

論文修正に関するお知らせ

本紀要の第16号に掲載された論文「鳥居 春己, 高野 彩子 (2015) 高密度にニホンジカ (*Cervus nippon*) が棲息する奈良公園おけるシバ地植生の生産量. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要, (16): 37–43.」について、著者らから数値の誤りがみつかった旨の報告を受けた。同報告および著者全員の修正同意書を編集委員会で審議し、修正を認めることとした。

以下の通り修正を通知する。

- (1) 37ページ, 要旨の6行目にある「730頭」を「420頭」に修正する。
- (2) 37ページ, Abstractの9行目にある「ca. 700 deer」を「420 deer」に修正する。
- (3) 41ページ, 本文19行目にある「730頭」を「420頭」に修正する。

以上

自然環境教育センター紀要 編集長
石田正樹

Notification regarding article correction

Regarding the following article, “Torii T, Takano A (2015) The productivity of the short-grass (*Zoysia japonica*) community under the high density population of sika deer (*Cervus nippon*) in Nara Park, central Japan. Bulletin of Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, (16): 37–43.”, the editorial board received errata from the authors.

The editorial board deliberated the errata and the formal certificates from all authors, and decided to accept the corrections.

Here the editorial board notifies following three corrections:

- (1) Page 37, line 6 of the main text: replace “730” with “420”.
- (2) Page 37, line 19 of the main text: replace “ca. 700 deer” with “420 deer”.
- (3) Page 41, line 19 of the main text: replace “730” with “420”.

Dr. Masaki Ishida, Editor-in-Chief
Bulletin of Center for Natural Environment Education, Nara University of Education

論 文

高密度にニホンジカ (*Cervus nippon*) が棲息する奈良公園における
シバ地植生の生産量

鳥居 春己^{1*}, 高野 彩子¹

¹ 奈良教育大学自然環境教育センター

The productivity of the short-grass (*Zoysia japonica*) community under the high density
population of sika deer (*Cervus nippon*) in Nara Park, central Japan

Harumi Torii¹, Ayako Takano¹

¹ Center for Natural Environmental Education, Nara University of Education

要旨: ニホンジカが高密度に棲息する奈良公園において、移動式シカ柵を用いてシバ地の生産量を推定した。5基の柵を2007年4月から翌年4月まで設置し、1ヶ月間隔で移動し、柵内の10 cm四方の区画それぞれ3カ所から伸張した植物を採取し、乾燥重量を計量した。冬期間の生産量はなく、春には急激に増加し、秋まで安定して生産され、年間に2,895 kg/haとなり、この量は奈良公園と同様に高密度に棲息する宮城県金華山島の結果と類似したものであった。その生産量から公園平坦部で養うことのできるシカ個体数はほぼ730頭と推定された。

鳥居 春己, 高野 彩子 (2015) 高密度にニホンジカ (*Cervus nippon*) が棲息する奈良公園におけるシバ地植生の生産量. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要, 16:37-43.

キーワード: ニホンジカ、シバ植生生産量、飼養個体数、奈良公園

Abstract: Productivity of short grass (*Zoysia japonica*) community under the high density of sika deer (*Cervus nippon*) using a removable fence was studied in Nara Park, central Japan. Five fences were settled in short grass community in the park at April 2007, these were changed by month in location, then the higher part of vegetation were collected in five 10 cm × 10 cm area than that of neighbouring unfenced area. Collected vegetation were dried and weighed as biomass. Monthly biomass were very little during winter, these increased from spring and maintained to autumn. Total biomass through the year was 2,985 kg/ha/year. This result was similar to the result of Kinkazan island, Miyagi prefecture under high density of sika deer like Nara Park, and suggested short grass community in Nara Park could raise ca. 700 deer.

Torii T, Takano A (2015) The productivity of the short-grass (*Zoysia japonica*) community under the high density population of sika deer (*Cervus nippon*) in Nara Park, central Japan.

* 〒630-8528 奈良市高畑町 奈良教育大学自然環境教育センター

Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, Takabatake-cho
Nara, 630-8528 Japan

Email: torii@nara-edu.ac.jp 2015年2月16日受付、2015年3月9日受理

Bulletin of Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, 16:37-43.

Keywords: sika deer; *Zoysia* community productivity; carrying capacity; Nara Park

はじめに

奈良市近郊に広がる奈良公園周辺は、年間1300万人の観光客が訪れる観光地でありながら多くのニホンジカ (*Cervus nippon* 以後シカと呼ぶ) をみることができる。768年に春日大社の神鹿として1300年を超えて保護されてきた。神鹿とは言うものの、時代の流れにより個体数は変動し、第二次世界大戦の混乱期には79頭にまで減少した。その後は、1952年に天然記念物に指定されたこともあって、急激に個体数を増加させ、1960年代には1000頭を超え、過去30年は1200頭程度で推移している (Torii and Tatsuzawa 2009)。急激な増加期を過ぎ、現在の個体数は安定しているように見えるが、それは貧栄養個体の存在 (鳥居・高野 2009)、初期死亡率の高さ (鳥居・石川 2011) や角きりされたオスが京都府で捕獲されるように分布域を拡大させている (渡辺 2012) ことなどなどによるものと考えられる。奈良公園のシカは春から秋にかけてはシバ (*Zoysia japonica*) を主な餌としている (鳥居ほか 2000) ことから、その生産量がシカ個体群の質や棲息域に与える影響を与えていることは容易に想像される。

宮崎ほか (1978, 1980) や宮崎 (1980) によると奈良公園のシバ生産量は気候条件に影響されるものの乾燥重量で5~6 t/ha/年に達し、この量は体重が似通ったヒツジの採食量を適用するとほぼ10 頭/haを養うことができ、奈良公園全体にはシバ地面積が115 haあることから、1,150頭のシカを養うことができるとしている。この時、宮崎ほか (1978, 1980)、宮崎 (1980) はシバ地を囲い、定期的に伸長したシバを2 cm、4 cmあるいは8 cmの草丈で刈り取り、その積算値を生産量としている。しかしながら、現在の奈良公園ではシバの草丈は生長期であっても1 cm程度であることから、宮崎ほか (1978, 1980)、宮崎 (1980) の調査方法と比べると生産量は遥かに少ない可能性が高い。また、前述したようにシバ地面積は115 haとされているが、その根拠もはっきりしない。鳥居 (1990) による奈良公園でのシバ種子生産量の調査として行われた公園一帯のシバ地面積の算出では、平坦部では14.3 ha、若草山25.5 ha、合計で39.8 haであった。その調査時には、ならシルクロード博覧会 (1988年4月~10月23日) が開催されており、飛火野の南半分にはパピリオンなどが設置されており、シバ地ではなかったことを考慮しても、宮崎 (1980) の値とは大きな乖離がある。そのため、シバの生産量やシバ地面積を改めて分析する必要があると考えられる。

これらのことから、本論では奈良公園のシバ地で1ヶ月ごとにシカ柵を移動し、その中で植物を伸張させ、それと隣接するシカが採食した植物との差異をシカの1ヶ月の採食量とし、シバ地の生産量からシカの飼養可能頭数推定を試みた。なお、本論で用いるシバ地とは Ito and Takatsuki (2005) による short-grass (*Zoysia japonica*) community と同義で用い、シバを優占種とする草地を指すが、奈良公園平坦部にはシバ群落以外の草地群落もあらることが知られている (高槻1980)。また、近年になり飛火野の南端のようにミゾカクシ (*Persicaria thunbergii*) などの湿性植物も観察される湿地化した部分も出現しているが、本論では草地はすべてシバ地とみなした。なお、シバ地面積については辻野 (2015) による草地面積を用いた。

調査地と調査方法

奈良公園は奈良県奈良市の市街地に広がり、国立博物館や新公園、飛火野、浅茅が原など各所にシバ地が広がっている。それらのうちの飛火野と切畑において、調査を実施した (図1)。生産量の推定には移動式シカ柵 (Frank and McNaughton 1993; Ito and Takatsuki 2005) 方式を用いた。移動式シカ柵 (以後、柵と呼ぶ) は飛火野と切畑のシバが優占し、かつ日照が確保できる場

所にそれぞれ3台、2台を設置した。それらの設置場所、特に飛火野には多くの観光客が訪れることから、彼らの邪魔にならないようそれぞれの緑地の縁に設置するよう配慮した。しかし、隣接する林縁にフジ (*Wistaria floribunda*) が咲く時期には写生や写真撮影の邪魔になることから、いくつかの柵が移動された。移動された場合も、伸張している部分は確認できたが、移動させられた日がわからないため、過小評価となることから、それらは集計から除いた。



Arranged the map of watchiz presented by Geospatial Information Authority of Japan

Fig. 1. Study area (Location of the removal fence settled in Nara park)

柵には図2に示したような盆栽などのステンレス製の花台 (縦68 cm、横150 cm、高さ73 cm) の上部の網柵部分を取り外したものをを用いた。設置期間は2007年4月から翌年4月までであった。その間、ほぼ1ヶ月間隔でそれぞれの柵ごとに10 cm × 10 cmの方形区3カ所のシバ植生の伸張部分を刈り取った。刈り取りの高さは、柵に隣接する柵外で採食されているシバ植生の草丈とした。それら刈り取って採集した植物は高温乾燥器 (YAMATO DV630) を用いて80℃で72時間乾燥後に乾燥重量を計測した。Ito and Takatsuki (2005) は金華山島における移動式シカ柵を用いた調査において、柵内外のシバ植生の地下部と地上部を採集し、乾燥後に地上部の両者の差を採食量とみなした。しかし、本論における調査地は県立奈良公園地内であることや、多くの観光客が訪れることから、同様の採集方法は採用できなかった。

なお、シバ植生はシバ (*Zoysia japonica*) が優占し、時にスズメカタビラ (*Poa annua*) などが混生しているが、12~2月以外はずべての柵においてシバの草丈が最も高いことから、シバの高さに合わせて刈り取った。1~2月にはシバは枯れ、スズメノカタビラやコケ類が残ったが、対照区と草丈に明瞭な違いが見られないことから、生産量はないものとみなした。

奈良公園の草地面積は辻野 (2015) によると2014年の草地の現地踏査から60 haであった。なお、奈良公園では1988年に開催されたシルクロード博の際に、飛火野などでは表土を剥いで、外部から持ち込んだ公園緑化用のシバを植え込んでいる。しかし、若草山などそのような処理をされていない地域のシバとの品種や生産量の異同については考慮できなかった。



Fig. 2 A removal fence used in the present study

結果と考察

シカ柵内でシバ以外に単子葉植物ではニワゼキショウ (*Sisyrinchium angust*)、クサイ (*Juncus tenuis*)、スズメノカタビラなども確認されたが、量はわずかなものであった。また、広葉草本類はノチドメ (*Hydrocotyle maritime*)、シロツメクサ (*Trifolium lupinaster*)、カタバミ (*Oxalis corniculata*) などが確認された。それ以外はコケ類だった。それぞれの年間総乾燥重量に占める比率は7.0%、0.8%であった。これらのことから、シバがほぼ優占していたと言える。シバ植生の生産量は図3に示した。1~2月は対象となる隣接する柵外草地とほとんど違いがないことから植物は採集しなかった。シバは3月 (74.4 kg/ha) から次第に生長し、5月に639.7 kg/haと最大になった。6~7月は若干減少したものの、8月には5月に近い生産量を示し、9月に324.0 kg/haとなり、11月にはスズメノカタビラなどが残ったもののシバが枯れたことから153.9 kg/haと半減し、12月にわずかな植物量となった。なお、5月に生産量はピークとなり、6月~7月に減少しているが、2007年の6月は降雨量が平年値のほぼ半分程度、7月は降雨量が平年の1.6倍ながら、日照量は平年の65%程度だった (奈良地方気象台 2008) ことが影響していると考えられる。

図3に示した結果を年間でまとめると2,895 kg/ha/年となった、この結果は金華山島の3,296 kg/ha/年 (Itou and Takatsuki 2005) の88%だったが、シバ地の生産量に年変動があること (宮崎ほか1980) や6~7月の日照量の低下を考慮すれば、妥当なものともみなすことができる。宮崎ほか (1978) による刈り高が2 cmと4 cmでのシバの生産量は両者に大きな違いは無かった。しかし、翌年は刈り高4 cmと8 cmで施したところ (宮崎ほか 1980)、2年間の比較ができる4 cmの刈り高では夏期の日照量や降雨量などの影響で年による差は大きく、区画や季節によっては、前年の半分の生産量となることもあった。また、8 cmの刈り高での生産量は4 cmのその半分程度であった。これらのことから、宮崎 (1980) は4 cmの草丈に保たれる状況がシカにとって好適な餌条件であると述べている。現在の奈良公園のシバ草丈は1 cmに満たないが、再生産のための葉量が極端に少ないことが生産量の少なかった原因と考えられる。

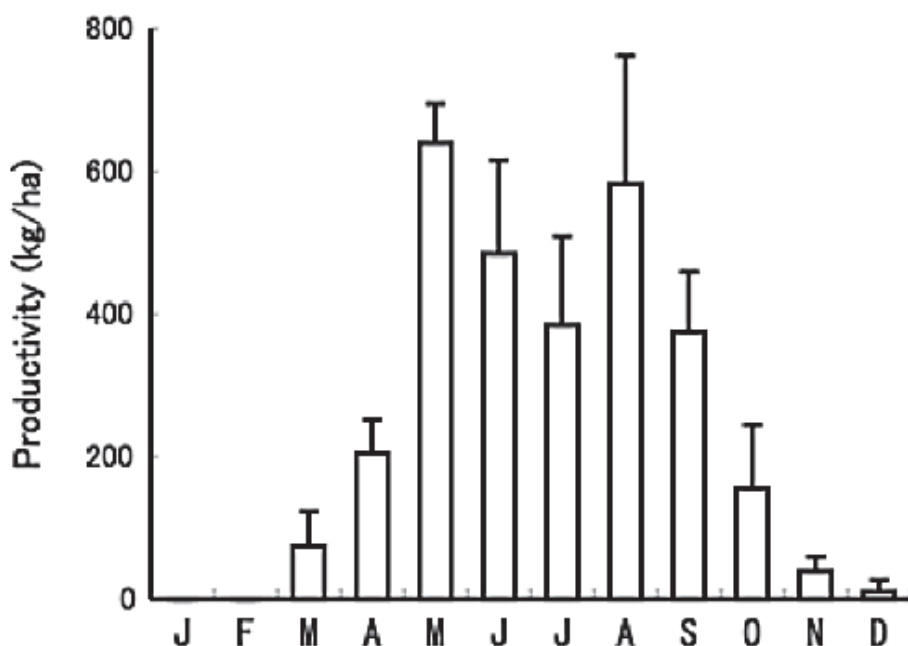


Fig. 3. Seasonal change of the productivity of the *Zoysia japonica* community in Nara Park, central Japan.

一方、奈良公園の草地面積はほぼ60 haである（辻野2015）。そのため、単純計算ではシバ地全体での総生産量は173,700 kg/年となる。2009年春に妊娠の可能性があることから保護捕獲されたメス48 個体の体重は 43.4 ± 5.4 kg（平均 \pm S.D.）、角きりのために秋に捕獲されたオス111 頭の体重は 58.9 ± 12.8 kg（平均 \pm S.D.）であった（鳥居ほか未発表）。それらの結果から奈良公園のシカの体重をおおよそ50 kgとみなし、シカ1頭1日の採食量をItoand Takatsuki (2005) に従い、wapiti (*Cervus elaphus nelsoni*) の $0.035 \sim 0.085$ kg $W^{0.75}$ /日（Wは体重；kg）（Mould and Robbins 1982）の中央値0.06 kgを用いて算出した。その結果、奈良公園におけるシカ1日1頭の採食量は1.13 kgと推定された。農作物被害防除や怪我などにより鹿苑で収容されているおおよそ200 頭のシカへの乾草、ヘイキューブ、米糠など給餌量は乾燥重量に換算して1日1頭当たりほぼ1.1 kg（奈良の鹿愛護会より聞き取り）であるという。その量とほぼ同様の結果となっている。

白石ほか（1996）は11~17 頭のシカを飼育し、各個体の体重と集団の採食量を調査した。それによると性と齢、季節により採食量は異なるものの、体重維持に必要な1日の採食量は乾燥重量で体重当たり約 0.065 kg/ $W^{0.75}$ /日と推定された。0.065 kgは今回用いた0.06 kgとほぼ同じ値であり、調査期間中の体重変動はオスでは70kg以上であったが、メスと亜成獣はほぼ50 kgとみなせるものだったことから50 kgとみなすと、採食量は1日1頭当たり1.22 kgとなる。

これらのことから、今回の1日1頭あたり1.13 kgの採食量という結果は、それほど大きな間違いはないと考える。そのため、奈良公園のシバ地の年間生産量173,700 kgは単純計算では153,717 頭分の餌量となり、棲息個体数1,200 頭の採食量とすると128 日分にしかならない。シバ地だけでは730 頭の飼養量となる。

奈良公園のシカはシバを主な餌としてはいるが、広葉草本本類も採食しており、それが自生する広葉草本類や自然落下したシイ・カシ類の葉であるか、地元住民からの野菜などの給餌物かは不明だが、シカにとって重要な位置を占めている（鳥居ほか 2000）。シバの不足分はそれらによってまかなわれているのであろう。また、鳥居ほか（2000）の胃内容物分析では確認できない鹿煎餅の採食量については、渡辺（2015）から大まかには試算した。渡辺（2014）は鹿煎餅の証紙収入が近年は年間2,000 円としているが、正しくは2,000 万円だと思われる。証紙収入は鹿煎

餅の代金の150円の1/3であることから、40万パックの販売量となる。1パックの乾燥重量は 35.2 ± 0.3 g (平均 \pm S.D.) (n=3) だったため、鹿煎餅の採食量は約14,000 kgとなる。販売量の季節性を無視し、1,200頭が均等に採食しているとすると11.8日分にしかない。鹿煎餅はシカの採食量にはほとんど寄与していないことがわかる。

現在の奈良公園では、植物生産量もシバ地面積も宮崎(1980)より遥かに少なかった。1頭1日あたりの採食量を宮崎(1980)の試算より遥かに少ない量としても1,200頭のシカを養うことはできないことになった。それにも関わらずシカが奈良公園に依存し続けているのはシイ・カシ類の落葉や堅果類が供給されることと、地域住民からの野菜屑などや多くの観光客からの鹿煎餅などの給餌などが、保守性の強いシカの周辺地域への急激な拡大を防いでいるものと考えられる。今回、すべての草地をシバ地植生とみなしたが、高槻(1980)は奈良公園の草地にはシバ群落、スズメノカタビラ群落とその中間植生のあることを報告している。奈良公園のシカの保護管理のため、今後はそれぞれの群落の生産量を明らかにすることや、別の植生タイプの存在の有無などの調査が必要と考える。

謝辞

矮小化していることから、同定の困難な植物の同定にご協力いただいた奈良教育大学教育学部理科教育講座の菊地淳一准教授、同自然環境教育センター研究部員乾久子氏に厚くお礼申し上げます。また、丁寧に査読していただいた匿名の2名に感謝いたします。

引用文献

- Frank DA, McNaughton SJ (1993) Evidence for the promotion of aboveground grassland production by native large herbivores in Yellowstone National Park. *Oecologia* 6:157-161.
- Ito T, Takatsuki S (2005) Relationship between a high density of sika deer and productivity of the short-grass (*Zoysia japonica*) community: a case study on Kinkazan island, northern Japan. *Ecological Research*, 20:573-579.
- 金華山島生態系保全調査委員会 (1979) 金華山島の生態系と自然保護. 宮城県.
- 宮崎 昭, 福田 雅之, 小島 洋一 (1978) 草地の養分生産力に関する研究-シバ植生の季節的養分生産について. (春日顕彰会 編) 昭和52年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 39-51. 春日顕彰会, 奈良.
- 宮崎 昭, 森本 正隆, 森田 哲夫 (1980) 草地の養分生産力に関する研究 (第2報) -シバ植生の季節的養分生産について-(2). (春日顕彰会 編) 昭和54年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 133-143. 春日顕彰会, 奈良.
- 宮崎 昭 (1980) シバ植生の牧養力に関する検討-奈良公園のシバ植生の養分生産量からみた奈良シカの生活適正頭数について- (昭和51年~53年の調査結果の総括). (春日顕彰会 編) 昭和54年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 145-148. 春日顕彰会, 奈良.
- Mould ED, Robbins CT (1982) Digestive capabilities in elk compared to white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*, 46:22-29.
- 奈良地方気象台 (2008) 奈良県の気象 平成19年 (2007年) 年報, 奈良地方気象台33p 付図1.
- 白石 利郎, 中口 良子, 羽山 伸一, 時田 昇臣, 古林 賢恒, 山根 正伸 (1996) 飼育下における丹沢山ニホンジカの体重と採食量の季節変動, *Jpn. J. Zoo Wild. Med.*, 1:119-124.
- 高槻成紀 (1980) 奈良公園の植生とシカの影響. (春日顕彰会 編) 昭和54年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 113-132. 春日顕彰会, 奈良.
- 辻野 亮 (2015) 奈良公園平坦部におけるニホンジカ生息環境評価のための相観植生図. 奈良教育

- 大学自然環境教育センター紀要, 16:45-50.
- 鳥居 佐江子 (1990) 奈良公園におけるシバ種子生産. 自然と教育, (2):1-4.
- 鳥居 春己, 鈴木 和男, 前迫 ゆり, 市本 佳紀 (2000) 奈良公園のニホンジカ胃内容物分析. 関西自然保護機構会誌, 20:13-15.
- 鳥居 春己, 高野 彩子 (2009) 大腿骨骨髓による奈良公園シカの栄養診断. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要, 9:5-9.
- Torii H, Tatsuzawa S (2009) Sika deer in Nara park: Unique human-wildlife relations. In: (McCullough DR, Takatsuki S, Kaji K eds.) Sika deer, 347-363. Springer, Japan.
- 鳥居 春己, 石川 周 (2011) 奈良公園ニホンジカの初期死亡率の推定. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要, 12:9-12.
- 渡辺 伸一 (2012) <半野生>動物の規定と捕獲をめぐる問題史:なぜ「奈良のシカ」の規定は二つあるのか?. 奈良教育大学紀要. 人文・社会科学, 61:109-119.
- 渡辺 伸一 (2014) 観光地における動物との接触事故への対応-「奈良のシカ」の事例-, 奈良教育大学紀要. 人文・社会科学, 63:90-113.