

短 報

春日山原始林の林床草本ミヤコアオイの個体群生態

筑波大学菅平高原実験センター 鈴木 亮
大阪産業大学大学院人間環境学研究科 前 迫 ゆ り

Population ecology of the understory herb *Asarum asperum* in heavily grazed habitat in Kasugayama Forest Reserve, Nara, Japan. Ryo Suzuki (*Sugadaira Montane Research Center, University of Tsukuba*) and Yuri Maesako (*Osaka Sangyo University, Graduate School of Human Environment*)

We monitored the population of the understory herb *Asarum asperum* F. Maek. for 1 year by establishing deer-exclusion cages in a warm-temperate evergreen forest in the Kasugayama Forest Reserve, which is designated a Special Natural Monument of Japan. Most plant populations are threatened by heavy, long-term grazing by deer, which has negative effects on understory species in particular. Because we found many individuals of this species on the forest floor, we postulated that *A. asperum* could maintain a stable population density under heavy grazing. Contrary to our prediction, our results indicated that individuals of this species experienced intensive grazing that reduced their morphological sizes outside of the cages.

Keyword : *Asarum asperum*, understory herb, morphological size, grazing pressure, *Cervus nippon* Temminck

要旨：奈良市に位置する春日山原始林（特別天然記念物）は、高密度に生育するニホンジカの採食圧によって、多くの植物個体群の消失が危惧されている。なかでも林床植物に対する影響が大きいことから、常緑多年生草本ミヤコアオイ個体群を対象にシカの影響を回避するケージを設置し、1年間の追跡調査を行った。その結果、春日山原始林のミヤコアオイは個体数が多く個体群の維持が安定していると考えられていたが、強い採食圧の影響を受けていることが明らかにされた。

キーワード：ミヤコアオイ、林床植物、形態サイズ、採食圧、ニホンジカ

はじめに

今日、我が国において最も深刻な環境改変の1つは、シカによる採食圧である（湯本・松田，2006）。日本全土に急速に個体数を増加させたシカによる植物への摂食活動は、あらゆる植生に大きな影響を与えている。例えば、奈良県大台ヶ原

の亜高山帯針葉樹林という貴重な自然林においても、多数の樹木が枯死し森林が消失するまでに至っており、環境省による防鹿柵設置が広域的に実施されている。今回調査対象とした奈良市の特別天然記念物・世界文化遺産春日山原始林は、長期間にわたって強度のシカによる採食圧によって森林の種組成および森林構造の劣化が進行するととも

に（前迫，2002，2003，2009a，2009b，2010），林床および林冠にはナギやナンキンハゼといったシカが摂食しない外来植物の生育地が拡大している（Maesako et al., 2007）。

春日山原始林は，市街地に隣接しながらも，多様な生物相を維持してきた原始林として，特別天然物に指定され，また寺社と一帯となす文化的景観として世界文化遺産に指定されている。春日山原始林はシイ・カン類が優占する常緑広葉樹林であり，相観的には極相林として維持されているが，その一方，強度のシカ採食圧によって林床の植物相はきわめて貧弱である（前迫，2010）。

現在，春日山原始林の林床に生育している植物は，何らかの要因でシカの採食圧に耐性あるいは回避特性を有し，個体群を維持している種と考えられる。そこで本研究は，春日山原始林の林床に比較的多く生育していることが確認されている常緑多年生草本ミヤコアオイ（ウマノスズクサ科カンアオイ属）*Asarum asperum* F. Maek. を対象に，その個体群を追跡調査し，シカ採食圧に対する植物側の反応を調査した。シカの採食圧に対する反応を検証するために，同個体群内に簡易の被食防護ケージを設置し，ケージ内外での植物の挙動を比較した。

調査地の概要

調査地

春日山原始林は，奈良県奈良市の東部に位置する（34°41'N, 135°50'E）。年平均降水量は1,333 mm，月平均気温は1月に3.8°C，8月26.6°Cである（気象庁，<http://www.jma.go.jp/jma/>，2011.4.11参照）。春日山原始林を含む奈良公園周辺には，ニホンジカ（*Cervus nippon* Temminck，以下，シカ）が宗教上の理由から長期間保護されて高密度に生育しており，天然記念物に指定されている。

財団法人奈良の鹿愛護会の調査（URL：<http://naradeer.com/images/23census.pdf> 2012.5参照）によると，奈良公園のシカの頭数は平成以降，1,000頭以上を維持している。また春日山原始林においては，20–30頭/km²とされており（鳥居ほか，2007），長年にわたって高密度状態が続いている。

調査地は，春日山原始林登山口に近い登山道沿いの林床とした。調査地は，胸高直径1 mを越えるイチイガシの倒木によって生じた林冠ギャップの斜面（約30m×30m範囲）と，そこから30mほど離れた小河川水谷川沿い（約20m×15m範囲）の2カ所で，どちらも林床まで比較的光が届く環境である。一般的にギャップ環境では，林床植物の多様性や個体数が高いと考えられている（Schnitzer & Carson, 2001）。本研究の調査地は，周囲の閉鎖林冠環境と比べてやや明るく，今回対象としたミヤコアオイ以外の林床草本や木本実生が比較的多く生育する立地である。

調査対象種

カンアオイ属は日本では約50種が知られる（若松ほか，2009）。いずれも林床に生える常緑性の多年草である（佐竹・靱山，1989）。本属の花は半地中あるいは地表面上に下向きに咲き目立たず，花粉はキノコバエによって（Mesler & Lu, 1993），種子はアリによって散布されるといわれるが（Cain et al., 1998），それらの送粉者あるいは種子散布者としての有効性は明らかでない。ギフチョウの食草としてもよく知られ（日浦・瀬戸，1968），ナメクジによる被害も報告されている（Cates, 1975）。ミヤコアオイは本州（近畿以西～島根県）と四国西部に分布し，萼筒に格子状の隆起線が入るのが本種の特徴である（佐竹・靱山，1989）。開花期は4月頃とされる（佐竹・靱山，1989）。本地域においても4月頃より開花が確認されている（図1）。



図 1. ミヤコアオイ開花個体 (2011年 4 月27日).



図 2. 調査地に設置した防鹿ケージ (2012年 5 月10日).

調査方法

野外調査

2011年 4, 5, 7 月に, 調査範囲内で見つかったミヤコアオイ個体をランダムに選び, 個体識別のためのラベル付けを行った (計274個体)。各ラベル個体について, 位置, 地上部の有無, 葉数, 各葉の葉長, 花数を記録した。7 月には, 4, 5 月にラベル付けと測定を行った個体を含めた全ラベル個体の測定を行った。また, 2011年 9 月, 2012年 4 月にも全ラベル個体について再測定を行った。

2011年 5, 7 月にラベル個体からランダムに選び, 簡易被食防護ケージをかぶせシカの採食圧を受けないようにした (ケージ内個体計44個体, ケージ外個体230個体)。5 月に 5 個体, 7 月に39 個体にケージをかけた。ケージをかけた時期の差の影響が潜在的には考えられるが, 5 月のケージ個体は少ないこと, それらにケージ外の個体と比べ成長に差がみられないことから, 本論文では時期の違いを無視してケージ内個体として一律に扱うこととした。

本論文で呼ぶ個体は, 地下部で連結している可能性があるため, 正確にはラメットを指す。花数

は開花・非開花に関係なく数え, 花のない生存個体は花数 0 とした。また, 花は落ち葉に隠れているものはできる限り見つけたものの, 地中に埋もれている可能性のあるものはかく乱を避けるため探索していない。

ケージは, 30cm×30cmの金網 (編み目サイズ 5 cm×5 cm) を用いて, 横面 4 枚と上面 1 枚で立方体に組み, 結束バンドで固定した (図 2)。ケージはペグを用いて地面に固定した。合計18個のケージを設置した。2011年は調査期間中のケージの破損, 紛失はみられなかったが, 2012年 4 月にはいくつかのケージで破損が見られた。

データ解析

2011年 7 月のケージ設置後から2011年 9 月および2012年 4 月時点での, 個体サイズの指標となる形質 (葉数, 合計葉数) を, ケージ内個体とケージ外個体の間で比較した。合計葉数は, 各個体の持つ各葉の葉長の合計として算出した。また, 2012年 4 月における個体あたりの花数も同様に比較した。すべての比較はWelch's t検定によって行った。統計解析はRを用いた (ver. 2.12.2.; R Development Core Team 2011)。

表 1. 防鹿ケージ内外におけるミヤコアオイの個体数の推移. 地上部が消失したものを「消失」, ラベルがとれ個体を見失ったものを「紛失」, 前回調査まではケージ内にいたがケージの破損によりケージ外に出ていた個体を「その他」とした. 個体消失率は, 「紛失」「その他」をのぞいて, 前回に生存していた個体のうち, 次の調査で消失した個体の割合を表す.

	2011				2012
	April	May	Jul.	Sep.	April
ケージ内					
生存	—	5	44	36	29
消失	—	—	0	8	0
紛失	—	—	0	0	0
その他	—	—	—	—	15
ケージ外					
生存	64	62	215	119	152
消失	—	12	15	102	45
紛失	—	0	0	9	33
計	64	79	274	274	274
個体消失率(%)					
ケージ内	—	—	0.0	18.2	0.0
ケージ外	—	18.8	11.3	43.2	18.6

結果

個体数変動

調査期間を通して個体の消失率は, ケージ内よりケージ外の方が高かった (表 1)。ここでいう個体の消失とは, 地上部が消失したものを指す。ミヤコアオイを含むカンアオイ属の植物は常緑性であり, 何らかの攪乱・損傷を受けなければ年間を通じて葉を展開させているはずである。したがって, 春日山原始林での地上部の消失は, シカあるいはギフチョウの幼虫などの昆虫類やナメクジなどの小動物の食害を受けたことによる可能性が高い。また, ケージ外で消失率ははるかに高いこと, 全葉が消失していることから, シカによる食害が主要因であると推測される。一方, 地上部が消失した個体は必ずしも死亡した訳ではなく, 次の調査時に地上部を再生させる場合も多くみられた。例えば, 2011年 9 月には, ケージ外で102個体の消失が確認されたが, そのうち70個体が2012年 4 月に地上部を再生させていた。このことは, ミヤコアオイが地上部の食害を受けても, 地下部は生

表 2. ケージ設置後の個体の葉数, 合計葉長, 花数の変化 (平均と標準偏差). ケージは2011年 5, 7 月に設置した. ケージ内外での形質の平均値をWelch's t 検定で比較した. 表中, *は $P < 0.05$ で有意差があることを, NSは有意差がないことを示す. 2012年 4 月の値の算出において, 2011年 5, 7, 9 月調査でケージ内で確認されたが, ケージの破損により2012年 4 月の調査時点でケージ外に出ていた個体は解析から除いた.

	ケージ内		ケージ外		Welch's t	検定
	Mean	SD	Mean	SD		
2011年 9 月						
葉数	1.4	0.6	1.3	0.5	1.6	NS
合計葉長	5.1	2.8	4.8	2.6	0.6	NS
2012年 4 月						
葉数	1.9	1.0	1.4	0.8	2.4	*
合計葉長	6.0	4.2	5.6	3.1	0.6	NS
花数	0.4	0.6	0.2	0.5	2.2	*

存し、高い再生力を備えていることを示唆する。

個体サイズおよび着花数

個体サイズの指標となる葉数と合計葉長は、いずれもケージ内の方が大きい傾向が見られた（表2）。その差は、ケージを設置した期間が長くなるほど大きくなり、ケージ設置後9カ月以上経過した2012年4月では葉数に有意な差がみられた。

調査地の中には、本研究で設置したケージとは別に、2007年9月に設置した防鹿柵（2007年度科研費により前迫らが設置）がある。この防鹿柵内には、ミヤコアオイ1個体が確認でき、2012年4月では、葉数13枚、合計葉長67.5cmと、本研究で調査したどの個体よりもはるかに大きな個体であった。2008年5月調査で葉数は9枚であったことから、ケージや柵を設置した期間が長期間になるほど、言い換えればシカ採食圧にさらされない期間が長いほどミヤコアオイは大きく成長できる可能性を示唆している。

2012年4月では、個体あたりの花数もケージ内がケージ外より有意に多かった（表2）。ただしこの差は、開花個体の割合がケージ内の方が高かったことに由来する（ケージ内70.6%、ケージ外19.7%）。花をつけていた開花個体だけで花数を比較したところ、ケージ内（平均1.1個）とケージ外（平均1.2個）で有意な差はみられなかった（Welch's *t* test, *t* = -0.76, *P* = 0.4528）。一方、前述の4年間設置している防鹿柵内の1個体は、12個の花をつけていた。したがって、より長期間ケージを設置し続ければ、開花個体あたりの花数も増加する可能性は考えられる。

考察

奈良公園周辺域では、近年、シカが従来好まなかったイズセンリョウやイワヒメワラビなどの植

物種をも採食している（前迫，2002）。ミヤコアオイの長期的な個体群調査は乏しく、本調査においてミヤコアオイに対するシカの採食圧が増加しているのか、春日山原始林内でミヤコアオイの個体数が維持できているのかはまだ明らかではない。同属では、海外の *Asarum canadense* や *Asarum europaeum* で個体群調査の報告事例があるものの、それらは食害の影響は検討していない（Czarnecka, 1996；Cain & Damman, 1997；Damman & Cain, 1998）。大型草食動物からの強度の採食圧を受ける環境での *Asarum* 属の個体群調査の事例は、本研究が初めてである。Cates (1975) は、*Asarum caudatum* がナメクジ食害を受けており、ナメクジの多い地域に生育する個体ではナメクジの採食圧を軽減するメカニズムを進化させている可能性を明らかにしている。奈良公園の平坦部の芝地では、多くの草本植物が葉やシュートを遺伝的あるいは可塑的に小型化させ、被食を回避している可能性が示唆された（Suzuki, 2008；Suzuki et al., 2009）。春日山原始林の林床植物においても、そのような形態反応が見られるか否かを明らかにすることが今後の課題である。

春日山原始林の林床植生はきわめて貧弱である中で、ミヤコアオイは比較的個体数を維持している。おそらく、シカが好まないか、発見されにくい性質を有していて、食害が低いレベルに抑えられていると考えられる。しかしながら、ミヤコアオイの個体群を1年間追跡した結果、ミヤコアオイの生存、成長、繁殖がシカの食害によりすくなく負の影響を受けていること、それらは採食圧を防ぐことにより大幅に改善される可能性が明らかになった。

極度の採食圧下でのミヤコアオイ個体群の存続性について検討することは、本種の保全上において重要な課題であるだけでなく、林床植物の被食耐性機構の進化や送粉者・種子散布者との共進化

を理解する上でも重要であり、さらに長期的な調査が必要とされる。

謝辞

本研究は2011年度日本学術振興会学術研究助成基金助成金基盤研究（C）（課題番号23510300，代表者・前迫ゆり）および大阪産業大学大学間連携研究費の助成を受けた。奈良県奈良公園管理事務所には調査許可をいただいた。野外調査において奈良教育大学および大阪産業大学学生諸氏の調査協力を得た。各位に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- Cain, M. L. & H. Damman. 1997. Clonal growth and ramet performance in the woodland herb, *Asarum canadense*. *Journal of Ecology*, 85 : 883-897.
- , —— & A. Muir. 1998. Seed dispersal and the Holocene migration of woodland herbs. *Ecological Monographs*, 68 : 325-347.
- Cates, R. G. 1975. The interface between slugs and wild ginger: some evolutionary aspects. *Ecology*, 56 : 391-400.
- Czarnecka, B. 1996. Clonal organization of populations of *Asarum europaeum* and *Maianthemum bifolium* in contrasting woodland habitats. *Plant Ecology*, 125 : 51-62.
- Damman, H. & M. Cain. 1998. Population growth and viability analyses of the clonal woodland herb, *Asarum canadense*. *Journal of Ecology*, 86 : 13-26.
- 日浦 勇・瀬戸 剛. 1968. 日本産カンアオイの分布記録. *自然史研究*, 1 : 12-25.
- 前迫ゆり. 2002. 奈良公園および春日山原始林におけるシカの採食に対する変化. *奈良植物研究*, 23 : 21-25.
- . 2003. 春日山原始林と草食保護獣ニホンジカの共存を探る. *植生学会誌*, 19 : 61-67.
- . 2009a. 森とシカの生態学的問題をめぐって. *関西自然保護機構会誌*, 31 : 39-48.
- . 2009b. 照葉樹林に拡大する外来樹木とシカの関係. *植生情報*, 13 : 83-86.
- . 2010. 世界遺産春日山照葉樹林のギャップ動態と種組成. *社叢学研究*, 8 : 60-70.
- Maesako, Y., S. Nanami & M. Kanzaki. 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.
- Mesler, M. R. & K. L. Lu. 1993. Pollination biology of *Asarum hartwegii* (Aristolochiaceae): An evaluation of Vogel's mushroom-fly hypothesis. *Madrono*, 40 : 117-125.
- R development Core Team. 2011. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- 佐竹義輔・靱山泰一. 1989. ミヤコカンアオイ. 「日本の野生植物—草本2 離弁花類—」(佐竹義輔・北村四郎・富成忠夫・大井次三郎・亘理俊次編), pp. 105-106. 平凡社, 東京.
- Schnitzer, S. A. & W. P. Carson. 2001. Treefall gaps and the maintenance of species diversity in tropical forest. *Ecology*, 82 : 913-919.
- Suzuki, R. O. 2008. Dwarf morphology of the annual plant *Persicaria longiseta* as a local adaptation to a grazed habitat, Nara Park, Japan. *Plant Species Biology*, 23 : 159-167.

- , T. Kato, Y. Maesako & A. Furukawa. 2009. Morphological and population responses to deer grazing for herbaceous species in Nara Park, western Japan. *Plant Species Biology* 24 : 145-155.
- 鳥居春己・高野彩子・景山真穂子・原沢牧子. 2007. 奈良公園春日山原始林におけるニホンジカ密度推定の試み. 関西自然保護機構会誌, 28 : 193-200.
- 若松昭秀・釜谷美則・菅原 敬. 2009. 加住南丘陵におけるカンアオイ属の分布と植生. 工学院大学研究報告, 107 : 9-15.
- 湯本貴和・松田裕之. 2006. 世界遺産をシカが喰う—シカと森の生態学. 212pp. 文一総合出版, 東京.

