特集「シカの採食圧による植生被害防除と回復」

ニホンジカ高密度生息域のススキ草原における草原生植物種多様性の低下

橋本佳延^{*1)}・栃本大介²⁾・黒田有寿茂^{3, 1)}・田村和也⁴⁾・
福井 聡⁵⁾

- 1) 兵庫県立人と自然の博物館自然・環境再生研究部 Division of Ecological Restoration, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo
- 2) 財団法人ひょうご環境創造協会 Hyogo Environmental Advancement Association
- 3) 兵庫県立大学自然・環境科学研究所 Institute of Natural and Environmental Sciences University of Hyogo
- 4) 株式会社 里と水辺研究所 Institute of Rural & Urban Ecology Co., LTD.
- 5) 一般財団法人 日本気象協会 Japan Weather Association

摘要：良好に管理されているススキ草原の種多様性がシカの採食によって受ける影響を明らかにするために、シカ高密度化が進む兵庫県神河町の低峰高原ススキ草原にて防鹿柵を設置し、柵内外の出現種の出現頻度・平均被度を調査した。結果、ススキ以外の草本種数は防鹿柵区の方が約4種多かった ($p < 0.05$)。ススキ以外の草本植物被度は防鹿柵区で4.0ポイント高く ($p < 0.05$)、広葉草本被度は防鹿柵区の方が4.9ポイント高かった ($p < 0.001$)。防鹿柵区での平均被度が有意に高い種(種群A)は2種、防鹿柵のみに出現した種(種群B)は8種確認された。防鹿柵と無柵区との間に生じる広葉草本の被度の差への寄与率は種群Aが27%、種群Bが11%だった。このことから、シカの採食はススキ草原の種多様性に対して負の影響をもたらし、その影響は特定の種に対して顕著に及ぶ可能性があると考えられた。シカの高密度生息地域では、管理により良好に維持されているススキ草原であっても、シカの採食により植物の種多様性が低下する恐れがある事が示唆された。

キーワード：ススキ群落、防鹿柵、低峰高原、植物被度、出現種数

HASHIMOTO, Yoshinobu, TOCHIMOTO, Daisuke, KURODA, Asumo, TAMURA, Kazuya and FUKUI, Satoshi:
Reduction in grassland plant species diversity of a *Miscanthus sinensis* community in an area of high sika deer density

Abstract: To clarify the impact of sika deer (*Cervus nippon* Temminck) browsing on the diversity of grassland plant species in a well-maintained *Miscanthus sinensis* community in a high-density area of sika deer, we established deer-proof fences in a *M. sinensis* community and surveyed the occurrence and coverage of each species inside and outside the fences in the town of Kamikawa, Hyogo Prefecture. The number of grassland plant species excluding *M. sinensis*, the total coverage of grassland plants excluding *M. sinensis*, and the total coverage of forb plants were significantly lower outside the fences than inside. Similarly, the coverage of both species was significantly lower outside the fences than inside. Eight species grew only inside the fences. These species disproportionately occurred inside the fences and contributed a total of 33% of the total coverage of forb plants inside the fences. These findings suggest that browsing by sika deer has had a negative impact on the species diversity of the *M. sinensis* community. In particular, our findings suggest that browsing has a potentially negative impact on several specific species. *M. sinensis*-dominated grassland maintained in good condition is at risk of losing its species diversity through sika deer browsing in areas of high sika deer density.

Key words: grassland plant species, *Miscanthus sinensis* community, *Cervus nippon* Temminck, deer-proof fence, species diversity

1. はじめに

近年、国内各地でニホンジカ *Cervus nippon* Temminck の生息密度が上昇し、全国規模での植生の衰退が懸念されている²⁰⁾。これまで報告されているシカの過食圧による植生衰退の事例は植物群落の種組成・構造の変化^{2,3)}、種多様性の変化^{3,9,19)}、構成種の被度の低下^{23,25)}や個体数の減少・消失など^{22,24,25)}が挙げられる。これらの報告の大半は森林群落におけるものであり、被害報告の約9割が森林群落といわれる²⁰⁾。ところが、草原植生、特にススキが優占する大規模草原（以下、ススキ草原）におけるシカ食害についての研究事例は少なく¹³⁾、ススキの嗜好性が低いこと¹⁾もあって森林に比べシカ食害の影響が外観に現れにくく、その植生衰退の実態については十分に検討されていない。

ススキ草原は、土地改変、管理放棄に伴う遷移の進行などにより面積が激減し⁷⁾、急速に失われつつある⁸⁾。また残されたススキ草原においても種組成が変化して¹¹⁾、草原生植物の多くが絶滅の危機に瀕している。そのため、全国各地のススキ草原では、希少種を含む草原生植物を中心とした生物多様性の保全を目的に刈り取りや火入れなどの管理活動が行われている¹²⁾。しかし、良好な管理により維持されるススキ草原であったとしても地域のシカが高密度化した場合にはその食害の影響をうけるおそれがある。

ススキ草原は、草原生の絶滅危惧植物の生育にとって重要な生態系であり、地域の生物多様性を保全するためには、シカによる影響を把握することが急務といえる。そこで本研究では、近年のシカの高密度化が報告される兵庫県神戸市低峰高原ススキ草原において、防鹿柵を設置、防鹿柵内外の植生の変化を調査しシカ食害による種多様性への影響を明らかにしたので報告する。

2. 方 法

2.1 調査地概要

調査地は兵庫県神戸市低峰高原で、標高 800~850 m の範囲に位置し、瀬戸内気候地域よりも降水量多い内陸気候地域に属している¹⁷⁾。

本草原は戦前より行われている毎年1回の早春の火入れによってススキ草原として維持されており¹⁰⁾、貴重な植物群落（群落複合）のAランクに指定される⁶⁾保全上重要な生態系である。本草原は、ホクチアザミ、リンドウ、ツリガネニンジン、ミツバツチグリ、ヤマハギ、ゼンマイ、アキノキリンソウ、シラヤマギク、ニガナ、オトコヨモギ、チゴユリ、オオアブラススキなどを構成種として含むことから、ススキーホクチアザミ群集に同定されている¹⁸⁾。なお、植物の学名は表-1に示した。

本地域の2008年におけるシカの出猟1人1日当たりの目撃頭数は2~3頭/人・日で、周辺と比較して相対的に値が高く、シカの生息密度は高い⁴⁾。低峰高原周辺のスギ・ヒノキ林でのシカによる樹皮摂食は1982年には確認され、年を経るごとに被害林分は増加、範囲も拡大している¹⁴⁾。また本

地域ではシカの生息数は2004年~2008年にかけて5~20%の増加⁴⁾、2006年~2010年にかけては20%以上の増加⁵⁾が報告されており、少なくとも1980年代から本地域でのシカの生息密度は増加傾向にあると考えられる。低峰高原の火入れ管理を実施する兵庫県神戸市川上地区の住民および、とのみね自然交流館へのヒアリングによれば、近年、ススキ草原内の草原生植物の個体数や種数が減少、ススキの穂の密度や草丈が低下しており、シカの食害による植生衰退の可能性が懸念されている。

2.2 方形区設置

シカの食害によるススキ群落の種多様性への影響を検証するため、草原内に防鹿柵区(8m×8m)および無柵区(8m×8m)を各3区設置した。各区内には植生調査用の小方形区(2m×2.5m)を5区(合計30区)設置した。方形区は火入れ後の2010年4月に、防鹿柵は2010年5月に設置した。

2.3 植生調査

調査は2010年9月に実施した。調査では小方形区ごとに出現する全植物種の被度(%)を測定した。立地環境については斜面方位、傾斜角度をクリノメーターにて計測した。

無柵区と防鹿柵区との種組成の比較のため、各区における出現種の出現頻度および平均被度を算出し、総出現回数2回以上の種を対象に、出現頻度および平均被度の無柵区と防鹿柵区間の差違についての検定を行い、その結果を考慮して、次のようなグループに分類した。すなわち、「無柵区(防鹿柵区)で被度が有意に高い種」、「無柵区(防鹿柵区)で出現頻度が有意に高い種」、「無柵区(防鹿柵区)のみに出現した種」の6種群と、これらにあてはまらない種の「その他の種」とに分類した。検定方法については次項に表記した。

種多様性の比較のため、小方形区ごとに総出現種数および草本種の出現種数(以後、草本種種数と示す)と被度合計値(全種、ススキ以外の草本種、広葉草本)を算出した。

2.4 統計解析

小方形区ごとの総出現種数、草本種種数、被度合計値(全種、ススキ以外の草本種、広葉草本)と、無柵区と防鹿柵区における各出現種の平均被度、出現頻度について防鹿柵の有無の効果を検証するために、各柵区をランダム効果として一般化線形混合モデルを用いて分析した。なお、確率分布はポワソン分布、リンク関数は対数リンクとした。統計解析にはR(ver. 3.0.0, パッケージ glmmML)¹⁵⁾を用いた。

3. 結 果

調査では全方形区をあわせて58種が確認された。確認された種群(表-1)は、防鹿柵区で平均被度が有意に高い種群(2種:アキノキリンソウ、クロバナヒキオコシ)、防鹿柵区のみで出現した種群(8種:サワヒヨドリ、スズサイコ、ノギラン、ムカゴソウ、ゼンマイ、ヤブレガサ、ウメバチソウ、オオアブラススキ)、防鹿柵区で欠落した種群(1種:クリ)の3種群で、無柵区で出現頻度または平均被度が有意に高い種はみられなかった。

表-1 無柵区と防鹿柵区における出現種の出現頻度と平均被度 (%)

方形区数 種名		出現頻度		平均被度 (%)		総 出現 回数
		無 柵 区	防 鹿 柵 区	無 柵 区	防 鹿 柵 区	
15	15	15	15			
防鹿柵区で被度が有意に高い種						
アキノキリンソウ	<i>Solidago japonica</i> Kitam.	0.93	1.00	0.18	0.80 *	29
クロバナヒキオコシ	<i>Plectranthus trichocarpus</i> Maxim.	0.27	0.33	0.08	0.79 *	9
防鹿柵区のみ出現した種						
サワヒヨドリ	<i>Eupatorium lindleyanum</i> DC. f. <i>trisectifolium</i> (Makino) Hiyama		0.47		0.15	7
スズサイコ	<i>Cynanchum paniculatum</i> (Bunge) Kitag.		0.33		0.02	5
ノギラン	<i>Metanarthecium luteoviride</i> Maxim.		0.20		0.03	3
ムカゴソウ	<i>Herminium angustifolium</i> (Lindl.) Benth. var. <i>longicrura</i> (C. Wright ex A. Gray) Makino		0.20		+	3
ゼンマイ	<i>Osmunda japonica</i> Thunb. f. <i>divisa</i> (Makino) Tagawa		0.13		0.10	2
ヤブレガサ	<i>Cacalia thunbergii</i> Nakai		0.13		0.02	2
ウメバチソウ	<i>Parnassia palustris</i> L. var. <i>multisetata</i> Ledeb.		0.13		+	2
オオアブラススキ	<i>Spodiopogon sibiricus</i> Trin.		0.13		0.22	2
無柵区のみで出現した種						
クリ	<i>Castanea crenata</i> Siebold et Zucc. var. <i>kusakuri</i> (Blume) Nakai	0.13		0.01		2
その他の種						
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson	1.00	1.00	90.87	92.07	30
ツリガネニンジン	<i>Adenophora triphylla</i> (Thunb.) A.DC. var. <i>kurilensis</i> (Nakai) Kitam.	1.00	1.00	0.40	0.94	30
シラヤマギク	<i>Doellingeria scabra</i> (Thunb.) Nees	1.00	1.00	0.83	1.58	30
アオスゲ	<i>Carex breviculmis</i> auct. non R.Br.	1.00	1.00	5.64	4.10	30
ミツバツチグサ	<i>Potentilla freyniana</i> Bornm.	1.00	1.00	4.48	4.70	30
フモトスミレ	<i>Viola pumilio</i> W. Becker	1.00	1.00	0.74	0.49	30
ニガナ	<i>Ixeris dentata</i> (Thunb.) Nakai	1.00	1.00	0.40	0.42	30
ホクチアザミ	<i>Saussurea gracilis</i> Maxim.	1.00	1.00	0.55	1.03	30
チゴユリ	<i>Disporum smilacinum</i> A. Gray var. <i>ramosum</i> Nakai	1.00	1.00	0.19	0.27	30
オカトラノオ	<i>Lysimachia clethroides</i> Duby	0.93	1.00	0.25	0.66	29
トダシバ	<i>Arundinella hirta</i> (Thunb.) Tanaka	0.93	1.00	5.99	6.44	29
リンドウ	<i>Gentiana scabra</i> Bunge var. <i>orientalis</i> H. Hara	0.87	1.00	0.14	0.40	28
ヒメハギ	<i>Polygala hondoensis</i> Nakai	0.53	1.00	0.20	0.20	23
タチツボスミレ	<i>Viola grypoceras</i> A. Gray f. <i>trifolia</i> Nakai	0.80	0.80	0.44	0.17	24
ワラビ	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn subsp. <i>latiusculum</i> (Desv.) W.C. Shieh	0.80	0.73	0.26	0.48	23
ヤマジノホトトギス	<i>Tricyrtis affinis</i> Makino var. <i>chiugokuensis</i> (Koidz.) Ohwi	0.67	0.80	0.23	0.48	22
スミレ	<i>Viola mandshurica</i> W. Becker	0.60	0.87	0.12	0.23	22
ウド	<i>Aralia cordata</i> Thunb.	0.60	0.53	0.09	0.14	17
ヤマハギ	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz. f. <i>acutifolia</i> auct. non Matsum.	0.47	0.67	0.12	0.26	17
オトコヨモギ	<i>Artemisia japonica</i> Thunb.	0.27	0.53	0.08	0.13	12
オミナエシ	<i>Patrinia scabiosifolia</i> Fisch. ex Trevir.	0.40	0.33	0.09	0.13	11
ノアザミ	<i>Cirsium japonicum</i> Fisch. ex DC.	0.27	0.47	0.03	0.19	11
アリノトウグサ	<i>Gonocarpus micranthus</i> Thunb.	0.27	0.47	+	0.18	11
オオチドメ	<i>Hydrocotyle wilfordii</i> Maxim.	0.27	0.20	0.04	0.03	7
フシグロ	<i>Melandrium firmum</i> (Siebold et Zucc.) Rohrb.	0.20	0.27	0.02	0.03	7
イネ科の一種(1)	<i>Poaceae</i> sp. 1	0.20	0.27	0.15	0.03	7
センボンヤリ	<i>Gerbera anandria</i> (L.) Sch.Bip.	0.13	0.33	0.03	0.06	7
コウゾリナ	<i>Picris hieracioides</i> L. var. <i>glabrescens</i> (Regel) Ohwi	0.20	0.07	0.05	0.01	4
イタドリ	<i>Polygonum cuspidatum</i> Siebold et Zucc.	0.13	0.13	0.03	0.02	4
オトギリソウ	<i>Hypericum penthorodes</i> Koidz.	0.13	0.07	0.01	+	3
ラン科の一種(1)	<i>Orchidaceae</i> sp. 1	0.13	0.07	0.02	+	3
ダンドボロギク	<i>Erechtites hieraciifolius</i> (L.) Raf. ex DC.	0.07	0.13	+	0.01	3
イネ科の一種(2)	<i>Poaceae</i> sp. 2		0.20		0.06	3
コナスビ	<i>Lysimachia japonica</i> Thunb. var. <i>subsessilis</i> F. Maek. ex H. Hara	0.07	0.07	+	+	2
スミレ属の一種(1)	<i>Viola</i> sp. 1	0.07	0.07	+	+	2
イネ科の一種(3)	<i>Poaceae</i> sp. 3		0.13		0.02	2
ナガバモミジイチゴ	<i>Rubus palmatus</i> Thunb. var. <i>palmatus</i>	0.07		0.01		1
アカマツ	<i>Pinus densiflora</i> Siebold et Zucc. f. <i>subtrifoliata</i> Hurus.	0.07		+		1
スミレ属の一種(2)	<i>Viola</i> sp. 2	0.07		+		1
キク科の一種(1)	<i>Compositae</i> sp. 1	0.07		+		1
シソ科の一種	<i>Lamiaceae</i> sp.	0.07		+		1
フユノハナワラビ	<i>Sceptridium ternatum</i> (Thunb.) Lyon		0.07		+	1
ノリウツギ	<i>Hydrangea paniculata</i> Siebold		0.07		0.01	1
ウリハダカエデ	<i>Acer rufinerve</i> Siebold et Zucc.		0.07		+	1
ラン科の一種(2)	<i>Orchidaceae</i> sp. 2		0.07		+	1
チダケサシ属の一種	<i>Astilbe</i> sp		0.07		+	1
キク科の一種(2)	<i>Compositae</i> sp. 2		0.07		0.05	1

*: p<0.05, +: 平均被度が0%より大きく0.01%未満であることを示す。

表-2 無柵区と防鹿柵区における平均出現種数と平均被度合計

		無柵区		防鹿柵区	
調査区数		15		15	
変数		Ave.	SD	Ave.	SD
種数	全種	20.7	2.50	24.7	2.55 *
	草本種のみ	20.4	2.16	24.5	2.50 *
被度 (%)	全種の合計	112.8	9.67	118.2	12.39
	ススキ以外の草本種の合計	21.8	8.34	25.8	11.10 *
	広葉草本の合計	10.0	5.18	14.9	9.46 ***

*** : $p < 0.001$, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$ であることを示す。

優占種についてみると、防鹿柵区、無柵区のいずれにおいてもススキが最も優占しており、防鹿柵区では92.07%、無柵区では90.87%と1.2ポイントの差がみられたが統計的に有意ではなかった。

表-2に無柵区と防鹿柵区における平均出現種数および平均被度を示した。平均出現種数をみると、全種については無柵区で20.7種、防鹿柵区で24.7種と防鹿柵区の方が4種多かった ($p < 0.05$) (表-2)。また、草本種のみについては無柵区で20.4種、防鹿柵区で24.5種と防鹿柵区の方が4.1種多かった ($p < 0.05$) (表-2)。

平均被度をみると、全種の合計については無柵区で112.8%、防鹿柵区で118.2%と、防鹿柵区の方が5.4ポイント高かったが統計的に有意ではなかった (表-2)。一方、ススキ以外の草本植物の合計については無柵区で21.8%、防鹿柵区で25.8%と防鹿柵区で4.0ポイント高く ($p < 0.05$)、広葉草本の被度合計については、無柵区で10.0%、防鹿柵区で14.9%と防鹿柵区の方が4.9ポイント高く統計的に有意であった ($p < 0.001$) (表-2)。広葉草本の中でも、特にアキノキリンソウとクロバナヒキオコシの被度は防鹿柵区のほう高かった (各0.62ポイント、0.71ポイント)。広葉草本の合計の差に対するこれら2種の寄与率は27%で、これらと防鹿柵区のみに出現した広葉草本5種をあわせてみた寄与率は33%であった。

4. 考 察

本研究の結果から、防鹿柵の設置によって出現種数、特に草本種の出現種数が多くなること、ススキ以外の草本種の被度合計、広葉草本の被度合計が増加することが認められた (表-2)。防鹿柵区、無柵区の優占種であるススキの平均被度は90%以上と高く、両区間での差違もわずかであった (表-1)。ススキは不嗜好性植物である¹⁾ことも考慮すると、シカの採食により優占種の被度が変化し、そのことによって優占種下層の光環境や空間配置などが変化してススキ以外の草本植物の生育状況に間接的に影響が及ぶとは考えにくい。そのため、草本植物の出現頻度や被度の変化はシカの採食の直接的な影響による可能性が高いと考えられる。草食獣の採食圧と種多様性の関係については、大津ほか¹⁴⁾がシカの草原

利用頻度が比較的低い地域では種数が増加する傾向にあるが、ある程度より高い地域となると種数が減少する傾向があることを示している。また坂上¹⁶⁾は、家畜の放牧圧と草原の種多様性の関係について、軽度の放牧で種多様性が高まり、過度の放牧で種多様性が低下することを報告している。これらのことから、本草原でのシカの採食圧は種多様性を低下させる程度に高いと考えられる。

平均被度については、防鹿柵の設置によってススキ以外の草本種の被度合計、広葉草本の被度合計が増加することが認められた (表-2)。また、防鹿柵区で平均被度が有意に高い傾向を示したのは2種であった (表-1)。防鹿柵区と無柵区の広葉草本の平均被度合計の差は4.9ポイントで、そのうち33%は、防鹿柵内で被度が有意に高い種および、柵内のみで出現した種に占められていた。また防鹿柵のみに出現した8種をあわせた場合の寄与率は11%を占めていた。このことは、シカの採食によるススキ草原の草原生植物に対する負の影響は2つのグループのように特定の種に及んでいる可能性を示している。また、その影響は、アキノキリンソウやクロバナヒキオコシのように強い影響を受けるものと、サワヒヨドリ、スズサイコのように弱い影響を受けるものというように種によって影響が異なる可能性があることも示唆された。しかし、種ごとに受ける影響の強弱の解明には、より広範で中長期的な調査が必要であると考えられる。

5. おわりに

ススキ草原における植物の種多様性の低下については管理放棄に伴う遷移の進行が主たる原因として認識されてきた。本研究の結果、シカの生息密度の高い地域では、管理により良好な状態が維持されているススキ草原であっても、シカの採食により植物の種多様性が低下する可能性が示唆された。そのため、今後はススキ草原の種多様性低下の要因としてシカの食害についても考慮する必要があるといえる。本研究では防鹿柵設置期間が1シーズンと短かったため、より詳細な影響については長期間の防鹿柵設置による植生の変化のモニタリングによって明らかにする必要がある。しかし、森林群落におけるシカ食害の事例が示すようにシカ生息密度の上昇によりその影響は短期間に生じるおそれがある。したがって、保全の優先順位の高いススキ草原については防鹿柵の設置やシカの生息密度管理などを先行して実施し、予防的な観点から保全対策を進めていく必要があるといえる。

謝辞：本研究を実施するにあたり、現地調査では神戸大学大学院人間発達環境科学研究科修士の日下石碧氏、前川恵美子氏、道本久美子氏、神戸大学発達科学部学生の塩谷智也氏、永田優子氏、神戸女学院大学の田丸真奈維氏、(財)ひょうご環境創造協会の諸井郁子氏、野口香澄氏に多大なるご協力をいただきました。ここに厚くお礼申し上げます。また防鹿柵の設置・撤去についてはとのみね自然交流館館長の草部利光氏、神河町川上地区区長の藤原幸夫氏、兵庫県農政環境部環境創造局自然環境課自然公園係、神河町役場の皆様のご協力

をいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

なお本研究には、(財)国際科学技術財団 2010 年度助成研究および平成 23 年度科学研究費補助金若手研究 B (課題番号: 23701026) の一部を使用しました。

引用文献

- 1) 安藤行雄 (2012) シカの被害が分かる図鑑, (財)日本森林林業振興会熊本支部, 161 pp.
- 2) 藤木大介・鈴木 牧・後藤成子・横山真弓・坂田宏志 (2006) ニホンジカ (*Cervus nippon*) の採食下にある旧薪炭林の樹木群集の構造について, 保全生態学研究, 11: 21-34.
- 3) 服部 保・栃本大介・南山典子・橋本佳延・藤木大介・石田弘明 (2010) 宮崎県東諸県郡綾町川中の照葉原生林におけるニホンジカの採食の影響, 植生学会誌, 27: 35-42.
- 4) 兵庫県 (2010) 第 3 期シカ保護管理計画 (第 2 次変更), 兵庫県, 27 pp.
- 5) 兵庫県 (2012) 第 4 期シカ保護管理計画, 兵庫県, 24 pp.
- 6) 兵庫県農政環境部環境創造局自然環境課 (2010) 兵庫の貴重な自然 兵庫県版レッドデータブック 2010 (植物・植物群落), (財)ひょうご環境創造協会, 217 pp.
- 7) 岩波悠生 (1995) 我が国草原の現状と課題, 国立公園, 534: 2-5.
- 8) 環境省自然環境局 (編) (2004) 日本の植生 II 第 5 回自然環境保全基礎調査報告書 (全国版), (財)自然環境研究センター, 346 pp.
- 9) 大橋春香・星野義延・大野啓一 (2007) 東京奥多摩地域におけるニホンジカ (*Cervus nippon*) の生息密度増加に伴う植物群落の種組成変化, 植生学会誌, 24: 123-151.
- 10) 大河内地点自然環境調査団・(株)新日本技術コンサルタント (1978) 大河内地点自然環境実態調査報告書, 208 pp.
- 11) 大窪久美子 (1998) 7. 半自然草原の自然保護, 沼田真編, 自然保護ハンドブック, 朝倉書店, pp. 432-468.
- 12) 大澤雅彦 (監修), 日本自然保護協会 (編) (2001) 生態学からみた身近な植物群落の保護, 講談社, 244 pp.
- 13) 大津千晶・星野義延・末崎 朗 (2011) 秩父多摩甲斐地域を中心とする山地帯・亜高山帯草原に与えるニホンジカの影響, 植生学会誌, 28: 1-17.
- 14) 尾崎真也 (2004) 兵庫県におけるニホンジカによるスギ壮齡林の樹皮摂食害の実態, 森林応用研究 13: 69-73.
- 15) R Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing g. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
URL <http://www.R-project.org/>. (参照: 2013. 4. 3)
- 16) 坂上清一 (2001) ススキ草地植生の長期的傾向: 20 年間の野外観測, 日本草地学会誌, 47: 430-435.
- 17) 坂田 正 (1995) 兵庫県の気候, 橋本光正編, 兵庫県の樹木誌, 兵庫県農林水産部局林務課豊かな森づくり推進室, pp. 384-388.
- 18) 菅沼孝之 (1976) 我が国におけるススキ草原の群落分類体系, 平吉功先生退官記念事業会編, ススキの研究, 平吉功先生退官記念事業会, pp. 29-44.
- 19) Suzuki, M., Miyashita, T., Kabaya, H., Ochiai, K., Asada, M. and Tange, T. (2008) Deer density affects ground-layer vegetation differently in conifer plantations and hardwood forests on the Boso Peninsula, Japan. Ecol. Res., 23: 151-158.
- 20) 植生学会企画委員会 (2011) ニホンジカによる日本の植生への影響—シカ影響アンケート調査 (2009~2010) 結果—, 植生情報, 15: 9-96.
- 21) Takatsuki, S. (1977) Ecological studies about effect of Sika deer (*Cervus nippon*) on vegetation I. Evaluation of grazing intensity of Sika Deer on the Vegetation in Kinkazan Island, Japan, Ecol. Review 18: 233-250.
- 22) Takatsuki, S. and Gorai, T. (1994) Effects of Sika deer on the regeneration of a *Fagus crenata* forest on Kinkazan Island, northern Japan. Ecol. Research, 9: 115-120.
- 23) 田村 淳 (2007) ニホンジカの採食圧を受けてきた冷温帯自然林における採食圧排除後 10 年間の下層植生の変化, 森林立地, 49: 103-110.
- 24) Tsujino, R. and Yumoto, T. (2004) Effects of sika deer on tree seedlings in a warm temperature forest on Yakushima Island, Japan. Ecol. Res., 19: 291-300.
- 25) 蒲谷 肇 (1988) 東京大学千葉演習林荒瀬沢における常緑広葉樹林の下層の変化とニホンジカの食害による影響, 東大農学部演習林報告, 78: 67-82.

(2013. 11. 13 受理)