

兵庫県におけるニホンジカ個体群の質的評価手法の検討 —繁殖, 食性, 栄養状態の特性—

横山 真弓¹⁾, 坂田 宏志^{1)*}, 濱崎 伸一郎²⁾,
三谷 雅純^{1)*}, 田中 哲夫^{1)*}

Condition Assessment of Sika Deer Population in Hyogo Prefecture : Characteristics of Reproduction, Food Habits and Nutritional Condition

Mayumi YOKOYAMA ¹⁾, Hiroshi SAKATA ^{1)*}, Sinichiro HAMAZAKI ²⁾, Masazumi MITANI ^{1)*},
Tetsuo FURUKAWA-TANAKA ^{1)*}

Abstract

We analyzed fetal development, rumen contents, body fats, and organ mass of sika deer (*Cervus nippon* Temminck) as indices for sika deer conditions assessment in Hyogo Prefecture. All adult female sika deer were pregnant at the time of January to May. Estimated conception dates and fetal development were not delayed compared to the data of the 1980 s. Tree categories, evergreen broad-leaves, deciduous broad-leaves and graminoids made up the main diet, being more than 70% of rumen composition, year-round. These food items chosen by sika deer showed evidence of good quality food resources for sika deer in this area. However, kidney fat mass (KFM) and mandible marrow fat (MCF) indicated low levels through the year except for adult males in summer. These data suggested that characteristics of fat indices in sika deer did not indicate malnutrition but the trophic strategy of sika deer inhabiting west Japan. In evergreen forests sika deer can secure high quality food throughout the year, and hence they have no need to store fat accumulation. But these characteristics would be the defect for stochastic heavy snow accumulation or habitat deterioration because of lack of primary energy, fat accumulation. We recommended fetal development and rumen contents analysis to evaluate the condition status of the sika deer population in Hyogo.

Key words : conditions assessment, fat index, fetal analysis, rumen contents, evergreen forests

はじめに

ニホンジカ (*Cervus nippon* Temminck) は生息環境や密度によって個体の生理的特性が敏感に変化する (Kaji et al., 1988 ; Takahashi et al., 1999 ; 横山, 2000). 特に高密度地域や食物資源に制限が認められる地域では, 妊娠率の低下や体格の小型化など個体群の質的劣化 (横山, 2000 ; 梶, 2001 ; 宇野・玉田,

2001) やそれに伴う大量死亡 (Takatsuki et al., 1994 ; 宇野ほか, 1998 ; Yokoyama et al., 2000) が報告されている. ひとたび生息環境や個体の質的劣化が起こった場合, これらを回復させることは容易ではない (宇野ほか, 1998 ; Takahashi et al. 1999 ; 梶, 2001).

兵庫県を含む近畿圏のニホンジカ個体群は, 本州における最大級の個体群であり (野生動物保護管理事務所, 2001), 捕獲数は本州で最も多い (環境省ホームページ鳥獣統計参照). ニホンジカは古くから貴重な

¹⁾兵庫県立人と自然の博物館 自然・環境マネジメント研究部 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Division of Environmental Management, Museum of Nature and Human Activities, Hyogo; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan
E-mail address : mayuy@hitohaku.jp (corresponding author : M. Yokoyama)

²⁾野生動物保護管理事務所関西分室 〒651-1303 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 兵庫県神戸市北区藤原台南町4-10-6 Kansai Branch, Wildlife Management Office ; Fujiwaradai-minamimachi 4-10-6, Kitaku, Kobe, 651-1303 Japan

*兼務: 姫路工業大学 自然・環境科学研究所 〒669-1546 兵庫県三田市弥生が丘6丁目 Institute of Natural and Environmental Science, HIT; Yayoigaoka 6, Sanda, 669-1546 Japan

狩猟資源として活用されてきたが、近年では狩猟人口の減少とともに狩猟資源としての利用が減少している(坂田ほか, 2001)。ニホンジカの適正な保護管理を実施するにあたっては、狩猟資源としての価値を高い状態に保つこと、すなわち健全で質の高い個体群(高質個体群)の維持が重要である。ニホンジカ個体群の健全性を評価するためには生息環境のモニタリングに加えて、個体の栄養状態、繁殖状況、体サイズ、病変の有無など個体レベルでの質的なモニタリングが必要になる。これらの生物学的な属性は、生息環境や生息密度により常に変動する。したがって、個体数密度の調整や生息環境の改善などの順応的保護管理施策を実施するにあたっては、それらの施策に対するニホンジカの生理的な反応を常に把握しておくことがその基礎となる。

兵庫県では、すでに個体数の増減を予測する上で重要となる妊娠率の変動や年齢構成のモニタリングが進められている(尾崎ほか, 2001)が、それ以外の個体の生理的な情報は追跡されていない。現状では兵庫県の本州部におけるメスジカの妊娠率に顕著な減少は認められていないものの(尾崎ほか, 2001)、高密度下にとまなう体格の小型化、生息地である森林の下層植生の減少や木本類の剥皮の増加など、個体の質的な状況や個体群を取り巻く環境の悪化が懸念されている。こうした質的な変化は個体の栄養状態を低下させるため、将来の妊娠率や生存率に影響を与えることが予測される。個体群の健全性を把握するためには、個体群の状況を判断する指標の基準を設定し、状況の変化を評価する手法が必要となる。また、生物学的な適正密度を検討するうえでも個体の質的な評価が不可欠である。しかし、現状では近畿圏に生息するニホンジカについて個体の質や個体群の健全性を判断する評価基準もなく、質を敏感に反映する簡便な指標も検討されていない。本地域のニホンジカではどのような生理的特性を持つのか、あるいはどのような栄養的ストレスがニホンジカの繁殖や生存に影響を及ぼすのかなど不明である。

そこで、2001年より捕獲個体の回収と分析を試験的に開始し、個体群の質的モニタリングに着手した。個体群の質的モニタリング項目として、1) 受胎日の推定と胎子の発育段階の査定、2) 栄養診断、3) 食性分析、4) 体格の小型化の有無、5) 病変や寄生虫の有無などを設定した。

本稿ではニホンジカ個体群の質的モニタリング項目のうち1), 2), 3) について分析し、兵庫県におけるこれらの指標の特性と有効性を明らかにし、今後のモニタリング体制について検討することを目的とした。

材料と方法

資料の収集方法

2001年は兵庫県猟友会和田山支部に協力を要請し、有害鳥獣駆除に同行した。2002年は7月に行われた兵庫県猟友会のブロック会議(豊岡, 和田山, 明石, 山崎), 10月に行われた猟友会総会において標本収集の趣旨と方法を説明し、下顎骨, 筋肉片, 胃内容物, 腎臓の4部位の提供について協力を依頼した。協力可能との回答を得た駆除班にはサンプルビンを持参もしくは郵送した。また質的なモニタリングの必要性が高いと考えられた地域については、2002年4月から2003年7月まで駆除及び個体数調整事業に同行し試料収集を収集した。この場合、内臓を除去しない状態で解体場所へ搬入し、上記の4部位の採取のほか、体重及び外部計測を実施し、内臓器官, 胎子を採用した。

捕獲個体の分析

(1) 年齢査定

年齢査定は、0歳, 1歳, 2歳, 3歳については歯の萌出・交換により判定した。3歳以上については第一切歯の第二セメント質に出現するヘマトキシリン好染色性の層板数により査定した(大泰司, 1977; Koike and Ohtashi, 1985)。年齢及び月齢はすべて6月1日生まれと仮定して表示している。なお、有害鳥獣駆除個体の年齢査定は兵庫県自然環境保全課の事業として回収された標本と同一個体であるため、兵庫県立森林・林業技術センターによる年齢査定結果を使用した。1歳獣を亜成獣, 2歳以上を成獣とした。

(2) 胎子分析

胎子は採材後直ちに電子天秤を用いて1g単位で体重測定した。その後、-20度で冷凍保存した。胎子の計測は頭尾長(鼻鏡先端から尾部先端までの沿長)及び後足長(骨隆起の先端より蹄尖部までの直線距離)を計測した。発育段階の評価は、Suzuki et al. (1996)にしたがって、蹄や鼻鏡などの黒化の状況、斑紋や触毛の有無、被毛の出現の程度などを判定した。胎齢の推定には、体重(W)の3乗根と胎齢(T)との間に認められる直線回帰関係を応用し、算出された下記の推定式(小泉ほか, 2003)を用いた。

$$T=12.78 \times W^{1/3} + 32.01$$

(3) 栄養診断

栄養診断の指標として体脂肪量と内臓器官重量を測定した。体腔内から心臓, 肝臓, 腎臓及び腎周囲脂肪

を取り出し、標本は採材後分析までの間、ビニール袋で密封し、 -20°C で保存した。重量測定はすべて電子天秤を用いて1g単位で行った。心臓、肝臓は、重量を測定した。腎臓と腎周囲脂肪の合計重量は、両端より外側部分の脂肪量を切り落とした状態(A)(図1)で重量を計測した。次に腎臓から線維被膜とともに脂肪を切り放し、腎臓重量(B)を測定した(Riney, 1955; Chan-McLeod et al., 1995; Yokoyama et al., 2001)。

(A) - (B)を腎脂肪重量(KFM, kidney fat mass), (B)を腎臓重量(KM, kidney mass)とし、左右の値を加算したものを使用した(Albon et al., 1986; Leader-Williams and Rickett, 1982)。骨髓指標の分析は通法であるNeiland(1970)の簡便法に従った。すなわち、骨から骨髓2~3gを秤量瓶に取り出し 80°C で72時間乾燥させ、湿重量と乾重量の比で表し(乾重量/湿重量 $\times 100\%$)これを下顎骨指標(MCF, Mandible marrow fat)とした。今回は下顎骨を使用した。下顎骨は大腿骨骨髓に比べ残渣が多く、脂肪消費がない場合でも60~70%ほどの値であることが知られている(Cederlund et al., 1986; 横山, 2000)。

季節区分については、有害捕獲が5月下旬~6月上旬, 6月下旬~7月, 8月下旬~9月上旬に集中すること、及びニホンジカの出産期、繁殖期を考慮し、4月~6月上旬(妊娠後期から出産期)を春期, 6月中旬~9月中旬を夏期, 9月下旬~11月(交尾期)を秋期, 12月~3月を冬期とした。

(4) 食性分析

胃内容物は捕獲個体の第一胃から、約500mlを取り出し、70%エタノール中で保存した。試料は2mmメッシュのふるいで洗浄後、5mmメッシュのシャーレ上に無作為に試料をのせ、グリッド上にある植物片を400ポイントまでカウントする、ポイント枠法(Chamrad and Box, 1964; Leader-Williams et al., 1981)により分析した。植物片はグラミノイド(イ

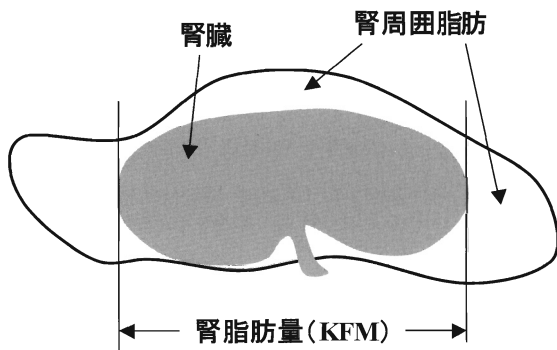


図1 腎臓(斜線部)とその周囲にある腎脂肪
腎臓の両端より外側部分の脂肪を切り落としたものを腎脂肪量(KFM)とした。

表1 2001年から2003年に兵庫県において標本として収集されたニホンジカの数

協力支部名	標本数
生田支部	4
神戸北支部	12
篠山支部	42
豊岡支部	11
西須磨支部	8
西脇多可支部	6
宍粟支部	16
和田山支部	31
三原支部	5
三田支部	2
合計	137

ネ科, カヤツリグサ科, イグサ科の総称), 針葉樹葉, 常緑広葉樹葉, 落葉樹葉/草本類, 果実/種子, 農作物, 木本非同化部, シダ/コケ, 不明に分類し, 百分率で表した。季節区分は栄養診断と同様とした。

結 果

資料の収集

サンプルビンの配布・回収による方法では、兵庫県猟友会篠山支部, 生田支部, 神戸北支部, 西須磨支部, 豊岡支部の5支部から依頼した4部位すべての提出が得られた。また, 駆除班へ調査員が同行する方法では, 2002年4月から6月に淡路島三原支部, 篠山支部, 三田支部, 2002年の狩猟期間中に神戸北支部, 三田支部, 西脇多可支部, 2003年の2月, 3月に行われた個体数調整事業中に, 豊岡支部, 和田山支部, 宍粟支部に協力を得て標本を回収した。支部ごとの回収数は表1のとおりである。また, 季節別及び性別の標本数を表2に示した。

表2 2001年から2003年に兵庫県において標本として収集したニホンジカの性・年齢の数

1歳獣を亜成獣, 2歳以上を成獣とした。

性別	年齢	標本数				計
		季節				
		春	夏	秋	冬	
オス	0歳獣	3	2	2	8	15
	亜成獣	2	1	7	6	16
	成獣	8	12	11	16	47
	小計	13	15	20	30	78
メス	0歳獣	2	2	3	6	13
	亜成獣	0	2	1	5	8
	成獣	8	4	6	20	38
	小計	10	8	10	31	59
合計		23	23	30	61	137

胎子分析

1月から5月までに捕獲された2歳以上の成獣メス21個体中20個体に胎子が確認され、5月下旬に捕獲され胎子が認められなかった1個体でも子宮が著しく肥大し、胃内容物から胎子胎盤などが確認されたため1～2日前に出産を終えた個体であると判断された(妊娠率100%, N=21)。妊娠判定の可能な1月から5月には亜成獣メスの標本は得られなかった。胎子の性は3月2日に捕獲された体重3.7gの標本を除いて判別され、性比は、8:11であった。統計的に胎子の性比に偏りは認められなかった($\chi^2=0.47$, N=19, $P>0.1$)。

胎齢は胎子体重の3乗根に比例することが知られているが、今回得られた標本においても死亡月日と胎子体重の3乗根の関係に有意な相関関係が認められた(図2)。しかし、標本数が十分でないため、胎齢推定式の算出は行わず、小泉ほか(2003)の推定式を用いた。その結果、推定受胎日は9月下旬から10月上旬の2週間に11個体が集中する分布となり、小泉(2003)の結果と受胎日の分布に有意な差は認められなかった(図3; $t=0.617$, N=170, $P>0.1$)。著しく小型の胎子は、受胎日が1月中旬と推定された。この胎子の母獣は2歳齢であった。

銃器による捕獲においては、胎子標本にも損傷が及ぶ場合が少なくない。体重以外にも指標となる計測値の有用性を確認しておく必要がある。そこで、胎子の体重と後足長の関係を検討した。胎子の後足長と体重には有意な相関関係が認められ、後足長を説明変数(X)、体重を目的変数(Y)とすると、

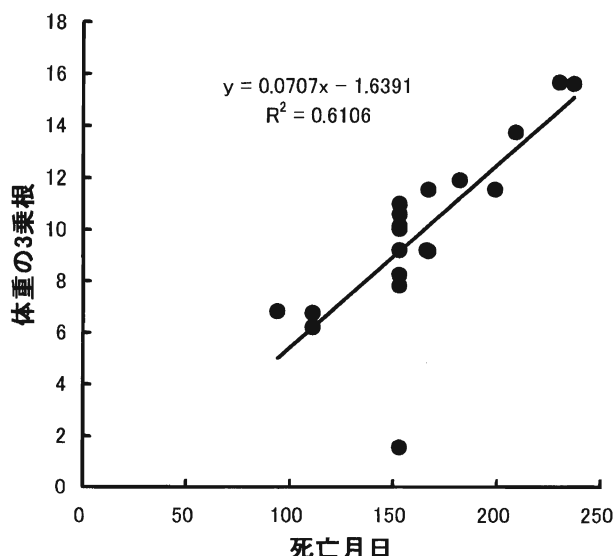


図2 死亡月日と胎子体重の3乗根との関係
2002年から2003年にかけて収集された胎子20例を用いた。死亡月日は9月30日からの日数として表した。淡路島産の1例を含む。

$$Y = -0.0002X^3 + 0.1304X^2 - 5.1842X + 53.648 \quad (R^2 = 0.99)$$

の回帰式が得られた(図4)。

次に胎子の外部形態を観察した結果を表3に示す。鼻鏡と蹄は今回得られた200g以上の個体すべてで黒化していた。口や鼻孔の開口は320gの胎子で観察され、耳孔は560gのもので開口していた。開眼は出産直前の3800g以上の胎子のみに見られている。いわゆる

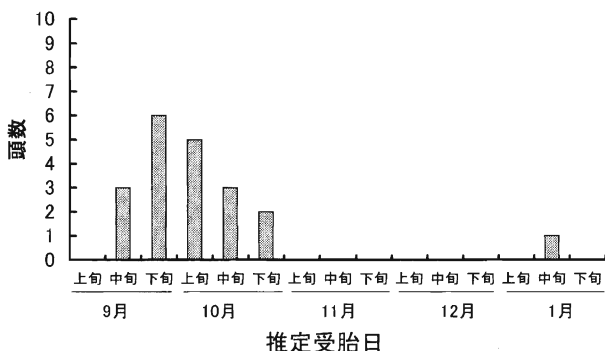


図3 胎子の体重から推定した受胎日の分布
2002年から2003年にかけて収集された胎子20例を用いた。受胎日の推定式は小泉ほか(2003)にしたがった。淡路島産の1例を含む。

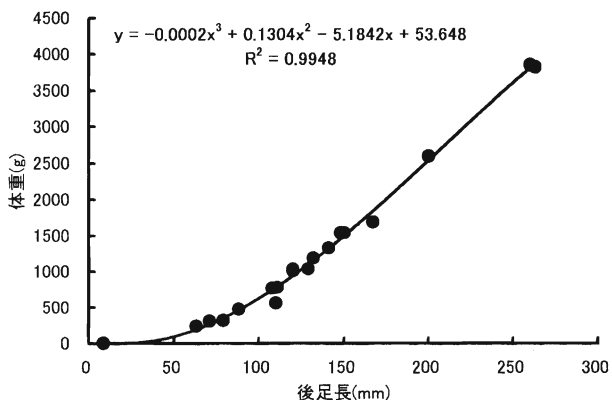


図4 胎子の体重と後足長の関係
2002年から2003年にかけて収集された胎子20例を用いた。淡路島産の1例を含む。

表4 ニホンジカの胎子の發育成長過程 (Suzuki, et al. 1996より抜粋)

体形形成期	口や鼻孔、外耳孔の開口、触毛の発現ならびに鼻鏡や蹄の黒化が起こり、シカとしての体形が形成されるまでの期間。斑紋(いわゆる鹿の子模様)が認められなければ、この段階にある胎子と判断される。胎齢は130日以下と推定される。
斑紋出現期	斑紋が出現する期間。斑紋は認められるが、被毛が未発現の時期に相当する。胎齢は130～160日と推定される。
被毛出現期	頭頂部や尾部から始まった発毛が、胴体背側部に広がるまでの期間。胎齢は160日～180日と推定される。
完成期	胎子の最終的な完成期に相当し、さらなる被毛の発達、開眼、切歯の萌出、精巣の下降などが起こる。胎齢は180日以降と推定される。

表3 ニホンジカ胎子の外部形態の発達過程

2002年から2003年に兵庫県で行われた有害鳥獣駆除、狩猟、個体数調整事業で捕獲されたニホンジカの胎子について分析した。体重の単位はg, 頭胴長, 後足長の単位はmm. 母獣年齢; 3+は正確な絶対年齢の査定が困難であったもの。発毛段階; -: 発毛なし, +: 皮膚が見える程度に発毛, ++: 皮膚が見えない程度に発毛。*は新生子。

番号	捕獲日	母獣年齢	性別	体重	頭胴長	後足長	推定胎齢	受胎日	鼻鏡	蹄	口	鼻孔	耳孔	眼裂	斑紋	吻部触毛	眼窩触毛	睫毛	被毛	切歯
1	2003/3/2	2	不明	3.7	39.5	8.65	50	2003/1/11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2003/1/25	2	♀	320	319	79	109	2002/10/8	黒化	黒化	開口	開口	閉鎖	閉鎖	未発達	萌出	萌出	未萌出	-	未萌出
3	2003/1/19	10	♀	240	279	63	116	2002/9/25	黒化	黒化	開口	開口	閉鎖	閉鎖	背側正中と大腿	未萌出	未萌出	未萌出	-	未萌出
4	2003/1/19	4	♂	310	272	71	117	2002/9/24	黒化	黒化	開口	開口	閉鎖	閉鎖	背側正中と大腿	未萌出	未萌出	未萌出	-	未萌出
5	2003/3/2	2	♀	480	351	88	130	2002/10/23	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	背側正中と大腿	萌出	萌出	未萌出	-	未萌出
6	2003/3/2	4	♀	560	435	110	135	2002/10/18	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	背側正中と大腿	萌出	萌出	未萌出	-	未萌出
7	2003/3/16	2	♀	770	424	108	147	2002/10/20	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	背側正中と大腿	萌出	萌出	未萌出	-	未萌出
8	2003/3/2	4	♀	780	393	111	148	2002/10/5	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	背側正中と大腿	萌出	萌出	萌出	-	未萌出
9	2003/3/15	3+	♀	780	422	111	148	2002/10/18	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	全域	萌出	萌出	未萌出	-	未萌出
10	2003/3/2	2	♂	1010	453	120	158	2002/9/25	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	背側正中と大腿	萌出	萌出	未萌出	-	未萌出
11	2003/3/2	8	♂	1040	443	120	159	2002/9/24	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	背側正中と大腿	萌出	萌出	未萌出	-	未萌出
12	2003/3/2	4	♀	1040	455	129	159	2002/9/24	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	背側正中と大腿	萌出	萌出	未萌出	-	未萌出
13	2003/3/2	10	♀	1190	495	132	165	2002/9/18	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	背側正中と大腿	萌出	萌出	未萌出	-	未萌出
14	2003/3/2	7	♂	1330	479	141	170	2002/9/13	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	背側正中と大腿	萌出	萌出	萌出	+	未萌出
15	2003/3/16	3+	♂	1540	517	150	178	2002/9/19	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	全域	萌出	萌出	萌出	+	未萌出
16	2003/4/17	不明	♂	1540	550	148	178	2002/10/21	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	全域	萌出	萌出	萌出	+	未萌出
17	2003/3/31	3+	♂	1690	542	167	182	2002/9/30	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	全域	萌出	萌出	萌出	++	未萌出
18	2002/4/27	4	♀	2600	613	200	200	2001/10/8	黒化	黒化	開口	開口	開口	閉鎖	全域	萌出	萌出	萌出	++	萌出
19	2003/5/25	6	♂	3820	738	263	230	2002/10/7	黒化	黒化	開口	開口	開口	開口	全域	萌出	萌出	萌出	++	萌出
20	2003/5/18	3	♀	3850	703	260	230	2002/9/30	黒化	黒化	開口	開口	開口	開口	全域	萌出	萌出	萌出	++	萌出
21*	2003/5/25	-	♂	3910	693	247	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

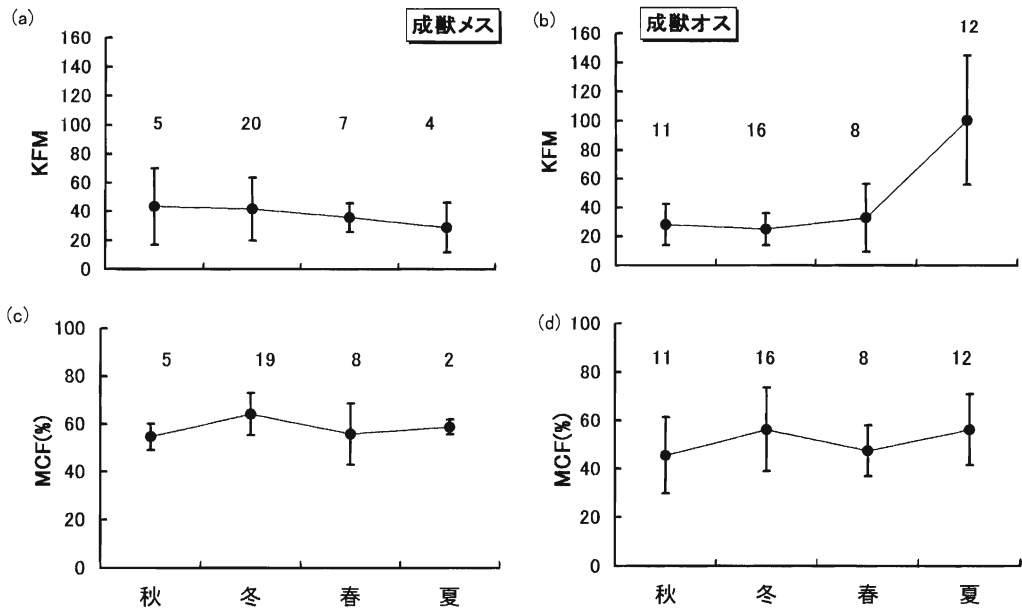


図5 兵庫県における成獣ニホンジカの脂肪指標の季節的变化
2001年から2003年にかけて収集された成獣の腎脂肪重量 (KFM) (g) (a:メス, b:オス), 下顎骨骨髓脂肪量 (MCF) (%) (c:メス, d:オス) を示した. 数値は標本数を表す.

る, 「鹿の子模様」とよばれる斑紋は480g以上で背側正中線から大腿部にかけて出現しており, 1500g以上で体側全域に確認された. 吻部及び眼窩の触毛は400g以上, 腱毛1300g以上で萌出していた. 被毛は, 1300g~1600gで頭部に確認され, 2600g以上で全身に発毛していた. 切歯は3800g以上の個体で萌出していた.

栄養診断

0歳獣, 亜成獣については, 季節を通して標本が収集されなかったため, 今回の分析からは除外した. 成獣の蓄積脂肪量を表す腎脂肪量 (KFM) 及び下顎骨骨髓脂肪量 (MCF) と内臓器官 (心臓, 肝臓, 腎臓) の季節変化を図5, 6に示した. メスではKFM ($F=0.57, N=36, P>0.1$), MCF ($F=2.29, N=34, P=0.098$)とも明瞭な季節変化は見られず, 一年を通じてKFMが約40g, MCFが約60%を示した. 一方, オスではKFMの値が夏に約100gと他の季節より有意に高い値を示し ($F=23.04, N=47, P<0.01$), 体腔内に蓄積脂肪量の増加が認められ

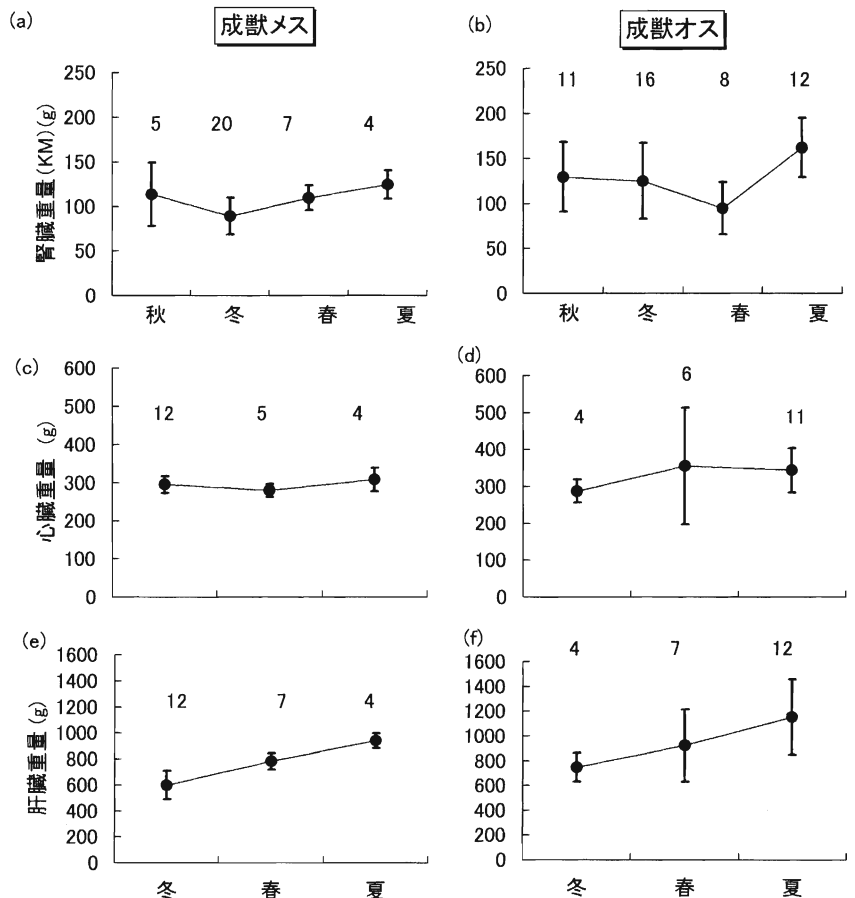


図6 兵庫県における成獣ニホンジカの内臓器官の季節的变化
2001年から2003年にかけて収集された成獣の腎臓重量 (g) (a:メス, b:オス), 肝臓 (g) (c:メス, d:オス), 心臓 (g) (e:メス, f:オス) を示した. 数値は標本数を表す.

た。他の季節は約30gと低い値を示した。MCFについては、メス同様明瞭な季節変化がなく ($F=1.28$, $N=36$, $P>0.1$)、年を通じて約51%前後の低めの値を示した。

心臓、肝臓に関しては、秋期のデータが得られなかったため、冬から夏までの変化を示した。心臓重量には雌雄とも明瞭な季節変化は認められなかった (オス： $F=0.67$, $N=21$, $P>0.1$ ；メス： $F=1.84$, $N=21$, $P>0.1$)。腎臓重量 (オス： $F=5.48$, $N=47$, $P<0.01$ ；メス： $F=4.45$, $N=36$, $P<0.01$)、肝臓重量 (オス： $F=3.64$, $N=45$, $P<0.05$ ；メス： $F=4.35$, $N=35$, $P<0.05$) は、雌雄とも冬から夏にかけて顕著な増加傾向を示した。

食性分析

胃内容分析結果を季節別に図7に示した。年間を通じて、落葉樹/草本の葉部、グラミノイドが容量の多くを占めていた。特に春から夏にかけては、両カテゴリーを合わせると60%~70%を占め、主要な食物となっていた。秋には果実/種子、作物が出現するが、それぞれ、約8.7%、3.5%で合わせて12%ほどを占めるのみであった。冬期の特徴としては、常緑樹の葉部と木本類の非同化部の割合が他の季節より増加していることである。この2つのカテゴリーとグラミノイドをあわせた3カテゴリーがそれぞれ容量の20数%を占め、冬期の中心的食物であった。また、わずかであるが冬期にも堅果類 (主にナラ類) が出現した。夏と冬にはシダ/コケの割合が増加している。

標本数が比較的多く得られた冬期については、北但

馬、南但馬、西播磨、丹波の4地域別に容量比を示した (図8)。南但馬、西播磨、丹波地域では、常緑樹の葉部が25%前後、木本の非同化部とシダ/コケをあわせて、約30%前後と類似した傾向を示しているが、北但馬については、常緑樹の葉部の割合が少なく、落葉樹/草本の葉部の割合が高かった。

考 察

兵庫県におけるニホンジカの生理的特性

シカ類では食物環境の悪化に伴う栄養状態の低下によって、メスの発情に遅れが生じることが知られている (McCullough, 1979; Keech et al., 2000)。胎齢推定と外部形態の観察結果より、兵庫県のニホンジカの胎子成長過程は、Suzuki et al. (1996) で示されているエゾシカの胎子の発育成長基準 (表4) にはほぼ準じることが明らかとなった。また、今回収集した胎子から推定した受胎日は、9月下旬から10月上旬にピークを示し、約10年前の個体数増加期の標本 (小泉ほか, 2003) と比較すると、受胎の遅れや発育成長の遅れなどは認められなかった。10年前の胎子標本には母獣の栄養状態に関する情報は無いが、今回のシカの生理的な状態は受胎日に影響するほどの栄養状態の低下はないと予測される。

シカの栄養状態を左右する採食物は、一年を通じて広葉樹の葉部やグラミノイドなどシカの採食物としては栄養価の高い植物 (池田・高槻, 1999; Yokoyama et al., 2000; 後藤, 2003) の利用が70%以上を占めていた (図7)。冬期の採食物は、低質な食物である木

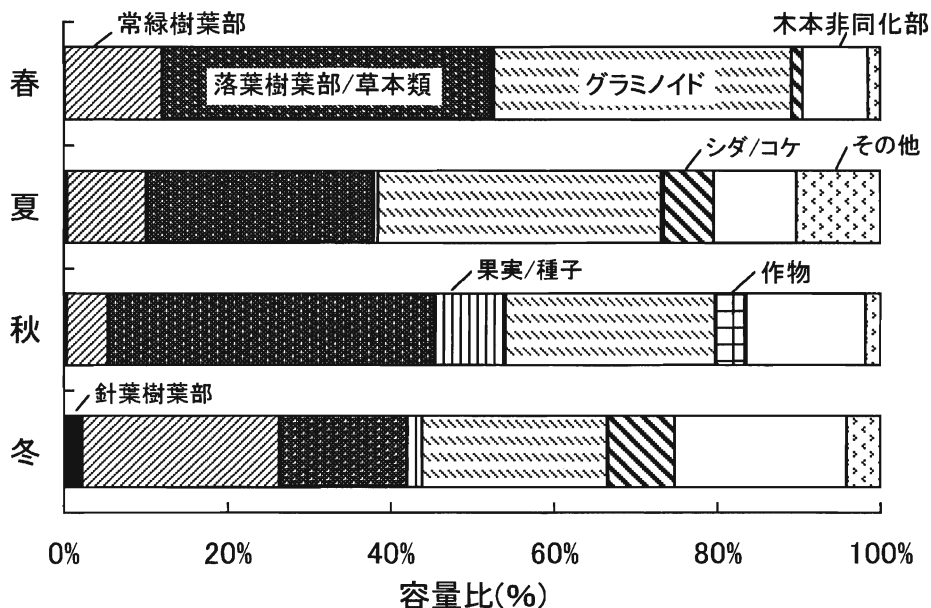


図7 兵庫県におけるニホンジカの胃内容物の季節的变化

標本は2002年12月から2003年3月にかけて有害鳥獣駆除及び狩猟によって捕獲された個体から収集した。サンプル数は春： $N=6$ 、夏： $N=15$ 、秋： $N=30$ 、冬： $N=61$ 。

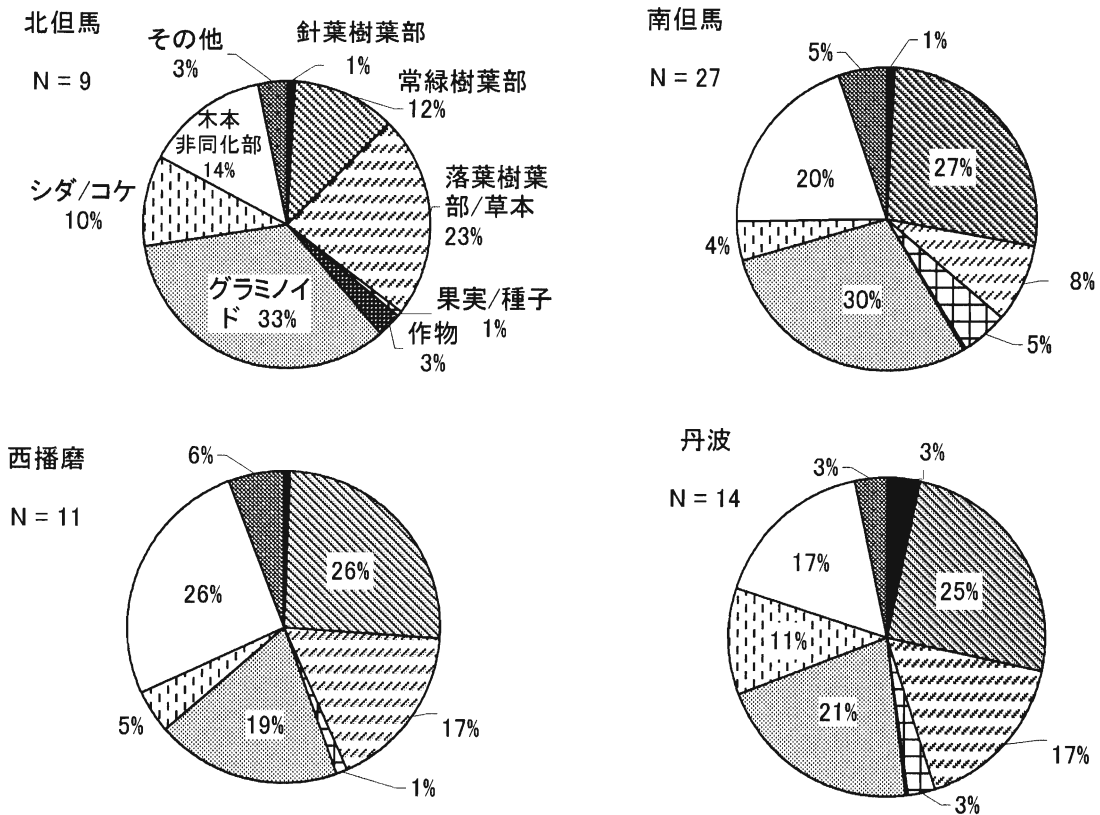


図8 兵庫県の4地域で収集されたニホンジカの冬期胃内容物の分析結果
標本は2002年12月から2003年3月にかけて狩猟及び個体数調整事業によって捕獲された個体から収集した。

本類の非同化部（池田・高槻，1999；後藤，2003）が他の季節より増加するが，常緑広葉樹の葉部の利用も増加するため，食物としての質的な低下は北日本の変化に比較するとわずかであると考えられる．秋には栄養価の高い農作物や堅果類などの利用が認められた．1988年冬期の南但馬地域におけるシカの胃内容分析結果（小泉ほか，1993）と比較すると，今回の結果は広葉樹の葉部が増加し，針葉樹の葉部が減少していた．また木本類の非同化部の割合（約32%）は今回の結果が低い値（約20%）であった．このことは，当時のスギ・ヒノキの若齢木に対する被害が多かったこと（小泉ほか，1993；兵庫県，2002）と関係していると考えられる．今回の結果では秋，冬の採食物に作物が確認されるなど，農業被害を裏付ける結果となった．以上から，現在のシカの採食物は1988年ごろより利用する採食物の幅が広がり，なおかつ良質なものを摂取していることが示唆された．

一方，シカ類の栄養状態を最も良く反映する指標として広く利用されている脂肪蓄積量（KFM，MCF）は，成獣オスの夏期を除いて低い値を示した（図5）．特に成獣メスでは，脂肪蓄積量が年間を通じて非常に低いレベルであり，北日本のメスジカにみられるような蓄積量の増加（Yokoyama et al., 2001；高槻，2002）は認められなかった．但し，冬期の貧栄養時に消費が

始まる骨髓脂肪の減少も認められなかった．つまり成獣メスは一年を通じて体腔内に脂肪をほとんど蓄積していないが，骨髓脂肪の消費もないことがわかる．

メスジカの場合，春から夏が出産・授乳と最もエネルギーを必要とする時期であるため，北日本でも脂肪量は低く，秋から初冬に向けて急激に脂肪を増加させることが知られている（Yokoyama et al., 2001；高槻，2002）．しかし，本地域では結果に示したように秋の蓄積は認められないにもかかわらず，妊娠期間中に捕獲された成獣メスの妊娠率は100%であり（表3），胎子の発育成長に遅れがあることは認められなかった．このことから，少なくとも成獣の場合，秋の食物の質が確保されていれば，秋の脂肪蓄積量が低い場合でも妊娠すると考えられる．

成獣オスは繁殖期に採食量を減退させる上，繁殖活動に投資するエネルギー量が一年の中で最大になることが知られている（Clutton-Brock et al., 1982；Cederlund et al., 1989）．唯一，夏期に捕獲されたオスのみの脂肪蓄積量が増加しているが，これは9月から10月にかけての交尾期の活動が大きく関与していると考えられる．そのため，本地域においては交尾期直前の夏にオスが脂肪を蓄積する生理を獲得しているものと考えられた．

以上，繁殖の状況，採食物から判断すると，兵庫県

のニホンジカに認められた低い脂肪蓄積量は、食物環境の悪化による慢性的な低栄養状態を示すものではなく、食物環境の変動に備えて体内に脂肪を蓄積する生理的なメカニズムが発達していないこと、すなわち生息地の食物条件に適応した生理的特性に起因すると考えられる。これは、良質な食物が通年で得られる環境において獲得されたものと考えられる。兵庫県におけるニホンジカは、北日本とは異なり、一年を通じて栄養的なストレスや低温にさらされることが非常に少ない。しかし、越冬や妊娠に向けて効率良くエネルギーに変換できる脂肪蓄積量を増加させない生理的特性は、低温や積雪などに起因する急激な食物環境の悪化が生じると、採食物の量及び質の低下に伴い急激な栄養状態の低下を招く恐れがある。特に最近の温暖化により分布が拡大したと考えられている生息地域では、短期間でも冬期の積雪や低温などが厳しくなると、死亡に至りやすい可能性が示唆される。

指標の有効性と保護管理に必要となる質的モニタリングの項目

今回の分析では、栄養的ストレスを受けやすいとされる0歳獣や亜成獣については検討できなかった。しかし、現段階において判断できる範囲で、指標の有効性と必要となる個体レベルでの質的モニタリング項目について以下に述べる。

妊娠率や胎子の発育成長は、個体数変動に直接的に影響を与える指標であるため、高密度地域や生息環境が悪化している地域などでの継続的なモニタリングが重要となる。胎子体重または後足長が得られれば、受胎日を推定することにより受胎の遅れなどの繁殖状況を査定することが可能となる。胎子の成長が進み、誰にでも胎子の有無が判定できる2～4月の査定が正確かつ簡便である。

兵庫県のニホンジカでは、脂肪蓄積量の変動が少ないため、体脂肪量が栄養指標として敏感に反応しない可能性が示唆された。今後採食物の量と質の変化に応じて脂肪量がどのように反応するのかを追跡する必要があるが、現時点では採食物を栄養状態の指標とすることが有効であると考えられる。

以上、胎子分析と胃内容分析を中心にモニタリングすることで、当面は個体群の質的な変化を追跡することが可能である。

今後の課題

(1) 指標の検討

ニホンジカの生理的な状態を表す指標は生息地の変化に敏感に反応するものを設定する必要がある。兵庫県の個体群の質を表す最良の生理的な指標を設定する

ために、今後は生息密度や森林環境、気象条件などの生息地の情報との関係を明らかにしていく必要がある。

特に胃内容物など実際に採食している植物の量と質は生息環境を直接的に反映するため、胃内容物は生息地の質を表す指標としても活用可能である。今回は用いなかったが、胃内容物のタンパク含有量などの栄養組成分析などいくつかの項目を検討することが必要である。

また、肝臓重量や腎臓重量などの内臓器官は、食物条件の良い夏に増加し、冬期に減少することが観察された(図6)。食物環境の変動の特に激しい冷温帯の地域の野生動物では、内臓器官の萎縮と肥大という現象が確認されており、エゾシカ(*C. n. yesoensis* Heude)において胃内容物の粗タンパク質との相関が高いことが報告されている(横山ほか, 2001)。そのため、胃内容物分析に代わって、肝臓腎臓の重量などが栄養指標として有効である可能性があり、今後の課題である。

(2) 地域別モニタリングについて

今回は兵庫県に生息するニホンジカの生理的特徴を明らかにすることに主眼をおいたが、今後のモニタリングでは異なる生息環境における個体の評価が必要となる。特に、淡路島などの孤立個体群や積雪地域については、メスの妊娠期間中に調査を行い、質的な状況を把握することが急務である。淡路島の諭鶴羽山系では、すでにシカの高密度化に起因すると考えられる森林更新の阻害、シカの小型化などが狩猟者、地域住民、行政、研究者の多くの人によって報告されている。こうした状況は、シカの栄養状態や繁殖状況などの活力を悪化させる可能性が高い。また、適正な密度まで個体数を調整したとしても、一度悪化した環境を回復させることは容易ではない。したがって、緊急に適正な密度に調整し、生息環境を良好に保つことが必要である。個体数の増加している種でも、絶滅が危惧されている種でも、問題が顕在化してから後の野生動物の管理は、膨大な労力と時間を必要とする。このような事態になる前の先手管理を行うためには、地域ごとに個体数の変動、森林植生の状況を把握することと合わせて、少なくとも今回分析した個体の質的な変化を常にモニタリングし、状況を常に把握することが肝要である。

(3) 標本の収集体制について

下顎骨からは年齢、栄養状態だけでなく、体サイズ、歯の摩滅度(採食物の質を反映)などの情報を得られるため、モニタリングの試料として重要度が高い。下顎骨をモニタリングの試料として収集している行政機

関は多く、比較研究によって兵庫県のカシノジカの質的な特性が明らかになるだろう。しかし下顎骨は、回収した標本の中で最もサンプリングに手間を要する部位であった。サンプルピンを配布した支部のうち3支部からは、続けて採集するのは困難であるとの意見があった。加えて、冷凍保管を必要とするため、狩猟者の労力を削減するためには、調査員を配置するなど標本収集の体制整備が必要である。

また、その他の部位についても正確な試料の採集を行うために、モニタリングの重要度の高い時期（2月～4月など）には調査員を配置する、保管冷凍庫を調査地域に設置するなどを検討する必要がある。調査員が捕獲に同行、あるいは近くで待機して試料を収集する体制の場合、協力を得やすく、様々なカシノジカの生態情報の交換が可能となるため、状況変化などを感知しやすい。特に病変個体の発見など人畜共通感染症に対する情報の集約は早急な対応が求められる。また、捕獲現場に行政や研究者など関係者が出向き、シカ個体群や被害の状況などの実態を現場で把握し意見交換することは、狩猟者や地域住民と行政、研究者が協働して地域のカシノジカ管理を実行するために必要なプロセスである。今後は、こうした視点からも調査体制、モニタリング体制などを整備することが重要である。

謝 辞

兵庫県猟友会の篠山支部、生田支部、神戸北支部、西須磨支部、豊岡支部、三原支部、三田支部、神戸北支部、西脇多可支部、和田山支部の皆様には捕獲個体の標本提供に多大なるご協力をいただきました。また、豊岡市農林課、兵庫県丹波県民局環境課、但馬県民局環境課、兵庫県森林動物共生室の皆様には標本収集の調整をいただきました。また、森林・林業技術センターの尾崎真也氏には年齢査定の情報をご提供いただきました。独立行政法人森林総合研究所九州支所の小泉透博士には、受胎日推定について多くのご助言をいただきました。和歌山県在住の鈴木和男氏には植物片の同定についてご指導いただきました。関西野生動物問題研究会の皆様には標本の収集ならびに標本処理・分析にご協力をいただきました。以上の皆様のご協力により本研究ができましたことを心より御礼申し上げます。なお、この研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金（課題番号13680650代表者 三谷雅純）の助成を受けて行いました。

要 旨

兵庫県において、健全なカシノジカ個体群の維持するために必要となる個体群の質的な評価手法を検討した。使用した標本は、2001年から2003年までに回収した狩猟や有害捕獲、個体数調整事業で捕獲された137個体である。検討項目として受胎日の推定と胎子の発育段階の査定、栄養状態と採食物の質を取り上げた。1月～5月までに回収された成獣のメスはすべて妊娠していた。胎子体重から推定された受胎日は1980年代の標本と比較して遅延は認められなかった。採食物は年間を通じて常緑樹や落葉樹の葉部、グラミノイドなど質の高いものが70%以上を占めた。しかし、栄養状態を表す脂肪指標はオスの夏を除いて低いレベルを示していた。繁殖状況、採食物から判断すると、兵庫県のカシノジカに認められた低い脂肪量は慢性的な栄養的欠乏を示すものではなく、脂肪を蓄積しない生理的な特性であると考えられた。これは、良質な食物が通年で維持される環境に適応した現象と考えられた。こうした生理的な特性から、兵庫県におけるカシノジカは生息環境や気象条件が悪化すると急激に状態を悪化させる可能性が示唆された。現段階では、妊娠期間中の胎子分析により妊娠状況を把握し、栄養指標として採食物をモニタリングすることで、個体群の質的な変化を追跡することが可能であると考えられた。

文 献

- Albon, S. D., Mitchell, B., Huby, B. J. and Brown, D. (1986) Fertility in female red deer (*Cervus elaphus*): the effects of body composition, age and reproductive status. *Jour. Zool. (London)* (A), **209**, 447-460.
- Cederlund, G. N., Bergstrom, T. M., Stalfelt, F. V and Danell, K. (1986) Variability in mandible marrow fat in 3 moose populations in Sweden. *Jour. Wildl. Man.*, **50** (4), 719-726.
- Cederlund, G. N., Bergstrom, R. L. and Danell, K. (1989) Seasonal variation in mandible marrow fat in moose. *Jour. Wildl. Man.*, **53** (3), 587-592.
- Chamrad, A. D. and Box, T. W. (1964) A point frame for sampling rumen contents. *Jour. Wildl. Man.*, **28**, 473-477.
- Chan-McLeod, A. C. A., White, R. G. and Russell, D. E. (1995) Body mass and composition indices for female barren-ground caribou. *Jour. Wildl. Man.*, **59** (2), 278-291.
- Clutton-Brock, T. H., Guinness, F. E. and Albon, S. D. (1982) Red deer. The University of Chicago Press, Chicago, 376 p.
- 後藤成子 (2003) 島根半島におけるカシノジカ (*Cervus nippon*) の食物資源の量的・質的評価。島根大学大学院修士論文, 75p.
- 兵庫県 (2002) 第2期シカ保護管理計画書。兵庫県, 神戸市, 23p.

- 池田昭七・高槻成紀 (1999) ニホンジカと日本カモシカの採食植物の栄養成分の季節変化—仙台地方の例—。東北畜産学会報, 49(1), 1-8.
- Kaji, K., Koizumi, T. and Ohtaishi, N. (1988) Effects of resource limitation on the physical and reproductive condition of sika deer on Nakanoshima Island, Hokkaido. *Acta Theriol.*, **33**, 187-208.
- 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。北海道環境科学研究センター自然環境部自然環境保全科(編), エゾシカの保全と管理に関する研究, 札幌, 9-17.
- Keech, M. A., Bowyer, R. T., Ver Hoef, J. M., Boertje, R. D., Dale, B. W. and Stephenson, T. R. (2000) Life-history consequences of maternal condition in Alaskan moose. *Jour. Wildl. Man.*, **64** (2), 450-462.
- Koike, H. and Ohtaishi, N. (1985) Prehistoric hunting pressure estimated by the age composition of excavated sika deer (*Cervus nippon*) using the annual layer of tooth cement. *Jour. Archaeol. Sci.*, **12**, 443-456.
- 小泉 透・山崎三郎・小林雅人 (1993) 冬期のニホンジカの食性—兵庫県と高知県の比較—。日本林学会論文集, **104**, 691-692.
- 小泉 透・濱崎伸一郎・岸本真弓・横山真弓・小林雅人・池田浩一・矢部恒晶 (2003) 西日本におけるニホンジカの受胎日分布。日本哺乳類学会2003年度大会大会要旨集, 117.
- Leader-Williams, N., Scott, T. A. and Pratt, R. M. (1981) Forage selection by introduced reindeer on South Georgia, and its consequences for the flora. *Jour. Appl. Ecol.*, **18**, 83-106.
- Leader-Williams, N. and Ricketts, C. (1982) Seasonal and sexual patterns of growth and condition of reindeer introduced into South Georgia. *Oikos*, **38** (1), 27-39.
- McCullough, D.R. (1979) The George Reserve deer herd. The University of Michigan Press, Ann Arbor, 268 p.
- Neiland, K. A. (1970) Weight of dried marrow as indicator of fat in caribou femurs. *Jour. Wildl. Man.*, **34**, 904-907.
- 大森司紀之 (1977) 齡査定に関する総説。哺乳類科学, **34**, 1-7.
- 尾崎真也・塩見晋一・上山泰代 (2001) 兵庫県南但馬地方におけるニホンジカの個体群動態 (II)。森林応用研究, **10-2**, 105-109.
- Riney, T. (1955) Evaluating condition of free ranging red deer (*Cervus elaphus*), with special reference to New Zealand. *N. Z. Jour. Sci. Tech.* **36** (Sec. B), 5, 429-463.
- 坂田宏志・濱崎伸一郎・岸本真弓・三橋弘宗・三橋亜紀・横山真弓・三谷雅純 (2001) 兵庫県におけるニホンジカの生息密度指標と捕獲圧, 農業被害の関連。人と自然, no. 12, 63-72.
- Suzuki, M., Kaji, K., Yamanaka, M. and Ohtaishi, N. 1996. Gestational age determination, variation of conception date, and external fetal development of sika deer (*Cervus nippon yesoensis* Heude, 1884) in eastern Hokkaido. *Jour. Vet. Med. Sci.* **58** (6) : 505-509.
- Takahashi, H., Kaji, K. and Koizumi, T. (1999) Molar wear rates in Sika deer during three population phases : increasing versus decline and post-decline phases. *Mammal Study*, **24**, 17-23.
- 高槻成紀 (2002) 五葉山のシカ調査報告書 (1998~2001年度)。岩手県生活環境部自然保護課, 盛岡, 120p.
- Takatsuki, S., Suzuki, K. and Suzuki, I. (1994) A mass-mortality of sika deer on Kinkazan Island, northern Japan. *Ecol. Res.*, **9**, 215-223.
- 宇野裕之・横山真弓・高橋学察 (1998) 北海道阿寒国立公園におけるエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の冬期死亡。哺乳類科学, **38** (2), 233-246.
- 宇野裕之・玉田克巳 (2001) 阿寒地域のエゾシカ個体群の質。北海道環境科学研究センター自然環境部自然環境保全科(編), エゾシカの保全と管理に関する研究, 札幌, 18-31.
- 野生動物保護管理事務所 (2001) 平成12年度野生鹿生息動向調査業務報告書。兵庫県委託調査事業報告書, 川崎, 34p.
- 横山真弓 (2000) 北海道東部におけるエゾシカ (*Cervus nippon yesoensis* Heude) の栄養生態学的研究。北海道大学獣医学博士論文, 札幌, 103p.
- Yokoyama, M., Onuma, M. Suzuki, M. and Kaji, K. (2001) Seasonal fluctuations of body condition in northern sika deer on Hokkaido Island, Japan. *Acta Theriol.*, **46** (4), 419-428.
- 横山真弓・大沼学・鈴木正嗣・高橋裕史・市村康裕・山中正実・岡田秀明 (2001) エゾシカの内臓器官重量の季節的变化。日本哺乳類学会2001年度大会大会要旨集, 100.
- Yokoyama, M., Uno, H., Suzuki, M., Kaji, K. and Ohtaishi, N. (2000) Indices for nutritional condition and thresholds for winter survival in sika deer Hokkaido, Japan. *Jpn. Jour. Vet. Res.*, **48** (2/3), 119-127.

付 記

環境省インターネット自然研究所ホームページ：鳥獣統計

[<http://www.sizenken.biodic.go.jp/wildbird/flash/toukei/h12/06h12tou.html>]

(2003年7月31日受付)

(2003年11月24日受理)