

上層木を伐採しない雑木林における 林床草本の開花要因

深田 健二

非会員 博士（農学） 有限会社フカダ商店（〒 882-0854 宮崎県延岡市長浜町 2 丁目 2076-3）

fukada-k@cap.ocn.ne.jp

本研究は下刈りと落ち葉掻きは続いているが、上層木を伐採しない雑木林において林床草本の開花に影響している要因を明らかにし、適切な植生管理のための基礎的知見を得ることを目的としている。調査対象地は下刈りと落ち葉掻きが 50 年以上継続している雑木林であり、調査対象種はシラヤマギク、ハエドクソウ、タチツボスミレ、ジャノヒゲ、ヤブランの林床草本 5 種である。調査は 2000 年と 2006 年に行い、開花はシラヤマギクではみられず、残りの 4 種はみられた。シラヤマギクが開花しなかったのは、林床の光環境が暗く、開花する体サイズに到達できなかったためであると考えられた。このことから、下刈りと落ち葉掻きだけでは、林床草本を開花させるのに不十分であり、林床草本の保全には上層木の伐採が必要であると示唆された。

Keywords : coppice forest, non-clearcutting, forest floor herbs, flowering, vegetation management

1. はじめに

日本の雑木林が農用林として体系的に利用され始めたのは 17 世紀とされている¹⁾。雑木林の上層木は薪炭などの燃料として 10~20 年周期で伐採され、下草や落ち葉は肥料や堆肥などとして利用するために、毎年下刈りと落ち葉掻きが行われた。これらの管理は約 400 年続けられ、雑木林は独自の植物相を形成してきた。

1950 年代に始まるエネルギー革命や化学肥料の普及により、薪炭や落ち葉は経済的な価値を失い、多くの雑木林は管理を放棄された。管理が放棄された雑木林では、アズマネザサや常緑の低木が繁茂して、林床植物の出現種数が減少していることが報告されている^{2,3,4,5,6)}。

近年、雑木林はボランティア活動の場⁷⁾、環境教育の場⁸⁾、都市環境の改善機能^{9,10)}、都市の防災機能¹¹⁾、生物多様性の保全機能¹²⁾など新たな価値が見出されており、一部の雑木林では管理が再開されている。現在、管理が行われている雑木林における管理手法は、主に下刈りと落ち葉掻きによるものであるが¹³⁾、この管理手法は上層木の伐採を含まないため伝統的な管理手法とは異なる。そのため、この管理手法が林床植物の生育に及ぼす影響を明らかにすることは、適切な管理のあり方について考察するうえで重要な情報となる。

一般に、植物が持続的に生育するためには、開花し

て、種子を生産し、個体群を更新することが必要である。開花は種子生産の目安になるとともに、個体群を更新する際の遺伝的な多様性の保全にも有効である。また、植物の開花率は年変動が大きいことが報告されていることから¹⁴⁾、複数年の調査を行うことが求められる。これまで雑木林の下刈りと落ち葉掻きが林床植物の種組成に及ぼす影響に関しては多くの研究がなされてきたが^{15, 16, 17, 18, 19)}、これらのほとんどは群落内の種数や植被率に関する研究であり、個体の成長や生活史に関するものは少ない^{20, 21)}。

以上の観点から、本研究の目的は下刈りと落ち葉掻きが続けられているが、上層木を伐採しない日本の雑木林において、林床草本 5 種の生育状況を個体レベルで複数年間、調査することにより、林床草本の開花に影響している要因を明らかにし、適切な管理を行ううえでの基礎的知見を得ることとする。

2. 研究方法

(1) 調査対象地

調査対象地は東京都三鷹市で上層木の伐採が 50 年以上行なわれていない雑木林とした。上層木はコナラ (*Quercus serrata* Thunb.)、ミズキ (*Swida controversa* Soják), エゴノキ (*Styrax japonica* Sieb.

et Zucc.), ウワミズザクラ (*Prunus grayana* Maxim.) の落葉広葉樹が主であり, コナラが優占種である²²⁾. 上層木の胸高直径は2005年において 35.6 ± 11.0 cm である. 下刈りと落ち葉掻きは50年以上継続して行なわれており, 土壌は黒ボク土である²³⁾. 隣接する府中市におけるアメダスのデータによると (<http://www.data.kishou.go.jp/etm/index.html>), 1997年~2006年の10年間の気象データの平均は, 年間降水量が $1,631.5$ mm であり, 月平均気温が 4.2 °C (1月) から 27.1 °C (8月) である. 調査対象地の雑木林に $1\text{m} \times 1\text{m}$ の方形区を2000年に8個, 2006年に32個設置した. なお, 本調査対象地はキンラン, ギンラン, エビネなど盗掘が危惧される草本が多数出現するため, 詳細な位置情報は示さないこととする.

(2) 林床の光環境

方形区の光環境は, 方形区の草本層の上にあたる地上1mの高さで光量子センサー(MEM-101 小糸工業株式会社)を用いて光量子密度(PPFD)を曇天時の日中に測定した. 方形区付近の開けた場所でも同時に測定し, その相対値を算出して相対光量子密度とした. 測定は2006年の4月から11月まで月ごとに行った.

(3) 草本層の種組成

方形区内に出現する種と草本層の植被率は, 2005年の8月上旬と2006年の4月中旬・7月中旬に調査した.

(4) 調査対象種

調査対象種はシラヤマギク (*Aster scaber* Thunb.), タチツボスミレ (*Viola grypoceras* A. Gray), ハエドクソウ (*Phryma leptostachya* L.), ジャノヒゲ (*Ophiopogon japonicus* Ker-Gawl.), ヤブラン (*Liriope platyphylla* Wang et Tang) の多年草5種である. 調査対象種は2000年と2006年の方形区において個体数が5個体以上の種を選んだ.

(5) 調査対象種の生育状況

方形区内に出現する調査対象種の個体を数個体から数十個体ランダムに選び, ナンバーテープを用いてマーキングし, 体サイズを計測した. 体サイズは葉数と基部直径および草丈を2000年と2006年の初夏に測定した. 葉数は個葉に油性マーカーでマーキングして枚数を測定した. 基部直径は地表面の高さでデジタルノギスを用いて $1/100\text{mm}$ の精度で測定した. 草丈はコンベックスを用いて最も高い位置を 0.5cm の精度で測定した. さらに, 近接する個体は地下部を傷つけないように留意して掘り起こし, 繋がっているか否かを調査したのち, 慎重に埋め戻した. 本研究では1つの根茎から複数の地上部シュートを展開している場合には,

それを1個体として扱うこととした. 栄養繁殖の有無は過去の文献から判定した.

3. 結果

(1) 林床の光環境の月別推移

2006年における方形区の相対光量子密度は4月上旬が約55%, 4月下旬が約10%, 5月下旬から10月下旬が5%未満, 11月下旬が約10%であった(図-1).

(2) 草本層の種組成

草本層は植被率が $75 \pm 16\%$ であり, 種数が 10.9 ± 2.5 である. 優占種はヒカゲスゲ (*Carex lanceolata* Boott), ササクサ (*Lophatherum gracile* Brongn.), ケチヂミザサ (*Oplismenus undulatifolius* Roemer et Schultes), オオバギボウシ (*Hosta sieboldiana* Engler) 等である. 研究方法の(4)で述べたように, 調査対象種は個体数が5個体以上の種を選んだが, 体サイズが比較的小さく被度が低いため, 優占種とはなっていない.

(3) 調査対象種の生育状況

a) 体サイズと開花の関係

開花と体サイズとの相関比 (http://shizuoka.cool.ne.jp/y_zemi/class/okuto.doc) を表-1に示す. 本研究では2000年と2006年のデータをまとめて解析している. 開花と相関関係が高い体サイズの項目は, ハエドクソウでは草丈, タチツボスミレ, ジャノヒゲ, ヤブランでは葉数であった. シラヤマギクは開花していないので解析不能である.

b) 体サイズと開花個体の年推移

開花と最も相関関係が高い体サイズの項目の2000年から2006年の推移を図-2に示す. ハエドクソウは2006年には草丈の高い個体が増加し, 草丈が10cm以

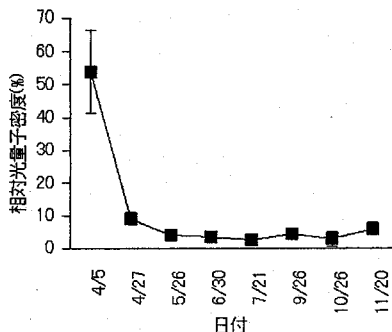


図-1 調査対象地における相対光量子密度の月別推移(2006年)
シンボルは平均値, 誤差範囲は標準偏差を示す。

表-1 開花と体サイズの相関関係

種名	葉数		草丈		基部直径	
	η^2	n	η^2	n	η^2	n
シラヤマギク	NA		NA		NA	
ハエドクソウ	0.142	38	0.455	38	0.421	38
タチツボスミレ	0.628	36	0.595	36	NA	
ジャノヒゲ	0.546	58	0.082	58	NA	
ヤブラン	0.547	64	0.249	64	NA	

η^2 : 相関比の相関係数 n : サンプル数 NA : 解析不能

タチツボスミレは地上茎が細すぎ、ジャノヒゲとヤブランは地上系をほとんどもたないため解析不能である。

上の個体が開花している。タチツボスミレは2006年には葉数の多い個体が増加し、葉数が5枚以上の個体が開花している。ジャノヒゲは2006年には葉数の多い個体が減少し、葉数が60枚以上の個体が開花している。ヤブランは2000年と2006年ともに葉数の多い個体がほとんどみられず、葉数が5枚未満の個体でも開花がみられる。

c) 開花率の年別推移

調査対象種の開花率を表-2に示す。シラヤマギクの開花率は2000年と2006年ともに0%である。ハエドクソウは2000年が37.5%、2006年が23.3%であり、タチツボスミレは50%と33.3%、ジャノヒゲは3.6%と0%、ヤブランは20.6%と10%である。

栄養繁殖はシラヤマギクとタチツボスミレおよびヤブランが行わず^{24, 25)}、ジャノヒゲが行い²⁶⁾、ハエドクソウが不明である。

4. 考察

(1) 林床の光環境

方形区の相対光量子密度が4月下旬に急速に低下するのは、上層木が展葉するためである。本調査対象地における5月下旬~10月下旬の相対光量子密度は5%未満であり、これは関東地方の伐採後5年~51年経過して林冠が閉鎖した雑木林²⁷⁾、関東地方の伐採後35年~40年が経過して毎年下刈りと落ち葉掻きを行っている雑木林(Fukada 未公表データ)、東北地方の40年

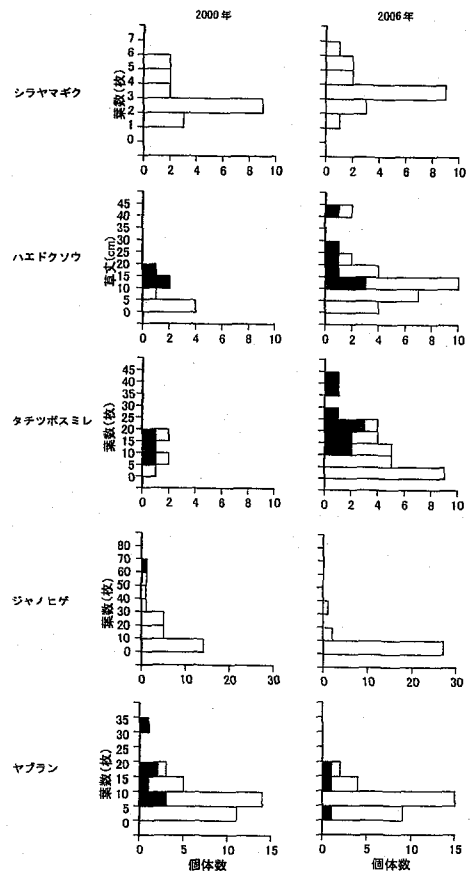


図-2 調査対象種の体サイズと開花の関係(2000年, 2006年)

■は開花個体を示す。

開花と最も相関係数が高い体サイズ項目を示している。

シラヤマギクは開花していないが、考察において先行研究(深田・亀山 2003)²⁷⁾と対応させるために葉数を示している。

表-2 調査対象種の開花率と栄養繁殖の有無

調査年	2000		2006		栄養繁殖	出典
	開花率	n	開花率	n		
種名						
シラヤマギク	0%	18	0%	18	なし	奥富・石山(1985)
ハエドクソウ	37.5%	8	23.3%	30	不明	
タチツボスミレ	50%	6	33.3%	30	なし	奥富・石川(1985)
ジャノヒゲ	3.6%	28	0%	30	あり	Kitamura et al.(1979)
ヤブラン	20.6%	34	10%	30	なし	Kawano(1985)

開花率: (開花個体数 / 全個体数) × 100

n: サンプル数

～50 年生の下刈りを行った雑木林²⁰⁾と同様である。これらのことから、上層木の伐採を長期間行わない雑木林における林床の相対光子密度は、近似した値になることが示唆される。

(2) 調査対象種の生育状況

a) 体サイズと開花の関係

開花していないシラヤマギクを除く 4 種では、開花と体サイズにやや高い相関関係がみられたことから、開花は体サイズに依存していると考えられる。また、相関が最も高い項目は種によって異なることから、開花の目安を正確に把握するためには複数の項目を測定することが必要である。これらの結果は関東地方の雑木林における既往の研究結果²⁷⁾と同様である。

シラヤマギクは 2000 年と 2006 年共に葉数が 10 枚以上の個体がみられない。シラヤマギクは上層木を伐採せずに下刈りと落ち葉掻きを行う管理手法を行っている雑木林においてまったく開花しない²⁵⁾、或いはほとんど開花しない²⁷⁾ことが報告されており、本研究と同様である。他方でシラヤマギクは上層木を伐採した雑木林において葉数を 10 枚以上に増加させて開花することが報告されている²⁷⁾。これらのことから、シラヤマギクが開花しなかったのは、林床の光環境が暗く、開花できる体サイズにまで到達できなかったためであり、下刈りと落ち葉掻きによる管理ではシラヤマギクを開花させることができないと考えられる。シラヤマギクは栄養繁殖を行わないため²⁸⁾、開花して種子生産できない場合には個体群はやがて衰退すると予測される。

ハエドクソウは草丈が 10cm 以上の個体の個体が開花していることから、草丈が 10cm 以上になると開花すると考えられる。ジャノヒゲは葉数が 60 枚以上の個体が開花していることから、葉数が 60 枚以上になると開花すると考えられる。

タチツボスミレは葉数が 5 枚以上の個体が開花しており、ヤブランは一部の例外があるものの葉数が 5 枚以上の個体が開花している。この結果は既往の研究と同様であり²⁷⁾、タチツボスミレとヤブランの開花の目安は、葉数が最適であると考えられる。

b) 調査対象種の開花率

開花率は種によって異なり、シラヤマギクは 0%で、ジャノヒゲは低く、ハエドクソウ、タチツボスミレが比較的高く、ヤブランが中間である。考察の a) で述べたようにシラヤマギクが開花しないのは、林床の光環境が暗いために開花に必要な体サイズに到達できないためであると考えられる。ジャノヒゲの開花率が低いのは毎年冬に行われる下刈りによって地上部が破壊されることと栄養繁殖を行うためであることが考えられるが、本研究の結果からはこれ以上の議論が出来ず、

今後の研究課題である。深田・亀山 (2003)²⁷⁾は東京都の林冠が閉鎖して数年間下刈りと落ち葉掻きが行われていない雑木林において、タチツボスミレとヤブランの開花率が比較的高いことを報告しており、本研究の結果と対応させると、これら 2 種は林冠が閉鎖した雑木林においても開花できるだけの耐陰性をもつと考えられる。

調査対象種 4 種の開花率は 2000 年と 2006 年で近い値を示した。深田・亀山 (2003)²⁷⁾は東京都の上層木の伐採後の経過年数が異なる雑木林において、林床草本 7 種の開花率の複数年調査し、林冠閉鎖後の開花率は年別のばらつきが小さいことを報告しており、本研究の結果と同様である。

以上のように、雑木林における林床草本の開花率は場所や年が違っていても似た値を示しており、Herrera (1991)¹⁴⁾が報告した天然林の林床に生育する常緑低木 *Lavandula latifolia* (Labiatae) の開花率の年変動が大きいという結果とは異なる。天然林を自生地とする種は天然林の環境に適応しており世代交代が出来ると考えられる。これに対して、雑木林に生育する種は雑木林を自生地としていないため²⁹⁾、上層木を伐採しない雑木林で世代交代が出来るか否かが不明である。また、常緑種は被陰ストレスが強い環境で優占種となることが報告されており²⁹⁾、夏緑種に比べて耐陰性が強いと示唆される。こうした自生地と生活史の相違は、本研究の結果と Herrera (1991)¹⁴⁾の結果との相違に影響したと予測され、雑木林における林床草本の自生地、生活史、開花率の年別推移と植生管理との関係は今後の研究課題である。

(3) 植生管理への応用

本研究の結果を植生管理に応用する際に林床草本の体サイズは開花の目安として有用であるが、開花と関係が深い体サイズの項目は種によって異なるため、複数の項目を測定することが求められる。前述のようにシラヤマギクは下刈りと落ち葉掻きの管理では保全できないことが示唆されることから、シラヤマギクを含む林床草本を持続的に保全するためには、下刈りと落ち葉掻きのみでは不十分であり、上層木の伐採を含む管理を行うことが必要であると示唆される。こうした種は他にもある可能性があることから、様々な林床植物の生育状況を調査することにより明らかにしていくことが必要である。

本研究では開花と体サイズのみを調査したが、この他にも結実、種子の発芽、実生の定着などを調査することによって林床植物の生活環の完結の有無を判定し、より精緻な管理技術を確立することが期待される。

謝辞

本論文を執筆するにあたり東京農工大学農学部 亀山章教授には多岐にわたり貴重なご助言を賜った。調査対象地の管理スタッフには調査を行うにあたり多大な協力を頂いた。以上の方々に、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 亀山章: 雑木林概説, 亀山章編『雑木林の植生管理』, ソフトサイエンス社, 1-4, 1996.
- 2) 藤村忠志: 多摩丘陵における農用林の利用衰退による二次林の植生変化, 造園雑誌, Vol.57, No. 5, 211-216, 1994.
- 3) Kobayashi, M. and Kamitani, T.: Effects of surface disturbance and light level on seedling emergence in a Japanese secondary deciduous forest, J. Vege. Sci., Vol. 11, 93-100, 2000.
- 4) 宮脇昭 編著: 日本植生誌 関東 第2版, 至文堂, 225-230, 1989.
- 5) 奥富清, 辻誠治, 星野義延: 南関東の二次林植生-コナラ林を中心として, 東京農工大学演習林報告, Vol. 12, 55-66, 1976.
- 6) 奥富清, 奥田重俊, 辻誠治, 星野義延: 東京の植生, 東京都, 249pp, 1987.
- 7) 倉本宣, 永井敬子: 桜ヶ丘公園雑木林ボランティアの活動と組織に対する意識, ランドスケープ研究, Vol. 65, No. 5, 455-460, 2002.
- 8) 広井敏男: 雑木林へようこそ! 里山の自然を守る, 新日本出版社, 190pp, 2001.
- 9) 久野春子, 寺門和也, 宮田和: 都市内人工コナラ林と環境への影響, 人間と環境, Vol.11, 31-44, 1985.
- 10) 山田宏之, 丸田頼一: 埼玉県庄和町における都市気温分布と緑地の気象緩和作用について, 造園雑誌, Vol.55, No.5, 349-354, 1991.
- 11) 福岡司: 森林を利用した都市防災計画, 森林科学, No.17, 2-7, 1996.
- 12) Nagaike, T., Yoshida, T., Miguchi, H., Kamitani, T., and Nakashizuka, T.: Rehabilitation for species enrichment in abandoned coppice forests in Japan, In Stanturf, J. A. and Madsen, P. (ed.) Restoration of boreal and temperate forests, CRC Press, Boca Raton London New York Washington D. C., 371-381, 2005.
- 13) 山瀬敬太郎: 夏緑二次林における高木環状剥皮枯殺後の草本層植生の変化とコナラ稚樹の消長, ランドスケープ研究, Vol.67, No.5, 555-558, 2005.
- 14) Herrera. C. M.: Dissecting factors responsible for individual variation in plant fecundity, Ecology, 72, 1436-1448, 1991.
- 15) 重松敏則: レクリエーション林における下刈り、光、踏圧の諸条件が林床植生に及ぼす効果, 造園雑誌, Vol.46, No.5, 194-199, 1983.
- 16) 重松敏則, 高橋理喜男: レクリエーション林の林床管理に関する研究 -アカマツ林における下刈りが現存量に及ぼす効果-, 造園雑誌, Vol.45, No.3, 157-167, 1982.
- 17) 辻誠治, 星野義延: コナラ二次林の林床管理の変化が種組成と土壌に及ぼす影響, 日本生態学会誌, Vol.42, 125-136, 1992.
- 18) 山瀬敬太郎: アカマツ二次林における下層木伐採程度の差によるその後の植生比較, ランドスケープ研究, Vol.61, No.5, 567-570, 1998.
- 19) 山崎寛, 青木京子, 服部保, 武田義明: 里山の植生管理による種多様性の増加, ランドスケープ研究, Vol.63, No. 5, 481-484, 2000.
- 20) 島瀬頼子, 藤原直夫, 小栗ひとみ, 百瀬浩, 宇津木栄律子, 大江栄三, 井本郁子: 国営みちの杜の湖畔公園における森林管理と林床植物の開花状況の関係, ランドスケープ研究, Vol.68, No. 5, 659-664, 2005.
- 21) 根本淳, 永留真雄, 佐立昌代: 武蔵丘陵森林公園におけるヤマユリ (*Lilium auratum* Lindley) の生育と植生, 林床植生管理及び光の関係, 日本緑化工学会誌, 32 (1): 9-14, 2006.
- 22) 細木大輔, 久野春子, 新井一司, 深田健二: 都市近郊林の林床管理の有無による植生と環境の特徴 その1 上層木の生育および林床植生の特徴, 日本緑化工学会誌, Vol.27, No. 1, 14-19, 2001.
- 23) 久野春子, 新井一司, 細木大輔, 深田健二: 都市近郊林の林床管理の有無による植生と環境の特徴 その2 林床の光, 気温, 地温および土壌条件の特徴, 日本緑化工学会誌, Vol.27, No.1, 20-25, 2001.
- 24) Kawano, S. Life history characteristics of temperate woodland plants in Japan, ed. White, J. 『The population structure of vegetation』, Junk. Dordrecht, 515-549, 1985.
- 25) 奥富清, 石山麻子: 構成種の繁殖特性からみたコナラ林の林床植生 1. 林床植物の 有性繁殖と栄養繁殖, 第 32 回生態学会大会講演要旨集, 309, 1985.
- 26) Kitamura, S., Murata, G., and Koyama, T.: Colored illustrations of herbaceous plants of Japan (Monocotyledoneae), 464pp., 1979.
- 27) 深田健二, 亀山章: 雑木林における上層木の伐採が林床草本の生育に及ぼす影響, ランドスケープ研究, Vol.66, No. 5, 525-530, 2003.
- 28) 深田健二, 亀山章: 雑木林における上層木の伐採が林床草本の種組成と開花に及ぼす影響, 環境システム研究, Vol. 33, 461-467, 2005.
- 29) Grime. J. P.: Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to

THE FACTOR UPON THE FLOWERING OF FOREST FLOOR PLANTS IN NON-CLEARCUTTING COPPICE FOREST, JAPAN

Kenji FUKADA

The object of this study is to explain the factor upon the flowering of 5 forest herbs in an non-clearcutting coppice forest, and to consider an appropriate vegetation management. This study was conducted in coppice forest that is managed by a non-clearcutting method in Tokyo, Japan. The canopy consisted of deciduous broad-leaved trees. I investigated the light condition of the study sites and growth (plant size traits, flowering rate) of five species (*Aster scaber* Thunb., *Viola grypoceras* A. Gray, *Phryma leptostachya* L., *Ophiopogon japonicus* Ker-Gawl., and *Liriope platyphylla* Wang et Tang) from spring to autumn in 2000 and 2006. The relative PPFD on the forest floor was 55 % in spring and about 5 % from early summer to autumn. There was a high correlation between plant size and flowering rate ($\eta^2 = 0.455 - 0.628$). The flowering rates were very low to relatively high (0 – 50.0 %) for all five study species. *A. scaber* did not flower in both years because plant size cannot increase in this light condition. These results suggest that non-clearcutting management cannot be flowered all species. Therefore, appropriate management of coppice forest need to include clearcutting method.