

二次林下におけるアズマネザサの刈り取りがヤブランとジャノヒゲの生育・着花に及ぼす影響

Effect of mowing *Pleioblastus chino* on the growth and flowering of *Liriope platyphylla* and *Ophiopogon japonicus* in an abandoned secondary forest

中島 宏昭* 寺岡 睦実** 鈴木 貢次郎***

Hiroaki NAKAJIMA Mutsumi TERAOKA Kojiro SUZUKI

Abstract: *Liriope platyphylla* and *Ophiopogon japonicus* (Nolinoideae) are evergreen perennial plants that grow on the forest floor and are widely distributed in the temperate zones of Japan. However, forest floor vegetation, including *L. platyphylla* and *O. japonicus*, has been declining in abandoned secondary forests in the Kanto region, central Japan, owing to the growth of *Pleioblastus chino*. The present study investigated the influence of mowing *P. chino* on the growth of *L. platyphylla* and *O. japonicus*. We established “mowing sites” and “control sites” to compare the amount of leaf (AL) and amount of bloom (AB) in a secondary forest that has been abandoned for over 20 years. At the mowing sites, *P. chino* was cut annually using sickles, every summer since 2010. The growth strategies were different between the two plants, with the AB of *L. platyphylla* increasing along with AL, but in *O. japonicus*, the AB increased without an increase in AL in one of the years. Photosynthetically active radiation (PAR) at the forest floor was considerably higher at the mowing sites than at the control sites from December to April. The difference in PAR during this period must affect the AL and AB of plants distributed at each plot.

Keywords: *abandoned secondary forest, forest floor plants, light condition, Liriope platyphylla, Ophiopogon japonicus, Pleioblastus chino*

キーワード: 放棄二次林, 林床植物, 光条件, ヤブラン, ジャノヒゲ, アズマネザサ

1. 研究目的

1960年代の高度経済成長後、東京都から神奈川県に連なる多摩丘陵では、ニュータウン建設等によって土地利用形態が大きく変化し、緑地の分断が起きた。さらに、伝統的な管理によって維持されてきた二次林では、下草刈りや間伐等の管理を放棄したことにより植物相が大きく変化した。関東地方の管理放棄された多くの二次林では、アズマネザサ (*Pleioblastus chino*) の優占により林床植物の種多様性が低下したという^{6) 9)}。管理放棄により衰退した植物個体群の保全やレクリエーション機能の向上のための一方策として、林床に繁茂したササの刈り取りが挙げられる。ササの刈り取りによって、林床植物の出現種数が増加するだけでなく¹⁰⁾、開花量が増加する²⁾。例えば、夏緑性の多年草であるチゴユリやアキノキリンソウは刈り取りによって、生育量や開花量が増加した²⁾。但し、人為的管理の影響の内容やその程度は、種や個体によって異なってくる。例えば、同林床下に生育するイカリソウやアオヤギソウの開花量の増加¹¹⁾には、刈り取りに加え、上層木の間伐も必要であるという²⁾。また、上層木の伐採後に適切な下草刈りが行われなかった場合、帰化植物や先駆性の樹木の出現により、野草類が減少した報告もある¹⁰⁾。

ヤブラン (*Liriope platyphylla*) とジャノヒゲ (*Ophiopogon japonicus*) は種子繁殖と栄養繁殖を行うスズラン亜科の林床植物である。緑化材料としても多く利用され、鑑賞価値のある種子は草花遊びにも活用されてきた。両種は、20年以上間伐や下草刈りなどの林床管理が行われず、林床の植生が著しく衰退した林床においても生育することが報告されている^{4) 11)}。しかし、緑地の分断に伴って、出現頻度が減少している地域もあるという⁷⁾。一般に種子植物の個体群の更新には種子生産が不可欠であり¹³⁾、植物の個体群サイズが小さくなると種子生産量は減少する³⁾。深田・亀山¹⁴⁾によれば、コナラ林における上層木の伐採(皆伐)に関わらず、ヤブランの開花がみられ、その時の着花量は葉数が影響する。この要因として、常緑性のヤブランには上層木である落葉樹

の落葉期間の光合成量が影響するという¹⁾。

生育繁茂しているアズマネザサ下では、上層木の落葉期間中でも光量が減少すると予想される。長期間の管理放棄による稈高2m前後のアズマネザサの繁茂によって、ヤブランやジャノヒゲの葉量や着花量が減少すると考えられるが、特に着花量に及ぼす影響については詳しくわかっていない。開花個体の増加は、景観の向上のためだけでなく、種子生産による個体群の維持のためにも意義は大きい。

そこで本研究では、アズマネザサの刈り取りの有無の違いがある放棄二次林下に調査プロットを設定し、そこに生育するヤブランとジャノヒゲを対象とし、(i)林床の光量の季節変化、(ii)葉量に及ぼすアズマネザサの刈り取りの影響、(iii)着花量に及ぼすアズマネザサの刈り取りの影響、(iv)葉量と着花量の関係について考察した。そして、関東地方の放棄二次林における管理の内容とその意義について、葉量だけでなく着花量に及ぼす影響も検討した。

2. 調査地、調査対象種および調査内容

(1) 調査地

神奈川県川崎市の多摩丘陵の端部に位置する早野梅ヶ谷特別緑地保全地区(10.9ha)のコナラ、クヌギ、イヌシデなどで構成された落葉広葉樹林内で調査した(図-1)。標高差は最大で約40mあり、調査対象地周辺は1960年代以降の開発により、宅地化が進んでいる。また、調査対象地は長期間(20年以上)にわたる管理放棄によって、林床には稈高2m前後のアズマネザサが繁茂している。2010年春に調査地内の西向き同一斜面上に管理再開区(刈り取り区:約6,700m²)と無刈り取り区(対照区:約2,000m²)を設置した(図-1)。管理再開区では、初年度(2010年)のみ、常緑樹の高木の伐採とアズマネザサの刈り取りを行った。2011年以降は、毎年、夏季(7月中~下旬)に草刈り鎌、および剪定ばさみ、剪定ノコギリによって林床全体を覆っているアズマネザサの刈り取りを行った。その際、少しのツル植物、陰生植物

*東京農業大学大学院農学研究科

**藤沢市役所都市整備部

***東京農業大学地域環境科学部

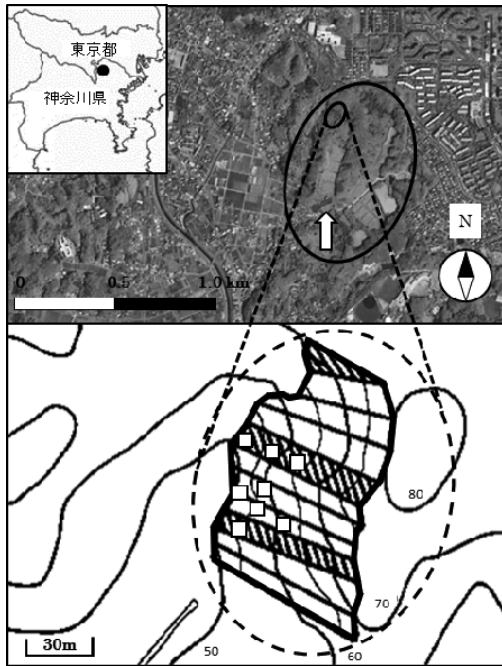


図-1 調査地と調査プロットの位置 上図 矢印：林外の光子センサー設置場所。下図太線内は調査区域を示し、無斜線枠内は管理再開区、斜線部は無刈り取り区を示す。□：調査プロット設置場所、等高線は調査区域内のみ5m間隔で示す。国土地理院 (<http://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>) 地図データに加筆。



図-2 調査地の様子 破線部は管理再開区と無刈り取り区の境界を示し、右：管理再開区、左：無刈り取り区。

の実生および枯死木の除去も行っている (図-2)。

2014年4月にアズマネザサの刈り取りが林床に与える影響を検証するため、管理再開区と無刈り取り区のそれぞれで、谷、尾根、およびそれらの中間の中腹南向き斜面と中腹北向き斜面に5m×5mの調査プロットを設置した。なお、調査プロットは常緑樹の高木の伐採跡地は含まないように設置した。

(2) 調査対象種

スズラン亜科の常緑多年生草本であるヤブランとジャノヒゲを対象種とした。両種は多回繁殖型で、設置した8つの全調査プロットに生育していた。

(3) 調査内容

アズマネザサの刈り取りの有無が葉数や着花に与える影響、および葉数と着花との関係を明らかにするために、異なる管理下における林床の光量とその季節変化、および葉量(葉数とその増加率)、着花量(着花率、花序数、着花回数)を調査した。

1) 林床の光量

アズマネザサの刈り取りを再開・継続した管理再開区と管理放棄を続けた無刈り取り区の光環境を比較するために、光合成有効放射量(PAR: Photosynthetically Active Radiation)を測定した。林内の管理再開区の谷と無刈り取り区の谷の両調査プロット、

さらに林外(図-1)の計3カ所で光合成有効放射センサー(MJ-14PAR 型式, 日本環境計測社製)を用いてPARを測定し、相対光子束密度を算出した。その他の6箇所の調査プロットでは光子センサー(PAR Light Sensor, Spectrum Technologies, Inc.)でPARの測定を行った。いずれも各調査プロットの中心部において、地表面から50cmの高さの杭にセンサーを設置した。測定は、10分間隔で2016年9月12日から2017年7月31日まで年間を通して終日行い、各調査プロットの代表値とし、日中(10~14時)のPARの平均値を月ごとに算出した。なお、高木の伐採は初年度のみであり、毎年1回、夏季の刈り取りの継続により、管理再開区では、アズマネザサの高さは20cm程度に抑えられている。光量と葉量または着花量との調査年が異なるが、皆伐から5年以上経過した林床の光量は調査年による違いが小さいことより、また本研究では、月単位の値を求めているので、調査年による差は小さいものとして捉えた。

2) 葉量と着花量

地面から5枚以上の葉がまとまって現れているものを1株とし、各調査プロットに生育する10内外の株を調査対象株に選んだ。2014年6月26日から2015年6月27日まで、2ヶ月に1度の頻度で調査対象種の葉数(葉長1cm以上)を数えた。着花に関しては花序に最低1つの花がみられる時を着花とした。また最低1つの着花をみた花序を1花序数として数えた。初年度(2014年)は、着花時期を把握するために6月29日から10月9日の間、1~2週間に1度の間隔で花序数を数えた。2015年の花序数は、2014年に最も多かった時期(ヤブランは8月6日および9月12日、ジャノヒゲは7月19日)に数えた。

葉量については、管理の有無(管理再開区と無刈り取り区)ごと、または調査プロットごとに1株当たりの葉数の月平均値と年平均値を算出した。また、調査開始時の葉数は調査株ごとに異なるため、2014年6月と2015年6月の葉数を比較し、調査株ごとに葉数増加率を求め、管理の有無(管理再開区と無刈り取り区)ごと、または調査プロットごとに平均値を算出した。

着花量については、調査期間中に1花序以上見られた株を着花株とし、全株数との割合を着花率として算出した。さらに2014年のみ、または2015年をみの着花を1回着花、両年とも着花した場合を2回着花、両年とも着花しなかった場合を無着花として着花回数とした。なお、2014年の各株の花序数については調査期間中の最大値とした。

3) 統計解析

アズマネザサの刈り取りがヤブランとジャノヒゲの葉数に及ぼす影響、アズマネザサの刈り取りと葉数がヤブランとジャノヒゲの花序数、着花回数に及ぼす影響を統計的に明らかにするため、一般化線形混合モデル(GLMM: Generalized Linear Mixed Model)を用いた統計解析を行った。応答変数(RV: Response Variable)と説明変数(EV: Explanatory Variable)は、それぞれ、(i)RV: 2014年6月の各調査株の葉数、EV: 刈り取りの有無(因子型)、(ii)RV: 2014年の各着花株の花序数、EV: 刈り取りの有無(因子型)と2014年6月の葉数(数量型)、(iii)RV: 2015年の各着花株の花序数、EV: 刈り取りの有無(因子型)と2015年6月の各調査株の葉数(数量型)、(iv)RV: 2年間ににおける各調査株の着花回数、EV: 刈り取りの有無(因子型)と各調査株の年間の平均葉数(数量型)とした。但し、(i)において、刈り取りは葉数に対して正の効果を与えていることが示されたことから、多重共線性の影響を取り除くため、(ii)~(iv)のEVは、刈り取りの有無と葉数を別々に解析した。調査プロットをランダム効果として組み込んだポアソン分布(log link関数)を仮定した。

また、アズマネザサの刈り取りがヤブランとジャノヒゲの葉数増加率に及ぼす影響を統計的に明らかにするため、RV: 各調査株

の葉数増加率, EV:刈り取りの有無(因子型)とした一般化線形モデル(GLM: Generalized Linear Model)による統計解析を行った。確率分布として正規分布(identity link関数)を仮定し, 赤池の情報量基準(AIC: Akaike's Information Criterion)をもとにして, AICが最小となるモデルの組み合わせを採用した。

以上の解析にはR version 3.2.2(R Development Core Team 2016)¹²⁾を用いた。

3. 結果

(1) 林床の光量

図-3に林床の日中における光合成有効放射量(PAR)の月別変化を示す。林床のPARは, 上層木が落葉する12~4月にかけて高くなり, 管理再開区の最大値は3月の426.1~509.7 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。無刈り取り区においても同時期に増加したものの, 最大値は3月または4月の19.6~203.2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であり, 管理再開区より著しく下回った。また, 管理再開区の最小値は6.3~34.0 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であったのに対し, 無刈り取り区では0.1~10.6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ となった。

相対量子束密度をみると(図-3の棒グラフ), 林冠が閉鎖された5~11月には管理再開区で4.7~7.6%, 無刈り取り区で1.1~4.3%であった。冬期から林冠が閉鎖するまでの12~4月には管理再開区では17.9~47.0%だったのに対し, 無刈り取り区では7.8~22.4%となった。また, 2月と10月を除き, 相対量子束

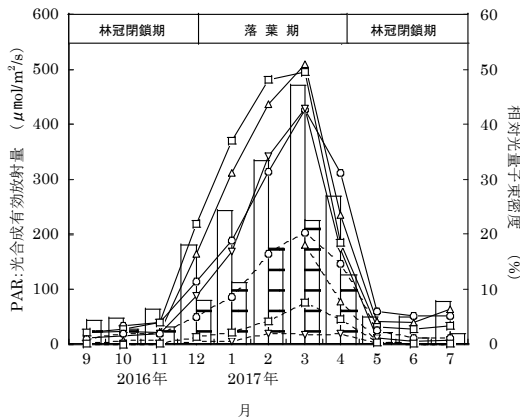


図-3 光合成有効放射量(PAR)と相対量子束密度の季節変化 折れ線グラフはPARを示し, —:管理再開区, - - - - :無刈り取り区, ○:谷, △:南向き斜面, ▽:北向き斜面, □:尾根。棒グラフは相対量子束密度を示し, □:管理再開区, ▢:無刈り取り区。管理再開区の谷の9月, および無刈り取り区の南向き斜面の12~2月のPARの値は欠損。

表-1 各調査プロットのヤブラン, ジャノヒゲの葉数, 葉数増加率, 着花率

調査対象株	管理再開区					無刈り取り区				
	谷	南向き斜面	北向き斜面	尾根	全体	谷	南向き斜面	北向き斜面	尾根	全体
1株当たりの葉数(枚) ^{1),2)}	26.6 ± 16.78	21.9 ± 16.93	18.3 ± 15.47	19.0 ± 10.38	21.6 ± 14.63	12.0 ± 1.41	10.3 ± 2.41	17.1 ± 15.62	9.0 ± 3.54	12.3 ± 8.98
葉数増加率(%) ²⁾	1.52 ± 0.88	1.82 ± 0.62	1.18 ± 0.37	0.93 ± 0.26	1.37 ± 0.67	1.09 ± 0.59	1.15 ± 0.36	1.17 ± 0.59	1.16 ± 0.30	1.15 ± 0.44
2014年の着花率(%) ³⁾	55.6 (5)	77.8 (7)	71.4 (5)	60.0 (6)	65.7 (23)	55.6 (5)	10.0 (1)	12.5 (1)	0.0 (0)	21.9 (7)
2015年の着花率(%) ³⁾	55.6 (5)	66.7 (6)	71.4 (5)	60.0 (6)	62.9 (22)	44.4 (4)	10.0 (1)	25.0 (2)	0.0 (0)	21.9 (7)
調査対象株	9	10	10	10	39	7	10	10	10	37
1株当たりの葉数(枚) ^{1),2)}	194.7 ± 169.06	214.6 ± 191.62	109.8 ± 99.27	116.8 ± 94.99	158.1 ± 146.30	95.4 ± 74.28	84.8 ± 59.91	106.7 ± 127.02	58.2 ± 40.57	85.5 ± 81.32
葉数増加率(%) ²⁾	1.28 ± 0.17	1.30 ± 0.67	1.09 ± 0.45	1.13 ± 0.38	1.20 ± 0.45	1.08 ± 0.46	1.10 ± 0.21	1.68 ± 0.64	0.99 ± 0.41	1.22 ± 0.52
2014年の着花率(%) ³⁾	88.9 (8)	80.0 (8)	70.0 (7)	60.0 (6)	74.4 (29)	28.6 (2)	90.0 (9)	60.0 (6)	30.0 (3)	54.1 (20)
2015年の着花率(%) ³⁾	88.9 (8)	80.0 (8)	40.0 (4)	90.0 (9)	74.4 (29)	71.4 (5)	50.0 (5)	60.0 (6)	40.0 (4)	54.1 (20)

葉数, 葉数増加率は欠損がある株を除いた平均値。1) 葉数は2014年6月の平均値。2) 値は平均値±標準偏差。3) 括弧内は着花株数を示す。

密度は管理再開区の方が無刈り取り区に比べて2倍以上高くなった。

(2) 葉量と着花量

1) 管理再開4年後の各株の葉数とその季節変化

表-1に刈り取り4年後の各調査プロットにみられたヤブランとジャノヒゲの1株当たりの葉数を示す。両種とも全調査プロットにおいて, 管理再開区の葉数が多かった。ヤブランの1株当たりの葉数は, 管理再開区では平均21.6枚に対し, 無刈り取り区では平均12.3枚であった。ジャノヒゲの1株当たりの葉数は, 管理再開区では平均158.1枚に対し, 無刈り取り区では平均85.5枚であった。

刈り取りがヤブラン, ジャノヒゲの葉数に与える影響を検証す

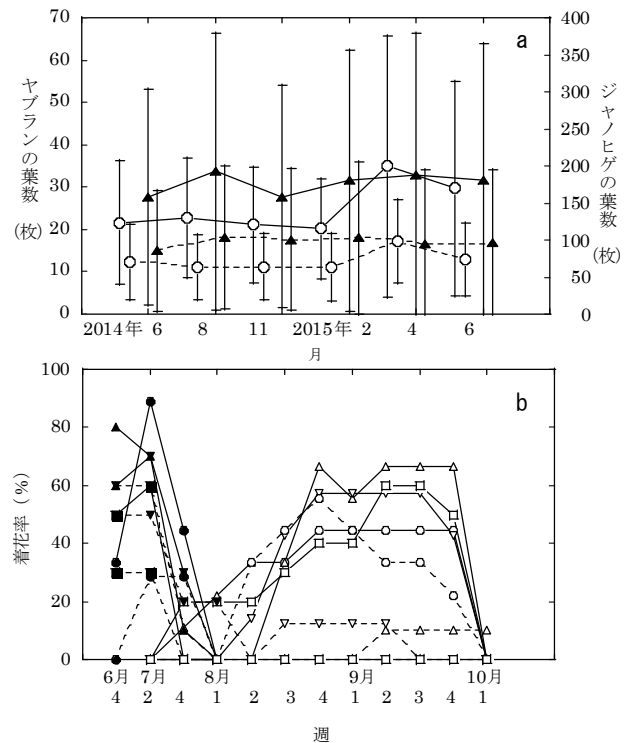


図-4 ヤブラン, ジャノヒゲの葉数と着花率の変化

—:管理再開区, - - - - :無刈り取り区, a: 葉数, ○:ヤブラン, ▲:ジャノヒゲを示し, 管理再開区, 無刈り取り区それぞれの全調査対象株の1株当たりの平均値を示す。エラーバーは標準偏差を示す。b: 着花率, ○:谷, △:南向き斜面, ▽:北向き斜面, □:尾根。白抜きはヤブラン, 黒塗りにはジャノヒゲを示す。

るための GLMM 分析によると、両種ともに、刈り取りに正の効果認められた (表-2)。

図-4a にヤブランとジャノヒゲの 1 株当たりの葉数の変化を示す。ヤブランの葉数は管理再開区、無刈り取り区ともに 2~4 月にかけて増加し、4~6 月にかけて減少した。ジャノヒゲの葉数

は 6~8 月にかけて微増し、管理再開区のみ 11 月に減少した。

2) 葉数増加率

表-1 に 2014 年と 2015 年で比較した葉数増加率を示す。ヤブランは、管理再開区は平均 1.37 倍、無刈り取り区は平均 1.15 倍、ジャノヒゲは、管理再開区では平均 1.20 倍、無刈り取り区では平均 1.22 倍であった。

刈り取りがヤブランとジャノヒゲの葉数増加率に与える影響を検証するための GLM 分析によると、ヤブラン、ジャノヒゲともに刈り取りに有意差は認められなかった (表-2)。

3) 着花率

図-4b に示すように、ヤブランは 7 月 4 週目から着花し、8 月 4 週目~9 月 3 週目が最大の着花率となり、10 月 1 週目まで着花を続けた。ジャノヒゲは 6 月下旬から着花した。ジャノヒゲは管理再開区の南向き斜面を除いた全ての調査プロットで 7 月 2 週目に着花率が最大となり、いずれの調査プロットでも 8 月 2 週目には着花を終了した。

ヤブラン、ジャノヒゲの着花率を表-1 に示す。ヤブランの着花率は、管理再開区の全体で 2014 年は 65.7%、2015 年は 62.9% となったのに対し、無刈り取り区の全体では 2014 年、2015 年ともに 21.9% であった。各調査プロットの値をみても、管理再開区では 55.6~77.8% だったのに対し、無刈り取り区では 0~55.6% で管理再開区の方が顕著に高くなった。ジャノヒゲの着花率は、管理再開区の全体では、2014 年、2015 年ともに 74.4% であったのに対し、無刈り取り区の全体では 2014 年、2015 年ともに 54.1% となり、管理再開区の方が高くなった。各調査プロットの値をみると、管理再開区では 40.0~90.0%、無刈り取り区では 28.6~90.0% となり、大きな差がみられなかった。

4) 花序数

各株の葉数と花序数の関係を示した図-5、6 に示すように、ヤブランは管理再開区では 1 株あたり 1~5 本、無刈り取り区では 1 株あたり 1~3 本の花序が確認された。一方、ジャノヒゲは、管

表-2 葉数、花序数、着花回数を応答変数とした GLMM、および葉数増加率を応答変数とした GLM の結果

応答変数	説明変数	ヤブラン			ジャノヒゲ		
		係数	標準誤差	p値	係数	標準誤差	p値
2014年の葉数	切片	2.480	0.105	$p < 0.001$ ***	4.433	0.133	$p < 0.001$ ***
	刈り取りの有無	0.578	0.142	$p < 0.001$ ***	0.592	0.188	0.002 **
葉数増加率	切片	1.152	0.112	$p < 0.001$ ***	1.209	0.055	$p < 0.001$ ***
	刈り取りの有無	0.215	0.149	0.155	-	-	-
2014年の花序数	切片	0.251	0.333	0.451	1.002	0.167	$p < 0.001$ ***
	刈り取りの有無	0.110	0.376	0.771	1.014	0.194	$p < 0.001$ ***
	切片	-0.214	0.314	0.494	0.799	0.171	$p < 0.001$ ***
	葉数	0.019	0.009	0.027 *	0.004	0.000	$p < 0.001$ ***
2015年の花序数	切片	0.357	0.316	0.259	0.743	0.223	$p < 0.001$ ***
	刈り取りの有無	0.018	0.362	0.960	1.061	0.274	$p < 0.001$ ***
	切片	0.088	0.238	0.712	0.559	0.191	0.003 **
	葉数	0.008	0.005	0.085	0.004	0.000	$p < 0.001$ ***
着花回数	切片	-0.827	0.267	0.002 **	0.134	0.158	0.398
	刈り取りの有無	1.078	0.306	$p < 0.001$ ***	0.272	0.206	0.187
	切片	-0.652	0.253	0.010 *	0.018	0.144	0.902
	葉数	0.020	0.006	0.002 **	0.002	0.001	0.003 **

***: $P < 0.001$, **: $P < 0.01$, *: $P < 0.05$, —: モデル選択で選択されなかったもの、切片は無刈り取り。

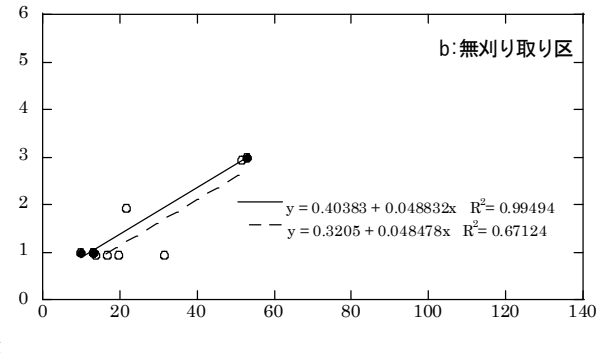
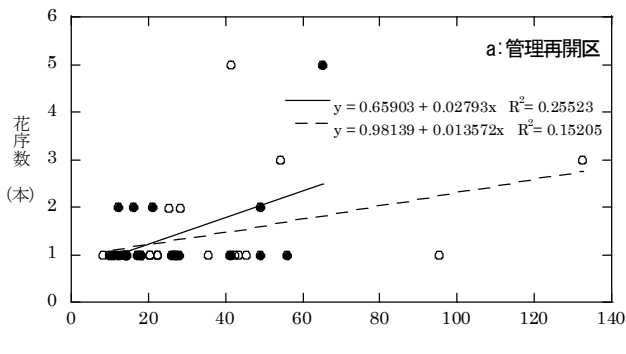


図-5 ヤブランの葉数と花序数の関係 ●および実線: 2014年の株, ○および破線: 2015年の株

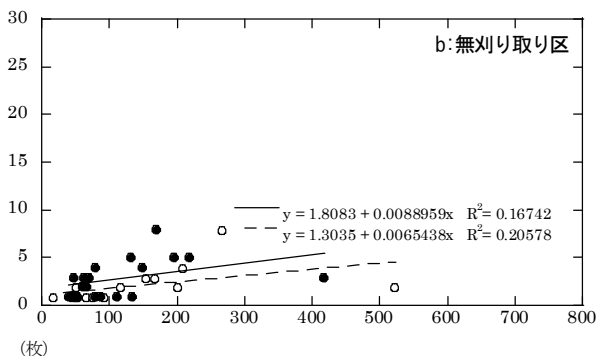
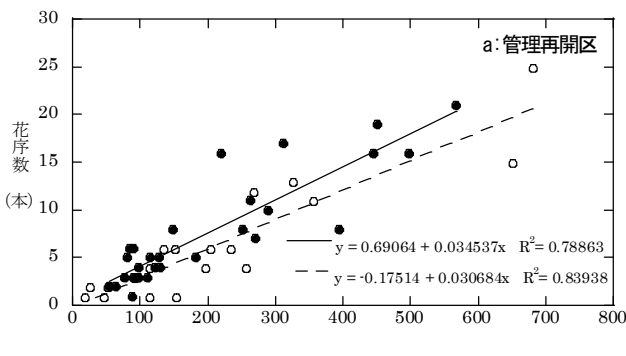


図-6 ジャノヒゲの葉数と花序数の関係 ●および実線: 2014年の株, ○および破線: 2015年の株

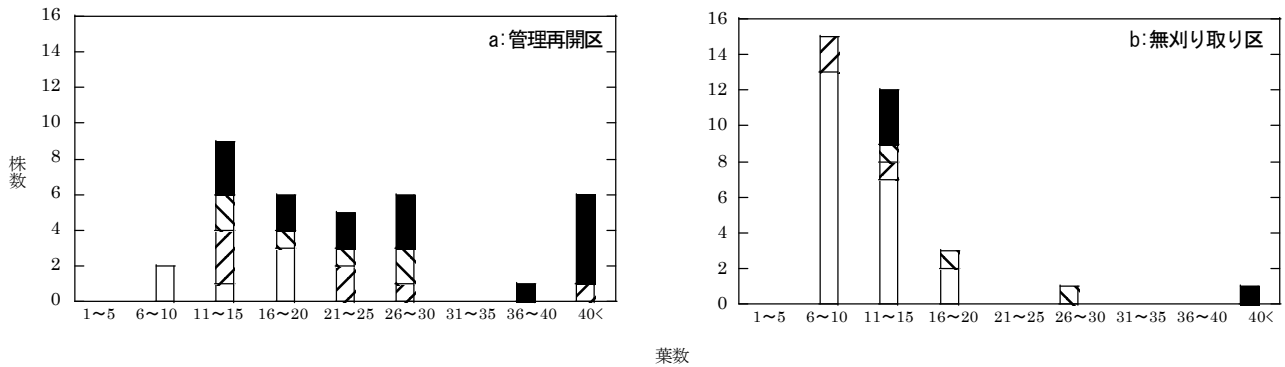


図-7 ヤブランの年間の平均葉数別に分けたそれぞれの株の着花回数別の株数 □ : 無着花の株, ▨ : 1回着花 (2014年)の株, ▩ : 1回着花 (2015年)の株, ■ : 2回着花の株

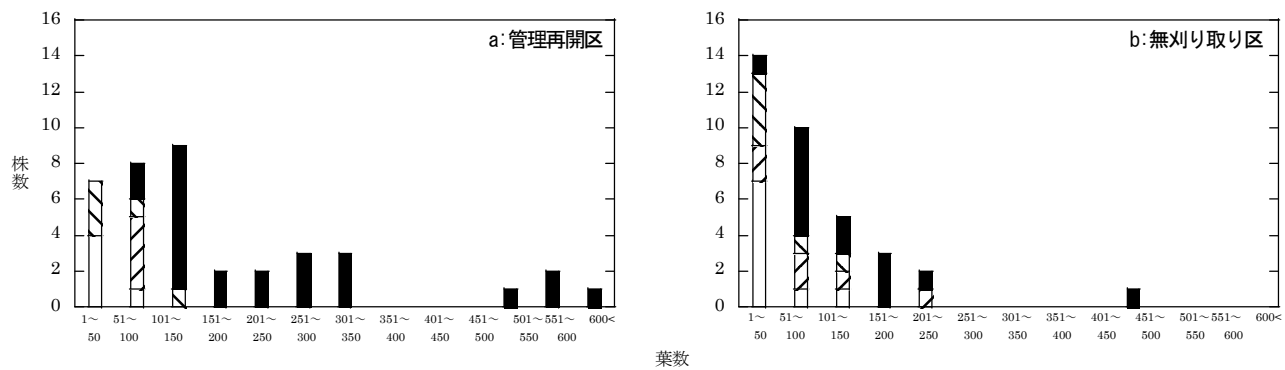


図-8 ジャノヒゲの年間の平均葉数別に分けたそれぞれの株の着花回数別の株数 □ : 無着花の株, ▨ : 1回着花 (2014年)の株, ▩ : 1回着花 (2015年)の株, ■ : 2回着花の株。但し、管理再開区の1株、無刈り取り区の2株は欠損

管理再開区で1株あたり1~25本、無刈り取り区で、1株あたり1~8本確認され、特に管理再開区で葉数と花序数との相関関係がみられた。

刈り取りや葉数が花序数に与える影響をみるためのGLMM分析によると、ヤブランの花序数は2014年のみ、葉数の正の効果が認められた。ジャノヒゲでは2014年、2015年ともに刈り取りと葉数に正の効果が認められた(表-2)。

5) 着花回数

図-7, 8にヤブランとジャノヒゲのそれぞれの株に関して、年間の葉数別に分けた後、さらに着花回数別に分けた株数を示す。ヤブランは、管理再開区では35株の中、13株が1回(37.1%)、16株が2回(45.7%)着花した。無刈り取り区では、32株の中、6株が1回(18.8%)、4株が2回(12.5%)着花した。葉数が10枚より多い株で1回以上着花した株数は、管理再開区で33株の中29株(87.9%)、無刈り取り区で17株の中8株(47.1%)となり、無刈り取り区の1回以上着花した株の割合は管理再開区に比べて顕著に小さくなった。30枚より多い葉数の株は1株を除き、同一株で2回着花した。

ジャノヒゲは、管理再開区では38株の中、9株が1回(23.7%)、24株が2回(63.2%)着花した。無刈り取り区では、35株の中、12株が1回(34.3%)、14株が2回(40.0%)着花した。葉数別にみると、50枚より多くなると、管理再開区、無刈り取り区の両区画で1回以上着花した株の割合が高くなった(いずれも90%以上)。特に管理再開区での100枚より葉数が多い株の2回着花した株の割合は95.7%となり、無刈り取り区の63.6%だったのに比べて、極めて高くなった。

刈り取りや葉数が着花回数に与える影響をみるためのGLMM

分析によると、ヤブランでは刈り取りと葉数に正の効果が認められた(表-2)。一方、ジャノヒゲでは葉数のみに正の効果が認められた。

4. 考察

(1) 林床の光量の季節変化と葉量・着花量との関係

程高2m前後のアズマネザサを刈り取ることによって、林床の光量(PAR)は増加した。特に、管理再開区と無刈り取り区との林床の光量の差は、上層木の落葉期である12~4月に大きく、アズマネザサが生育する林床のPAR(19.6~203.2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)は、アズマネザサを刈った場合(426.1~509.7 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)に比べて半分以下になった(図-3)。

落葉広葉樹林における林冠閉鎖前の光環境の違いは、林床植物の繁殖量に影響する。例えば、林冠が閉鎖される前に開花し、林冠閉鎖後に種子が成熟するエンレイソウでは、雪解け後から林冠が閉鎖されるまでの期間が短くなることによって、光合成量が減少し、その年の種子生産量や翌年の着花割合も減少したという⁵⁾。また、林床植物の光合成特性は、林床の光量の変化に応じて変化する^{5) 8)}。Kawano *et al.*⁸⁾によると、東村山市のクヌギ林に生育するヤブランの光合成量は、6~8月の夏期に比べて、秋~翌春に高く、特に10月と4月に高かったという。深田・亀山¹¹⁾によると、ヤブランの生育には上層木である落葉樹の落葉期間の光合成量が影響するという。また、本実験では、ヤブランは林冠閉鎖前の2~4月に葉数が増加した。以上の結果、上層木の落葉期の光量が、管理再開区と無刈り取り区のヤブランの葉量や着花量に大きく影響したと考えられる。また、ジャノヒゲと同属であるオオバジャノヒゲの光合成量は、8月に比べて10~5月に高いことから⁸⁾、

ジャノヒゲもヤブランと同じように、秋～翌春に光合成量が増えると考えられる。

(2) 葉量に及ぼすアズマネザサの刈り取りの影響

ヤブランとジャノヒゲの葉数に、刈り取りが有意な正の効果を及ぼしており(表-2)、両種とも、1株あたりの葉数は、無刈り取り区よりも管理再開区のほうが多かった(表-1)。アズマネザサの刈り取りを行った後の落葉期の光量の増加が、葉数の増加に影響したと考えられる。但し、1年間での葉数増加率をみたところ、両種とも、刈り取りの効果は認められず(表-2)、有意な葉数の増加はみられなかった(表-1)。本調査での葉量に及ぼす刈り取りの影響は、1年間では現れにくいものと考えられる。

(3) 着花量に及ぼすアズマネザサの刈り取りの影響

ヤブランの管理再開区の着花率は、無刈り取り区に比べて高かったが(表-1)、両区間の花序数の差はみられなかった(図-5、表-2)。また、管理再開区で着花回数が1回以上となった割合(株数)が82.9%(29株)であったのに対し、無刈り取り区では31.3%(10株)であった(図-7)。これはGLMM分析が示すように、アズマネザサの刈り取りがヤブランの着花の有無に大きく影響したためと思われる(表-2)。

ジャノヒゲの管理再開区の着花率と花序数は、無刈り取り区に比べて高くなった(表-1、図-6)。着花回数をみると、1回以上着花した株の割合(株数)は、管理再開区では86.8%(33株)、そのうちの72.7%(24株)が2回着花した。無刈り取り区においても、74.3%(26株)が1回以上着花し、そのうちの53.8%(14株)が2回着花した(図-8)。このことはGLMM分析が示すように、刈り取りは、花序数を増加させるが、着花回数には、大きく影響しないものと思われる(表-2)。従って、ジャノヒゲはアズマネザサが繁茂した暗い林床下の条件であっても着花する可能性が大きい、アズマネザサの刈り取りによって1株あたりの花序数が増えるものと考えられる。

(4) 葉量と着花量の関係

ヤブランでは、深田・亀山¹⁾が述べるように、無刈り取り区の2株を除き、10枚以上の葉数の株で着花を確認した。さらに30枚より多い葉数の株で1株を除き、2年連続して着花した。GLMM分析が示すように、葉数が多いほど、着花回数が多くなるものと思われる(表-2)。また、2014年の花序数は、葉数の多い株ほど多かったことから(図-5)、葉数は花序数にも影響するものと思われる。

一方、ジャノヒゲは、50枚より多い葉数の株の90%が、管理再開区と無刈り取り区の両区画で1回以上の着花回数となった(図-8)。100枚より多くなると、管理再開区では95.7%、無刈り取り区では63.6%が2回連続して着花した。すなわち、GLMM分析が示すように(表-2)、ジャノヒゲの着花回数にも、葉数が大きく影響したのと考えられる。花序数はGLMM分析が示すように(表-2)、2014年、2015年ともに、葉数が多い株ほど増加し、特に管理再開区で葉数と花序数に相関がみられた(図-6)。従って、刈り取りによる葉数の増加は着花回数と共に、1株あたりの花序数の増加に寄与するものと考えられる。

5. 結論

本研究は、アズマネザサが生育繁茂する放棄二次林下において、毎年1回夏季にアズマネザサを刈り取る調査プロット(管理再開区)と、刈り取りを行わない調査プロット(無刈り取り区)を設定し、それぞれの調査プロットに生育するヤブランとジャノヒゲの葉量と着花量を比較した。その結果、管理再開区と無刈り取り区とでは、地表面の光量は、特に上層木の落葉期(12月～4月頃)に差が大きく、その差が葉量や着花量に大きく影響していたと考えられた。そして、ヤブランの管理再開区の株の葉量(葉数)と

着花量(着花率と着花回数)は、無刈り取り区に比べて多くなった。ジャノヒゲについても、管理再開区に生育する1株の葉数は、無刈り取り区に比べて多くなり、また着花量(特に花序数)も増加した。さらに、葉数が多くなると、ヤブランとジャノヒゲの着花回数が増加し、ジャノヒゲでは特に花序数も増加した。

これらの結果から、アズマネザサの刈り取りによって、葉量だけでなく、着花量も増えること、すなわち、アズマネザサの刈り取りは、花による景観の向上だけでなく、個体数に大きく影響する有性繁殖個体の確保のためにも意義が大きいことがわかった。現在、開花後の結実段階に関する詳細な調査も行っている。

謝辞:本研究の一部は公益財団法人とうきゅう環境財団2013年度研究助成、及び公益財団法人都市緑化機構2016年度調査研究助成を受けました。また、本研究を進めていくにあたり、東京農業大学の亀山慶晃教授には多岐にわたり貴重なご助言を賜りました。調査対象地である川崎市早野梅ヶ谷特別緑地保全地区は、川崎市と東京農業大学地域環境科学部の連携協定「かわさき多摩丘陵グリーン・コンソーシアム」に基づいて7年間に亘る維持、管理が行われてきた場所であり、川崎市建設緑政局緑政部には多大なご協力を頂きました。ここに深くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 深田健二・亀山章(2003):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 66(5), 525-530
- 2) 島瀬頼子・藤原宣夫・小栗ひとみ・百瀬浩・宇津木栄律子・大江栄三・井本郁子(2005):国営みちのく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 68(5), 659-664
- 3) Hobbs R. J., Yates C. J. (2003): Impacts of ecosystem fragmentation plant populations: generalising the idiosyncratic: Australian Journal of Botany 51, 471-488
- 4) 細木大輔・久野春子・新井一司・深田健二(2001):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 27(1), 14-19
- 5) Ida T. Y., Kudo G. (2008): Timing of canopy closure influences carbon translocation and seed production of an understory herb, *Trillium apetalon* (Trilliaceae): Annals of Botany 101, 435-446
- 6) Iida S., Nakashizuka T. (1995): Forest fragmentation and its effect on species diversity in sub-urban coppice forests in Japan: Forest Ecology and Management 73, 197-210
- 7) 石田弘明・戸井可名子・武田義明・服部保(2002):大阪府千里丘陵一帯に残存する孤立二次林の樹林面積と種多様性、種組成の関係:植生学会誌 19, 83-94
- 8) Kawano S., Masuda J., Takasu H., Yoshie F. (1983): The productive and reproductive biology of flowering plants. XI. Assimilation behavior of several evergreen temperate woodland plants and its evolutionary-ecological implications: Journal of College of Liberal Arts, Toyama University 16(1), 31-65
- 9) Kobayashi T., Saito A., Hori Y. (1999): Species diversity of the understory dominated by dwarf bamboo *Pleioblastus chino* Makino in a secondary forest with different numbers of years after the last mowing: Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology 24(3・4), 201-207
- 10) 松浦光明・東季美子・小林達明(2004):狭山丘陵のコナラ二次林における伐採・下刈管理と草本層種組成の関係:日本緑化工学会誌 30(1), 121-126
- 11) 中島宏昭・鈴木貢次郎・亀山慶晃(2016):アズマネザサの刈り取りが放棄二次林の林床植生に与える影響:保全生態学研究 21(1), 51-60
- 12) R Core Team (2016): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>
- 13) 富松裕(2005):生育場所の分断化は植物個体群にどのような影響を与えるか?:保全生態学研究 10(2), 163-171