

## 速報

スギ・ヒノキ人工林において間伐後に発生した実生と埋土種子との関係\*<sup>1</sup>桑野泰光\*<sup>2</sup>

キーワード：間伐，実生，埋土種子，堆積リター

## I. はじめに

近年，林業活動の低迷等により管理が放棄された人工林，いわゆる手入れ不足林が増加している。手入れ不足林では間伐等の保育活動が十分行われていないため，林内は暗く下層植生が衰退しており，土砂流出防止機能等の森林が持つ公益的機能の低下が危惧されている。一方，森林に対する国民のニーズは多様化しており，木材生産だけでなく多様なニーズに対応できる森林が求められている。こうした中，多面的機能の発揮を目的とした針葉樹人工林の育成複層林化（針広混交林）が推進されている（林野庁，2006）。育成複層林化の推進にあたっては，低コストで行うことがポイントとなることから，省力的で環境負荷の少ない天然下種更新による誘導が望ましいと考えられる。しかし，具体的な技術の裏付けに乏しいのが現状であり，育成複層林化はあまり進んでいない（林野庁，2006）。

下層植生が衰退した人工林を天然下種更新によって育成複層林へと誘導する場合，埋土種子由来の樹種が重要だと考えられるが，埋土種子と間伐後に発生する実生との関係について検討された研究はあまりない。そこで本研究では，下層植生が衰退したスギ・ヒノキ人工林の埋土種子組成を明らかにするとともに，間伐後に発生した実生との関係について検討したのでここに報告する。

なお本研究は，農林水産省高度化事業「広葉樹林化のための更新予測および誘導技術の開発」（課題番号：1904）の一環として行った。

## II. 調査地と調査方法

福岡県内の3地域（嘉麻市，久留米市，みやま市）のスギ・ヒノキ人工林6林分を調査地とした（表-1）。いずれの林分も，林内にはヒサカキ，クロキ，シロダモ，タブノキ，ヤブツバキ，コガクウツギ，ハマクサギ等が散生している程度で下層植生は少ない。各調査地には，20m×20mの調査プロットを1～4プロット，合計9プロット設定した。調査プロットは，5m×5mのサブプロット16個に区切り，そのうち4サブプロットを実生調査プロットとし，残り12サブプロットから埋土種子試験用の土壤サン

プルを1サンプルずつ採取した。また，各サブプロットを中心に全天空写真を撮影した。機材は，デジタルカメラ（Nikon Coolpix 4500）と魚眼レンズ（Nikon PC-E8）を用い，地上高1.2mで撮影した。全天空写真の解析は，フリーソフトであるCanopOn2（<http://takenaka-akio.cool.ne.jp/etc/canopon2/>）を用いて行い，SOC（Standard Overcast Sky）モデルを仮定したDIF（相対散乱光強度，%）を計算した。

埋土種子組成の推定には発芽試験法（露崎，1990）を用いた。この方法は，土壤サンプルをプランター等に撒きだし，発芽する実生を数える方法で，容易かつ大量の土壤処理が可能であるという特徴をもち，埋土種子組成の推定に広く用いられている（酒井ほか，2006）。

土壤サンプルの採取は，2008年3月下旬から4月上旬に行った。土壤サンプルの大きさは，20cm×30cm×深さ5cmとし，各調査プロットから12サンプル（36,000m<sup>3</sup>）採取した。採取した土壤サンプルは，福岡県森林林業技術センターに持ち帰り，鹿沼土を底に敷き詰めたプランターに，1サンプルずつ厚さが3cm程度になるよう均等に撒きだした。土壤サンプルに際，枝や根の細片がある場合はこれを除去したのち撒きだした。プランターは，外部からの種子が侵入しないようガラス室内に置き，自動灌水装置のもとで管理した。

発芽した実生の観察は，試験開始から6月下旬頃までは週に1～2回程度の頻度で，それ以降は適宜行い，芽生えが確認されたものに標識をつけた。種名が同定できた段階で標識と実生を取り除き，数を数えた。今回の報告では2008年9月末日までに発芽した種子を埋土種子と定義した。

実生の調査は，間伐後に発生した当年生の広葉木本植物（ただし，ツル性木本植物やキイチゴ属は除く）を対象として行った。調査は，2008年8月中旬から9月中旬に行い，各5m×5mの実生調査プロットを1m×1mに区切り，実生の種名と数を記録した。また，あわせてリターの堆積状況を目視によって3段階の被度（Ⅰ：ほとんどない，Ⅱ：部分的に堆積，Ⅲ：全面に堆積）で評価し記録した。

同定した樹種の生活型および散布型については奥田（1997）を参考にした。

\*<sup>1</sup> Kuwano, Y.: Relationship between seed bank and current-year seedlings after thinning in artificial Japanese cedar and cypress forests.

\*<sup>2</sup> 福岡県森林林業技術センター Fukuoka Pref. For. Res. & Tech. Ctr, Kurume, Fukuoka 839-0827

表-1. 調査地の概要

plotID	場所	標高 (m)	植栽樹種	林齢 (年生)	傾斜 (度)	斜面方位	地形	間伐時期	本数間伐率 (%)	間伐後の本数 密度(本/ha)	間伐後の DIF (%) <sup>1)</sup>
S01	久留米市	500	スギ	28	30.8	北	谷	2007年11月	31.4	1,475	13.0
S02	久留米市	500	スギ	38	29.0	西	凹斜面	2007年11月	22.2	525	15.6
S03	久留米市	430	スギ	41	7.4	北	谷	2007年11月	31.8	750	15.6
S04	嘉麻市	630	スギ	23	11.4	北西	谷	2007年11月	36.8	1,200	13.2
H01	嘉麻市	600	ヒノキ	23	22.6	北西	尾根	2007年11月	31.6	1,300	11.1
H02	みやま市	300	ヒノキ	23	28.0	南	平行斜面	2008年2月	35.6	1,175	14.9
H03	みやま市	300	ヒノキ	23	26.2	北西	凹斜面	2008年2月	35.2	1,750	15.1
H04	みやま市	280	ヒノキ	23	36.1	北西	平行斜面	2008年2月	42.7	1,675	14.7
H05	みやま市	250	ヒノキ	23	36.4	西	尾根	2008年2月	45.8	1,600	17.3

1) DIF (相対散乱光強度) の値は16カ所の算術平均値。

表-2. 埋土種子の組成と本数 (本/m<sup>2</sup>・5cm)

種名	生活型	散布型	調査地										合計
			S01	S02	S03	S04	H01	H02	H03	H04	H05		
ヒサカキ	常緑 小高木	被食	163.9	104.2	119.4	4.2	8.3	172.2	102.8	187.5	137.5	1000.0	
リョウブ	落葉 小高木	風	9.7	0	0	0	0	20.8	19.4	65.3	120.8	236.1	
カラスザンショウ	落葉 高木	被食	9.7	2.8	23.6	0	0	9.7	8.3	5.6	12.5	72.2	
イヌビワ	落葉 低木	被食	6.9	6.9	16.7	0	0	5.6	2.8	5.6	4.2	48.6	
タラノキ	落葉 小高木	被食	11.1	1.4	16.7	0	0	2.8	4.2	1.4	9.7	47.2	
アカメガシワ	落葉 高木	被食	4.2	4.2	8.3	0	0	1.4	1.4	1.4	4.2	25.0	
ヌルデ	落葉 小高木	被食	0	1.4	1.4	0	0	2.8	4.2	1.4	1.4	12.5	
イヌザンショウ	落葉 低木	被食	1.4	1.4	0	0	0	4.2	1.4	2.8	0	11.1	
キリ	落葉 高木	風	0	0	0	0	1.4	5.6	0	1.4	0	8.3	
アオハダ	落葉 小高木	被食	0	0	0	0	0	0	0	4.2	1.4	5.6	
ヤブムラサキ	落葉 低木	被食	0	0	0	0	1.4	0	0	0	4.2	5.6	
コガクウツギ	落葉 低木	風	0	2.8	0	0	0	0	0	0	0	2.8	
カシ	常緑 高木	重力	0	0	0	0	0	1.4	0	0	0	1.4	
クスノキ	常緑 高木	被食	0	0	0	0	0	0	0	1.4	0	1.4	
クロキ	常緑 小高木	被食	0	1.4	0	0	0	0	0	0	0	1.4	
シロダモ	常緑 小高木	被食	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	
ナナミノキ	常緑 高木	被食	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	1.4	
ノリウツギ	落葉 低木	風	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	
ハマクサギ	落葉 低木	被食	0	0	1.4	0	0	0	0	0	0	1.4	
ヤマハギ	落葉 低木	重力	0	0	0	0	0	0	0	1.4	0	1.4	
合計			209.7	126.5	187.5	4.2	11.1	226.5	144.5	279.4	297.3	1486.2	
種数			9	9	7	1	3	10	8	12	10	20	

### Ⅲ. 結果と考察

発芽試験法により確認された広葉樹木本植物は、20種 1486.2本であった。プロット別にみると、1~12種、4.2~297.3本であった(表-2)。すべてのプロットにおいてヒサカキの埋土種子数が最も多かった。その他には、カラスザンショウ、タラノキ、アカメガシワなどの先駆性の樹種やリョウブ、イヌビワが多かった。H02では、カシ(アラカシもしくはシラカシ)の発芽がみられた。一般的に、ドングリ類は種子としての寿命が短く埋土種子を形成しないが、今回の調査では、土壌サンプルの採取時期が3月下旬から4月上旬であったため前年の秋に散布されたものだと考えられた。散布型別に見ると被食散布型の樹種が多かった。プロット間で比較すると、S04とH01で極端に少なかったが、他のプロットではあまり差は見られなかった(表-2)。

これまで調べられた針葉樹人工林での広葉樹木本植物の埋土種子数は、スギ人工林では、17種で129.3本/m<sup>2</sup>・5cm(酒井ほか, 2006)、6~17種で26.6~143.4本/m<sup>2</sup>・5cm(小谷, 2005)、ヒノキ人工林では、7種47.5本/m<sup>2</sup>・5cm(谷口ほか, 2006)、0~5種で

0~52.0本/m<sup>2</sup>・2cm(横井ほか, 2005)などがある。土壌サンプルの採取方法や採取量に違いがあるが、これらの結果と比較すると、同程度もしくは比較的多かった。しかし、S04やH01のように極端に埋土種子数の少ないプロットもみられた。この2つのプロットは嘉麻市に設定した調査プロットで、隣り合うスギ林とヒノキ林である。横井ほか(2005)は、埋土種子の少なさの理由として、表土流亡による埋土種子の流失を指摘している。S04やH01でも他のプロットと比べて土壌侵食が激しいことが観察されたことから、その可能性が高いと考えられた。

間伐後に発生した当年生実生の組成と本数について表-3に示す。ただし、H04は調査不能となったため除く。実生数は、1プロットあたり30~1,149本/100m<sup>2</sup>であった。確認された種数は30種で、1プロット当たり7~19種であった。散布型別に見ると埋土種子同様、被食散布型の樹種が多かった。実生数は、ヒサカキが最も多く、次いでアカメガシワ、イヌビワ、カラスザンショウ、リョウブが多かった。確認された30種のうち、埋土種子で発芽がみられた樹種は16種であった。特に、実生数の多かった上位7種は埋土種子で発芽がみられた樹種であった。実生の発生量は、埋

表-3. 間伐後に発生した当年生実生の組成と本数 (本/100㎡)

種名	生活型	散布型	調査地								合計
			S01	S02	S03	S04	H01	H02	H03	H05	
* ヒサカキ	常緑 小高木	被食	22	15	5	1	20	761	220	231	1275
* アカメガシワ	落葉 高木	被食	17	38	10	19	13	120	53	67	337
* イヌビワ	落葉 低木	被食	5	5	22	0	0	73	98	36	239
* カラスザンショウ	落葉 高木	被食	0	2	15	4	4	49	33	53	160
* リョウブ	落葉 小高木	風	0	0	0	0	0	36	8	63	107
* タラノキ	落葉 小高木	被食	3	3	1	1	4	8	10	3	33
* イヌザンショウ	落葉 低木	被食	2	1	0	0	1	11	15	1	31
エゴノキ	落葉 小高木	被食	0	1	0	0	0	26	0	1	28
* カシ	常緑 高木	重力	0	0	0	0	0	24	2	0	26
* コガクウツギ	落葉 低木	風	0	18	0	2	2	0	1	0	23
* ハマクサギ	落葉 低木	被食	0	5	8	1	0	2	4	2	22
ヤマウルシ	落葉 小高木	被食	1	1	1	0	0	10	2	1	16
ネズミモチ	常緑 低木	被食	0	1	1	0	0	7	2	3	14
エノキ	落葉 高木	被食	1	0	0	0	0	6	3	3	13
クサギ	落葉 低木	被食	0	1	5	0	0	0	0	5	11
* クスノキ	常緑 高木	被食	1	0	0	0	0	3	3	1	8
コパンノキ	落葉 低木	被食	5	1	0	1	1	0	0	0	8
* ヤブムラサキ	落葉 低木	被食	0	0	0	0	0	2	0	4	6
* ナナミノキ	常緑 高木	被食	0	0	0	0	0	3	0	1	4
アオモジ	落葉 低木	被食	0	2	1	0	0	0	0	1	4
ヤマザクラ	落葉 高木	被食	3	0	0	0	0	0	0	0	3
* スルデ	落葉 小高木	被食	0	0	0	0	0	0	1	1	2
* シロダモ	常緑 小高木	被食	0	0	1	0	0	1	0	0	2
ムクノキ	落葉 高木	被食	0	1	0	0	0	0	1	0	2
* クロキ	常緑 小高木	被食	0	0	0	0	0	1	0	0	1
アオキ	常緑 低木	被食	0	1	0	0	0	0	0	0	1
カナクギノキ	落葉 高木	被食	0	0	0	0	1	0	0	0	1
クログネモチ	常緑 高木	被食	0	1	0	0	0	0	0	0	1
タブノキ	常緑 高木	被食	0	0	0	0	0	0	1	0	1
ナワシログミ	常緑 低木	被食	0	0	0	0	0	1	0	0	1
不明木本			8	0	0	1	0	5	6	0	20
実生合計 <sup>1)</sup>			68	97	70	30	46	1149	463	477	2400
			(81.7)	(84.5)	(87.1)	(3.4)	(43.5)	(94.6)	(95.8)	(96.2)	(95.6)
種数 <sup>1)</sup>			10	17	11	7	8	19	17	18	30
			(50.0)	(41.2)	(54.5)	(14.3)	(12.5)	(42.1)	(47.1)	(50.0)	(53.3)

\*は埋土種子で発芽がみられた樹種を示す。1) ( ) 内の数字は埋土種子由来の樹種が占める割合 (%) を示す。なお、不明木本は除外して求めた。

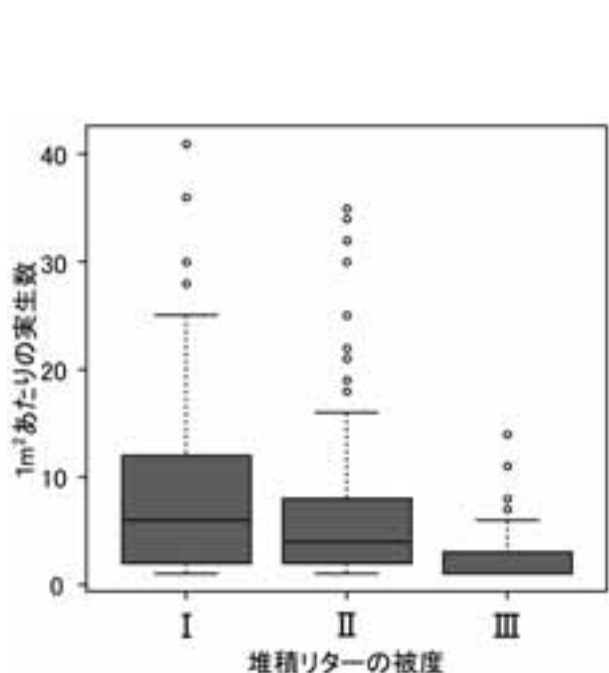


図-1. 堆積リターの被度と実生数との関係 (I:ほとんどない, II:部分的に堆積, III:全面に堆積)

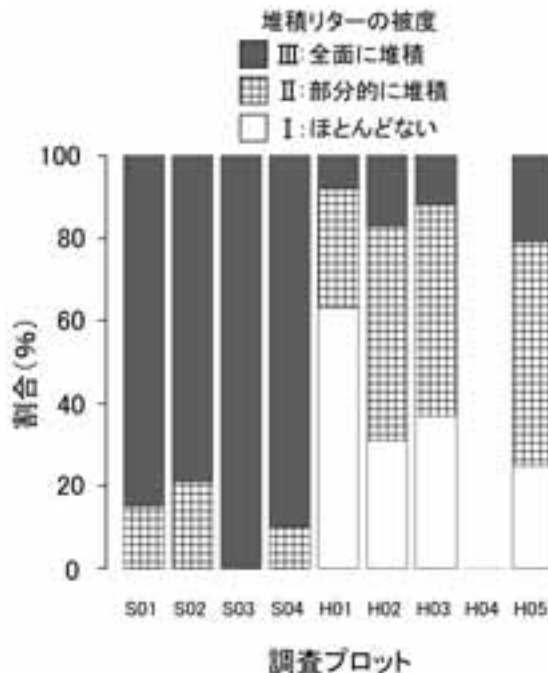


図-2. 調査プロットごとの堆積リター被度の割合 (H04は調査不能のためデータなし)

土種子量が少なかったS04やH01だけでなく、スギ林の調査プロット(S01, S02, S03)でも極端に少ない傾向がみられた(表-2, 表-3)。

間伐後に発生した当年生の実生は、プロット別にみると、種数で12.5~54.5% (平均39.0%), 実生数で3.4~96.2% (平均73.4%) が埋土種子由来の樹種であった(表-3)。全プロットを合計すると種数で53.3%, 実生数で95.6%が埋土種子由来の種であった(表-3)。埋土種子数の極端に少なかった嘉麻市の試験地(表-2)を除けば、種数、実生数ともに埋土種子由来の樹種が占める割合が高いことから、間伐直後の実生の発生においては、埋土種子の存在が極めて重要であることが示唆された。しかし、これらの多くは、先駆性樹種や明るい場所を好む樹種であることから林冠の再閉鎖に伴い消失する可能性が考えられる。そのため、今後これらの実生の生残を追跡調査するとともに、新たに発生する個体についても継続して調査を行う必要がある。

埋土種子では、S04やH01を除くとプロット間での発芽数に差がみられなかった。一方、実生ではスギ林とヒノキ林とで大きな差がみられた。Mologsky・Augspurger(1992)は、堆積有機物層が発達していると、実生の発芽や成長の物理的な障害となり、その定着・成長が阻害されると報告している。三浦(2000)は、スギ林では林床被覆率が林齢によらず常に90%以上と高く、その因子は堆積リターであり、一方、ヒノキ林では若齢期に林床被覆率が著しく低下すると報告している。本研究においても、堆積リターの被度が高いほど実生の発生量が少ない傾向がみられ(図-1)、ヒノキ林と比べてスギ林で堆積リターの被度が高いプロットが多かった(図-2)。実生の発生には、光環境が強く影響するが、今回調査したプロットのDIFは11.1%~17.3%で大きな

差はみられなかった。以上のことから、本研究のスギ林調査プロットにおいて実生数が著しく少なかったのは、堆積リターによる発芽の物理的阻害によるものだと考えられた。

#### IV. 今後の課題

本報告では、間伐直後に発生する広葉樹実生には埋土種子由来の樹種が多いことが示された。しかし、最終的に育成複層林へと誘導する際にこれらの樹種が成長するかどうかは現時点では不明である。また、今回の調査ではコントロールとして間伐をしていない試験地での観測を行っていないため、間伐との因果関係を示すことができなかった。これらの点に関しては、今後の課題として引き続き研究を行っていききたい。

#### V. 引用文献

- 小谷二郎(2007)石川県林試研報 39:59-64.  
 三浦覚(2000)日林誌 82:132-140.  
 Molofsky, J. and Augspurger, C.K. (1992) Ecology 73:68-77.  
 奥田重敏(1997)日本野生植物館, 632pp, 小学館, 東京.  
 林野庁(2006)森林・林業基本計画, 42pp, 林野庁, 東京.  
 酒井敦ほか(2006)森林立地 48:85-90.  
 谷口奨ほか(2006)九州森林研究 59:162-164.  
 露崎史郎(1990)生物教材 25:9-20.  
 横井秀一ほか(2005)中森研 53:5-6.  
 (2008年12月6日受付;2009年1月15日受理)