

論文

奈良公園に棲息するニホンジカ *Cervus nippon* の繁殖特性

鳥居 春己^{1*}, 石川 周², 高野 彩子¹

¹ 奈良教育大学自然環境教育センター

² 一般財団法人奈良の鹿愛護会

Reproductive traits of female sika deer, *Cervus nippon*, in and around Nara Park

Harumi Torii^{1*}, Shu Ishikawa², Ayako Takano¹

¹ Center for Natural Environment Education, Nara University of Education

² The Nara Deer Preservation Foundation

要旨: 奈良公園のニホンジカは高密度で棲息している。また、餌条件が悪いことも知られている。当該条件下でのメスの繁殖特性について分析した。齢査定した 239 頭のうち、妊娠個体は 1 歳で 4.3%、2 歳で 55.8%、3 歳以降の数年は約 60%で推移していた。胎子の性比はほぼ 1:1 で、149 例中、双胎は 1 例であった。胎子の体重から、受胎日は 9 月から 12 月、出生日は 5 月から 9 月と推定された。2 月から 4 月のメスの体重から、50%妊娠確率体重は 35.1 kg、50%妊娠確率腎脂肪指数はライニー腎脂肪指数で 19.3 と推定された。奈良公園のシカ個体群は妊娠開始の遅れから低質個体群と判断されたが、受胎日や出産期は他地域と大きな違いはなかった。

鳥居 春己, 石川 周, 高野 彩子 (2025) 奈良公園に棲息するニホンジカ *Cervus nippon* の繁殖特性. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要, (26): 13–20.

キーワード: 奈良公園、ニホンジカ、*Cervus nippon*、メス、繁殖

Abstract: Sika deer, *Cervus nippon*, in Nara Park live in high density. They are also known to have poor feeding conditions. We analyzed the reproductive traits of female sika deer under these conditions. Of the 239 individuals investigated, age specific pregnancy rate was 4.3% at age 1, 58.8% at age 2, and approximately 60% at age 3 or older. The sex ratio of fetuses was almost 1:1, and one twin pregnancy out of 149. The date of conception was estimated to be from September to December based on the weight of the fetus, and calving from May to September. The 50% pregnancy probability weight was estimated to be 35.1 kg based on the weight of the female from February to April, and the 50% pregnancy probability kidney fat index was estimated to be 19.3 for Riney's kidney fat index. The deer population in Nara Park was determined to be a low performance population due to the delayed onset of pregnancy, but conception dates and calving seasons were not largely different from those in other areas.

Torii H, Ishikawa S, Takano A (2025) Reproductive traits of female sika deer, *Cervus nippon*, in and around Nara Park. Bulletin of Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, (26): 13–20.

Keywords: Nara Park, sika deer, *Cervus nippon*, female, reproduction

* 〒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: torii9142@gmail.com

2023 年 9 月 22 日受付、2025 年 1 月 21 日受理

はじめに

奈良公園平坦部 (約 50 ha) のニホンジカ (*Cervus nippon*, 以下シカとする) は 1953 年から一般財団法人奈良の鹿愛護会 (以下、愛護会とする) により個体数調査が実施されている (Torii and Tatsuzawa 2009)。それによると 1953 年は 200 頭程度であったが、1964 年には 1,000 頭に達した。その時期は個体群の成長期であったと考えられる。その後の 60 年は 1,200~1,300 頭で推移している (Torii and Tatsuzawa 2009)。この 60 年におよぶ個体数の平衡状態は餌資源量の不足が原因と考えられる。奈良公園の樹木は 1.8~2.0 m 以下に枝を欠くいわゆるディアラインが形成されている。また、公園にはシバ (*Zoysia japonica*) 地が広がってはいるものの面積は狭く、シバだけですべての個体を健全に養うには不十分である (鳥居・高野 2015)。冬期にはシバは枯れ、その時期の餌として重要視されるササ類 (高槻 1992) は食べ尽くされ、柵の中などシカの口が届かない所にしか残っていない。シカは堅果類の供給や観光客による給餌、市民の野菜屑の給餌などによってかろうじて食い繋いでいるものと考えられる。そのため奈良公園はシカのハビタットとしては質の低いものと言える。奈良公園のシカは大腿骨の脂肪含有率からは貧栄養状態と判断されている (鳥居・高野 2009)。年間 1,400 万人訪れる観光客にとってシカは奈良のシンボリックな存在となっている (高橋 1996)。農林業被害を防止し、良好な棲息環境でシカを健全な状態で保全することは、地元住民との軋轢の解消や来訪者への健康なシカの提供というサービスを保証する。

個体群の質は栄養状態、体サイズ、繁殖力や年齢構成に反映される。奈良公園とその周辺における交通事故や自然死などでの死亡個体は愛護会により回収され、死因の特定、外部計測、胎子の確認などが実施され、それらの記録は愛護会に保存される。本研究では、1995 年 2 月から 2009 年 9 月までに収集されたおよそ 2,800 頭の個体情報から齢別妊娠率、50%妊娠確率体重と 50%妊娠率腎脂肪指数、推定受胎日・推定出産日など繁殖に関わる事項を整理し、奈良公園のシカの繁殖特性について分析した。なお、個体の回収場所の大半は公園平坦部のものであったが、一部に周辺山麓部の個体も含まれていた。

方法

齢別妊娠率・胎子性比・双胎

奈良公園や周辺地域で交通事故などにより死亡した個体の記録のうち、目視により胎子を確認しやすい 2 月から 5 月末までの個体で、齢査定が実施された 239 頭について齢別妊娠率をまとめた。各個体の年齢査定は大泰司 (1971) に従い切歯を用いた。また、1999 年 2 月から 2006 年 4 月までの記録のうち胎子の性が記録されている 149 個体から、性と胎子数を確認した。

50%妊娠確率体重と 50%妊娠確率腎脂肪指数

胎子が容易に確認できる 2~4 月に死亡した個体の体重と妊娠の有無を確認し、50%妊娠確率体重 (ある個体が 50%の確率で妊娠していると推定される体重) を求めた。5 月には出産が始まり、胎子の体重が大きくなっている可能性があるため、5 月のデータは除いた。また、妊娠の可能性が低い 0 歳と 1 歳個体は省いた。分析は梶 (2001)、丸山 (2003) に従い体重を独立変数、妊娠の有無 (p) を従属変数としたロジスティック回帰により行った。また、ライニーの腎脂肪指数 $RKFI$ (Riney 1955) を用いて、体重と同様に妊娠確率と脂肪蓄積の関係を求め、50%妊娠確率腎脂肪指数を求めた。

推定受胎日・推定出産日

胎子の体重の計測値から受胎日を推定した。胎子の供試個体は 2002 年 2 月から 2006 年 4 月の間の 58 頭で、体重を電子天秤 (ザルトリウス社製 PT2100) で秤量した。鈴木 (1994)、Koizumi (1991) と同様に 10 月 31 日から数えた死亡日を X 、胎子の体重を W とし、 X と $W^{1/3}$ との回帰式を求めた。シカ亜科の動物では、肉眼で胎児が確認可能なのは胎齢 30 日頃とされている (鈴木 1994)。そのため、その回帰式の傾きで胎児が成長すると仮定し、胎児の死亡日までの日数 (胎齢) を T 、胎子の体重を W として、 $(T, W^{1/3}) = (30, 0)$ を通る回帰式を求めた。その回帰式から得られた体重

W に対する胎齢 T をもとに死亡日から遡って受胎日を推定し、その推定受胎日の妊娠期間 231 日後を推定出生日とした。妊娠期間について三浦 (1980) は個体識別できた個体の交尾と出産までが 228 日間であったことを確認している。また、Koizumi (1991) は 234 日を用いたが、ここでは 228 日と 234 日の中間値で、鈴木 (1994) と同様に推定受胎日から 231 日後を出生日とした。

結果

齢別妊娠率

239 個体の齢別妊娠率は、0 歳で 0%、1 歳で 4.3% であった (Fig. 1)。2 歳以上では妊娠率は上昇し、2 歳で 58.8%、8 歳が最も高く 86.7% に達したが、その後の妊娠率は低下した。最も高齢での妊娠個体は 23 歳であった。24 歳以上の個体は確認されなかった。

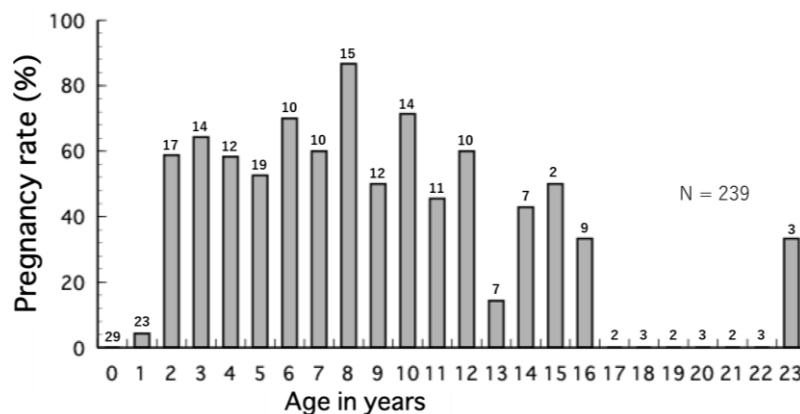


Fig. 1. Age specific pregnancy rate of female sika deer. Numbers above bars are the sample sizes.

胎子の性比と双胎

年齢査定した 239 例のうち 149 頭で胎子の性が記録されていた。双胎の 1 例を除いた 148 頭の胎子の性はオス 78 頭メス 70 頭でオスが多かったが、 χ^2 二乗検定では性比はオスメス同数という帰無仮説は棄却できなかった ($\chi^2 = 0.4324, p = 0.511$)。

胎子の性と数が明らかであった 149 例のうち 1 例で双胎が確認され、それ以外はすべて 1 頭であった。双胎の発生率は 0.7% であった。この時の胎子はオスとメスであったことから二卵性双生子と判断された。

50%妊娠確率体重と 50%妊娠確率腎脂肪指数

メスジカの妊娠率と体重の関係は $\text{logit}(p) = 7.77507 \pm 0.22141W$ と求められ、50%妊娠確率の体重は 35.1 kg となった (Fig. 2)。体重の増加に伴い、妊娠の可能性が高くなるという結果になった。しかし、35.1 kg 以上であっても妊娠していない個体が多く存在した。妊娠個体の体重は最低が 28 kg、最高が 59 kg でその差は 31 kg であった。また、齢別の体重は 0 歳で 13.4 ± 3.6 kg (平均 \pm 標準偏差 以後同様)、1 歳で 24.8 ± 5.9 kg、2 歳が 35.2 ± 4.9 kg で 35 kg に達し、3 歳では 36.7 ± 3.2 kg となった。35 kg を超えると妊娠している可能性が高くなることを支持している。

腎脂肪指数と妊娠との関係は $\text{logit}(p) = 2.1445 \pm 0.1112RKFI$ と求められ (Fig. 3)、50%妊娠確率腎脂肪指数は 19.3 となった。体重では 50%妊娠確率体重を超えても胎子を持たない個体も多かったが、腎脂肪指数では 50%妊娠確率腎脂肪指数を超えた個体のほとんどが妊娠個体であった。

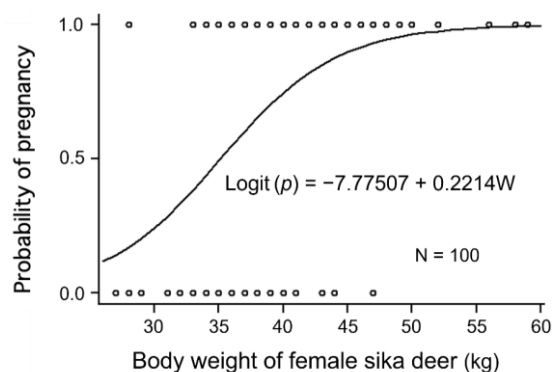


Fig. 2. Relationship between body weight and the probability of pregnancy. “W” indicates body weight.

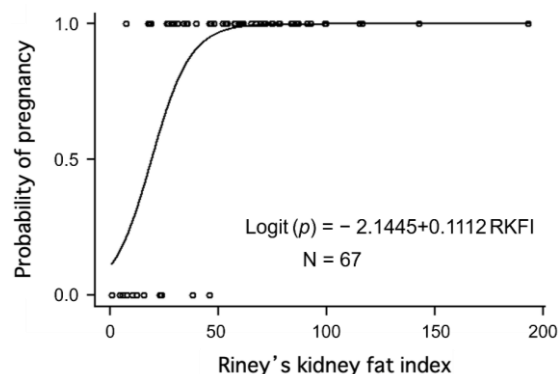


Fig. 3. Relationship between Riney's kidney fat index and probability of pregnancy. “RKFI” indicates Riney's kidney fat index.

推定受胎日・推定出生日

死亡月日と胎仔の体重から $W^{1/3} = 0.082X - 1.700$ 、 $r^2 = 0.852$ の回帰直線が得られた (Fig. 4)。この直線の横軸切片は 20.7 となり、実際の月日では 11 月 21 日に相当する。横軸切片は北海道 (Suzuki et al. 1996) や兵庫 (Koizumi 1991) ではおよそ 11 月 30 日で、それらと比べると 9 日早く胎子が確認されていることとなる。群馬県尾瀬とその周辺では 11 月 15 日と想定され (姉崎 2024)、奈良公園より早い。鈴木 (1994) によるとシカ亜科では胎齢 30 日程度で胎児が肉眼で確認されることが共通するとされる。奈良公園と群馬県での胎子確認が早い理由ははっきりしないが、本研究では体重の軽いサンプルが少なかったことによる可能性が高い。 T を胎齢、 W を体重とした再計算の結果は $W^{1/3} = 0.082T - 2.46$ となった。推定受胎日は Fig. 5 のように 9 月下旬に始まり、10 月中旬にピークを示し、11 月初旬以降はわずかとなって、12 月中旬まで続いた。それらのうち 10 月中の受胎が全体の 65.5% を占めた。

推定出産日は 5 月下旬から始まり、6 月中旬にピークになり、7 月になって減少し、8 月下旬まで続く結果となった。6 月中の出産が全体の 60.3% を占めた (Fig. 6)。

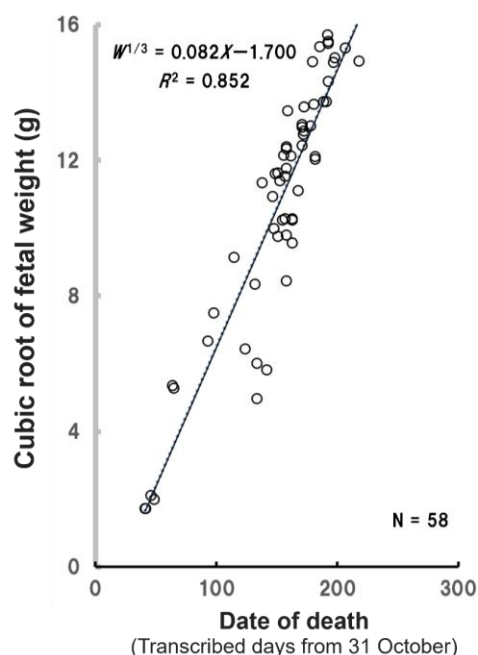


Fig. 4. Relationship between date of death and cubic root of fetal weight.

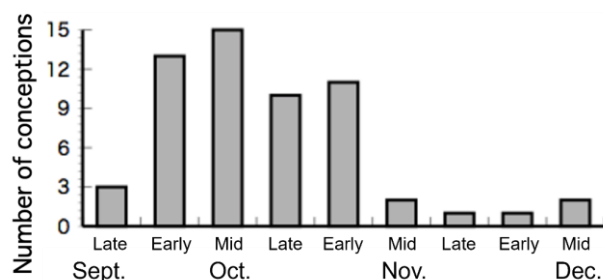


Fig. 5. Frequency distribution of conception date of sika deer

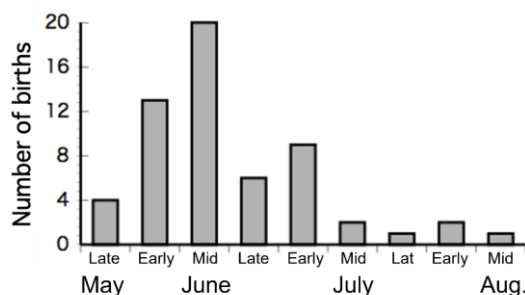


Fig. 6. Frequency distribution of calving date of sika deer

考察

北海道足寄 (Suzuki and Ohtaishi 1993)、兵庫県 (Koizumi 1991)、栃木県 (丸山 2003) や熊本県 (Koizumi et al. 2009) などでは 0 歳の妊娠個体は確認されないが、1 歳の妊娠率は足寄では 83.3%、兵庫県では 70%、栃木県では約 40%、熊本県では 80% を超えている。岩手県五葉山 (高槻 1992) も同様に 0 歳に妊娠個体はみられなかったが、1 歳で 40%、2 歳以上で 80% を超え、その後 11 歳まで 80~100% で推移した。シカは秋に交尾・妊娠し、翌年の春から初夏にかけて出産し、 n 歳の妊娠個体は $n+1$ 歳の出産となる。そのため、これらの地域では 2 歳を初産年齢とみなすことができ、その後は高い妊娠率で推移している。

これらの地域と比べると奈良公園のシカの初産は他の地域よりも遅い傾向がみられた。0 歳では妊娠個体は確認されなかった。1 歳の妊娠個体も確認されたが、例外的な事例と考えられた (Fig. 1)。2 歳での妊娠率は 58.8% で、初産が他地域よりほぼ 1 年遅れている。3 歳以上の妊娠率は 50~85% 程度であり、他地域の野生個体より低い (Fig. 1)。奈良公園と同様にシバ地に依存する宮城県の金華山島では 3 歳で出産個体が確認されるものの率は 1.3% に過ぎず、奈良公園よりも初産は遅れ、4 歳以上の出産率も 40~60% で推移し、出産率は低い。その原因として高密度であることと

餌資源の不足が指摘されている (Minami et al. 2009)。北海道洞爺湖中島での増加期末期のメスの子連れ率は2歳では0%、3歳で42.9%、4歳以上でも33.3%に過ぎなかった (Kaji et al. 1988)。奈良公園では額に白い毛の房があって個体識別されていたメスジカがいた。その個体の初産は9歳で、その後は出産することなく18歳で死亡している (<https://deerinfo.pro/shirochan/>、2023年8月2日確認)。初産年齢の高さと生涯出産数が少ない奈良公園の特徴的な例とみられる。これらのことから、シカには2歳が初産である地域とほぼ3歳以上になる地域があるといえる。前者は餌資源に余裕のある地域の個体群である一方で、後者の例にあたる洞爺湖中島、金華山島と奈良公園では高密度にシカが棲息して餌資源が不足するために初産が遅れる地域個体群とみなせる。ニュージーランドに移入されたニホンジカは0歳 (N = 7) では妊娠していなかったが、1歳では80% (N = 10)、成獣では85% (N = 39) が妊娠していた (Davidson 1975)。また、イギリスに移入されたニホンジカではほとんどの個体群で1歳の妊娠が普通で、成獣では80%が妊娠していた (Ratcliffe 1987)。北海道北部での1,400頭以上の0歳の子宮と卵巣の観察から1例で妊娠が疑われた (Matsuura 2022)。アメリカ・メリーランド州においては15頭の0歳のうち8頭は黄体出血しており、そのうちの4頭には胚盤胞期の胚が認められた (Feldhamer and Marcus 1994)。中国四川省の0歳のオス・メス混群で飼育されたニホンジカでは、0歳での妊娠と春の出産が数例で確認され、オスも0歳で性成熟することがあった (周・伍 1981)。それでもオスメスともに1.5歳での性成熟が普通とされた (周・伍 1981)。これらのことから、ほとんどの地域でニホンジカは1歳で妊娠することが可能で、2歳からは大半の個体が妊娠するということが普通の現象で、時には0歳の秋に妊娠する可能性もあると言える。

各地の齢別妊娠率のサンプルから最高齢と妊娠の最高齢をみると、熊本県ではそれぞれ18歳と16歳、兵庫県では21歳と17歳、栃木県では15歳と15歳、金華山島では15歳と14歳、五葉山では20歳と15歳であった。奈良公園における今回の分析では23歳が最高齢であったが、その23歳での妊娠が確認されている。奈良公園では高齢個体が存在し、高齢でも出産していたことになる。大泰司 (1971) の作成した奈良公園のシカの生命表によると、メスの最高齢は24歳であった。奈良公園のシカは生理的寿命を示しているとしている。

奈良公園の胎子の性比は雌雄で統計的に有意な偏りは検出されなかった。他の地域の例として、北海道では雌雄比が約1:1 (鈴木 1994)、岩手県五葉山では1,946頭のシカの胎子の雌雄は同数であった (Takatsuki 1998)。さらに、鈴木 (1994) はシカの胎子はオスメス同数で、流産も稀であるため、出生時の性比も1:1と考えてよいとしている。

シカの双胎は稀な現象と考えられる。北海道では86頭の妊娠メスで1例の1.2% (鈴木 1994)、五葉山では2,064頭に6例 (0.3%) の発生率 (Takatsuki 1998) であった。また、Takatsuki (1998) は私信をもとに北海道において58頭の妊娠メスで3.8%が双胎であったことを紹介している。いずれの地域でも双胎は希にしか発生しないものと理解される。しかし、中国で飼養されている梅花鹿 (*Cervus nippon taiouanus*) は10.4%の双胎発生率であった (盛 1992)。それは養鹿における結果であるが、ニホンジカは潜在的に双胎の可能性を持っているのであろう。

奈良公園における50%妊娠確率体重が35.1 kg (Fig. 2) というのは栃木県 (丸山 2003) とほぼ同じ結果だった。高槻 (1992) は岩手県五葉山において年齢を無視した体重クラス別に妊娠率を示した。それによると30 kg未満では妊娠しないが30 kgを超えると半数が妊娠し、40 kgを超えると妊娠率は80%を超えていた。五葉山も奈良公園と近い値に見えるが、奈良公園では体重が重くなっても妊娠していない個体が多かった。北海道洞爺湖中島では50%妊娠確率体重が45 kgであった (梶 2001)。金華山島では交尾が確認されたメスの体重は平均52.5 kg以上で、非交尾メスの体重は平均47.5 kgであった (Minami et al. 2009)。50%妊娠確率体重は50 kgに近いと推定される。この2地域は奈良公園より10 kg以上重い、高緯度による地域差と考えられる。

岩手県五葉山では、50%腎脂肪指数ではないが、腎脂肪指数と妊娠の有無が分析されている (高槻 1992)。それによると腎脂肪指数が20を超えると60%の個体が妊娠し、40を超えると80%が

妊娠するとしている。1歳の妊娠個体の腎脂肪指数は39.5、2歳以上では41.9で、不妊個体はそれぞれ31.7、21.6であった。奈良公園と比べると遥かに高い腎脂肪指数となっている。寒冷地であることが高い腎脂肪指数と関係しているものと考えられる。五葉山では3月の妊娠メス腎脂肪指数は10月のそのほぼ半分近くに減少していた(高槻 1992)。奈良公園における50%妊娠確率体重も50%妊娠確率腎脂肪指数も2~4月の値であるため、交尾時期の9~10月頃の体重や腎臓脂肪指数は35.1 kgや19.3よりは大きかったと考えられる。

奈良公園の推定受胎日は9月下旬に始まり10月中旬にピークに達し、12月中旬まで続いた (Fig. 5)。三浦 (1980) による奈良公園における交尾行動の観察では、交尾は9月下旬に始まり、10月下旬にピークとなり、12月まで減少し、1月と2月にも交尾は観察されている。これらの結果は、遅れた交尾のあることを示す。三浦 (1980) によると、奈良公園では12月にも出産が認められている。また、2018年11月24日に鹿の子模様の新生児を目撃している(鳥居 未発表)。11月の出産では4月頃の受胎となる。そのため、実際にはFig. 5より遅い受胎はあるものと考えられる。なお、受胎日の推定に用いた最も重い胎児は体重3,870gで、胎齢224日と推定された。推定式より求めた胎齢224日の体重は4,026gで、両者の差は156gだけであったことから、推定式はほぼ妥当なものと考えられる。

北海道東部では推定受胎日が10月から始まり、10月下旬にピークがあり、11月中旬から減少するが、推定受胎日が1月となった例もある(Suzuki et al. 1996)。金華山島では9月初旬に始まり、10月中旬にピークとなり、11月初旬には減少している(Ohnishi et al. 2009)。千葉県房総半島では9月初旬に始まり、9月下旬がピークとなり、12月まで続いた(Asada and Ochiai 1996)。金華山島と房総半島で開始が早いようにみえる。

春日山原始林でのGPSによる行動調査(鳥居ほか 2020)によると、成獣オス1頭は6月に捕獲・放獣されてから8月までは放逐地にとどまったが、9月末にはメスが集中的に棲息する若草山山頂に行動圏を移し、11月まで留まり、12月には元の行動圏に戻った。同時に追跡した1歳オスとメス成獣では季節による行動圏の変化は認められなかった。これらのことは11月中旬から12月にはほぼ交尾期が終わり、交尾目的で公園中心部に移動していた個体が非交尾期のハビタットに戻ったことを示し、推定受胎日を支持するものとみなせる。

推定受胎日から計算された推定出産日は5月中旬から始まり6月初旬にピークとなった。7月には減少したが、9月初旬まで続いた (Fig. 6)。毎年ゴールデンウィーク頃に愛護会の鹿苑でその年の最初の出産が報道される (<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20240508/k10014442161000.html#:~:text=、2024年5月14日確認>)。5月中旬に出産が始まるというのはほぼ妥当と考えられる。三浦 (1980) によると、奈良公園では出産は5月下旬に始まり、6月中旬にピークとなり、遅い例では12月初旬にみられた。鳥居 (未発表) のように11月にも出産が認められていたため、Fig. 6はほぼ妥当なものと考えられる。

以上のように奈良公園のシカは初産年齢が兵庫県、熊本県や岩手県五葉山などと比べて1年遅れの3歳であり、その後の齢においても妊娠率はそれほど高くない。他地域と比べて奈良公園では高齢個体が記録され、20歳を超えての妊娠個体も確認された。奈良公園のシカが高齢でも生存できているのは、天然記念物に指定されていることや、愛護会や市民らの保護による成果と言えるだろう。餌資源に余裕のない地域の個体群とみなされる奈良公園のシカであるが、齢別妊娠率以外の胎子の性比、双胎の発生率や50%妊娠確率体重、推定受胎日等については他の個体群とそれほどの乖離は見いだせなかった。

奈良公園と同様に高密度下でシバ地をハビタットとする金華山島のシカは奈良公園よりも初産は遅れ、齢別妊娠率も低く、寿命も短い、それは本土から離れた島嶼であって分散できないことにより高密度が維持されることによるのかもしれない。奈良公園では長期間にわたり隔離分布の状態であったが、近年になって周辺への分布拡大が起きていることで (Takagi et al. 2023)、過度の低質化が抑えられているのではないかと考えられる。今後は初産の遅れの原因が予想される初

期成長などについて分析し、健康な個体群を維持する管理手法などを検討する必要があるだろう。

謝辞

愛護会の方々にはサンプル採集や計測等では便宜をはかっていただいた。仕事に支障をおかけしたことをお詫びするとともにご協力に謝意を評します。年齢査定については日生財団の助成を受けた。厚く感謝の意を表します。英文校閲をお引き受けいただいた尚絅学院大学 Patrick Conaway 准教授と中国語の論文についてご指導いただいた (株) 野生動物保護管理事務所 姜兆文博士に感謝申し上げます。

引用文献

- 姉崎 智子 (2024) 群馬県尾瀬および周辺で捕獲されたニホンジカの受胎時期と出産時期について、群馬県立自然史博物館研究報告(28): 183–186.
- Asada M, Ochiai K (1996) Conception dates of sika deer on the Boso peninsulas, central Japan. *Mammal Study*, 21: 153–159.
- Davidson MM (1975) Season of parturition and fawning percentages of sika deer (*Cervus nippon*) in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 5: 355–357.
- Feldhamer GA, Marcus MA (1994) Reproductive performance of female sika deer in Maryland. *J. Wildl Manage* 58: 670–673.
- 梶 光一 (2001) 洞爺湖中島のエゾシカ個体群動態と個体群の質 平成 8–12 年度 重点研究報告書 エゾシカの保全と管理に関する研究. 北海道環境科学研究センター, 9–17.
- Kaji K, Koizumi T, Ohtaishi N (1988) Effects of limitation on the physical and reproductive condition of sika deer on Nakanoshima island, Hokkaido. *Acta Theriologica*, 33: 187–208.
- Koizumi T (1991) Reproductive characteristics of female sika deer, *Cervus nippon*, in Hyogo Prefecture, Japan. *Ongules/Ungulates*, 91: 561–563.
- Koizumi T, Hamasaki S, Kishimoto M, Yokoyama M, Kobayashi M and Yasutake A (2009) Reproduction of female sika deer in western Japan. In: McCullough DR, Takatsuki S, Kaji K (eds.) *Sika deer*, pp. 327–350. Springer, New York.
- 丸山 哲也 (2003) 「50%妊娠確率体重」を用いたニホンジカ地域個体群の評価. 野生鳥獣研究紀要 29: 31–36.
- Matsuura Y (2022). Reproductive Variation of Sika Deer. In: Kaji, K., Uno, H., Iijima, H. (eds) *Sika Deer: Life History Plasticity and Management*. Ecological Research Monographs. Springer, Singapore.
- Minami M, Ohnishi N, Higuchi N, Okada A, Takatsuki S (2009) Life-time reproductive success of female sika deer on Kinkazan island, northern Japan. In: McCullough DR, Takatsuki S, Kaji K (eds.) *Sika deer*, pp. 319–322. Springer, New York.
- 三浦 慎吾 (1980) 奈良シカの年周期活動Ⅱ. 出産期を中心に. 昭和 54 年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告書, pp. 87–94. 春日顕彰会, 奈良.
- Ohnishi N, Minami M, Nishiya R, Yamada K, Nishizawa H, Higuchi H, Nara A, Suzuki M, Takatsuki S (2009) Reproduction of female sika deer in Japan, with special reference to Kinkazan island, northern Japan. In: McCullough DR, Takatsuki S, Kaji K (eds.) *Sika deer*, pp. 101–110. Springer, New York.
- 大泰司 紀之 (1971) 奈良公園のシカの生命表とその特異性、昭和 50 年度天然記念物「奈良のシカ」調査書, pp. 83–95. 春日顕彰会, 奈良.
- Ratcliffe PR (1987) Distribution and current status of Sika Deer, *Cervus nippon*, in Great Britain. *Mammal Review*, 17: 39–58.
- Riney T (1955) Evaluating condition of free-ranging red deer (*Cervus elaphus*), with special reference to New Zealand. *New Zealand Journal of Science and Technology* 36 (Sect B), 5: 429–463.

- 盛 和林 (1992) 梅花鹿. (盛 和林 編) 中国鹿類動物, pp. 202–212. 華東師範大学出版社, 上海.
- 鈴木 正嗣 (1994) 野生ニホンジカ (*Cervus nippon*) における不動化、成長及び繁殖に関する研究. 北海道大学学位論文.
- Suzuki M, Ohtaishi N (1993) Reproduction of female sika deer (*Cervus nippon yesoensis* Heude 1984) in Ashoro district, Hokkaido. *Journal of Veterinary Medical Science*, 55: 833–866.
- Suzuki M, Kaji K, Yamanaka M, Ohtaishi N (1996) Gestation age determination, variation of conception date, and external fetal development of sika deer (*Cervus nippon yesoensis* Heude 1984) in eastern Hokkaido. *Journal of Veterinary Medical Science*, 58: 505–509.
- Takagi Y, Murakami R, Takano A, Torii H, Kaneko S, Tamate BH (2023) A historic religious sanctuary may have preserve ancestral genetics of Japanese sika deer (*Cervus nippon*). *Journal of Mammalogy*, 104: 303–315.
- 高橋 春成 (1996) 奈良公園を訪れた人びとのシカ認識. *地理* 41: 50–55.
- 高槻 成紀 (1992) 北に生きるシカたち シカ、ササそして雪をめぐる生態学. どうぶつ社, 東京.
- Takatsuki S (1998) The twinning rate of sika deer, *Cervus nippon*, on Mt. Goyo, northern Japan. *Mammal Study*. 23: 103–107.
- 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.
- 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.
- 鳥居 春己, 高野 彩子, 荒木 良太, 吉岡 憲成, 樋口 高志 (2020) 春日山原始林におけるニホンジカ *Cervus nippon* の行動圏調査. *紀伊半島の野生動物*, 12: 1–8.
- Torii H, Tatsuzawa S (2009) Sika deer in Nara park: Unique human-wildlife relations. In: McCullough DR, Takatsuki S, Kaji K (eds.) *Sika deer*. pp. 347–363, Springer, Tokyo.
- 周 世朗, 伍 善志 (1981) 梅花鹿在四川的生殖生理和繁殖性能观察. *中国動物学雑誌* 16(3): 18–21.