

秩父・大山沢溪畔林における埋土種子の種構成

久保満佐子^{*1}・川西基博²・島野光司³・崎尾均⁴・大野啓一⁵

久保満佐子・川西基博・島野光司・崎尾均・大野啓一：秩父・大山沢溪畔林における埋土種子の種構成 日林誌 90: 121~124, 2008 シオジ, サワグルミ, カツラが林冠を構成する奥秩父大山沢溪畔林の埋土種子の種構成を発芽試験法により調べた。本溪畔林の表層土壌(深さ5cm)からは, 現存植生にあるヤマアジサイ, フサザクラやミズメなどの他に, 現存植生にはないフジツギの実生が多く発芽した。本溪畔林の埋土種子組成の特徴として, 優占種のシオジがほとんど含まれなかったこと, エビガライチゴやサルナシのような動物被食散布種子が少ないこと, 現存植生との共通種が多いことがあげられた。溪畔林では出水を伴う攪乱によって, 古い埋土種子集団が流亡するため, 動物被食散布種子が蓄積されにくく, その代わりに現存植生に由来する風散布種子や重力散布種子が多いものと考えられる。
キーワード: シオジ林, 動物被食散布種子, 発芽試験法, フサザクラ, ミズメ

M. Kubo, M. Kawanishi, K. Shimano, H. Sakio, and K. Ohno: **The Species Composition of Soil Seed Banks in the Ooyamazawa Riparian Forest, in the Chichibu Mountains, Central Japan.** J. Jpn. For. Soc. 90: 121~124, 2008 We examined the species composition of soil seed banks (to 5 cm depth), using germination tests, for the Ooyamazawa riparian forest in the Chichibu Mountains. The canopy of this forest is dominated by *Fraxinus platypoda*. The dominant species in the soil seed bank were *Hydrangea macrophylla* var. *acuminata*, *Euptelea polyandra* and *Betula grossa*, which existed in the above-ground vegetation, and *Buddleja japonica*, which was not present in the above-ground vegetation. Of the buried viable seeds, there were few *Fraxinus platypoda* and a few zoochorous seed plants, such as *Actinidia arguta* and *Rubus phoenicolasius*. However, there were many species found in both the buried viable seeds and the current above-ground vegetation. In riparian forests, there are frequent disturbances such as flushing. It is assumed that old seed banks which included zoochorous seeds were lost in the riparian forest, while anemochorous and/or barochorous seeds were provided by parent plants near the riparian forest.

Key words: *Betula grossa*, *Euptelea polyandra*, *Fraxinus platypoda* stand, germination test, zoochorous seed

I. はじめに

溪畔林を構成する植物は, 溪畔域で発生する攪乱と密接な関係をもって生育している(大嶋ら, 1990; 佐藤, 1992; 赤松・青木, 1994)。特に, 太平洋側の冷温帯を代表する溪畔林であるシオジ林では, 優占樹種の生活史に関する研究によって, 構成樹種の種特性と攪乱との関係が明らかにされてきた(崎尾, 1993; Sakio, 1997; 久保ら, 2000; Sakio *et al.*, 2002)。しかし, これまで行われてきた研究はすでに再生した個体の動態を扱ったものであり, 埋土種子が溪畔林の再生に果たす役割は必ずしも明らかではない。埋土種子集団は, 地上部の環境変化に応じて植物群落を形成させる潜在的能力を持ち, さまざまな植物群落の維持や再生に重要な役割を果たす(林, 1977)。溪畔域では地上部の攪乱に加えて地表そのものの変動性も高い

め(伊藤・中村, 1994), 埋土種子の種構成は他の群落とは異なる特性を有していることが予想される。

本研究では, 埼玉県奥秩父の大山沢溪畔林における埋土種子の発芽試験を行い, その種構成を明らかにした。また, 埋土種子と現存植生の種構成を比較し, 埋土種子が溪畔林の動態に寄与する可能性を推察した。

II. 調査地および調査方法

調査地は埼玉県秩父市を流れる荒川上流の中津川支流に位置する大山沢溪畔林(JaLTER 準サイト)で, 秩父多摩甲斐国立公園に位置する(35°57'30" N, 138°45'32" E)。本溪畔林は標高約1,200~1,500 mに位置し, 長さ1 km以上にかけてシオジ, サワグルミ, カツラなどが林冠を構成する天然林である(Sakio, 1997)。周辺の上腹斜面はブナやイヌブナを優占種とする冷温帯落葉広葉樹林となってい

* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: k.masako@poppy.ocn.ne.jp

¹ 山梨県森林総合研究所 (400-0502 山梨県増穂町最勝寺 2290-1)
Yamanashi Forest Research Institute, 2290-1 Saishoji, Masuho, Yamanashi 400-0502, Japan.

² 立正大学地球環境科学研究科オープンリサーチセンター (360-0194 埼玉県熊谷市万吉 1700)

Open Research Center, Graduate School of Geo-environmental Science, Rissho University, 1700 Magechi, Kumagaya 360-0194, Japan.

³ 信州大学理学部 (390-8621 松本市旭 3-1-1)

Faculty of Science, Shinshu University, 3-1-1 Asahi, Matsumoto 390-8621, Japan.

⁴ 埼玉県農林総合研究センター (360-0102 熊谷市須賀広 784)

Saitama Prefectural Agriculture & Forestry Research Center, 784 Sugahiro, Kumagaya 360-0102, Japan.

⁵ 横浜国立大学環境情報研究院 (240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7)

Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University, 79-7 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240-8501, Japan.

(2007年7月27日受付; 2007年12月10日受理)

る。大山沢の地形は、標高1,300 m以上の上流部では土石流堆積地と沖積錐が発達するのに対し、それよりも下流部ではそうした微地形があまり発達せず、急峻な谷壁が谷底に入り込んでいる(久保ら, 2001)。

大山沢溪畔林の谷壁斜面ではイワボタンやウワバミソウが優占する林床植生が成立するのに対し、土石流堆積地ではオシダやヒカゲミツバを主とした林床植生が成立するなど、微地形に応じて植物の種構成が異なっている(久保ら, 2001; 川西ら, 2004)。異なる地形では埋土種子の種構成が異なると予想されるため(伊藤ら, 2003)、本研究では上流部と下流部の土石流堆積地および下流部の谷壁斜面から土壌を採取した。上流部土石流堆積地の採取地点から下流部の両地形の採取地点までは、約500 m(標高差約120 m)離れており、下流部の土石流堆積地と谷壁斜面は溪流をはさんで隣接している。

落葉層と表層5 cmの土壌を当年の実生が発生する直前

の2005年4月14日に、林(1977)の方法にならひそれぞれ幅20×20 cm採取し、その後冷暗所で保存した。落葉層には最近散布された種子が含まれ、土壌層には比較的古い埋土種子が含まれる。各微地形で5回の繰り返しとし、合計10 Lの土壌を採取した。溪畔林の土壌層は不連続で表層から礫も多いため、礫は調査地で除いた。

本溪畔林の埋土種子の種構成を発芽試験法(露崎, 1990)により調べた。発芽試験法では休眠中の種子や発芽試験中に枯死する種子が検出できないので、実際の埋土種子組成を過小評価する恐れがあるが、本研究では発芽試験法で検出された実生の組成を埋土種子とみなした。2005年6月16日に、コンテナに種子が混入していない滅菌済みの赤土を2~3 cm敷き、その上に採取した土壌を厚さ数mmに薄く播き広げた。落葉層も同様に赤土の上に播き広げた。コンテナはすべて、外から種子が混入しないように白色の寒冷紗で覆い、野外(山梨県増穂町; 35°33'35" N,

表-1. 大山沢溪畔林土壌の発芽試験法による埋土種子の種構成

採取地の地形	表層土壌						落葉層			種子散布型	生活形
	上流部 土石流堆積地	下流部 土石流堆積地	下流部 谷壁斜面	上流部 土石流堆積地	下流部 土石流堆積地	下流部 谷壁斜面	上流部 土石流堆積地	下流部 土石流堆積地	下流部 谷壁斜面		
木本											
<i>Hydrangea macrophylla</i> var. <i>acuminata</i>	ヤマアジサイ	30.2±35.2 (151)*	0.2±0.4 (1)*	5.4±3.6 (27)*	3.6±3.4 (18)*	0.0±0.0 *	1.0±0.8 (5)*	D ₄	N		
<i>Buddleja japonica</i>	フジウツギ	0.8±1.1 ^b (4)	8.2±5.9 ^a (41)	0.0±0.0 ^b	0.2±0.3 (1)	0.6±0.7 (3)	0.0±0.0	D ₁	N		
<i>Euptelea polyandra</i>	フサザクラ	0.0±0.0 ^b	4.8±1.8 ^b (24)*	3.0±1.9 ^a (15)*	0.4±0.4 (2)	2.0±1.7 (10)*	1.8±1.3 (9)*	D ₁	MM		
<i>Betula grossa</i>	ミズメ	5.8±3.6 ^a (29)*	0.6±0.9 ^b (3)	1.2±1.1 ^b (6)*	4.2±1.4 ^a (21)*	1.4±0.8 ^b (7)	0.8±0.5 ^b (4)*	D ₁	MM		
<i>Actinidia arguta</i>	サルナシ	2.2±2.3 (11)*	0.4±0.9 (2)	0.4±0.5 (2)*	2.6±1.6 (13)*	2.2±1.9 (11)	0.0±0.0 *	D ₂	MM		
<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	カツラ	0.6±0.9 (3)*	1.0±1.2 (5)*	0.8±0.4 (4)*	4.6±4.5 (23)*	5.4±3.0 (27)*	1.0±0.7 (5)*	D ₄	MM		
<i>Rubus phoenicolasius</i>	エビガライチゴ	0.0±0.0 ^b	2.2±1.8 ^a (11)	0.2±0.4 ^b (1)	0.0±0.0	0.6±0.7 (3)	0.2±0.3 (1)	D ₂	N		
<i>Pterocarya rhoifolia</i>	サワグルミ	0.2±0.4 (1)*	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	0.4±0.4 (2)*	0.0±0.0 *	D ₁	MM		
<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	イワガラミ	0.0±0.0 *	0.2±0.4 (1)*	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	0.2±0.3 (1)*	0.0±0.0 *	D ₄	MM		
<i>Pterostyax hispidus</i>	オオバアサガラ	0.2±0.4 (1)*	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	—	—	—	D ₄	MM		
<i>Weigela decora</i>	ニシキウツギ	0.2±0.4 (1)*	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	—	—	—	D ₁	M		
<i>Fraxinus platypoda</i>	シオジ	—	—	—	0.8±0.7 (4)*	0.8±0.8 (4)*	0.4±0.4 (2)*	D ₁	MM		
<i>Ericaceae</i> spp.	ツツジ科 spp.	—	—	—	0.2±0.3 (1)	0.0±0.0	0.0±0.0	D ₁	M		
Unidentified species	不明木本	0.0±0.0	0.2±0.4 (1)	0.0±0.0	—	—	—	—	—		
草本											
<i>Carex</i> spp.	スゲ属 spp.	0.0±0.0	12.4±17.0 (62)	0.4±0.5 (2)	0.4±0.4 (2)	2.4±2.8 (12)	0.0±0.0	—	—		
<i>Deinathe bifida</i>	ギンバイソウ	0.0±0.0 ^b	0.0±0.0 ^b	3.8±2.3 ^a (19)*	0.0±0.0	0.0±0.0	0.6±0.5 (3)*	D ₄	H		
<i>Poaceae</i> spp.	イネ科 spp.	1.4±1.7 (7)	1.0±0.7 (5)	0.2±0.4 (1)	0.0±0.0	0.2±0.3 (1)	0.4±0.4 (2)	—	—		
<i>Macleaya cordata</i>	タケニグサ	1.4±1.1 (7)	0.4±0.5 (2)	0.6±0.5 (3)	—	—	—	D ₁	H		
<i>Compositae</i> spp.	キク科 spp.	0.4±0.5 (2)	0.6±0.9 (3)	0.4±0.9 (2)	—	—	—	—	—		
<i>Mitella pauciflora</i>	コチャルメルソウ	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	0.6±0.9 (3)*	—	—	—	D ₄	H		
<i>Urtica laetevirens</i>	コバノイラクサ	0.2±0.4 (1)	0.2±0.4 (1)*	0.2±0.4 (1)*	—	—	—	D ₄	H		
<i>Laportea macrostachya</i>	ミヤマイラクサ	0.2±0.4 (1)*	0.2±0.4 (1)*	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	0.2±0.3 (1)*	0.0±0.0 *	D ₄	H		
<i>Chrysosplenium macrostemon</i>	イワボタン	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	0.4±0.9 (2)*	—	—	—	D ₄	H		
<i>Elatostema umbellatum</i> var. <i>majus</i>	ウワバミソウ	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	0.4±0.5 (2)*	—	—	—	D ₄	H		
<i>Laportea bulbifera</i>	ムカゴイラクサ	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	0.4±0.9 (2)*	—	—	—	D ₄	G		
<i>Stellaria diversiflora</i>	サワハコベ	0.2±0.4 (1)*	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	—	—	—	D ₄	H		
<i>Viola</i> spp.	スミレ属 spp.	—	—	—	0.6±0.7 (3)	0.2±0.3 (1)	0.0±0.0	D ₃	—		
<i>Cardamine flexosa</i>	タネツケバナ	—	—	—	0.0±0.0	0.4±0.4 (2)	0.0±0.0	D ₃	Th		
<i>Chrysosplenium</i> spp.	ネコノメソウ属 spp.	—	—	—	0.2±0.3 (1)	0.0±0.0	0.0±0.0	D ₄	H		
<i>Scopolia japonica</i>	ハシロドコロ	—	—	—	0.0±0.0 *	0.2±0.3 (1)*	0.0±0.0 *	D ₄	H		
<i>Scrophularia duplicato-serrata</i>	ヒナノウスツボ	—	—	—	0.0±0.0	0.2±0.3 (1)	0.0±0.0	D ₁	H		
<i>Meehania urticifolia</i>	ラショウモンカズラ	—	—	—	0.0±0.0 *	0.0±0.0 *	0.2±0.3 (1)*	D ₁	H		
Unidentified species	不明草本	—	—	—	0.2±0.3 (1)	0.0±0.0	0.0±0.0	—	—		
	総個体数	44.0±43.9 (220)	32.6±20.3 (163)	18.4±5.1 (92)	18.0±9.8 (90)	17.4±6.4 (87)	6.4±2.9 (32)				
	総種数	6.4±2.1 (14)	7.4±1.3 (15)	7.8±1.1 (16)	7.4±1.9 (12)	8.2±2.5 (16)	4.8±2.0 (9)				

値は採取土壌20×20×5 cmから発芽した実生の平均個体数±標準偏差を表す。括弧内は全個体数を表す。各層の異なるアルファベット間に有意差あり(p<0.05)。検定はすべてKruskal-Wallis, Sheffe testを用いた。*, 大山沢溪畔林に現存する種を表す。—, 実生が同定できないため不明であることを表す。種子散布型: D₁, 風により散布される; D₂, 動物により散布される; D₃, 果皮の裂開力により散布される; D₄, 重力によって落下する。生活形: Th, 一年生植物; G, 地中植物; H, 半地中植物; N, 微小地上植物; M, 小型地上植物; MM, 大型地上植物。

138°26'47" E, 標高約 270 m) に設置した。発芽の開始後は、種子植物を対象として個体ごとに種を同定し、コンテナから除去した。同定が困難な個体は番号札を立て、成長してから同定した。発芽が集中する 7 月は約 1 週間ごとに、8 月は約 2 週間ごとに、その後は約 1 カ月ごとに調べた。調査中は土壌が乾燥しないように散水を行った。

同定できた種をラウンケアの生活形と散布型によって分類した。各種の生活形は大場 (2003) を、散布型は浅野・桑原 (1990) を参考にして判定した。現存する植生に関しては、1998 年に本溪畔林 4.3 ha の 25 箇所 40×40 m の調査区に出現するすべての種を調べ (久保ら, 2001), 2002 年に 1×1 m² と 3×3 m² の方形区を 164 箇所設置して草本層に出現したすべての種を調べた (川西ら, 2004)。さらに、4.3 ha に出現する胸高直径 4 cm 以上のすべての樹種を調べた (崎尾, 未発表)。これらの調査結果から、微地形ごとに現存植生と一致する種を明らかにした。

III. 結 果

大山沢溪畔林の表層土壌 (深さ 5 cm) からは、上流部土石流堆積地で 44.0±43.9 個体/400 cm², 下流部土石流堆積地で 32.6±20.3 個体/400 cm², 下流部谷壁斜面で 18.4±5.1 個体/400 cm² の実生が発芽した (表-1)。土壌から発芽した木本種は、生活形で微小地上植物 (N) に分類されるヤマアジサイ、フジウツギ、エビガライチゴ、大形地上植物 (MM) に分類されるフサザクラ、ミズメ、サルナシ、カツラが多く (表-1)、発芽個体数の 98.6% を占めた。現存植生に存在しない木本はフジウツギとエビガライチゴであった。溪畔林のその他の優占樹種はサワグルミが 1 個体のみ発芽し、シオジは全く発芽しなかった。草本は、スゲ属、ギンバイソウ、イネ科、タケニグサが多く、現存植生に出現しない種に、タケニグサがあった。

一方、落葉層からは上流部土石流堆積地で 18.0±9.8 個体/400 cm², 下流部土石流堆積地で 17.4±6.4 個体/400 cm², 下流部谷壁斜面で 6.4±2.9 個体/400 cm² の実生が発芽した (表-1)。落葉層から発芽した種および個体数は、土壌と同様にカツラ、ミズメ、サルナシ、ヤマアジサイ、フサザクラなどの木本が 87.6% を占め、土壌からは発芽しなかったシオジも多く (表-1)、5.6% であった。草本は土壌からの発芽がみられなかった種が多くみられた。

平均発芽個体数および種数は、土壌および落葉層ともに三つの地形間に有意な差はなかった (Kruskal-Wallis test)。しかし、地形の違いによって土壌から発芽した平均個体数が有意に異なる種もあった (表-1)。フサザクラは下流部の 2 地形で上流部より多く、フジウツギとエビガライチゴは下流部土石流堆積地で他の 2 地形より多く、ミズメは上流部土石流堆積地で下流部の 2 地形より多かった (すべて Kruskal-Wallis, Sheffe test, $p < 0.05$)。また、ギンバイソウは下流部谷壁斜面でのみ発生し、他の 2 地形より有意に多かった (Kruskal-Wallis, Sheffe test, $p < 0.05$)。落葉層ではミズメのみ平均個体数が上流部土石流堆積地で下流部 2

地形より有意に多かった (Kruskal-Wallis, Sheffe test, $p < 0.05$)。

土壌から発芽した種の中で現存植生と共通する種は、上流部土石流堆積地では 12 種のうち 9 種、下流部土石流堆積地では 11 種のうち 6 種、下流部谷壁斜面では 13 種のうち 11 種であった。落葉層では、上流部土石流堆積地では 7 種のうち 5 種、下流部土石流堆積地では 13 種のうち 7 種、下流部谷壁斜面では 8 種のうち 7 種であった。

IV. 考 察

これまでの報告では、森林の種類によらず、埋土種子は動物被食散布種子をもつ樹種が多いとされているが、本溪畔林では重力散布種子や風散布種子が多かった (表-1)。Nakagoshi (1984, 1985) によると、宮島アカマツ二次林の埋土種子はアカメガシワが多く、モミ林でもモミの埋土種子はなく、アカメガシワが多い。また、奈良のツブラジイヤツクバネガシが優占する極相林では、現存植生にはないアカメガシワやカラスザンショウなどの埋土種子が多く、動物被食散布種子をもつ種子の数は 98% にもなる (Naka and Yoda, 1984)。また、一般に埋土種子と地上部植生の種構成の類似性が低いことが指摘されている (沼田ら, 1964; Nakagoshi, 1984, 1985; Naka and Yoda, 1984)。本溪畔林で発芽個体数の多かったヤマアジサイ、フジウツギ、フサザクラ、ミズメは重力または風散布種子であり、動物被食散布種子をもつ種はサルナシとエビガライチゴのみであった。このように、動物被食散布種子が少なく、重力散布種子や風散布種子が多いことが本溪畔林の埋土種子の特徴といえる。

本溪畔林には、出水の影響を受ける上流部、下流部の土石流堆積地、および斜面からの崩壊による攪乱を受ける下流部谷壁斜面の三つの微地形があり、いずれも地上部の植生と埋土種子の種構成は類似していた。これまで、氾濫原のように流路からの出水の影響を受ける立地の埋土種子は、地上部の植生と種構成が一致する傾向があることが報告されており (今橋・鷲谷, 1996; 伊藤ら, 2003), これは、出水によって古い埋土種子集団が流亡し、その上に現存植生由来の新しい種子が供給されるためと考えられる。本調査地の土石流堆積地では、これと似た現象が生じていることが予想される。流路からの出水が及ばない下流部谷壁斜面においても埋土種子が現存植生と類似した種構成を示したが、その原因は特定できなかった。谷壁斜面では表層土壌の移動と侵食などの攪乱が頻繁に生じる (恩田ら, 1996)。この表土攪乱は蓄積された埋土種子の上方からの流入と下方への流出あるいは土壌深部への埋没といった変動を引き起こすと推察でき、このことが古い埋土種子を欠く一因となった可能性がある。したがって埋土種子と現存植生との類似性の原因を特定するためには、微地形により異なる土壌攪乱の形態と埋土種子の供給・消失の関係に結び付けて種構成を解明することが今後の課題となる。

本溪畔林では、上流部土石流堆積地ではミズメが多く、

下流部土石流堆積地ではフジウツギ、フサザクラ、エビガライチゴ、下流部谷壁斜面ではフサザクラとギンバイソウが多かった(表-1)。ミズメの母樹となり得る個体は上流部、下流部ともに土壤採取地より200 m以上上流に分布し(崎尾, 未発表), フジウツギは現存植生にはなかったが, 両者とも風散布により供給されたものと考えられる。フサザクラは母樹となり得る個体が下流部にのみ分布する(崎尾, 未発表)ため, またギンバイソウは谷壁斜面に分布する傾向がある(川西ら, 2004)ため, その場の種子が多く供給され, 埋土種子組成に反映されたと考えられる。以上のように, 本溪畔林の埋土種子組成は, 各微地形ごとに現存植生を反映したものとなっており, 現存植生から種子が供給されていることを示唆している。

本溪畔林の優占樹種であるシオジの発芽は落葉層から確認されたが, 表層土壌からは確認されなかった(表-1)。このため, シオジは埋土種子集団を形成せず, 新しく散布された種子のみから発芽すると考えられた。一方, 同じく優占樹種であるカツラは土壌および落葉層ともに発芽が確認された。サワグルミについては, 発芽個体数が少なかったためこうした傾向は確認できなかった。これらのことから, シオジやサワグルミは埋土種子になりやすく, 散布種子によって個体群を維持しているものと推測される。一方, カツラやフサザクラ, ミズメは埋土種子集団を形成することが明らかになったが, 出水による攪乱が多い溪畔林において埋土種子集団が個体群の維持にどの程度寄与しているのかは不明な点が多く, 今後の研究を待たなければならぬであろう。

本研究を遂行するにあたり, 山梨県森林総合研究所の関係者諸氏には便宜を図っていただいた。特に, 水分管理には清水正司氏に多大なご協力をいただいた。心よりお礼申し上げます。

引用文献

赤松直子・青木賢人(1994)秋川源流域ブナ沢におけるシオジ-サワグルミ林の分布・構造の規定要因-地表攪乱と森林構造の関係について-。(三頭山における集中豪雨被害の緊急調査と森林の成立条件の再検討。小泉武栄編, 東京学芸大学, 東京)。31-77。
浅野貞男・桑原義晴編(1990)日本山野草・樹木生態図鑑, シダ類・

裸子植物・被子植物(離弁花)。664 pp, 全国農村教育協会, 東京。
林 一六(1977)埋土種子集団。(群落の遷移とその機構。沼田 真編, 朝倉書店, 東京)。193-204。
今橋美千代・鷺谷いづみ(1996)土壌シードバンクを用いた河畔冠水草原復元の可能性の検討。保全生態学研究 1: 131-147。
伊藤浩二・加藤和弘・高橋俊守・石坂健彦・藤原宣夫(2003)河川氾濫源における土壌シードバンクの分布特性と水流の影響。日本造園学会誌 66(5): 591-594。
伊藤 哲・中村太士(1994)地表変動に伴う森林群集の攪乱様式と更新機構。森林立地 36: 31-40。
川西基博・崎尾 均・大野啓一(2004)奥秩父大山沢のシオジ-サワグルミ林における林床植生の成立と地表攪乱。植生学会誌 21: 15-26。
久保満佐子・島野光司・崎尾 均・大野啓一(2000)溪畔域におけるカツラ実生の発生サイトと定着条件。日林誌 82: 349-354。
久保満佐子・島野光司・大野啓一・崎尾 均(2001)秩父・大山沢溪畔林における高木性樹木の生育立地と植生単位の対応。植生学会誌 18(2): 75-85。
Naka, K. and Yoda, K. (1984) Community dynamics of evergreen broadleaf forests in southwestern Japan. II. Species composition and density of seeds buried in the soil of a climax evergreen oak forest. Bot. Mag. Tokyo 97: 61-79。
Nakagoshi, N. (1984) Ecological studies on the buried viable seed population in soil of the forest communities in Miyajima Island, southwestern Japan II. Hikobia 9: 109-122。
Nakagoshi, N. (1985) Buried viable seed population in the *Abies firma* forest in Miyajima Island, southwestern Japan. Hikobia 9: 207-214。
沼田 真・林 一六・小村登志子・大木 薫(1964)遷移からみた埋土種子集団の解析 I。日生態会誌 14: 207-215。
恩田裕一・奥西一夫・飯田智之・辻村真貴編(1996)水文地形学-山地の水循環と地形変化の相互作用-。267 pp, 古今書院, 東京。
大場達之編(2003)千葉県自然誌 別冊 4-千葉県植物誌。1181 pp, 千葉県, 千葉。
大嶋有子・山中典和・玉井重信・岩坪五郎(1990)芦生演習林の天然林における溪畔林優占高木種-トチノキ, サワグルミ-に関する分布特性の種間比較。京大演報 62: 15-27。
崎尾 均(1993)シオジとサワグルミ稚樹の伸長特性。日生態会誌 43: 163-167。
Sakio, H. (1997) Effects of natural disturbance on the regeneration of riparian forests in a Chichibu Mountains, central Japan. Pl. Ecol. 132: 181-195。
Sakio, H., Kubo, M., Shimano, K., and Ohno, K. (2002) Coexistence of three canopy tree species in a riparian forest in the Chichibu mountains, central Japan. Folia Geobot. 37: 45-61。
佐藤 創(1992)サワグルミ林構成種の稚樹の更新特性。日生態会誌 42: 203-214。
露崎史郎(1990)埋土種子集団の研究法-種子の教材利用-。生物教材 25: 9-20。