関西自然保護機構会誌 25 (1) : 33−41, 2003

原 著

奈良公園におけるニホンジカの樹皮剥ぎと立地条件

奈良佐保短期大学生態学研究室 前 迫 ゆ り
奈良女子大学理学部生物科学科 和 田 恵 次
奈良女子大学理学部生物科学科 松 村 みちる

Bark stripping by Sika deer (*Cervus nippon*) observed in different habitats in Nara Park, western Japan. Yuri Maesako (*Laboratory of Ecology, Nara Saho College, Rokuyaon, Nara 630-8566, Japan*), Keiji Wada & Michiru Matsumura (*Department of Biological Science, Faculty of Science, Nara Women's University, Nara 630-8506, Japan*).

Abstract The bark stripping by Sika deer (*Cervus nippon*) was investigated in the different habitats; a grassland, a forest-edge and a forest in Nara Park, western Japan. Trees of *Camellia japonica* and *Photinia glabra*, which are palatable to Sika deer, were used to evaluate the frequency and degree of bark stripping by Sika deer in three areas; grassland, forest-edge and forest. In the daytime of September and November, the deer densities in grassland, forest-edge, and forest were 24.4±50.5 ha^{-1}, 68.3±89.3 ha^{-1}, and 20.6±23.8 ha^{-1}, respectively. About 80% of the deer were feeding in the grassland, while 30-40% feeding and moving in the forest-edge and 30-40% feeding and sitting in the forest, respectively. The deer bark stripping was severely caused in the grassland rather than in the forest. The relationship between the bark stripping by Sika deer and the habitat condition was discussed in the light of these results.
Key Words: Bark-stripping, Habitat, Nara Park, Sika deer

はじめに

局所的に高密度化したシカ個体群は植生の退行，種多様性の減少および森林の更新阻害などさまざまな影響を与えるが（eg. 梶, 1993；川原, 1997；Yokoyama & Shibata, 1998；高槻, 2000；山倉ほか, 2001；前迫, 2001a, 2002；土肥ほか, 2000），樹皮剥ぎは枝葉の採食以上に樹木枯死につながる可能性が高く，森林生態系に与える影響は大きい（Prior, 1983；Gill, 1992；Akashi & Nakashizuka, 1999）。樹皮剥ぎ行動の意義として，サインポストの役割（Johansson *et al.*, 1995），繁殖期の雄間同士のコミュニケーション（Kile & Marchinton, 1977）あるいは冬季の採餌行動（Ueda *et al.*, 2002）とする諸説が示されているが，まだ一定の見解は得られていない。

財団法人奈良の鹿愛護会の 2001 年配布資料および藤田（1995）によると，奈良公園で長年約 1000 頭を維持してきたニホンジカ（*Cervus nippon* TEMMINCK, 以下シカと略称）の個体数は 1990 年以降漸増しており，シカ個体数と餌資源のバランスからみた場合にも，奈良公園平坦域のシカの密度（夏期 961.1 頭／km^2，秋期 907.7 頭／km^2）は適正個体数を超えていると考えられ

る（立澤ほか，2002）。春日山原始林の種組成や森林更新などにはシカによるマイナスの影響が生じているが，（前迫，2001a，2002；Maesako *et al.*，2003；山倉ほか，2001），奈良公園内春日山原始林におけるシカの生息実態に関する情報はほとんど得られていない（立澤・藤田，2001）。

奈良公園のシカの行動は年周期活動や社会構造などから詳細な研究がなされている（三浦，1978，1980a，1980b）が，樹皮剥ぎ行動に関する調査は進められていない。さらに樹皮剥ぎの定量的調査から樹木の枯死率（星野ほか，1987；Welch *et al.*，1987），剥皮発生機構（神崎ほか，1998）および樹木選択性（前迫・鳥居，2000；土肥ほか，2000）などの研究がなされている。しかし地域によって森林構成種をはじめシカをとりまく環境は異なり，シカの樹皮剥ぎについて地域レベルでの情報の集積は十分とはいえない。

以上のことから，著者らはシカの樹皮剥ぎ行動を探るため，奈良公園に樹木を設置してシカの反応を観察する野外実験を試みた。その結果，樹皮剥ぎ頻度に顕著な季節変動は認められないことや昼夜ともに樹皮剥ぎが行われるなどの知見を得た（松村ほか，未発表）。本稿では先に得られた知見をもとに，シカによる樹皮剥ぎ行動が「草地」と「森林（林縁および林内）」という立地条件の違いを反映するのかという視点から実験設定を行い，シカの個体数，行動および樹皮剥ぎ頻度から，樹皮剥ぎと立地条件についての考察を試みた。

本研究にご協力いただいた春日大社および財団法人奈良の鹿愛護会に厚くお礼申し上げる。本研究は住友財団環境研究助成および PRO NATURA ファンド（日本自然保護協会および自然保護助成基金）の研究助成を受けた。

調査地および調査方法

調査は奈良市街地東部に位置する奈良公園内飛火野の草地（シバ群落）および東に約 300 m の地点に成立する森林（照葉樹林）で行われた。

予備実験

奈良公園におけるシカの行動のなかでも，とくに樹皮剥ぎ行動に着目した実験を設定するにあたり，鹿苑（財団法人 奈良の鹿愛護会が管理）でシカの設置樹木に対する反応を探るための予備実験を行った。予備実験に用いた樹種は，飛火野で使用する実験樹木とは異なるが，設置樹木に対する反応と樹皮剥ぎ部分の形状などを確認するため，春日山原始林で正の選択性を示した種（前迫・鳥居，2000）からシキミとクロガネモチを選定した。

通常，家畜用飼料を与えられている雌ジカの柵内にシキミとクロガネモチのコンテナをそれぞれ各 1 本設置した。予備実験は 2001 年 4 月 17 日午前 7：00 から午前 10：00 の間に行われた。

シカの行動調査

シカの頭数およびシカの活動内容を，シバ草地（約 60×20 m^2），林縁（約 60×5 m^2）および林内（約 65×50 m^2）の 3 カ所で，2001 年 9 月 24 日，28 日，11 月 28 日および 30 日の午前 7 時 30 分から午後 5 時の間に走査サンプリング（マーティン・ベイトソン，1990）により調査された。1 時間ごとに三カ所の実験区を巡回し，1 回の巡回毎に見られたシカの各個体の行動内容を記録した。シカの行動内容は採食行動（feeding；シバをはじめとする草本類や落ち葉などを食べている），休息・反芻（sitting；座って休息や反芻をしている），スタンディング（standing；立ち止まっている），移動（moving；移動している），その他の 5 つに類別した。

立地別の樹皮剥ぎ

立地によりシカの樹皮剥ぎが異なるかどうかを明らかにするため，草地，林縁および林内の3カ所に樹木を設置した。森林の高木層にはモミ，スギおよびイチイガシなど，亜高木層および低木層にはイヌガシ，アセビおよびヒサカキなど，草本層にはイズセンリョウおよびイワヒメワラビなどがそれぞれ生育している。コンテナに1本づつ植栽された樹木2種を1グループとして，草地，林縁および林縁から20 m入った林内の計3カ所に樹木を設置した。

春日山原始林における樹皮剥ぎ調査から，小径木に対しても樹皮剥ぎが確認されたため（前迫，2001b），運搬と入手が容易で，なおかつ春日山原始林で高い正の選択性を示したカナメモチ *Photinia glabra* とヤブツバキ *Camellia japonica*（前迫・鳥居，2000）を設置樹木として用いた。実験に使用された樹木の根元直径（D_0）は1.2～2.8 cm，胸高直径（DBH）は0.8 cm，樹高は160 cm～180 cmである。各樹木は高さ27 cmのコンテナに植栽された。

樹皮剥ぎ頻度および樹皮剥ぎ面積に関する実験は2001年10月1日～5日および11月27日～12月1日の期間に行われた。11月27日午前中を除いて午前9時および午後4時の1日2回，樹皮剥ぎの有無とその程度を記録した。10月の樹皮剥ぎ実験において，午前中に草地に設置された樹木は1日目の午後にはコンテナから引き抜かれ，草地での実験が中断された。11月に再度コンテナと樹木を固定して実験を行った。全調査期間を通して，ヤブツバキとカナメモチのそれぞれにおいて，草地では20回，森林（林縁および林愛）では29回，樹皮剥ぎの有無を確認した。樹皮剥ぎ数にかかわらず，樹皮剥ぎが確認された場合には1とし，確認されない場合には0とした。

樹皮剥ぎの痕跡がある場合にはその痕跡ごとに，地際から樹皮剥ぎの下端および上端までの高さ，樹皮剥ぎの最大幅をそれぞれ測定した。この測定値から剥皮面積を楕円形近似して算出した。

結　果

予備実験：ニホンジカの樹木に対する反応

鹿苑に樹木設置後，シカは1分以内に樹木に近づき，シキミには5－7頭，クロガネモチには10－12頭のシカが枝および葉の採食行動を行った。その後，シキミについては体をこすりつける「こすりつけ行動（rubbing）」を1頭のシカが行い，その際，1 cm×1 cm程度の樹皮が剥皮された。クロガネモチについては2頭が顔を横に向けて下顎で積極的に樹皮剥ぎを行い（図1），樹皮を採食した。樹皮剥ぎによる採食はいずれも形成層を含んでいた。

立地別のシカの密度および行動

草地，林縁および林内においてシカ個体数の時間変動を調べた結果，草地では，早朝（7時30分から9時）と夕方（16時から17時）にシカ個体数が増加する傾向を示したが，林縁および林内におけるシカ個体数の時間的変動は顕著ではなかった（図2）。調査期間のにおける各実験区のシカ個体密度（ha^{-1}）は草地実験区で24.4±50.5 ha^{-1}，林縁実験区で68.3±89.3 ha^{-1}，林内実験区で20.6±23.8 ha^{-1}であり，林縁におけるシカの個体密度は草地及び林内に比べて有意に高い値を示した（表1；ANOVA, $p<0.001$）。

シカの行動内容の比率を比較すると，いずれの実験区においても採食行動の比率は高いものであったが，草地ではとくに高い値を示した。林縁では採食，移動および休息，林内では採食および休息の比率がそれぞれ同程度高い値を示した（図3）。したがって草地と森林においてシカの行動内容は若干異なるものの，いずれの立地においても採食

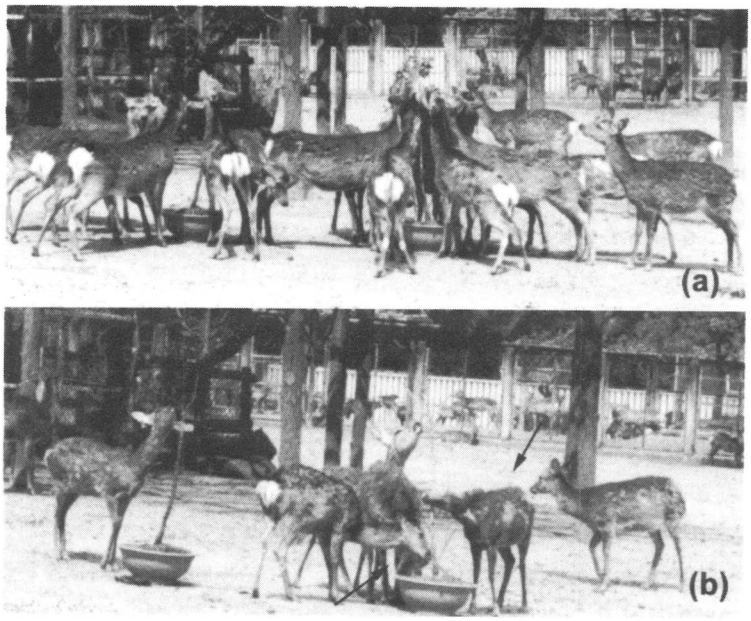


図1． 奈良公園鹿苑における雌シカの設置樹木に対する反応（2001年4月17日撮影）．(a) クロガネモチ（右側）とシキミ（左側）に対して枝および葉を採食．(b) 採食行動の数分後，クロガネモチに対して樹皮剥ぎ行動を示した（矢印）．

行動の比率が高いという点において共通していた。

立地別の樹皮剥ぎ頻度

樹皮剥ぎ頻度を立地間で比較した結果（表2），草地での樹皮剥ぎ頻度は期待値よりも高かったが，林縁と林内では低い値を示し，実験区間における樹皮剥ぎ頻度の差異は有意であった（χ^2検定；$p<0.0001$）。樹種別に立地間で比較した場合にもヤブツバキ（χ^2検定；$p<0.0005$）とカナメモチ（χ^2検定；$p<0.01$）それぞれにおいて，有意差が認められた。

草地ではシカによる樹木の引き抜きが激しく，10月の実験は途中で中断されたが，調査期間における各実験区での樹皮剥ぎ数および樹皮剥ぎ面積を比較すると，いずれも草地で高い傾向を示した（図4）。1日あたりの樹木毎の剥皮数を3実験区間で比較した場合にも，草地で有意に高い値が得られた（図5；ANOVA; $p<0.05$）。

考　察

草地および森林という立地条件の違いによって行動内容の比率は異なったが，両方の立地において採食行動をしているシカの比率は高く，森林と草地の両方が採食行動の場として利用されていることが示された。ただし林縁部では移動の比率が高く，シカの個体密度が高いにもかかわらず，樹皮剥ぎ頻度が高くないのは，シカの場所利用が林内と異なることによると考えられた。

樹皮剥ぎは形成層部分までを採食していることから，樹皮剥ぎも採食行動の一部とみなされる。しかし予備実験においてシカは家畜用飼料を与えられているにもかかわらず，即座に樹皮剥ぎや枝葉の採食行動を示したことから，樹皮剥ぎ行動が

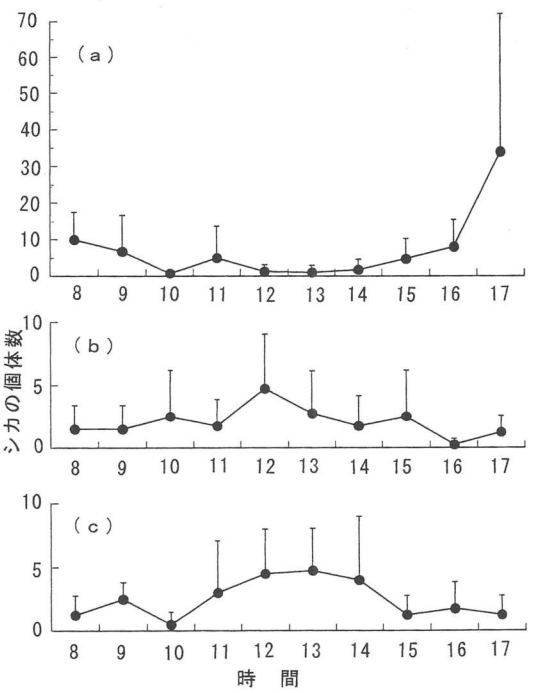


図2. シカの日中の個体数変動（平均値および標準偏差）.（a）草地,（b）林縁,（c）林内. 9月と11月に計4日間調査を実施.

空腹を満たすという食糧摂取を意味するのかどうかについては，今後の検討課題としたい。

シカの個体密度を立地間で比較すると，林縁で有意に高かったが，樹皮剥ぎ頻度は草地でもっとも高いという結果が得られた。これは草地では見通しがよいために，設置された樹木にシカが素早く反応した可能性が考えられる。さらに林縁に比して，草地では採食行動するシカの比率が高いなど，シカの場所利用との関係も示唆される。アジアに生息するシカは狩猟圧や捕獲圧が高い場合には森林内を主に利用し，それらが低い場合には林縁部や低木林を利用する傾向にあるとされている

表1. 奈良公園の草地，林縁および林内の調査区域内におけるシカの個体密度. 数値は平均値±標準偏差. 異なるアルファベットは有意差（ANOVA, $p<0.05$）があることを示す.

草　地	林　縁	林　内
24.4±50.5[a]	68.3±89.3[b]	20.6±23.8[a]

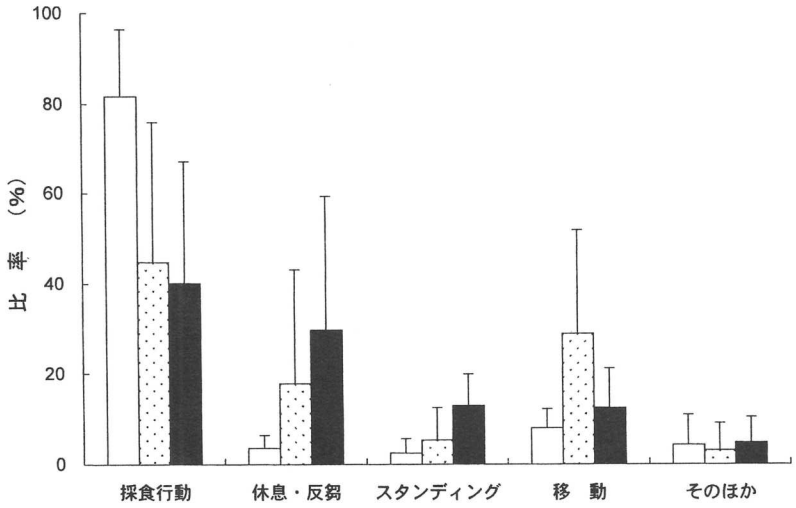


図3. 草地（□），林縁（⊡）および林内（■）におけるシカの行動比率.

表2. 草地，林縁および林内におけるシカの樹皮剥ぎ頻度の比較．設置樹木に対する樹皮剥ぎ頻度を2001年10月1日から5日および11月27日から12月1日までの期間に，午前と午後にそれぞれ1回樹皮剥ぎの有無を確認した．

樹皮剥ぎ	草　地*	林　縁	林　内	χ^2	p
ヤブツバキ	*Camellia japonica*				
有	12	3	6	15.7	＜0.0005
無	8	26	23		
カナメモチ	*Photinia glabra*				
有	11	4	8	9.7	＜0.01
無	9	25	21		
両　種					
有	23	7	14	24.9	＜0.0001
無	17	51	44		

＊草地の設置樹木がシカに引き抜かれたため，9回分の記録が得られなかった．

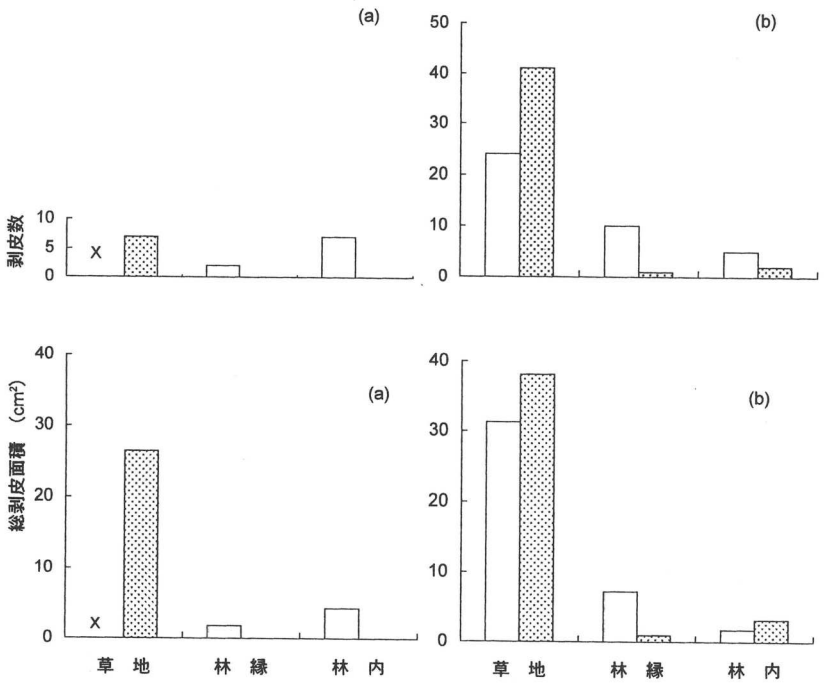


図4. 草地，林縁および林内におけるカナメモチ（□）とヤブツバキ（▨）に対する剥皮数および剥皮面積．(a) 10月1日～5日，(b) 11月27日～12月1日に調査を実施．×はシカにより樹木が引き抜かれたため，データが得られなかったことを示す．

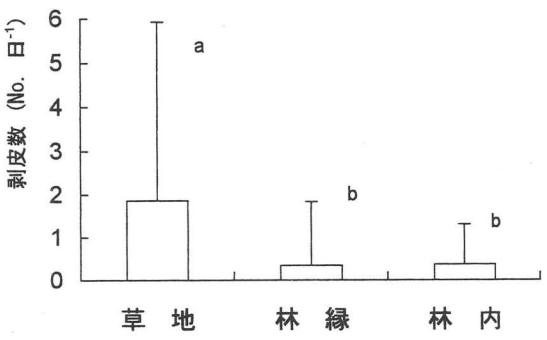


図5．草地，林縁および林内における樹木1本あたりの剥皮数（No. 日$^{-1}$．平均値および標準偏差）の比較．異なるアルファベットは有意差があることを示す（ANOVA, $p<0.05$）．

(Banwell, 1999)。奈良公園において狩猟圧は皆無で，また捕獲圧もない状態であることから，森林に限らず，飛火野のような草地に点在する樹木に対しても樹皮剥ぎ行動を活発に行っていると考えられる。

シカの樹皮剥ぎは森林更新に大きな影響を及ぼすが，今回の実験ではシカの樹皮剥ぎは森林に限定された行動ではなく，むしろ草地において樹皮剥ぎ行動が活発に行われることが示唆された。野生動物管理と森林保全の視点から，シカの森林利用と樹皮剥ぎとの関連性を明確にするためにさらに詳細な調査が必要とされる。

摘　要

1. 奈良公園の草地，林縁および林内という異なる立地にコンテナに植栽されたヤブツバキとカナメモチを設置し，立地別のニホンジカの個体密度，行動および樹皮剥ぎ頻度などを調査した。
2. シカ個体密度（ha^{-1}）は草地実験区で24.4±50.5 ha^{-1}，林縁実験区で68.3±89.3 ha^{-1}，林内実験区で20.6±23.8 ha^{-1}であった。
3. 草地，林縁および林内における樹皮剥ぎ実験において，樹皮剥ぎ面積および樹皮剥ぎ数は草地でもっとも高かった。
4. ヤブツバキとカナメモチに対する樹皮剥ぎ頻度は，立地間で差異が認められ，両種ともに草地で最も高かった。
5. 草地では採食行動の比率が圧倒的に高く，林縁では採食および移動，林内では採食と休息の比率が同程度に高い比率を示した。

引用文献

Akashi, N & T. Nakashizuka. 1999. Effects of bark-stripping by Sika deer (*Cervus nippon*) on population dynamics of a mixed forest in Japan. Forest Ecology and Management, 113 : 75−82.

Banwell, D. B. 1999. The Sika. 137pp. The Halcyon, New Zealand.

土肥昭夫・遠藤晃・川原弘・馬場稔. 2000. 小値賀地区野崎ダム影響評価調査報告書. 33pp. 九州大学大学院理学研究科, 福岡.

藤田和. 1995. 奈良のシカ略年表. 15pp. ゆるき, 奈良.

Gill R. M. A. 1992. A review of damage by mammals in north temperate forests : 3. Impact on trees and forests. Forestry, 65 : 363−388.

星野義延・治田則男・丸山直樹. 1987. ニホンジカ・ツキノワグマが大台ケ原山のトウヒ林に及ぼす影響. 中西哲博士追悼　植物生態・分類論文集, 367−377.

Ivlev. V. S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven, 302pp. Connecticut.

Johansson, A., O. liberg & K. J. Wahlstrom.

1995. Temporal and physical characteristics of scraping and rubbing in roe deer (*Capreolus capreolus*). Journal of Mam-malo gy, 76 : 123－129.

梶光一. 1993. シカが植生を変える －洞爺湖中島の例－.「生態学からみた北海道」(東正剛・阿部永・辻井達一編). 373pp. 北海道大学図書刊行会, 北海道.

神崎伸夫・丸山直樹・小金澤正昭・谷口美洋子. 1998. 栃木県日光のニホンジカによる樹木剥皮. 野生生物保護, 3 : 107－117.

川原弘. 1997. 野崎島の植生に及ぼすシカによる採食の影響と今後のシカの保護管理について. 長崎総合科学大学地域科学研究所紀要「地域論叢」, 15 : 61－71.

Kile, T. L. & L. R. Marchinton. 1977. White-tailed deer rubs and scrapes : spatial, temporal and physical characteristics and social role. The American Midland Naturalist, 97 : 257－266.

前迫ゆり. 2000. 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.

――. 2001a. 春日山原始林における「シカと植物」の現状と問題点. 関西自然保護機構, 23 : 171－197.

――. 2001b. 春日山照葉樹林におけるシカの樹皮剥ぎとその選択性. 日本生態学会講演要旨集, 48 : 118.

――. 2002. 保護獣ニホンジカと世界遺産春日山原始林の共存を探る. 日本植生学会誌, 19 : 61－67.

Maesako, Y. Namami, S. & Kanzaki, M. 2003. Invasion and spreading of two alien species, *Pococarpus nagi* and *Sapium sebiferum*, in a warm-temperate evergreen forest of Kasugayama, a World Heritage of Ancient Nara. In : Global Environment and Forest management (ed. Furukawa, A.), KYOUSEI Science Center for Life and Nature, Nara Women's University (*in press*).

――・鳥居春己. 2000. 特別天然記念物春日山原始林におけるニホンジカ *Cervus nippon* の樹皮剥ぎ. 関西自然保護機構会誌, 22 : 13－15.

マーティン, P.・ベイトソン, P. 1990.「行動研究入門 : 行動の観察から解析まで」(粕谷英一ほか訳). 178pp. 東海大学出版会, 東京.

三浦慎悟. 1978. 奈良シカの年周期活動　I 発情期のオスを中心に.(財)春日顕彰会　昭和 52 年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告書, 3－13.

――. 1980a. 奈良公園におけるニホンシカの社会構造　I オスの社会.(財) 春日顕彰会　昭和 54 年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 3－11.

――. 1980b. 奈良公園におけるニホンシカの行動・社会学的研究　I 発情期におけるオス間の社会的相互行動 (予報) .(財) 春日顕彰会　昭和 54 年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 13－41.

Prior, R. 1983. Trees and Deer : How to cope with deer in forest, field and garden. 208pp. B. T. Batsford, London.

菅沼孝之. 1982. 植生.奈良公園史自然編. pp.13－48, 奈良県.

高槻成紀. 2000. シカが及ぼす生態的影響. 生物科学, 52 : 29－36.

立澤史郎・藤田和. 2001. シカはどうしてここにいる？ －市民調査を通してみた「奈良のシカ」保全状の課題－. 関西自然保護機構会誌, 23 : 127－140.

――・藤田和・伊藤真子. 2002. 奈良公園平地部

におけるニホンジカの個体数変動，関西自然保護機構会誌，24：3－14.

Ueda, H., S. Takatsuki & Y. Takahashi. 2002. Bark stripping of *Hinoki cypress* by sika deer in relation to snow cover and food availability on Mt. Takahara, cntral Japan. Ecological Research, 17：545－550.

渡辺弘之. 1976. 奈良公園の植生・景観に及ぼすシカの影響. 昭和50年度春日大社境内原生林調査報告. 春日顕彰会, 35－42.

Welch D., W. B. Staines, D. Scott & C. D. Catt. 1987. Bark-stripping damage by red deer in a Sitka spruce forest in Western Scotland. II.Wound size and position. Forestry, 61：245－254.

山倉拓夫・川﨑稔子・藤井範次・水野貴司・平山大輔・野口英之・名波哲・伊東明・下田勝久・神崎護. 2001. 春日山照葉樹林の未来. 関西自然保護機構会誌, 23：157－167.

Yokoyama, S. & E. Shibata. 1998. Characteristics of *Sasa nipponica* grassland as a summer forage resource for sika deer on Mt. Ohdaigahara, central Japan Ecological Research, 13：193－198.