

72年生スギ人工林における埋土種子密度と種構成

高橋 由佳・長谷川 幹夫

The density and the species composition of the buried viable seeds in a 72-year-old Japanese cedar plantation.

Yuka TAKAHASHI, Mikio HASEGAWA

埋土種子が針葉樹人工林皆伐後の更新において果たす役割を明らかにするため、72年生スギ人工林において、埋土種子密度と種構成、伐採前後の林床植生、周辺二次林の木本について調査を行なった。47種、合計3786個/m²の埋土種子が検出され、そのうち95%は草本と低木で占められていた。伐採前の林床植生と埋土種子の種構成は大きく異なっており、類似度は0.198~0.206と低い値を示した。埋土種子が検出された木本12種のうち11種では、伐採範囲の周辺に種子源となった可能性のある成木が存在した。

1. はじめに

林業経営環境の悪化から、伐採後に再造林されることがなく放置される、いわゆる「再造林放棄地」が増加し、将来的な森林資源の減少や植生回復の遅れによる水土保持機能の低下が懸念されており（吉田，2002）、対策を講じる上では、再造林放棄地がどういった要因でどのように変化していくのかを明らかにすることが必要である。

伐採などの攪乱によってギャップが生じたとき、前生樹が待機している場合を除くと、天然更新の初期段階には埋土種子が重要な役割を果たすといわれている（荻野，1989）。人工林における埋土種子研究には、近年幾つかの報告があるが、まだ未解明の点が多いと思われる（川西ら，2007；小谷，2007；Sakai *et al.*, 2005）。そこで本研究では、スギ人工林における埋土種子が更新に果たす役割を明らかにするための基礎資料とするため、埋土種子密度と種構成、伐採前後の林床植生、周辺の木本の実態を調査した。

2. 調査地と調査方法

2.1 調査地の概要

調査地は富山県中新川郡立山町栃津地内（36° 35′ N, 137° 21′ E, 標高375~470m）に位置する72年生スギ人工林約1.2haである。伐採は2004年11月から2005年5月にかけて行なわれた。伐採前の林分概況を表-1に示す。調査地付近（富山県森林研究所、標高238m）の気

象条件は、1990年~2007年の観測値では、年平均気温が13.0℃、平均年間降水量が2468mm、平均最大積雪深が101cmである。調査地の地形は、傾斜11°~45°の北向き斜面である。

2.2 調査方法の概要

伐採前の2004年10月に、伐採予定範囲を10m×10mの格子に区切り、その交点109箇所に2m×2mのコドラートを設置し（図-1）、そのうち35箇所で埋土種子調査のための土壌試料を採取した。また、全てのコドラートにおいて、林床植生を調査した（長谷川幹夫ら、未発表）。併せて、伐採後の更新において母樹となる可能性のある木本の情報を得るため、伐採範囲周辺に存在する木本の調査も行なった（図子光太郎ら、未発表）。それぞれの調査方法は次のとおりである。

表-1 調査地における伐採前のスギ林分の概況

所在地	富山県立山町栃津地内
標高	375~470m
本数密度	807本/ha
平均樹高	24.5m
平均胸高直径	33.0cm
材積	912.6m ³ /ha
胸高断面積合計	77.7m ² /ha
伐採面積	1.2ha
伐採時の林齢	72年生
伐採時期	2004年11月~2005年5月

2.3 埋土種子

109箇所のコドラートのうちからなるべくランダムな配置になるように35箇所を抽出し、400ccの採土円筒を2段につなぎ合わせたものを用いて、表面積100cm²、深さ8cmの土壤試料(容積800cm³)を各コドラートの外側で1点ずつ採取した(図-1)。その際、前年秋に散布された種子を除くため、試料を攪乱しないように注意してA₀層を取り除いた。土壤試料の採取は伐採直後で稚樹発生前の2005年4月下旬から5月上旬にかけて行なった。採取した土壤試料は持ち帰り、パーライトを敷き詰めたプランターに薄く蒔き出してガラス温室内に設置し、毎日1回自動で灌水を行なった。5月から9月までの約5ヶ月間に発生した全ての芽生えを識別し、種の同定を行って本数を数えた。

埋土種子の種子密度(D , 個/m²)は、深さ8cmまでの土壤中に含まれる、面積1m²あたりの埋土種子の個数とし、次式を用いて算出した。

$$D = n_i / (a \times N)$$

ただし、 n_i は全ての土壤試料から検出した種 i の埋土種子数の合計、 a は土壤試料1個あたりの表面積で $a=0.01$ (m²)、 N は土壤試料の合計個数で $N=35$ とする。

2.4 林床植生

コドラート内に出現する高さ2m以下の維管束植物全てについて、種の同定を行い、自然高(葉の最高点の高さ、cm)と植被率(%)を測定した。調査は伐採前の2004年10月と、伐採後1シーズン経過した2005年10月の2回行なった。

2.5 周辺の木本

伐採範囲周辺20m~50mに存在する胸高直径5cm以上の木本の樹種、胸高直径、樹高、位置座標を測定した。調査は2005年4月に行なった。

3. 結果と考察

3.1 埋土種子の種構成

全ての土壤試料から検出した埋土種子の合計個数は1325個で、種子密度は3786個/m²であった(表-2)。種数は科、属まで同定できたものを含めると少なくとも47種であった。スギ人工林における埋土種子の種数と種子密度については、高知県の67種1064個/m²(深さ5cm)(Sakai *et al.*,2005)、埼玉県の30種1867個/m²(深さ5cm)

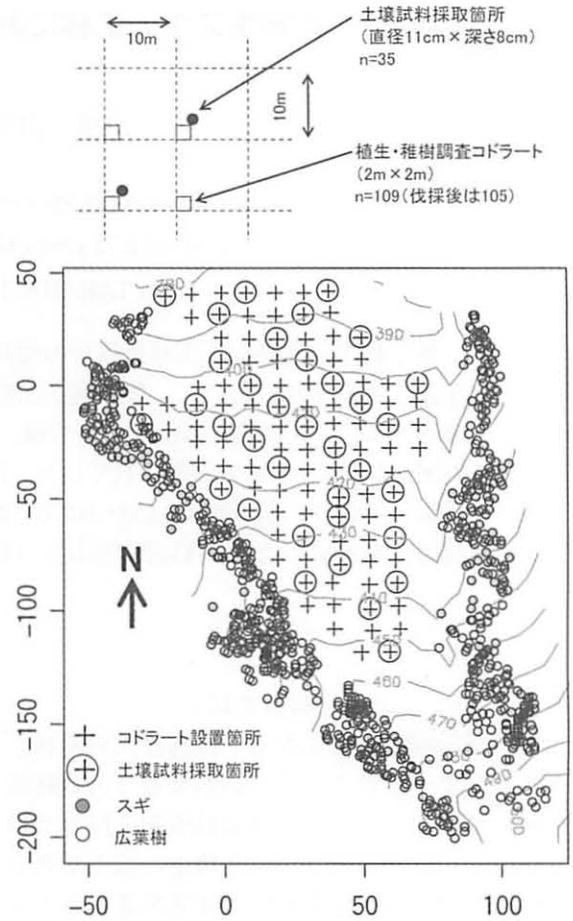


図-1 調査地の概要

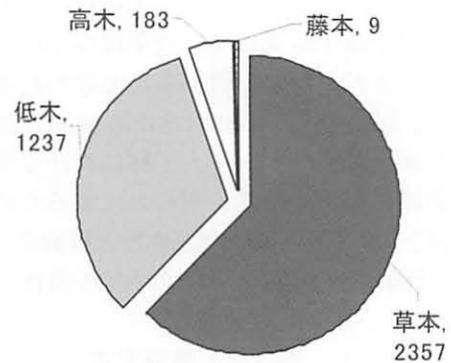


図-2 生活型別の埋土種子密度
単位は個/m²

(川西ら, 2007) などの報告があり, これらと比較すると種数は両者の中間で, 種子密度はやや高かったが, 土壌試料を深くまで採取したことも影響していると考えられる。

生活型(宮脇ら, 1978; 長谷川, 2007) 別では, 草本が29種825個 (2357個/m²), 低木が7種433個 (1237個/m²), 高木(長谷川, 2007における分類の小高木と大高木をあわせて高木とする)が8種64個 (183個/m²), 藤本が3種3個 (9個/m²) で, 種子密度は草本と低木で95%を占めていた(図-2)。

埋土種子数の上位5種は, 高木ではフサザクラ, リョウブ, ヌルデ, タラノキ, アカメガシワ, 低木ではエゾアジサイ, タニウツギ, キブシ, ヒメコウゾ, サンショウ, 草本では, ドクダミ, コナスビ, カラムシ, クサアジサイ, ウワバミソウであった。種子散布様式(中西, 1994) 別に種数をみると, 草本では風散布種の割合が高かった。木本では, 既報(小谷, 2007; Sakai et al, 2005) にもいわれているように, 鳥による被食散布種の割合が高かった(図-3)。

3.2 埋土種子と伐採前の林床植生

林床植生の出現頻度上位5種は, 木本では, 伐採前がエゾアジサイ, ウリノキ, オオバクロモジ, モミジイチゴ, フユイチゴ, 伐採後がアカメガシワ, エゾアジサイ, カラスザンショウ, オオバクロモジ, ヒメコウゾであった。草本では, 伐採前がリョウメンシダ, チヂミザサ, ドクダミ, テンニンソウ, シケシダ, 伐採後がススキ, チヂミザサ, タケニグサ, ヒメムカシヨモギ, イノコズチであった。

埋土種子として検出された種のうち伐採前の林床植生にも出現していたものは, 木本ではエゾアジサイ, オオバクロモジ, クサギなどで18種中7種, 草本ではチヂミザサ, ドクダミ, イノコズチなどで29種中9種であった。これに対し, 伐採後の林床植生には, 埋土種子として検出された木本18種中15種, 草本29種中21種が出現していた。埋土種子と林床植生の種構成の類似性を評価するために, 次式で表されるSorensen (1948) の類似商 QS (以下, 類似度という) を用いた。

$$QS = 2a / (2a + b + c)$$

ただし, a は二つのサンプルの両方に出現する種数, b , c はそれぞれどちらかのサンプルに

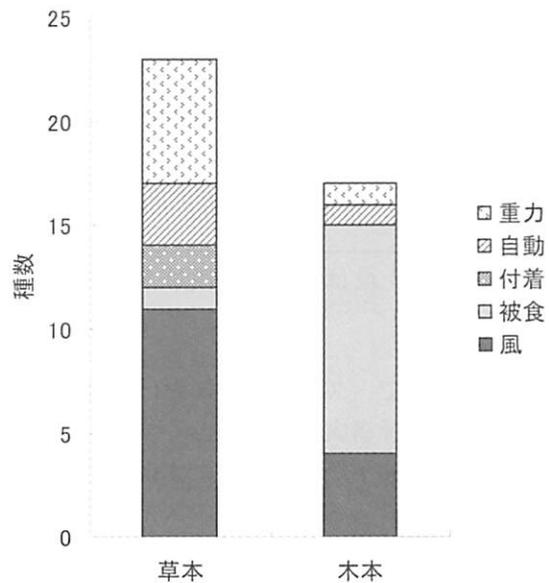


図-3 種子散布様式別の埋土種子の出現種数

のみ出現する種数を表す。類似度は0~1までの値をとり, 二つのサンプル間で出現種が全く同じであれば1, 全て異なっていれば0となる。埋土種子と伐採前後の林床植生との類似度は, 草本では伐採前が0.198で伐採後が0.313, 木本では伐採前が0.206で伐採後が0.349であった(表-3)。埋土種子と伐採前の植生の類似度は, 草本, 木本ともに0.2前後の低い値をとり, 地上の植生と埋土種子では, 種構成がかなり異なっていることを示していた。伐採前と伐採後の植生の類似度は草本が0.689, 木本が0.721と高く, 伐採前の出現種が伐採後も残っていることが窺われた。ただし, 埋土種子と伐採後の植生の類似度は, 伐採前に比べて草本, 木本ともに高くなったことから, 埋土種子に由来する種が地上の植生として出現し, その変化に参与していることが示唆された。

3.3 埋土種子と調査地周辺の木本

調査地周辺20m~50mの範囲にある胸高直径5cm以上の木本は, 本数の多かった順に, ヤマモミジ115本, スギ48本, ハクウンボク46本, クマシデ44本, ウワミズザクラ38本などであり, 合計49種610本を確認した(表-2)。埋土種子として検出された高木性の木本8種では全て, 周辺に胸高直径5cm以上の成木が存在していた。このことから, 伐採範囲周辺の構成種が埋土種子となり, 更新に重要な役割を果たす可能性が

表-3 埋土種子, 伐採前植生, 伐採後植生における種構成の類似度

	伐採前林床植生	伐採後林床植生
埋土種子	0.198 0.206	0.313 0.349
伐採前林床植生		0.689 0.721

上段は草本, 下段は木本を示す

考えられた。

今回の調査で, スギ人工林における埋土種子の種子密度と種構成についていくつかの知見を得たが, 埋土種子が更新に果たす役割を明らかにするためには, さらに多くのスギ林での調査事例を蓄積する必要があると考えられる。

引用文献

- 長谷川幹夫 (2007) 山地帯における人工林施業に起因する混交林の成立過程とその管理. 富山県林業技術センター研究報告20 (別冊) : 1-129.
- 川西基博・崎尾均・米林伸 (2007) 実生出現法によるスギ植林地と広葉樹二次林の埋土種子集団の比較. 立正大学地球環境研究9 : 31~41.
- 小谷二郎 (2007) スギ人工林における木本種の埋土種子数と種構成. 石川県林試研報39 : 59-64.
- 宮脇昭・奥田重俊・望月陸夫 (1978) 日本植生

便覧.至文堂.東京.850pp.

- 中西弘樹 (1994) 種子ひろがる一種子散布の生態学一.平凡社.東京.255pp.
- 荻野和彦 (1989) 森林生態学.堤利夫編.朝倉書店.東京 : 34-35
- Sakai,A., Sato,S., Sakai,T.,Kuramoto,S.,Tabuchi,R. (2005) A soil seed bank in a mature conifer plantation and establishment of seedlings after clear-cutting in southwest Japan. J For Res10 : 295-304.
- Sorensen,T.A. (1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. Biol.Skr.,K.danske Vidensk.Selsk.5 : 1-34
- 吉田茂二郎 (2002) 「再造林放棄地」, 「未造林地」それとも「天然更新地」.森林科学36 : 85

Summary

To evaluate the role of the buried viable seeds in the regeneration after clear-cutting of conifer plantation, we examined a 72-year-old Japanese cedar plantation on the density and the species composition of the buried viable seeds, change in the forest floor vegetation before and after clear-cutting, and the trees of secondary forest around the cutting area. The buried viable seeds consisted of 47 species, and the density of the seeds was estimated 3786 per square meter. Herbs and shrubs accounted for 95% of the buried viable seeds. There were significant differences in the composition between the forest floor vegetation before clear-cutting and buried viable seeds, and the similarity scale showed low value from 0.198 to 0.206. 11 out of 12 woody species found around the cutting area may have been the sources of the buried viable seeds.

表-2 埋土種子, 林床植生, 周辺の成木の種構成

種名	種子 散布様式 ^a	埋土種子			林床植生の 出現頻度 ^e		周辺の 成木本数 ^f
		個数 ^b	密度 ^c	頻度 ^d	伐採前	伐採後	
高木	フササ ^ク ラ	風	17	48.6	34		5
	リョウフ ^ク	風	16	45.7	31	3	4
	スルテ ^ク	被食	9	25.7	23		56
	タラノキ	被食	7	20.0	14		62
	アカメカ ^シ ワ	被食	6	17.1	14	1	95
	オオハ ^ク ロモジ ^ク	被食	5	14.3	14	42	74
	クサキ ^ク	被食	2	5.7	3	6	37
	クノミス ^キ	被食	2	5.7	6	1	12
	ミヤマハソ	被食				16	18
	ハウソノホ ^ク	被食				13	17
	ムラサキシキブ ^ク	被食				11	26
	ウワミス ^ク サ ^ク ラ	被食				6	5
	ウリハタ ^ク カエテ ^ク	風				4	8
	ヤマモシ ^ク	風				4	6
	ヤマク ^ク リ	被食				2	13
	スキ ^ク	風				2	6
	マユミ	被食				2	
	エコ ^ク ノキ	被食				1	8
	トチノキ	被食				1	4
	ミス ^ク キ	被食				1	4
	ケヤキ	風				1	2
	クリ	被食				1	2
	ケンボ ^ク ナシ	被食				1	2
	シロク ^ク モ	被食				1	
	クマシテ ^ク	風				1	
	コナラ	被食				1	
	キンキマメサ ^ク ラ	被食				1	
	ヤマホ ^ク ウシ	被食				1	
	カラスサ ^ク ンシヨウ	被食					79
	キハタ ^ク	被食					53
	ネムノキ	風					21
	オニク ^ク ルミ	被食					16
	ホオノキ	被食					8
	エゾ ^ク エノキ	被食					3
	オオヤマサ ^ク ラ	被食					2
	キリ	風					1
	イタヤカエテ ^ク	風					1
	アブ ^ク ラチヤン	被食					1
	ヒサカキ	被食					1
	マルハ ^ク マンサク	自動					
	ウラシ ^ク ロカ ^ク シ	被食					
	ミス ^ク ナラ	被食					
	アス ^ク キナシ	被食					
	タンコウハ ^ク イ	被食					
	ヤマハンノキ	風					
	アオハタ ^ク	被食					
	カラマツ	風					
	ウラシ ^ク ロノキ	被食					
	コシアブ ^ク ラ	被食					
	ハウチワカエテ ^ク	風					
高木小計	種数		個数	密度			
	埋土種子	8	64	182.9			
	伐採前植生	25					
	伐採後植生	33					
	周辺の成木	43					

(表-2続き)

	種名	種子 散布様式 ^a	埋土種子			林床植生の 出現頻度 ^e		周辺の 成木本数 ^f
			個数 ^b	密度 ^c	頻度 ^d	伐採前	伐採後	
低木	エゾアジサイ	風	190	542.9	63	78	84	
	タニウツキ	風	145	414.3	83		38	8
	キフシ	被食	29	82.9	51		44	10
	ヒメコウゾ	被食	7	20.0	17		71	
	サンショウ	被食	3	8.6	6	1	32	3
	ヤマハキ	重力	1	2.9	3		2	
	キイチゴ属sp		58	165.7	60			
	ウリノキ	被食				71	70	1
	モミシイチゴ	被食				40	54	
	ヒメアオキ	被食				31	9	
	ハナイカタ	被食				24	23	
	ユキツハキ	重力				20	13	
	ヤブコウジ	被食				10	3	
	チヤホガヤ	重力				4	4	
	タンナワフタキ	被食				3	4	
	ハイスカヤ	被食				3	2	
	ニワトコ	被食				2	6	
	コマユミ	被食				2		
	ケナシアデマリ	被食				1	10	
	ムラサキマユミ	被食				1	1	
	タマアジサイ	風				1	1	
	クマイチゴ	被食					62	
	イヌサシショウ	被食					2	
	クマヤナキ	被食					1	
エゾユスリハ	被食					1		
ハイスツケ	被食					1		
ツノハシハミ	被食						9	
オオツリバナ	被食						1	
ノリウツキ	風						1	
低木小計		種数	個数	密度				
	埋土種子	7	433	1237.1				
	伐採前植生	16						
	伐採後植生	24						
	周辺の成木	7						
藤本	ヤマフトウ	被食	1	2.9	3		1	
	マタタビ	被食	1	2.9	3			
	フイチゴ	被食				40	49	
	イワガラミ	風				37	26	
	ツタウルシ	被食				23	22	
	キツタ	被食				9	8	
	サルトリイバラ	被食				7	10	
	ミヤママタタビ	被食				6	11	
	マツフサ	被食				3	2	
	フジ	自動				2	1	
	サンカクヅル	被食				1	2	
	ミツハアケビ	被食				1	1	
	ツタ	被食				1		
	ツルウメモドキ	被食					4	
	サルナシ	被食					2	
	藤本小計		種数	個数	密度			
	埋土種子	3	3	8.6				
	伐採前植生	11						
	伐採後植生	13						
	周辺の成木	0						

(表-2続き)

種名	種子 散布様式 ^a	埋土種子			林床植生の 出現頻度 ^e		周辺の 成木本数 ^f
		個数 ^b	密度 ^c	頻度 ^d	伐採前	伐採後	
草本							
トクゲミ	風	385	1100.0	49	37	37	
コナスピ	貯食	113	322.9	74		4	
カラムシ	風	48	137.1	20	1	23	
クサアジサイ	風	43	122.9	40	26	29	
ウワバミソウ	重力	41	117.1	17	26	25	
クネクサ	貯食	33	94.3	57		64	
ウト	被食	13	37.1	26		1	
チチミササ	付着	7	20.0	11	43	95	
ホトキリソウ	風	5	14.3	6		3	
クネツケハナ	自動	5	14.3	6		1	
ハハコクサ	風	5	14.3	11		1	
カタハミ	自動	5	14.3	14			
オカトラノオ	風	3	8.6	9		44	
ミスヒキ	風	2	5.7	3	12	16	
イノコサチ	付着	1	2.9	3	28	44	
ニカクサ	風	1	2.9	3	11	19	
オオカニコウモリ	風	1	2.9	3	2	1	
ヨモギ	風	1	2.9	3		30	
クス	自動	1	2.9	3		29	
ホトコエシ	風	1	2.9	3		7	
アキノノゲシ	風	1	2.9	3		6	
ミソソバ	風	1	2.9	3		2	
イラクサ	風	1	2.9	3			
ハコハ	自動	1	2.9	3			
スミレ属sp		53	151.4	69			
カヤツリクサ科sp		20	57.1	31			
イネ科sp		20	57.1	43			
シソ科sp		7	20.0	11			
キク科sp		5	14.3	9			
クデ科sp		3	8.6	6			
リウモンシダ	風				45	43	
テンニンソウ	風				35	39	
シケシダ	風				33	34	
トリカクタンシヨウヅル	風				25	37	
ハリカネワラビ	風				20	40	
チシササ	貯食				20	15	
スミレサイシン	自動				19	11	
オニトコロ	風				18	24	
シユウモンシダ	風				18	18	
ホウチャクソウ	被食				17	9	
チコエリ	被食				16	8	
ミヤマイトチシダ	風				14	7	
ヤイトハナ	重力				13	36	
トリアシヨウマ	風				12	20	
イワカネソウ	風				12	16	
ムカゴイラクサ	風				10	15	
アキギリ	風				9	11	
ゼンマイ	風				9	7	
オクモシハクマ	風				9	4	
アカソ	風				8	18	
ヒロハイスワラビ	風				7	18	
クチシオデ	被食				7	12	
エビヅル	被食				7	11	
ヤマノイモ	風				7	10	
ツリフネソウ	自動				7	4	
キョウキシダ	風				7	4	
フタリスカ	風				6	2	

(表-2続き)

種名	種子 散布様式 ^a	埋土種子			林床植生の 出現頻度 ^e		周辺の 成木本数 ^f
		個数 ^b	密度 ^c	頻度 ^d	伐採前	伐採後	
(草本続き)							
ヒロハ [*] スケ [*]	貯食				5	8	
ノササケ [*]	貯食				5	6	
ウマノミツハ [*]	付着				5	5	
カエデ [*] トコロ	風				5	1	
サカケ [*] イノデ [*]	風				4	5	
ホソハ [*] ナライシタ [*]	風				4	5	
クロハ [*] ナヒキオコシ	風				4	4	
ヤマイヌワラビ [*]	風				4	4	
フモトシタ [*]	風				4	4	
ツルアリト [*] オシ	被食				4	4	
ノブ [*] トウ	被食				3	11	
ミヤマカンスケ [*]	貯食				3	5	
ヤマトキホコリ	風				3	3	
タチツボ [*] スミレ	自動				3	2	
トチハ [*] ニンジン	貯食				3		
カラクサイヌワラビ [*]	風				2	3	
コシノチャルメルソウ	風				2	1	
ワラビ [*]	風				2	1	
ソバ [*] ナ	風				2		
イタト [*] リ	風				1	6	
アマチャヅル	被食				1	2	
ツルニンジン	風				1	2	
ミヤマカタハ [*] ミ	自動				1	2	
ミス [*] クマソウ	付着				1	1	
シラネセンキュウ	風				1	1	
ハクモウイノデ [*]	風				1	1	
キシ [*] ノオシタ [*]	風				1	1	
ハエト [*] クソウ	付着				1		
シュロソウ	風				1		
モミシ [*] カ [*] サ	風				1		
ミヤマニカ [*] ウリ	被食				1		
ススキ	風					98	
ヒメムカシヨモキ [*]	風					60	
ヒヨト [*] リハ [*] ナ	風					20	
ク [*] ント [*] ホ [*] ロキ [*] ク	風					14	
ヘ [*] ニハ [*] ナホ [*] ロキ [*] ク	風					10	
オニクビ [*] ラコ	風					7	
ハルシ [*] オン	風					6	
ヒヨト [*] リシ [*] ヨウコ [*]	被食					5	
ハシカケ [*] サ	風					5	
コシノホンモンシ [*] スケ [*]	貯食					3	
メチモミ	付着					3	
ナキ [*] ナクコウシ [*] ユ	風					3	
スズヒ [*] トハキ [*]	付着					2	
ヨツハ [*] ヒヨト [*] リ	風					2	
ヤマハハコ	風					2	
メト [*] ハキ [*]	貯食					2	
ツルキ [*] キョウ	風					2	
ホト [*] イモ	貯食					2	
ホ [*] ントククテ [*]	重力					2	
オオクサキビ [*]	重力					2	
オトコヨモキ [*]	風					1	
コスカケ [*] サ	重力					1	
ヤマキケマン	貯食					1	
キラソウ	貯食					1	
ミヤマタニクテ [*]	重力					1	
イカ [*] ホオス [*] キ	被食					1	
サランナシヨウマ	風					1	

(表-2続き)

	種名	種子 散布様式 ^a	埋土種子		林床植生の 出現頻度 ^e		周辺の 成木本数 ^f
			個数 ^b	密度 ^c	頻度 ^d	伐採前	
(草本続き)	シュンラン	風					1
	ノブキ	付着					1
	キツリフネ	自動					1
	メシハ ^g	貯食					1
	ノゲシ	風					1
	トウゲシハ ^g	風					1
	ヤマソテツ	風					1
	シシガシラ	風					1
	ヒメワラビ ^g	風					1
	ホ ^g タンヅ ^g ル	風					1
草本小計		種数	個数	密度			
	埋土種子	29	825	2357.1			
	伐採前植生	71					
	伐採後植生	110					
合計		種数	個数	密度			
	埋土種子	47	1325	3785.6			
	伐採前植生	119					
	伐採後植生	180					
	周辺の成木	49					

a 中西(1994)を参考にした

b 35個の土壌試料から発生した個数の合計

c 合計個数(b) ÷ (表面積100cm² × 35箇所) (個/m²)

d 出現箇所数 ÷ 調査箇所数 (35) × 100 (%)

e 出現箇所数 ÷ 調査箇所数 (伐採前は109, 伐採後は105) × 100 (%)

f 調査地周辺20m~50mの範囲に存在したDBH ≥ 5cmの幹の本数

g 科, 属はそれぞれ1種として数えた