

大腿骨骨髓による奈良公園シカの栄養診断

鳥居春己・高野彩子（奈良教育大学附属自然環境教育センター）

Nutritional condition assessment by color of femur marrows of sika deer in Nara Park, Nara prefecture

Harumi TORII and Ayako TAKANO

Education Center for Natural Environment, Nara University of Education

Abstract : Fat contents of femur marrow by dry weight method and Riney's kidney fat index were assessed from 147 carcasses of sika deer dead in and around Nara park, Nara prefecture, central Japan. Femur marrow was categorized into five by color and texture, and these were arranged three by fat contents, such as malnutrition, ordinary and healthy. This classification is available for the management of Nara deer.

キーワード：奈良公園、シカ、栄養診断、大腿骨、

I はじめに

奈良公園のニホンジカ (*Cervus nippon* 以後、シカと呼ぶ) は古来より保護され、一時は 700 頭を越えたものの、第二次世界大戦の混乱により 79 頭にまで激減した (前迫、2006)。その後の保護や昭和 35 年に天然記念物に指定されたことなどにより、1990 年代には平坦部での個体数調査によると 1200 頭に達し、現在までその数が維持されている (奈良の鹿愛護会資料)。この個体数調査の対象となっているシカが奈良公園のどこまでの地域を利用しているかは明らかではないが、必ずしも平坦部だけではないことが立澤他 (2002) により指摘されている。しかし、平坦部の面積が約 60 ha であり、周辺地域を含めてもそれほど広大な面積とはならないことから、km² あたり数十頭から 100 頭を越えようという高密度であることは確実である。そのため、奈良公園では過剰な個体数による餌資源の不足から近年は小型化が危惧され、初産年齢もほぼ 3 歳 (鳥居、2006) とみなせることは、奈良県内の他の地域 (奈良県、2002) や兵庫県南但馬 (上山、1995)、北海道足寄町や阿寒湖一帯 (北海道環境科学研究センター、1997) などの高質個体群と見られる地域より 1 年遅れている。そのため、奈良公園シカ個体群の健全な維持には栄養診断が重要と考える。

腎臓とその周囲の脂肪量を用いた腎脂肪指数による栄養診断が有蹄類では広く用いられているが、貧栄養状態には大腿骨骨髓内脂肪含有率がより適するとされている (Takatsuki, 2001)。その測定には、含水率から算出した簡便法 (Neiland, 1970 など) が利用されるが、それでも時間と装置を必要とする。その一方で、Riney (1955) は色と質感を組み合わせた簡便法を提示している。しかし、その方法でも組み合わせが複雑なことから、Takatsuki (2001) は色と質感を組み合わせ、大腿骨骨髓を 4 タイプに区分するより簡便な方法を提示した。その診断方法の奈良公園において簡易に栄養診断法としての適用を視野に、死亡個体から大腿骨等を採取し、脂肪蓄積量を分析した。なお、体脂肪蓄積に関する概説は Takatsuki (2001) に詳しい。

本論をまとめるにあたり、サンプル採集にご協力いただき、快く死亡個体の資料を閲覧させていただいた、(財) 奈良の鹿愛護会の方々に厚くお礼申し上げます。

II 材料と方法

奈良公園とその周辺地域で死亡したシカは(財)奈良の鹿愛護会により回収され、獣医師により死因が調べられている。それらのうち、2002年9月から2004年5月の間に死亡した147頭の個体から腎臓、腎臓周囲の脂肪、大腿骨を採取した。腎臓両端の脂肪を切り離して、残った脂肪量と腎臓重量を秤り、腎臓に対する脂肪の重量比率をRiney's kidney fat index (以後、RKFIと呼ぶ) (Riney 1955) とした。大腿骨は中央部のおよそ3~4cmを切り出し、中の骨髓を取り出し、Takatsuki (2001) に従い、色と質感から区分した。さらに、温風乾燥器(ヤマトNV600)を用い、骨髓を75~80度で72時間乾燥し、乾燥前後の重量を 10^{-4} gまで計量し、Neiland (1970) に従い含水率を算出し、骨髓内脂肪含有率とした(以後、FMFIと呼ぶ)。なお、それぞれの個体の死亡要因については奈良の鹿愛護会資料を利用した。

III 結果と考察

大腿骨の色と質感

Takatsuki (2001) は有蹄類の大腿骨骨髓による栄養診断についてまとめ、岩手県産シカを用い、色と質感を組み合わせる大腿骨骨髓を4タイプに区分する簡便法を提案した。しかし、今回の分析ではTakatsuki (2001) が貧栄養状態とみなした赤ゼラチン状よりもFMFIがさらに低い黄色ゼラチン状を確認できたことから、黄色ゼラチン状(I)、赤ゼラチン状(II)、赤(III)、ピンク(IV)、白(V)の5タイプ(以後、I~Vと呼ぶ)に分類した。(I)と(II)では水分が多く、大腿骨を切った段階で流れだすこともあり、(III)では水分は少なくなるが柔らかく、(IV)と(V)は堅いワックス状で、立てることもできる。この(I)と(II)はRiney (1955) による色の区分で0とされたものとみられる。

(I)から(V)までのFMFIを図-1に示した。(I)のFMFIは $6.3 \pm 2.9\%$ ($n=21$)となり、(II) $13.9 \pm 8.1\%$ ($n=40$)より低い含有率を示し、両者の間には有意な差が認められた(スティーブル・ドゥワス検定 $p < 0.01$)。同様に、(II)と(III)、(III)と(IV)、(IV)と(V)の間も有意な差となった。Takatsuki (2001) において、本論の(III)と(IV)に対応する色の骨髓の間には差がなかったこととは異なる結果であった。

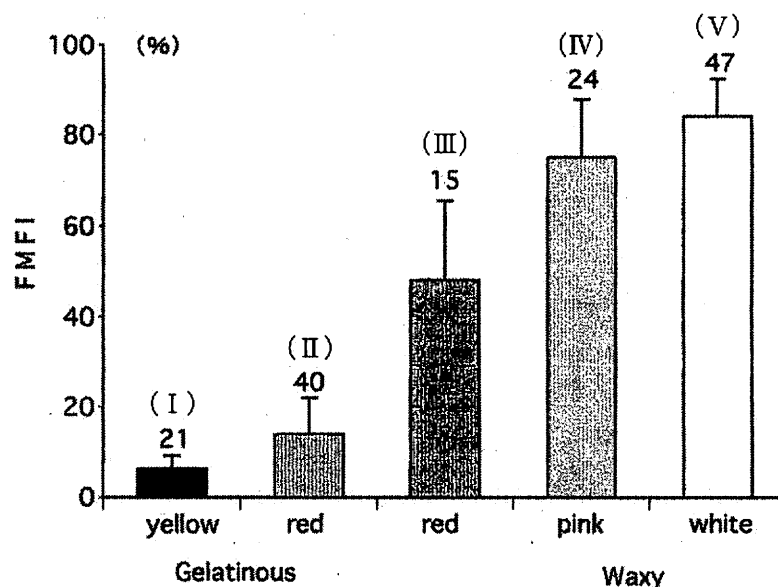


Fig.1 Femur marrow fat index by color and texture of sika deer in Nara park

大腿骨骨髓と腎脂肪指数

RKFI と FMFI との関係を示す図-2 示した。それによると、RKFI が 50%以上では、FMFI は安定しているが、およそ 20~30%を下回ると FMFI は急激に減少するという傾向が読みとれる。このことは、他の地域におけるシカ（丸山、1985；鳥居・藤下 1998；Takatsuki, 2001 など）やニホンカモシカ (*Capreolus crispus*: Maruyama, 1985) などとも同じ結果であった。

図-2 における死亡要因のうち、事故は交通事故や角切りあるいは妊娠個体収容時の事故などで、直接の死因ははっきりしている。病死では子宮内膜炎、敗血症、呼吸不全、栄養不良や肝蛭症からの栄養失調などと診断されている。これらの場合、肝蛭症などが遠因となり栄養不良などを引き起こしている可能性も高く、複合的な要因であった可能性もある。また、事故などの外傷がなく、死亡要因が明らかにならなかった場合が死因不明とされている。

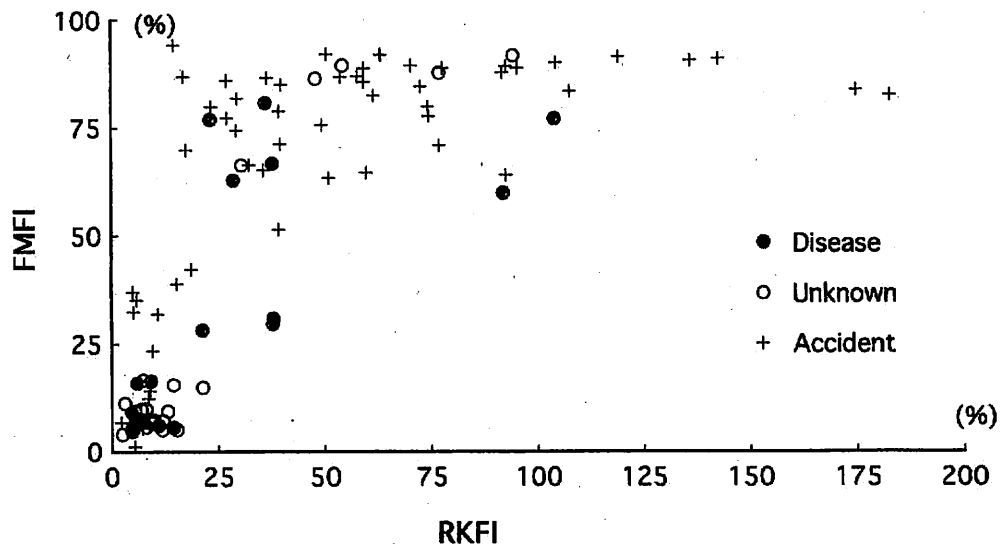


Fig.2 The relationship between femur marrow fat index and Riney's kidney fat index on sika deer by the causes of death in Nara park

事故死個体の RKFI は幅広く分布している。このことは交通事故など突発的な理由で死亡した個体の多くが、十分に脂肪蓄積していることを示している。病死と不明個体であっても、広く分散してはいるものの、貧栄養と見なせる RKFI と FMFI が低い領域に集中して分布している。

この貧栄養状態での死亡は東日本において春先の大量死における死亡個体に見ることができる。北海道洞爺湖中島で 1983~1984 年に自然死亡した個体には皮下や腎脂肪が認められず、大腿骨骨髓は赤色ゼラチン状あるいは水様で、FMFI は平均 4.1% にすぎなかった（大森司他、1985）。赤ゼラチン状の FMFI が 4.1% という結果は、今回とは若干異なる結果となった。また、同時期に日光において発生した大量死においても、FMFI が 10% 以下の個体が斃死個体全体の 78% に及んだという（丸山・高野、1985）。

一方、ノロジカ (*Capreolus capreolus*: Ratcliffe, 1980) やオグロジカ (*Odocoileus virginianus*: Cheatum, 1949) では、飢餓状態での RKFI が 10% 程度とされた。

以上のことから、奈良公園の (I) と (II) は貧栄養状態とみなすことができる。また、(I) と (II) は 9 月から 5 月にわたって確認されているが、10~12 月が全体の 60% に達しており、奈良公園では貧栄養状態の個体が普通に棲息していることを示している。これらは、奈良公園のシカは長期間にわたり保護されてきたことの成果とみられる。外敵や移動などのストレスから開放され

ていること、人に給餌されることなどから、野生個体と比べてはるかに低い栄養状態でも生きていられるもの考える。この貧栄養状態の原因は過密による餌量の不足である可能性が高いと考えるが、寄生虫など他の原因も考慮する必要があるだろう。

奈良公園では1970年代には肝蛭症の罹病率は糞粒においても死亡個体の剖検においても80%を越えていた(冨村他、1976)が、30年を経た現在も50%を越えた罹病率を保っている(小林他、2006)。0歳個体も罹病しており(奈良の鹿愛護会資料)、それらが貧栄養状態の要因であるかもしれない。肝蛭症以外の寄生虫などの分析が今後の課題であろう。

奈良公園において栄養段階の診断においてもTakatsuki(2001)が指摘するように、骨髓の色と質による区分が有効と考える。その場合、(I)と(II)あるいは(IV)と(V)をそれぞれ同じ区分とみなし、黄色あるいは赤色ゼラチン状を貧栄養、白あるいはピンクのワックス状の良好、その中間となる赤色(柔らかい赤色)の3区分とすることも可能と考える。フィールドでの剖検では、大腿骨を切り、断面の色と質から、貧~良までを区分し、貧栄養の兆候が見られるなどの必要に応じて卓上デジタル秤を用いてRKFIを計量することで、現場においてより正確な栄養診断が可能であろう。

引用文献

- Cheatum, E. L. (1949) Bone marrow as an index of malnutrition in deer., *J. Mammal.* 18:46-57.
- 北海道環境科学研究センター(1997) ヒグマ・エゾシカ生息実態調査報告書Ⅲ野生動物分布等実態調査(エゾシカ:1991~1996)、100pp+参考資料6pp.
- 小林朋子・鳥居春己・鈴木和男・川淵貴子・辻正義・板垣匡・谷山弘行・浅川満夫(2006)天然記念物「奈良のシカ」総合調査報告書:20、奈良県教育委員会.
- 丸山直樹・高野慶一(1985)ニホンジカ個体群への1984年豪雪の影響、森林環境の変化と大型野生動物の生息動態に関する基礎的研究、248-253、環境庁自然保護局.
- 丸山直樹(1985)ニホンジカの栄養診断法、森林環境の変化と大型野生動物の生息動態に関する基礎的研究、257-260、環境庁自然保護局.
- Maruyama, N. (1985) Kidney and marrow fats as indices of fat reserves of Japanese serow., 森林環境の変化と大型野生動物の生息動態に関する基礎的研究、278-287、環境庁自然保護局.
- 奈良県(2002)奈良県ニホンジカ特定鳥獣保護管理計画-第2次-, 23pp 奈良県.
- Neiland, K. (1970) Weight of dried marrow as indicator of fat in caribou femurs, *J. Wildl. Manage.*, 34:904-907.
- 大泰司紀之・梶光一・小泉透(1985)北海道におけるニホンジカの生息動態 I 洞爺湖中島におけるニホンジカ個体群調節機構に関する研究、森林環境の変化と大型野生動物の生息動態に関する基礎的研究、123-140、環境庁自然保護局.
- Ratcliffe, P. R. (1980) Bone marrow fat as a indicator of condition in roe deer condition., *Acta Theriol.* 25,26:333-340.
- Riney, T. (1955) Evaluating condition of free-ranging red deer (*Cervus elaphus*), with special reference to New Zealand. *J. Sci. & Tech., Sect. B.* 36:426-463.
- Takatsuki, S. (2001) Assessment of nutritional condition in sika deer by color of femur and mandible marrows, *Mammal Study* 26:73-76.
- 立澤史郎・藤田和・伊藤真子(2002)奈良公園平坦部におけるニホンジカの個体数変動、関西自然保護機構会誌 24:3-14.
- 冨村保・吉田博久・横田正春・西谷康信(1976)奈良公園のシカにおける肝蛭症に関する研究 I

- シカにおける肝蛭症の寄生状況並びにヒメモノアラガイにおける肝蛭幼虫の保有状況について、昭和 50 年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告書、101-123、(財)春日顕彰会。
- 鳥居春己・藤下章男 (1998) 下顎骨管内脂肪によるニホンジカの栄養診断、奈良教育大学紀要 47 (2):7-10.
- 鳥居春己 (2006) 生命表と個体数変動、天然記念物「奈良のシカ」総合調査報告書、1-9、奈良県教育委員会。
- 前迫ゆり (2006) 春日山原始林とニホンジカ—未来に地域固有の自然生態系を残すことができるか— (湯本貴和・松田裕之編) 世界遺産をシカが喰う—シカと森の生態学—、147-165、文一総合出版、212pp、東京。
- 上山泰代 (1995) 兵庫県南但馬におけるシカ個体群動態、日本林学関西支部論文集 4:155-158.

連絡先：鳥居春己 〒630-8528 奈良市高畑町 奈良教育大学
e-mail : torii@nara-edu. ac. jp