

原著論文

東京都多摩地域におけるニホンジカと共存するための技術開発

中村健一^{1,*}・田村哲生¹・奈良雅代¹・新井一司¹・寺崎敏明¹・岸本康彦^{1,a}・及川真里亜²・梶 光一²

¹東京都農林総合研究センター

²東京農工大学大学院

摘 要

東京都多摩地域におけるニホンジカの生息可能個体数を、栄養学的環境収容力に基づき算出した結果、約 2,000 頭の生息が可能であった。この栄養分の多くは落葉や落枝が担っており、これら枯死植物がニホンジカの生存に不可欠な存在であることが明らかになった。また、微害地での使用を目的としたニホンジカの歩行を阻害する柵を検討したが、十分な効果は得られなかった。さらに、ニホンジカの食害を受けた地域において、2004 年に土砂流出が発生したことを受け、土砂の流出に関わる立地環境要因を検討した結果、ニホンジカの生息密度が土砂の流出に最も関与していることが示唆された。

キーワード：栄養学的環境収容力，ニホンジカ，歩行阻害柵，シカ生息密度

東京都農林総合研究センター研究報告 7: 53-68, 2012

緒 言

東京都西多摩郡奥多摩町を中心とした多摩地域の森林においては、針葉樹人工林を皆伐した後に植林したスギ (*Cryptomeria japonica*) やヒノキ (*Chamaecyparis obfusa*) が、ニホンジカ (*Cervus nippon*) (以下、シカと略す) による枝葉採食被害を受けている。2004 年には、この被害が顕著になり、森林の裸地化が進行し、土砂流出など国土保全に関わる甚大な被害も発生した (真田, 2004)。

このような被害を受けて、東京都は「鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律」第 7 条の規定に基づき、2005 年 9 月「東京都シカ保護管理計画」を策定した。この計画は 2008 年 3 月、第 2 期に引き継がれ、シカを科学的・計画的に保護管理することで人とシカの共生を図ろうとしている。このなかで、糞粒法によるシカ生息密度調査 (新井ら, 2006) などにより、多摩地域のシカの生息密

度や個体数は明らかになっているが、多摩の森林におけるシカの適正個体数は明らかになっていない。

本研究では、適正個体数を求める基礎資料とするため、栄養学的環境収容力 (植物の利用可能養分量とシカの養分要求量から計算した個体群の生存限界密度) の試算に基づき、多摩の森林におけるシカの生息可能個体数の算出を試みた。

また、人とシカの共生が実現し、これまでのような強固で頑丈な防止柵の必要がなくなった場合、より設置が簡単で低コストなシカ侵入防止柵設置が求められる。そのうえ、東京における被害地のほとんどは自然公園区域内にあり、周囲の環境に配慮したものが求められる。これらのことから、微害地での使用を目的としたシカの歩行を阻害する柵を検討した。

さらに、2004 年に土砂流出が発生したことを受け、土砂の流出に関わる立地環境要因を検討した。土砂の流出に関わる立地環境要因には、傾斜角や斜面方位などが考

*連絡先: kenichi-nakamura@tdfaff.com ^a 現東京都農業振興事務所

えられるが、各要因がどの程度関与しているか不明であった。そこで、シカと共存する地域における森林施策に活用するため、都内の伐採地についてどの要因が大きく関与しているかを分析した。

材料及び方法

1. 東京都多摩地域の森林の代表的な植物相における食物資源量の測定

(1) 調査地の選定

調査区域は、 1km^2 あたり1~3頭を生息目標としている「共生ゾーン」(東京都, 2008)である東京都奥多摩町の多摩川より北のエリア(170km^2)とした。刈り取り調査は代表的な植生を反映するように、標高309mから1,712mまでの範囲で針葉樹林(調査地5点)、広葉樹林(調査地4点)、伐採跡地(調査地2点)、防火帯(調査地1点)の

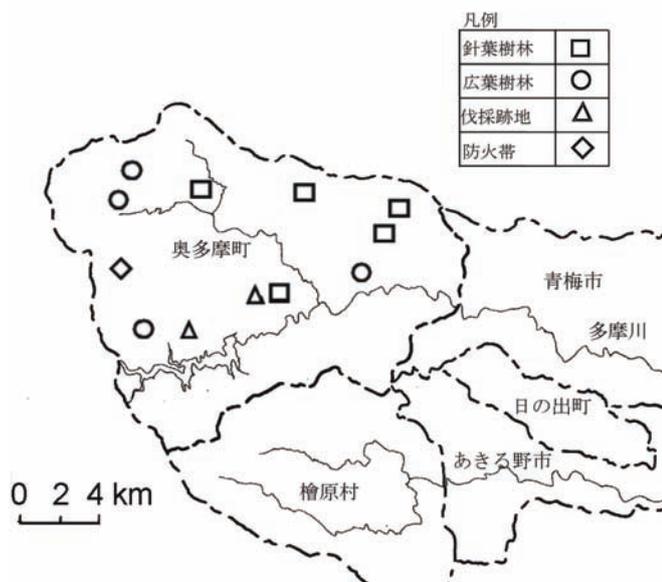


図1 調査地位置図

12地点を選んだ(図1)。防火帯とは、稜線や尾根に設けられた草地で、管理者によって年1回刈り払いが行われており、本調査地域における特徴的な植生として調査地点に加えた。針葉樹林の上層木はヒノキまたはスギであった。広葉樹林の主な上層木はブナ(*Fagus crenata*)、ミズナラ(*Quercus crispula*)あるいはアラカシ(*Quercus glauca*)だった。伐採跡地と防火帯には上層木がなく、伐採跡地は主にススキ(*Miscanthus sinensis*)、タケニグサ(*Macleaya cordata*)、防火帯は主にワラビ(*Pteridium aquilinum*)やマルバタケブキ(*Ligularia dentata*)で構成されていた。2004年に糞粒法で推定した生息密度調査(新井ら, 2006)によると、本調査地の奥多摩湖北岸は 1km^2 あたり10頭以上の区画が集中しており、調査地全体では 1km^2 あたり2

~10頭以上生息していると推定している。

(2) 植物資源量の測定

植物資源量(地上部の生存植物と枯死植物の乾燥重量を合計した値)を測定するため、1調査地点ごとに50mのラインを1本任意に設け、1辺が1.5mで上面の空いたケージ(高さ1.5m)をラインに沿って5mおきに6つ設置した(図2)。

ケージはシカによる枝葉採食やもぐりこみを防ぎ、かつ樹冠からの落葉などがケージ内に落下するよう工夫した。ケージを設置してから30日後にケージ内のすべての植物の地上部を $1\text{m}\times 1\text{m}$ の範囲で植物種・部位(葉、茎・枝、花)ごとに刈り取った。樹木はシカが採食可能である1.5mの高さまで刈り取って採取した。また、地表に堆積した枯死植物のうちL層を $1\text{m}\times 1\text{m}$ の範囲で回収した。イネ科(*Gramineae*)、カヤツリグサ科(*Cyperaceae*)、

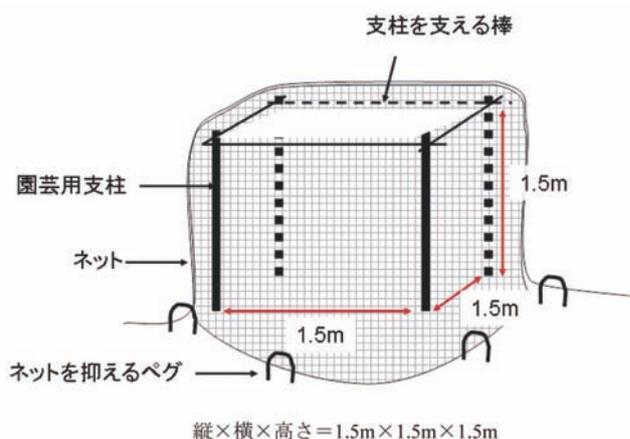


図2 ケージの概要

アザミ属(*Cirsium*)、キイチゴ属(*Rubus*)、ササ属(*Sasa*)、スミレ属(*Viola*)、シダ綱(*Pteridopsida*)、ツツジ属(*Rhododendron*)、およびター中のブナ属(*Fagus*)、シデ属(*Carpinus*)、カエデ属(*Acer*)のサンプルにおいて、破損した落葉であったなどの理由で種の同定が困難だった場合は、種ではなくそれぞれの科や属でサンプルをまとめた。採集した植物は通風乾燥機を用い 60°C で48時間加熱した後に乾燥重量を測定し、植物資源量とした。ただし、一般的に不嗜好性あるいは低嗜好性と考えられている植物(高槻1989;永田ら, 2003;大橋ら, 2007)のうち、特に調査地において採食痕が見られなかった植物(マツカゼソウ *Boenninghausenia japonica*, マルバダケブキ, オオバアサガラ *Pterostyrax hispida*, オオパイノ

モトソウ *Cretan brake*, フタリシズカ *Chloranthus serratus*, ワラビ) は植物資源量から除いた。

刈り取り調査は、植物の生長期が終わり植物資源量が最大になると考えられる夏季 (2007年と2008年の8-9月) および、初霜後に植物が枯死し落葉樹の落葉が終了して植物資源量が最小になると考えられる冬季 (2008年12月-2009年3月) に行った。防火帯の刈り払いは、管理者によって夏季と冬季の調査の間にあたる2007年および2008年の秋季に行った。

(3) CP含量の分析

反芻動物の採食量に影響を及ぼす要因である粗蛋白質 CP (Crude protein) 含量を分析した (附表 1.1~1.4)。サンプルは、同じ植物の同じ部位であれば調査地点が異なっても成分は同じであると仮定して、植物種ごとにひとつにまとめて分析した。同定できなかった植物は草本および木本の部位ごとにまとめ、調査地点ごとに異なるサンプルとした。また、1m²あたり乾燥重量が0.1g以下のサンプルは同定できなかったサンプルと併せた。なお、分析は、定法 (日本草地畜産種子協会, 2001) に従って行った。

(4) 食物資源量の計算

Hobbs and Swift (1985) の推定方法に基づいて、動物は栄養含量が最も高いものから順に食物を選択的に採食していくという前提で、一定の栄養価を含む最大の食物資源量を、植物資源量とその栄養価から計算した (図 3)。体重を維持するのに最低限の CP 含量は野生反芻動物では 5.0~9.0% (Robbins, 1993) とされているため、本研究においては、その中間値である CP 含量値平均 7.0% 以上の植物資源を食物資源とし、その植物資源の乾燥重量を食物資源量とした。

平均 CP 含量 [%] =

$$\frac{\int_{X_1}^{X_{\max}} x f(x) dx}{\int_{X_1}^{X_{\max}} f(x) dx} \cdot 100 \quad (\text{式 1})$$

$$\text{植物資源量} = \int_{X_1}^{X_{\max}} x f(x) dx \cdot 0.011^{-1} \quad (\text{式 2})$$

$f(x)$: CP 含量 [%] を x としたときに植物資源量を表す関数

X_{\max} : 植物資源量中の最大 CP 含量 [%]

X_1 : 式 1 において、平均 CP 含量が 1.1% となるときの CP 含量 [%]

図 3 Hobbs の推定式

2. 食物資源に近似した栄養価を持つ実験飼料に対する採食量の測定

(1) 実験飼料の選定

実験飼料は、食物資源として設定した CP 含量の平均値 (7.0%) と近似した栄養価の飼料であるチモシー乾草 (CP 7.1%) を用いた。

(2) 実験動物および採食実験の方法

実験動物として、東京都農林総合研究センター青梅庁舎で飼育している 1 頭の成獣メスおよび 1 頭の去勢成獣オスの計 2 頭のシカを用いた。体重は冬季の実験を行った 2008 年 1 月の時点でそれぞれ 50kg, 66kg, 夏季の実験を行った 2008 年 8 月の時点でそれぞれ 58kg, 77kg であった。実験を行っていない時は個別飼育ゲージ (1 × 2m, シカはケージ内で自由に体の向きを変えることができる, 以下, 個飼ケージ) から出し、アルファルファヘイキューブを自由に摂取させた。また、飼育エリア内に、水と鉍塩 (鉍塩セレニクス TZ; 日本全薬工業, 福島県) を設置した。

採食量を測定する前に、飼料を実験飼料へ段階的に切り替えるために 7 日間、さらにシカ飼料に馴致させるための予備実験を 7 日間設けた。予備実験の後、続けて採食量の測定を 7 日間行った。飼料の切り替え期間は個飼ケージから出して飼育し、予備実験および実験期間はそれぞれを個飼ケージに入れて実験を行った。シカは本研究を行う以前にも同様の飼育実験を何度も経験しているため、個飼ケージ内での飼育は実験結果に大きな影響を及ぼさないと考えた。

飼料切り替え期、予備実験期および採食量測定期は 1 日 1 回 9 時に実験飼料を与え、個飼ケージ内に水と鉍塩を設置した。予備実験期および採食量測定期は給与量の約 1 割を食べ残すように実験飼料を与えた。それぞれの個体の給与量と食べ残した量の乾燥重量は 60°C で 48 時間加熱して毎日測定した。

3. 栄養学的環境収容力の計算

Hobbs and Swift (1985) の推定方法 (図 3) に基づき、栄養学的環境収容力 (頭/km²) = 食物資源量 (g/km²) / 採食量 (g/km²) として栄養学的環境収容力を求めた。採食量はチモシー乾草 (CP 7.1%) における体重 60kg あたりの量を用い、各植物相の夏季および冬季における CP 7.0% の栄養学的環境収容力を求めた。

この栄養学的環境収容力に多摩の各植物相面積 (東京都, 2011) を乗じることにより、多摩における各植物相の生息可能個体数を算出した。

表1 障害物設置状況

試験区	障害物	材質	網目(cm)	奥行(m)	浮き(cm)
1	グレーチング (高さ5cm)	鉄	3.0×6.0,9.0	1	-
2	金網	鉄	15.2×8.9~20.4	2	8
3	金網	鉄	9.5×4.0	2	8
4	金網	鉄	9.5×4.0	1	38
5	ネット	ポリプロピレン	2.0×2.0	2	8



図4 調査地

表2 土砂流出の評価基準と各種要因のランク

ランク	土砂流出の程度				
1	下層植生が豊かで、冬季以外の時期に裸地が見られない。				
2	下層植生が少なく、冬季以外の時期でも一部に裸地が見られる。				
3	下層植生が少なく、裸地が多い。一部で雨滴侵食や表面侵食が見られ、表層が少し動いている。				
4	下層植生がほとんどなく、侵食が激しく、リル侵食、ガリ侵食、表層崩れが生じている。				

ランク	傾斜	斜面方位	標高	シカ生息密度	伐採後の年数
1	0-27°	東	500m未満	2頭/km ² 未満	5年未満
2	28-35°	南	500m以上750m未満	2頭/km ² 以上8頭/km ² 未満	5年以上10年未満
3	36-42°	西	750m以上1000m未満	8頭/km ² 以上	10年以上
4	43°-	北	1000m以上		

4. シカ歩行障害柵の検討

実験動物として、前述の2頭のシカを用いて、障害物を通過するかどうかを試験した。これまで、農地などで防護柵を設置した場合、入口にはグレーチングを埋設することが有効(農林水産省, 2007)とされている。そこで、障害物にはグレーチングおよびグレーチングと同様のメッシュがある市販品のポリプロピレンのネット、鉄製の金網を用い、5つの試験区を設けた(表1)。これら障害物の反対側にコナラの苗木または飼料を設置し、障害物の通過の有無などにより、歩行障害の効果を判定した。なお、試験は2009年5月から6月にかけて各試験区

1回ずつ行い、供試したシカは試験当日給与せず、午前10時頃より開始した。

5. 崩落しやすい土壌条件の解明

対象は、20年以内に都内で伐採された林地とし、調査した地点を図4に示した。2007年5月から11月にかけて、土砂流出の程度を確認し、表2に示した土砂流出の程度の判断基準を定め、評価するとともに、その原因と考えられる傾斜、斜面方位、標高、シカ生息密度、伐採後の年数の因子についてランクを定めた(表2)。傾斜については、東京都2,500デジタルマップ(東京デジタル

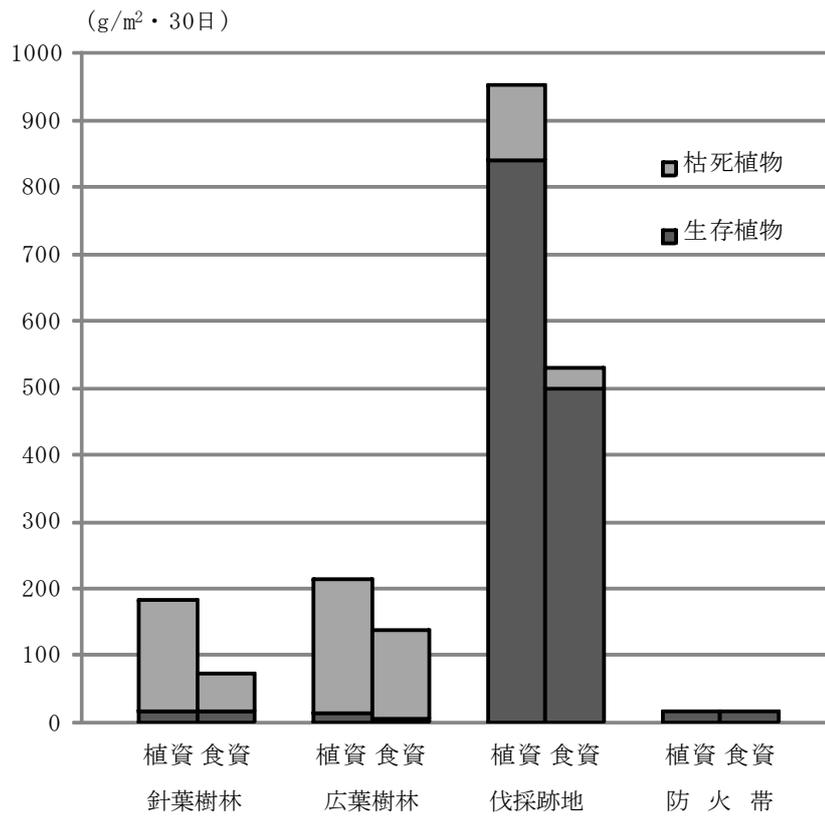


図5 夏季30日あたりの植物資源量（植資）および食物資源量（食資）

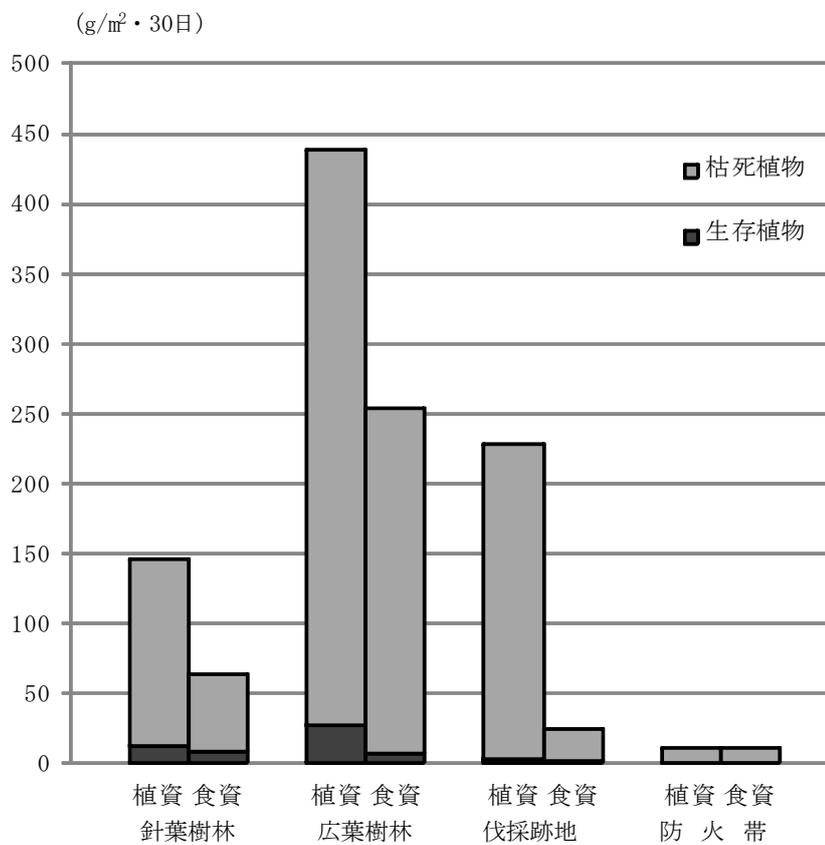


図6 冬季30日あたりの植物資源量（植資）および食物資源量（食資）

マップ株式会社)の地形図を用いて、山腹崩壊危険地区調査実施要領に従って、面積 0.79 ha (直径 100 m の円)ごとに求め、あわせて斜面方位と標高のデータを記録した。シカ生息密度については、糞粒法によるシカ生息密度分布図(新井, 2006)のデータを用いた。解析に用いたデータ数は、42 であり、数量化Ⅱ類 (<http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/BlackBox/BlackBox.html>)を用い、解析した。

結果および考察

1. 東京都多摩地域の森林の代表的な植物相における食物資源量

夏季および冬季における各植物相 1 m²あたりの植物資源量ならびに食物資源量を、落葉などの枯死植物と生存植物に区分して示した(図 5,6)。

夏季における植物資源量は、針葉樹林 184g/m²・30日、広葉樹林 214 g/m²・30日、伐採跡地 952 g/m²・30日、防火帯 15 g/m²・30日であった。針葉樹林ではスギの落葉と落枝、広葉樹林ではミズナラやアラカシなどの上層木の落葉と落枝、伐採跡地ではススキ、防火帯ではイネ科植物、コウゾリナ (*Picris hieracioides* var. *glabrescens*) が優占していた。食物資源量は、針葉樹林 73g/m²・30日、広葉樹林 139g/m²・30日、伐採跡地 530g/m²・30日、防火帯 15g/m²・30日であった。

冬季における植物資源量は、針葉樹林 147g/m²・30日、広葉樹林 438g/m²・30日、伐採跡地 228g/m²・30日、防火帯 11g/m²・30日であった。針葉樹林ではスギの落葉と落枝、広葉樹林ではミズナラ、アラカシなどの上層木の落葉と落枝、伐採跡地ではススキの枯死体、防火帯ではイネ科植物の枯死体が優占していた。食物資源量は、針葉樹林 64g/m²・30日、広葉樹林 254g/m²・30日、伐採跡地 25g/m²・30日、防火帯 11g/m²・30日であった。

また、植物資源量における枯死植物の割合は、夏季において、針葉樹林 91.3%、広葉樹林 93.1%、伐採跡地 11.6%、防火帯 0%であった。冬季においては、針葉樹林 91.4%、広葉樹林 93.7%、伐採跡地 98.7%、防火帯 100%であった。食物資源量における枯死植物の割合は、夏季において、針葉樹林 78.2%、広葉樹林 96.5%、伐採跡地 6.0%、防火帯 0%であった。また、冬季において、針葉樹林 86.4%、広葉樹林 97.2%、伐採跡地 91.1%、防火帯 100%であった。

上記のとおり、針葉樹林、広葉樹、伐採跡地では、食物資源量は植物資源量より少なくなった。これは、植物資源量は、針葉樹林ではスギの落葉と落枝、広葉樹林ではミズナラやアラカシなどの上層木の落葉と落枝、伐採

跡地ではススキが優占していたが、これら優占していたスギの落葉と落枝、ミズナラの落枝ならびにススキは、CP 値が 7.0%未満であり、食物資源量には含まれなかったためである。また、伐採跡地は、1年生の草本類が優占しており、そのほとんどが秋季に枯れるため、冬季において植物資源量や食物資源量が減少したと考えられた。防火帯は、管理者によって秋季に刈り払いが行われたため植物資源量が少ないと考えられた。植物資源量、食物資源量ともに、針葉樹、広葉樹では、枯死植物が大きな割合を占めたが、食物資源量においても枯死植物の割合が大きいということは、枯死植物がシカの栄養源になっていることを示唆する。特に広葉樹林においては、落葉広葉樹の落葉により、冬季に枯死植物の量が大幅に増加しており、越冬のための重要な栄養源であると考えられた。

2. 食物資源に近似した栄養価を持つ実験飼料に対する採食量

個飼ケージで飼育している1頭の成獣メスおよび1頭の去勢成獣オスの計2頭のシカにおけるチモシーの採食量を表3に示した。生息可能頭数は1頭のシカの個体重を 60kg と仮定して頭数を算出するため、採食量はシカの体重 1kg あたりに換算した。この結果、成獣メスの採食量は、夏季 9.78g・日・kg、冬季 12.24g・日・kg であった。去勢成獣オスにおいては、夏季 17.41g・日・kg、冬季 23.02g・日・kg であった。2頭の平均は、夏季 13.60g・日・kg、冬季 17.63g・日・kg であった。

表3 飼育シカの採食量 (g・日・kg)

	夏季	冬季
成獣メス	9.78	12.24
去勢成獣オス	17.41	23.02
平均	13.60	17.63

3. 栄養学的環境収容力による生息可能個体数

各植物相の夏季および冬季における栄養学的環境収容力(頭/km²)を表4に示した。この結果、夏季における

表4 各植生相の栄養学的環境収容力

植生相	夏季 (頭/km ²)	冬季 (頭/km ²)
針葉樹林	2.74	1.87
広葉樹林	5.24	7.41
伐採跡地	20.06	0.72
防火帯	0.58	0.32

備考)シカの個体重を 60kg と仮定

伐採跡地の環境収容力が突出しており、夏場におけるシカの餌場になりうると考えられた。本研究では、植物種の再生量を測定していないため、測定した植物の現存量がその後6カ月間の利用可能な量と仮定した。

次に、各植物相の夏季および冬季における生息可能個体数を表5に示した。夏季は1,909頭、冬季は2,023頭と頭数にはあまり差が見られず、積雪等の障害(高槻, 2006)がなければ、シカは個体数を減らさず越冬が可能であると考えられた。また、伐採跡地や防火帯は、多摩の森林面積全体に対する割合が低いいため、生息可能個体数としてはわずかであった。しかし、伐採跡地には豊富な食物が存在するため、一時的に集中して採食し、その後針葉樹林や広葉樹林に拡散していくことも推測される。

表5 多摩におけるシカ生息可能個体数

植生相	森林面積 ^{a)} (km ²)	シカ生息可能個体数	
		夏季(頭)	冬季(頭)
針葉樹林	319.21	876	597
広葉樹林	192.10	1,006	1,423
伐採跡地	1.19	24	1
防火帯	4.98	3	2
計	517.48	1,909	2,023

a) 東京の森林・林業(平成22年度版)東京都産業労働局

最後に、生存植物・枯死植物別の生息可能個体数を、図7および図8に示した。夏季、冬季ともに、その多くは枯死植物が担っており、落葉等がシカの生存に重要な栄養源になっていると考えられた。

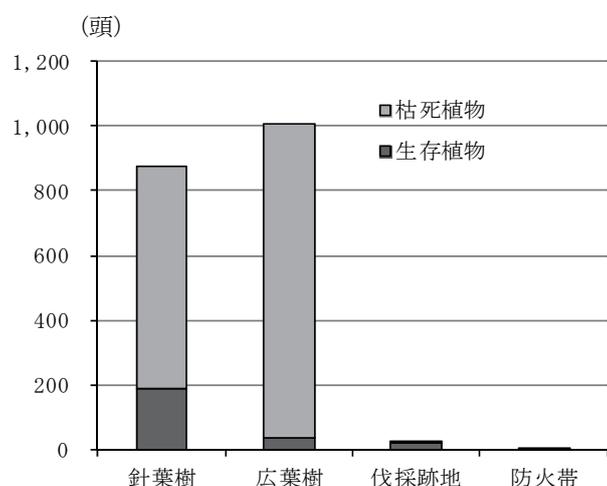


図7 夏季における枯死・生存植物別生息可能個体数

Hobbs and Swift (1985) の推定方法では、食物資源とならない低い栄養価の植物資源は動物の栄養にはならないとされている。このため、本研究で推定した生息可能個体数は、現存する植物を全て採食することを前提としたものとなり、適正生息個体数は、この個体数を基に、植物の枝葉採食被害が現れない個体数として求める必要がある。

現在、東京都では、シカとの共生を図るため「東京都シカ保護管理計画」に基づき個体数管理のための捕獲を行っている。本研究成果が、今後の個体数管理の基礎資料に活用されることを期待する。

4. シカ歩行障害柵

シカは、すべての試験区において障害物を通過した(表6)。

障害物を直接地面に敷いた場合ならびに8cm浮かした場合(調査区1, 2, 3, 5), 最初シカは躊躇したが、設置数分後に注意しながらゆっくりと通過した。網目の大きさに応じて、網目の間や網目の交点に乗って通過した。

網目の間や網目の交点に乗って通過しないように障害物を38cm浮かした場合(調査区4), 最初は躊躇したものの設置数分後に障害物を飛び越えて通過した。

これらの結果から、今回設置した障害物では効果が認められなかった。調査区4のように障害物を38cm浮かすことにより歩いて通過することは防げるが、飛び越えられない奥行きが必要であることがわかった。しかし、実際に設置する森林内では樹木などが生育しているため、今回調査した以上の大きさの障害物を設置するのは難しいと考える。

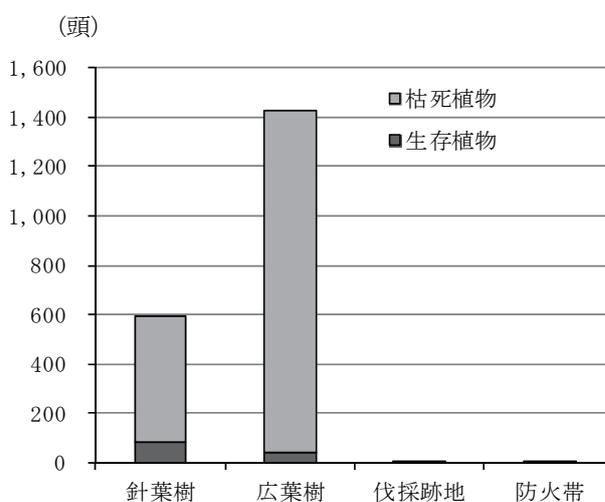


図8 冬季における枯死・生存植物別生息可能個体数

表6 障害物通過状況

試験区	障害物	材質	網目(cm)	奥行(m)	浮き(cm)	通過の有無	通過方法
1	グレーチング (高さ5cm)	鉄	3.0×6.0,9.0	1	-	有	歩行
2	金網	鉄	15.2×8.9~20.4	2	8	有	歩行
3	金網	鉄	9.5×4.0	2	8	有	歩行
4	金網	鉄	9.5×4.0	1	38	有	飛び越え
5	ネット	ポリプロピレン	2.0×2.0	2	8	有	歩行

表7 土砂流出に関わる要因の偏相関係数とその順位

区分	偏相関係数	順位
シカ生息密度	0.86687	1
標高	0.60987	2
斜面方位	0.56535	3
傾斜	0.46730	4
伐採後の年数	0.26814	5

表8 数量化Ⅱ類の解析による土砂流出の程度のカテゴリースコア値

土砂流出の程度のランク	カテゴリースコア値
1	0.84
2	0.67
3	-0.97
4	-1.11

備考) 土砂流出の程度のランクは表2参照

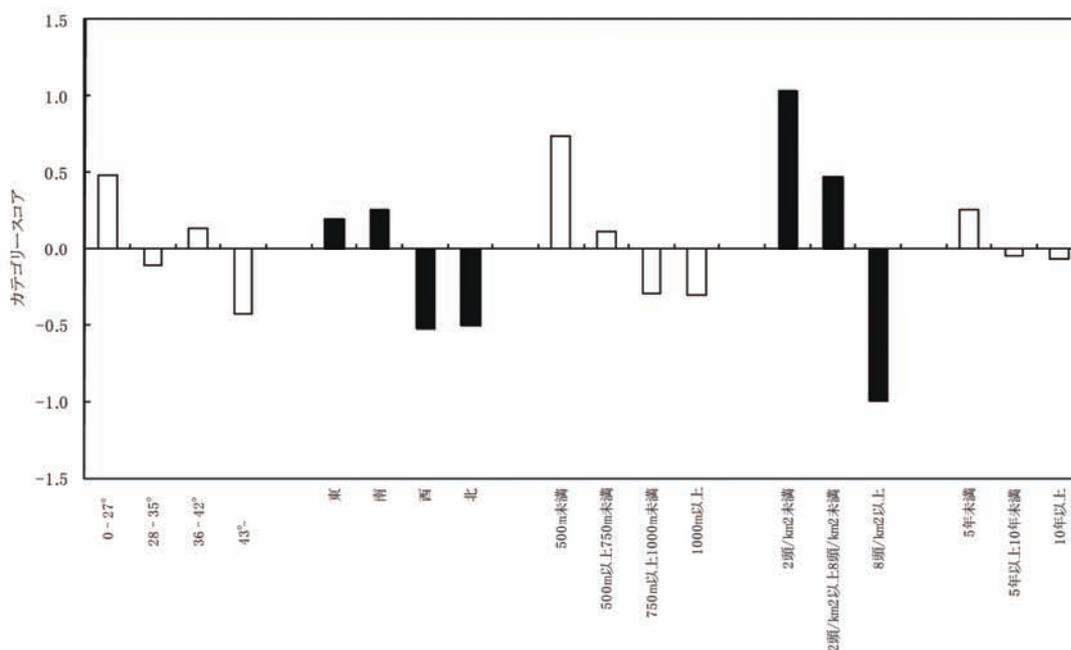


図9 数量化Ⅱ類の解析による土砂流出に寄与する要因のカテゴリースコア値

備考) 土砂流出の程度は、表2であり、スコア値が小さいほど、土砂流出しやすいことを意味する。

5. 崩落しやすい土壌条件

数量化Ⅱ類による解析の結果、相関比は、0.86 という高い値だった。また、土壌流出に関わる要因として偏相関係数が最も高かったのは、シカ生息密度であり、ついで標高、斜面方位、傾斜であった（表7）。

各カテゴリースコアについて図9に示した。スコア値はマイナスで大きいほど、土砂流出に関与していることを意味している。これによると、シカ生息密度が8頭/km²以上、標高750m以上、西および北斜面、43°以上の急傾斜といった条件は、土砂流出する危険性が高い条件であることが示唆された。

伐採する場合、各要因のカテゴリースコアを合計し、表8のスコア値に当てはめることにより、土砂流出の程度を推定することができる。また、シカ生息密度が低い場合や高い場合など、条件を変えてシミュレーションすることにより、今後の伐採計画等に活用できると考える。

謝 辞

本研究の調査において、調査地を提供していただいた森林所有者の方々ならびに調査地の案内等をしていただいた東京都水源管理事務所の方々に、厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 新井一司・遠竹行俊・久野春子（2006）糞粒法による東京のシカ生息密度分布の実態. 東京農林総合研究センター報告 1:21-25
- Hobbs NT and Swift DM (1985) Estimates of habitat carrying capacity incorporating explicit nutritional constraints. *Journal of Wildlife Management* 49: 814-822
- 永田幸志・栗林弘樹・山根正伸（2003）ニホンジカ (*Cervus nippon*) 保護管理に関する調査報告. 神奈川県自然環境保全センター自然情報 2:1-12
- 日本草地畜産種子協会（2001）改訂 粗飼料の品質評価ガイドブック. 日本草地畜産種子協会, 東京. pp.196
- 農林水産省（2007）野生鳥獣被害防止マニュアル イノシシ、シカ、サルー実践編一. 農林水産省生産局. 60-61
- 大橋春香・星野義延・大野啓一（2007）東京都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
- 及川真里亜（2011）栄養学的環境収容力に基づくニホンジカ (*Cervus nippon*) の生息地評価. 2010年度東京

- 農工大学学位論文 54-62
- Robbins CT (1993) *Wildlife Feeding and Nutrition* 2nd ed. Academic press, San Diego.
- 真田 勉（2004）平成16年夏 東京・多摩地域のシカ森林被害緊急調査. 森林技術 753:12-17
- 高槻成紀（1989）植物および群落に及ぼすシカの影響. 日本生態学会誌 39:67-80
- 高槻成紀（2006）シカの生態誌.財団法人 東京大学出版会, 東京. pp.10.
- 東京都（2008）第2期東京都シカ保護管理計画. 東京都環境局. 4-5
- 東京都（2011）東京の森林・林業 平成22年度版. 東京都産業労働局. 17

附表1.1

種	部位	学名	CP含量	針葉樹林	広葉樹林	伐採跡地	防火帯
アオダモ	地上部全て	<i>Fraxinus lanuginosa</i>	11.7		○		
アカシデ	葉	<i>Carpinus laxiflora</i>	12.0		○		
アカシデ	枝または茎	<i>Carpinus laxiflora</i>	4.3		○		
アカシデ	葉	<i>Carpinus laxiflora</i>	11.1		○		
アザミ属	葉	<i>Cirsium</i>	12.6	○		○	
アブラチャン	葉	<i>Lindera praecox</i>	22.2	○			
アブラチャン	枝または茎	<i>Lindera praecox</i>	4.5	○			
アブラチャン	枝または茎	<i>Lindera praecox</i>	11.5	○			
アマチャヅル	地上部全体	<i>Gynostemma pentaphyllum</i>	22.3	○			
アラカシ	葉	<i>Quercus glauca</i>	9.0		○		
アラカシ	枝または茎	<i>Quercus glauca</i>	5.2		○		
アラカシ	枝または茎	<i>Quercus glauca</i>	3.2		○		
アラカシ	葉	<i>Quercus glauca</i>	11.5		○		
アラカシ	地上部全て	<i>Quercus glauca</i>	9.1		○		
アラカシ	葉	<i>Quercus glauca</i>	9.4		○		
アラカシ (緑色)	葉	<i>Quercus glauca</i>	8.5		○		
アワブキ	葉	<i>Meliosma myrianth</i>	8.9		○		
イチゴ属	地上部全て	<i>Rubus</i>	13.5	○		○	
イチゴ属	枝または茎	<i>Rubus</i>	5.7			○	
イチゴ属	枝または茎	<i>Rubus</i>	3.4			○	
イヌガヤ	地上部全て	<i>Cephalotaxus harringtonia</i>	11.1		○		
イヌコウジュ	地上部全て	<i>Mosla punctulata</i>	12.6	○			
イヌショウマ	地上部全て	<i>Cimicifuga biternata</i>	14.7	○			
イヌトウバナ	地上部全て	<i>Clinopodium micranthum</i>	14.4	○			
イネ科	地上部全て	<i>Poaceae</i>	8.8	○		○	○
イネ科	地上部全て	<i>Poaceae</i>	7.1			○	
イネ科	地上部全て	<i>Poaceae</i>	8.6				○
ウツギ	枝または茎	<i>Deutzia crenata</i>	2.6			○	
ウツギ	葉	<i>Deutzia crenata</i>	6.4			○	
ウワミズザクラ	葉	<i>Prunus grayana</i>	8.5		○		
エノコログサ	地上部全て	<i>Setaria viridis</i>	11.5				○
エンコウカエデ	葉	<i>Acer mono</i>	6.1		○		
オニドコロ	枝または茎	<i>Dioscorea tokoro</i>	3.8	○		○	
オニドコロ	葉	<i>Dioscorea tokoro</i>	8.0	○		○	
カエデ属	地上部全て	<i>Acer</i>	8.3	○	○		
カエデ属	葉	<i>Acer</i>	14.7		○		
カエデ属	枝または茎	<i>Acer</i>	2.7		○		
カエデ属	葉	<i>Acer</i>	4.7		○		
カエデ属	葉	<i>Acer</i>	7.2		○		
ガクウツギ	地上部全て	<i>Hydrangea scandens</i>	13.7	○	○		○
カタバミ	地上部全て	<i>Oxalis corniculata</i>	22.7	○		○	
カツラ	葉	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	6.6		○		
カツラ	葉	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	6.4		○		
カテンソウ	地上部全て	<i>Nacocnide japonica</i>	16.3	○		○	
カヤツリグサ科	地上部全て	<i>Cyperaceae</i>	11.1	○	○	○	○
カヤツリグサ科	地上部全て	<i>Cyperaceae</i>	9.6	○			
カヤツリグサ科	地上部全て	<i>Cyperaceae</i>	11.9		○		
カラマツ	地上部全て	<i>Larix kaempferi</i>	11.1				○
キヅタ	地上部全て	<i>Hedera rhombea</i>	6.1	○		○	
キブシ	地上部全て	<i>Stachyris praecox</i>	17.1	○			
クサギ	枝または茎	<i>Clerodendrum trichotomum</i>	12.8			○	
クサギ	葉	<i>Clerodendrum trichotomum</i>	25.1			○	
クサコアカソ	地上部全て	<i>Boehmeria tricuspis</i>	10.4	○		○	
クサコアカソ	花茎と花	<i>Boehmeria tricuspis</i>	14.4			○	
クリ	葉	<i>Castanea crenata</i>	13.3		○		
クリ	殻斗(総苞片)	<i>Castanea crenata</i>	5.7		○		
クリ	枝または茎	<i>Castanea crenata</i>	4.8		○		
クリ	葉	<i>Castanea crenata</i>	14.0		○	○	
クリ	果実	<i>Castanea crenata</i>	0.4		○		
クリ	殻斗(総苞片)	<i>Castanea crenata</i>	4.0		○		

附表1.2

種	部位	学名	CP含量	針葉樹林	広葉樹林	伐採跡地	防火帯
クロモジ	枝または茎	<i>Lindera umbellata</i>	4.0	○			
クロモジ	葉	<i>Lindera umbellata</i>	14.4	○			
クロモジ	枝または茎	<i>Lindera umbellata</i>	5.2			○	
ケヤキ	葉	<i>Zelkova serrata</i>	6.2		○		
コアジサイ	枝または茎	<i>Hydrangea hirta</i>	3.6	○			
コアジサイ	葉	<i>Hydrangea hirta</i>	14.2	○			
コオゾリナ	葉	<i>Picris hieracioides</i>	20.0				○
コゴメウツギ	枝または茎	<i>Stephanandra incisa</i>	1.8			○	
コゴメウツギ	葉	<i>Stephanandra incisa</i>	5.6	○		○	
コナラ	葉	<i>Quercus serrata</i>	5.4		○		
ササ属	枝または茎	<i>Sasa</i>	11.1		○	○	
ササ属	枝または茎	<i>Sasa</i>	1.9	○			
ササ属	枝または茎	<i>Sasa</i>	2.4	○			
ササ属	葉	<i>Sasa</i>	12.2	○			
ササ属	葉	<i>Sasa</i>	14.4	○			
サルトリイバラ	地上部全て	<i>Smilax china</i>	6.7	○			
サンショウ	枝または茎	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	2.8			○	
サンショウ	葉	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	10.1			○	
サンショウ	果実	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	10.2			○	
シダ綱	地上部全て	<i>Carpinus</i>	15.2	○			
シダ綱	地上部全て	<i>Pteridopsida</i>	11.2		○		
シダ綱	地上部全て	<i>Pteridopsida</i>	6.8	○		○	
シデ属	地上部全て	<i>Carpinus</i>	10.9		○		
シデ属	葉	<i>Carpinus</i>	11.4		○		
シデ属	葉	<i>Carpinus</i>	8.4		○		
シデ属	葉	<i>Carpinus</i>	9.5		○		
シナノキ	苞	<i>Tilia japonica</i>	6.5		○		
スギ	雄花	<i>Cryptomeria japonica</i>	5.4	○			
スギ	球果	<i>Cryptomeria japonica</i>	3.0	○			
スギ	地上部全て	<i>Cryptomeria japonica</i>	5.8	○			
スギ (緑色)	葉	<i>Cryptomeria japonica</i>	7.3	○			
スギ (緑色)	葉	<i>Cryptomeria japonica</i>	5.5	○			
ススキ	枝または茎	<i>Miscanthus sinensis</i>	1.6			○	
ススキ	花茎と花	<i>Miscanthus sinensis</i>	5.7			○	
ススキ	地上部全て	<i>Miscanthus sinensis</i>	0.8			○	
ススキ	葉	<i>Miscanthus sinensis</i>	6.8			○	
ススキ	花茎と花	<i>Miscanthus sinensis</i>	3.8			○	
ススキ	地上部全て	<i>Miscanthus sinensis</i>	0.8			○	
スマレ属	地上部全て	<i>Viola</i>	16.6	○		○	
スマレ属	地上部全て	<i>Viola</i>	16.6	○		○	
タケニグサ	枝または茎	<i>Tmacleaya cordata</i>	2.2			○	
タケニグサ	葉	<i>Tmacleaya cordata</i>	12.4			○	
タケニグサ	果実	<i>Tmacleaya cordata</i>	16.3			○	
タケニグサ	枝または茎	<i>Tmacleaya cordata</i>	3.6			○	
タラノキ	地上部全て	<i>Aralia elata</i>	17.1	○			
ダンドボロギク	枝または茎	<i>Erechtites hieracifolia</i>	5.2			○	
ダンドボロギク	枝または茎	<i>Erechtites hieracifolia</i>	5.4			○	
ダンドボロギク	葉	<i>Erechtites hieracifolia</i>	18.8			○	
ダンドボロギク	花茎と花	<i>Erechtites hieracifolia</i>	14.6			○	
ヂシバリ	地上部全て	<i>Ixeris stolonifera</i>	12.4	○			
チヂミザサ	地上部全て	<i>Oplismenus undulatifolius</i>	18.8	○	○	○	
チドメグサ	地上部全て	<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	19.0			○	
チドリノキ	葉	<i>Acer carpinifolium</i>	11.5		○		
チャノキ	葉	<i>Camellia sinensis</i>	15.7	○	○		
チャノキ	枝または茎	<i>Camellia sinensis</i>	4.7	○	○		
チャノキ	果実	<i>Camellia sinensis</i>	11.6	○			
チャノキ	枝または茎	<i>Camellia sinensis</i>	5.2	○	○		
チャノキ	葉	<i>Camellia sinensis</i>	13.9		○		
チャノキ	葉	<i>Camellia sinensis</i>	17.4	○	○		
ツツジ属	地上部全て	<i>Rhododendron</i>	8.6				○

附表1.3

種	部位	学名	CP含量	針葉樹林	広葉樹林	伐採跡地	防火帯
テイカカズラ	地上部全て	<i>Trachelospermum asiaticum</i>	8.8	○	○	○	
テイカカズラ	地上部全て	<i>Trachelospermum asiaticum</i>	8.2	○	○		
ドクダミ	地上部全て	<i>Houttuynia cordata</i>	12.1	○		○	
トチノキ	葉	<i>Aesculus turbinata</i>	15.1		○		
ナギナタコウジュ	枝または茎	<i>Elsholtzia ciliata</i>	9.9			○	
ナギナタコウジュ	葉	<i>Elsholtzia ciliata</i>	24.2			○	
ナギナタコウジュ	枝または茎	<i>Elsholtzia ciliata</i>	2.4			○	
ナナカマド	葉	<i>Sorbus commixta</i>	8.2		○		
ナンテン	葉	<i>Nandina domestica</i>	12.7		○		
ナンテン	枝または茎	<i>Nandina domestica</i>	8.2		○		
ナンテン	枝または茎	<i>Nandina domestica</i>	6.3	○	○		
ナンテン	地上部全て	<i>Nandina domestica</i>	12.7			○	
ナンテン	葉	<i>Nandina domestica</i>	12.8	○	○		
ニガイチゴ	地上部全て	<i>Rubus microphyllus</i>	10.3			○	
ネコノメソウ	地上部全て	<i>Chrysosplenium grayanum</i>	15.4		○		
ネコハギ	地上部全て	<i>Lespedeza pilosa</i>	8.4			○	
ノコンギク	地上部全て	<i>Aster ageratoides</i>	16.0	○		○	
ノササゲ	地上部全て	<i>Dumasia truncata</i>	17.6	○		○	○
ノダフジ	枝または茎	<i>Wisteria floribunda</i>	7.2		○	○	
ノダフジ	葉	<i>Wisteria floribunda</i>	18.8		○	○	
ハンショウヅル	葉	<i>Clematis japonica</i>	6.1			○	
ヒイラギ	枝または茎	<i>Osmanthus heterophyllus</i>	2.2		○		
ヒイラギ	葉	<i>Osmanthus heterophyllus</i>	6.8		○		
ヒノキ	地上部全て	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	7.8	○			
ヒノキ	地上部全て	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	8.9	○			
ヒノキ	枝または茎	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	2.3	○			
ヒノキ	葉	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	6.3	○			
ヒノキ	枝または茎	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	3.7	○			
ヒノキ	葉	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	4.3	○			
ヒノキ (緑色)	葉	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	7.6	○			
ブナ	葉	<i>Fagus crenata</i>	8.4		○		
ブナ	殻斗	<i>Fagus</i>	3.4		○		
ブナ	葉	<i>Fagus</i>	4.8		○		
ブナ	葉	<i>Fagus</i>	8.6		○		
ヘクソカズラ	枝または茎	<i>Paederia scandens</i>	5.7	○	○	○	
ヘクソカズラ	葉	<i>Paederia scandens</i>	18.0	○	○	○	
ホオノキ	葉	<i>Magnolia obovata</i>	14.6		○		
ホオノキ	葉	<i>Magnolia obovata</i>	9.8		○		
ホオノキ	葉	<i>Magnolia obovata</i>	8.7		○		
マルバウツギ	枝または茎	<i>Deutzia scabra</i>	3.5			○	
マルバウツギ	葉	<i>Deutzia scabra</i>	8.5		○	○	
マルバカエデ	葉	<i>Acer distylum</i>	15.9		○		
ミズ	地上部全て	<i>Pilea Hamaoi</i>	25.5	○		○	
ミズキ	果実	<i>Swida controversa</i>	5.4		○		
ミズキ	花茎	<i>Swida controversa</i>	4.9		○		
ミズキ	葉	<i>Swida controversa</i>	10.7	○	○		
ミズキ	葉	<i>Swida controversa</i>	7.6		○		
ミズタマソウ	地上部全て	<i>Circaea mollis</i>	14.1	○			
ミズナラ	堅果	<i>Quercus crispula</i>	5.0		○		
ミズナラ	殻斗	<i>Quercus crispula</i>	3.2		○		
ミズナラ	枝または茎	<i>Quercus crispula</i>	3.8		○		
ミズナラ	葉	<i>Quercus crispula</i>	11.5		○		
ミズナラ	堅果	<i>Quercus crispula</i>	4.8		○		
ミズナラ	堅果の帽子	<i>Quercus crispula</i>	2.3		○		
ミズナラ	葉	<i>Quercus crispula</i>	5.8		○		
ミズナラ	葉	<i>Quercus crispula</i>	5.7		○		
ミズナラ	地上部全て	<i>Quercus crispula</i>	8.4		○		
ミゾコウジュ	地上部全て	<i>Salva plebeia</i>	14.1			○	
ミツバツチグリ	地上部全て	<i>Potentilla freyniana</i>	20.3			○	
ミヤマタニソバ	地上部全て	<i>Persicaria debilis</i>	15.4	○			

附表1.4

種	部位	学名	CP含量	針葉樹林	広葉樹林	伐採跡地	防火帯
モミ	地上部全て	<i>Abies homolepis</i>	5.2	○		○	
モミ	地上部全て	<i>Abies homolepis</i>	7.8	○			
モミジイチゴ	地上部全て	<i>Rubus palmatus</i>	12.9	○			
ヤエムグラ	地上部全て	<i>Galium spurium</i>	17.1	○			
ヤブコウジ	地上部全て	<i>Ardisia japonica</i>	8.4	○	○		
ヤブコウジ	地上部全て	<i>Ardisia japonica</i>	10.1		○		
ヤブツバキ	枝または茎	<i>Camellia japonica</i>	3.3		○	○	
ヤブツバキ	葉	<i>Camellia japonica</i>	7.5		○		
ヤブムラサキ	枝または茎	<i>Callicarpa mollis</i>	4.1			○	
ヤブムラサキ	葉	<i>Callicarpa mollis</i>	11.5			○	
ヤブムラサキ	枝または茎	<i>Callicarpa mollis</i>	4.1			○	
ヤマグワ	枝または茎	<i>Morus australis</i>	2.2			○	
ヤマグワ	葉	<i>Morus australis</i>	11.3			○	
ヤマブキ	葉	<i>Kerria japonica</i>	10.7	○			
ヤマボウシ	葉	<i>Bethamidia japonica</i>	9.1		○		
ヤマボウシ	葉	<i>Benthamida japonica</i>	10.4		○		
ヤマボウシ	葉	<i>Bethamidia japonica</i>	8.6		○		
ヤマボウシ	葉	<i>Bethamidia japonica</i>	5.0		○		
ヨツバムグラ	地上部全て	<i>Galium trachyspermum</i>	16.9	○			○
リュウブ	地上部全て	<i>Clethra barvinervis</i>	11.4	○	○		
リュウブ	葉	<i>Clethra barvinervis</i>	8.3		○		
不明種子	種子	<i>Unknown</i>	8.5		○		
不明草本	地上部全て	<i>Unknown</i>	15.0				○
不明草本	地上部全て	<i>Unknown</i>	5.7			○	
不明草本	地上部全て	<i>Unknown</i>	6.9	○			
不明草本	枝または茎	<i>Unknown</i>	7.3			○	
不明草本	地上部全て	<i>Unknown</i>	13.2	○			
不明草本	地上部全て	<i>Unknown</i>	6.9	○			
不明草本	地上部全て	<i>Unknown</i>	7.5			○	
不明草本	地上部全て	<i>Unknown</i>	19.9			○	
不明草本 (緑色)	地上部全て	<i>Unknown</i>	12.0	○			
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	5.4		○		
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	8.0		○		
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	3.6		○		
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	5.9		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	11.4		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	9.2		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	9.8		○		
不明木本	樹皮	<i>Unknown</i>	3.5		○		
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	6.1		○		
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	5.1		○		
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	3.3		○		
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	2.7		○		
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	4.9		○		
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	9.2			○	
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	4.5	○			
不明木本	枝または茎	<i>Unknown</i>	4.3		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	6.9		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	6.4		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	6.3		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	6.8		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	9.6		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	7.6		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	8.3	○			
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	7.4		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	12.1		○		
不明木本	葉	<i>Unknown</i>	10.8		○		

備考) 及川 (2011) を許可の上、改変して記載

緑色と記されているサンプルは、枯死体として堆積していたが、採取時に緑色を保持していたことを示す。

Development of technology to coexist with Sika deer (*Cervus nippon*) in Tokyo Tama region

Kenichi Nakamura^{1,*}, Tetsuo Tamura¹, Masayo Nara¹, Kazushi Arai¹, Toshiaki Terasaki¹,
Yasuhiko Kishimoto², Maria Oikawa³, and Koichi Kaji³

¹ Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center

² Tokyo Agricultural Promotion Office

³ Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

Abstract

It was suspected that the population of Sika deer that could subsist in the Tokyo Tama region was about 2,000. This figure is the result of a calculation based on nutritional carrying capacity. Most of the nutrient intake of Sika deer is derived from necro-mass. As for necro-mass, it was suspected to be the living of Sika deer that it was important. Moreover, the development of a fence which obstructed the path of the Sika deer in several places was examined. However, no significant finding was made. In addition, the location's environmental parameters related to the outflow of earth and sand were examined. As a result, it was clarified that the living density of the Sika deer played a role in the outflow of earth and sand.

Keywords: nutritional carrying capacity, Sika deer, fence which obstructed walking, living density of Sika deer

Bulletin of Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center, 7:55-70,2012

*Corresponding author: kenichi-nakamura@tdfaff.com