

短 報 (Short communication)

ニホンジカの被害対策に伴う人工林皆伐跡地の植生変化

酒井 敦^{1)*}、大谷 達也¹⁾、宮本 和樹²⁾、八代田 千鶴³⁾、藤井 栄⁴⁾

要旨

ニホンジカが生息する皆伐跡地でシカ対策を実施することで植生がどのように変化するか把握するため調査を行った。再造林を前提に2か所の皆伐跡地でシカ防護柵を設置し、柵の内部と外部で下刈りを行った上で植生調査を連続して行った。片方の皆伐跡地では計14頭のシカを捕獲した。皆伐跡地ははじめシカの不嗜好性植物であるタケニグサが優占していたが、下刈り後柵内では柵外よりもクイチゴ等の急速な増加が見られ、種組成が大きく変化した。シカを捕獲した皆伐跡地では捕獲後柵外でクイチゴ類や一部の草本の植被面積が増加した一方、捕獲しない皆伐跡地では植生変化は比較的緩やかだった。クイチゴ類はシカの利用頻度を示す指標植物として利用できる可能性がある。

キーワード：ニホンジカ、皆伐跡地、防護柵、捕獲、下刈り、植生、クイチゴ類

1. はじめに

戦後拡大造林によって造成された人工林の多くが収穫期を迎えている。充実した森林資源を利用し、現在のいびつな人工林の年齢構成を平準化するため、人工林皆伐が推進され、その後の再造林が急務となっている(林野庁 2016)。一方で、ニホンジカ(これ以降はシカと表記)の個体数増加と分布の拡大が全国的に大きな問題となっており(環境省 2015)、防護柵などの対策を講じてシカによる食害を受け成林が見込めない皆伐・再造林地が発生するなど、深刻な問題が各地で生じている(酒井 2018)。

皆伐跡地は日がよく当たり植生が豊富にあるためシカにとって絶好の餌場になり(高槻 2015)、シカの生息密度が高い皆伐跡地ではシカの不嗜好性植物が繁茂するなど植生に大きな影響があることが指摘されている(Horsley et al. 2003)。シカが高密度で生息する地域に防護柵を設置して柵の内外で植生の変化を比較しシカによる影響を調べる研究は全国各地で行われている(Tamura and Nakajima 2017, 前迫・高槻 2015)。しかし、その多くは天然林を対象としており、皆伐跡地に防護柵を設置して苗木を植栽した再造林地で植生の変化を調べた例はIijima and Otsu (2018) など限られている。また、林業被害を軽減するため各地でシカの捕獲を行っているが、シカの捕獲による個体数の削減が植生に与える影響を調べた事例は、海外ではあるものの(Royo et al. 2010, Miller et al. 2010)、日本ではほとんどみられない。再造林地では植生タイプによって下刈りの効率が変

わることが知られており(北原ら 2013)、植栽木と競合する植生の組成やその変化を把握することは、下刈りの効率化を図る上で重要である。本研究ではシカの影響を強く受けた皆伐跡地で植栽することを前提に、防護柵でシカを完全に排除したとき、または捕獲によってシカの出現頻度を減らしたときに自然植生の植被や種組成がどのように変化するか把握し、シカの利用頻度の変化を指標する植物種を探索することを目的として調査を行った。

2. 調査地

調査は徳島県つるぎ町の民有地の皆伐跡地2か所で行った。剪宇(きりう)試験地は標高820mから940mに位置し、皆伐面積は3.9 haだった。成谷(なるたに)試験地は標高650m～760mにあり、皆伐面積は4.3 haだった。剪宇と成谷は渓谷を挟んで直線距離で約4km離れている。皆伐された林はどちらも60年生のスギ人工林で、隣接する人工林の林床植生から、剪宇ではシロモジ、カナクギノキなどの低木が、成谷ではミズやジュウモンジシダなどの草本やシダ類がわずかに林床に成立していたと考えられる。調査地は調査開始時(2014年8月)に皆伐後3年程度経過しており苗木の植栽は行われていなかった。再造林では下刈り省力化のため競合する植生の発生量が少ないうちに植栽することが望ましいが、現状は皆伐後数年経過してから植栽される事例も少なくないため、ここでは皆伐後数年経過した皆伐跡地において調査を行った。2014年秋に

原稿受付：平成31年3月14日 原稿受理：平成31年4月26日

1) 森林総合研究所 四国支所

2) 森林総合研究所 森林植生研究領域

3) 森林総合研究所 関西支所

4) 徳島県立農林水産総合技術支援センター

* 森林総合研究所 四国支所 〒780-8077 高知市朝倉西町 2-915

皆伐跡地周辺の林内で行った糞粒調査によるシカの推定生息密度は、剪宇で28.8頭 km^{-2} 、成谷で33.8頭 km^{-2} だった(奥村ら2016)。

剪宇を捕獲実施区として、2015年9月に誘引狙撃法(八代田ら2013)により雌ジカ成獣1頭を、同年10月から2016年6月にかけてネット防護柵資材を使った簡易囲いワナで計13頭(雌成獣2頭、雄成獣5頭、雌幼獣5頭、雄幼獣1頭)を捕獲した(藤井ら2016)。成谷は対照地として捕獲を実施しなかった。なお、地元猟友会への聞き取りから、両方の試験地周辺では試験前も捕獲は行われていなかった。

苗木の被害調査をするため、2015年5月に、剪宇で8か所、成谷で4か所20m \times 20mの方形区を設置した。それぞれの方形区の内部を下刈りした後、スギおよびヒノキの苗木を混植した(大谷ら2016)。一部の方形区(剪宇2か所、成谷1か所)では、シカの影響を排除するためネット防護柵を設置した。防護柵の支柱の高さは1.8mで、ネットはステンレスを織り込んだポリエチレン製で、網目の間隔は5cmだった。2016年5月にはシカ捕獲後に新しい苗木で被害調査をするため、2015年と同様のやり方で、下刈り、苗木の植栽を行った。剪宇・成谷試験地におけるシカ対策とこの後に述べる調査スケジュールの関係をFig. 1にまとめた。

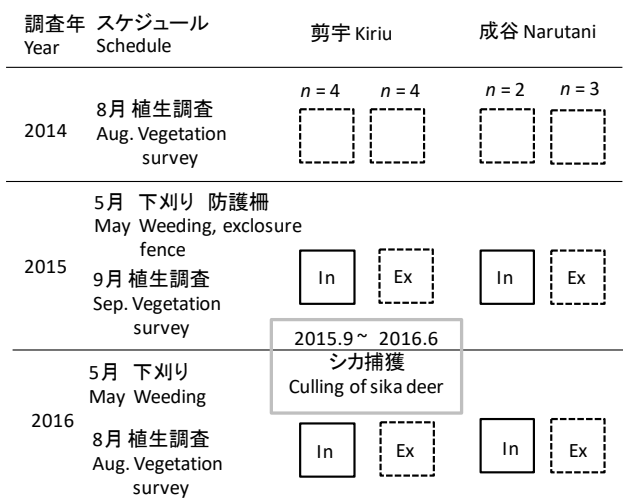


Fig. 1. 調査スキームの概念図。

A schematic diagram of the study.

実線の四角は防護柵を設置した調査区を、点線の四角は防護柵のない調査区を示す。 n は調査区の数を示す。In: 防護柵の内部, Ex: 防護柵の外側。

Solid quadrate shows an ideological study plot enclosed by fences, while dashed quadrate shows an open study plot. n shows the number of study plots. In: Interior of the exclosure fence, Ex: Exterior of the fence.

3. 調査方法

剪宇と成谷において、2014年8月に防護柵設置予定地とその外側で植生調査用コドラート(2m \times 2m)を2~4個ずつ設置した。剪宇は傾斜角20°~35°の西~

西南西向きの斜面に、成谷は28°~40°の北西向きの斜面に調査コドラートを設置した。2014年8月下旬、2015年9月上旬、2016年8月下旬に、調査用コドラート(2m \times 2m)内に生えている維管束植物の種ごとの植被面積およびコドラート全体の植被面積を0.01 m^2 単位で記録した(Fig. 1)。植被面積は対象種の茎葉の投影面積とし、根元が調査枠内であれば茎葉が調査枠をはみ出しているも投影面積に含めた。ただし、つる植物は根元が判別しにくいので調査枠内の植被面積を記録した。なお本報では橋本・藤木(2014)および藤木(2017)の記載に従い、タケニグサ、イワヒメワラビ、マツカゼソウ等を、シカの採食を受けにくい不嗜好性植物とした。

防護柵によりシカを排除した効果や捕獲によるシカの利用頻度低減効果を、植被面積、種数、多様度指数の変化および非計量多次元尺度法(NMS, nonmetric multidimensional scaling)による植生の種組成の変化で評価した。それぞれのコドラートで全体の植被面積、維管束植物の種数を求め、Shannon-Wienerの多様度指数 H' (伊藤1977)を計算した。全体の出現頻度が5%未満の種を除いた81種について、39コドラート(13コドラート \times 3年)分の植生データを用いてNMSによる分析を行った。統計解析ソフトはPC-ORD ver.4(MjM Software Design)を用いた。

4. 結果

剪宇では2014年8月時点で防護柵設置予定区でも、その外側の調査区でもシカの不嗜好性植物であるタケニグサが優占していた(Table 1)。成谷においても2014年にはタケニグサが優占していたが剪宇より少なく、ベニバナボロギク、オオアレチノギク、クサイチゴ、ドクダミ、マツカゼソウが比較的多かった(Table 2)。剪宇、成谷ともに草本種と低木種が多く、高木種はほとんどなかった。植被面積は2014年時に剪宇と成谷で大きな違いがない(Fig. 2)一方、種数は剪宇よりも成谷の方が平均値で10種程度多かった(Fig. 3)。

剪宇では下刈り後4か月が経過した2015年9月にはすべての調査区でタケニグサの植被面積が2014年よりも大きく減少していた(Table 1, 2)。剪宇ではシカの影響を排除した防護柵内でクサイチゴ、オクノカンスゲ、ススキの急速な増加が見られたが、柵外ではそうした変化は見られなかった(Table 1)。防護柵内の植被面積は2014年より2015年が大きくなり、2015年は防護柵内の植被面積が防護柵外より大きくなった(Fig. 2上)。種数は2014年から2015年にかけて変化がなかった(Fig. 3上)が、多様度指数 H' は2015年に高くなり、また防護柵内の H' が高かった(Fig. 4)。一方、成谷でも下刈り後タケニグサの減少が見られ、柵内ではクサイチゴやイワヒメワラビの急速な増加が見られたが、柵外では横ばいかやや増加する程度だった(Table 2)。

Table 1. 徳島県つるぎ町剪字試験地（シカ捕獲実施）における上位 20種の植被面積（m²）の平均値の変化
Changes in mean vegetation cover (m²) of the top 20 species at the Kiriu Experimental Plot (culling) in Tsurugi, Tokushima

種名 Species name	学名 Scientific name	生活型 Life form	柵外 Exterior of the fence			柵内 Interior of the fence		
			2014	2015	2016	2014	2015	2016
タケニグサ*	<i>Macleaya cordata</i> *	Ph	3.00	1.58	1.25	2.13	0.98	0.48
クサイチゴ	<i>Rubus hirsutus</i>	S	0.06	0.05	0.33	0.03	0.78	0.58
オクノカンスゲ	<i>Carex foliosissima</i>	Ph	0.01	0.05	0.30	0.04	0.33	0.56
ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	Ph	-	0.02	0.11	0.03	0.21	0.50
タチツボスミレ	<i>Viola grypceras</i>	Ph	0.16	0.28	0.19	0.03	0.08	0.04
シロモジ	<i>Lindera triloba</i>	S	0.06	0.02	0.02	0.03	0.13	0.13
オオクサキビ	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	Ah	-	0.00	0.01	-	0.31	0.01
クマイチゴ	<i>Rubus crataegifolius</i>	S	0.00	0.02	0.14	0.00	0.13	0.16
ダンドボロギク*	<i>Erechtites hieracifolia</i> *	Ah	-	0.02	0.14	0.01	0.11	0.13
オオアレチノギク	<i>Erigeron sumatrensis</i>	Bh	-	0.06	0.35	-	0.01	0.17
ヤマジノホトトギス	<i>Tricyrtis affinis</i>	Ph	0.05	0.01	0.02	0.01	0.07	0.08
タラノキ	<i>Aralia elata</i>	S	0.03	0.03	0.03	0.01	0.05	0.10
チヂミザサ	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	Ah	0.01	0.01	0.00	0.00	0.05	0.13
ハシカグサ	<i>Hedyotis lindleyana</i> var. <i>hirsuta</i>	Ah	0.00	0.00	-	0.01	0.08	0.10
スゲ sp	<i>Carex</i> sp.	Ph	0.03	0.05	0.09	0.01	0.01	0.08
ヌカキビ	<i>Panicum bisulcatum</i>	Ah	0.00	-	-	0.13	-	0.00
オトギリソウ	<i>Hypericum erectum</i>	Ph	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.11
イワヒメワラビ*	<i>Hypolepis punctata</i> *	F	-	-	-	0.00	0.08	0.05
ヒメウツギ	<i>Deutzia gracilis</i>	S	-	0.01	0.01	-	0.01	0.10
オトコエシ	<i>Patrinia villosa</i>	Ph	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.08

注1) 「生活型」 Ah: 一年草、Bh: 越年草、Ph: 多年草、S: 低木、L: つる植物、F: シダ植物。

Note 1 [Life form] Ah: annual herb, Bh: biennial herb, Ph: perennial herb, S: shrub, L: liana, F: fern.

注2)* 橋本・藤木 (2014) および藤木 (2017) による不嗜好性植物を示す

Note 2 Unpalatable plants after Hashimoto and Fujiki (2014) and Fujiki (2017) are shown.

Table 2. 徳島県つるぎ町成谷試験地（シカ捕獲なし）における上位 20種の植被面積（m²）の平均値の変化
Changes in mean vegetation cover (m²) of the top 20 species at the Narutani Experimental Plot (no culling) in Tsurugi, Tokushima

種名 Species name	学名 Scientific name	生活型 Life form	柵外 Exterior of the fence			柵内 Interior of the fence		
			2014	2015	2016	2014	2015	2016
タケニグサ*	<i>Macleaya cordata</i> *	Ph	1.33	0.30	0.33	1.75	0.40	0.20
クサイチゴ	<i>Rubus hirsutus</i>	S	0.53	0.63	1.27	0.02	0.25	0.65
ベニバナボロギク	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	Ah	0.80	0.62	0.02	1.05	0.40	0.03
イワヒメワラビ*	<i>Hypolepis punctata</i> *	F	0.11	0.37	1.13	0.08	0.40	0.50
ドクダミ	<i>Houttuynia cordata</i>	Ph	0.21	0.27	0.20	0.30	0.65	0.90
オオアレチノギク	<i>Erigeron sumatrensis</i>	Bh	0.42	0.73	0.02	0.30	0.60	0.02
クサギ	<i>Clerodendrum trichotomum</i>	S	0.03	0.10	0.10	0.18	0.65	0.45
マツカゼソウ*	<i>Boenninghausenia albiflora</i> *	Ph	0.27	0.20	0.50	-	0.11	0.06
ハシカグサ	<i>Hedyotis lindleyana</i> var. <i>hirsuta</i>	Ah	0.01	0.00	0.01	-	0.11	0.28
イヌトウバナ	<i>Clinopodium micranthum</i> var. <i>micranthum</i>	Ph	-	0.17	0.17	-	-	-
ダンドボロギク*	<i>Erechtites hieracifolia</i> *	Ah	0.08	0.04	0.08	0.11	0.03	0.02
クマイチゴ	<i>Rubus crataegifolius</i>	S	0.02	0.04	0.13	-	0.03	0.10
タラノキ	<i>Aralia elata</i>	S	0.04	0.10	0.10	-	0.03	0.01
カラムシ	<i>Boehmeria nipononivea</i>	Ph	0.01	0.00	0.01	0.03	0.06	0.17
オトコエシ	<i>Patrinia villosa</i>	Ph	0.01	-	0.00	0.01	0.05	0.20
ムラサキシキブ	<i>Callicarpa japonica</i>	S	0.03	0.01	0.01	0.03	0.03	0.10
ヒメワラビ	<i>Thelypteris torresiana</i> var. <i>calvata</i>	F	0.07	-	-	0.02	0.10	0.02
クズ	<i>Pueraria lobata</i>	L	0.00	-	-	0.01	0.01	0.16
ミズ	<i>Pilea hamaoi</i>	Ah	0.1	0.04	0.01	0.02	0.01	-
カキドオシ	<i>Glechoma hederacea</i> subsp. <i>grandis</i>	Ph	-	-	-	0.01	0.05	0.10

注は Fig.1 と同じ。Notes are the same as Fig. 1.

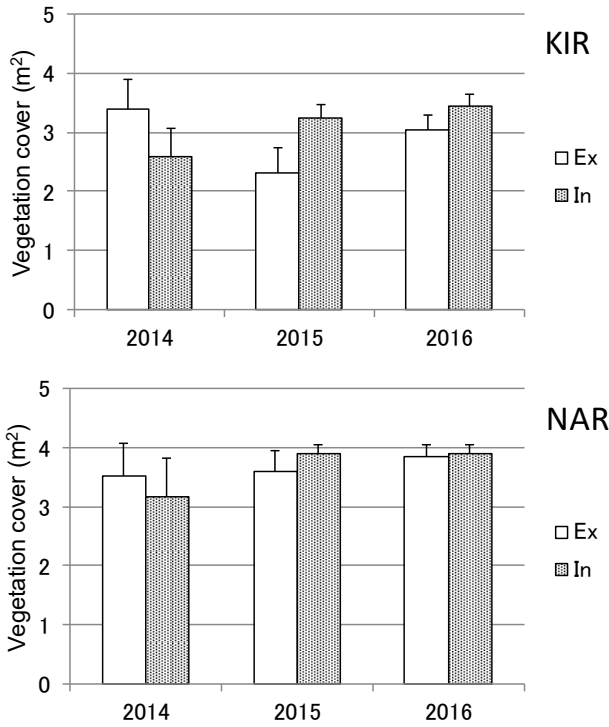


Fig. 2. 皆伐跡地の植被面積の推移.

Changes in total vegetation cover at clearcut sites.
 調査コードラット 4m²あたりの植被面積を示す。縦棒は標準偏差を示す。KIR: 剪宇 (捕獲あり)、NAR: 成谷 (捕獲なし)。Ex: 防護柵外、In: 防護柵内
 Vegetation cover per 4 m² quadrat is shown. KIR: Kiriuru (culling), NAR: Narutani (no culling). Ex: exterior of the enclosure fence, In: interior of the fence.

植被面積は防護柵内と外両方で次第に増加し、2016年には植被率が100%に近くなった (Fig. 2下)。また、種数は調査期間中一貫して減少傾向にあり (Fig. 3下)、多様度指数 H' は柵内で2014年から2015年にかけて増加した他は大きな変化はなかった (Fig. 4下)。

植生データのNMS解析により3軸が得られた。寄与率 R² は第1軸が0.609、第2軸が0.226、第3軸が0.064であり、第1軸と第2軸を合わせた寄与率 R² は0.835だった。各コードラットのスコアを第1軸と第2軸の平面図にプロットすると、剪宇と成谷は2014年時点で離れた場所にスコアが分布しており、種組成が異なることが示唆された (Fig. 5)。剪宇では2014年には柵内予定区と柵外予定区のスコアがほぼ同じ場所に分布していたが、2015年に柵内のスコアが大きく移動した (Fig. 5右上)。2015年から2016年にかけて同じ方向にスコアが移動したがベクトルは小さくなった。また、剪宇の柵外におけるスコアの変動は柵内と同じ方向に推移し、ベクトルの大きさは小さかった (Fig. 5左上)。一方、成谷でも調査年によるスコアの変化が見られたが、ベクトルの方向は剪宇と異なり、また柵内と柵外で似たような変動パターンとなった (Fig. 5左下、右下)。

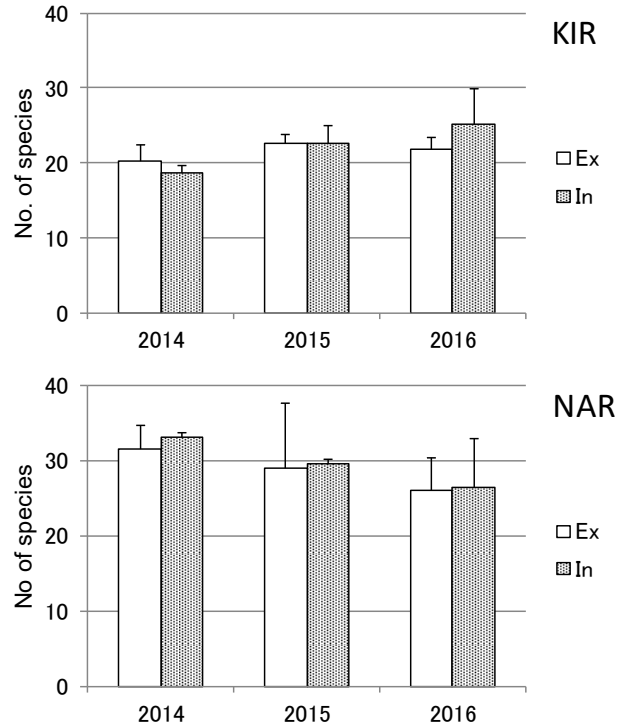


Fig. 3. 皆伐跡地の植物種数の推移.

Changes in the number of species per 4 m² quadrat at clearcut sites.
 説明は Fig. 2 と同じ
 Legends are the same as Fig. 2.

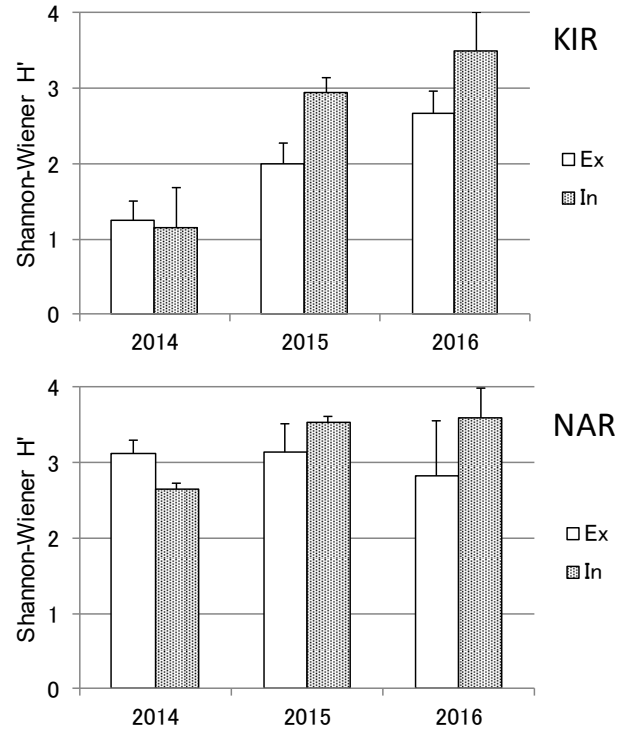


Fig. 4. 皆伐跡地の多様度指数 H' の推移.

Changes in Shannon-Wiener H' index at the clearcut sites.
 説明は Fig. 2 と同じ
 Legends are the same as Fig. 2.

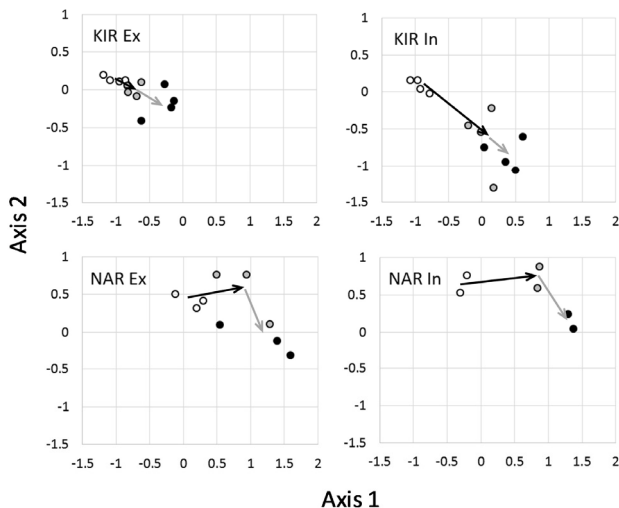


Fig. 5. NMS の二次元パイプロット図.

The two-dimensional bi-plot diagram created by NMS.

全てのデータを一括処理したが、見やすくするため4枚の図に分けて表示している。白丸は2014年、灰色丸は2015年、黒丸は2016年の調査コードラットの値を示す。黒矢印は2014年から2015年への各コードラットの平均値の変化を、灰色矢印は同じく2015年から2016年の変化を示す。KIR Ex: 剪宇柵外、KIR In: 剪宇柵内、NAR Ex: 成谷柵外、NAR In: 成谷柵内

To aid visualization, scores are shown in four separate diagrams. **White circle:** scores in 2014, **grey circle:** 2015 scores, **solid circle:** 2016 scores. Solid arrows show the change in the average value of scores from 2014 to 2015, while grey arrows show the change from 2015 to 2016. **KIR Ex:** exterior of the enclosure in Kiriu, **KIR In:** interior of the enclosure in Kieiu. **NAR Ex:** exterior in Narutani, **NAR In:** interior in Narutani

5. 考察

調査地は剪宇と成谷ともに伐採から3年程度経過しており、2014年の時点では木本種が少なくシカの不嗜好性植物であるタケニグサが優占していた。一般的に皆伐跡地は高木種を含めて多様な植物種から構成される (Sakai et al. 2010) が、シカの生息密度の高い場所ではシカの不嗜好性植物が優占する特異な植生になることが知られている (Horsley et al. 2003)。従って、本試験地も皆伐以前からシカによる影響を継続的に受けていたと考えられる。成谷は剪宇よりも植物の種数が豊富 (Fig. 3) で、NMSの結果からは種組成が異なることがうかがえた (Fig. 5)。成谷の植生調査地は北西斜面に位置しドクダミ、クサギ、マツカゼソウなど湿った立地を好む植物が多かった (Table 2) ことから、剪宇に比べ湿潤な環境であったと推測される。成谷はシカを捕獲しない対照地として、皆伐面積やシカの生息密度が同じような場所を選んだが、斜面方位や土壌水分、伐採前の種組成の違いなどが皆伐後の種組成の違いに反映されたと考えられる。

防護柵を設置してシカを排除した効果は、剪宇で顕著に見られた。調査地では優占していたタケニグサが刈り払われ、2014年8月の調査時点で植被面積が半分程度になった (Table 1)。防護柵内部では空いた空間を埋めるようにタケニグサ以外の植物が発達し、全体の植被面積や多様性指数が増加し (Figs. 2, 4)、種組成が大きく変化した (Fig. 5) と考えられる。一方、防護柵外ではシカの採食を継続して受けたため、全体の植被面積や多様性指数が柵内より小さくなり、種組成の変化も小さかったとみられる。防護柵を設置することにより、シカの採食圧を受けやすい草索性植物が回復して種組成が変わり、植生高も回復することは本州 (山梨県) の伐採跡地でも観察されている (Iijima and Otsu 2018)。一方、成谷は植被面積や種数、多様性指数の変動が少なく、種組成の変動パターンも剪宇と異なっていた。上述のように成谷は設定当初から種数が多く種組成も異なっていたため、剪宇と異なる反応を示したと考えられる。今回のデータセットは調査地点数が少ない上、剪宇と成谷で調査地点数が不揃いなため、局所的な植生の違いが反映されている可能性があり、両者の比較には注意が必要である。

剪宇でシカを14頭捕獲した効果は多様性指数や種組成からは明瞭でなかったが、クサイチゴやクマイチゴ、ダンドボロギク、オクノカンスゲ、オオアレチノギクなど、一部の植物は捕獲後に顕著な回復が見られた (Table 1)。例えば、クサイチゴは2015年から2016にかけて防護柵の外で植被面積が6.5倍になったのに対し、防護柵内では0.7倍だった (Table 1)。剪宇ではシカの捕獲後、調査区におけるシカの出現頻度が半分程度に減少しており (大谷ら 2016)、一部の植生に捕獲によるシカの利用頻度の低減効果、すなわち採食圧の低下が現れた可能性が考えられる。一方、成谷は、2015年から2016年にかけてクサイチゴ、クマイチゴの柵外の増加率は剪宇と比べて小さい一方、イワヒメワラビ、マツカゼソウなどの不嗜好性植物が増加しており (Table 2)、シカの採食圧を依然として強く受けている可能性がうかがえる。種組成の変化 (Fig. 5) をみると、捕獲を実施した剪宇 (KIR) では、柵外 (KIR Ex) において捕獲前 (2014年→2015年) より捕獲後 (2015年→2016年) の組成の変化 (ベクトルの大きさ) が大きくなっている。これは剪宇において捕獲によってシカの採食圧が下がり、それまでシカに食べられていた種の植被が回復した結果と解釈できるかもしれない。ただし、既に述べたように、捕獲を実施した場所としない場所 (剪宇と成谷) でそもそも植生が異なっていた可能性があるため、本研究の結果から植生の種組成の変化が捕獲によるものと結論することは困難と考えられる。

以上のことから、皆伐・再造林地において防護柵でシカを排除し下刈りを行う、あるいは捕獲によってシ

カの出現頻度を低下させることで、自然植生の多様度指数や種組成が変化する可能性が示唆された。今回、防護柵の設置や下刈り、または捕獲に対して顕著な反応を示す植物がいくつか見られた。中でもキイチゴ類は防護柵の設置後や捕獲後の植被の変化が大きく、シカの利用頻度を示す指標植物として活用できる可能性がある。

謝 辞

つるぎ木材加工協同組合の伊庭雅俊氏および徳島県つるぎ町一字の二宮勇氏には調査地を提供して頂いた。岐阜県森林研究所の渡邊仁志博士、森林総合研究所の森下智陽博士には植生調査を手伝って頂いた。ここに記して感謝申し上げる。本研究は(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所交付金プロジェクト「ニホンジカ生息地におけるスギ・ヒノキ再造林手法の開発」(課題番号 201401)の一環として行われた。

引用文献

- 藤井 栄・森 一生・八代田 千鶴・奥村 栄朗 (2016) 林業事業体への普及を目的とした囲いワナによる林業被害対策としてのシカ捕獲。「野生生物と社会」講演要旨集, 22, 106.
- 藤木 大介 (2017) 第9章 兵庫県におけるニホンジカの嗜好性植物・不嗜好性植物リスト. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 9, 118-126.
- 橋本 佳延・藤木 大介 (2014) 日本におけるニホンジカの採食植物・不嗜好性植物リスト. 人と自然, 25, 133-160.
- Horsley S. B., Stout S. L. and deCalesta D. S. (2003) White-tailed deer impact on the vegetation dynamics of a northern hardwood forest. *Ecol. Appl.*, 13, 98-118.
- Iijima H. and Otsu C. (2018) The method of conserving herbaceous grassland specialists through silvicultural activities under deer browsing pressure. *Biodiversity and Conservation*, 27, 2919-2930.
- 伊藤 秀三 (1977) 群落の組成と構造. 朝倉書店, 332pp.
- 環境省 (2015) 改正鳥獣法に基づく指定管理鳥獣捕獲等事業の推進に向けた全国のニホンジカの密度分布図の作成について (<http://www.env.go.jp/press/101522.html>) (2018年4月6日確認)
- 北原 文章・渡辺 直史・光田 靖・山川 博美・酒井敦・垂水 亜紀 (2013) スギ植栽木の成長と下刈り対象木の競合状態との関係. *森林応用研究*, 22(1), 1-6.
- 前迫 ゆり・高槻 成紀 (2015) シカの脅威と森の未来—シカ柵による植生保全の有効性と限界. 文一総合出版, 247pp.
- Miller, B. F., Campbell, T. A., Laseter B. R., Ford W. M. and Miller, K. V. (2010) Test of localized management for reducing deer browsing in forest regeneration areas. *J. Wildlife Manag.*, 74, 370-378.
- 奥村 栄朗・藤井 栄・森 一生・八代田 千鶴・金城芳典 (2016) 人工林皆伐跡地におけるニホンジカ集中捕獲を目指した利用状況モニタリング. *日林学術講*, 127, 94.
- 大谷 達也・藤井 栄・森 一生・八代田 千鶴・宮本和樹・奥村 栄朗・酒井 敦 (2016) シカ捕獲でスギヒノキ苗木食害は軽減できるか—徳島県つるぎ町での実証試験. *日林学術講*, 127, 95.
- 林野庁 (2016) 平成28年度版森林・林業白書. 全国林業改良普及協会, 225pp.
- Royo, A. A., Stout, S. L., deCalesta, D. S. and Pierson, T. G. (2010) Restoring forest herb communities through landscape-level deer herd reductions: Is recovery limited by legacy effects? *Biol. Conserv.*, 143, 2425-2434.
- Sakai, A., Sakai, T., Kuramoto, S. and Sato, S. (2010) Soil seed banks in a mature Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) plantation and initial process of secondary succession after clearcutting in southwestern Japan. *J. For. Res.*, 15, 316-327.
- 酒井 敦 (2018) 皆伐・再造林地におけるシカ防護柵の実態と被害対策. *水利科学*, 359, 101-113.
- 高槻 成紀 (2015) シカ問題を考える. ヤマケイ新書, 213pp.
- Tamura, A. and Nakajima, K. (2017) Effects of 10 years of fencing under a gap and closed canopy on the regeneration of tree seedlings in an old-growth Japanese fir (*Abies firma*) forest overbrowsed by sika deer. *J. For. Res.*, 7, 1-9.
- 八代田 千鶴・小泉 透・榎木 勉 (2013) 誘引狙撃法によるシカ捕獲技術の検証. *森林防疫*, 699, 43-47.

Vegetation dynamics in clearcut sites with deer fencing and culling of sika deer

Atsushi SAKAI^{1)*}, Tatsuya OTANI¹⁾, Kazuki MIYAMOTO²⁾,
Chizuru YAYOTA³⁾ and Sakae FUJII⁴⁾

Abstract

We investigated vegetation dynamics at clearcut sites to examine the effect of exclosures and/or culling of sika deer. After weeding at two clearcut sites, exclosure fences were built and vegetation was assessed inside and outside of the exclosures at both sites. A total of 14 sika deer were culled at one of the sites and no culling was carried out at the other site. An unpalatable plant, *Macleaya cordata*, dominated the vegetation community at both sites initially. Species composition changed and cover of some plants, such as *Rubus hirsutus* increased rapidly inside the exclosure fence after weeding but did not increase outside the exclosure fence. *Rubus* and some other plants developed after culling of sika deer, but this change was muted at the site where no culling was conducted. Thus, *Rubus* can be an indicator plant reflecting browsing pressure by sika deer.

Key words: sika deer, clearcut site, exclosure fence, culling, weeding, vegetation, *Rubus*

Received 14 March 2019, Accepted 26 April 2019

1) Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Department of Forest Vegetation, FFPRI

3) Kansai Research Center, FFPRI

4) Tokushima Prefecture Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Support Center

* Shikoku Research Center, FFPRI, 2-915 Asakuranishi, Kochi, Kochi, 780-8077 JAPAN; e-mail: golgo@affrc.go.jp