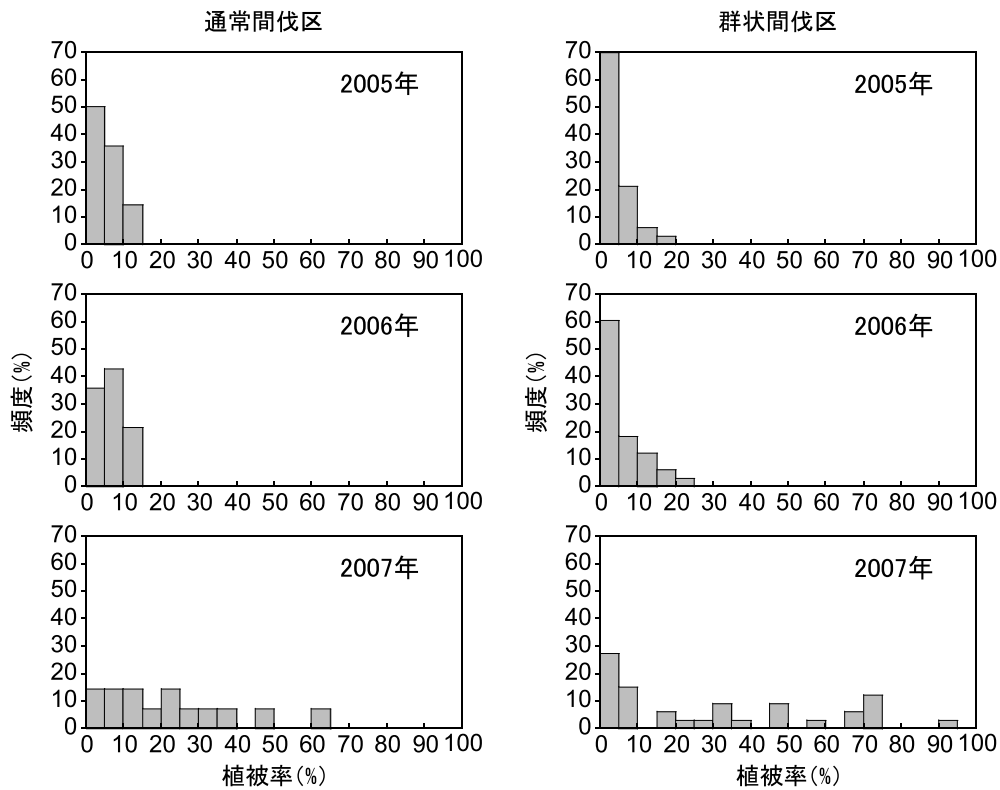
### 1. 林床の光環境

間伐前のSOCは、高富調査地で2.4~2.5%、加子母調査地で2.7~2.8%であった（表-3）。間伐後のSOCは、8.0~24.6%で、同じ調査地内では通常間伐区より群状間伐区でSOCの値が大きかった（表-3）。

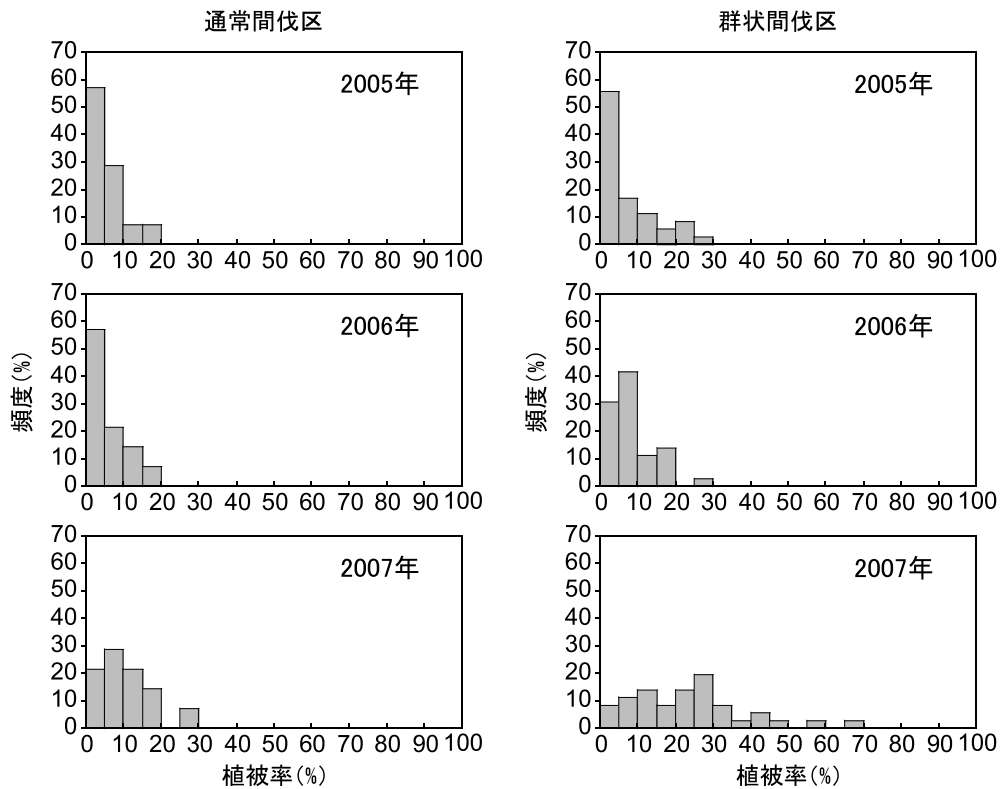
### 2. 植被率の変化

高富調査地の草本層植被率は、どちらの間伐区とも、2005年には0~5%の頻度が最も高かった（図-2）。2006年には2005年よりも植被率の高い小方形区が多くなり、2007年にはさらに植被率の高い小方形区が出現し、植被率のばらつきが大きくなった（図-2）。各調査年において、通常間伐区の草本層植被率と群状間伐区のそれに、有意差はなかった（U-検定、 $p > 0.05$ ）。高富調査地で低木層がみられたのは、2005年は群状間伐区に1区（植被率2%）、2007年は通常間伐区に4区（植被率2~13%）、群状間伐区に8区（植被率1~12%）であった。

加子母調査地の草本層植被率は、両間伐区とも2005年には0~5%の頻度が最も高く、その後は、徐々に植被率の大きい区が増えていった（図-3）。2006年と2007年において、草本層植被率は通常間伐区と群状間伐区で有意に異なった（U-検定、2006年： $p < 0.05$ 、2007年： $p < 0.01$ ）。加子母調査地で低木層がみられたのは、通常間伐区は2005年に5区（植被率2~22%）、2007年に2区（植被率2~4%）、群状間伐区は2005年に5区（植被率1~10%）、2007年に7区（植被率1~6%）であった。2007年より2005年で低木層が存在した区が多かったり、低木層植被率が高かったり



図一. 高富調査地における草本層植被率の頻度分布



図一. 加子母調査地における草本層植被率の頻度分布

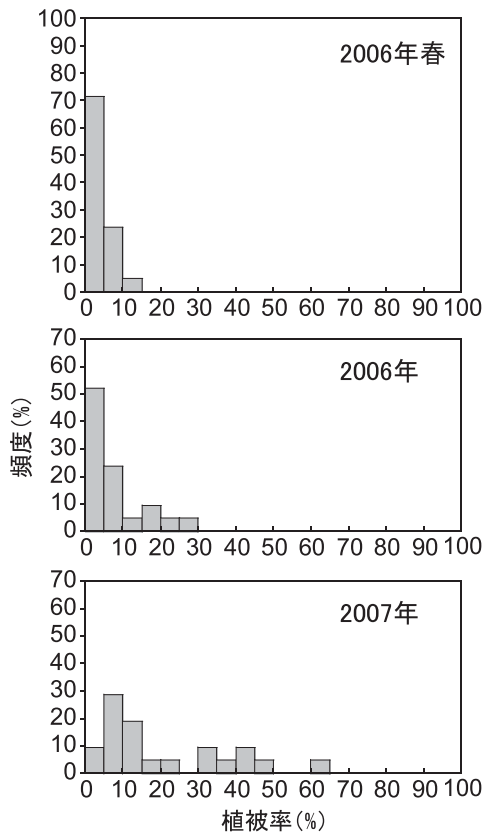


図-4. 上矢作調査地における草本層植被率の頻度分布

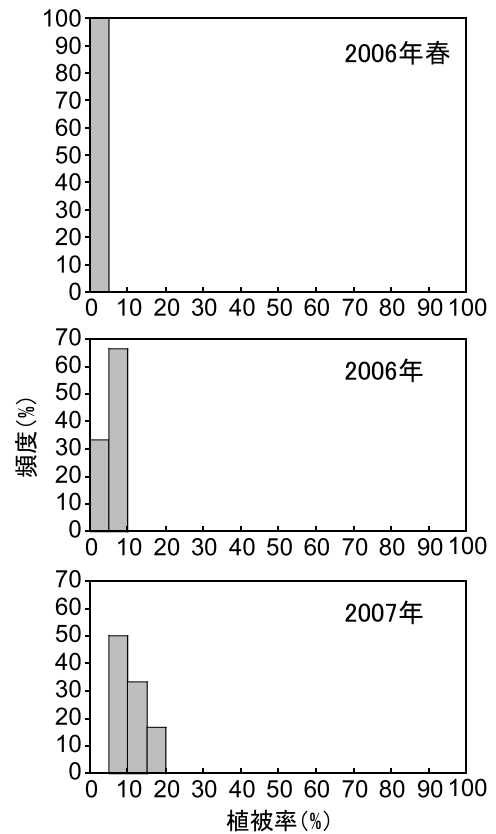


図-5. 山岡調査地における草本層植被率の頻度分布

したのは、間伐時に低木が伐採された影響である。

上矢作調査地の草本層植被率は、2006年春には0～5%の頻度が最も高く、その年の秋にはより植被率の大きい小方形区が出現し、2007年には0～5%の頻度が低下して、さらに植被率の大きい小方形区が出現した（図-4）。上矢作調査地で低木層がみられた小方形区は、2007年に5区（植被率1～50%）であった。低木層植被率50%は、ニガイチゴによるものであった。

山岡調査地の草本層植被率は、2006年春にはすべての小方形区が0～5%であったが、その年の秋には5～10%の頻度が高くなり、2007年にはより植被率が大きい小方形区が増えた（図-5）。しかし、2007年においても、草本層植被率が20%以上の小方形区はみられなかった（図-5）。山岡調査地では、低木層のある小方形区は全調査期間を通じてみられなかった。

平均草本層植被率の増加過程は、初回調査時（2005年または2006年春）から2006年にかけては、どの区も緩やかであった（図-6～8）。同じく2006年から2007年にかけては、急激に増加する区（高富・通常間伐区と高富・群状間伐区、加子母・群状間伐区、上矢作・通常間伐区）とそうでない区（加子母・通常間伐区と山岡・通常間伐区）とがあった（図-6～8）。2007年

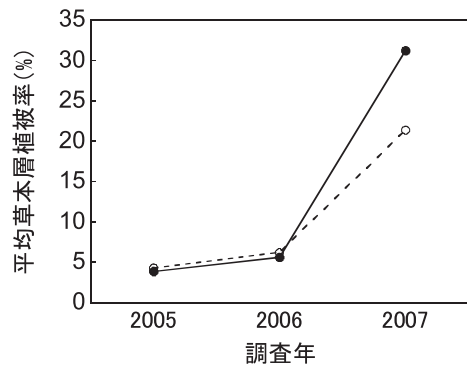


図-6. 高富調査地における平均草本層植被率の変化  
○は通常間伐区、●は群状間伐区を示す。

の平均草本層植被率は、群状間伐区が同じ調査地の通常間伐区よりも大きかった（図-6, 7）。

初回調査時の草本層植被率と2007年の草本層植被率には、高富・通常間伐区と高富・群状間伐区、加子母・群状間伐区、上矢作・通常間伐区で、有意な正の相関 ( $p < 0.05$  または  $p < 0.01$ ) が認められた（図-9）。



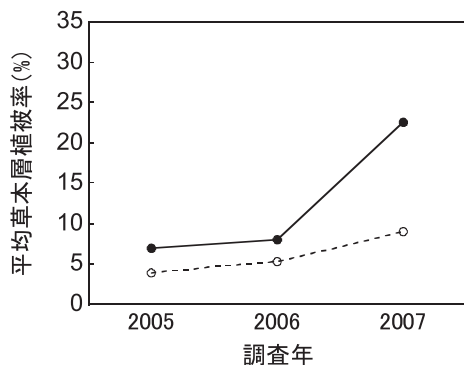


図-7. 加子母調査地における平均草本層植被率の変化  
○は通常間伐区，●は群状間伐区を示す。

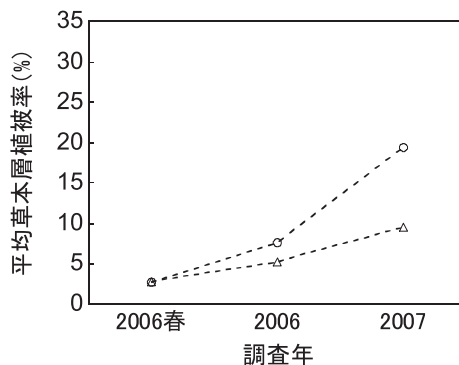


図-8. 上矢作調査地と山岡調査地における平均草本層植被率の変化  
○と上矢作調査地，△は山岡調査地を示す。

間伐前と間伐後におけるSOCと草本層植被率の関係を図-10に示す。間伐前と間伐後を一緒にして計算すると、SOCと草本層植被率には有意な正の相関が認められた ( $r=0.664$ ,  $p<0.05$ )。

### 3. 群状伐採の影響

高富・群状間伐区と加子母・群状間伐区において、便宜的に、調査ベルトの交点とそれに近い計13小方形区を伐採群内、それ以外の小方形区を伐採群外とする。2007年の草本層植被率、草本層植被率の2005から2007年への増加量(植被率増加とする)、2006年のSOCを、伐採群内と伐採群外および通常間伐区で比較する。

高富調査地では、伐採群内は草本層植被率、積算植被率増加、SOCのいずれもが、伐採群外および通常間伐区より大きかった(Steel-Dwass検定,  $p<0.05$ )

(図-11)。伐採群外と通常間伐区とは、SOCで有意な差があった(Steel-Dwass検定,  $p<0.05$ )が、草本層植被率と植被率増加では有意差がみられなかった(Steel-Dwass検定,  $p>0.05$ ) (図-11)。

加子母調査地では、草本層植被率、植被率増加、SOCのいずれについても、伐採群内と伐採群外とに有意差がなく(Steel-Dwass検定,  $p>0.05$ )、これらと通常間伐区の間にはそれぞれ有意差が認められた(Steel-Dwass検定,  $p<0.05$ ) (図-11)。

### 4. 出現種

2007年における各調査区の平均積算植被率は、11.9～34.7%であった(図-12)。どの調査区においても、初回調査時に存在した種の積算植被率が全体の半分以上を占めていた(図-12)。高富・通常間伐区では、2006年に初めて出現した種の積算植被率より2007年に初めて出現した種の積算植被率が大きかったが、

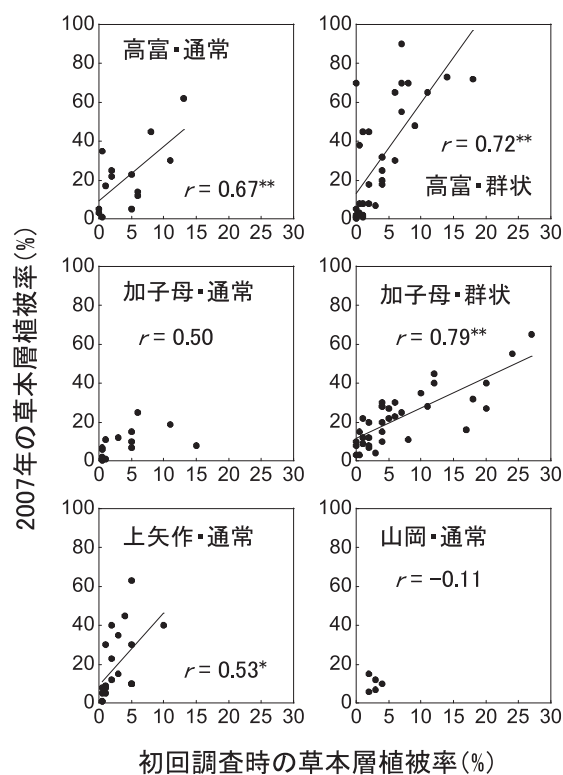


図-9. 初回調査時と2007年の草本層植被率の関係

\*は $p<0.05$ ，\*\*は $p<0.01$ で有意な相関があることを示す。図中の直線は、回帰直線を示す(有意な相関関係が認められたもののみ)。

それ以外の区では、2006年に初めて出現した種の積算植被率のほうが大きかった(図-12)。

2007年における各調査区の平均出現種数は、9.7～14.0種であった(図-13)。初回調査時に存在した種の全体に占める割合は、山岡・通常間伐区では大きかったが、それ以外の調査地では小さかった(図-

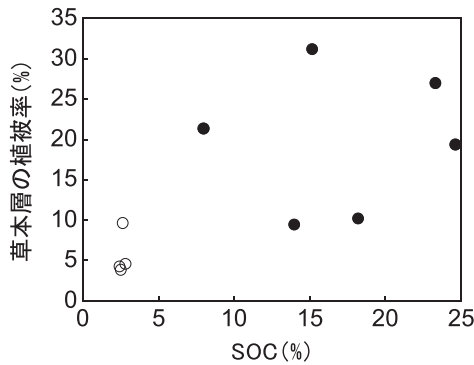


図-10. SOCと草本層植被率の関係  
○は間伐前（2005年）のSOCと植被率の関係（高富調査地と加子母調査地），●は間伐後（2006年）のSOCと2007年の植被率の関係（全調査地）を示す。

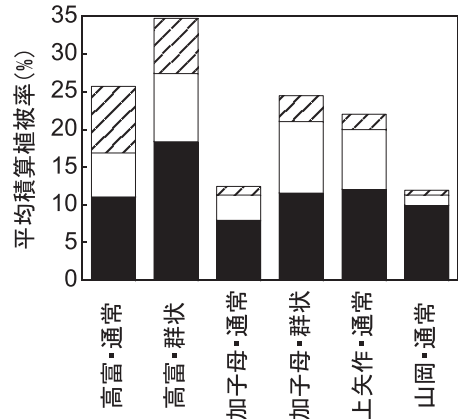


図-12. 2007年の平均積算植被率  
黒塗りは初回調査時に存在した種，白抜きは2006年に初めて出現した種，斜線は2007年に初めて出現した種を示す。

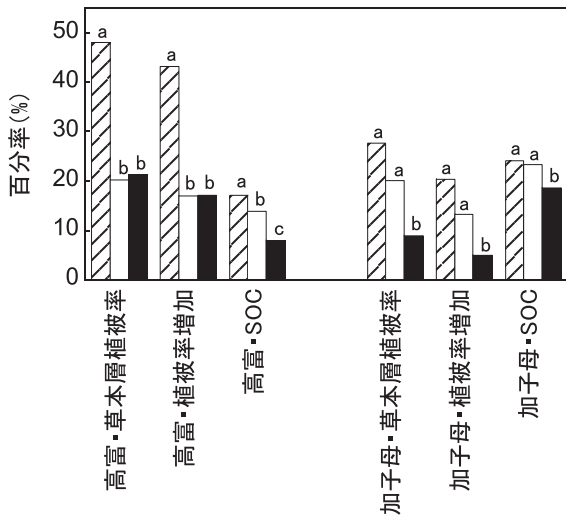


図-11. 群状間伐区における伐採群内と伐採群外および通常間伐区の平均草本層植被率，平均植被率増加，平均SOC

草本層植被率は，2007年の値である。植被率増加は，2007年の草本層植被率と2005年の草本層植被率の差である。SOCは，間伐後（2006年の値である）。斜線は群状間伐区の伐採群内（調査ベルトの交点付近の13小方形区），白抜きは群状間伐区の伐採群外（伐採群内以外の小方形区），黒塗りは通常間伐区を示す。それぞれの項目内で，同じアルファベットが記されているのは，有意差がない（Steel-Dwass検定， $p \geq 0.05$ ）ことを示す。

13)。高富・通常間伐区と高富・群状間伐区では，2007年に初めて出現した種の割合が最も大きく，加子母・通常間伐区と加子母・群状間伐区，上矢作・通常間伐区では，2006年に初めて出現した種の割合が最も大きかった（図-13）。山岡・通常間伐区では，間伐

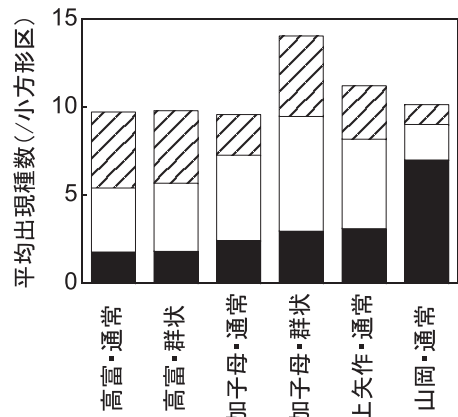


図-13. 2007年の平均出現種数  
黒塗りは初回調査時に存在した種，白抜きは2006年に初めて出現した種，斜線は2007年に初めて出現した種を示す。

後2成長期間が過ぎてから初回調査が行われているため，初回調査時に出現した種が，間伐前から存在したものか間伐後に発生したものは不明である。山岡・通常間伐区の他は，2007年の出現種の大半が間伐後に発生した種であることがわかる。

各小方形区について，3回の調査で1度でも記録された種をその小方形区の出現種として，調査区ごとに，種ごとの出現率（全小方形区数に対するその種が出現した小方形区数の百分率）を求めた。いずれかの調査区で出現率30%以上であった種について，種名と出現率を表-4に示す。

すべての調査区に出現した種は，ヒノキ，アオハ

ダ、コシアブラ、ノブドウ、タラノキ、リョウブの6種であった(表-4)。ヒノキは、どの調査区においても、100%かそれに近い出現率で、間伐前に調査が行われている高富調査地と加子母調査地では、そのすべ

てが間伐後の調査での出現であった(表-4)。

高富調査地で出現頻度が高かったのは、樹木種ではアオハダ、ヤマウルシ、ウワミズザクラ、アカメガシワ、ヒサカキ、つる植物のノブドウ、フユイチゴ、シ

表-4. 主な出現種の出現率

種名	高富		加子母		上矢作	山岡
	通常間伐区	群状間伐区	通常間伐区	群状間伐区		
ヒノキ	100.0	100.0	94.7	100.0	100.0	100.0
アオハダ	85.7 ( 14.3 )	87.9 ( 3 )	5.3	8.2 ( 4.1 )	47.6	83.3
コシアブラ	28.6 ( 14.3 )	15.2 ( 6.1 )	68.4 ( 26.3 )	53.1 ( 28.6 )	28.6	50.0
ノブドウ	64.3	60.6	26.3	81.6 ( 2.0 )	28.6	50.0
タラノキ	14.3	27.3	47.4	91.8	23.8	16.7
リョウブ	28.6 ( 14.3 )	39.4 ( 15.2 )	26.3 ( 5.3 )	51.0 ( 2.0 )	4.8	100.0
ヤマウルシ	57.1 ( 7.1 )	66.7 ( 18.2 )	15.8	28.6	23.8	.
サルトリイバラ	14.3 ( 7.1 )	12.1 ( 9.1 )	31.6	8.2 ( 2.0 )	4.8	.
チヂミザサ	.	30.3	5.3	28.6 ( 2.0 )	57.1	16.7
ヌルデ	.	6.1	10.5	49	33.3	16.7
ウワミズザクラ	57.1	27.3	15.8	.	.	.
ソヨゴ	21.4	9.1	.	.	28.6	66.7
タチツボスミレ	.	3 ( 3.0 )	5.3	4.1	71.4	.
コアジサイ	.	.	68.4 ( 47.4 )	79.6 ( 53.1 )	14.3	33.3
クマイチゴ	.	.	57.9	79.6	19.0	16.7
オカトラノオ	.	.	10.5	20.4	33.3	83.3
アカマツ	.	.	5.3	2.0	9.5	33.3
アカメガシワ	42.9	78.8	.	.	9.5	.
タカノツメ	35.7 ( 28.6 )	3	.	.	4.8	.
ニガイチゴ	21.4	15.2	.	.	71.4	.
トコロ	7.1	6.1	.	.	42.9	.
ヤマグワ	7.1	3	.	.	47.6	.
シシガシラ	21.4 ( 14.3 )	36.4 ( 24.2 )	.	.	.	33.3
タガネソウ	.	.	31.6	53.1	33.3	.
モミジイチゴ	.	.	15.8	57.1 ( 2.0 )	9.5	.
シロモジ	.	.	52.6 ( 47.4 )	38.8 ( 30.6 )	.	16.7
アカシデ	.	.	36.8	34.7	.	.
イワガラミ	.	.	10.5 ( 5.3 )	59.2 ( 22.4 )	.	.
クルマバハグマ	.	.	36.8 ( 15.8 )	20.4 ( 12.2 )	.	.
コバノイシカグマ	78.6	60.6 ( 33.3 )	.	.	.	.
ハリガネウラボ	21.4	63.6 ( 27.3 )	.	.	.	.
ヒサカキ	42.9 ( 14.3 )	63.6 ( 15.2 )	.	.	.	.
フユイチゴ	92.9 ( 14.3 )	42.4 ( 3.0 )	.	.	.	.
コジキイチゴ	35.7	33.3	.	.	.	.
ベニシダ	14.3 ( 7.1 )	39.4 ( 24.2 )	.	.	.	.
シハイスミレ	.	.	52.6 ( 5.3 )	59.2 ( 4.1 )	.	.
チゴユリ	.	.	31.6 ( 21.1 )	75.5 ( 61.2 )	.	.
モミジハグマ	.	.	52.6 ( 31.6 )	59.2 ( 53.1 )	.	.
ヤマホトギス	.	.	31.6 ( 5.3 )	59.2 ( 28.6 )	.	.
コナラ	.	.	.	4.1 ( 4.1 )	33.3	33.3
ヒメハギ	.	.	.	.	33.3	.
フモトスミレ	.	.	.	.	33.3	.
ショウジョウバカマ	.	.	.	.	.	50.0
シライトソウ	.	.	.	.	.	33.3

いずれかの区に出現率(全小方形区数に対する、その種が出現した小方形区数の割合)30%以上で出現した種を示す。数値は、各区における出現率(%), カッコ内の数値は、間伐前(2005年)の調査時における出現率を示す。



ダ植物のシシガシラ、コバノイシカグマ、ハリガネワラビ、ベニシダであった(表-4)。このうち、シダ植物は、間伐前の出現率も比較的高かった(表-4)。

加子母調査地で出現頻度が高かったのは、樹木種ではコシアブラ、タラノキ、リョウブ、コアジサイ、クマイチゴ、シロモジ、つる植物のノブドウ、草本種ではシハイスミレ、チゴユリ、モミジハグマ、ヤマホトトギスであった(表-4)。このうち、ノブドウ、タラノキ、リョウブ、クマイチゴ、シハイスミレは間伐前の出現率が低く、他の種は間伐前も出現率が比較的高かった(表-4)。

上矢作調査地では、樹木種はニガイチゴ、アオハダ、ヤマグワ、草本種はチヂミザサ、タチツボスミレ、トコロの出現頻度が高かった(表-4)。

山岡調査地では、樹木種のアオハダ、コシアブラ、リョウブ、ソヨゴ、つる植物のノブドウ、草本種のオカトラノオ、ショウジョウバカマの出現頻度が高かった(表-4)。

#### IV 考察

林内において、表土流亡の抑止効果が高いのは、地表付近の植生である(三浦, 2000)。草本層植被率は、どの調査区も間伐後に増加した(図-6~8)。

高富調査地の草本層植被率は、通常間伐区も群状間伐区もほぼ同じように増加した(図-6)。2007年の平均草本層植被率は群状間伐区で大きかった(図-6)が、両区の草本層植被率にはいずれの年も有意差はなかった。しかし、群状間伐区内を伐採群内と伐採群外とに分けて検討すると、間伐後のSOCと草本層植被率、植被率増加は、群状間伐区の伐採群内が、伐採群外や通常間伐区より大きかった(図-11)。群状に間伐することで、その部分が明るくなり、下層植生が増加したと考えられる。

加子母調査地の平均草本層植被率は、群状間伐区が通常間伐区より常に大きく(図-7)、間伐後の2006年と2007年は、両区の草本層植被率が有意に異なった。この調査地では、2005年の積算植被率が大きい小方形区を解析から除外しているのので、ここに示した結果が調査地全体を代表するものではない。しかし、下層植生が衰退していた部分での植生発達、通常間伐区よりも群状間伐区のほうが旺盛であったことは確認できた。群状間伐区で、伐採群内と伐採群外とに積算植被率やその増加、SOCに有意な差はみられなかった(図-11)。この調査地では、断面積間伐率が群状間伐区で大きく、間伐後のSOCも群状間伐区が大きかった(表-2, 3, 図-11)。加子母調査地は高富調査地よりも林木のサイズが大きい(表-2)ことから、加

子母・群状間伐区では群状間伐の影響がより広い範囲に及び、そのために区内(伐採群内と伐採群外)に差が生じなかった可能性が考えられる。

隣接林分の間伐の影響が懸念される高富調査地を除いて、通常間伐区の2007年の平均草本層植被率をみると、上矢作調査地が約20%とやや大きく、加子母調査地と山岡調査地は10%以下と小さかった(図-7, 8)。加子母・通常間伐区と山岡・通常間伐区の断面積間伐率は40%前後であるのに対し、上矢作・通常間伐区のそれは52%であった(表-2)。両者の植被率の差は、間伐率の差を反映していると考えられる。また、渡邊ら(1998)は、集材による地表の攪乱が林床植生の発生に寄与するとしている。上矢作・通常間伐区で植生発達により進行したのは、間伐が強度であったことに加え、集材が行われたことによる地表攪乱も影響している可能性がある。

間伐時から1年以上が経過して調査を開始した山岡調査地は明らかではないが、それ以外のどの調査地においても、2007年の出現種は間伐後に初めて出現した種が大半を占めた(図-13)。しかし、同じ年の積算植被率の内訳(高富調査地、加子母調査地)では、間伐前から存在した種の占める割合が高かった(図-12)。個体レベルでの追跡をしていないので、間伐前に存在した種のなかに、間伐後に発芽した個体がどれだけ含まれるかは不明である。しかしながら、種レベルでみると、間伐後2年間の植生発達においては、間伐前から存在した種への依存度が高いといえるであろう。

2007年の平均草本層植被率が高かった区は、どの小方形区も一様に植被率が高いわけではなく、小方形区ごとの植被率は大きくばらついた(図-2~5)。植被率50%を目安とすると、平均値ではそれに及ばないが、部分部分ではそれを超える箇所のあることがわかる(図-2~5)。このような区でも、2006年には、草本層植被率が30%以上の小方形区はみられなかった。下層植生の発達への間伐の効果が顕著になるのは、間伐後2年目以降であると考えられる。したがって、下層植生の発達に対する間伐効果の評価は、少なくとも間伐から2年を経過してから行う必要があるといえる。

この時点で最終的な結論を出すことはできないが、ここに示された結果からは、断面積間伐率50%を超える「強度な間伐」、通常の間伐に加え群状に伐採する部分をとるところどころにつくる「群状間伐」のどちらにも、下層植生発達に対する効果のあることがうかがえた。しかし、どちらの方法も、林分の現存量が大きく減少し、間伐後の林分材積成長量も小さくなることによって、将来の収穫量が小さくなる懸念される。

## 謝辞

加子母森林組合，恵南森林組合，遠藤造林，および恵那農林事務所林業課には，調査地の設置で協力をいただいた。岐阜県森林研究所の杉山正典主任専門研究員と大洞智宏主任研究員には，現地調査を手伝っていただいた。謹んで謝意を表す。

## 引用文献

深田英久・渡辺直史・梶原幹弘・塚本次郎（2006）土壌保全からみたヒノキ人工林の下層植生の動態と植生管理の応用．日林誌88：231-239.

石田仁（2005）RGBFisheyeマニュアルー森林内の光環境をデジタル全天写真から自動計算するアプリケーション・ソフトー．URL <http://www1.gifu-u.ac.jp/~ishidam/>

梶原規弘・塚本次郎・入田慎太郎（1999）ヒノキ人工林における下層植生のタイプと土壌侵食危険度との関係．日林誌81：42-50.

三浦覚（2000）表層土壌における雨滴侵食保護の視点からみた林床被覆の定義とこれに基づく林床被覆率の実態評価．日林誌82：132-140.

中村松三（1992）雲仙山塊におけるヒノキ林の林分閉鎖と林床植生．日林東北支誌44：93-94.

渡邊仁志・井川原弘一・横井秀一（2004）土壌侵食の危険性に対応したヒノキ人工林の下層植生タイプの分類．中森研52：263-266.

渡邊定元・奥野史恵・佐藤陽子（1998）無植被ヒノキ人工林の列状間伐跡地に発生した植物種．中森研46：133-136.

横井秀一・井川原弘一・渡邊仁志（2008）間伐後3～5年が経過したヒノキ人工林の下層植生．岐阜県森林研研報37：17-22.