

エゾシカ飼養の栄養学的研究

増子 孝義・相馬 幸作*

東京農業大学生物産業学部, 網走市 099-2493

*現所属: 南根室地区農業改良普及センター, 別海町 086-0214

Studies of nutrition in Yeso sika deer feeding

Takayoshi MASUKO and Kosaku SOUMA*

Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture, Abashiri-shi 099-2493

*Present address: Minami-Nemuro Agricultural Extension Center, Bekkai-cho 086-0214

キーワード: エゾシカ, 採食量, 飼養, 消化率, 窒素出納

Key words: Yeso sika deer, intake, feeding, digestibility, nitrogen balance

1. はじめに

(1) 野生エゾシカの生活史

エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) はわが国に生息するニホンジカ (*Cervus nippon*) 6亜種, すなわちエゾシカ, ホンシュウジカ, キュウシュウジカ, マゲシカ, ヤクシカおよびケラマジカのうちの1亜種であり, その生息範囲は北海道の東部および東北部を中心に, 広がりつつある。体格はわが国に生息するニホンジカの中で最も大きく, 体重は雄で130-140 kg, 雌で90-100 kgに達するとされており(宇野, 1990), ほかのシカ科の動物と同様に雄ジカのみ角を有する。

エゾシカの生活史(梶, 1988; 宇野, 1990)については, 雄ジカは4-5月に角を落とし(落角), そこから袋角とよばれるピロード状の皮を持った角を8月まで伸長させ, 9月には骨化して表面の皮を自ら剥ぎ, 枯角が完成する。換毛は5-6月にかけて茶褐色で白斑を有する夏毛になり, 9-10月にかけて黒褐色の冬毛となり, 雄ジカは黒いたてがみ状の被毛を有する。また, 9-11月が繁殖期であり, 出産時期は翌年の5-6月で, 産子数は通常1頭である。

野生エゾシカのグループサイズは季節によって変動し, 越冬地にいた集団は4-5月に母ジカを中心に2歳と1歳の雌3頭のグループを形成し, 雌雄別々の行動をとる。繁殖時期の9月頃になると雄ジカを中心とするいくつかのハーレムを形成する。採食可能な餌が限定される冬季や初春の時期には, 大集団となることもある。知床岬では30-40頭程のグループが形成され, 最大で70頭のグループが確認されている(梶, 1988)。

(2) 野生エゾシカによる被害と対策

エゾシカの生息数は, 人為的圧力や自然的圧力によって大きく変動している(犬飼, 1952)。野生のエゾシカはかつて, 北海道のほぼ全域にわたって生息しており, 冬期間には少雪地域への移動を行っていたが, 狩猟圧が高まり大雪とも重なって生息数は著しく減少した。その後, 禁猟と解禁が繰り返されたが, 保護政策が長期間とられたため, 近年の個体数増加に繋がった。網走支庁管内と根室支庁管内にまたがる知床半島, 釧路支庁管内の音別町および阿寒町, 十勝支庁管内の足寄町などでは, ここ数年で爆発的な個体数の増加が確認されている。これらの地域は, いずれもエゾシカの生息する国立公園周辺に位置している(北海道環境科学研究センター, 1995; 梶, 1997)。

これらの地域において, エゾシカの爆発的な増加により農林業への被害は深刻化しつつある。北海道保健環境部自然保護課のまとめによると, 被害は農業では牧草, ビート, コムギおよびマメ類, 林業ではトドマツやニレ類が大きい(北海道保健環境部自然保護課, 1994)。農業被害額は毎年増加の一途をたどり, 1987年には7億5千万円, 1992年には25億円, 1997年には49億円となっている。特に被害額が大きいのは牧草である(梶, 1997)。

このような農林業被害に対して, これまでに様々な被害対策が行われてきた。特に重点的に行われたのが, 有害獣駆除および秋期から冬期(これまで11月15日~1月15日の2カ月間であったが, 1998年度から11月1日~1月31日の3カ月間に変更された)にかけての狩猟である。総捕獲頭数は1987年には8千頭, 1992年には2万1千頭, 1997年には5万4千頭と著しく増

加している(梶, 1997)。

北海道では1988年度に策定した北海道環境管理計画にしたがい、北海道自然環境保全指針を作成した(北海道保健環境部自然保護課, 1996)。1991年度から北海道環境科学研究センターを中心に野生動物の調査研究が行われ、科学的な狩猟管理の確立と農林業の被害対策などの検討を行っている。ライトセンサスや上空からの個体数調査により、エゾシカの生息数は北海道東部で約12万頭と推定されている。1998年度の「道東地域エゾシカ管理計画」に基づき、生息数を3年間で6万頭に減少させ、将来的には標準数を3万頭にする考えである。そのために狩猟期間を2カ月間から3カ月間に延長する、可猟区を70市町村から118市町村に拡大する、1人当たりの捕獲頭数を1日1頭から2頭に増加するなどの緩和策をとっている。

このように個体数をコントロールすることにより、農林業への被害を軽減させる方策以外に、畑地や牧草地にエゾシカが侵入しないように金網フェンスで囲う方策が実施されている。北海道東部では1997年から着工され、完成すると留辺蘂町で52.4 km、津別町で317 km、東藻琴村で100 km、足寄町で68 km、本別町で12.5 kmとなる。今後、追い出されたエゾシカによる周辺の山林や市町村への被害が拡大することが予想され、早急な有効対策が望まれている。

(3) 養鹿業

シカを肉や角などを生産する動物資源として活用する試みは、ニュージーランド、イギリス、中国およびロシアなどで行われており、アカシカやニホンジカが対象になっている。わが国においても近年、グルメブームや健康食品志向などから鹿肉および鹿茸の消費が伸びており、毎年中国や台湾から約3tの鹿茸、ニュージーランドから約300tの鹿肉が輸入されている(横濱ら, 1991)。わが国でもこうした気運からシカの飼育が注目され、養鹿事業が開始されているが、野生シカの捕獲に法的制限が課せられていることから、外国産のアカシカやニホンジカ(マンシュウジカやタイワンジカ)を輸入するケースも見られる(石島, 1994)。しかも、わが国ではニュージーランドのような養鹿に関する法律の整備が進められていないため、エゾシカを家畜として扱えず、生産物の安定供給、品質管理および衛生管理など問題が山積みされており、今後の解決が望まれている。

シカは、山地里山の植物バイオマスの家畜よりもはるかに有効に利用し、わが国の気候風土に適應している(横濱ら, 1991)。また、鹿肉は高蛋白質、低脂肪および低コレステロールであり、ほかの肉よりも付加価値が高い。エゾシカ対策において増大する狩猟肉の積極的な消費が望まれていることから、今後消費者にエゾシカ肉が受け入れられれば、安定供給が必要になる

ものと考えられる。そのためには、エゾシカを飼育することによって有効活用する方策の検討が望まれる。野生エゾシカを囲い込み、定期的に囲いの中のグループを移動させ、野生植物の利用を中心に飼育管理することが可能であると考えられる。しかし、エゾシカを飼育するためには、生態的な特徴を詳細に把握する必要があり、特に栄養学的、管理学的、繁殖学および生理学的な観点からの研究が急務である。

(4) シカ科動物の栄養学的研究

これまでに、ニホンジカを初めとするシカ科の動物の研究は、野生シカの生態や行動を中心に、個体数の算定やラジオテレメトリー調査などにかかわる捕獲方法の検討、餌となる植物の種類や糞および胃内容物の調査、移動様式の検討など基礎的分野について行われ、シカ科の動物の生態が明らかにされてきた(古林ら, 1987; 梶, 1981, 1988; MIURA, 1984; TAKATSUKI, 1983; 高槻, 1992; 矢部ら, 1990; YAMANE *et al.*, 1996)。これらの基礎研究を基にした生息環境の評価が行われており、エゾシカにおいても個体数制御方法を検討するために、野生エゾシカの栄養摂取量、生態および自然環境などに関するデータの集積が行われている。

養鹿に関わる研究では、中島(1929)は奈良のシカを演習林内に放牧し、シカの習性および繁殖特性などの生態的な特徴を報告している。宮崎ら(1980)およびMIYAZAKI *et al.* (1984)は天然記念物の奈良のシカを用い、シバの消化性を、辻井(1987)はヤクシカの行動および稲ワラの消化性を報告している。斎藤ら(1990)はニホンジカを用いて飼養学的、栄養学的、繁殖学および生理学的な観点から研究成果を報告している。また、加藤ら(1988)およびKATOH *et al.* (1991)はニホンジカの飼料消化性および消化管内通過速度について、ヒツジおよびヤギとの比較を行った。池田ら(1991)はコーンサイレージを給与した消化試験を実施し、斎藤ら(1990)は牧草やヘイキューブなど18種類の飼料の嗜好性を調べた。これらの研究と並行して、海外における養鹿産業および生産物や飼育技術などに関する紹介が盛んに行われている(大泰司, 1985 A, B, C, 1993; 渋谷, 1988, 辻井と鄒, 1988; 辻井ら, 1992)。諸外国では、野生のアカシカやクチジロジカなどの一般行動および繁殖行動(LINCOLN, 1992; STRUHSACKER, 1966)、飼育アカシカやグマシカを用いた消化試験および採食量の季節変化などの研究が行われている(RAMANZIN *et al.*, 1997; SCOTT *et al.*, 1988)。また、養鹿業の先進国であるニュージーランドではBARRYら(BARRY and WILSON, 1990; BARRY *et al.*, 1991)を中心に研究が進められており、最近では内分泌との関わりを調べ、採食量の制御(冬期間の採食量減退の防止など)に関する研究成果が報告されている。

エゾシカを対象とした研究では、野生エゾシカの生息環境を主眼においた生態に関する報告が多く、エゾシカ飼養という観点から捉えた研究は行われていない。

(5) 本研究の目的

エゾシカの飼育を行うには生態的な特徴を把握し、飼養学的、栄養学的なデータに基づく管理技術を確立しなければならない。エゾシカの飼育方法は、自然の地形を活用して大規模形態で放牧を行う場合と、新規または既存の飼育施設を用いて小規模形態で飼育する場合が想定される。このため、それぞれの飼育形態に適用できる飼料の選定、採食量および栄養価などを明らかにする必要がある。

そこで、エゾシカ飼養の栄養学的基礎データの集積を目的に、1) 野生エゾシカが採食する植物の把握、2) エゾシカを飼育する際に用いる飼料の利用性、および3) エゾシカに対する未利用植物資源の利用性という3つの観点から研究を行った。まず、1) では、野生エゾシカの採食量および採食する植物の成分組成を把握するため、野生エゾシカの胃内容物重量を測定して、体重当たりの採食量を調べるとともに、草本類および木本類の採食の可否および成分含量の分析を行った。さらに、木本類の *in vitro* 乾物消化率を測定し、飼料的特性を検討した。2) では、実際にエゾシカ飼養に用いられると考えられる飼料、すなわち粗飼料および濃厚飼料の採食量と消化性を調べるため、嗜好試験、採食試験および消化試験を行った。嗜好試験では乾草、サイレージおよびクマイザサを給与し、採食試験には乾草を給与した。消化試験では粗飼料として乾草とサイレージ、濃厚飼料としてフスマとダイズ粕を給与した。3) では、山間地を利用してエゾシカを大規模に飼育する場合、冬期間の重要な飼料資源になり得るクマイザサに着目し、採食量と栄養価を調べた。

本総説では、これらの研究成果を中心に、エゾシカ飼育における飼料および栄養管理の方法について紹介する。

2. 野生エゾシカの胃内容物

野生エゾシカの第一胃内 pH は 5.52、総 VFA 濃度は 20.98 mmol/dl、アンモニア濃度は 48.35 mg/dl、酢酸モル比は 48.4%、プロピオン酸モル比は 34.3%、プロトゾア数は 8.9×10^5 /ml であった。エゾシカの総 VFA 濃度、アンモニア濃度およびプロピオン酸モル比はウシとヒツジよりも高く、pH および酢酸モル比は逆に低かった。プロトゾア数はウシ、ヒツジおよびヤギと大きな差はなかった。胃の内容物にはクローバ類、木の葉などが含まれていた。これらの第一胃内容物の性状は、構造的炭水化物（セルロース、ヘミセルロースおよびリグニン）含量が低く、かつ蛋白質含量

の高い植物を採食する場合に認められる発酵パターンと類似していた（増子ら、1992）。

シカの第一胃内容物の性状に関する報告は少なく、BARRY *et al.* (1991) はアカシカとヒツジに同一の飼料を給与して、夏期と冬期の第一胃内容物を調べた結果、夏期のアンモニア濃度を除いて両者に差がないことを報告している。斎藤ら（1990）は第一胃フィステル装着ニホンジカを供試して、生草、サイレージおよびヘイキューブなどを給与した試験を行い、第一胃内容物の pH は 6.27~7.06、アンモニア濃度は 3.00~8.01 mg/dl、プロトゾア数は $14.2 \sim 17.9 \times 10^5$ /ml と報告している。これらの値は前述したウシとヒツジの値と近似しているが、エゾシカにおける増子ら（1992）の結果とは異なった。その理由として、第一胃内発酵は摂取した飼料成分特性によって大幅に変動するため、既存の飼料を給与した第一胃内容物と嗜好性の良い餌を選択的に採食する野生エゾシカの胃内容物の差が現れたものと考えられる。

内容物の内訳は、概ね季節別の違いが認められた。すなわち、春期には草本類以外にクマイザサの葉および小枝や樹皮などの木本類が、夏期には主に草本類が認められた。また、秋期以降では草本類に加えて根菜類、木の実および木の葉（枯葉も含む）、クマイザサの葉が認められ、北海道十勝支庁管内足寄町および釧路支庁管内音別町で学術捕獲された野生エゾシカのものと同様の内容であった（北海道環境科学研究センター、1995）。これにより、エゾシカは幅広い食性を有し、畑作物や樹木からの落下物を好んで採食していることが推察された。日光に生息するホンシュウジカの冬期における糞中からは、ミヤコザサが 80% 近く検出され、1984 年の春期に大量死した日光のシカの胃内容物の 90% が木本類で占められていたことが報告されている（高槻、1986）。

野生エゾシカの第一胃から第四胃までの胃内容物の乾物率は、ヒツジで報告されている値（津田、1990）よりもかなり高く、エゾシカの胃内容物濃度が高いことが示唆された（増子ら、1996）。体重に対する第一胃と第二胃内容物重量（新鮮物重量）の合計の比率は、6.1% であった。ノロジカでは 4.1%、アカシカでは 9%、ダマシカでは 4.3% と報告されている（NAGY and REGELIN, 1975）。また、体重に対する第一胃内容物重量（乾物重量）の比率はほぼ 1.0% であり（増子ら、1996）、この値はニホンジカにアルファルファペレットとビートパルプを自由摂取させた場合、1日の採食量が体重当たり 2.3~2.8% であったこと（津田ら、1987）を考慮すると、1日の乾物摂取量の半分に相当し、野生エゾシカは十分量の採食を行っていることが推察された。

3. 野生草本類と木本類の成分組成および採食性

相馬ら (1996) は、野生エゾシカによる採食頻度が高い草本類 13 種と木本類の小枝、樹皮、内皮および落葉 17 種を採取し、成分組成を分析するとともに、草本類と木本類合わせて 67 種を飼養下のエゾシカに給与することにより、採食するかしないか (採食性) を調べた。草本類については、成分組成の値を一般的なイネ科牧草であるオーチャードグラスとチモシーの出穂期の値 (日本標準飼料成分表, 1995) と比較すると、可溶無窒素物含量は同程度、粗繊維含量は草本類のほうが低かった。粗蛋白質含量は草本類のほうが高く、アルファルファ乾草よりも若干低いながらも同程度含まれていた。小枝、樹皮および落葉の成分組成を比較すると、粗蛋白質含量は小枝と落葉が樹皮よりも高く、粗脂肪含量は樹皮と落葉が小枝よりも高かった。繊維成分の含量は ADF を除いて落葉が小枝と樹皮よりも低かった。小枝、樹皮および落葉の成分組成をオーチャードグラスやチモシーの値と比較すると、小枝と樹皮の ADF および NDF 含量はこれらの牧草よりも高く、それぞれの開花期以降の値に相当した。落葉の粗蛋白質含量は牧草よりも低かった。

採食試験では、ほとんどの野生植物が採食されたが、給与した植物の中には採食されないもの、個体ごとに採食性に違いが見られるものがあつた (相馬ら, 1996)。野生エゾシカによる食痕が確認されているものうち、採食が確認されなかったのは、ニリンソウのように若芽や若葉は食用に適している (高槻, 1992) が、それ以外の部位に毒性の弱いアルカロイド系の有毒物質が含有されていたり (橋本, 1986; 中井, 1988)、オオバユリのように野生エゾシカが通常採食する部位 (花軸) 以外の部分を給与したことなどが原因と考えられた。これらの結果から自然の地形を利用して放牧を行う場合、これら有毒物質を含有する植物に注意する必要があるが、飼育場所に自生する植物を利用することが可能であると考えられた。

4. 乾草、サイレージおよびササの嗜好性

相馬ら (1995) はエゾシカを飼養する際に、一般的に給与されると考えられる乾草およびサイレージ、野生エゾシカにおいて通年採食され、資源の有効利用という観点からも注目できるクマイザサに対する嗜好性を調べた。エゾシカの嗜好性が高かったのは、ロールベール乾草とトウモロコシサイレージ、草種別ではアルファルファとペレニアルライグラスであつた。これらの粗飼料は乳牛用に給与しているものであり、エゾシカ飼育用にも適した粗飼料源であると考えられた。クマイザサはチシマザサおよびミヤコザサとともに北海道に広く分布しており (豊岡ら, 1983)、エゾシカの

嗜好性が高かつたことから、有効な飼料資源として位置付けられる。ササは飼料として利用する場合には、秋期と冬期が適していると考えられるが、ミヤコザサは夏期に放牧などで葉部が採食されると、その後の再生量が減少することが知られている (大久保ら, 1990)。クマイザサを採食させる場合にも、再生量に見合う頭数を維持する必要がある。嗜好性が最も低かつたのは、高水分グラスサイレージであつた。

採食量からエゾシカとヒツジの嗜好性を見ると、エゾシカが主に採食した飼料はヒツジでも多く採食しており、嗜好性が類似している傾向が示唆された。ニホンジカの嗜好性について、池田ら (1991) は生草、乾草およびトウモロコシサイレージを給与したところ、茎の硬い部分を残したもののそれぞれの嗜好性は良好であつたと報告している。牧草の品種の嗜好性をヒツジを用いて調べた報告では、ペレニアルライグラスはオーチャードグラスよりも嗜好性が高い結果が得られている (澤田, 1994)。

ニホンジカの採食量は季節的に変動し、冬期間に減少する報告 (小田島ら, 1992) がなされているが、採食量の減少する時期に嗜好性の高い飼料を給与することにより、採食量減退に伴う栄養摂取量の減少を抑えることができるものと推察される。

5. 乾草採食量の季節変化

一般に、シカ科の動物には採食量の季節変化が認められている (AGNES *et al.*, 1996; BARRY *et al.*, 1991; 池田ら, 1991, 1997; 小田島ら, 1992)。エゾシカにおいても乾草採食量に季節変化が認められた (相馬ら, 1998)。また、採食量の変動は性別および年齢にかかわらず、同様の傾向にあつた。採食量の変動については、野生シカの場合、季節の違いによって採食可能な植物の種類と量が異なることが要因の 1 つと考えられる。また、アカシカなど、シカ科の動物は行動に季節性を示すことが知られており、特に繁殖時期である秋期には、雄シカはハーレムの防衛など繁殖行動が中心になることから、極端に採食時間が短くなること採食量低下の要因の 1 つであるとされている。雌シカの場合、ハーレムを形成する雄シカやその周辺の雄シカによって攪乱され、採食行動が妨げられるため、ほかの時期に比べて採食行動が短くなる傾向にある (相馬ら, 1994)。

反芻家畜の場合、採食量の変動は熱環境や物理的環境によって生じるとされている (三村と森田, 1990; 岡本, 1970)。特に、採食量は気温との関連性が知られており、環境温度に対応して体温調整を行うため、寒冷時にはエネルギー消費量が高まる。しかし、エゾシカなどのシカ科の動物にとって、採食量は寒冷時である冬期に最も少なかつた。したがって、気温以外の要因が大きいと考えられる。気温以外の要因として、

BARRY *et al.* (1991) はホルモンとの関連性を指摘している。この季節性に関するホルモンとしては、松果体から分泌されるメラトニンが知られている (富岡, 1996)。メラトニンの主な働きは生殖腺の活動抑制、生体リズムの発現および概日リズムを調整するといわれており、メラトニンの分泌は光周期、すなわち日長時間の影響が大きいことが示されている (石田, 1995; 富岡, 1996)。実際、アカシカを用いた実験によれば、人工照明により光周期を変化させた場合、採食量は短日下で減少し、長日下で増加すること (FRANCOISE *et al.*, 1992)、メラトニンの投与により採食量の制御が可能であったことが報告されている (BARRY *et al.*, 1991)。

エゾシカは飼育条件下で十分な飼料を給与されている場合でも、採食量の季節変化を生じることが示され、このような季節変化は内分泌系の影響によるものと推察された。また、エゾシカの冬期間の採食量および体重の低下が認められたことから、生産物を目的とするエゾシカ飼育の場合、季節ごとの飼料給与方法や肥育時期などを検討し、秋期から春期にかけては、採食量の低下に伴う栄養摂取不足を回避する必要があると考えられる。

6. 乾草およびサイレージの消化率と窒素出納

増子ら (1997) はエゾシカの給与飼料として乾草、サイレージおよびヘイキューブを取り上げ、それら給与時の消化率と窒素出納を調べた。シカの飼料の消化率について、ホンシュウジカやヤクシカとヒツジを比較した報告 (増子ら, 1994; 小田島ら, 1990) はわずかであり、エゾシカを供試した報告は見られない。ホンシュウジカの飼料の消化率について、体重の 2.0% 相当量のアルファルファヘイキューブを給与した試験では、有機物、ADF および NDF の消化率がヒツジよりも低かったこと (小田島ら, 1990)、ヤクシカに体重の 3.0% 相当量のアルファルファヘイキューブを給与した場合、粗繊維、ADF および NDF の消化率はヒツジと差がなかったが、ロールベール乾草を給与した場合、NDF およびヘミセルロースの消化率はヒツジよりも低かったこと (増子ら, 1994) が報告されている。エゾシカにロールベール乾草、ロールベールサイレージおよびアルファルファヘイキューブを体重の 1.8~2.2% 給与した場合の消化率は、粗繊維とヘミセルロースがヒツジよりもやや低い傾向があり、そのほかの成分の消化率の差はわずかであった (増子ら, 1997)。しかし、ADF と NDF の消化率は異なる傾向を示したため、繊維成分の消化率についてはさらに詳細な検討が必要である。

また、エゾシカに給与した 3 つの飼料の可消化粗蛋白質 (DCP) と可消化養分総量 (TDN) および可消化

エネルギー (DE) 含量は、ヒツジでもほぼ同等に査定されたことにより、エゾシカに給与する牧草類の栄養価は、ヒツジから得られた値を用いても大過ないことが示唆された。

エゾシカの尿中窒素排泄量は、排尿量が特に高い個体ではヒツジよりも高く、窒素蓄積量と蓄積率はともにヒツジよりも低かった。しかし、そのほかの個体では窒素蓄積量と蓄積率ともにヒツジの値に近似していた (増子ら, 1997)。

7. 乾草と濃厚飼料混合物の消化率と窒素出納

エゾシカに乾草やサイレージを単体で給与した場合の消化率は、粗繊維とヘミセルロースでは、ヒツジよりもやや低い傾向にあることが報告されている (増子ら, 1997)。この結果と類似した傾向は、ホンシュウジカにアルファルファヘイキューブを給与した場合にも認められている (小田島ら, 1990)。しかし、乾草にフスマあるいはダイズ粕を混合給与した消化率は、全成分においてエゾシカがヒツジよりも高かった (増子ら, 1998)。これらのことから、エゾシカは牧草類を単体で給与した場合には、繊維成分の消化率はヒツジよりも低い、牧草類よりも繊維質含量の低いフスマや粗蛋白質含量の高いダイズ粕を乾草と混合給与した場合には、飼料全体の繊維成分の消化率がヒツジよりも高くなり、牧草類と濃厚飼料を混合給与した場合のエゾシカの消化能力は優れていることが示唆された。この傾向はフスマよりもダイズ粕の給与において顕著に見られたことから、蛋白質含量の高い飼料を併用すると繊維成分の消化率向上に大きな影響を及ぼすことが示唆された。

エゾシカに乾草やサイレージを単体で給与した場合の DCP, TDN および DE 含量は、ヒツジとほとんど差が認められていない (増子ら, 1997)。フスマとダイズ粕を混合給与した場合の DCP 含量には、ヒツジと差が認められなかったが、TDN および DE 含量はエゾシカが高かった。その傾向はダイズ粕給与で顕著であり、TDN 含量では 10.1% 単位、DE 含量では 1.06 Mcal/kg も差があった (増子ら, 1998)。

反芻動物の消化管を形態的特徴から分類すると、繊維消化能力の高い Grass eater 型、繊維消化能力の低い Concentrate selector 型、およびその中間型の 3 種類になる。シカ類は中間型から Concentrate selector 型にかけて属し、ヒツジは Grass eater 型に属している (HOFMANN, 1988)。一方、シカ類は、森林から草原まで広く分布し、森林性 (木の葉採食型) と草原性 (草食型) の中間に位置する食性を有しているといわれ、ウシ、ヒツジおよびヤギなどの反芻動物のうち、ヤギの食性に近いと考えられている (高槻, 1992)。寺田ら (1987) はウシ、ヒツジおよびヤギにおける飼料

の繊維成分の消化率に違いを認め、その原因としてルーメン微生物の活性および消化管内通過速度の違いを指摘している。小田島ら (1990) はホンシュウジカとヒツジの飼料の消化管内通過速度を比較し、シカが有意に速く、このことが消化率低下の一因であると推測している。乾草と濃厚飼料を混合給与した場合、濃厚飼料の存在がルーメン微生物に影響を及ぼし、飼料全体の繊維成分の消化率が向上したものと考えられる。また、消化率が高くなったことにより、TDN と DE 含量も向上している。

エゾシカにおける糞中窒素排泄量はヒツジと同程度か低い傾向にあったが、尿中窒素排泄量はエゾシカのほうが低かった。このため、エゾシカの窒素蓄積量と蓄積率はともに高かった。エゾシカの排尿量はヒツジよりも約 1.6—2.2 倍高かったにもかかわらず、窒素濃度の低い尿を排泄しているため、尿中窒素排泄量はヒツジよりも低かった (増子ら, 1997; 増子ら, 1998)。このことが、エゾシカの窒素蓄積量の高い原因と考えられるが、今後、尿中窒素成分を詳細に分析し、ヒツジとの違いを調べる必要がある。

8. クマイザサの採食量、消化率および窒素出納

エゾシカにおけるクマイザサの採食量は、秋期、冬期および春期の3季節に変化が認められた (増子ら, 1999)。1日当たりのクマイザサの乾物採食量は冬期、秋期、春期の順に高く、体重に対する乾物採食量の割合は秋期、冬期、春期の順に高かった。秋期と冬期の順序が入れ替わっているのは、乾物採食量は冬期に最も低下したが、冬期におけるエゾシカの体重が秋期よりも減少したためである。

相馬ら (1998) が調べた乾草採食量の季節変化では、1日当たりの採食量および体重に対する採食量の割合ともに、春期から夏期にかけて増加し、夏期に最高値に達した後、秋期から下降し、冬期に最低の値を示している。体重に対する乾草の乾物採食量は、春期、夏期、秋期および冬期それぞれ 1.99%、2.44%、1.58% および 1.35% と報告している。体重に対するクマイザサの乾物採食量の割合は、春期では乾草の乾物採食量の割合よりもやや低かったが、秋期と冬期ではやや高い傾向が認められた。これらのことから、エゾシカによるクマイザサの乾物採食量は乾草と同等かそれ以上の値を示し、冬期間における養分摂取のための重要な餌資源であることがうかがわれた。

クマイザサの乾物、有機物およびエネルギーの消化率は、44.5—48.6% と低く、これまでの消化試験において給与した飼料のうち、2番刈りオーチャードグラス主体ロールペールサイレージの 36.6—43.7% の値 (増子ら, 1997) と近似していた。このロールペールサイレージ給与時の粗繊維、ADF、NDF およびヘミセル

ロースなどの繊維成分の消化率は、37.1—51.6% の範囲であり、クマイザサの繊維成分の消化率 43.7—47.5% とほぼ同程度であった。しかし、クマイザサの粗蛋白質の消化率は 74.5% と、ロールペールサイレージの消化率 53.5—55.2% よりも著しく高い値であった (増子ら, 1999)。増子ら (1998) は、乾草とダイズ粕を混合給与した場合の粗蛋白質の消化率は 74.7% と高かったことを報告しているが、クマイザサの粗蛋白質の消化率はこの値に極めて近似している。このような傾向は、ニホンジカにチマキザサを給与した試験においても報告されている (的場ら, 1987)。

DCP 含量は乾物中 12.7% と著しく高かった。この値は乾草とダイズ粕を混合給与した場合よりもやや低い程度にすぎず、蛋白質に関しては高栄養価であることが明らかになった。しかし、TDN 含量は粗蛋白質以外の各成分消化率が低かったことから、乾物中 44.7% と低く、ロールペールサイレージの TDN 含量よりもわずかに高かったにすぎなかった。

窒素出納は糞中窒素排泄量は低かったが、尿中窒素排泄量が高かったため、窒素蓄積量と蓄積率は低かった (増子ら, 1999)。

9. クマイザサの成分組成および乾物消化率の生育時期別変化

クマイザサの成分組成は、開葉から枯れるまでの間に、乾物、粗脂肪および粗灰分の含量は増加し、粗繊維、ADF、NDF およびヘミセルロースなどの繊維成分の含量は減少したが、10月頃から翌年6月頃にかけての変動幅は少なかった (相馬ら, 1999)。一般に、反芻家畜に給与される牧草類の成分組成は、生育時期による変動が大きいことが知られている (森本, 1989)。オーチャードグラスやチモシーなどのイネ科牧草の生育時期による成分組成 (日本標準飼料成分表, 1995) は、乾物、粗脂肪、粗繊維、ADF および NDF 含量では生育時期が進むにつれて増加するが粗灰分はほぼ一定である。クマイザサの生育時期別変化を牧草類の場合と比べると、粗繊維、ADF および NDF 含量などの繊維成分含量の変動パターンが異なり、牧草類の場合と逆の傾向を示した (相馬ら, 1999)。また、10月頃から翌年6月頃にかけて成分組成の変動が少なかった要因としては、この時期は地温が低く雪中に埋没する時期もあり、低温により生長代謝が抑制されたためと推察される。

in vitro 乾物消化率は、生育時期の進行に伴って減少する傾向にあった。また、10月頃から翌年6月頃にかけての変動が少なく、成分組成の変化と同様のパターンが認められた (相馬ら, 1999)。一般に、牧草類においても生育の進行に伴って消化率は減少するが、これは生育時期の進行に伴い、リグニン含量が増加し木質化することが主な原因である (中村, 1977; 森本,

文 献

1989). リグニン は難消化性の物質であり、リグニンが増加することによって酵素による分解が減少し、消化率が低下する。しかし、クマイザサの場合、繊維成分の含量は生育時期の進行に伴って減少しており、リグニン含量の増加が *in vitro* 乾物消化率の低下を招いたとは考えにくい。クマイザサの繊維成分含量以外では、生育時期の進行に伴って粗灰分含量が著しく増加し、有機物含量が減少している。このことが *in vitro* 乾物消化率に影響を及ぼし、低下を招いたものと推察された。

秋期から春期にかけて、クマイザサの成分組成と乾物消化率は比較的安定した値を保持している。また、この時期の乾物採食量も高い(増子ら, 1999)ことからエゾシカはクマイザサから一定の養分摂取を行うことが可能であると考えられた。

10. おわりに

エゾシカによる既存の反芻家畜の粗飼料の嗜好性はヒツジと類似し、それらの消化率はヒツジに比べてやや低かった。しかし、DCP と TDN の栄養価はヒツジと類似していたことから、ヒツジに給与する飼料のメニューを活用することが可能であると考えられた。これらのことから、小規模飼育形態の場合、エゾシカの飼料給与設計に当たっては、ヒツジの飼養標準を活用することにより給与量を決定することが可能であると考えられた。大規模飼育形態の場合、夏期には野生植物を利用することが考えられる。エゾシカは多種類の植物を採食し、それらの繊維質成分は低かったことから、野生植物が利用可能な夏期から秋期にかけては、栄養摂取が十分にできるものと考えられる。しかし、冬期間は主にクマイザサの利用が中心になることが考えられ、クマイザサのみを採食させる場合、TDN の摂取不足が心配されるため、補助飼料の給与が必要であろう。

エゾシカによる農林業への被害を軽減するためには、エゾシカを適正頭数に維持する必要がある。そのためには、エゾシカが採食する植物を把握し、それらの栄養価や再生量などを調査する必要がある。しかし、これまでの研究ではそのような報告が見られず、本研究のデータが野生エゾシカの適正頭数を算出する1つの指標になることが期待される。

このように、エゾシカは多種類の植物を採食することができる特徴を有しているため、既存の反芻家畜に給与する飼料の活用以外に、植物バイオマス(農林水産省農林水産技術会議事務局編, 1991)を有効利用できる可能性がある貴重な動物資源であると考えられる。また、クマイザサの採食量や栄養価のデータは、越冬地における野生エゾシカの適正な生息頭数を推定する場合の指標になるものと考えられた。

- AAGNES, T. H., A. S. BLIX and S. D. MATHIESEN (1996) Food intake, digestibility and rumen fermentation in reindeer fed baled timothy silage in summer and winter. *J. Agr. Sci.*, **127**: 517-523.
- BARRY, T. N. and P. R. WILSON (1990) ニューゼalandにおける養鹿産業の発展と現状—国際シカシンポジウム報告 その2—。畜産の研究, **44**: 1015-1021.
- BARRY, T. N., J. M. SUTTIE, J. A. MILNE, R. N. B. KAY (1991) Control of food intake in domesticated deer. *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants* (TSUDA, T., Y. SASAKI and R. KAWASHIMA, eds.): 385-401. Academic Press Inc. San Diego.
- FRANCOISE, B. M. DOMINGUE, P. R. WILSON, D. W. DELLOW and T. N. BARRY (1992) Effect of subcutaneous meratonin implants during long daylength on voluntary feed intake, rumen capacity and heat rate of red deer (*Cervus elaphus*) fed on a forage diet. *Br. J. Nutr.*, **68**: 77-88.
- 橋本都三 (1986) おいしい野生植物の図鑑2, 97-99. 誠文堂新光社. 東京.
- HOFMANN, R. R. (1988) Aspects of digestive physiology in ruminants. 1-20. Comstock Publishing Associates, Ithaca.
- 北海道環境科学研究センター (1995) ヒグマ・エゾシカ生息実態調査報告書 I. 135-146.
- 北海道保健環境部自然保護課 (1994) 北海道の野生生物 ① ヒグマ・エゾシカの分布. 6-9.
- 北海道保健環境部自然保護課 (1996) 北海道野生動物保護管理指針. 1-10.
- 池田昭七・武田武雄・石田光晴・齋藤孝夫 (1991) ニホンジカ (*Cervus nippon*) の飼料採食性および消化率について. 宮城農短大報, **38**: 27-36.
- 池田昭七・澁谷知香子・石田光晴・武田武雄・佐藤衆介・菅原和夫 (1997) ニホンジカの季節生産性の行動学的解析. 第93回日本畜産学会大会講演要旨, 83.
- 犬飼哲夫 (1952) 北海道の鹿とその興亡. 北方文化研究報告4 (北海道大学北方文化研究室編), 1-45.
- 石田直理雄 (1995) 生物時計とは?. 工業技術, **36**: 52-57.
- 石島芳郎 (1994) エゾシカ活用のためのこれまでの取り組み. 畜産の研究, **48**: 877-880.
- 梶 光一 (1981) 根室標津におけるエゾシカの土地利用. 哺乳学誌, **8**: 226-236.
- 梶 光一 (1988) エゾシカ. 知床の動物(大泰司紀之・中川 元編著), 155-180. 北海道大学図書刊行会. 札幌.

- 梶 光一 (1997) 獣医野生動物学研究の最先端 2 エゾシカの個体群動態と保護管理. JVM, 50 : 171-174.
- 加藤和雄・小田島 守・太田 実・李 相洛・小田伸一・大友 泰・庄司芳男・佐々木康之 (1988) ニホンジカにおけるポリカーボネイト・パーティクルの通過速度: ヤギ, ヒツジとの比較. 川渡農場報告, 4 : 61-63.
- KATO, K., Y. KAJITA, M. ODASHIMA, M. OHTA and Y. SASAKI (1991) Passage and digestibility of lucern (*Medicago sativa*) hay in Japanese sika deer (*Cervus nippon*) and sheep under restricted feeding. Br. J. Nutr., 66: 399-405.
- LINCOLN, Gerald A. (1992) Biology of seasonal breeding in deer. In The Biology of Deer. (BROWN R. D. ed.) 565-574. Springer-Verlag. New York.
- 増子孝義・亀山祐一・横濱道成・石島芳郎 (1992) エゾシカの第一胃内容物の性状. 東農大農学集報, 37 : 162-165.
- 増子孝義・鶴田直美・石島芳郎 (1994) ヤクシカおよびヒツジに給与したイネ科主体ロールベール乾草およびアルファルファヘイキューブの消化性と窒素利用率. 北畜会報, 36 : 67-70.
- 増子孝義・相馬幸作・石島芳郎 (1996) 野生エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の胃内容物重量. 日草誌, 42 : 176-177.
- 増子孝義・相馬幸作・熊谷弘美・高崎興平・亀山祐一・石島芳郎 (1997) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における乾草, ヘイキューブおよびサイレージの消化率と窒素出納. 日草誌, 43 : 32-36.
- 増子孝義・相馬幸作・藤井正樹・高崎興平・石島芳郎 (1998) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) における乾草とフスマおよびグイズ粕混合物の消化率と窒素出納. 北畜会報, 40 : 22-26.
- 増子孝義・相馬幸作・宮入 健・小松輝行・石島芳郎 (1999) エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) におけるクマイザサ (*Sasa senanensis*) の採食量, 消化率および窒素出納. 北畜会報, 41 : 72-75.
- 的場和弘・中村哲也・佐藤 周・渡辺 泰・小田島 守・遊佐健司・玉手英夫 (1987) ニホンジカの飼料利用性. 川渡農場報告, 3 : 158-159.
- 三村 耕・森田琢磨 (1990) 家畜管理学 第6版, 64-87, 169-171. 養賢堂. 東京.
- MIURA, S. (1984) Social behaviour and territoriality in male sika deer (*Cervus nippon* Temminck 1838) during the Rut. Z. Tierpsychol., 64: 33-73.
- 宮崎 昭・小島洋一・西村順吉 (1980) 奈良シカの飼料消化率について. 昭和51年度天然記念物「奈良のシカ」調査報告, 143-157. 財団法人春日顕彰会. 奈良.
- Miyazaki, A., S. Kasagi and T. Mizuno (1984) Digestibility of Zoysia-type grass by Japanese deer. Jpn. J. Zootech. Sci., 55: 661-669.
- 森本 宏 (1989) 改著 栄養学 第17版. 173-176, 199-296, 333-344. 養賢堂. 東京.
- NAGY, J. G. and W. L. REGELIN (1975) Comparison of digestive organ size of three deer species. J. Wildl. Manage., 39: 621-624.
- 中井将善 (1988) 身近にある毒草100種の見分け方. 37-38, 47-50. 金園社. 東京.
- 中島道郎 (1929) 千葉県演習林に於ける日本鹿飼育試験報告. 東京帝国大学農学部演習林報告, 8 : 95-114.
- 中村亮八郎 (1977) 新飼料学 上 総論. 27-28, チクサン出版社, 東京.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1991) バイオマス変換計画—豊かな生物資源を活かす—. 167-184, 651-684. 光琳. 東京.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1995) 日本標準飼料成分表(1995年版). 12-183. 中央畜産会. 東京.
- 小田島 守・梶田泰史・南 基澤・李 相洛・千家弘行・加藤和男・庄司芳男・太田 実・佐々木康之 (1990) 制限給餌下のニホンジカおよびヒツジにおける飼料片の消化管内通過速度および消化率の季節変動. 日畜会報, 62 : 308-313.
- 小田島 守・中島功司・大友 泰・小田伸一・庄司芳男・加藤和男・太田 実・佐々木康之 (1992) 群飼ニホンジカの採食量と体重の周年変化. 日畜会報, 64 : 421-423.
- 大久保忠旦・広田秀憲・高崎康夫・上野昌彦・雑賀 優・安宅一夫・小林裕志・嶋田 徹・村山三郎・菊池正武・中西五十 (1990) 草地学, 28-32. 文永堂. 東京.
- 大泰司紀之 (1985 A) シカの生物学と海外における養鹿業の実状(1)—わが国における養鹿業可能性の検討のために—. 畜産の研究, 39 : 1089-1092.
- 大泰司紀之 (1985 B) シカの生物学と海外における養鹿業の実状(2). 畜産の研究, 39 : 1213-1216.
- 大泰司紀之 (1985 C) シカの生物学と海外における養鹿業の実状(3). 畜産の研究, 39 : 1334-1338.
- 大泰司紀之編 (1993) シカ類の保護管理 ヨーロッパ・北アメリカにおける理論と実際 (北海道農政部監修). 2-180. 北海道大学図書刊行会. 札幌.
- 岡本正幹 (1970) 家畜・家禽の環境と生理, 89-116. 養賢堂. 東京.
- RAMANZIN, M., L. BAILONI and S. SCHIAVON (1997) Effect of forage to concentrate ratio on comparative digestion in sheep, goats and fallow deer. Animal Science, 64: 163-170.

- 斎藤孝夫(研究者代表)(1990)新食肉資源としてのニホンシカの集約的飼育管理技術と鹿肉の利用性の開発. 平成元年度科学研究補助金試験研究・研究成果報告書. 1-128. 宮城農短大畜産科. 宮城.
- 澤田嘉昭(1994)放牧草地の造成・利用および寒地型牧草の放牧特性に関する研究. 北草研報, 28:1-5.
- SCOTT, E. Henke, S. DEMARAIS and James A. PFISTER (1988) Digestive capacity and diet of white-tailed deer and exotic ruminants. J. Wildl. Manage., 52: 595-598.
- 渋谷佑彦(1988)大洋州の養鹿産業. 畜産の研究, 42: 827-834.
- 相馬幸作・増子孝義・石島芳郎(1994)飼育舎内におけるニホンシカの一般行動. 北畜会報, 36:57-62.
- 相馬幸作・本田幸重・増子孝義・石島芳郎(1995)エゾシカにおける乾草, サイレージおよびササの嗜好性. 北畜会報, 37:28-34.
- 相馬幸作・増子孝義・北原理作・石島芳郎(1996)エゾシカ(*Cervus nippon yesoensis*)における野生草本類および木本類の採食性と成分組成. 北畜会報, 38:98-104.
- 相馬幸作・増子孝義・小林雄一・石島芳郎(1998)エゾシカ(*Cervus nippon yesoensis*)における乾草採食量の季節変化. 北畜会報, 40:27-30.
- 相馬幸作・増子孝義・宮入 健・北原理作・小松輝行・石島芳郎(1999)クマイザサの成分組成および *in vitro* 乾物消化率の生育時期別変化. 北畜会報, 41:76-79.
- STRUHSAKER, Thomas T. (1966) Behaviour of Elk (*Cervus canadensis*) during the rut. Z. Tierpsychol., 24: 80-114.
- TAKATSUKI, S. (1983) The importance of *Sasa nipponica* as a forage for sika deer (*Cervus nippon*) in Omote-Nikko. Jap. J. Ecol., 33: 17-25.
- 高槻成紀(1986)1984年に大量死した日光のシカの胃内容物分析(中間報告). 栃木県博研報, 4:15-22.
- 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. 115-132. どうぶつ社. 東京.
- 寺田文典・田野良衛・岩崎和雄・針生程吉(1987)牛およびめん羊, 山羊より測定した同一飼料の栄養価の比較. 日畜会報, 58:131-137.
- 富岡憲治(1996)時間を知る生物. 127-135. 裳華房. 東京.
- 豊岡 洪・佐藤 明・石塚森吉(1983)北海道ササ分布図概説. 1-36. 北海道林業試験場北海道支場. 北海道.
- 津田恒之・伊藤 巖・星野忠彦・西口親雄・佐々木康之・太田 実(1987)ニホンシカの生産性に関する生理・生態学的研究. 昭和61年度食肉に関する助成研究調査報告書5. 147-153. 伊藤記念財団. 東京.
- 津田恒之(1990)家畜生理学 第9版, 61-62, 177-180, 206-207. 養賢堂. 東京.
- 辻井宏忠(1987)ヤクシカ(*Cervus nippon yakushimae*)による稲ワラの消化率と舎飼いにおける一般行動について. 信州大農学部紀要, 24:115-121.
- 辻井宏忠・鄒俊毅(1988)台湾養鹿事業の現況. 畜産の研究, 42:1143-1148.
- 辻井弘忠・宮崎 昭・吉川 堯(1992)平成3年度鹿の生産・利用調査検討事業 鹿の飼養管理マニュアル. 1-86. 社団法人畜産技術協会. 東京.
- 宇野裕之(1990)第3回博物館特別展「エゾシカ」. 第3回博物館特別展資料. 9-12. 美幌博物館. 美幌.
- 矢部恒晶・鈴木正嗣・大泰司紀之(1990)知床半島におけるエゾシカの個体群動態・食性・越冬地の利用様式および自然教育への活用法に関する調査報告(昭和63年度). 知床博物館研究報告, 11:1-20.
- YAMANE, M., S. HAYAMA and K. FURUBAYASHI (1996) Over-winter weight dynamics in supplementally fed free-ranging sika deer (*Cervus nippon*). J. For. Res., 1: 149-153.
- 横濱道成・亀山祐一・増子孝義・小松輝行・橋詰良一・石島芳郎(1991)エゾシカの資源的価値. 東農大農学集報, 35:185-191.