

スギ人工林における木本種の埋土種子数と種構成

小谷二郎

要旨: 44~88年生のスギ人工林における木本種の埋土種子数とその種構成を実生発生法によって調査した。出現種類数は、1箇所当り9~20種で63.3~176.7本/m²であった。ほとんど先駆性の強い樹種で占められ、ヤマアジサイやイチゴ類の本数密度が高かった。高木性のカラスザンショウやアカメガシワなどは、本数密度よりも出現頻度が高かったことから、スギ人工林内の土壌中に種子が長期間存在していたことを示唆した。埋土種子は、隣接する広葉樹林からの距離と無関係に、またスギの根元から離れた場所でも出現する傾向があり、スギ人工林内に広くランダムに分布していることが示された。以上のことより、埋土種子由来の樹種群は皆伐跡地の早期の林地被覆植生として重要な役割を果たしていると考えられた。

キーワード: スギ人工林、埋土種子、木本種、種構成、実生発生法

I はじめに

林業諸情勢の悪化に伴い皆伐後に再造林しない「再造林放棄地」の増加が問題となりつつあり、伐採後の植生回復の遅れが、災害の引き金になることが懸念されている(長島ら 2004; 酒井 2006)。とくに、近年問題となっている間伐手遅れ状態が続いた林分が皆伐された場合には、その危険性が一層高まることになる。

こうした林分の植生回復には、周辺森林からの種子の飛来や動物による持込による天然更新が期待されるが、もう1つ予め林地に埋もれた種子(埋土種子)の覚醒による更新も期待される(小谷 2005; 酒井 2006; Yamagawa and Ito 2006)。しかしながら、針葉樹人工林では単一樹種による一斉林であるため、天然林に比較して種構成が乏しいことが考えられる。また、種子源となる周辺の天然生林の種構成や成熟度あるいは針葉樹人工林との距離などの違いによって、埋土種子数や構成

割合なども異なると考えられる。

そこで、今後石川県でも増加が見込まれる再造林放棄や間伐手遅れ林分に対する強度間伐が植生変化に与える影響を検討する一環として、暖温帯に成立しているスギ人工林で埋土種子による木本種の発生数や種構成を調査した。

II 調査地および調査方法

1 調査地

調査地は、石川県白山市および小松市の7箇所のスギ人工林地である(表-1)。標高190~350mの暖温帯地域である。この付近(石川県林業試験場: 標高160m)の気象条件は、年平均気温は13.4℃、年間降水量は2,522mm、最深積雪深は124cmである(石川県林業試験場 2006)。林地の傾斜度は、5~25° やや不揃いである。これは、皆伐跡地との植生を比較するため、皆伐跡地に隣接した林分を選択したためである。対象林分は、

表-1 調査したスギ人工林の概要

調査地(略号)	標高 m	傾斜度 °	林齢	立木密度 本/ha	胸高直径 cm	樹高 m	材積 m ³ /ha	収量比数	植被率 (%)
白山市月橋(T)	350	15	44	900	25.2	20.1	525.1	0.72	20.7
小松市西俣(N)	200	15	51	1,250	25.2	22.0	713.4	0.86	65.0
白山市鶴来朝日(A)	220	25	45	725	29.4	23.7	664.1	0.73	25.8
白山市三ノ宮1(R1)	300	20	54	720	29.7	24.0	679.0	0.73	35.0
白山市三ノ宮2(R2)	190	5	88	510	40.8	27.2	746.3	0.68	64.0
白山市三ノ宮3(R3)	300	25	59	640	31.2	25.0	699.0	0.71	31.2
白山市三ノ宮4(R4)	250	5	74	500	46.0	29.0	843.3	0.70	88.8

Amount and species composition of woody plants emerged from buried seed in *Cryptomeria japonica* plantations

主伐に近い状態を想定して44~88年生の標準伐期齢を超えた林齢に設定した。なお、これらの林分は最近10年間に間伐作業はされていない。地位は2ないし3で、平均的な成長の人工林である。収量比数は0.68~0.86で、中からやや密に近い状態である。また、下層の植被率は20~88%で極端に低い所はなかった。

2 調査方法

埋土種子の検出は、実生発生法 (Brown 1992)

によって行った。調査は3カ年に渡って行い、場所によって調査年が異なる。R1とR2は2003年に、R3とR4は2004年に、TとNとAは2005年に行った。それぞれ3月下旬に、人工林内でL層を取り除き20cm×30cm×10cmの土壌サンプルを採取し、持ち帰り直ちに赤玉土を敷きつめたプランター内に播き出しした。採取の際に、位置を特定するために最も近いスギの根元からの距離を測定した。T、N、A、R2、R4はそれぞれ10

表-2 発生した樹種の生活型および種子散布型と本数 (本/m²)

樹種	生活型	落・常	種子散布型	調査地								
				T	N	A	R1	R2	R3	R4	平均	
大高木												
アカメガシワ	TT	D	F	1.7	0	0	1.7	3.3	1.1	1.1	1.3	
エノキ	TT	D	F	0	0	1.7	0	0	0	0	0.2	
オノエヤナギ	TT	D	W	0	0	0	1.7	0	0	0	0.2	
カラスザンショウ	TT	D	F	8.3	1.7	0	1.7	5.0	3.3	1.1	3.0	
キリ	TT	D	W	0	0	10.0	1.7	10.0	1.1	5.6	4.0	
ケヤキ	TT	D	W	0	0	0	1.7	0	0	0	0.2	
スギ	TT	E	W	0	0	0	16.7	0	1.1	20.0	5.4	
ネムノキ	TT	D	G	3.3	0	5.0	0	3.3	0	1.1	1.8	
ヤマグワ	TT	D	F	0	0	0	0	0	0	1.1	0.2	
計				13.3	1.7	16.7	25.0	21.7	6.7	30.0	16.4	
小高木												
キブシ	ST	D	F	45.0	0	0	1.7	0	0	8.9	7.9	
サンショウ	ST	D	F	1.7	3.3	48.3	0	0	0	0	7.6	
タラノキ	ST	D	F	5.0	1.7	0	1.7	0	5.6	1.1	2.1	
ヌルデ	ST	D	F	0	1.7	0	3.3	3.3	5.6	4.4	2.6	
ヒサカキ	ST	E	F	0	0	0	0	0	4.4	0	0.6	
リョウブ	ST	D	G	0	3.3	1.7	1.7	0	0	1.1	1.1	
計				51.7	10.0	50.0	8.3	3.3	15.6	15.6	22.1	
低木												
オオバクロモジ	S	D	F	1.7	0	3.3	0	0	0	0	0.7	
クサイチゴ	S	D	F	1.7	0	8.3	5.0	5.0	0	8.9	4.1	
クマイチゴ	S	D	F	40.0	33.3	0	10.0	21.7	18.9	33.3	22.5	
ヒメコウゾ	S	D	F	3.3	15.0	1.7	6.7	0	0	3.3	4.3	
ムラサキシキブ	S	D	F	1.7	0	38.3	1.7	0	2.2	10.0	7.7	
モミジイチゴ	S	D	F	25.0	0	1.7	8.3	5.0	4.4	6.7	7.3	
ヤブコウジ	S	E	F	0	0	0	0	0	0	4.4	0.6	
ヤマアジサイ	S	D	G	0	0	0	11.7	3.3	117.8	61.1	27.7	
ヤマハギ	S	D	G	3.3	0	0	0	6.7	1.1	1.1	1.7	
計				76.7	48.3	53.3	43.3	41.7	144.4	128.9	76.7	
つる												
イワガラミ	L	D	G	0	1.7	0	0	0	0	0	0.2	
クズ	L	D	G	0	1.7	1.7	0	0	0	0	0.5	
計				0	3.3	1.7	0	0	0	0	0.7	
不明												
sp1				0	0	0	0	0	0	1.1	0.2	
sp2				0	0	0	0	0	0	1.1	0.2	
本数密度合計				141.7	63.3	121.7	76.7	66.7	166.7	176.7	116.2	
出現種類数 [※]				13	9	11	16	10	12	20	13.0	

TT: 大高木、ST: 小高木、S: 低木、L: つる、D: 落葉、E: 常緑、F: 被食散布、W: 風散布、G: 重力散布

※: 箇所当りを示す

箇所ずつ（合計 0.6 m²）採取した。R1 と R3 は、隣接広葉樹林からの距離の影響を調べるために広葉樹林とスギ人工林の境から広葉樹林内に 20m 入ったところを基点に、直線でスギ人工林内に 80m まで入った場所まで 20m 間隔で採取地点を設定した（-20・0・20・・・80m）。各地点で、3 箇所採取した（合計 18 箇所：1.08 m²）。8 月までは 1 週間間隔で、その後は 1 月間隔で発生

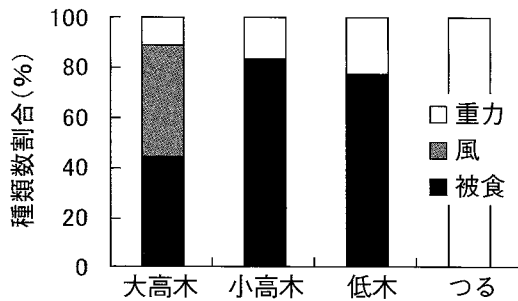


図-1 各生活型での種子散布型の種類数割合

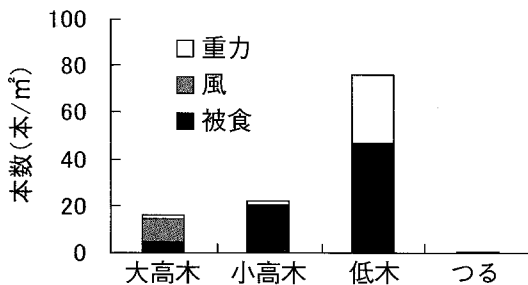


図-2 各生活型での種子散布型の本数

した実生にタグを付け 12 月まで種の同定を行うとともに本数をカウントした。

III 結果

1 実生の発生数および種構成

表-2 は、調査地ごとに発生した実生の本数および種類数を示している。同定不明の 2 種を含めて全部で 28 種発生した。スギ人工林内での出現種類数は 9~16 種/0.6 m² から 12~20 種/0.9 m² で、本数は 63.3~176.7 本/m² であった。

大高木では、スギ、キリ、カラスザンショウの順で本数が多かったが、出現頻度はカラスザンショウ、キリ、アカメガシワの順で高かった。小高木では、キブシ、サンショウ、ヌルデの順で本数が多かったが、出現頻度ではヌルデ、タラノキなどが高かった。低木では、クマイチゴ、ヤマアジサイが飛び抜けて本数が多かったのに対し、出現頻度ではイチゴ類の他、ヒメコウゾ、ムラサキシ

キブが高かった。つるでは、イワガラミとクズが一部に出現したのみであった。

2 生活型別および種子散布型別の発生状況

生活型別の種類数は、大高木 9 種、小高木 6 種、低木 9 種、つる 2 種、不明 2 種であった（表-2）。発生本数を見ると、低木が最も多く 41.7~144.4 本/m² であったのに対し、高木（大高木+小高木）は 11.7~66.7 本/m² であった（表-2）。R1、R3、R4 にスギが含まれていた。また、スギ以外の常緑は、ヒサカキ、ヤブコウジの 2 種のみであった。

種子散布型別では、28 種のうち 16 種が被食散布型で最も多く、小高木と低木でその割合が高かった（表-2）。大高木では風散布型が 4 種、被食散布型が 4 種、重力散布型が 1 種で、被食散布型以外の占める割合が高かった（表-2、図-1）。本数でも、被食散布型が 41.6~135.1 本/m²（27.1~95.3%）で最も多く、小高木と低木で割合が高かった（表-2、図-2）。一部の低木（R3、R4）およびつる（N）で、重力型の本数が多いところがあったが、特異的に出現した種（ヤマアジサイ）の影響が強かった。

3 隣接広葉樹林からの距離の影響

埋土種子の出現が、種子源となる可能性のある

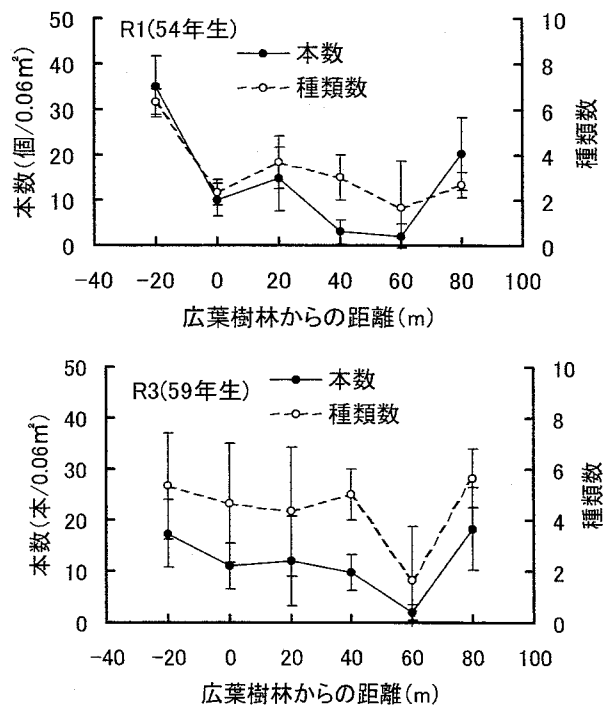


図-3 広葉樹林からの距離による発生した本数および種類数の変化
※両林分とも線形回帰分析の結果有意性は認められなかった

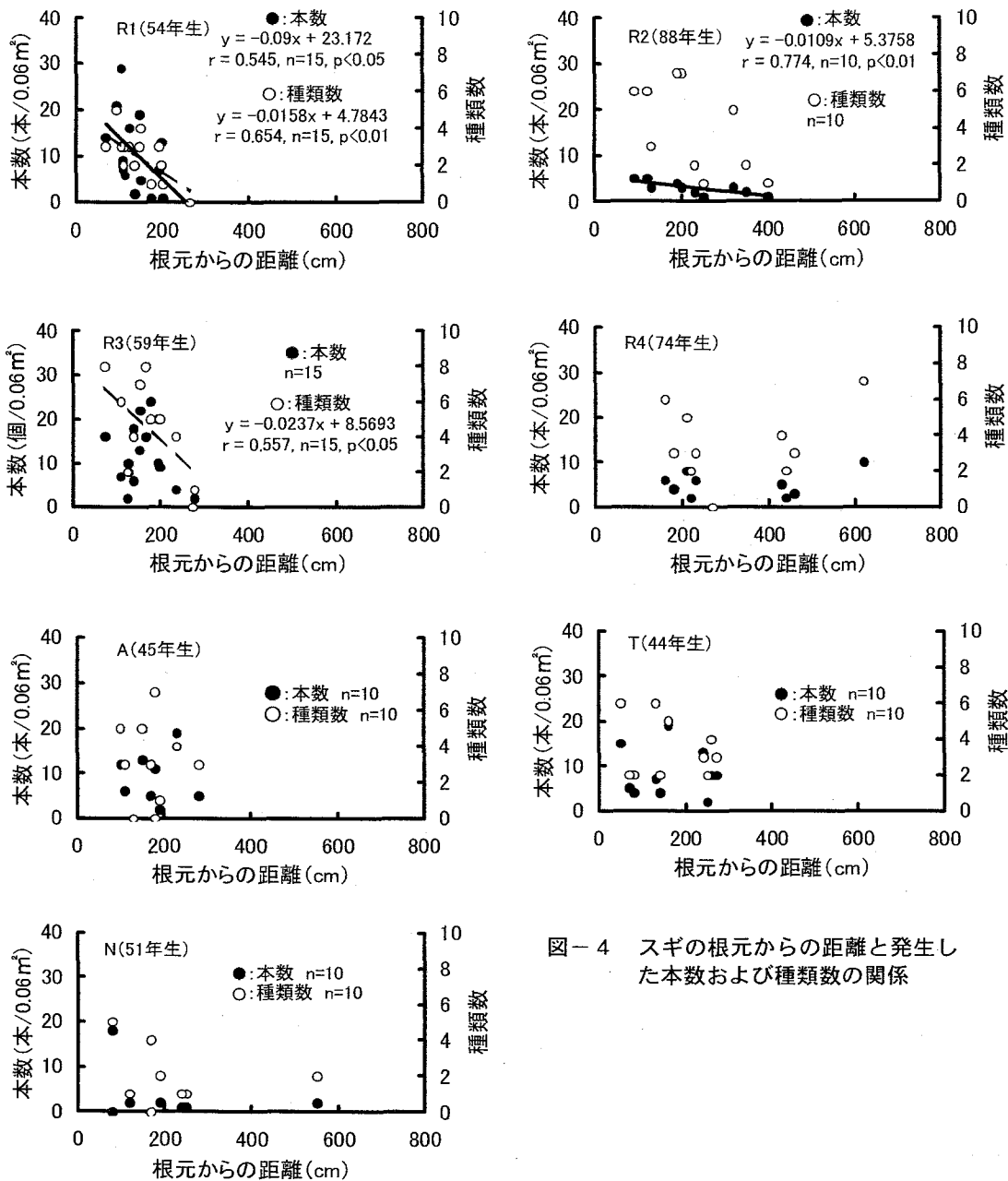


図-4 スギの根元からの距離と発生した本数および種類数の関係

広葉樹林からの影響をどのように受けるかを調べるために、R1とR3で隣接広葉樹林からの距離と本数および種類数の変化を調べた(図-3)。両林分とも、本数、種類数ともに距離との間に相関関係はみられなかった(線形回帰分析, $p > 0.05$)。

4 林内での分布状況

埋土種子の林内での分布を調べるために、土壌のサンプリング位置に最も近いスギの根元からの距離と発生した本数および種類数の関係を調べた(図-4)。本数または種類数と相関関係がみられたのはR1、R2、R3のみであった。ほとんどがスギ立木から200cm前後もしくはそれ以内に本数も種類数も多い場所が存在していたが、ばらつき

が大きく、また400~600cmでも高い場所があった。

IV 考察

1 埋土種子数

今回のスギ人工林での調査結果は、9~20種で63.3~176.7本(個)/ m^2 であった(表-2)。これは、同地域で調べられたスギ人工林内での前生樹の本数密度よりも高い(小谷2005; Kodani2006)。これまで調べられた針葉樹人工林での木本種の埋土種子は、ヒノキ人工林では10種で1,107.4個/ m^2 (木佐貫ら2002)、3~14種で80~352個/ m^2 (横井ら2005)、10~33種で367.5~395.5個/

m²(酒井 2006)、10 種で 9.7 個/m²(Yamagawa and Ito 2006) が報告されている。また、スギ人工林では、20~36 種で 168.3~729.2 個/m²(酒井 2006) が報告されている。これらと比較した場合、やや少ない結果である。ただし、スギを除いた高木(大高木+小高木)では 5~10 種で 11.7~66.7 本(個)/m²で、木佐貫ら(2002)の 4 種で 375.1 個/m²よりも少ないが、横井ら(2005)の 0~4 種で 0~60.0 個/m²(ヒノキ人工林)や酒井(2006)の 5~11 種で 14.0~104.1 個/m²(ヒノキ人工林)や 4~10 種で 22.6~70.9 個/m²(スギ人工林)と大差は無かった。このことから、北陸地方の暖温帯地域のスギ人工林においても、皆伐直後に埋土種子由来の樹種が 633,000~1,767,000 本/ha 更新し、中でも高木種が 117,000~666,000 本/ha 更新することが期待された。

2 埋土種子の種構成

本数が多く出現頻度が高かったのは、ヤマアジサイやイチゴ類といった低木であった(表-2)。この傾向は、これまでの報告(木佐貫ら 2002; 酒井 2006; Yamagawa and Ito 2006; 横井 2005)とも一致する。大高木では、スギ、キリ、カラスザンショウの順で本数が多かったが、出現頻度ではカラスザンショウやアカメガシワの方がスギより高かった(表-2)。今回の調査が、3 年間に渡っているためスギは豊凶の差が現れたと同時に土壤中での生存期間が短いことを示している。逆に、カラスザンショウやアカメガシワは長期間土壤中で休眠することが知られており(小澤 1950)、豊凶に左右されないために出現頻度が高かったと考えられる。これらは、生活型に関係なくいずれも先駆性が強く、強い光環境を必要としているタイプと考えられる。

また、被食散布型の種子を持つタイプの割合が高い傾向があった(表-2、図-1、2)。種子の散布は、散布型に関係なく距離と共に減少する傾向がある(Kodani 2006; 宇津木ら 2001)。しかし、風散布型や大型の種子を持つ重力散布型よりはその影響度が低いと考えられる(Kodani 2006)。したがって、被食散布型でとくに鳥散布タイプは、針葉樹人工林内での分布拡大に重要な役割を果たしていると考えられる。

以上のことから、埋土種子群は低木が多くしかも先駆性が強いこと、また被食散布型が多いことから、ナラを主とする広葉樹林とは種構成が大き

く異なることが示された。これらの樹種は、人工林の造成時または間伐などの保育時等に人工林内またはその周辺に出現したものと考えられる。

3 埋土種子のスギ人工林内での分布

埋土種子の出現種類数および本数は、広葉樹林からの距離と無関係であり(図-3)、スギの根元に近いところばかりでなくギャップ地にも分布していた(図-4)。これは、先に述べた出現樹種の多くが被食散布型であることや周辺広葉樹林での種構成と異なる傾向があることが関係し、人工林が形成されてから常時蓄積され続けていることを示している。また、埋土種子がより強い光環境に改善されるまで待機し、埋土種子にならない樹種よりもいち早く発生し、早期に優占度を高める性質を持っている(小谷 2004)こととも関係していると考えられる。これらのことから、埋土種子群は人工林内のかなり広い範囲で、しかもランダムに分布していることが期待される。

4 埋土種子の効用

埋土種子は、周辺広葉樹二次林の構成種とは異なっていることや高木よりも低木の先駆性の強い樹種が多いことなどから、即座に有用性の高い林分の成立は期待できないかもしれない。しかしながら、スギ人工林内での前生稚樹に比べて高密度にしかも広く分布していることがわかった。しかも、実生発生法の結果から想像するに、それらは伐採直後に一斉に出現することが示唆される。このことは、埋土種子由来の樹種群が皆伐直後の林地被覆という面で非常に重要(小谷 2005; 中越 1981)であることを示している。また、これらがまず林地に定着することにより、低木類の果実を採餌に来訪する鳥獣によって周辺から大高木樹種の種子が持ち込まれる可能性が高いことも示唆される。このことから、埋土種子由来の樹種群は次の森林への橋渡しとしての役割を担っていると考えられる。

引用文献

- Brown D. (1992) Estimating the composition of forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. *Can. J. Bot.* 70: 1603-1612.
- 石川県林業試験場(2006) 気象観測調査。(業務報告-第 43 号, 38pp). 29-30.
- 木佐貫博光・巾 高志・武田明正(2002) 天然林

- と人工林における林床植生および埋土種子集団の種組成の比較. 中森研 50 : 37-38.
- 小谷二郎 (2004) スギ人工林の冠雪害と広葉樹の侵入パターン. 石川県林試研報 35 : 1-86.
- 小谷二郎 (2005) スギ人工林の伐採跡地の更新に対する埋土種子由来の樹木群集の役割. 116 回日林講演要旨集 : CD-ROM.
- Kodani J. (2006) Species diversity of broad-leaved trees in *Cryptomeria japonica* plantations in relation to the distance from adjacent broad-leaved forests. J. For. Res. 11: 267-274.
- 小澤準二郎 (1950) 土中に埋もれた林木種子の発芽力林業試験集報 58 : 25-39.
- Miyaki M. and Kikuzawa K. (1988) Dispersal of *Qercus mongolica* acorns in a broad-leaved deciduous forest. 2. Scatter-hoarding by mice. Forest Ecol. Manag. 25: 9-16.
- 長島啓子・吉田茂二郎・村上拓彦・保坂武宜 (2004) 再造林放棄地における植生回復と立地条件. 九州森林研究 57 : 189-191.
- 中越信和 (1981) 森林の下の土に埋もれている種子群 (沼田 真編, 種子の科学-生態学の立場から. 214pp, 研成社, 東京) . 101-124.
- 酒井 敦 (2006) 針葉樹人工林伐採跡地の植生回復機構の解明とその応用に関する基礎研究. 東京農工大連合大学院博士論文 122pp.
- 宇津木栄津子・加納研一・清和研二 (2001) 広葉樹林に隣接するスギ人工林への広葉樹の侵入過程-林縁からの距離と間伐の影響-. 川渡農報 17 : 61-72.
- Yamagawa H. and Ito S. (2006) The role of different sources of tree regeneration in the initial stages of natural forest recovery after logging of conifer plantation in a warm-temperate region. J. For. Res. 11: 455-460.
- 横井秀一・井川原弘一・渡邊仁志 (2005) 下層植生の乏しいヒノキ人工林の表土に含まれる埋土種子数. 中森研 53 : 5-6.