

## 受賞論文

## エゾシカの有効活用に関する研究

増子 孝義<sup>1</sup>, 相馬 幸作<sup>1</sup>, 岡本 匡代<sup>2</sup>, 関川 三男<sup>3</sup>東京農業大学生物産学学部<sup>1</sup>, 網走市 099-2493釧路短期大学生活科学科<sup>2</sup>, 釧路市 085-0814帯広畜産大学畜産学部<sup>3</sup>, 帯広市 080-8555Effective utilization of yeso sika deer (*Cervus nippon yesoensis*)Takayoshi MASUKO<sup>1</sup>, Kousaku SOUMA<sup>1</sup>, Masayo OKAMOTO<sup>2</sup> and Mitsuo SEKIKAWA<sup>3</sup><sup>1</sup>Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture, Abashiri 099-2493<sup>2</sup>Department of Life Science, Kushiro Junior College, Kushiro 085-0814<sup>3</sup>Division of Amino Acid Production, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro 080-8555

キーワード：一時養鹿，エゾシカ，エゾシカ肉，生体捕獲，有効活用

Key words : Temporary deer farming, yeso sika deer, yeso sika deer meat, living capture, effective utilization

北海道では開拓以前からエゾシカが生息し、食物連鎖の上位に位置するエゾオオカミとバランスのとれた生態系になっていたものと考えられている。1873年以降乱獲が続く、気象変動とあいまって生息数が激減する事態に陥ったが、保護政策により回復した。その後、農地造成などエゾシカの生息環境が好転するに伴い、個体数が著しく増加し、農林業被害が増えたため、北海道は「エゾシカ保護管理計画」を策定し、個体数調整に取り組んでいる。研究グループの代表者らは1991年からエゾシカの養鹿を目指して、飼育下におけるエゾシカの栄養学的研究を開始し、現在でも視点を変えて研究を継続している。その間、養鹿の生産物であるシカ肉の食品化学的研究に関する成果を充実させ、不足する専門領域を補った。

北海道における養鹿は、当初予測したような飼育シカを肥育する完全養鹿の形態では発展せず、野生シカを捕獲して短期間肥育する一時養鹿のシステムが構築され、北海道独自のスタイルとして発展しようとしている。一時養鹿システムとは、野生エゾシカの生体捕獲により素シカを供給し、最寄のシカ牧場で3～9か月間肥育後、専用解体施設でシカ生産物を生産するまでの体制をいう。これは新しいシステムなので、蓄積されたデータがないため、東京農大は素シカ供給からシカ牧場における飼養管理および枝肉生産までの分野、釧路短大と帯広畜大は枝肉から部分肉までの分野

を取り扱い、研究テーマにしている。本報告では研究グループがこれまでに取り組んできた一連の研究成果の概要を述べる。

## 1. 飼育下におけるエゾシカの栄養学的研究

## (1)野生エゾシカの胃内容物

有害鳥獣駆除と交通事故による屠体から採取した野生エゾシカの第一胃内性状は、pH5.52、VFA総濃度20.98mmol/dl、アンモニア濃度48.35mg/dl、酢酸モル比48.4%、プロピオン酸モル比34.3%、プロトゾア数

表1 エゾシカの第一胃内容物のpH、VFA濃度、アンモニア濃度およびプロトゾア数

|                              | 有害鳥獣駆除と交通事故             |
|------------------------------|-------------------------|
| 個体数(頭)                       | 18                      |
| pH                           | 5.52±0.07 <sup>1)</sup> |
| アンモニア態窒素(mg/dl)              | 48.35±4.88              |
| VFA 総濃度(mmol/dl)             | 20.98±1.65              |
| VFA モル比(%)                   |                         |
| 酢酸                           | 48.4 ±0.9               |
| プロピオン酸                       | 34.3 ±1.0               |
| n-酪酸                         | 12.4 ±0.3               |
| iso-バレリアン酸                   | 2.4 ±0.2                |
| n-バレリアン酸                     | 1.7 ±0.1                |
| 酢酸：プロピオン酸比                   | 1.45±0.07               |
| プロトゾア数(×10 <sup>5</sup> /ml) | 8.9 ±1.7                |

<sup>1)</sup>平均値±標準誤差。

8.9×10<sup>5</sup>/mlであった(表1)。エゾシカのVFA総濃度、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。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、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とと近似する内容であった(北海道環境科学センター, 1995)。

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(津田ら, 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)、この値はニホンシ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。

#### (2)乾草、サイレージおよびササの嗜好性

エゾシカの嗜好性は、粗飼料形態別ではロールベール乾草とコーンサイレージ、草種別ではアルファルファとペレニアルライグラスが高かった。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ったことから、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。嗜好性が最も低かったのは、高水分グラスサイレージであった。

#### (3)乾草採食量の季節変化

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; 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)(表2)。また、採食量の変動は雌雄および年齢にかかわらず、同様の傾向にあった。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(岡本, 1970; 三村と森田, 1990)。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った。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。

#### (4)乾草と濃厚飼料混合物の消化率と栄養価

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ハ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。エゾシカに乾草やサイレージを単体で給与した場合のTDNおよびDE含量は、ヒツジとほとんど差が認められない(増子ら, 1997)。フスマとダイズ粕を混合給与した場合の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%、DE含量では1.06Mcal/kgも差があった(表3)。

表2 エゾシカの体重および乾草採食量の季節変化

|   | 春期                   | 夏期                  | 秋期                   | 冬期                 | SEM <sup>1)</sup> |
|---|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 体重(kg)  | 58.4                 | 58.1                | 62.6                 | 57.4               | 2.40              |
| メタボリックボディサイズ(kg <sup>0.75</sup> )                 | 21.1                 | 21.0                | 22.2                 | 20.8               | 0.64              |
| 1日当たりの乾草採食量(g/日)                                  | 1370.4 <sup>ab</sup> | 1705.4 <sup>a</sup> | 1172.4 <sup>bc</sup> | 908.0 <sup>c</sup> | 90.96             |
| 体重に対する乾草採食量の割合(%)                                 | 2.35 <sup>ab</sup>   | 2.01 <sup>a</sup>   | 1.88 <sup>bc</sup>   | 1.60 <sup>c</sup>  | 0.16              |
| メタボリックボディサイズに対する乾草採食量の割合(g/kg <sup>0.75</sup> /日) | 64.8 <sup>ab</sup>   | 82.2 <sup>a</sup>   | 52.7 <sup>bc</sup>   | 43.9 <sup>c</sup>  | 4.25              |

<sup>1)</sup>標準誤差。<sup>abc</sup>異文字間に有意差あり(P<0.05)。

表3 乾草と濃厚飼料混合給与時の消化率と栄養価

|              | 乾草+フスマ給与区 |      |                   | 乾草+ダイズ粕給与区 |        |      |
|--------------|-----------|------|-------------------|------------|--------|------|
|              | ヒツジ       | エゾシカ | SEM <sup>1)</sup> | ヒツジ        | エゾシカ   | SEM  |
| 消化率 (%)      |           |      |                   |            |        |      |
| 乾物           | 56.3      | 63.9 | 4.3               | 56.5       | 68.3** | 2.9  |
| 有機物          | 59.6      | 65.2 | 4.0               | 59.2       | 69.5** | 2.6  |
| 粗蛋白質         | 58.0      | 60.1 | 3.9               | 70.1       | 74.7** | 1.2  |
| NFE          | 61.6      | 66.3 | 3.8               | 54.9       | 67.5** | 2.9  |
| ADF          | 46.4      | 58.2 | 5.3               | 50.0       | 64.5** | 3.7  |
| NDF          | 52.9      | 61.5 | 4.8               | 55.4       | 67.5** | 3.1  |
| エネルギー        | 56.5      | 62.1 | 4.2               | 55.3       | 66.4** | 3.0  |
| 栄養価 (乾物中)    |           |      |                   |            |        |      |
| TDN (%)      | 57.9      | 63.1 | 3.9               | 55.5       | 65.6** | 10.4 |
| DE (Mcal/kg) | 2.96      | 3.22 | 0.38              | 2.37       | 3.43*  | 0.32 |

<sup>1)</sup>標準誤差. \*動物種間に有意差あり (P<0.05). \*\*動物種間に有意差あり (P<0.01).

(5)クマイザサの採食量の季節変化と栄養価

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、春期の順に高かった. 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%と低かった(表4). 粗蛋白質の消化率は74.5%と、ロールバ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). 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、ロールバールサイレー

ジのTDN含量よりもわずかに高かったにすぎなかった.

2. 野生エゾシカの生体捕獲による一時養鹿の実証的研究

(1)野生エゾシカの生体捕獲

阿寒湖畔周辺の森林を所有管理する前田一步園財団では、1999年から樹皮食害防止のために野生エゾシカにビートパルプを給餌している. 給餌年数が経過するに伴い、餌場利用個体数が増え、給餌量が著しく増加した. 個体数を軽減する対策として、2005年から給餌場を利用して囲いワナによる大量生体捕獲を実施した(図1). 捕獲は2005年、2006年および2007年において、1月から3月まで実施された. 生体捕獲数は2005年

表4 クマイザサ給与時の消化率と栄養価

|              | 平均値  | SEM <sup>1)</sup> |
|--------------|------|-------------------|
| 消化率 (%)      |      |                   |
| 乾物           | 44.5 | 1.6               |
| 有機物          | 48.6 | 0.4               |
| 粗蛋白質         | 74.5 | 0.7               |
| NFE          | 42.2 | 0.6               |
| ADF          | 47.5 | 0.8               |
| NDF          | 45.9 | 0.5               |
| エネルギー        | 48.4 | 0.4               |
| 栄養価 (乾物中)    |      |                   |
| TDN (%)      | 44.7 | 0.4               |
| DE (Mcal/kg) | 2.21 | 0.02              |

<sup>1)</sup>標準誤差.

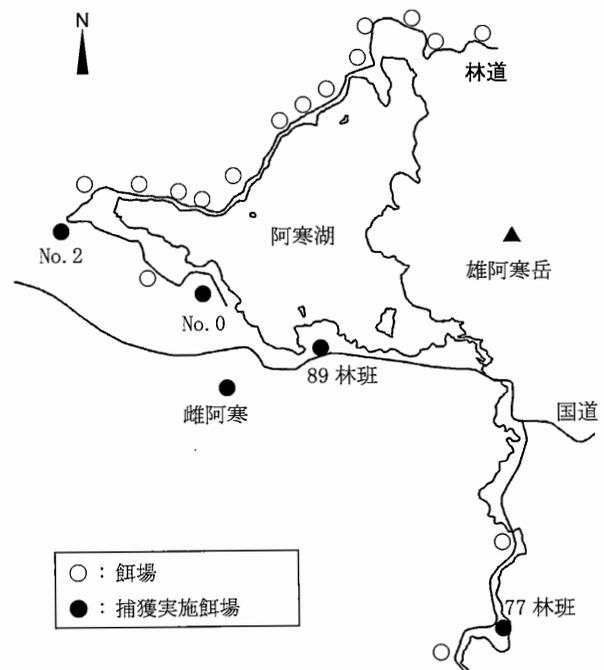


図1 生体捕獲場所

表5 生体捕獲数

| 実施年  | 捕獲場所 | 捕獲数(捕獲回数) |         |         |         | 雄の頭数<br>(当歳子を除く) | 平均捕獲数 |
|------|------|-----------|---------|---------|---------|------------------|-------|
|      |      | 1月        | 2月      | 3月      | 計       |                  |       |
| 2005 | No.2 | -         | 23(3)   | 130(11) | 153(14) | 20               | 10.9  |
|      | 77林班 | -         | -       | 68(8)   | 68(8)   | 10               | 8.5   |
|      | 合計   | -         | 23(3)   | 198(19) | 221(22) | 30               | 10.0  |
| 2006 | No.0 | 39(2)     | 101(5)  | -       | 140(7)  | 19               | 20.0  |
|      | 雌阿寒  | 112(5)    | 70(6)   | 41(3)   | 223(14) | 26               | 15.9  |
|      | 77林班 | -         | 67(3)   | 52(4)   | 119(7)  | 3                | 17.0  |
|      | 89林班 | -         | 41(6)   | 16(2)   | 57(8)   | 0                | 7.1   |
|      | 合計   | 151(7)    | 279(20) | 109(9)  | 539(36) | 48               | 15.0  |
| 2007 | No.0 | -         | 55(7)   | 41(6)   | 96(13)  | 19               | 7.4   |
|      | No.2 | 23(1)     | 81(6)   | 31(4)   | 135(11) | 17               | 12.3  |
|      | 雌阿寒  | -         | 77(7)   | 37(5)   | 114(12) | 22               | 9.5   |
|      | 77林班 | -         | 78(6)   | 91(10)  | 169(16) | 10               | 10.6  |
|      | 合計   | 23(1)     | 291(26) | 200(25) | 514(52) | 68               | 9.9   |

表6 エゾシカの若齢肥育成績

|       |       | 放牧区                | 乾草給与区             | サイレージ給与区           | SEM <sup>1)</sup> |
|-------|-------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 導入時体重 | (kg)  | 44.5               | 44.8              | 51.7               | 1.15              |
| 屠殺時体重 | (kg)  | 80.1 <sup>A</sup>  | 62.1 <sup>B</sup> | 69.5 <sup>AB</sup> | 2.98              |
| 増体量   | (kg)  | 36.6 <sup>A</sup>  | 18.1 <sup>B</sup> | 17.8 <sup>B</sup>  | 3.08              |
| 日増体量  | (g/日) | 188.5 <sup>A</sup> | 94.4 <sup>B</sup> | 100.1 <sup>B</sup> | 15.41             |
| 枝肉重量  | (kg)  | 49.6 <sup>A</sup>  | 31.3 <sup>B</sup> | 35.0 <sup>B</sup>  | 2.73              |
| 正肉重量  | (kg)  | 41.4 <sup>A</sup>  | 24.6 <sup>B</sup> | 25.5 <sup>B</sup>  | 2.65              |
| 枝肉歩留  | (%)   | 59.4 <sup>A</sup>  | 48.0 <sup>B</sup> | 50.1 <sup>B</sup>  | 1.67              |
| 正肉歩留  | (%)   | 49.7 <sup>A</sup>  | 37.7 <sup>B</sup> | 36.3 <sup>B</sup>  | 2.10              |

<sup>1)</sup>標準誤差. <sup>2)AB</sup>異文字間に有意差あり (P<0.01).

表7 生体捕獲エゾシカの肥育成績

|            | 満1歳               |                   | 成獣                |                   | SEM <sup>1)</sup> | 有意差 <sup>2)</sup> |    |       |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----|-------|
|            | 雌                 | 雄                 | 雌                 | 雄                 |                   | 性別                | 年齢 | 性別×年齢 |
| 導入時体重 (kg) | 27.2 <sup>C</sup> | 30.5 <sup>C</sup> | 51.9 <sup>B</sup> | 64.7 <sup>A</sup> | 4.7               | **                | ** | NS    |
| 屠殺時体重 (kg) | 50.2 <sup>C</sup> | 52.7 <sup>B</sup> | 59.4 <sup>B</sup> | 74.4 <sup>A</sup> | 3.3               | **                | ** | *     |
| 増体量 (kg)   | 23.0 <sup>A</sup> | 22.2 <sup>A</sup> | 7.5 <sup>B</sup>  | 9.8 <sup>B</sup>  | 2.6               | NS                | ** | NS    |
| 日増体量 (g/日) | 98.4 <sup>A</sup> | 91.5 <sup>A</sup> | 30.9 <sup>B</sup> | 38.5 <sup>B</sup> | 10.7              | NS                | ** | NS    |

<sup>1)</sup>標準誤差: \*\* P<0.01, \* P<0.05, NS;有意差なし. <sup>3)ABC</sup>異文字間に有意差あり (P<0.01).

221頭(2箇所), 2006年539頭(4箇所), 2007年514頭(4箇所)であった(表5). 捕獲後直ちにシカ牧場と東京農大に移送し, 飼育を行なった. 生体捕獲が実施された餌場の個体数は1月より3月が少なく, 捕獲により個体数の減少が認められた. また, 2年間継続して捕獲を実施した場所では, 捕獲効率が低下した. これらのことから, 継続して生体捕獲を実施する場合, 捕獲効率を考慮した捕獲場所の選定が必要であると考えられる(工藤ら, 2008).

(2)飼料摂取量, 増体量および枝肉成績の粗飼料形態別差異

5~6月に導入し, 11~12月まで飼育したエゾシカの1頭当たりの粗飼料乾物摂取量は, サイレージ給与区が乾草給与区より高く, 増体量は放牧区が乾草給与区

とサイレージ給与区よりも高かった. 枝肉成績では屠殺時体重, 枝肉重量, 正肉重量, 枝肉歩留および正肉歩留全ての項目において放牧区が高い値を示した(表6). アカシカにおいて放牧した場合と市販の濃厚飼料を給与した場合を比較した報告(Wiklund *et al.*, 2003)では, 本結果と同様に放牧時の枝肉重量は高かったが, 枝肉歩留は放牧時の方が低い傾向にあった. これらのことから, 12ヵ月齢のエゾシカを6ヵ月間肥育する若齢肥育では, 放牧により生草を摂取させると生草の栄養価が高い, 導入前の飼育環境と違いが少なく飼育面でのストレスが少ないなどの要因により, 肥育成績が向上することが推察された.

(3)飼料摂取量および増体量の性別と年齢別差異

飼料の乾物摂取量は6月まで乾草の摂取量が少な

く、アルファルファヘイキューブに残飼がみられたため低く推移したが、7月以降は制限給与した飼料は全て採食し、肥育終了時まで増加した。しかし、9~10月にかけて、いずれの飼育群ともに乾物摂取量の増加量は少なかった。体重は全体的に導入時から9月まで増加がみられたが、9月以降屠殺時までは雌雄および年齢にかかわらず停滞した。年齢別による増体量は雌雄ともに満1歳が成獣よりも大きかった。性別による増体量は年齢にかかわらず差が認められなかった(表7)。満1歳雄の屠殺時体重は成雌と近似しており、伊藤ら(2005)の報告と同様の傾向であった。このため、飼料効率満1歳雄の方が高いことが示唆された。

### 3. エゾシカ肉の特性に関する食品化学的研究

#### (1)シカ肉の栄養特性

##### 1) 背最長筋の栄養特性

野生エゾシカ肉の成分含量は水分68.9~77.3%、タンパク質21.0~26.6%、脂質0.3~6.1%、灰分1.1~1.4%(表8)(岡本ら, 2004)で、成鶏ささみ(食品成分研究調査会編, 2001)とよく似ていた。ささみは生活習慣病を予防する食生活に好適とされるため、エゾシカも食卓に迎合されうると言えるだろう。タンパク質含量は5月から8月にかけて有意に増加していた。脂質含量も同様であったが11月に減少していた。一方で、水分含量は逆の傾向を示した。無機成分含量では、K86.8~110.8mg/100g, Fe4.5~7.7mg/100g, Zn3.0~3.8mg/100g, Cu0.7~1.0mg/100gであった。Pbは0.7mg/100gであり、Cdは検出されなかった。全脂質における主要脂肪酸は、パルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸およびリノール酸であった。5月ではリノール酸が多く、8月および11月ではパルミチン酸の割合が高かった。リノール酸、アラキドン酸およびイコサペンタエン酸の割合は11月にかけて減少し、これに対してパル

ミチン酸、パルミトリン酸およびオレイン酸は増加した。総コレステロールは10.5~167.8mg/100gであった。また、著量の共役リノール酸(CLA)が含まれていた。8月および11月に捕獲された個体からは、栄養状態の指標となる腎臓周囲脂肪の蓄積が多く認められたことと、筋肉中のタンパク質および脂質含量が既報(関川ら, 1999; 笠井ら, 1999)より高かったことを考え合わせると、今回の供試動物は総じて良好な栄養状態であったと判断された。

##### 2) 狩猟肉の食味官能検査

野生エゾシカ肉を流通させるには、得られた個体をそのまま食肉処理場へ運搬しなくてはならない。おいしい肉を得るには速やかに内臓摘出が行われた方がよいといわれているが、食用として容認される所要時間が検討されたことはこれまでになかった。そこで、射殺直後、1時間および3時間経過後に内臓を摘出された野生個体と、食肉処理場で解体された一時養鹿個体(いずれも2005年8月に射殺または屠殺された成獣雄)から背最長筋を採取し、Scheffeの一対比較法による食味官能検査を行った。その結果、肉片およびスープの検査において、3時間経過後に解体処理を行った個体の肉は好まれない傾向が認められた。内臓を摘出せずに長時間放置すると、肉の食味によくない影響を及ぼすことが初めて明らかとなった。

##### (2)シカ肉の熟成

衛生的に適切に解体処理された食肉においても、屠殺後の取り扱い方で食肉の肉質は大きく影響される。食肉の肉質=「おいしさ」を決定する要因は、屠殺前に既に決まっているものと、屠殺後の取り扱い方で決まるものに分けられる。牛の場合には品種や性あるいは年齢が肉質に大きく関わり、通常、肉用種の雌で、ある程度若いものがよいとされている。食肉は、一般に家畜などを屠殺してから筋肉を数日から数週間、低温で貯蔵して得られる。屠殺直後の筋肉は、弾力性が

表8 野生エゾシカの背最長筋の一般成分(%)

| 捕獲月 | 推定年齢 | 雌雄 | 肩側部        |          |         |         | 中央部      |          |         |         | 腰側部       |           |         |         |
|-----|------|----|------------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|-----------|-----------|---------|---------|
|     |      |    | 水分         | タンパク質    | 脂質      | 灰分      | 水分       | タンパク質    | 脂質      | 灰分      | 水分        | タンパク質     | 脂質      | 灰分      |
| 5月  | 0    | 雌  | 73.6       | 24.7     | 0.6     | 1.1     | 72.9     | 25.4     | 0.6     | 1.2     | 75.7      | 22.5      | 0.6     | 1.2     |
|     | 2≤   | 雌  | 74.3       | 24.0     | 0.6     | 1.1     | 72.5     | 26.0     | 0.3     | 1.2     | 75.4      | 22.7      | 0.6     | 1.2     |
|     | 3≤   | 雌  | 75.0       | 23.5     | 0.4     | 1.1     | 74.1     | 24.3     | 0.4     | 1.1     | 77.3      | 21.0      | 0.5     | 1.2     |
|     |      |    | 74.3±0.7a  | 24.1±0.6 | 0.5±0.1 | 1.1±0.0 | 73.2±0.8 | 25.2±0.8 | 0.5±0.1 | 1.1±0.0 | 76.1±1.0a | 22.1±0.9b | 0.6±0.1 | 1.2±0.0 |
| 8月  | 0    | 雄  | 71.8       | 25.6     | 1.4     | 1.3     | 72.6     | 25.4     | 0.9     | 1.2     | 71.9      | 24.2      | 2.8     | 1.1     |
|     | 0    | 雄  | 71.9       | 25.2     | 1.8     | 1.1     | 72.3     | 25.9     | 0.6     | 1.2     | 71.6      | 26.6      | 0.5     | 1.3     |
|     | 3≤   | 雄  | 71.8       | 25.2     | 1.6     | 1.4     | 70.9     | 26.4     | 1.4     | 1.3     | 72.7      | 25.2      | 1.1     | 1.1     |
|     | 3≤   | 雄  | 68.9       | 23.9     | 6.1     | 1.1     | 71.0     | 25.4     | 2.5     | 1.1     | 70.8      | 26.2      | 1.6     | 1.4     |
|     | 3≤   | 雌  | 72.6       | 23.8     | 2.5     | 1.1     | 72.6     | 24.8     | 1.5     | 1.2     | 71.2      | 26.1      | 1.6     | 1.1     |
|     |      |    | 71.4±1.4b  | 24.8±0.8 | 2.7±1.9 | 1.2±0.1 | 71.9±0.9 | 25.6±0.6 | 1.4±0.7 | 1.2±0.1 | 71.6±0.7b | 25.7±1.0a | 1.5±0.8 | 1.2±0.1 |
| 11月 | 0    | 雄  | 71.9       | 23.5     | 3.4     | 1.1     | 72.0     | 25.6     | 1.2     | 1.2     | 71.7      | 25.8      | 1.3     | 1.2     |
|     | 2≤   | 雄  | 73.4       | 24.0     | 1.5     | 1.1     | 73.2     | 24.3     | 1.4     | 1.1     | 72.5      | 24.7      | 1.6     | 1.2     |
|     | 0    | 雌  | 71.3       | 25.0     | 2.5     | 1.2     | 72.7     | 25.1     | 0.9     | 1.3     | 73.1      | 24.7      | 1.0     | 1.1     |
|     |      |    | 72.2±1.1ab | 24.2±0.8 | 2.5±1.0 | 1.1±0.0 | 72.7±0.6 | 25.0±0.7 | 1.2±0.2 | 1.2±0.1 | 72.4±0.7b | 25.1±0.6a | 1.3±0.3 | 1.2±0.1 |

炭水化物を除いて100%とした。ab異文字間に有意差あり(P<0.05)

あり柔らかいが、風味に欠ける。これを冷蔵すると、ATPの消失に伴いアクチンとミオシンが強固に結合して筋肉は硬直する。これを死後硬直と呼ぶ。牛では、屠殺後約24時間で死後硬直が最大となり、これをさらに冷蔵すると、風味、柔らかさ、多汁性が増して食用に適したものとなる。この過程を熟成と呼び、筋肉は食肉へと変換される。

エゾシカ肉の熟成に関する報告はほとんどない(渡辺ら, 1993)。そこで、この肉の熟成に関する調査(剪断値, pH, 筋原線維の脆弱化, 筋原線維の分解, 色調の変化, 遊離アミノ酸含量など)を行った。その結果、概ね7~10日間、冷蔵(0℃)することで熟成をほぼ完了させることが可能だった。しかし、牛肉の場合と比較すると、エゾシカ肉では遊離アミノ酸の蓄積が少ないことや色調の安定性が低いことなど、長期間の熟成には不向きな特性も認められた。さらに、牛や豚などの家畜と異なり、シカの屠殺解体の処理工程は衛生的に規格化されていないことも多いので細菌などの汚染程度との関連から、保存あるいは熟成期間は慎重に決定する必要がある(関川, 2000)。

### (3)シカ肉の機能性成分

食肉はヒトの良質なタンパク質源として重要であるばかりではなく、近年、機能性食品として注目される種々の成分も含有している。この中で、エゾシカ肉に比較的多量に含まれるものがカルニチンとヘム鉄である。カルニチン( $\beta$ -hydroxyl- $\gamma$ -trimethylaminobutyric acid)は、あらゆる生物に存在するアミノ酸関連化合物の一種で、動物では肝臓、腎臓、脳などで必須アミノ酸のリジンとメチオニンから合成される。カルニチンは、長鎖脂肪酸のミトコンドリアへの取り込みに必要な成分で、脂肪酸からのATP生成には不可欠である。ヒトでは、通常の食生活で不足することは少ないが、食事から摂取するリジンやメチオニンあるいは合成系に関与するビタミンC、ナイアシン、ビタミンB<sub>6</sub>のいずれか1つでも欠乏すると所要量を満たさなくなり、男性より女性で、あるいは肥満に伴い不足する傾向がある。食品では、牛肉、羊肉などの動物性食品に多く含まれ、植物性食品にはあまり含まれていない。

カルニチンは脂肪酸の代謝に必須であり、この含量と筋の線維型との関係が注目される。赤色筋はミオグロビン含量が高く脂肪酸の代謝が活発である。一方、白色筋はミオグロビンが少なく解糖系によるATPの産生が多い。動物の筋では赤色筋と白色筋が混在し、ATP分解酵素の活性などに基づいて組織化学的な分類からいくつかの筋線維型に分けられている。鶏の白色筋、中間筋および赤色筋を用いて分析すると、ミオグロビンとカルニチンの含量は正の高い相関( $r_0=0.9$ )を示した。エゾシカ肉(4.6  $\mu\text{mol/g}$ )が牛肉(1.7~3.6  $\mu\text{mol/g}$ )、豚肉(1.1  $\mu\text{mol/g}$ )、鶏肉(0.7~1.3  $\mu\text{mol/g}$ )に比べて遊離カルニチン含量が高いという特

徴は、去勢や肥育を行っても影響されなかった(Shimada *et al.*, 2004)。

エゾシカ肉は、他の畜肉に比べて濃い赤色である。この色調はヘム鉄を含むタンパク質(ヘモグロビンとミオグロビン)が存在するからである。鉄は体内で合成されないので食品から摂取しなければならない。ほとんどの食物に鉄は含まれるが体内への吸収は畜肉やレバーなどに含まれるヘム鉄が野菜、海藻、穀類などの鉄よりもよいことが知られている。濃い赤色を示すシカ肉のミオグロビン含量(6.0mg/g)は、牛(1.9~4.1mg/g)、豚(1.1mg/g)あるいは鶏(1.4~1.6mg/g)に比べて非常に多い(Sekikawa *et al.*, 2003)。また、動物実験の結果では、野生エゾシカの背脂肪をラットに与えると、牛や豚の背脂肪と比べて、肝臓のコレステロールを低く抑える結果が得られ、これは糞への排泄が多いことによると推定されている(Fukushima *et al.*, 1999)。

## 謝 辞

本研究は東京農業大学、釧路短期大学、帯広畜産大学の多くの学生、大学院生のご努力により遂行されました。また、(財)前田一步園財団、北海道環境生活部自然環境課、エゾシカ協会、北泉開発養鹿事業部の皆様には材料収集、現地調査、ご助言などご協力をいただきました。ここからお礼申し上げます。また、本学会賞の推薦、決定をいただきました諸先輩、会員の皆様に厚くお礼申し上げます。

## 文 献

- 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., 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.
- FUKUSHIMA, M., T. OHASHI, M. SEKIKAWA and M. NAKANO (1999) Comparative hypocholesterolemic effects of five animal oils in cholesterol-fed rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 63:202-205.
- 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.
- 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.
- 伊藤修一・増子孝義・関川三男・日高智・伊東正男

- (2005) エゾシカ若齢肥育における増体量および枝肉成績. 北畜会報, 47:79-82.
- 笠井孝正・境 博成・石島芳郎・長谷川忠男 (1999) エゾシカ肉の一般成分, 脂質性状および無機質含量. 日食化工会誌, 46:710-718.
- 工藤博史・相馬幸作・西田力博・新井田利光・北原理作・増子孝義 (2008) 給餌場利用個体の生体捕獲による野生エゾシカ (*Cervus nippon yesoensis*) の個体数調整の試み. 北畜会報, 50:49-55.
- 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, ハ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ダ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.
- 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.
- 岡本匡代・坂田澄雄・木下幹朗・大西正男 (2004) 野生エゾシカの栄養特性について, 日栄食誌, 57:147-152.
- 岡本正幹 (1970) 家畜・家禽の環境と生理. 89-116. 養賢堂. 東京.
- 食品成分研究調査会編 (2001) 五訂日本食品成分表. 220-221. 医歯薬出版株式会社, 東京.
- 関川三男・福島道広・島田謙一郎・三上正幸 (1999) エゾシカ肉の特性調査報告書. 鹿資源利用開発調査研究補助事業平成10年度報告書. 2-31. 全日本養鹿協会.
- 関川三男 (2000) 鹿肉加工製品編「鹿産物利用ハンドブック」. 78-88. 全日本養鹿協会.
- SEKIKAWA, M., K.H. HAM, K. SHIMADA, M. FUKUSHIMA, T. ISHIKAWA, C.H. LEE, M. MIKAMI (2003) Color and its stability in venison from *Cervus nippon yesoensis* (Japanese Yeso Deer). Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 23, 309-314.
- SHIMADA, K., Y. SAKUMA, J. WAKAMATSU, M. FUKUSHIMA, M. SEKIKAWA, K. KUCHIDA, M. MIKAMI (2004) Species and muscle differences in L-carnitine levels in skeletal muscles based on a new simple assay. Meat. Sci. 68, 357-362.
- 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.
- 豊岡 洪・佐藤 明・石塚森吉 (1983) 北海道ササ分佈図概説. 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) ニホンジ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.
- 渡辺 彰, 瀬川 恵, 佐藤 博, 松本光人 (1993) 鹿肉の貯蔵中の理化学的变化. 日畜会報, 64:934-937.
- WIKLUND E., T.R.MANLEY, R.P.LITTLEJOHN, J.M.STEVENSON-BARRY (2003) Fatty acid composition and sensory quality of *Musculus longissimus* and carcass parameters in red deer (*Cervus elaphus*) grazed on natural pasture or fed a commercial feed mixture. J. Sci. Food. Agric., 83:419-424.

