

論文 (Original article)

ニホンジカがミヤコザサの採食をとおして 地表性クモ類の群集構造に与える影響

上田明良^{1)*}・日野輝明²⁾・伊東宏樹³⁾

Influence of browsing on dwarf bamboo (*Sasa nipponica*) by Sika deer (*Cervus nippon*) on the structure of epigeal spider (*Araneae*) assemblage

Akira UEDA^{1)*}, Teruaki HINO²⁾ and Hiroki ITÔ³⁾

Abstract

An overabundance of Sika deer (*Cervus nippon* Temminck, 1838) at Mt. Ôdaigahara, in central Japan has necessitated the introduction of exclusion fences to protect forest decline from excessive feeding damage. However, the effect of these exclusion fences on the biodiversity of arthropods within the protected areas has not been investigated. In this study we examined the indirect effects of reductions in the volume of dwarf bamboo (*Sasa nipponica* Makino et Shibata), the major forage for the deer, on associated with browsing by Sika deer on the structure of epigeal spider assemblage. Both the total number of epigeal spiders and the number of the most dominant spider genus, *Cybaeus* spp., collected tended to peak under the present bamboo volume. However, while adults of the next most dominant spider genus, *Coelotes* spp., tended to increase in abundance with bamboo volume, the abundance of immatures decreased with bamboo volume. These results suggest that promoting sites with various levels of browsing pressure by deer may be essential to maintain the diversity of epigeal spider assemblage in forests with dwarf bamboo.

Key words: Deer browsing, Diversity, Fence, Forest decline, Indirect effect, Mt. Ôdaigahara, Pitfall trap

要旨

ニホンジカによる森林衰退が進む奈良県大台ヶ原では、防鹿柵によるシカの排除が行われている。しかし、これが節足動物の多様性に与える影響は不明である。本研究では、シカがその主要食物であるミヤコザサの採食をとおして、地表性クモ類の群集構造に与える影響を調べた。ミヤコザサの現存量を防鹿柵や刈り取りにより操作した実験区を設け、ピットフォールトラップによる捕獲調査を行った。その結果、地表性クモ類全体と最優占のナミハグモ属の捕獲数は、現在のササ現存量でもっとも多い傾向がみられた。しかし、2番目に多いヤチグモ属では、成体の捕獲数はササ現存量と正の関係の傾向が、幼体のそれは負の関係があった。これらの結果から、地表性クモ類の多様な群集構造を維持するためには、シカのササに対する採食圧が様々な異なる地域を設け、維持管理することが推奨された。

キーワード: 大台ヶ原、間接効果、シカの採食、森林衰退、多様性、ピットフォールトラップ、フェンス

はじめに

クモ類は、一般的に中間捕食者として食物網の重要な位置を占めている(小倉, 1998)。また、クモ類は、餌となる節足動物の豊かさの指標として優れた面をもつ(八幡, 2005)。そして、クモ類の保全方法を検討することは、節足動物の生態系保全への重要な情報となる(小倉, 1998)。これらのことから、クモ類のう

ちの地表性クモ類(地表面を主な生息場所ととしているクモ類)の多様性は、地表性節足動物の多様性の指標となり、地表性クモ類の保全方法を検討することは、地表性節足動物の生態系保全への重要な情報となると考えられる。一方、大型草食動物の採食は下層植生に大きな変化をもたらし、間接的に地表性節足動物群集に影響を与えていることが知られている(Suominen et al., 1999; Wardle et al., 2001; González-Megías et

原稿受付:平成20年8月1日 Received 1 August 2008 原稿受理:平成21年6月19日 Accepted 19 June 2009

1) 森林総合研究所北海道支所 Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) 森林総合研究所関西支所 Kansai Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

3) 森林総合研究所多摩森林科学園 Tama Forest Science Garden, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

* 森林総合研究所北海道支所 〒062-8516 札幌市豊平区羊ヶ丘7番地 Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 7 Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo 011-8516, Japan; e-mail: akira@ffpri.affrc.go.jp

al., 2004)。このことから、草食動物の採食地と非採食地で地表性クモ類の群集を調べ、その結果から地表性クモ類の多様性を草食動物の管理によって高める方法を検討することは、地表性節足動物全体に対する採食の間接効果と草食動物の管理による生態系保全についての重要な情報を提供すると考えられる。ところが、草食動物の採食が地表性クモ類群集に与える影響について研究された例は、わずかである。これまでに、採食が下層植生の量を減少させることで間接的に地表性クモ類の個体数を増加させる例がオーストリアで (Zulka et al., 1997)、減少させる例がニュージーランドで (Wardle et al., 2001) 報告されている。また、採食が地表性クモ類の個体数に影響しないという例がスウェーデンで (Suominen et al., 1999) 報告されている。

近年、シカ類の増加による森林衰退が世界的に生じている (Côté et al., 2004)。吉野熊野国立公園特別保護地区の大台ヶ原においても、約 50 年前に襲った台風による風倒地でミヤコザサ (*Sasa nipponica* Makino et Shibata: 以下ササ) の分布が拡大し、これを食物とするニホンジカ (*Cervus nippon* Temminck, 1838: 以下シカ) が増加したと考えられていて、現在増えすぎたシカによる樹皮剥ぎや実生・若木の採食による森林衰退が急速に進んでいる (日野ら, 2003, 2006)。一方、シカの採食によって、現在の大台ヶ原のササは丈が短くなり、現存量が小さくなっている (Yokoyama et al., 1996; Yokoyama & Shibata, 1998; Itô & Hino, 2005; Furusawa et al., 2005)。現在の状況以上にシカ密度が増加すると、ササ現存量はさらに小さくなり、裸地となる場所も増えるであろう。逆に、シカ対策のひとつとして公園内で設置が進んでいる防鹿柵内では、ササは急速に現存量を回復して設置の 5 年後には極大値に達することが知られている (Itô & Hino, 2005; Furusawa et al., 2005)。これらのことは、防鹿柵を含むシカの個体数管理によって、ササ現存量も変化することを示している。こういった採食圧の変化にともなうササ現存量の変化が間接的に生物多様性に与える影響を明らかにし、その結果から多様性を高めるシカの個体数管理を検討することは、大台ヶ原の生態系保全についての重要な情報を提供する (日野ら, 2003, 2006)。そして、大台ヶ原での結果は、シカによる森林衰退が生じている他の地域においても、生物多様性を考慮した生態系管理を行ううえで、重要な指針となるであろう。

本研究の目的は、大台ヶ原において、シカの採食圧変化に伴って変化するササの地上部現存量が、地表性節足動物多様性の指標となる地表性クモ類多様性に与える影響を調べることである。そのために、防鹿柵によるシカの排除やササの刈り取りによってササ現存量が異なる実験区を設定し、ピットフォールトラップによる地表性クモ類の捕獲調査を行った。そして、その

結果に基づいて、シカによるササへの採食圧を管理することで、地表性クモ類の多様性を高める方法について検討した。

調査地と方法

1. 調査地の概要

奈良県上北山村の大台ヶ原山頂付近のブナ-ウラジロモミ-ミヤコザサ群落に分類される針広混交林 (北緯 34°11'、東経 136°06'、標高 1540 m) で調査を行った。高木層はブナ (*Fagus crenata* Blume)、ウラジロモミ (*Abies homolepis* Siebold et Zucc.)、ミズナラ (*Quercus crispula* Blume) が占め、カエデ類 (*Acer* spp.) が垂高木層を形成していて、低木層はない (Itô & Hino, 2004)。林床植生はササが被度 90% 以上と優占するが (古澤ら, 2003)、シカによる採食のため丈が短く、現存量は小さい (Yokoyama & Shibata, 1998; Itô & Hino, 2005; Furusawa et al., 2005)。ササ以外には、シカが好まないツルシキミ (*Skimmia japonica* Thunb. var. *repens* (Nakai) Hara) が点在する程度である。この地域でのシカの個体数は 17.5 頭/km² とされている (Maeji et al., 1999)。土壌は適潤性褐色森林土 (BD) で、A₀ 層は不均一で、A 層 0 ~ 3 cm、A B 層 3 ~ 25 cm、L 層 1 ~ 3 cm、F 層 0.5 cm 以下で、H 層は認められない (古澤ら, 2001)。

2. 調査実験区の概要

1996 年 11 月に 20×20 m の調査プロットを 5 つ設定した (Itô & Hino, 2004)。調査プロットの模式図を Fig. 1 に示した。シカの採食がなくなったときの下層植生、動物および土壌への影響をみるために、プロットの半分 (10×20 m) に高さ 2 m のステンレス入りポリエチレンネットを用いた防鹿柵を設け、シカの採食を排除した (日野ら, 2003; Itô & Hino, 2004)。また、現在よりもさらにシカの密度が上昇し、ササがなくなったときの動物や土壌への影響をみるために、防鹿柵内外の 5×20 m の範囲 2 列で 1997 年以後毎年 6 月にササを地際から刈り取った (日野ら, 2003; Itô & Hino, 2004)。刈り取りには剪定鋏を用いてササ以外の林床植生を残すよう注意して行い、刈り取ったササはプロット外に排出した。

また、ネズミによる下層植生や動物への影響をみるために、各プロットのエリアの半分において、防鹿柵とササを刈り取った区域をまたぐように 10×20 m の範囲にプラスチック製波板を地下部 30cm、地上部 40cm になるように巡らしてフェンスとし、フェンス内のネズミを排除した (日野ら, 2003; Itô & Hino, 2004)。ピットフォールトラップによる地表性節足動物の捕獲調査においては、活動性の高い種ほど捕獲率が高くなるために、実際の群集構造と異なる結果が得られることが知られている (Desender & Maelfait,

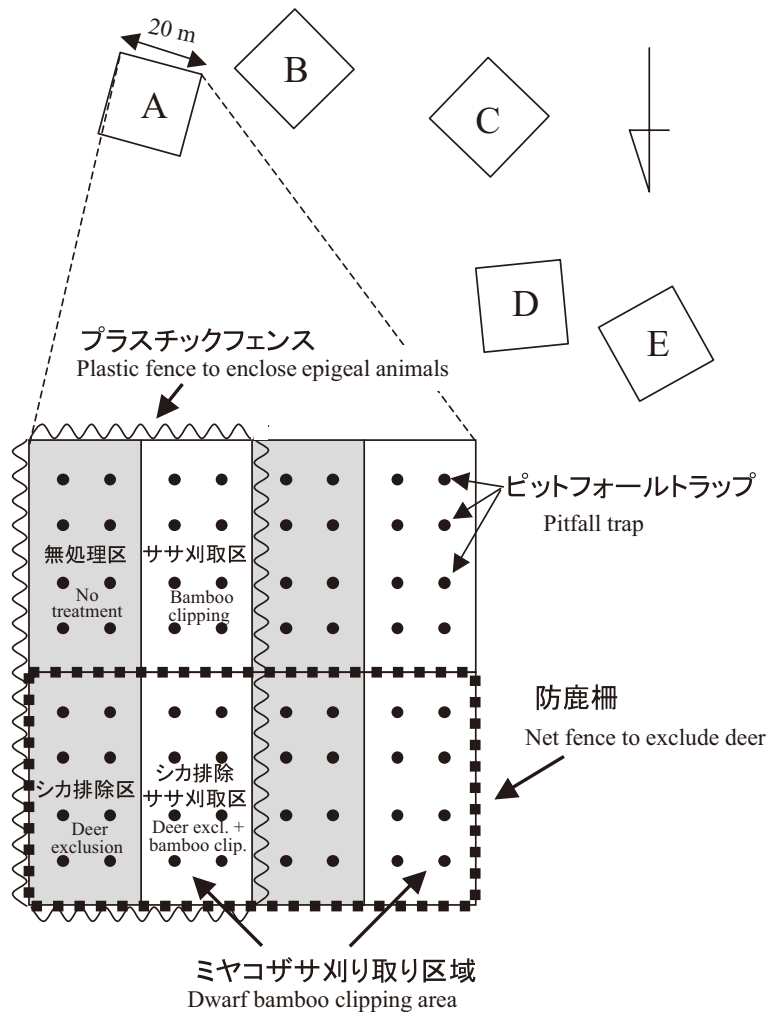


Fig. 1. 調査プロットの位置（上図）とプロット内の実験区の配置およびピットフォールトラップの位置（下図）
 プロット名（A～E）は、Itô & Hino (2004) に従った。
 Location of 5 plots (upper figure) and the organization of sampling units within plots (lower figure).
 Names of plot (A-E) were followed Itô & Hino (2004).

1986)。そのため、地表性節足動物の移出入を制限するフェンス内でのピットフォールトラップによる調査が推奨されている (Desender & Maelfait, 1986)。しかし、フェンスを用いたピットフォールトラップは、設置数の問題で十分なサンプル数を得ることが困難であることから、フェンス外でのピットフォールトラップとの併用も推奨されている (Holland & Smith, 1999)。本調査では、ネズミ排除用に設けられたプラスチックフェンスを、地表性節足動物の移出入を制限するフェンスとして用いた。

以上の設定により、各プロットには、プラスチックフェンス（以下フェンス）内外にそれぞれ 5×10 m の 4 つの実験区、すなわちシカ排除区、シカ排除ササ刈取区、ササ刈取区、無処理区が配置された（日野ら、

2003; Itô & Hino, 2004)。

ササの地上部現存量を測定するために、毎年 10 月にシカ排除区と無処理区で直径 20 cm 円内のササをランダムに 6 か所で刈り取り、70℃ で 72 時間送風乾燥後に乾重を測定した。2002 年は、シカ排除ササ刈取区とササ刈取区でも同じ作業を行った。後述する地表性クモ類へのササ現存量の影響解析には、シカ排除区と無処理区については各年のササ現存量を、シカ排除ササ刈取区とササ刈取区については 2002 年のササ現存量を用いた。

3. 地表性クモ類の捕獲

実験区ごとに 8 個のピットフォールトラップを個々のトラップが約 2.5 m 離れるように 1 列 4 個で 2 列に

設置した (Fig. 1)。ただし、設置場所に立木や木株がある場合は設置場所をずらした。設置場所には、あらかじめ外径 89 mm、内径 77 mm、長さ 20 cm の塩化ビニール製のパイプを片方の切り口が地表面と同じ高さになるように埋めておき、蓋 (上部外径 82 mm、高さ 40 mm のプラスチックカップに砂を入れたもの) をした。採集時には、蓋を取り除き、代わりにピットフォールトラップ (上部外径 83 mm、内径 77 mm、下部内径 54 mm、高さ 120 mm の市販のプラスチックカップ) をパイプに入れた。トラップ底面には排水のため、1 mm 径の穴を、電気ドリルで 50 カ所開けた。1999 ~ 2003 年の毎年春 (5 月下旬から 6 月中旬で、ササ刈り取り作業の直前)、夏 (7 月下旬から 8 月中旬)、秋 (9 月下旬から 10 月中旬) のうちの 3 ~ 5 日間捕獲調査を行い、その後蓋を戻した。各年の捕獲期間は、1999 年 6 月 2 日 - 4 日、8 月 13 日 - 16 日、9 月 28 日 - 30 日、2000 年 6 月 9 日 - 12 日、8 月 8 日 - 11 日、9 月 29 日 - 10 月 2 日、2001 年 5 月 31 日 - 6 月 4 日、8 月 3 日 - 6 日、10 月 15 日 - 17 日、2002 年 5 月 31 日 - 6 月 3 日、8 月 6 日 - 8 日、10 月 3 日 - 7 日、2003 年 5 月 29 日 - 6 月 2 日、7 月 25 日 - 28 日、10 月 15 日 - 17 日である。

捕獲した節足動物の多くはオサムシ科甲虫とクモ類であった。このうちクモ類について、1999 年と 2000 年にはクモ類が入っていたトラップに蓋をして持ち帰

り、トラップごとに 75% エタノール入りのガラス管瓶に移し、液浸標本にした。その後、実験室内で実体顕微鏡 (Leica 社製、MZ APO) を用いて全個体を科まで同定した。ただし、ナミハグモ科とガケジグモ科については属まで同定した。2001 ~ 2003 年には、幼体を含めた捕獲数のみをトラップ設置場所で記録し、その場に逃がした。

4. 統計解析

フェンスがササに与える影響を、2002 年の各プロットにおける実験区ごとのフェンス内とフェンス外のササ地上部現存量の値を対応させた Wilcoxon 符号付順位検定により検定した。

また、総捕獲数が 20 個体以上の地表性クモ類の各グループについて、フェンスおよびササ現存量が捕獲数に及ぼす影響を一般化線形混合モデル (GLMM) により検定した。この解析では捕獲数を目的変数とし、フェンスの有無 (フェンスなし = 0, フェンスあり = 1) とササ地上部現存量の対数、および両者の交互作用を固定効果の説明変数、プロットの別および捕獲年の別をランダム効果の説明変数とする一般化線形混合モデルを作成し、Laplace 法により各係数の大きさを求め、各グループにおいて固定効果の係数が 0 よりも大きい、あるいは小さいかを検定した。このとき、誤差構造をポアソン分布、リンク関数を対数とした。GLMM

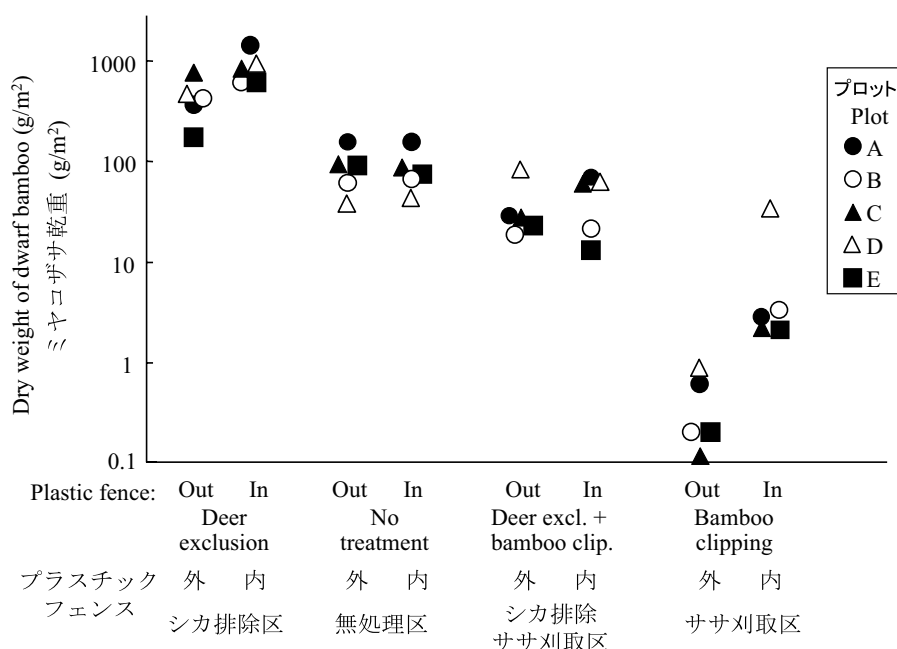


Fig. 2. 2002 年における各プロット各実験区のみヤコザザ地上部乾重
Aboveground dry weight (g/m^2) of the dwarf bamboo for treatments in each experimental plot in 2002.

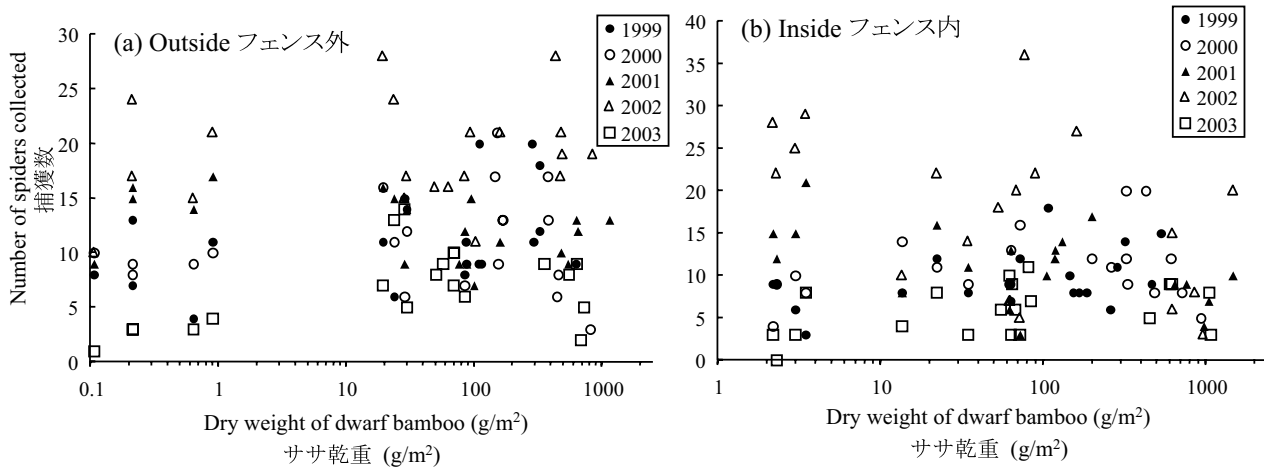


Fig. 3. ミヤコザサ乾重と (a) プラスチックフェンス外の地表性クモ類総捕獲数および (b) 同フェンス内捕獲数の関係
Relationships between the dry weight of the dwarf bamboo and (a) the number of all epigeal spiders collected outside plastic fence and (b) ditto inside the fence.

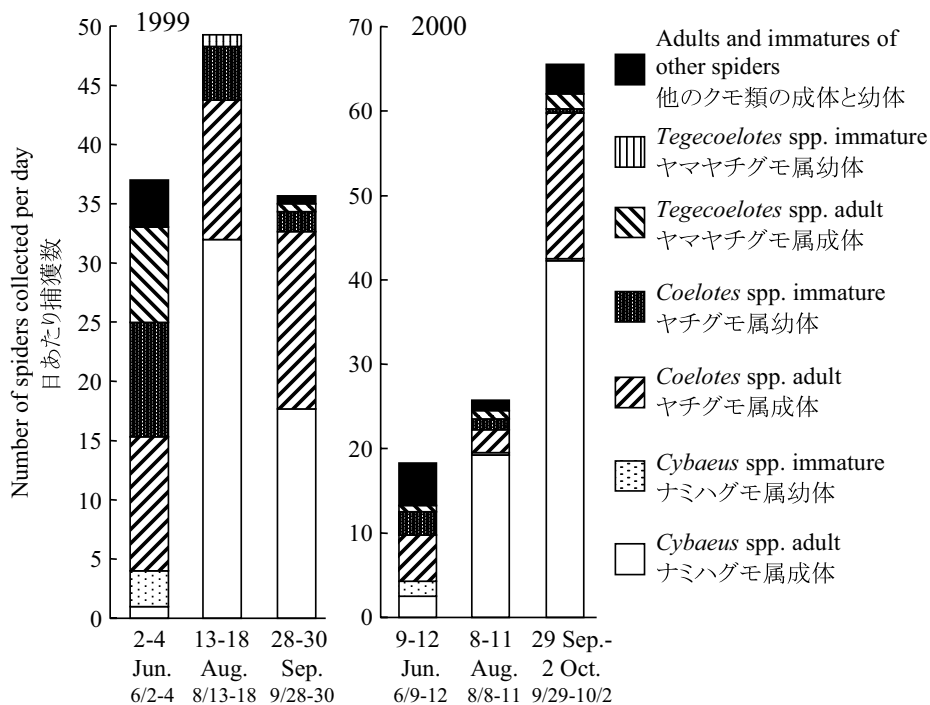


Fig. 4. 1999 年と 2000 年における地表性クモ類の日あたり捕獲数の季節的变化
Seasonal changes in the number of epigeal spiders collected per day in 1999 and 2000.

による解析には R 2.7.0 (R Development Core Team, 2008) 上で MASS パッケージの glmmPQL、lme4 パッケージの lmer、aod パッケージの negbin を使用した。

結果

1. ササ現存量

シカ排除およびササ刈り取り操作についてみると、ササ現存量はシカ排除区で明確に大きかった (Fig. 2)。

次いで無処理区で大きく、そこではササ現存量が 100 g/m² 前後に集中していた (Fig. 2)。シカ排除ササ刈取区のササ現存量は、プロット D 以外で無処理区より若干小さくなる傾向がみられた (Fig. 2)。ササ刈取区では、ササ現存量はもっとも小さかった (Fig. 2)。しかし、ササ現存量はいずれの実験区でもプロット間で大きくばらつき、シカ排除やササ刈り取りといった操作のササ現存量への効果はプロットによって異なってい

Table 1. 地表性クモ類の分類群別捕獲数と5年間の総捕獲数およびプラスチックフェンスとササ乾重の対数を独立変数とした一般化線形混合モデルによる検定結果 ($N = 40$)

Number of epigeal spiders of each group collected in 1999-2000 and number of all epigeal spiders in 5 years (1999-2003) in- and outside the plastic fence, and results of GLMM using plastic fence and logarithmic transformed dry weight of dwarf bamboo as variances ($N = 40$)

	Plastic fence プラスチック フェンス		P value of GLMM GLMMのP値		
	Out- side	In- side	Plastic fence フェンス	Dry weight of bamboo ササ乾重	Inter- action 交互作用
Epigeal spiders collected in 1999-2000 1999-2000年に捕獲された地表性クモ類	外	内			
Cybaeidae ナミハグモ科					
<i>Cybaeus</i> spp. adult ナミハグモ属成体	225	215	0.944	<0.001	0.522
<i>Cybaeus</i> spp. immature ナミハグモ属幼体	8	10	-	-	-
Amaurobiidae ガケジグモ科					
<i>Coelotes</i> spp. adult ヤチグモ属成体	122	106	0.358	0.186	0.722
<i>Coelotes</i> spp. immature ヤチグモ属幼体	34	36	0.846	0.018	0.450
<i>Tegocoelotes</i> spp. adult ヤマヤチグモ属成体	30	10	0.067	0.406	0.465
<i>Tegocoelotes</i> spp. immature ヤマヤチグモ属幼体	2	2	-	-	-
Linyphiidae adult サラグモ科成体	12	21	0.364	0.992	0.103
immature サラグモ科幼体	2	0	-	-	-
Nesticidae ホラヒメグモ科	4	6	-	-	-
Theridiidae ヒメグモ科	3	1	-	-	-
Thomisidae カニグモ科	1	2	-	-	-
Gnaphosidae ワシグモ科	0	1	-	-	-
Total of all epigeal spiders in 5 years 5年間の総捕獲数	1218	1080	0.314	0.022	0.012

た。そのため、地表性クモ類捕獲数の解析には、操作ではなくササ現存量を説明変数に用いた。

フェンスの効果についてみると、シカ排除区とササ刈取区ではササ現存量へのフェンスの影響がみられ、いずれもフェンス内でササ現存量が有意に大きかった (Wilcoxon 符号付順位検定、 $P = 0.043$, $N = 5$)。

2. 地表性クモ類

全体で 2,298 個体のクモが捕獲された。1999 年と 2000 年に行った科・属レベルまでの捕獲数と5年間の総捕獲数、およびフェンス内外とササ現存量の対数を説明変数とした GLMM による解析結果を Table 1 に示した。5年間の総捕獲数については有意なフェンスの影響はなかったが、ササ現存量と交互作用に有意な影響があった (Table 1)。各年の総捕獲数とササ現存量の関係をみると、1999 年のフェンス内外と 2000 年のフェンス内で正の傾向、2001 年のフェンス内外で負の傾向がみられたが、明確な関係はなく、むしろ毎年ササ現存量 100 g/m² 近くで多くなる傾向があった (Fig. 3)。

科・属レベルまでの捕獲数をみると、ナミハグモ科

ナミハグモ属がもっとも多く、次いでガケジグモ科ヤチグモ属が多かった (Table 1)。幼体を含めると、これら 2 属で、全体の捕獲数の 88.6% を占めた。ナミハグモ属成体の捕獲数は夏と秋に多く、ササ現存量の影響が有意であった (Fig. 4、Table 1)。ナミハグモ属成体捕獲数とササ現存量の関係をみてみると、正の関係がみられたが、ピークは 100 g/m² 近くにある傾向がみられた (Fig. 5)。ヤチグモ属成体の捕獲数は秋に多く、春と夏にも比較的多かった (Fig. 4)。フェンスとササ現存量のどちらの影響も有意でなかったが (Table 1)、ササ現存量との関係に正の傾向がみられた (Fig. 5)。ヤチグモ属幼体の捕獲数は春に多く (Fig. 4)、ササ現存量の有意な影響がみられた (Table 1)。ササ現存量との関係は、成体とは逆に負の関係がみられた (Fig. 5)。

考察

1. プラスチックフェンスの影響

本研究で用いたプラスチックフェンスは、ネズミ類を実験的に除去するために設置されたものである (日野ら, 2003; Itô & Hino, 2004, 2005)。もし、地表性

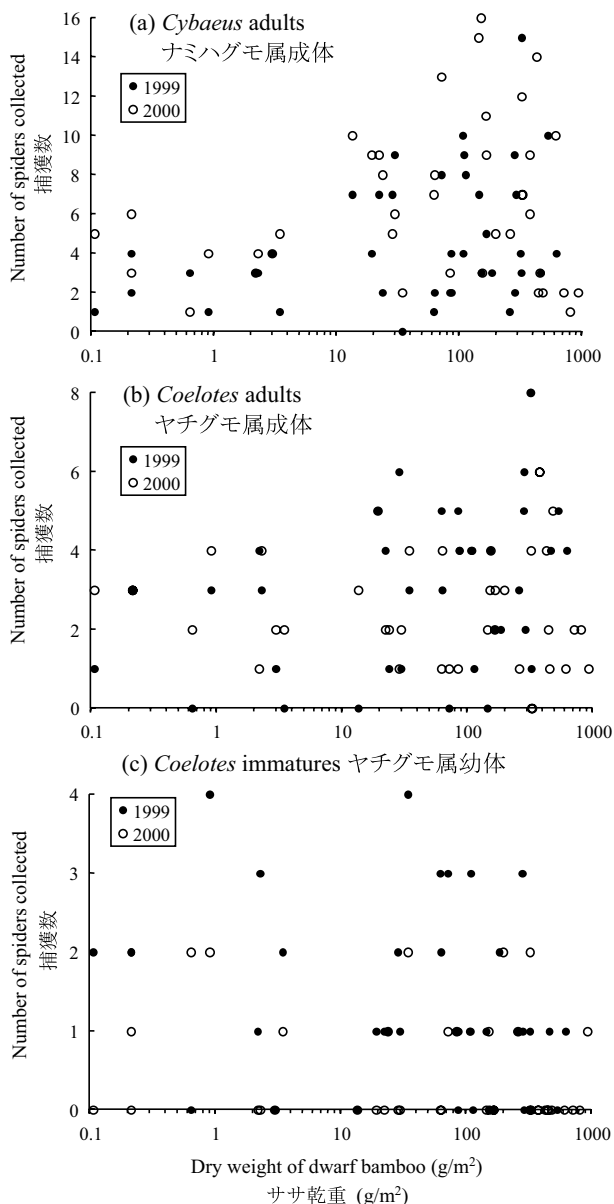


Fig. 5. ミヤコザサ乾重と (a) 1999 と 2000 年におけるナミハグモ属成体捕獲数、(b) 1999 と 2000 年におけるヤチグモ属成体捕獲数および、(c) 同幼体捕獲数の関係
Relationships between the dry weight of the dwarf bamboo and (a) adults of *Cybaeus* spp. collected in 1999 and 2000, (b) adults and (c) immatures of *Coelotes* spp. collected in 1999 and 2000.

クモ類の捕獲にネズミ類による捕食が影響していたとすれば、捕食のあるフェンス外で捕獲数が少なくなるはずである。しかし、総捕獲数はフェンス外で多く、フェンス外で明らかに個体数が少なくなるグループもなかった (Table 1)。これらのことから、本研究においてネズミ類による地表性クモ類捕食の影響はなかったか、あったとしても非常に小さかったといえる。なお、シカ排除区とササ刈取区でフェンス内のササ現存

量が有意に大きかったが、これはネズミ類による新生程の摂食が原因と考えられている (日野ら, 2003, 2006)。

次に、地表性クモ類の移出入を制限する機能としてのフェンスの影響についてみると、これについても有意なフェンスの影響がみられなかった (Table 1)。これは英国のサラグモ科では、フェンスが影響しないか、影響してもごくわずかであったことと一致した (Holland & Smith, 1999)。本研究と同じ方法で行ったオサムシ科甲虫の調査では、捕獲数が 20 個体以上であった 9 種のうち、体サイズで上位 1～3 位の種の捕獲数は、いずれもフェンス外で有意に多かった (上田ら, 2009)。これら 3 種は大型種であるため、活動範囲が広いと予想され、フェンス外のピットフォールトラップによる捕獲率が高くなったと考えられる (Desender & Maelfait, 1986)。地表性クモ類ではフェンスの影響がみられなかったことから、地表性クモ類の活動範囲は、オサムシ科甲虫の大型種と比べると狭い可能性がある。

2. 地表性クモ類とササ現存量の関係

地表性クモ類の総捕獲数は、ササ乾重 100 g/m^2 近くにピークがある傾向がみられた (Fig. 3)。このササ現存量は、現在の大台ヶ原の採食圧下 (無処理区) のそれとほぼ等しかった (Fig. 2)。すなわち、シカの排除によって、または逆にシカの密度増加によって、地表性クモ類は減少すると考えられた。これは、草食動物の採食が地表性クモ類総捕獲数を増加させているという点において、オーストリアの塩性草原での研究結果と同じであり (Zulka et al., 1997)、採食が土壌サンプル中のクモ類個体数を減少させるというニュージーランドの天然林での結果とは異なっていた (Wardle et al., 2001)。しかし、オーストリアやニュージーランドの研究例では、今回刈り取りによって予測した過度の採食の影響までは調べていない。オサムシ科甲虫では、過度の採食についても調べられていて、ノルウェーにおいてヘラジカの採食圧が高いほど総捕獲数が多くなるという報告 (Melis et al., 2006, 2007) と、大台ヶ原において採食の影響がないという報告 (上田ら, 2009) があり、これらは今回の地表性クモ類総捕獲数の結果とは一致しない。総捕獲数の結果は優占種の反応に支配される部分が大きいため、このような様々な結果が生じたと考えられ、種別や分類群別の結果と総捕獲数の結果を対比させて考察する必要がある。

分類群別にみると、ササ乾重 100 g/m^2 近くでピークがあったのは、最優占したナミハグモ属成体だけであった (Fig. 5)。ササ乾重 100 g/m^2 近くとなる無処理区とシカ排除ササ刈取区 (Fig. 2) では、土壌水分がもっとも高くなることが知られている (古澤ら, 2001)。ナミハグモ属は林床の湿度が高いところに多

い傾向がある(井原 庸博士私信)ことから、ナミハグモ属がササ乾重 100 g/m^2 近くで多かったのは、湿度の影響の可能性があり、今後検討が必要である。次に多かったヤチグモ属成体はササ現存量に対して正の関係の傾向がみられたのに対し (Fig. 5)、その幼体はササ現存量の有意な影響を受け、負の関係がみられた (Table 1, Fig. 5)。ヤチグモ属の成体と幼体は、もっとも多い季節も異なっていた (Fig. 4)。これらのことから、ヤチグモ属の存続には時空的に幅広い下層植生環境が必要であると考えられる。地表に設置した粘着トラップによる節足動物の捕獲調査では、ササ現存量が少ないほど捕獲数が多くなり、特にトビムシ目、ハエ目、ハチ目の捕獲数が多くなることが知られている(上田ら, 2009)。これらは地表性クモ類の餌であることから、ヤチグモ属の幼体は食物の多い場所を嗜好した可能性がある。これに対し、成体は隠れ場所となるササの茂みが多い場所を嗜好するため、このようなササ現存量への反応が生じたのかもしれない。ヤチグモ属は糸をはって隠れ家を形成するが、それをつくるときの足場への選好性が成体と幼体で異なることが原因で、あるいはササが少ない場所に多い種では幼体が活発に動くのに対し、ササが多い場所に多い種では成体が活発に動くことが原因で、ササ現存量との関係が成体と幼体で逆になった可能性も考えられ(宮下 直博士私信)、今後検討が必要である。

以上のことから、ナミハグモ属成体には、現在の大台ヶ原におけるシカの採食圧がもっとも適した状態であるが、次に多いヤチグモ属では、成体には採食圧が低いほど適していて、幼体には採食圧が高いほど適していると考えられた。先に述べたように、オーストラリアでは、牛の採食地で非採食地よりも地表性クモ類の捕獲数が多かったが、そこでは非採食地でしか採れない種と採食地でしか採れない種があったことから、非採食地と採食地をおりまぜた下層植生管理が推奨されている (Zulka et al., 1997)。オサムシ科甲虫では、多様な群集を維持し、捕食者としての機能を作用させるには、シカの採食圧の異なる場所を設置する必要があると考えられている (Melis et al., 2006; 上田ら, 2009)。これと同じように、大台ヶ原の地表性クモ類においても、多様な分類群を維持するには、異なった採食圧地を地域内で維持管理する必要があると考えられる。

謝辞

クモ類同定とその方法をご教示いただいた追手門大学の加村隆英博士に深謝する。調査にご協力をいただいた森林総合研究所の古澤仁美博士と浦野忠久博士、同関西支所の衣浦晴生博士、近口貞介氏、橋山真司氏、高原隆子氏、同九州支所の高畑義啓博士、同東北支所の島田卓哉博士、大台ヶ原ビジターセンター職

員の方々、および大台教会の田垣内進一・美枝子夫妻に深謝する。研究に関しアドバイスをいただいた名古屋大学の柴田叡弼博士、東北大学の中静 透博士、森林総合研究所北海道支所の尾崎研一博士と伊藤正仁博士、東京大学大学院農学生命科の宮下 直博士、財団法人広島県環境保全協会の井原 庸博士に深謝する。英文校閲を引き受けていただいた森林総合研究所北海道支所の Dr. Robert Johns に深謝する。なお、本研究は平成 11 ～ 14 年度の環境省国立機関公害防止等試験研究費「生物間相互作用ネットワークの動態解析に基づく孤立した森林生態系の修復技術に関する研究」、文部科学省科学研究費補助金 No. 14206019 と No. 18380097 の補助を受けている。

引用文献

- Côté, S. D., Rooney, T. P., Tremblay, J. P., Dussault, C. and Waller, D. M. (2004) Ecological impacts of deer overabundance, *Ann. Rev. Ecol., Evol., and System.*, **35**, 113-147.
- Desender, K. and Maelfait, J.-P. (1986) Pitfall trapping within enclosures: a method for estimating the relationship between the abundances of coexisting carabid species (Coleoptera: Carabidae), *Holarctic Ecology*, **9**, 245-250.
- 古澤仁美・荒木 誠・日野輝明 (2001) シカとササが表層土壌の水分動態に及ぼす影響—大台ヶ原の事例—, *森林応用研究*, **10**(1), 31-36.
- Furusawa, H., Hino, T., Kaneko, S. and Araki, M. (2005) Effects of dwarf bamboo (*Sasa nipponica*) and deer (*Cervus nippon centralis*) on the chemical properties of soil and microbial biomass in a forest at Ohdaigahara, central Japan, *Bulletin of FFPRI*, **4**, 157-165.
- 古澤仁美・宮西裕美・金子真司・日野輝明 (2003) ニホンジカの採食によって林床植生が劣化した針広混交林でのリターおよび土壌の移動, *日林誌*, **85**, 318-325.
- González-Megías, A., Gómez, J. M. and Sánchez-Piñero, F. (2004) Effects of ungulates on epigeal arthropods in Sierra Nevada National Park (southeast Spain), *Biodiv. Conserv.*, **13**, 733-752.
- 日野輝明・古澤仁美・伊藤宏樹・上田明良・高畑義啓・伊藤雅道 (2003) 大台ヶ原における生物間相互作用にもとづく森林生態系管理, *保全生態学研究*, **8**, 145-158.
- 日野輝明・古澤仁美・伊藤宏樹・上田明良・高畑義啓・伊藤雅道 (2006) シカによる適切な森づくり, 湯本貴和・松田祐之編 “世界遺産をシカが喰

- う シカと森の生態学”, 文一総合出版, 125-146.
- Holland, J. M. and Smith, S. (1999) Sampling epigeal arthropods: an evaluation of fenced pitfall traps using mark-release-recapture and comparisons to unfenced pitfall traps in arable crops, *Entomol. exp. Appl.*, **91**, 347-357.
- Itô, H. and Hino, T. (2004) Effects of deer, mice and dwarf bamboo on the emergence, survival and growth of *Abies homolepis* (Piceaceae) seedlings, *Ecol. Res.*, **19**, 217-223.
- Itô, H. and Hino, T. (2005) How do deer affect tree seedlings on a dwarf bamboo-dominated forest floor? *Ecol. Res.*, **20**, 121-128.
- Maeji, I., Yokoyama, S. and Shibata, E. (1999) Population density and range use of sika deer, *Cervus nippon*, on Mt. Ohdaigahara, central Japan, *J. For. Res.*, **4**, 235-239.
- Melis, C., Buset, A., Aarrestad, P. A., Hanssen, O., Meisingset, E. L., Anderson, R., Moksnes, A. and Røskft, E. (2006) Impact of red deer *Cervus elaphus* grazing on bilberry *Vaccinium myrtillus* and composition of ground beetle (Coleoptera, Carabidae) assemblage, *Biodiv. Conserv.*, **15**, 2049-2059.
- Melis, C., Sundby, M., Anderson, R., Moksnes, A., Pedersen, B. and Røskft, E. (2007) The role of moose *Alces alces* L. in boreal forest - the effect on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) abundance and diversity, *Biodiv. Conserv.*, **16**, 1321-1335.
- 小倉純一 (1998) 食物網研究の現在—クモを扱った研究例を中心に, *Acta arachnol.*, **47**, 59-68.
- R Development Core Team (2008) “R: A language and environment for statistical computing”, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, <http://www.R-project.org>.
- Suominen, O., Danell, K. and Bergström, R. (1999) Moose, trees, and ground-living invertebrates: indirect interactions in Swedish pine forests, *Oikos*, **84**, 215-226.
- 上田明良・日野輝明・伊東宏樹 (2009) ニホンジカによるミヤコザサの採食とオサムシ科甲虫の群集構造との関係, *日林誌*, **91**, 111-119.
- Wardle, D. A., Barker, G. M., Yeates, G. W., Bonner, K. I. and Ghani, A. (2001) Introduced browsing mammals in New Zealand natural forests: Aboveground and belowground consequences, *Ecol. Monographs*, **7**, 587-614.
- 八幡明彦 (2005) クモのいる自然環境を守るとはどういうことか, *Acta Arachnol.*, **54**, 147-153.
- Yokoyama, S., Koizumi, T. and Shibata, E. (1996) Food habits of sika deer as assessed by fecal analysis in Mt. Ohdaigahara, central Japan, *J. For. Res.*, **1**, 161-164.
- Yokoyama, S. and Shibata, E. (1998) The effects of sika-deer browsing on the biomass and morphology of a dwarf bamboo, *Sasa nipponica*, in Mt. Ohdaigahara, central Japan, *For. Ecol. Manage.*, **103**, 49-56.
- Zulka, K. P., Milasowszky, N. and Lethmayer, C. (1997) Spider biodiversity potential of an ungrazed and a grazed inland salt meadow in the National Park ‘Neusiedler See-Seewinkel’ (Austria): implications for management (Arachnida: Araneae), *Biodiv. Conserv.*, **6**, 75-88.