

## 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

The effects of cutting *Pleiblastus chino* on the growth and flowering of *Asarum tamaense*

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\*\*\*\*\*

Hiroaki NAKAJIMA Naoto KUNO Kaede MASUDA Yukari HIRANO Yoshiaki KAMEYAMA Kojiro SUZUKI

**Abstract:** The evergreen perennial herb, *Asarum tamaense* (Aristolochiaceae), is an endangered species distributed across the Tama Hills in the Kanto region of Japan. In abandoned secondary forests, *Pleiblastus chino* can grow unregulated and suppress the growth of the herbaceous layer. This study investigated how cutting *P. chino* affects the growth and flowering of *A. tamaense* in an abandoned secondary forest. Two study areas (cutting and non-cutting) were defined in an area of the Tama Hills secondary forests that had been untouched for approximately 40 years. *P. chino* was cut with a sickle in only the cutting area during the summers of 2010 - 2018. Each April from 2015 to 2018, in both areas, the number of patches, leaves and flowers were counted in 30 quadrats, 5m × 5m at each quadrat, and the photosynthetically active radiation (PAR) and soil moisture content were checked. The cutting area had less the number of patches than the non-cutting area, and there were no differences in the patches increase rate over time between the areas. The number of leaves and flowers and the increase rate in the cutting area were higher; as the number of leaves increased, the number of flowers increased. PAR was also higher in the cutting area. These results suggest that cutting *P. chino* contributes the conservation of *A. tamaense*.

**Keywords:** abandoned secondary forest, Tama hills, *Asarum tamaense*, *Pleiblastus chino*, Nature Restoration

**キーワード:** 放棄二次林, 多摩丘陵, タマノカンアオイ, アズマネザサ, 自然再生

### 1. 研究目的

カンアオイ類は1万年に数km程しか移動しないとされ<sup>7,12)</sup>, 国内に多くの地域固有種が生育する。そのうちの一つであるタマノカンアオイ (*Asarum tamaense*) は, 環境省指定絶滅危惧Ⅱ類に指定され, 多摩丘陵を中心に生育する地域固有種である<sup>9)</sup>。その個体数の減少要因として多摩丘陵およびその周辺の都市開発, 住宅, 道路, 鉄道などによる緑地の孤立化<sup>9)</sup>, 二次林の管理放棄による林床の光条件の悪化<sup>2)</sup>, <sup>10)</sup>, <sup>11)</sup>, さらに盗掘による被害<sup>4)</sup>などが挙げられる。

前川<sup>8)</sup>によると, タマノカンアオイの自生地は落葉広葉樹林が5割を占め, アズマネザサ草地は1割程度であった。また, 鈴木ほか<sup>17)</sup>によれば, 多摩丘陵および加住丘陵のタマノカンアオイ80集団を調査したところ, アズマネザサ (*Pleiblastus chino*) の林床下に生育する集団数は落葉広葉樹林より少なく, 集団あたりの個体数も少ないという。

小泉によれば, タマノカンアオイは相対照度が5%以下の光環境でも, 生育や開花は確認されているが<sup>4)</sup>, 二次林内における管理放棄によるアズマネザサの侵入は, タマノカンアオイの実生個体の定着を阻害する要因となりうる<sup>4)</sup>。同属で絶滅危惧Ⅱ類に指定されるミヤコアオイ (*Asarum asperum*) の分布に最も必要な要因は光条件であることが報告されている<sup>13)</sup>。このような放棄二次林における自然再生手法として, ササの刈り取りが挙げられるが<sup>10)</sup>, 二次林におけるアズマネザサの刈り取りがタマノカンアオイの生育・開花にどのような影響を及ぼすのか詳細な報告はない。一方で, タマノカンアオイは自家和合性であるといわれている<sup>16)</sup>。このことから, 小規模な集団においてもアズマネザサの刈り取りによって, 開花個体が増加すれば, 種子繁殖による個体群の維持が可能であると予想される。

そこで本研究では, アズマネザサの刈り取りを行っている条件と行っていない条件に生育するタマノカンアオイの個体数や開花率を調査し, 放棄二次林に繁茂したアズマネザサがタマノカンア

オイの生育や開花にどのような影響を与えているのかを明らかにすることを目的として野外実験を行った。

### 2. 材料および方法

#### (1) 調査対象地

調査は多摩丘陵南部に位置する神奈川県川崎市麻生区の早野梅ヶ谷特別緑地保全地区(約11ha)で行った。林内はコナラ (*Quercus serrata*) やイヌシデ (*Carpinus tschonoskii*), ヤマザクラ (*Cerasus jamasakura*) などの落葉広葉樹で構成される二次林である<sup>9)</sup>。当調査対象地の落葉広葉樹林は約40年に亘る管理放棄によって<sup>9)</sup>, 稈高が2~3mのアズマネザサが繁茂している。当調査地では, 放棄二次林の再生のため, 2010年より毎年夏期に一度(7月中下旬頃), アズマネザサを刈り取る“刈り取り区”(西向き斜面)を設置した。本研究では, アズマネザサの刈り取りの有無によるタマノカンアオイの生育・開花量を比較するために, 同一方向斜面でアズマネザサの林床下でタマノカンアオイの集団が確認された地点に“無刈り取り区”を設置した(図-1)。刈り取りは地面から高さ10cm程度で, タマノカンアオイを刈らないように, 鎌による手刈りで行った。アズマネザサの群落高は刈り取り後に高さ50cm程度まで再生するが, 刈り取り区では再生したアズマネザサがタマノカンアオイを完全に被覆するには至らない。2015年2月, タマノカンアオイの生育が確認されている両区画の斜面それぞれに, 縦25m×横30mの調査区画を設置した。調査区画は図-2に示すように5m×5mのコードラートに区分し, 各区30コードラートで調査を行った。なお, 調査時と刈り取り管理時のみ調査区へ立ち入り, 踏圧の影響は最小限に留めた。

#### (2) 調査内容

##### 1) 光環境

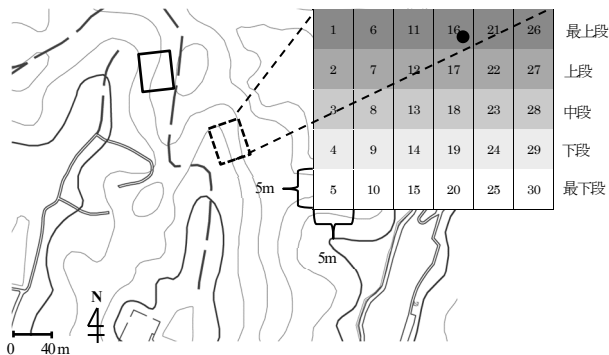
低木層のアズマネザサの生育の有無が林床の光環境に及ぼす影響を明らかにするため, 2016年5月~2017年11月までの間, 光合成有効放射センサー(MIJ-14PAR 2型, 日本環境計測社製)

\*下田市役所 \*\*23区南生活クラブ生活協同組合 \*\*\*公益財団法人船橋市公園協会 \*\*\*\*岐建株式会社 \*\*\*\*\*東京農業大学地域環境科学部



左：刈り取り区内の生育パッチの様子（4月）、中央：刈り取り区、右：無刈り取り区 いずれも12月の様子。

図-1 調査対象地の林内の様子



実線枠内が刈り取り区、点線枠内が無刈り取り区を示す。

●は光合成有効放射センサー設置箇所を示す（刈り取り区、無刈り取り区共）。

図-2 調査対象地とコードラートの設置状況

を各調査区画の地表面から高さ 50 cm に設置し、光合成有効放射量 (photosynthetically active radiation: PAR) を 10 分間隔で終日計測し、月平均値を算出した。

## 2) 土壌含水率

2016 年 10 月 24 日に土壌含水率計 (DIK-311F, 大起理化学工業株式会社製) を使用し、調査プロット (25m×30m) を 5m×5m に分割した 30 地点の各コードラートの頂点 4 箇所測定し、調査区画を高低差ごとに 5 つ (上部より最上段, 上段, 中段, 下段, 最下段) に分けて平均値を算出した (図-2 右上)。

## 3) 生育調査

調査区画内のタマノカンアオイについて 2015 年～2018 年の 4 月に葉数 (新芽も含む) と花数 (花芽も含む) の調査を行った。尚、2016 年から 2017 年にかけて毎月葉数と花数を調べ、4 月が年間で最も多くなることを確認した (図-5)。個体の判別は密集して生育している箇所については掘り取りを行わなければわからないため、本研究ではタマノカンアオイが確認された地点を生育パッチとして記録した (図-1 左)。生育パッチ数、葉数、花数について、調査区画を高低差ごとに集計した。また、刈り取り区と無刈り取り区で調査開始時の生育状況が異なることから、生育パッチ数、葉数、花数のそれぞれについて、各コードラートでの増加率 (各年の値/2015 年時の値) を算出し、刈り取り区、無刈り取り区の平均値を算出した。

## (3) 統計解析

アズマネザサの刈り取りが土壌含水率やタマノカンアオイの生育パッチ数、葉数、花数に与える影響を明らかにするため、一般化線形モデル (GLM: Generalized Linear Model) による解析を行った。土壌含水率については、各コードラートの土壌含水率を応答変

数、刈り取りの有無、高低差、刈り取りの有無と高低差の交互作用を説明変数とした。生育パッチ数については、2015 年の生育パッチ数を応答変数、刈り取りの有無、高低差、刈り取りの有無と高低差の交互作用、各コードラートの土壌含水率の平均値を説明変数とした。葉数については、2015 年の各コードラートの葉数を応答変数、刈り取りの有無、高低差、刈り取りの有無と高低差の交互作用、各コードラートの土壌含水率の平均値を説明変数とし、2015 年の各コードラートの生育パッチ数をオフセット項に指定した。花数については、2015 年の各コードラートの花数を応答変数、刈り取りの有無、高低差、刈り取りの有無と高低差の交互作用、各コードラートの土壌含水率の平均値を説明変数とし、2015 年の各コードラートの葉数をオフセット項に指定した。

また、アズマネザサの刈り取りがタマノカンアオイの生育パッチ、葉数、花数の増加率に与える影響について、明らかにするために、GLM 分析による解析を行った。生育パッチ数の増加率については 2018 年の各コードラートの生育パッチ数 (オフセット項に 2015 年の各コードラートの生育パッチ数)、葉数の増加率については 2018 年の各コードラートの葉数 (オフセット項に 2015 年の各コードラートの葉数)、花数の増加率については 2018 年の各コードラートの花数 (オフセット項に 2015 年の各コードラートの花数) を応答変数とした。いずれも刈り取りの有無、高低差、刈り取りの有無と高低差の交互作用、土壌含水率を説明変数とした。

上記の解析は、土壌含水率の GLM 分析に限り正規分布、その他はいずれもポアソン分布を仮定し、赤池の情報量基準 (AIC: Akaike's Information Criterion) に基づくモデル選択を行った。なお、解析は 2015 年については 4 月のみのため、解析には各年 4 月のデータを用いた。以上の解析には、統計解析ソフト R version 3.0.2 を用いた<sup>14)</sup>。

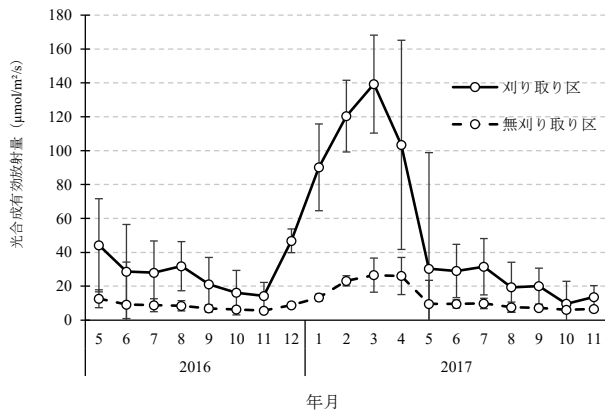
## 3. 結果

### (1) 光環境

図-3 に刈り取り区および無刈り取り区の光合成有効放射量 (PAR) の月変化を示す。刈り取り区では、12 月から 3 月にかけて PAR の顕著な増加がみられ、4 月以降、減少傾向を示した。年間を通して無刈り取り区の PAR は刈り取り区に比べて低く、増減の幅も小さかった。

### (2) 土壌含水率

図-4 に刈り取り区および無刈り取り区の土壌含水率の平均値を示す。刈り取り区は最上段で 23.7%、上段で 30.3%、中段 36.5%、下段 35.5%、最下段 36.7%であった (全体では 32.5%)。無刈り取り区は最上段で 23.9%、上段で 28.8%、中段 29.2%、下段 31.2%、最下段 35.8%であった (全体では 29.8%)。各コードラートの土壌含



エラーバーは日平均値の標準偏差を示す。

図-3 調査対象地の光合成有効放射量の月変化

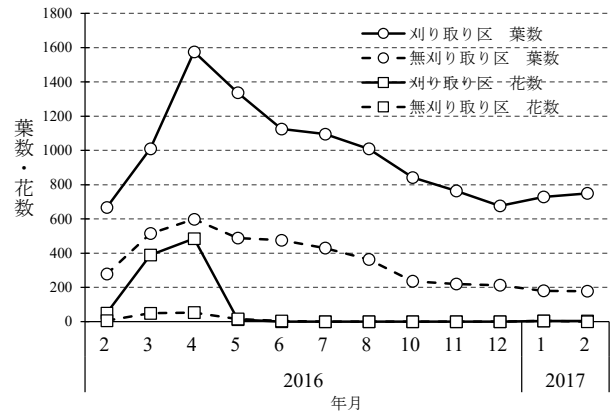
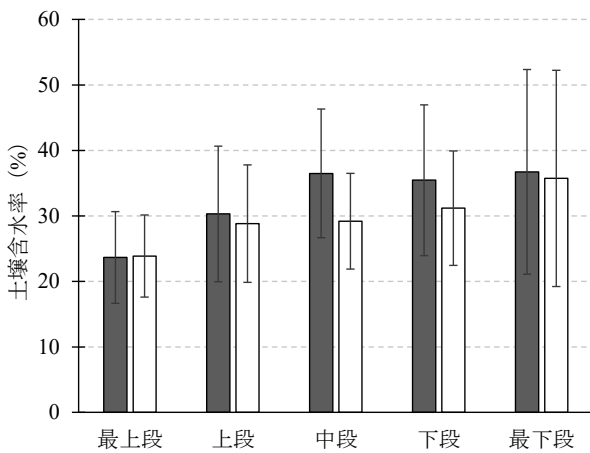


図-5 タマノカンアオイの葉数と花数の月変化



エラーバーは標準偏差を示す。■：刈り取り区，□：無刈り取り区

図-4 調査対象地の土壌含水率

表-1 土壌含水率を応答変数にした GLM 分析

| 説明変数 | 係数      | 標準誤差  | Z値     | P値         |
|------|---------|-------|--------|------------|
| 切片   | 34.858  | 1.695 | 20.560 | <0.001 *** |
| 刈り取り | 2.764   | 1.384 | 1.997  | 0.047 *    |
| 最上段  | -12.475 | 2.189 | -5.700 | <0.001 *** |
| 上段   | -6.658  | 2.189 | -3.042 | 0.003 **   |
| 中段   | -3.390  | 2.189 | -1.549 | 0.123      |
| 下段   | -2.910  | 2.189 | -1.330 | 0.185      |

※切片は刈り取り無し，最下段

水率を応答変数にした GLM 分析の結果、刈り取りに正の効果、最上段、上段に負の効果が見られ（表-1）、刈り取り区のほうが有意に高くなること、最上段と上段で有意に低くなることが見られた。

### (3) 生育調査

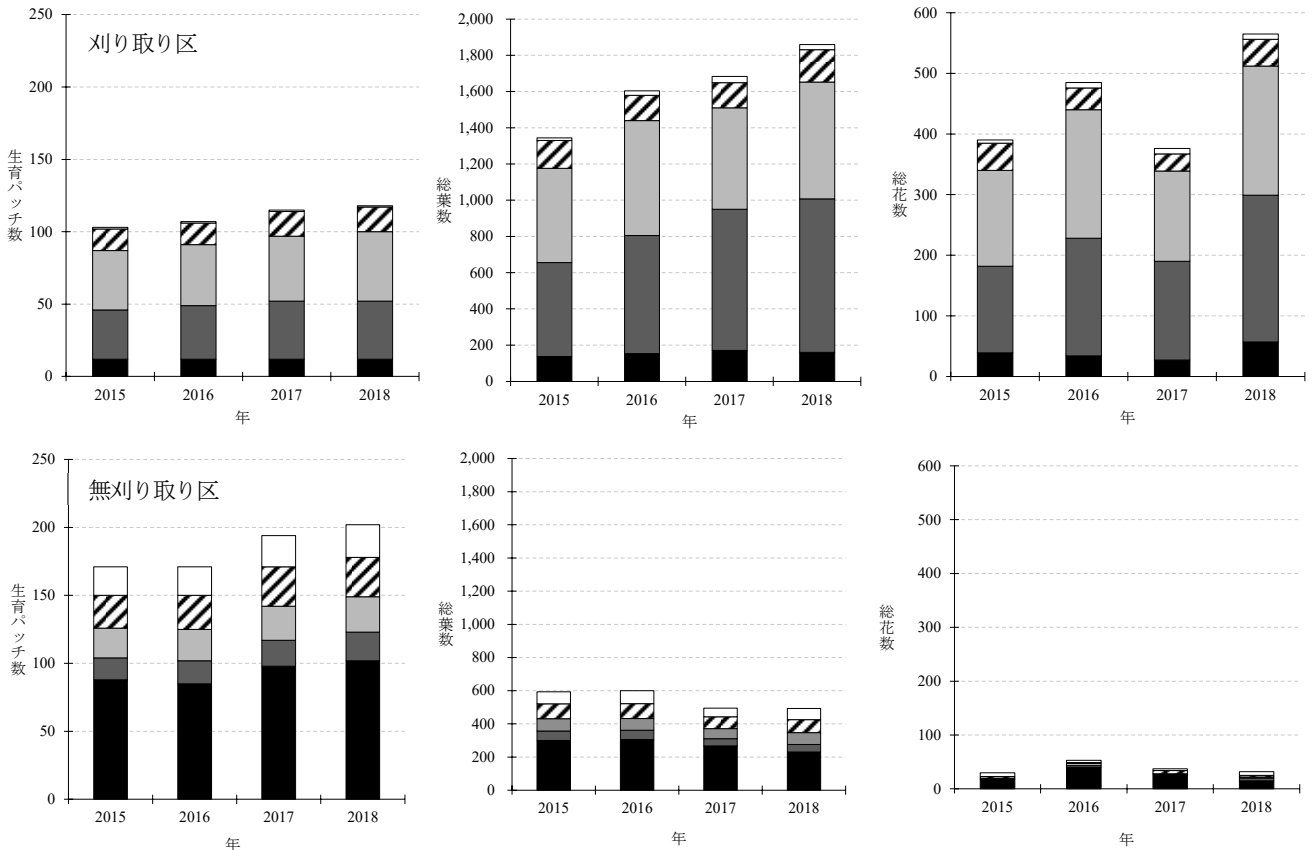
2016年2月から2017年2月までのタマノカンアオイの葉数と花数の月変化を図-5 に示す。葉数については年間を通じて確認された。また、葉数と花数は刈り取り区、無刈り取り区のいずれも3月から4月にかけて増加する傾向が見られた。

図-6 の左図に刈り取り区および無刈り取り区におけるタマノカンアオイの生育パッチ数を示す。刈り取り区では、2015年に計103か所であったが、2018年には計118か所と微増した。無刈り取り区では、2015年に計171か所、2018年には計202か所で確

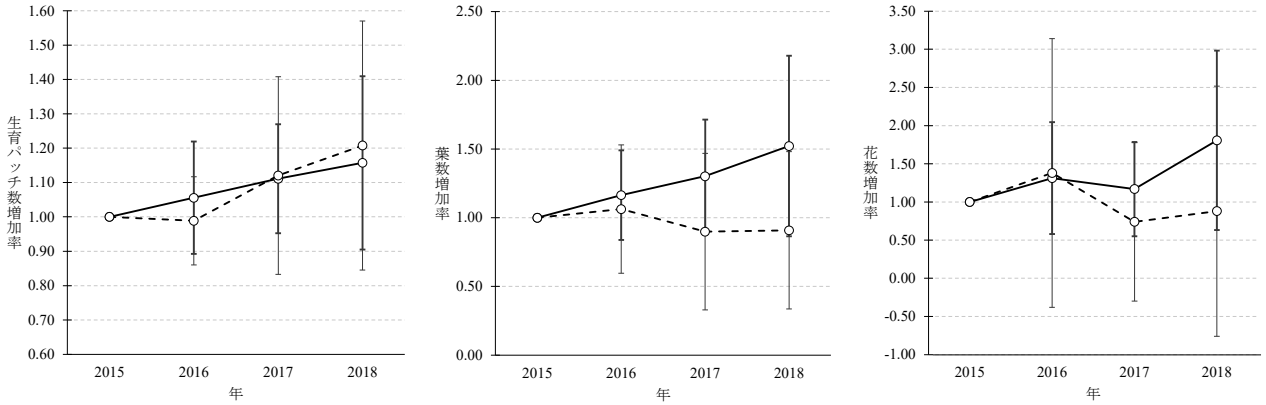
認された。無刈り取り区では、特に最上段では2015年に88か所であったのが、2018年には102か所となり増加量が多かった。2015年のタマノカンアオイの生育パッチ数を応答変数にした GLM 分析の結果、刈り取りに負の効果が見られ（表-2）、2015年時の生育パッチ数は無刈り取り区の方が多い状況であることが示された。また、最上段、刈り取りと上段の交互作用、刈り取りと中段の交互作用、刈り取りと下段の交互作用に正の効果が見られた（表-2）。刈り取り区、無刈り取り区の生育パッチ数の増加率をみると、刈り取り区では1.06~1.16倍、無刈り取り区では、0.99~1.21倍となった（図-7左図）。2018年の各コドラートの生育パッチ数を応答変数にしたアズマネザサの刈り取りが生育パッチ数の増加率に与える影響を明らかにするための GLM 分析では、刈り取りはモデル選択されなかった（表-3）。

図-6 中央図に刈り取り区および無刈り取り区におけるタマノカンアオイの総葉数を示す。刈り取り区では、2015年に計1344枚、2018年には計1859枚確認された。無刈り取り区では、2015年に計594枚確認された。2018年には計493枚となり、減少傾向を示した。2015年の各コドラートのタマノカンアオイの葉数を応答変数にした GLM 分析の結果、刈り取り、高低差の最上段と上段、土壌含水率に正の効果が見られ（表-2）、生育パッチあたりの葉数は刈り取り区の方が多くなることが見られた。また、最上段や上段で葉数が増える傾向、土壌含水率が高い箇所では葉数が増える傾向が見られた。刈り取り区、無刈り取り区の葉数増加率は図-7の中央図に示す通りで、刈り取り区では1.16~1.52倍、無刈り取り区では0.90~1.06倍となった。2018年の各コドラートの葉数を応答変数にしたアズマネザサの刈り取りが葉数の増加率に与える影響を明らかにするための GLM 分析の結果、刈り取りに正の効果が見られ（表-3）、刈り取り区の方が増加率は高いことが示された。また、刈り取りと高低差の中段の負の交互作用が見られた。

図-6 の右図に刈り取り区および無刈り取り区におけるタマノカンアオイの総花数を示す。刈り取り区では、2015年には計390花確認された。以後、増減を繰り返して、2018年には計565花確認された。無刈り取り区では、2015年には計30花、2018年には計32花確認された。図-8に刈り取り区と無刈り取り区のコドラートごとの葉数と花数の関係を示す。無刈り取り区の2016年を除き、葉数が増えるほど、花数も増える傾向が見られ、特に刈り取り区ではその傾向が顕著だった（傾き0.20~0.33、 $R^2=0.91\sim0.96$ ）。2015年の各コドラートのタマノカンアオイの花数を応答変数にした GLM 分析の結果、刈り取りに正の効果が見られ（表-2）、葉数あたりの花数は、刈り取り区の方が多いことが示された。花数の増加率をみると、図-7の右図に示す通り、刈り取り区では



上段：刈り取り区，下段：無刈り取り区，左：生育パッチ数，中央：総葉数，右：総花数，実験区：■（最上段）、■（上段）、□（中段）、▨（下段）、□（最下段）  
 図-6 刈り取り区と無刈り取り区におけるタマノカンアオイの生育パッチ数，葉数，花数の年変化



左：生育パッチ数の増加率，中央：葉数の増加率，右：花数の増加率 —○—：刈り取り区，--○--：無刈り取り区 エラーバーは標準偏差を示す。

図-7 刈り取り区と無刈り取り区における増加率の変化

1.17~1.81 倍，無刈り取り区では 0.74~1.38 倍となった。また，2018 年の花数を応答変数にしたアズマネザサの刈り取りが花数の増加率に与える影響を明らかにするための GLM 分析の結果，刈り取りに正の効果認められ，刈り取り区の方が増加率は高いことが示された（表-3）。

#### 4. 考察

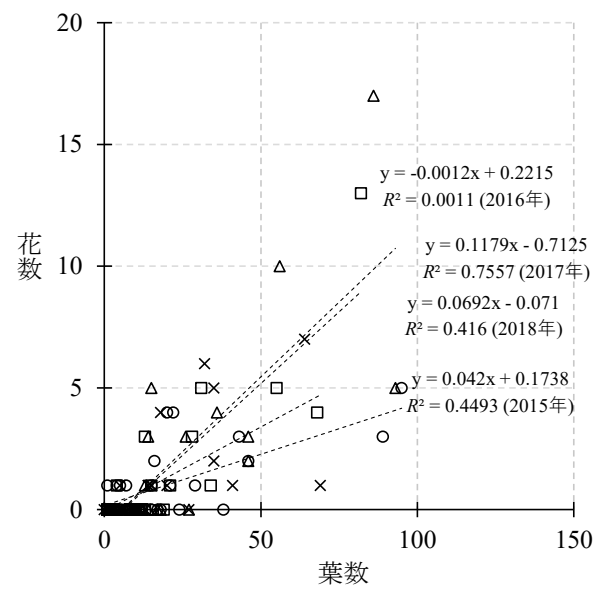
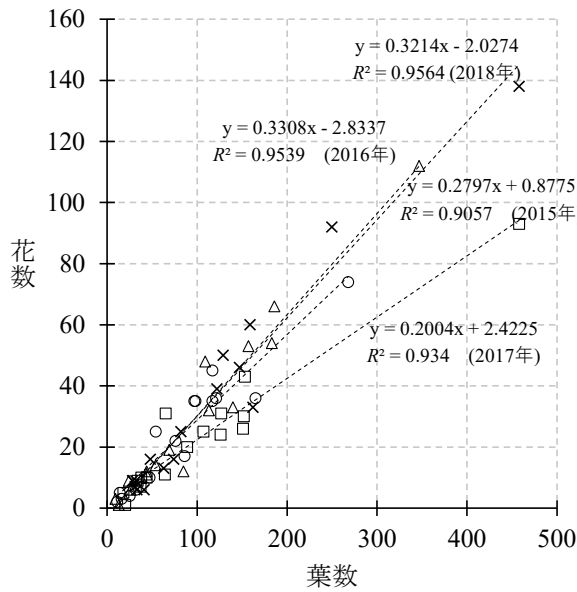
本研究では管理放棄された二次林下におけるアズマネザサの刈り取りがタマノカンアオイの生育・開花に及ぼす影響について検証した。

##### (1) アズマネザサの刈り取りと環境との関係

アズマネザサの刈り取りは林床の光環境を改善させ，特に刈り

取り区の 12 月から 3 月にかけて光合成有効放射量 (PAR) に顕著な増加が確認された (図-3)。上層木が落葉広葉樹林である林内において，低木層のアズマネザサを刈り取り，草本層の高さで維持することは，上層木の落葉時期の林床の光環境を大きく変化させたものと思われる。

また，土壌含水率については，同高低差でみると，刈り取り区の方が無刈り取り区に比べて高くなることが示された (図-4)。但し，アズマネザサを刈り取ったことで土壌含水率が上昇したものなのか本調査で結論づけることはできない。一方で，刈り取り区，無刈り取り区ともに，最上段と最下段との差が 10%以上になったことから，土壌含水率については高低差の影響が大きいと思われる。



左：刈り取り区、右：無刈り取り区、○：2015年、△：2016年、□：2017年、×：2018年を示し、生育が確認されたコドラートのみをプロット

図-8 各コドラートのタマノカンアオイの葉数と花数の関係

表-2 生育パッチ数、葉数、花数を応答変数にした GLM 分析

| 応答変数   | 説明変数     | 係数      | 標準誤差   | Z値      | P値         |
|--------|----------|---------|--------|---------|------------|
| 生育パッチ数 | 切片       | 1.253   | 0.218  | 5.741   | <0.001 *** |
|        | 刈り取り     | -3.045  | 1.024  | -2.975  | 0.003 **   |
|        | 最上段      | 1.433   | 0.243  | 5.900   | <0.001 *** |
|        | 上段       | -0.272  | 0.332  | -0.819  | 0.413      |
|        | 中段       | 0.047   | 0.305  | 0.152   | 0.879      |
|        | 下段       | 0.134   | 0.299  | 0.447   | 0.655      |
|        | 刈り取り×最上段 | 1.052   | 1.069  | 0.984   | 0.325      |
|        | 刈り取り×上段  | 3.798   | 1.067  | 3.558   | <0.001 *** |
|        | 刈り取り×中段  | 3.667   | 1.057  | 3.469   | <0.001 *** |
|        | 刈り取り×下段  | 2.575   | 1.075  | 2.395   | 0.017 *    |
| 葉数     | 切片       | 0.113   | 0.200  | 0.564   | 0.573      |
|        | 刈り取り     | 1.185   | 0.060  | 19.712  | <0.001 *** |
|        | 最上段      | 0.322   | 0.134  | 2.404   | 0.016 *    |
|        | 上段       | 0.392   | 0.131  | 2.995   | 0.003 **   |
|        | 中段       | 0.137   | 0.127  | 1.081   | 0.280      |
|        | 下段       | 0.233   | 0.141  | 1.651   | 0.099      |
| 花数     | 土壌含水率    | 0.031   | 0.004  | 7.399   | <0.001 *** |
|        | 切片       | -2.9857 | 0.1826 | -16.353 | <0.001 *** |
|        | 刈り取り     | 1.7484  | 0.1895 | 9.228   | <0.001 *** |

※切片は刈り取り無し、最下段

表-3 生育パッチ数 2018 年、葉数 2018 年、花数 2018 年を応答変数にした GLM 分析

| 応答変数        | 説明変数     | 係数     | 標準誤差  | Z値     | P値        |
|-------------|----------|--------|-------|--------|-----------|
| 生育パッチ数2018年 | 切片       | -0.071 | 0.121 | -0.585 | 0.558     |
|             | 刈り取り     | 0.764  | 0.225 | 3.403  | 0.001 *** |
|             | 最上段      | -0.190 | 0.138 | -1.380 | 0.168     |
|             | 上段       | -0.283 | 0.199 | -1.421 | 0.155     |
|             | 中段       | 0.030  | 0.170 | 0.174  | 0.862     |
|             | 下段       | -0.072 | 0.166 | -0.435 | 0.664     |
| 葉数2018年     | 刈り取り×最上段 | -0.348 | 0.247 | -1.407 | 0.159     |
|             | 刈り取り×上段  | 0.080  | 0.277 | 0.289  | 0.773     |
|             | 刈り取り×中段  | -0.506 | 0.257 | -1.968 | 0.049 *   |
|             | 刈り取り×下段  | -0.476 | 0.262 | -1.815 | 0.070 .   |
|             | 切片       | -0.115 | 0.293 | -0.394 | 0.693     |
|             | 刈り取り     | 0.676  | 0.236 | 2.868  | 0.004 **  |
| 花数2018年     | 最上段      | -0.148 | 0.289 | -0.512 | 0.608     |
|             | 上段       | -0.039 | 0.283 | -0.136 | 0.892     |
|             | 中段       | -0.264 | 0.284 | -0.930 | 0.352     |
|             | 下段       | -0.594 | 0.312 | -1.908 | 0.056 .   |

※切片は刈り取り無し、最下段

## (2) アズマネザサの刈り取りがタマノカンアオイの生育パッチ数に与える影響

タマノカンアオイの生育パッチ数の増加率についてみると、両区とも、増加傾向がみられたが、刈り取り区と無刈り取り区に大きな差はなく(図-7 左図、表-3)、生育パッチ数ではむしろ無刈り取り区の方が多かった(図-6 左図、表-2)。カンアオイ(*Asarum kooyanum* var. *nipponicum*)の光補償点は、低い月でも 160lux<sup>3)</sup>(約 3μmol/m<sup>2</sup>/s に相当<sup>18)</sup>)であることや、5月以降の相対照度が 5%以下の光環境でも、タマノカンアオイは生育・開花は可能であることが報告されている<sup>5)</sup>。これらのことから、アズマネザサが繁茂した劣悪な光環境下においても、タマノカンアオイの生育はある程度可能であると思われた。また、無刈り取り区においても、開花が確認されたことから、限られた光条件でも、種子繁殖が行われているものと思われる。すなわち、アズマネザサの林床下のタマノカンアオイの個体群は直ちに減少傾向に進むものではないことが明らかになった。一方で、タマノカンアオイの生育パッチについては、地形との要因が影響しているようである。エライオソームを有するカンアオイの楕円型の種子は、アリによ

る動物散布と重力散布が主な種子散布様式といわれている<sup>4)</sup>。但し、アリ散布の影響は小さく<sup>4) 15)</sup>、重力によって落下したタマノカンアオイの種子は土砂の移動に伴って、上部から下部に向かって散布されても<sup>4)</sup>、水平方向の移動能力は乏しいと言われている<sup>7)</sup>。本研究では、最上段において生育パッチが多くなることや刈り取りと高低差の交互作用が示された(表-2)。しかしながら、生育パッチ数の増加率には顕著な傾向は示されていないことから(図-7 左図、表-3)、生育パッチについて、刈り取りの影響は生じていないものと思われる。

## (3) アズマネザサの刈り取りがタマノカンアオイの葉数に与える影響

総葉数をみると、いずれの年も刈り取り区の方が無刈り取り区に比べて 2 倍以上多かった(図-6 中央図)。また、2015 年から 2018 年までの葉数の増加率は、無刈り取り区で 1.0 未満だったのに対し、刈り取り区では 1.52 倍になり(図-7 中央図)、刈り取り区の方が高かった(表-3)。カンアオイの光飽和点は 6 月から 10 月で 10~20Klux(約 185~370μmol/m<sup>2</sup>/s に相当<sup>18)</sup>)、それ以外の月では、30Klux(約 556μmol/m<sup>2</sup>/s に相当<sup>18)</sup>)である<sup>3)</sup>。年間を通じて、(PAR)の月平均値が 20μmol/m<sup>2</sup>/s 前後である無刈り取

り区に比べ、刈り取り区では、上層木の落葉期には、日平均値が60~140 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 程度まで増加した(図-3)。また、タマノカンアオイは常緑多年草である。カンアオイの純光合成量についても、林冠が完全閉鎖された落葉広葉樹林の7月や8月に比べて、3月や4月の方が高くなることが示されている<sup>3)</sup>。このことから、上層木の落葉期の光量の差がタマノカンアオイの葉数に影響を及ぼすものと思われる。すなわち、落葉広葉樹林の二次林における低木層への常緑性のアズマネザサの侵入・繁茂は(図-1右)、上層木の落葉時期に林床に到達するPARを減少させることで、タマノカンアオイの成長を阻害させるものと考えられる。

また、高低差(最上段や上段)で生育パッチ数あたりの葉数に正の効果を示されている(表-2)。一方で、土壌含水率にも正の効果が示された(表-2)。これまでカンアオイ類と土壌水分環境との明確な関係は示されていないが<sup>1)</sup>、タマノカンアオイの生育状態に関わる可能性があるため、より詳細な調査が必要となる。

#### (4) アズマネザサの刈り取りがタマノカンアオイの花数に与える影響

総花数は刈り取り区の方が無刈り取り区に比べて10倍以上多かった(図-6右図)。また、花数の増加率は無刈り取り区では1.0未満だったのに対し、刈り取り区では1.81倍(2018年)に達し(図-7右図)、刈り取り区の方が増加率は高かった(表-3)。葉数は草本の着花を示す指標になりうることが知られており<sup>1)</sup>、カンアオイ類について、葉に対する花の割合と相対照度に正の相関があることが報告されている<sup>1)</sup>。タマノカンアオイについても個体あたりの葉数が多い個体ほど、多く着花しているものと思われる(図-8)。これらの結果から、アズマネザサの刈り取りによる光合成有効放射量の増加、すなわち林床の光環境の改善は、タマノカンアオイの葉数や花数の増加をもたらすと考えられる。

#### (5) タマノカンアオイの生育パッチと花数との関係

花数の増加にも関わらず、刈り取り区における生育パッチ数の増加率は比較的low(図-6)、無刈り取り区との差異も認められなかった(表-3)。タマノカンアオイは発芽から開花までに10年程度かかるといわれている<sup>5)</sup>。タマノカンアオイと同属であるナンカイアオイ(*Asarum nipponicum* var. *nankaiense*)、ミヤコアオイの野外観察の報告においても、実生個体では少なくとも開花には5、6年要し、中には10年経過しても開花していない個体も確認されている<sup>6)</sup>。本研究は、低木層に繁茂していたアズマネザサの刈り取りから5年経過した段階で調査を開始し、8年目までの結果をまとめた。より長期的な視点で考えたとき、刈り取り区におけるタマノカンアオイの葉数や花数の増加は、集団の種子生産数を増加させ、その保全(集団維持)に寄与することが期待される。

タマノカンアオイの生育パッチ数は種子散布と定着・生育適地の双方を反映したものであり、分布パターンの決定要因については今後の検証が必要である。アズマネザサの刈り取りがタマノカンアオイの個体群にどのように影響するのか、今後は個体レベルでの動態や植生の変化との関係、種子発芽および実生の定着も含めて、継続的な調査を実施する。

## 5. 結論

アズマネザサが繁茂した二次林床下(無刈り取り区)とアズマネザサの刈り取りを行っている林床下(刈り取り区)において、多摩丘陵周辺の固有種であるタマノカンアオイの生育状況を調査した。その結果、両区画における生育パッチ数の増加率の差は小さいものの、葉数や花数は無刈り取り区より刈り取り区の方が多く、増加率も高いことが示された。このことから、アズマネザサの刈り取りはタマノカンアオイの個体群の保全に寄与することが示唆された。

## 謝辞

本研究は「かわさき多摩丘陵グリーン・コンソーシアム」(川崎市と東京農業大学地域環境科学部の連携協定)に基づき、川崎市建設緑政局緑政部の協力を得て行った。また、本研究の一部は、公益社団法人東急財団における2013年度多摩川およびその流域の環境浄化に関する調査・試験研究助成金(第2013-01号)によって行った。記して感謝申し上げます。

## 補注及び引用文献

- 1) 荒木志子(1996): 狭山丘陵村山下貯水池沿岸域におけるカンアオイの分布と生育環境: お茶の水地理 37, 27-43
- 2) Iida S. and 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
- 3) Kawano S., Masuda J., Takasu H. and Yoshino 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 Natural Science 16, 31-65
- 4) 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(一般) 研究助成 86, 127pp
- 5) 小泉武栄(2017): 多摩地域におけるカンアオイ属の植物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
- 6) 久米修(1993): 香川県産カンアオイ属2種の実生個体の生活様式: 香川生物 20, 7-10
- 7) 前川文夫(1953): 植物における変異と地史との関連について: (民主主義科学者協会生物学会 編) 生物の変異性: 岩波書店, 35-47
- 8) 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
- 9) Nakajima H., Kojima H., Tachikawa K., Suzuki K. and Ian D.R. (2018): Ecological and growth characteristics of trees after resumption of management in abandoned substitution forest in Japan: Landscape and Ecological Engineering 14(1), 175-185
- 10) 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
- 11) 中島宏昭・寺岡睦実・鈴木貢次郎(2018): 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: ランドスケープ研究 81(5), 479-484
- 12) Okuyama Y., Goto N., Nagano A.J., Yasugi M., Kokubugata G., Kudoh H., Qi Z., Ito T., Kakishima S. and 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
- 13) 押田佳子・箭木剛之・上南木昭春(2006): 大和葛城山におけるミヤコアオイの生育環境特性に関する研究: ランドスケープ研究 69(5), 587-592
- 14) R Core Team (2018): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- 15) 佐藤寛子(1996): 微地形スケールでのカンアオイの分布を規定する物質移動: 加住丘陵切欠地区における検討: お茶の水地理 37, 115-129
- 16) Sugawara T. (1988): Floral biology of *Heterotropa tamaensis* (Aristolochiaceae) in Japan: Plant Species Biology 3(1), 7-12
- 17) 鈴木辰雄・仙仁徑・菅原敬(2008): 多摩丘陵におけるタマノカンアオイの分布～減少の実態を把握するためのモニタリング～: パルテノン多摩博物館部門研究紀要 10, 52-55
- 18) Thimijan R.W. and Heins R.D. (1983): Photometric, radiometric, and quantum light units of measure: a review of procedures for interconversion: HortScience 18(6), 818-822

(2020.9.26受付, 2021.3.30受理)