

原 著

春日山照葉樹林とナギ林における樹木実生集団の比較

京都大学生態学研究センター 依 田 綾 子
京都大学農学研究科森林科学専攻 高 柳 敦
京都大学農学研究科森林科学専攻 神 崎 護

Comparison of tree seedling populations between Kasugayama primary forest and nagi forest. Ayako Yoda (Center for Ecological Research, Kyoto University), Atushi Takayanagi & Mamoru Kanzaki (Division of Forest and Biomaterials Science, Graduate School of Agriculture, Kyoto University)

はじめに

奈良春日山照葉樹林は、近畿地方の本来の極相状態に近い植生を保つ数少ない原生的な森林である。古くから都市に隣接していたにも関わらず春日大社の神域として保護されて残った経緯により、春日大社・東大寺などとともに世界文化遺産にも登録されている、生態学的にも文化・歴史的にも貴重な植生である。

ところが現在、春日山照葉樹林は森林の更新が阻害され、その存続が危惧されている(山倉ほか, 2001)。更新阻害の主要因としては、高密度に生息するニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下シカと略称) の活動の影響 (Shimoda et al., 1994) とともに、隣接する御蓋山ナギ林からのナギ (*Podocarpus nagi*) の侵入・分布拡大 (Maesako et al., 2007) が指摘されている。ナギは春日大社の御神木であり、御蓋山に純林状をなして生育している。奈良県においては植栽個体由来の移入種であり、シカの不嗜好種で、高い耐陰性をもつために照葉樹林への分布拡大が容易になっていると考えられている (小清水ほか, 1971)。しかし、

照葉樹林構成樹種の更新の実態を、照葉樹林とナギ林で同一の手法によって系統的に比較した研究例はなく、樹木実生の種組成にどの程度差があるのかは十分明らかにされていない。

そこで本研究では、照葉樹林、ナギ林とその中間の移行帯において樹木実生の種組成を調査、比較し、ナギの分布拡大による植生の変化が照葉樹林の更新に及ぼす影響を推定することを目的とした。

本調査の実施に当たっては、調査許可手続き等を含めて、調査全般にわたってお世話頂いた大阪産業大学前迫ゆり教授に厚く御礼申し上げます。全天空写真撮影と解析の手法をご指導頂いた京都大学農学研究科谷明洋氏、現地調査を手伝って下さった同大学の4回生をはじめとする学生各位、奈良女子大学西本由佳氏に厚く御礼申し上げます。最後に、保護区域、神域、での調査を快く許可して下さいた奈良公園管理事務所および春日大社の皆様に厚く御礼申し上げます。

調査地

本研究は奈良市東部に位置する春日山（花山，標高497m）西斜面及び御蓋山（294m）西・南斜面で実施した（図1）。二つの山体は春日山の西斜面で小さな谷をはさんで隣接している。春日山の母岩は花崗片麻岩，御蓋山は輝石紫蘇輝石安山岩である。

春日山照葉樹林はよく発達した常緑照葉樹林で、優占種であるコジイ (*Castanopsis cuspidata*), ツクバネガシ (*Quercus sessilifolia*), ウラジロガシ (*Quercus salicina*) などの常緑シイ・カシ類に、アカシデ (*Carpinus laxiflora*), ウリハダカエデ (*Acer rufinerve*), ヤマザクラ (*Purunus jamasakura*) などの落葉広葉樹とモミ (*Abies firma*), ツガ (*Tsuga sieboldii*) などの針葉樹が混交する (Mizuno et

al., 1999)。御蓋山ナギ林はほぼナギとイヌガシ (*Neolistea aciculata*) からなるナギの純林で、わずかにカゴノキ (*Litsea coreana*)、アセビ (*Pieris japonica*) などがみられる (小清水ら, 1971)。春日山照葉樹林 (春日山原始林) は世界文化遺産および特別天然記念物、御蓋山ナギ林は天然記念物に指定されている。

調査地周辺の気候は、調査地の2 km北西に位置する奈良地方気象台の観測によると、平均気温14.6℃、年間降水量1333.2mm（1971年～2000年の平年値）である。

調査方法

調査区概要

春日山照葉樹林から御蓋山ナギ林にかけての植

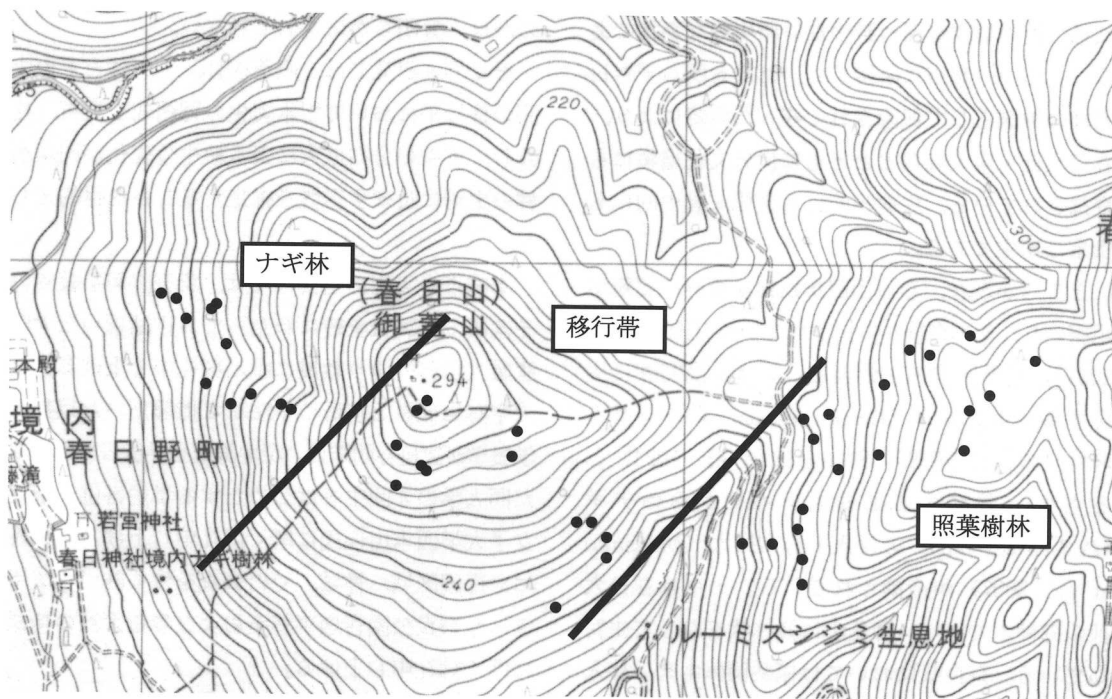


図1. 照葉樹林とナギ林のゾーン分け. 両者の間にはナギ林がパッチ状に混じり, 照葉樹林が貧化した移行帯が存在する. 計60個所の調査地点 (図中黒丸, 一部複数の調査地点を1個の黒丸で示した) を3つのゾーンに配置した (国土地理院1/25000地形図より作成).

生を照葉樹林、移行帯、ナギ林の3つのゾーンに区分し、実生調査区を照葉樹林に30地点、移行帯に15地点、ナギ林に15地点の合計60地点に設定した(図1)。移行帯は、照葉樹林とナギ純林の中間の区域で、ナギ林のなかに照葉樹林的植生のパッチが存在することが小清水ら(1971)によって指摘されている、御蓋山南東斜面である。照葉樹林は春日山西斜面、移行帯は御蓋山南東斜面、ナギ林は御蓋山東斜面に該当する。各実生調査区には30cm×30cmの方形区2個を設定した。方形区のうち1つは、シカの採食を防ぐために、1辺30cmの立方体状の金網で覆った。しかし、本論文が扱う期間内では、2つの方形区間に実生の種構成と個体群動態に関して有意差が認められなかったため、本論文では2つの方形区を合わせたデータを1調査区のデータとした。調査区の設定は7月中旬から8月中旬にかけて行い、既に実生が集中して分布している場所を、事前に踏査によって確認して設定した。これらの場所は、ギャップやその周辺の光環境の比較的良好な場所であった。

実生調査

各調査区において7月から12月にかけて計3回、樹木実生の標識調査を行った。7月中旬～8月中旬に1回目のセンサスを行い、調査区内に出現した全樹木実生個体に標識をつけ同定した。9月に2回目、11月下旬～12月上旬に3回目のセンサスを行い、新規加入個体を記録した。なお、アカシデとイヌシデ(*Carpinus tchonoskii*)を実生段階において識別できなかったため、両者は「シデ」という一つのカテゴリーにまとめて解析した。

その他調査項目

各実生調査区の真上の、地上から80cmの高さで全天空写真の撮影を行い、開空度を推定した。撮影は10～11月にかけて行った。

各実生調査区を中心とする半径15m(水平距離)の円形の林冠木調査区を設け、区内のDBH $\geq$ 10cmの個体(つる植物を除く)について毎木調査を行い、胸高直径、樹種名を記録した。

解析方法

実生と林冠木それぞれについて、各調査区間の類似度をクラスター解析により調べた。クラスター解析は、各調査区間の類似度マトリックスを作成し、類似度の高い調査区同士を順にまとめていく、階層的凝集方法で行った。調査区間の類似度の尺度には、実生では種別個体数と種の在・不在、林冠木では種別胸高断面積合計と種の在・不在のデータを用い、合計4個のクラスター図を作成した。類似度の算出にはEuclid距離を、クラスター構築にはWard法を用いた。

なお、1回目のセンサス時期は7月中旬～8月中旬で、調査区間で最大約1ヶ月の幅があるが、7月と8月で出現実生個体群の密度や種類組成に明確な差は認められなかったため、全地点のデータを同等に扱い解析を行った。

表1. 3つのゾーンの林冠木の構成。BAは胸高断面積合計を表す。

	照葉樹林	移行帯	ナギ林
総個体数	706	1044	784
密度(/ha)	499.3	1136.1	1008.3
種数	25	19	6
BA(m ² /ha)	46.6	50.5	55.6

結 果

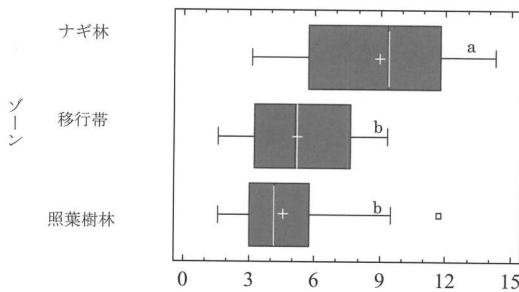


図2. ゾーン別開空度. 各調査地点の開空度をゾーン別に示した. 横軸は開空度 (%) で, ボックスは各調査地点の開空度値の第1四分位数から第3四分位数まで, ボックス中の線は中央値, +は平均値, □は離れ値である. 同じアルファベットは検定結果に有意差なしを示す. ナギ林のみ, 他のゾーンより優位に開空度が高かった (Mann-Whitney のU検定, $p < 0.05$).

林冠木の種組成

林冠木は全体で31種2534個体が記録された. 各ゾーンの種数, 個体数等を表1に示す. 種数は照葉樹林, 移行帯, ナギ林の順に多く, 個体数密度は, ナギ林と移行帯では照葉樹林の2倍以上あり, 移行帯で最も高かった. 胸高断面積合計はナギ林, 移行帯, 照葉樹林の順に大きかった. ゾーン間で開空度の中央値を比較すると, 照葉樹林と移行帯の間に有意差は無く, ナギ林は他の二つのゾーンよりも有意に高い値を示した (Mann-Whitney のU検定, $p < 0.05$, 図2). 従って, 林冠木の個体数密度あるいは胸高断面積合計と開空度の間に明確な負の相関関係は認められなかった. 林冠

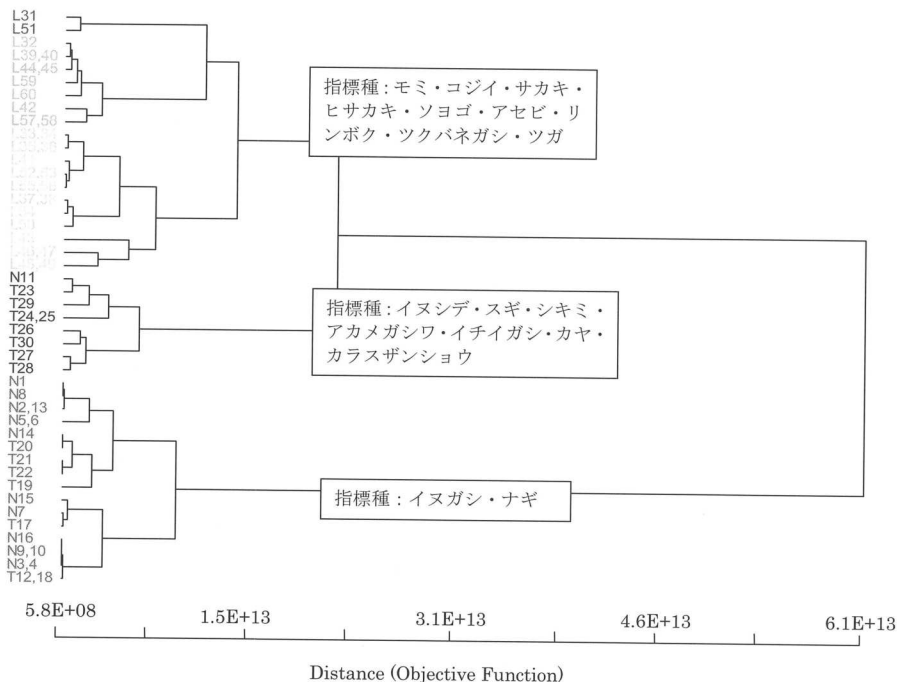


図3. 林冠木の種別胸高断面積合計をもとに作成したデンドログラム. 枝の先端は林冠木調査区の番号で, アルファベットは調査区のあるゾーンを表す. L: 照葉樹林, T: 移行帯, N: ナギ林. 認められた3個のクラスターの枝上に, 各クラスターの指標種を示した.

木データについて種別胸高断面積合計を用いて調査区単位でクラスター解析を行ったところ、調査区を3つのクラスターに分類できた(図3)。1番目のクラスター(図の最上枠が指示するクラスター)は照葉樹林の30調査区からなり、指標種はモミ、コジイなどの9種であった(指標種分析, $p < 0.05$)。2番目(中枠)は移行帯8調査区とナギ林1調査区で指標種はイヌシデ、スギ(*Cryptomeria japonica*)など7種、3番目(下枠)はナギ林14調査区と移行帯7調査区が混じり合い、指標種はナギとイヌガシであった。1番目と2番目のクラスター間の距離は1番目と3番目との距離よりも近く、移行帯には照葉樹林に近い植生の調査区とナギ林に近い植生の調査区が混在することが示された。また種別個体数割合では、移行帯の森林は、ナギが多いものの他の樹種の組成は照葉樹林に近かった(図4)。

実生群の種組成

実生調査で記録された実生は全部で39種1405個体であり、調査区別実生密度(個体/㎡)のゾー

ン別平均値は照葉樹林141.1, 移行帯80.7, ナギ林157.4であった。実生密度の標準偏差は照葉樹林62.8, 移行帯64.3, ナギ林195.8とどのゾーンでも調査区間のばらつきが大きかった。ノンパラメトリック検定の結果、3つのゾーンの实生密度には有意差は無かった(Kruskal Wallis 検定)。個体数の多かった主要樹種7種のゾーン別個体数を表2下部に、ゾーン別の全樹種の個体数割合を図5に示す。ナギの実生は移行帯に5個体がみられ

表2. 実生集団の個体数密度(個体/㎡)と種数。個体数の多かった7種について、ゾーン別に個体数も示した。

	ナギ林	移行帯	照葉樹林
種数	19	20	29
個体数密度(/㎡)	324.8	161.5	282.2
総出現個体数	425	218	762
主要種出現個体数			
モミ	1	13	254
クロバイ	0	2	110
ヒサカキ	1	0	56
シデ	0	22	67
カラスザンショウ	11	93	22
ムクノキ	105	3	6
ヤマウルシ	249	4	70

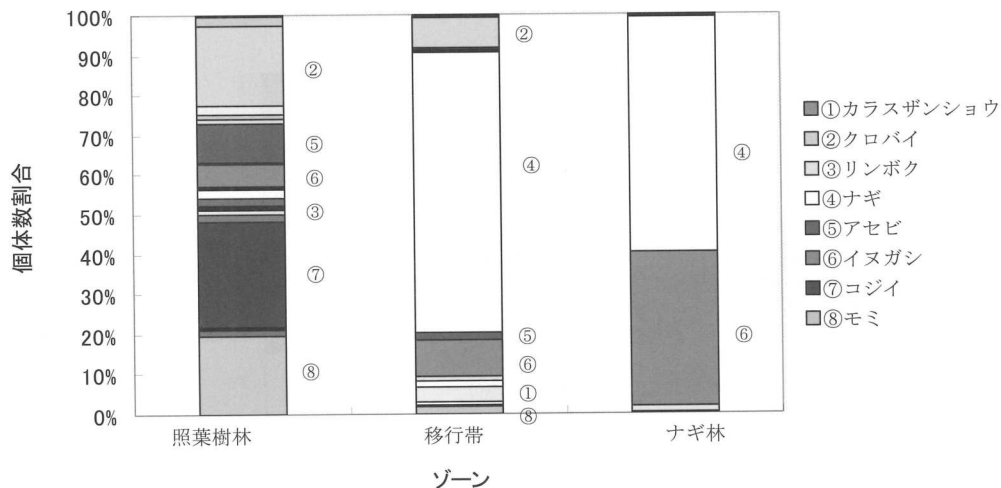


図4. ゾーン別の林冠木種別個体数割合。グラフには全樹種、凡例には林冠木クラスター(図3参照)の指標種のみを示した。

たのみであった。照葉樹林と他の2つのゾーンは調査面積が異なるので出現種数を直接比較すべきではないが、あえて対比すると、照葉樹林の当年性実生出現種数は29種と他のゾーンに比べてはるかに多く、モミ、クロバイ (*Symplocos prunifolia*)をはじめヒサカキ (*Eurya japonica*)、シデなどの林冠を構成する複数の種がそれぞれ50個体以上見られた。移行帯は総個体数が最も少なかったが、種数は20種でナギ林の19種とほぼ変わらなかった。内訳は、カラスザンショウ (*Zanthoxylum ailanthoides*) が42.7%と多く、他にモミ、シデ、イヌガシ、シキミ (*Illicium anisatum*)、アカメガシワ (*Mallotus japonicus*) などがそれぞれ15個体以上であった。ナギ林の総個体数は425個体で移行帯の2倍近くあったが、ヤマウルシ (*Rhus trichocarpa*) とムクノキ (*Aphananthe aspera*) の個体数割合が合計で83.3%と種組成に極端な偏りが見られた。

3回のセンサスで記録された全個体を含む実生個体群について、種別個体数を用いて調査区単位でクラスター解析を行い整理したところ、5つのクラスターを読み取ることができた(図6, 上か

ら順にC1, C2, ……C5とする)。C1は照葉樹林ゾーンの23調査区(Lのイニシャルで始まる調査区)からなり、指標種分析の結果、照葉樹林構成種であるモミとクロバイが指標種であった($p < 0.05$)。C2は照葉樹林7, 移行帯13(Tのイニシャルで始まる調査区), ナギ林10(Nのイニシャルで始まる調査区)の計30調査区からなりヒサカキ, シデ, シキミ, アカメガシワ, リンボク (*Laurocerasus spinulosa*) などが特徴的であった。これらの樹種の多くはC1にも共通しており, indicator valueはC2で最大だったもののどの種も $p > 0.05$ でC2へ分布の偏りは有意ではなかった。C3は移行帯の2調査区T24・T25, C4はナギ林のN1・N10, C5はナギ林のN5・N9・N7から構成され, それぞれカラスザンショウ, ムクノキとイチョウ (*Ginkgo biloba*), ヤマウルシが指標種であった。デンドログラム(図6)からわかるようにC3からC5の3つのクラスターは, 相互に大きく種類組成が異なるため, 結合の足の長さがきわめて長い。C3の二つの実生区T24・T25に出現したカラスザンショウは39個体と40個体, C4のN1・N10に出現したムクノキは36個

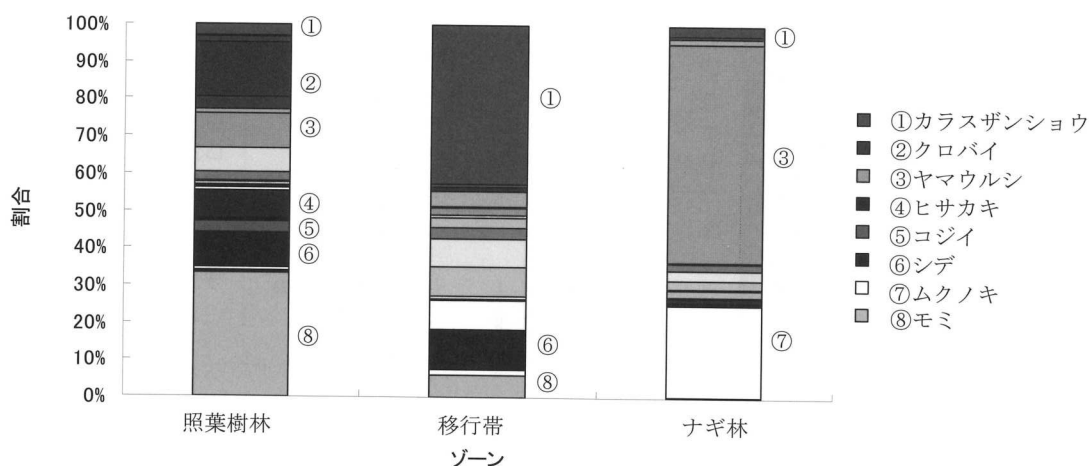


図5. 実生のゾーン別種別個体数割合. グラフには全樹種, 凡例には個体数の多かった8種を示した.

体と55個体、C5のN1・N9・N10に出現したヤマウルシは79・63・99個体と、特定の種がC3～C5の調査区に密集しており、それぞれの種のゾーン内個体数の80%以上が、それらの調査区に含まれていた。

実生と林冠木種組成の対応と実生の分布

実生の在・不在と、林冠木の在・不在がどの程度対応しているのかを明らかにするため、出現種

のデータを直接比較した(表3)。毎木調査の対象としなかった低木・つる性の樹種は除外した。まず調査区単位で比較したところ、樹木実生として出現した樹種が林冠木としても必ず同一調査区内に出現した樹種は、実生として出現した樹木種25種中クロバイ・コジイ・イヌガシなどの7種だった(これをカテゴリーAとする)。同様に同一ゾーン内に同種の林冠木が必ず存在したのは、先ほどの7種以外に、シデ・カラスザンショウなどの4

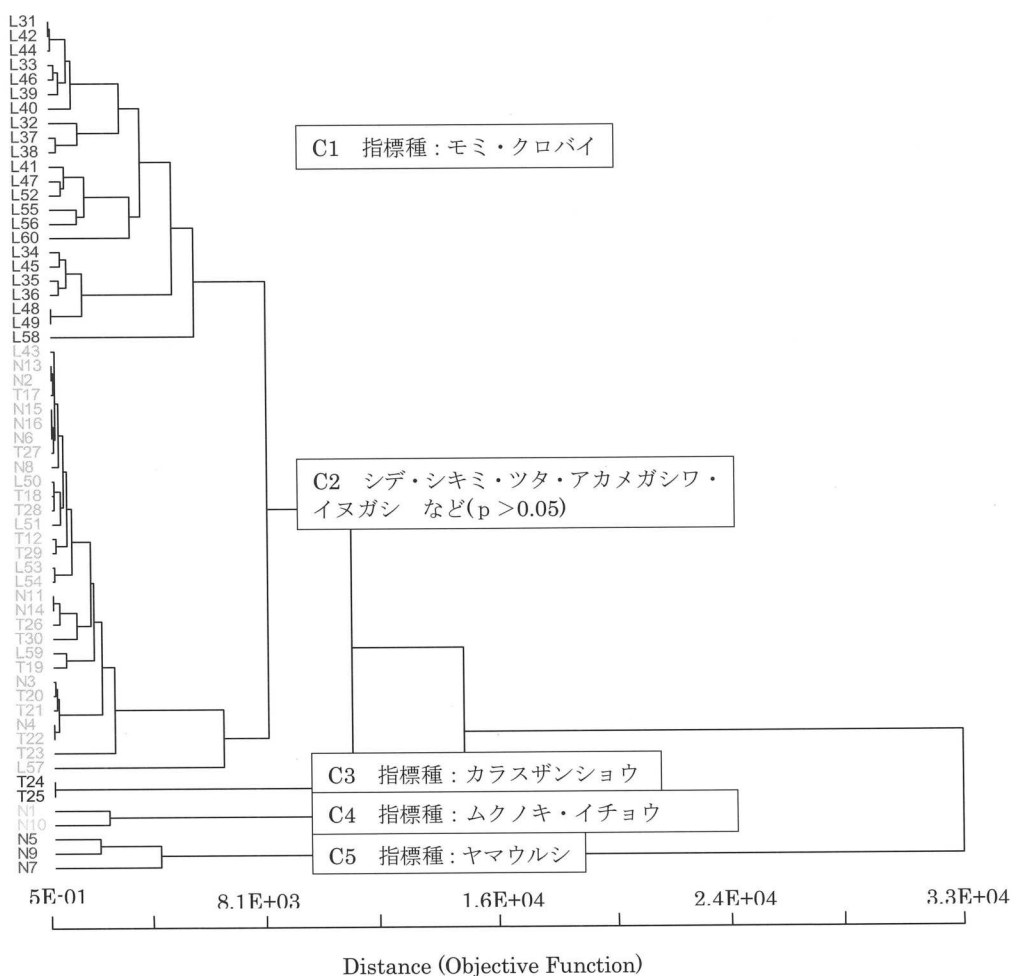


図6. 実生プロット別種別個体数デンドログラム。枠内にクラスター記号とクラスターの指標種 ($p < 0.05$) を示した。C2は指標種がなかったので、indicator valueがC2で最大だった種を示した。クラスターの枝の先端は実生調査プロットである。

種だった（カテゴリーB）。さらに調査地全域まで範囲を広げ、実生として出現した種で同種林冠木が調査対象域のどこかで出現したのは、先の2つのカテゴリーの11種を除くと、アカメガシワ・リンボクなど4種であった（カテゴリーC）。残り10種については、同種の林冠木は今回の調査では記録されなかった（カテゴリーD）。カテゴリーB, C, Dの計19種のうち、Dのアラカシを除いた18種の種子散布様式はすべて鳥散布または風散布であった。さらに、イチョウ、カキノキ (*Diospyros kaki*) のように明らかに市街地や農地の植栽個体由来である種も含まれた。

以上の解析をゾーンごとに行った結果を、表4に示した。数値は各カテゴリーに属する種数と、対応する実生の個体数（括弧内の値）を表す。ゾーン主体に整理するため、実生と同種の林冠木の存在について、同一調査区に林冠木が出現（A）、

表3. 実生と同種林冠木の対応。各スケール（プロット内、ゾーン内など）において実生と同種の林冠木が必ず存在した種と種数を示す。凡例A（プロット）は実生と同種の林冠木が同一調査区に必ず出現した種、同様にBはゾーン内に出現、Cは他のゾーン（同一ゾーン外で調査地内のどこか）に出現、Dは調査域内に同種林冠木が出現しなかった種の種数割合を表す。A+Bがゾーン内部に同種林冠木のある種、C+Dがゾーン内部に同種林冠木のない種を示す。

	種数	種名
プロット内(A)	7	コジイ・ヒノキ・スギ・カゴノキ・イヌガシ・ナギ・クロバイ
ゾーン内(B)	4	ウリハダカエデ・シデ・シキミ・カラスザンショウ
調査地全域(C)	4	モミ・アカメガシワ・リンボク・ナンキンハゼ
同種林冠木なし(D)	10	ムクノキ・タラノキ・クマノミズキ・エノキ・カキ・イチョウ・クロガネモチ・カナクギノキ・アラカシ・ヤマウルシ

表4. ゾーン別実生と同種林冠木の対応。凡例A（プロット内）は実生と同種の林冠木が同一調査区に必ず存在した種、同様にBはゾーン内に存在、Cは他のゾーンに存在、Dは調査域内に同種林冠木が存在しなかった種の種数割合を表す。A+Bがゾーン内部に同種林冠木のある種、C+Dがゾーン内部に同種林冠木のない種を示す。種名の横の括弧内の記号（「他のゾーン」の行）は同種林冠木の存在したゾーンを示し、L：照葉樹林、T：移行帯、N：ナギ林である。種名の下の数値は合計種数を示す。

	種数(個体数)			種名		
	照葉樹林	移行帯	ナギ林	照葉樹林	移行帯	ナギ林
プロット内(A)	6 (394)	4 (25)	2 (14)	モミ・コジイ・ヒノキ・スギ・イヌガシ・クロバイ	カゴノキ・イヌガシ・ナギ・クロバイ	カゴノキ・イヌガシ
ゾーン内(B)	5 (148)	6 (171)	2 (16)	ウリハダカエデ・シデ・シキミ・リンボク・カラスザンショウ	モミ・シデ・シキミ・アカメガシワ・ナンキンハゼ・カラスザンショウ	ナンキンハゼ・カラスザンショウ
他のゾーン(C)	2 (14)	1 (2)	3 (11)	アカメガシワ(T)・ナンキンハゼ(N・T)	リンボク(L)	モミ(L/T)・アカメガシワ(T)・リンボク(L)
同種林冠木なし(D)	8 (86)	3 (8)	5 (368)	ムクノキ・タラノキ・クマノミズキ・カキノキ・クロガネモチ・カナクギノキ・アラカシ・ヤマウルシ	ムクノキ・カナクギノキ・ヤマウルシ	ムクノキ・エノキ・カキノキ・イチョウ・ヤマウルシ
計	21 (642)	14 (206)	12 (409)	21	14	12

同一ゾーンに林冠木が出現 (B), 他のゾーンに林冠木が出現 (C), 調査域に林冠木なし (D) の 4 つのカテゴリーに区分した。各ゾーンにおける, 出現種数に対する各項目の種数割合を図 7 に示す。さらに, 4 カテゴリーを, A + B と C + D の 2 カテゴリーにまとめると, 種数割合は照葉樹林では順に 52.4% と 47.6%, 移行帯では 71.5% と 28.5%, ナギ林では 30.8% と 69.2% であり, 移行帯では A + B, ナギ林では C + D が多かった。個体数割合 (図 8) で見るとこの傾向はさらに顕著になり, 照葉樹林は 84.5% と 15.6%, 移行帯は 95.1

% と 4.9%, ナギ林は 7.3% と 92.7% であった。照葉樹林は種数割合では 2 項目の割合がほぼ同程度であったが, 個体数割合では A + B の割合が高かった。C + D に含まれた種のうち, 他ゾーンに林冠木が存在した種とその個体数割合は, 照葉樹林ではアカメガシワ・ナンキンハゼの 2 種 2.2%, 移行帯ではリンボク 1 種 1.0%, ナギ林ではモミ・アカメガシワ・リンボクの 3 種 2.7% であり, どのゾーンでも個体数割合はごくわずかであった (図 8)。ナギ林では総個体数の 90% が調査範囲に同種林冠木のない種であった。アカメガシワ・ナンキンハゼ・モミは実生の存在したゾーンに隣接するゾーンに同種林冠木が存在した。リンボクは照葉樹林以外にのみ林冠木が見られたが, ナギ林にも実生が存在した。

考 察

林冠木の密度は, ナギ林と移行帯では照葉樹林の 2 倍以上と, 大きな差がみられた。移行帯とナギ林は針葉樹であるナギの個体数が非常に多い (図 4)。針葉樹は樹冠が広がらず密生する性質があるので, この差は生活形の違いを反映した結果といえる。開空度と林冠木密度との間には整合的な対応はなかったが, これは実生方形区の設置位置がギャップやギャップ辺縁部であったために, 林冠木調査範囲の森林構造と全天写真撮影位置の林冠構造がうまく対応しなかったためであろう。

林冠木クラスター解析の結果 (図 3) と種別個体数割合 (図 4) のグラフより, 移行帯の植生はナギ林に近い植生と照葉樹林に近い植生がパッチ状に混在し, 全体として 2 つの植生の間中間的な植生となっていることが確認できた。御蓋山南東斜面にこのような照葉樹林的植生のパッチが存在することは, 小清水ら (1971) によって古くから指摘されている通りである。

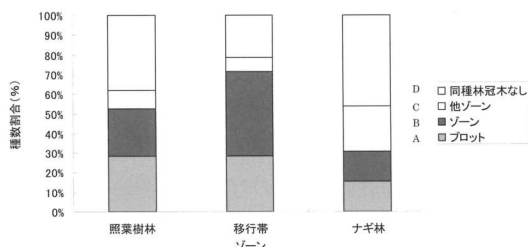


図 7. 当年生実生と同種林冠木の対応。空間スケール別に種数の割合を示した。A は実生と同種の林冠木が同一調査区に必ず出現した種, B は同種林冠木がゾーン内には出現した種, C は他のゾーンには存在した種, D は調査域内に同種林冠木が記録されなかった種の割合を表す。A + B がゾーン内部に同種林冠木のない種, C + D がゾーン内部に同種林冠木のある種を示す。

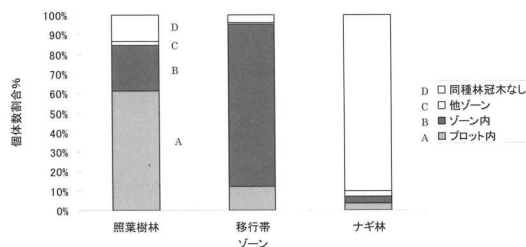


図 8. 実生と同種林冠木の対応空間スケール別個体数割合。図 7. を個体数割合に変換した。

樹木実生群の種組成には、ゾーンごとに大きく異なる特徴があり、林冠木の種組成を必ずしも反映してはいなかった。特に移行帯、ナギ林では優占種であるナギやイヌガシの実生は少なく、林冠木の種組成が単純なゾーンほど、実生群において特定の種が優占する傾向が強かった。これに対し、照葉樹林の実生群は、林冠木の種組成とよく一致し、種多様性も高かった。照葉樹林においてモミの実生が最も多かったのは、前年にモミの結実量が多かったことによると推測される。移行帯の実生群にはシデ、イヌガシなど林冠木の構成種が見られたものの、カラスザンショウが優占し、総個体数は3つのゾーンのうちに最も少なかった。ナギ林の実生群ではヤマウルシとムクノキが優占し、林冠木の優占樹種であるナギ、イヌガシを含め他の樹種は少なかった（図5）。ナギの実生が非常に少なかったのは、林内でナギの当年生実生をほとんど見かけなかったことから、前年のナギの結実量そのものが少なかったためと考えられる。

一般的に種子散布量は母樹の周辺に近いほど多く（Laman, 1996 ; Clark et al., 1998）、その量は母樹のサイズにも影響される（Sato & Hiura, 1998）。しかし、実生と林冠木の出現種の対応を調べると、実生と同種の林冠木が必ず同じ調査区に存在した種は実生25種中7種しかなく、データ全体に強い相関をもたらすほど多くはなかった。種子散布が近接母樹に依存していない樹種もかなり多いと考えられる。

ゾーンごとに実生と林冠木の在・不在データの対応関係を整理することにより、各ゾーンの実生の移出入に関する傾向が明らかとなった。調査区またはゾーン内の範囲で実生と林冠木の種が一致（表4、カテゴリーA・B）すれば、その種の実生はゾーン内の母樹に由来した可能性が高いと考えられる。他のゾーンに同種林冠木が存在する、あるいは林冠木が今回の調査では出現し

ない場合（表4、カテゴリーC・D）は、同じゾーンよりも外部の母樹に由来した可能性が高いことを示している。照葉樹林の樹木実生ではゾーン内に同種林冠木のある種の個体数が多く、ゾーン外にしか林冠木のない種数は多いものの、それらの種の個体数は少なかった。移行帯はゾーン内の種が多く、ゾーン外の種は種数・個体数ともに少なかった。対照的にナギ林はゾーン外由来と予想される種がほとんどであった。従って、照葉樹林と移行帯の実生群は個体数の上では共にゾーン内部の母樹への依存度が高く、ナギ林の実生群はゾーン外からの種子供給によって成立した可能性が高いことが示唆されている。ナギ林においては調査範囲に同種林冠木の見られなかったヤマウルシとムクノキが総個体数の90%近くを占めていた（図5）ので、ナギ林の実生群は種数・個体数ともに調査範囲外の母樹に強く依存していると言える。他のゾーンに同種林冠木の存在した種の個体数は、どのゾーンにおいても3%未満と非常に少なかった。林冠木の調査範囲は実生区の周囲に限られているので、実際に各ゾーンの中に対応する同種母樹となりうるものがあるかどうかを厳密に確定できたわけではない。しかし、今回の解析結果は3つの植生は連続的に分布しているにも関わらず、各ゾーンに出現した実生群の、隣接ゾーン内に分布する母樹に対する依存度はかなり低いことを示唆していると思われる。

以上のことから3つのゾーンにおける樹木実生集団の形成過程は、かなり異なることが示唆されるだろう。植生が単純なナギ林ではナギやイヌガシの結実年以外はゾーン内部由来の種子供給が極めて少なくなるかわりに、鳥散布のヤマウルシのように偶発的に到達した外部由来の少数の種が優占的に生育する結果となったのであろう。これらの実生群では、極端な種組成の変動が偶発的に生じる可能性が高く、不安定な群集構造を持ってい

ることを示唆しているのかもしれない。移行帯も、ナギやイヌガシが優占しているために同様の傾向を持ち、照葉樹林構成種の種子供給に由来する安定的で多様性の高い実生群が形成されにくくなっている可能性がある。

照葉樹林の実生群種組成とナギ林、移行帯の組成は大きく異なるという点も、植生ゾーン間の種子の移動が少ないことを反映しているように思われる。もしそうだとすれば、一度ナギ林が成立すると、その内部への照葉樹林構成種の再侵入がきわめて難しく、照葉樹林からナギ林への植生の変化は不可逆的なものであることを示しているのかもしれない。現在ナギは照葉樹林へと分布を拡大し続けている (Maesako et. al., 2003)。植生の境界が種子散布の境界になるわけではないが、春日山の一部がナギの純林に置き換われれば、その内部では照葉樹林構成種の種子供給が減少し、純林の面積が拡大するほど照葉樹林の天然更新による回復はさらに困難になると考えられる。

特定の場所の実生群の種組成は、そこへの種子散布の過程と散布された種子の発芽過程によって決定される。本研究では種組成データの解析から各調査区や各植生ゾーンへ散布された種子の散布源を直接調査したわけではない。今回の解析から提起された上記の予想については、種子散布の直接的な観察によって検証される必要があるだろう。

今後の植生管理という視点からも、樹木実生群の特性は重要である。照葉樹林と移行帯の間で実生群はその性格を全く異にしていた。照葉樹林のナギ林化の過程では、森林の更新動態の初期を規定する種子供給とその後に形成される実生群の特性が連続的に緩やかに変化すると考えるよりは、両者の特性は断絶していると考えたほうがよさそうである。照葉樹林からナギ林にいたる森林植生を総合的に管理するためには、このような移行帯の持つ特性を十分理解しておく必要があるだろう。

引用文献

- Clark, S. J., Macklin, E. & Wood, L. 1998. Stages and spatial scales of recruitment limitation in Southern Appalachian forests. *Ecological Monographs*, 68 (2): 213-235.
- 小清水卓二・岩田重夫・菅沼孝之・北川尚史・浜田稔. 1971. 植物. 「奈良市史自然編」(奈良市史編集審議会編), 109-260. 奈良市, 奈良.
- Laman, T. G. 1996. Ficus seed shadows in a Bornean rain forest. *Oecologia*, 107 : 347-355.
- Maesako, Y., Nanami, S. & Kanzaki, M. 2007. Spatial distribution of two invasive alien species, *Podocarpus nagi* and *Sapium sebiferum*, spreading in a warm-temperate evergreen forest of the Kasugayama Forest Reserve, Japan. *Vegetation Science*, 24 : 103-112.
- Mizuno, T., Fujii, N., Kanzaki, M. & Yamakura, T. 1999. Fractal nature of spatial patterns in Japanese evergreen oak forest trees. *Vegetation Science*, 16 : 103-113.
- Shimoda, K., Kimura, K., Kanzaki, M. & Yoda, K. 1994. The regeneration pattern of pioneer tree species under browsing pressure of Sika deer in an evergreen oak forest. *Ecological Research*, 9 : 85-92.
- Sato, H. & Hiura, T. 1998. Estimation of overlapping seed shadows in a northern mixed forest. *Forest Ecology and Management*, 104 : 69-76.
- 山倉拓夫・川崎稔子・藤井範次・水野貴司・平山大輔・野口英之・名波哲・伊東明・下田勝久・神崎護. 2001. 春日山照葉樹林の未来. 関西自然保護機構会誌, 23 : 157-167.

