

伐採跡地のササ型林床に生育する タマノカンアオイ *Asarum tamaense* Makino の保全に向けて

赤尾智宏*・倉本 宣**

Conservation of *Asarum tamaense* Makino growing on the Sasa-type Floor in the clear-cut land

Tomohiro Akao* and Noboru Kuramoto**

摘要

絶滅危惧種であるタマノカンアオイ *Asarum tamaense* Makino はササ型林床でも多くみられる。アズマネザサの刈り取りの事例を除くと、林床の環境変化に対する本種の知見は不足している。本研究では上層木の伐採された林床を対象に、環境変化に本種がどう応答するかを明らかにした。その結果、林床のアズマネザサは、優占しているものの繁茂状況で強い可塑性を示し、林床の材木被覆もその可塑性と作用することで、林床に他の植物が生育しにくいスペースが生じていた。そのスペースでは本種が大きく生育していることが示唆された。林床のスペースを安定的に保持していくことが本種の保全に繋がるであろう。

はじめに

アズマネザサ *Pleiblastus chino* (Franch. et Sav.) Makino var. *chino* は、関東の雑木林にて管理放棄に伴い強度に優占し、林床の植生の多様性に大きな影響を与えている (Kobayashi *et al.*, 1997)。光環境に関して、相対照度が 30%以下の条件では、下草刈りなどの影響を受けやすいが (重松, 1983)、照度が大きくなると再生量が増加する可能性がある (畠瀬ほか 2005)。下草刈りに関して、高頻度では小サイズの稈からなる密な集団を形成し、低頻度では逆の傾向を示すため (星野ほか, 1988)、徹底的に高頻度で下草刈りを行わない限り、短期間で優占状態に戻る可能性がある。刈り取りのタイミングは新稈の成長が一段落する夏季 (7 月以降) が望ましいことが示されている (児玉・小林, 2011)。アズマネザサの生育の抑制には、少なくとも以上の性質を考慮して植生管理を行う必要がある。だが現実には困難な場合も多くアズマネザサの繁茂は不可逆化しつつある。

草本層の植物はアズマネザサや低木の繁茂する林で出現種数が著しく低くなり、上層木を伐採するとアズマネザサや侵入植物の影響で草本類は一層減少しやすい (松浦ほか, 2004)。伐採で開けたギャップを創出しても、草本層の植物が林床における光競争に対応できず、回復困難な場合もある。一方で光環境の悪化した場所でも生育可能な植物も存在する。ジャノヒゲ *Ophiopogon japonicus* (Thunb.) Ker Gawl. var. *japonicus* や

ヤブラン *Liriope muscari* (Decne.) L.H.Bailey は耐陰性が高く、光よりも地形条件が大きく寄与している (中島ほか, 2016)。ササを抑制した開けた好適な場所を創出し、繁殖を視野に入れて徹底的に管理する手法も考えられるが、前述のとおり現実には不可能な場合も多い。耐陰性植物の先行研究も、このような手法を目指したものが多いが、好適とは言えない厳しい環境における生存策の検討もまた重要な課題である。

タマノカンアオイ *Asarum tamaense* Makino は多摩丘陵に分布の中心があり (小泉, 2017)、環境省で絶滅危惧II類に指定されている林床の常緑性多年草である。多摩丘陵東部で生育する個体群は大半が二次的環境に生育しており、アズマネザサ草地でも比較的多くみられる (前川, 1979)。本種は光環境が悪化しても生育、開花及び繁殖がある程度可能であるが (小泉, 1995)、光環境が改善すると着花数が増加したり (中島ほか, 2021)、さらに悪化すると生育困難な個体が生じたりする (小泉, 2000)。アズマネザサを刈り取ると、タマノカンアオイのパッチ数はさほど変わらない一方で、それぞれのパッチの葉数と着花数が増加する報告もある (中島ほか, 2021)。小泉 (1995) は地形の安定性がタマノカンアオイの群落サイズの増加に寄与することを指摘している。タマノカンアオイに対して生育環境が好適であつても厳しくても、地形に限らずタマノカンアオイを取り巻く環境の変動が安定化すれば、生存・生育可能性は高まると推測で

*明治大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Meiji University

**明治大学農学部 Faculty of Agriculture, Meiji University

きる。近縁のランヨウアオイ *A. blumei* Duch. における個体サイズ及び株数の減少要因の事例 (大中ほか, 2012) などを除くと、林床の環境変化に対するカンアオイ属の知見は不足している。

本研究では近年上層木の伐採が行われたアズマネザサの繁茂する林床を対象に、タマノカンアオイが林床の環境変化に対してどう応答するか明らかにすることを目的とする。なおこれ以降の文章中ではアズマネザサのことを「ネザサ」、タマノカンアオイのことを「カンアオイ」と呼ぶ。

材料および方法

1. 調査地

生田緑地は神奈川県川崎市で最大の緑地であり、多摩丘陵の東端に位置している。前川 (1979) のカンアオイ属の分布調査にて、緑地周囲の地域にカンアオイの生育地点が確認されている。緑地内では景観の保護、保全、利用を重視するゾーンに大別して植生管理を行うことで (川崎市, 2017)、希少な林床植物も生育している。

今回調査を行ったのは、榊形山 (標高 84m) の北側斜面にある園路沿いの林分である。近年では 2012、2017 及び 2018 年にササの刈り取りが行われており、目標植生は「ササの茂みを残しながら草花を楽しめる雑木林」となっている (川崎市, 2017)。

構成樹種としては、クヌギ *Quercus acutissima* Carruth.、ヤマザクラ *Cerasus jamasakura* (Siebold ex Koidz.) H. Ohba var. *jamasakura*、コナラ *Q. serrata* Murray、イヌシデ *Carpinus tschonoskii* Maxim. などが高木層を占めており、下側の階層ではシラカシ *Q. myrsinifolia* Blume、エゴノキ *Styrax japonicus* Siebold et Zucc.、アラカシ *Q. glauca* Thunb.、ヤブムラサキ *Callicarpa mollis* Siebold et Zucc.、ヒサカキ *Eurya japonica* Thunb.、アオキ *Aucuba japonica* Thunb. var. *japonica* などがみられる。林床ではネザサが全体的に優占している。

生田緑地でも 2019 年からナラ枯れ (ナラ類集団枯損) の被害が確認されており、園路沿いを中心に被害木の伐採が進められている。調査林分でも被害を受けたコナラやその他危険木の伐採が行われ、伐採木の多くは林床に残されている。

傾斜転換点など性質の異なる地形要素が

混在するのを避け、園路に対してほぼ平行になるように、21m×8m の縦長な調査プロットをとった。さらに内部には規則的に計 24 個の 1m 四方サブプロットを設けた。

2. 調査プロットの環境把握

2021 年 9 月下旬～10 月中旬 (夏季と呼ぶ) と 2022 年 12 月中下旬・1 月中旬 (冬季と呼ぶ) に、サブプロット内の全天空画像の撮影と下層の優占種の記録を行った。全天空画像は、360 度全天球カメラ (RICOH, THETA SC2) を用いて夏季は地面から約 2.0m の高さから反復で撮影し、冬季は地面から約 2.0m 及び 0.5m の高さから反復で撮影した。2.0m からの測定は上層木の有無による光環境の違いの把握、0.5m からの測定は林床植物に焦点をあてた下層植生の繁茂状況の把握を意図した。優占種としては、サブプロットの下層で被度が最も高い種を選定したが、ほぼ同率の被度をもつ種が複数並んで優占する場合は複数種を記録した。

その他 2021 年 12 月中下旬・1 月中旬、2022 年 1 月中下旬、3 月下旬、6 月上旬の 4 回にわたって、サブプロット内の材木被覆率を計測した。材木には、太い幹 (玉木) から落枝など細いもの、加えて切り株や生木の主幹まで一律に含めた合計の割合とした。

3. ネザサの刈り取りと稈高の計測

ネザサの繁茂状況が周囲と異なる環境を創出するために、2022 年 3 月末に調査プロット内部にて縦 7m、横 5m の追加プロットを 2 つ設けてネザサを地際で全て刈り取った。2 つのうち片方では、刈り取り残渣の持ち出しを行い (残渣持ち出し区)、もう片方では残渣をそのまま放置した (残渣放置区)。刈り取りを行った追加プロットは、前述サブプロットと被っており、残渣持ち出し区に 6 個、残渣放置区に 6 個、追加プロットの外側 (無刈り取り区) に 12 個のサブプロットが位置していた。その後 5 月上旬、6 月上旬、8 月上旬～中旬の 3 回にわたって全てのサブプロットをそれぞれ 9 分割して、ネザサの稈高を 10cm 単位で計測した。なお後述するカンアオイは、残渣持ち出し区内または残渣放置区内に生育していても偏った配置で生育していたため、刈り取りや残渣持ち出しの有無とカンアオイの関係は原則として調べなかった。

4. カンアオイの生育環境の把握

調査プロット内部とその周囲に生育するカンアオイ 72 パッチ全てにマーキングを行った。72 パッチ中 69 パッチは 2022 年 5～6 月、2 パッチは 11 月、1 パッチは 12 月にマーキングした。カンアオイは地上部を観察しても、明確な個体識別ができないため、地上部からみて周囲個体とは別個体と判断したものを「パッチ」と呼び計数した。

それぞれのパッチの中心に直径 1m の円形プロットを設け、2022 年 6 月下旬～7 月下旬 (夏季と呼ぶ) にかけて、カンアオイの葉数、地面から 0.5m 及び 2.0m の高さの開空率、林床の全植被率、ネザサの稈高 (10cm 単位)、材木被覆率、パッチ同士の距離 (10cm～200cm 単位、最大 200cm まで) を計測し、カンアオイの個葉を撮影した。カンアオイの個葉は、デジタルカメラ (OLYMPUS, Tough TG-6) を用いて、コンベックスを葉面に押し付け、葉面に対してほぼ垂直方向になるように撮影を行い、個葉のサイズがわかるスケール入り画像を得た。1 パッチに 10 枚以上の葉がついている場合は、代表的な個葉 10 枚で撮影した。

11 月にはカンアオイの葉数を改めて計測した。12 月 (冬季と呼ぶ) には 3 つの調査を行った。6～7 月の調査で材木被覆率が 10%以上を示したパッチを対象に、材木が「幹・玉木 (約 20cm 以上)」、「太い枝 (約 3cm 以上約 20cm 未満)」、「細い枝 (約 3cm 未満)」、「生木・切り株主幹下」の 4 種類のうちどれにあたるかを記録した。「細い枝」は大半のサブプロットで少量ずつみられたため、単独で大量に被覆している場合のみ記録し、それ以外の 3 種類については複数種類被覆している場合、全ての種類を重複で記録した。またパッチのそれぞれ中心に 40cm 四方の追加プロットを設け、プロット内部のネザサの稈数を 5 本単位で計数した。さらに地面から 0.5m 及び 2.0m の高さの開空率を計測した。

5. 解析

開空率は全天空画像を基に、Honjo *et al.* (2019) の手法で算出した。個葉の葉面積は、スケール入り画像に基づき画素サイズを設定し、葉を占める画素数を計測することで算出した。葉縁にまで達するような欠損部がある場合は、その部分を計測する画素か

ら除いたが、虫食いなど葉縁に達しない細かな欠損は除かなかった

カンアオイパッチの集合体同士の識別を定量～半定量的に行うため、パッチ同士の距離を用いてパッチ集団のコーフェン行列を作成し、最近隣法でデンドログラムに図示した。そしてデンドログラムの示す距離に基づき、10、20、40、80、120cm パッチ群のそれぞれのスケールに統合化し、10cm パッチ群を最小の解析単位とした。カンアオイ属は分散性が低い (例えば Okuyama *et al.*, 2020)、今回の調査では規則配置したプロットよりも、パッチ群単位で解析する方が妥当である。例えば 10cm パッチ群の場合、最近隣のパッチ同士が 10cm 以内にあれば全て同じ群に含めて統合化した (図 1)。

10cm パッチ群の開空率とネザサの繁茂状況及び、材木被覆率とネザサの稈数との関係については、統計的に頑健な Kendall の順位相関係数を求め、無相関検定を行った。

各パッチ群スケールの総葉面積と各環境要因の関係については、前者を目的変数、後者を説明変数とした一般化線形モデル (GLM) で解析した。目的変数の確率分布はガンマ分布とし、対数リンク関数を用いた。さらに赤池情報量基準 (AIC) に基づく選択で、GLM のベストモデルを推定した。サブプロットと 10cm パッチ群の材木被覆率は Mann-Whitney の U 検定で比較した。

夏季の各パッチ群の葉数と冬季に減少した葉数の関係については前者を目的変数、後者を説明変数として最小二乗法にしたがって単回帰直線をひき、それぞれのパッチ群の減少葉数を評価した。なおカンアオイの葉が偶然損傷した場合も考えられたため、パッチ群を構成するパッチにおける 2 枚以下の葉の変動は解析の対象外とした。

個葉の葉面積の算出は画像処理ソフト ImageJ を用いて、それ以外の解析は全て統計ソフト R (ver.4.2.1) を用いて行った。

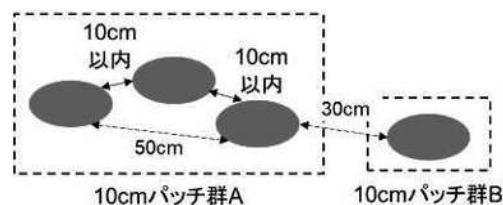


図 1. パッチ群への統合化の模式図

*10cm パッチ群の場合を例に挙げている。

表 1. 各パターンのカンアオイパッチ群の総葉面積の集計

	10cm パッチ群 n=59	20cm パッチ群 n=42	40cm パッチ群 n=36	80cm パッチ群 n=23	120cm パッチ群 n=13
平均±SD (cm ²)	104 ± 118	147 ± 150	171 ± 168	268 ± 380	474 ± 600
最大 (cm ²)	746	746	796	1878	2045
最小 (cm ²)	11	11	20	38	39

結果

1. 調査プロット的环境

下層植生の中でネザサが、夏季には 18 個(全体の 75%)、落葉後の冬季には 21 個 (全体の 88 %) のサブプロットにて単独で優占した。ネザサ以外で優占種に選ばれたのは、アオキ、ウグイスカグラ *Lonicera gracilipes* Miq. var. *glabra* Miq.、ヒサカキ、ムラサキシキブ *C. japonica* Thunb. var. *japonica*、ヤブムラサキであった。

開空率について、上層木が展葉する夏季に 2.0m から測定した平均 (±SD) が 35.3±3.0%であり、特に開けたところでは 40%に達し、比較的暗いところでも 30%をきらなかった。大半の葉が落葉しつつある冬季には 2.0m からの開空率は平均が 54.5±6.7%となり、開けたところでは 65%に達し、暗いところでも 40%をきることはなかった。冬季の 0.5m からの開空率は平均が 32.0±6.4%となり、開けたところでは 50%近くに達し、暗いところでは 20%台前半になった。冬季と夏季の 2.0m からの開空率の差は、19.1±6.5%となり、差が大きいところだと 30%近くまで、小さいところでも 10%以上であった。冬季の 0.5m からと夏季の 2.0m からの開空率の差は、-3.4±6.4%となり、多くのサブプロットで負の値を示したが、24 個中 8 個 (33%) のサブプロットで正の値または 0 に近い負の値を示し、夏季の上層よりも冬季の林床の方が明るいまたは変わらない可能性のある場所が一定数あった。

材木被覆率について、平均 (±SD) が 21.8±27.4%であった

2. 刈り取り後のネザサの再生

5、6、8 月のサブプロットごとの稈高の平均 (±SD) をそれぞれ示す。残渣処理区では、22.6±9.7、51.9±11.2、66.3±13.2cm、残渣放置区では、38.7±23.8、48.1±10.3、78.9±21.6cm、無刈り取り区では、142.8±35.0、142.0±29.2、

120.6±30.7cm となった。刈り取りの有無により、8 月の時点で 40~60cm 程度の稈高の差はみられるものの、刈り取った場所でも 5~8 月の間に、残渣の有無にかかわらず 40cm 程度に及ぶ稈の伸長がみられた。

3. カンアオイパッチ群への統合化

デンドログラムに基づき、10cm パッチ群は 59 個、20cm パッチ群は 42 個、40cm パッチ群は 36 個、80cm パッチ群は 23 個、120cm パッチ群は 13 個となった (表 1)。同じスケールのパッチ群でも総葉面積のばらつきは著しく大きく、10cm パッチ群では最も小さいものが 11cm² であったのに対し、最も大きいものでは 700cm² を上回った。

4. カンアオイパッチ群の環境

10cm カンアオイパッチ群におけるネザサの繁茂状況に関してみていく (図 2)。稈数と稈高の間には有意な正の相関があるものの ($P<0.005$)、パッチ群ごとの両者のばらつきは大きく、稈数は少なくとも稈高は高いパッチ群が複数箇所みられた。夏季の開空率に対しては稈数・稈高ともに有意な負の相関を示し ($P<0.05$)、稈数が多くなり稈高が高くなると開空率が下がる傾向がみられた。稈数の方が相対的に強い負の相関を示した。冬季の開空率に対しては両者とも負の相関が弱くなり、稈数では有意な相関がみられなかった。開空率のみに着目して冬季の 0.5m からと夏季の 2.0m からの開空率の差をみると、平均 (±SD) が 6.0±8.2%となり、10cm パッチ群 56 個中 40 個 (71%) で正の値を示し、夏季の上層よりも冬季の林床の方が明るい可能性のある場所が多くなった。これは前述のサブプロットの結果とはほぼ逆の傾向を示した。

材木に関して、「太い枝」がみられた 10cm パッチ群は 33 個と最も多くなり、「幹 (玉木)」は 19 個、「生木・切り株主幹下」は 9 個、「細い枝」は 2 個となった。ネザサの稈

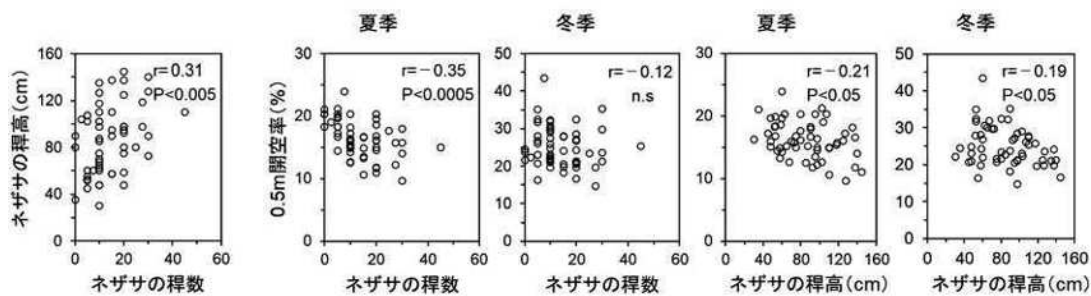


図 2. パッチ群における光環境とネザサの繁茂状況の相関関係

*散布図のプロットは全て 10cm パッチ群を単位としている。

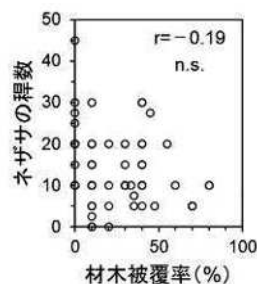


図 3. ネザサの稈数と材木被覆率の関係

*散布図のプロットは 10cm パッチ群を単位としている。

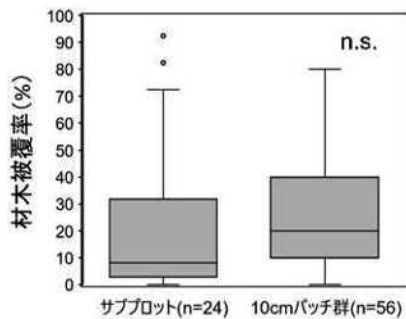


図 4. サブプロットとカンアオイパッチ群の材木被覆率の比較

数と有意ではないものの負の相関がみられ ($P=0.07$)、材木被覆率が高くなると稈数の上限が下がる傾向がみられた (図 3)。カンアオイパッチ群とサブプロットの材木被覆率を比較したところ、有意ではないものの ($P=0.29$)、前者のほうの被覆率でわずかに高い傾向がみられた (図 4)。

5. カンアオイパッチ群の総葉面積と環境要因

GLM を用いて、各環境要因に対する応答

をみていく (表 2)。夏季の開空率に対しては、どのパッチ群スケールのモデルでも、有意な応答を示さなかった。またベストモデルの説明変数にも選ばれなかった。冬季の開空率に対しては、どのパッチ群スケールでも負に応答し、120cm パッチ群では有意な負の応答を示した。一方で 20cm、80cm パッチ群ではベストモデルの説明変数に選ばれなかった。ネザサの稈数と稈高に対しては、基本的に負の応答を示した。ただし稈数では 10cm パッチ群のみ有意な正の応答を示した ($P<0.01$)。稈高ではどのパッチ群スケールにおいても有意な負の応答を示し ($P<0.05$)、稈高が高いほどパッチ群の総葉面積が小さくなる傾向がみられた。材木被覆率に対しては、10cm パッチ群以外で有意な正の応答を示し ($P<0.05$)、材木被覆率が高いほどパッチ群の総葉面積が大きくなる傾向がみられた。

6. カンアオイの葉数減少とその要因

いずれのパッチ群スケールでも、夏季のパッチ群葉数が多いほど、減少葉数が多くなる傾向がみられた (図 5)。3 枚以上の葉が減少したパッチは、120cm パッチ群のうち A~D である。パッチ群 A 及び B はそれぞれ 1 パッチで構成されており、葉がそれぞれ 4 枚減少したが、その要因はわからなかった。パッチ群 C は 22 パッチで構成されており、3 枚以上の減少がみられたのは 1 パッチで 4 枚の葉が減少した。このパッチは地面に放置された幹 (玉木) の移動に伴う周辺木の倒木で、パッチ全体が埋まって消失した。パッチ群 D は 15 パッチで構成されており、2 パッチで減少葉数が多かった (それぞれ 5、4 枚)。これらのパッチは夏季の時点でそれぞれ葉数が 15、14 枚と著しく

表 2. 各パッチ群の総葉面積の環境要因に対する応答

モデル	説明変数					AIC
	夏季の 0.5m開空率	冬季の 0.5m開空率	ネザサ 稈数	ネザサ 稈高	材木 被覆率	
10cmパッチ群						
full	0.02	−0.04	0.04 ^{††}	−0.01 ^{††}	0.01	790.98
best	—	−0.03	0.04 ^{††}	−0.01 ^{††}	0.01	789.26
20cmパッチ群						
full	−0.00	−0.00	−0.00	−0.01 [†]	0.01 ^{††}	867.76
best	—	—	—	−0.01 [†]	0.01 ^{†††}	861.85
40cmパッチ群						
full	−0.00	−0.02	−0.02	−0.01 [†]	0.02 ^{†††}	876.27
best	—	−0.02	−0.01	−0.01 [†]	0.02 ^{†††}	874.28
80cmパッチ群						
full	−0.02	−0.00	−0.02	−0.01 [†]	0.02 ^{†††}	991.15
best	—	—	−0.02	−0.01 [†]	0.02 ^{†††}	987.40
120cmパッチ群						
full	0.01	−0.05 ^{††}	−0.04 ^{†††}	−0.01 ^{††}	0.01 [†]	1069.30
best	—	−0.04 ^{†††}	−0.04 ^{†††}	−0.01 ^{††}	0.01 [†]	1067.50

*「†」は $P<0.05$ 、「††」は $P<0.01$ 、「†††」は $P<0.001$ を表している。「full」は全ての説明変数をいれたフルモデル、「best」は AIC 選択により導かれたベストモデルを表している。

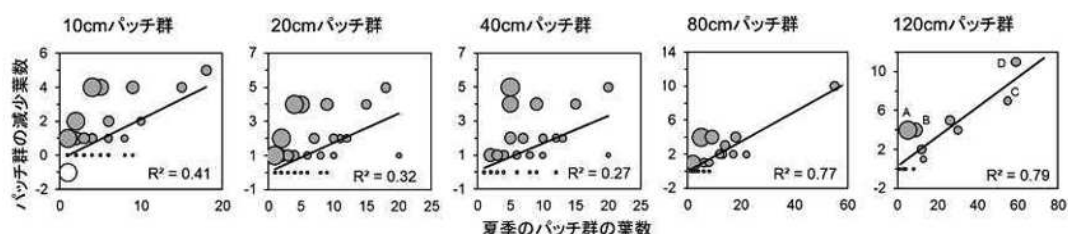


図 5. 各パッチ群の夏季の葉数と減少した葉数の関係

*バブルチャートは葉数の減少率を示している。減少率が 0% の場合は非常に小さなバブル、減少率が負の値、すなわち葉数が増加した場合は白塗りのバブルで表現している。

多かった。なおパッチごとの夏季の葉数の平均±SD は 3.1 ± 2.7 枚であった。またこれらのパッチはネザサの刈り取りを行った残渣放置区内にあった。

考察

1. ネザサの生育特性と光環境

本調査地は典型的なネザサ林床であり、樹木の落葉する冬季には相対的に一層ネザ

サの優占度が上がっていることがわかった。一方で調査地における最後のネザサの刈り取りから数年が経過していることに加え、ナラ枯れ枯損木の伐採などで開けた環境になり、ネザサの C/F 比 (非同化器官重/同化器官重の比) や稈高の可塑性 (堀ほか, 1998) が強いことが稈数や稈高の関係から示唆された。稈数の増加と稈高の伸長は、林床の光環境に対して負の影響を与えている

が、両者が比例にとどまらない不均一な関係を示すことで、林床における光環境の可塑性にも繋がっている。各カンアオイパッチで優占する植物、特に低木類の存在も光環境の可塑性を助長しているであろう。

本研究で行ったネザサの刈り取りは、ネザサの生育密度を増加させる (星野, 1988) ことに繋がった可能性が高い。1 回限りの刈り取りは短期的には局所の光環境を改善させ、カンアオイの個体サイズの増加に繋がることもある。だが開けた場所でその光を効率的に利用するのはカンアオイよりもネザサと考えられ、稈数の増加でその後の林床における光環境の急激な悪化に拍車をかけるとみられる。

2. カンアオイと林床のスペースの関係

カンアオイに対するネザサの稈数と稈高の不均一な関係は、光を介した影響にとどまらない。本研究における落葉期のカンアオイパッチの林床では、展葉期のやや上層よりも光環境が好適であり、ネザサが繁茂する環境でも常緑草本が落葉後にも葉を利用する利点になりうる可能性もある。だがカンアオイパッチ群のサイズと開空率の関係にはばらつきがあり、負の関係を示す場合もある。カンアオイと光環境の関係はより複雑なものと推測できる。

カンアオイの場合は、ネザサの稈数が少ないことなどで林床に形成されるスペース自体の重要性が大きいとみられる。久米 (1986) による近縁のミヤコアオイ *A. asperum* F.Maek. 及びナンカイアオイ *A. nipponicum* F.Maek. var. *nankaiense* (F.Maek.) T.Sugaw. の事例では、メダケ属を下層植生とする樹林では林床を覆う植物が生育できないことで、近縁の両種が生育できていると考察している。林床のスペースは、カンアオイに対しても他の林床植物との競争を緩和しているとみられる。ただ久米 (1986) も指摘するように、樹林下で疎生するメダケ属と密生しやすいネザサでは、林床のスペースの質は大きく異なることに留意する必要がある。

3. 生物学的遺産としての材木被覆

生物学的遺産 (biological legacy) とは、攪乱前の生態系から引き継がれた、または攪乱により生じた構造物で、自然の攪乱にも

人間の攪乱にも密接に関わる (Foster *et al.*, 1998)。堆積岩の層や風倒木でできたマウンド、溶岩流などの物理的な構造物、及び埋土種子や根茎、樹木の残骸などの生物由来の残存物が該当する (Foster *et al.*, 1998)。生物学的遺産には、攪乱地における他種の生存の促進 (Lindenmayer *et al.*, 2005) など生態系のレジリエンスに対して重要な役割を果たす要素の 1 つである (西廣, 2017)。

本研究における材木の存在は、ネザサの稈数を抑え林床植物が生育しにくいスペースを林床で保持し続けるという点で生物学的遺産の役割を果たしている可能性がある。実際に材木の周囲にカンアオイが偏って生育しているケースが多くみられたことも遺産としての意味合いを裏付けており、他の環境要因とも相互に作用することで、強くカンアオイのパッチ群サイズに正の影響を与えていたと言える。だが材木が地面を移動することでカンアオイのパッチが消失したケースもみられ、材木も種類によっては負の影響を与えうるものである。

おわりに

1. カンアオイの保全に向けて

本研究では林床に生じるスペースの重要性とそれに関わる環境要因の関係を明らかにした。背景でも述べたカンアオイに対する林床の環境変動の安定化は、林床スペースの保持とほぼ同義である。ササ型林床でのカンアオイの保全にあたっては、林床スペースを破壊しないように 1) 長期にわたって徹底的に管理を行う場所、2) 大きな環境改変を行わない場所のゾーニングが重要だと考えられる。1 のゾーンに関しては、小面積であってもカンアオイの生育環境で定期的にネザサを刈り取り、密度増加を抑制することで、大きな個体群を形成して安定的に開花・繁殖が見込める環境を創出するのが望ましい。2 のゾーンに関しては、林床のネザサを増加させるような低頻度の植生管理は行わず、できるだけ林床スペースを現状のまま保持することに重点をおくのが望ましい。しかしながら危険木除去や皆伐更新などの目的で、環境改変を行わない場所にも立ち入る場合があるであろう。その場合は林床の過度な攪乱に注意し、伐採木は地面を転がり攪乱を引き起こすような極めて危険なもののみを除去できれば、林床

のスペースの保持は可能だと考えられる。皆伐更新に関しては切り株周囲のつぼ刈りだけを行うなどの選択肢もありうる。

2 のゾーンでは個体群のサイズが着実に縮小していくことが推測される。理想としては皆伐 (萌芽) 更新のサイクルのように、2 のゾーンを基本とし、何年かごとに 2 のゾーンを 1 のゾーンに指定して管理を行うというサイクルという選択も有効なのではないかと考えられる。

2. 今後の課題

本研究ではネザサの地上部のみに着目したが、根系 (地下茎) を介してカンアオイに与える影響も考えられる。特に地下茎でネザサ同士が繋がっているが故に (東・小林, 2003)、カンアオイ個体群の上に生育するネザサの生育の制御には、周辺の光環境 (東・小林, 2003) も考慮に入れてカンアオイの保全を検討する必要がある。

また、材木がカンアオイのような生活史の植物に与える影響は新しい視点であり、長期的に材木がどう影響していくかの知見は不足している。材木の分解により、林床のスペースがどう変化していくかなど継続的なモニタリングが欠かせない。

謝辞

調査を始めるにあたりご協力いただいた生田緑地共同事業体、特定非営利活動法人かわさき自然調査団の方々に心よりお礼を申し上げる。

引用文献

- 東季実子・小林達明, 2003. アズマネザサ (*Pleioblastus chino* Makino) の生育に及ぼす植生, 土壌, 地形の影響. 日本緑化工学会誌, 29 (1) : 131-134.
- Foster, D. R., Knight, D. H. & Franklin J. F., 1998. Landscape patterns and legacies resulting from large infrequent forest disturbance. *Ecosystems*, 1: 497-510.
- 畠瀬頼子・藤原宣夫・小栗ひとみ・百瀬 浩・宇津木栄津子・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.
- Honjo, T., Lin, T. & Seo, Y., 2019. Sky view factor measurement by using a spherical camera. *Journal of Agricultural Meteorology*,

75 (2) : 59-65.

- 堀 良通・河原崎里子・小林 剛, 1998. アズマネザサの地上部 C/F 比の可塑性と生態的意義. 日本林学会誌, 80 (3) : 165-169.
- 星野義延・金田和久・奥富 清, 1988. アズマネザサの生態学的研究 (I) : 稈集団と地下茎系の構造について. 波丘地研究, 6: 313-324.
- 川崎市, 2017. 生田緑地植生管理計画 (改定版). 18pp.
- Kobayashi, T., Hori, Y., & Nomoto, N., 1997. Effects of trampling and vegetation removal on species diversity and microenvironment under different shade conditions. *Journal of Vegetation Science*, 8: 873-880.
- 児玉卓也・小林達明, 2011. 千葉県北西部のアズマネザサ群落の刈り取りによる二次草原構成種の再生と維持. 日本緑化工学会誌, 37 (1) : 84-89.
- 小泉武栄, 1995. 多摩丘陵西部におけるタマノカンアオイの分布・生態と保護・育成に関する研究. とうきゅう環境浄化財団 (一般) 研究助成報告書, 86: 1-127.
- 小泉武栄, 2000. 多摩地域におけるカンアオイ類の分布・生態と保護に関する地生態学的研究. とうきゅう環境浄化財団 (一般) 研究助成報告書, 126: 1-59.
- 小泉武栄, 2017. 多摩地域におけるカンアオイ属の植物種 3 種の分布に関する植物地理学的研究-多摩地域の地形発達史からの考察-. 学芸地理, 73: 3-15.
- 久米 修, 1986. 香川県におけるカンアオイ属 *Heterotropa* 2 種の生育環境. 香川生物, 14: 1-7.
- Lindenmayer, D. B., Cunningham R. B. & Peakall R., 2005. On the recovery of populations of small mammals in forest fragments following major population reduction. *Journal of Applied Ecology*, 42: 649-658.
- 前川由己, 1979. 多摩丘陵東部におけるカンアオイ属の分布. 生物科学, 31 (1) : 33-41.
- 松浦光明・東季実子・小林達明, 2004. 狭山丘陵のコナラ二次林における伐採・下刈管理と草本種組成の関係. 日本緑化工学会誌, 30 (1) : 121-126.
- 中島宏昭・久野直人・増田 楓・平野友佳鈴・亀山慶晃・鈴木貢次郎, 2021. タマノカンアオイの生育・開花に及ぼすアズマネザサの刈り取りの影響. ランドスケープ研

- 究, 84 (5) : 687-692.
- 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.
- 西廣 淳, 2017. 生態系のレジリエンスと生物多様性: 「変動の時代」の応用生態工学に向けて. 応用生態工学, 20 (1) : 137-142.
- 大中みちる・勝木敏雄・岩本宏二郎・松本和馬, 2012. ランヨウアオイにおける林床管理の影響について. 関東森林研究, 63 (1) : 147-149.
- Okuyama, Y., Goto, N., Nagano, J. A., Yasugi, M., Kokubugata, G., Kudoh, H., Qi, Z., Ito, T., Kakishima, S. & Sugawara, T., (2020) Radiation history of Asian *Asarum* (sect. *Heterotropa*, Aristolochiaceae) resolved using a phylogenomic approach based on double-digested RAD-seq data. *Annals of Botany*, 126 (2): 245-260.
- 重松敏則, 1983. 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, 46 (5) : 194-199.