

原著論文

季節変化がニホンジカの飼料摂取量に及ぼす影響

田村哲生^{1,*}・寺崎敏明¹・及川真里亜²・梶 光一²

奈良雅代¹・新井一司¹・中村健一¹

¹ 東京都農林総合研究センター

² 東京農工大学大学院

摘 要

季節変化がニホンジカの乾物摂取量 (DMI) および代謝体重 (MBW) あたりの乾物摂取率 (DMI/MBW ; %) に及ぼす影響を明らかにした。ニホンジカ成獣 3 頭を用意し, 1 年目はアルファルファヘイキューブ (アルファルファ) を, 2 年目はチモシー乾草 (チモシー) を自由摂取させた。給与飼料の粗蛋白質および中性デタージェント繊維の含量はそれぞれ, アルファルファ 16.4%, 44.1%, チモシー 7.1%, 58.3% であった。アルファルファ給与における DMI および DMI/MBW は, いずれも冬季に比較して夏季が有意に高まった ($P < 0.01$)。チモシー給与における DMI は夏季および冬季に比較して秋季が有意に高まったが ($P < 0.05$), DMI/MBW は季節間に差を認めなかった。季節毎の DMI/MBW 平均値をみると, 四季を通じた最大値と最小値との差は, アルファルファ給与時 2.9 ポイント, チモシー給与時 1.5 ポイントとなった。1 年目と 2 年目の気候条件がほぼ同じであった春季における DMI/MBW は, アルファルファ給与時に比較してチモシー給与時では 2.9 ポイント低かった。以上のことから, 季節変化は, 両飼料給与時における DMI に影響を及ぼし, アルファルファ給与時のみ DMI/MBW に影響を及ぼすことが明らかになった。飼料成分を変えると, この影響の程度は変化することが示唆された。また, DMI/MBW は, アルファルファ給与に比較してチモシー給与で低下することが明らかになった。

キーワード : 粗蛋白質, 乾物摂取量, 代謝体重, 季節変化, ニホンジカ

東京都農林総合研究センター研究報告 7: 69-78, 2012

緒 言

ニホンジカ (*Cervus nippon*) の生息頭数は年々増加し, 林業および農業での被害が発生している (高槻, 1994 ; 農林水産省技術会議事務局ほか, 2003 ; 天沼, 2010)。被害軽減のため, シカ科動物の生態に関する研究がなされている (池田, 2000 ; Kaji *et al.* 2004 ; Oikawa *et al.* 2011)。また, シカ科動物を捕獲して個体数を削減する手法 (農

林水産省生産局, 2009), および, それを食肉利用すること (ニコル, 2008) が提唱されている。ニホンジカの飼養に関する研究もなされていることから (高槻ら, 1981 ; 池田, 2000 ; 浅野, 2006), 飼養技術を高めることで捕獲したニホンジカを肥育して食肉利用を図ることも不可能ではない。小田島ら (1993) は, ニホンジカの飼料摂取量は周年変化することを報告している。これはニホンジカと同じ反芻動物である乳牛には見られない現象であるため, このことを調査することはニホンジカの飼養技術

*連絡先: tetsuo-tamura@tdfaff.com

を開発する上で重要といえる。

しかしながら、これまでに報告されているシカ科動物の飼料摂取に関する研究は (Katoh *et al.*, 1991; Freudenberger *et al.*, 1994), アルファルファヘイキューブ (アルファルファ) の給与でなされている。アルファルファの粗蛋白質含量は 14.7~17.8% であり (NARO, 2009), 野生反芻動物の体重維持に必要な粗蛋白質含量である 5~9% (Robbins, 1993) を大幅に上回っている。このことから、アルファルファ給与時における飼料摂取量の周年変化は、特殊な飼養環境下での現象と考えられる。反芻動物の飼料の一つであるチモシー乾草 (チモシー) の粗蛋白質含量 (6.3~7.2% ; NARO, 2009) は Robbins (1993) が報告している体重維持ができる粗蛋白質含量に匹敵するため、これを給与して飼料摂取量の周年変化を調査することは、ニホンジカの飼養技術の開発につながる。そこで本研究では、アルファルファとチモシーとを給与して、季節変化が飼料摂取量に及ぼす影響を明らかにした。

材料および方法

1. 供試動物

本研究は、東京都農林総合研究センター青梅庁舎で実施し、ニホンジカ成獣3頭 (去勢オス1頭, メス1頭, フィステル装着メス1頭) を供試した。供試動物が食欲不振となった際は供試を中止し、回復後に供試した。また、供試動物のうち1頭が死亡した際は、2頭のみで実施した。これらのニホンジカの育成履歴は既報 (浅野ら, 2007) のとおりである。ニホンジカは、自然の環境温度

および光条件に曝される野外で飼育した。なお、ニホンジカの扱いは、研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針 (文部科学省, 2006) に従った。

2. 試験計画

本研究は、クラッシュアルファルファを自由摂取させる試験 (アルファルファ給与試験) とチモシーを自由摂取させる試験 (チモシー給与試験) とを実施した。給与した飼料形態を図1に示した。いずれの試験においても、屋外に設けたケージ内にそれぞれのニホンジカを個別に収容して飼育した。給与するチモシーおよびアルファルファは、年間給与予定量を一括購入し、納入時に化学組成分析用サンプルを採取した。チモシーは切断長 5cm に設定して細断した。試験開始前のニホンジカはアルファルファを自由摂取させて飼育した。試験前および試験開始後のいずれも、飼料箱には鈹塩 (鈹塩セレニクス TZ ; 日本全業工業, 福島県) を設置し、また、飼料箱近辺に水を設置した。データ採取する本試験前に、給与量の1割程度を食べ残す量の飼料を1日1回給与する予備試験を実施した。予備試験開始3日から7日目の期間に、ニホンジカをケージに収容して本試験を実施した。本試験の期間は次の通りである。アルファルファ給与試験では2007年10月24~31日 (秋季), 2008年1月21日~26日 (冬季), 2008年4月20日~27日 (春季), 2008年8月15日~21日 (夏季) であり、チモシー給与試験では2010年1月17日~21日 (冬季), 2010年5月23日~27日 (春季), 2010年8月22日~26日 (夏季), 2010年11月7日~11日 (秋季) である。

3. 試料採取およびデータ記録

いずれの試験においても、同様の方法で飼料採取、デー

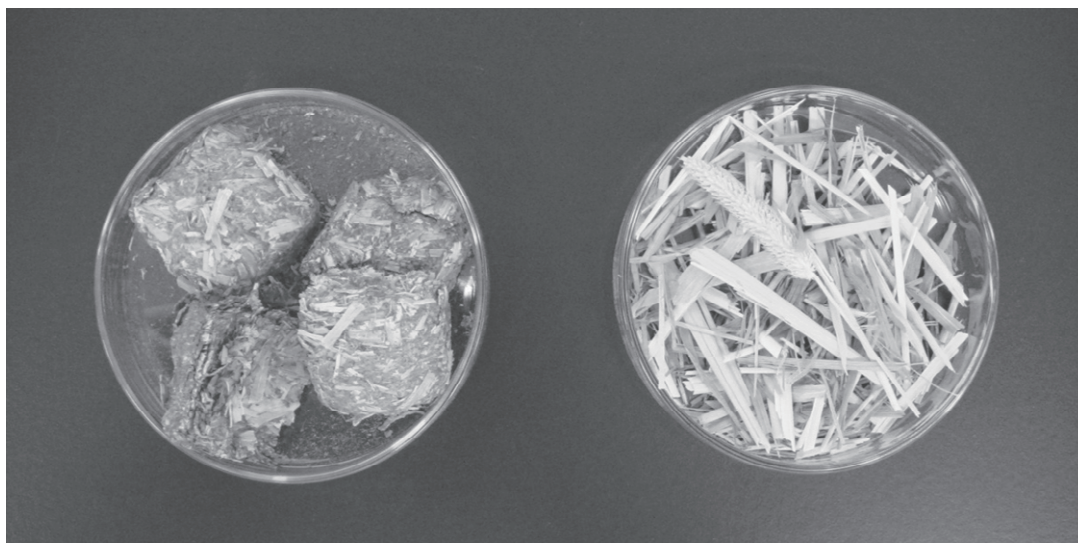


図1 クラッシュアルファルファヘイキューブ (左) および細断チモシー乾草 (右; 設定切断長5cm)

表 1 給与飼料の栄養組成

項目	アルファルファヘイキューブ	チモシー乾草
粗蛋白質（乾物％）	16.4	7.1
中性デタージェント繊維（乾物％）	44.1	58.3

タ記録および飼料分析を実施した。

24 時間における気温の平均を示す平均気温と日照時間とは、気象庁地域気象観測システムの青梅観測所（東京都農林総合研究センター青梅庁舎内に設置）における観測値を用いた。同システムで提示されている「平均気温」および「日照時間」を試験日毎に利用した。給与飼料の乾物率は、各季 1 回、抜き取り調査によって求めた。給与飼料の乾物重量は、給与前に毎日測定した現物重量と乾物率とから求めた。残飼は、毎日、全量を回収し、現物重量および乾物量を測定した。体重は、各季の本試験最終日に測定した。重量表示器（ウェインゲインジケータ、モデル AD4406JA、エー・アンド・デイ；東京都）に接続したバー型ロードセル（モデル LC4212-K300、エー・アンド・デイ；東京都）にベニア板を設け、この板上に牛用配合飼料（くみあい配合飼料バリューミックス；JA 東日本くみあい飼料、群馬県）を設置してニホンジカを誘引し、ニホンジカが飼料を摂取している間に体重を測定した。

4. 分析および計算

飼料中の粗蛋白質は定法（AOAC, 1990）により分析した。中性デタージェント繊維を Van Soest ら（1991）による方法で、繊維分析装置（Fibertech system 1010 heat extractor; Tecatore, スイス, フラヴィール）を用いて分析した。なお試料は、粉砕機（カッティングミル；モデル SM100-200；レッチェ, 東京都）を用いて粉砕して 4 mm のふるいを通し、更に超遠心粉砕機（モデル ZM200；レッチェ, 東京都）を用いて粉砕して 1 mm のふるいを通過した粉体を用いた。

乾物摂取量（DMI）は、給与飼料と残飼との乾物重量の差から求めた。これらの乾物重量は、飼料および残飼を 60 °C にて 3 日間加熱処理を行い、生重量から計算した。

体重より代謝体重（MBW; kg^{0.75}）を求めた。また、DMI、体重および MBW より、体重あたりの乾物摂取率（%）および MBW あたりの乾物摂取率（DMI/MBW, %）を求めた。

5. 統計解析

統計解析は SAS（2008）の GLM プロシージャにより処理した。DMI, 体重, MBW, 体重あたりの乾物摂取率および DMI/MBW を、飼料毎に以下のモデル式により解析した。

$$Y_{ij} = \mu + S_i + D_j + e_{ij}$$

ここで

Y_{ij} = 観測値

μ = 全体の平均

S_i = 季節の効果 ($i = 1, \dots, 4$)

D_j = 個体（ニホンジカ）の効果 ($j = 1, 2, 3$)

e_{ij} = 誤差

平均気温および日照時間については、上記モデル式の D_j の項を除いて解析した。

いずれの項目についても季節間に有意差を認めた場合は、更に HSD 検定をした。

結果および考察

1. 給与飼料

アルファルファ給与試験およびチモシー給与試験に用いた飼料の栄養組成を表 1 に示した。粗蛋白質含量については、アルファルファに比較してチモシーは 9.3 ポイント低かった。中性デタージェント繊維含量については、アルファルファに比較してチモシーは 14.2 ポイント高かった。野生反芻動物が体重を維持するのに必要な粗蛋白質含量は 5~9% と報告されており（Robbins, 1993）、中間値を 7% として比較すると、アルファルファは 9.3 ポイント高く、チモシーは 0.1 ポイント高かった。このことから、本研究において給与したチモシーの粗蛋白質水準は、アルファルファに比較してニホンジカの飼料に近いといえる。粗蛋白質および中性デタージェント繊維の含量は、いずれもアルファルファとチモシーとで大幅に異なることから、ニホンジカの消化生理に及ぼす影響は異なると考えられる。なお、アルファルファおよびチモシーの可消化養分総量は共に 57% とされている（NRC, 2007）。

表2 アルファルファ給与試験における気温および日照時間の推移¹⁾

項目	季節				P
	春	夏	秋	冬	
平均気温 ² (°C)	14.8 ± 1.7 ^B	25.2 ± 2.5 ^A	15.4 ± 0.7 ^B	2.0 ± 1.0 ^C	<0.01
日照時間 (時間)	3.9 ± 3.9	5.4 ± 3.3	4.9 ± 3.6	4.3 ± 3.8	0.87

¹平均±標準偏差 (測定日毎の観測値)²24時間の平均値^{ABC}同一項目の異符号間に有意差あり(P < 0.01)表3 アルファルファ給与試験における乾物摂取量, 体重, 体重あたりの乾物摂取率の推移¹⁾

項目	季節				P
	春	夏	秋	冬	
乾物摂取量 (kg/日)	1.5 ± 0.2 ^{BC}	2.1 ± 0.5 ^A	1.7 ± 0.2 ^B	1.3 ± 0.3 ^C	<0.01
体重 (kg)	58.6 ± 6.5 ^b	64.1 ± 11.5 ^a	57.3 ± 5.9 ^b	55.7 ± 4.6 ^b	0.01
代謝体重 (kg ^{0.75})	21.2 ± 1.7 ^b	22.6 ± 3.1 ^a	20.8 ± 1.6 ^b	20.4 ± 1.3 ^b	0.01
体重あたりの乾物摂取率(%) ²⁾	2.6 ± 0.2 ^{BC}	3.3 ± 0.2 ^A	2.9 ± 0.1 ^{AB}	2.4 ± 0.4 ^C	<0.01
代謝体重あたりの乾物摂取率(%) ³⁾	7.7 ± 0.7 ^{BC}	10.0 ± 1.0 ^A	8.8 ± 0.5 ^{AB}	7.1 ± 1.2 ^C	<0.01

¹平均±標準偏差 (ニホンジカ毎の観測値)²乾物摂取量[kg]/体重[kg]×100³乾物摂取量[kg]/代謝体重[kg^{0.75}]×100^{abABC}同一項目の異符号間に有意差あり(a, b: P < 0.05; A, B, C: P < 0.01)

このことから、両飼料における粗蛋白質含量は異なるが、エネルギー含量は同等といえる。

2. アルファルファ給与試験

平均気温および日照時間の推移を表2に示した。平均気温が有意に最も高くなった季節は夏季であり、有意に最も低くなった季節は冬季であった。また、夏季と他3季とに差を認めた(P < 0.01)。日照時間は季節間に有意差を認めなかった。これは、試験期間を通じた平均日照時間が曇天などの影響で差を認めなかったためと考えられる。アルファルファ給与試験では、フィステル装着メスジカが夏季のみ食欲不振となった。そのため、夏季のみ2頭で試験を継続した。飼養結果を表3に示した。DMIが有意に最も高くなった季節は夏季であり、有意に最も低くなった季節は冬季であった。またDMIは、夏季が他3季に比較して有意に高く推移した(P < 0.01)。体重あたりの乾物摂取率およびDMI/MBWについては、有意に最も高くなった季節は夏季および秋季であり、有意に最も低くなった季節は春季および冬季であった(P < 0.01)。季節毎のDMI/MBW平均値をみると、四季を通じた最大値(夏季; 10.0%)と最小値(冬季; 7.1%)

との差は2.9ポイントであった。

アルファルファ給与試験におけるDMIの周年推移は、冬季に低下するという報告(小田島ら, 1993)と同じであった。浅野(2006)はニホンジカにアルファルファを給与すると、粗蛋白質の消化率、中性ゲルジェント繊維の消化率および消化管内滞留時間は季節変化すると報告している。このことから、アルファルファ給与試験におけるDMIの季節変化は、消化率などの変化に起因するといえる。白石ら(1996)が、アルファルファ、チモシーおよび濃厚飼料などを混合給与した際のDMI/MBWは、4月に最大値(9.2%)となると報告しているのに対して、アルファルファ給与試験では10月に最大値(10.0%)となっており、アルファルファ給与試験における時期および数値とは一致しなかった。これは、白石ら(1996)の報告と本研究とでは飼料構成が異なるためと考えられる。

3. チモシー給与試験

平均気温および日照時間の推移を表4に示した。平均気温が有意に最も高くなった季節は夏季であり、夏季と他の3季との間に差を認めた(P < 0.01)。日照時間が有意に最も高くなった季節は夏季、秋季および冬季であ

表4 チモシー給与試験における気温および日照時間の推移¹⁾

項目	季節				P
	春	夏	秋	冬	
平均気温 ² (°C)	17.3 ± 2.4 ^B	28.7 ± 0.1 ^A	11.8 ± 1.1 ^B	12.8 ± 4.5 ^B	< 0.01
日照時間 (時間)	2.5 ± 3.9 ^B	9.4 ± 0.6 ^A	7.2 ± 2.7 ^{AB}	6.9 ± 2.8 ^{AB}	< 0.01

¹平均±標準偏差 (測定日毎の観測値)

²24時間の平均値

^{AB}同一項目の異符号間に有意差あり ($P < 0.01$)

り、春季と夏季との間に差を認めた ($P < 0.01$)。アルファルファ給与試験と比較してチモシー給与試験における各季節の平均気温差は、春季で 2.5°C 高く、夏季で 3.5 °C 高く、秋季で 3.6 °C 低く、冬季で 10.8 °C 高い。平均気温が有意に最も高くなった季節と最も低くなった季節は、アルファルファ給与試験ではそれぞれ夏季と冬季であったのに対し、チモシー給与試験ではそれぞれ夏季と他3季とであった。これらのことから、チモシー給与試験とアルファルファ給与試験とにおける気温条件による影響は異なると考えられる。アルファルファ給与試験と比較してチモシー給与試験における各季節の日照時間は、春季が 1.5 時間短く、夏季が 4 時間長く、秋季が 2.3 時間長く、冬季は 2.6 時間短い。アルファルファ給与試験では日照時間については季節間に有意差を認めていないが、チモシー給与試験では差を認めている。これらのことから、チモシー給与試験とアルファルファ給与試験とにおける日照時間条件による影響は異なると考えられる。

チモシー給与試験実施開始前に、フィステル装着メシジカは本試験とは無関係な原因で死亡した。そのため、チモシー給与試験では、ニホンジカ 2 頭で試験を継続し、

その飼養結果を表 5 に示した。DMI が有意に最も高くなった季節は春季および秋季であり、秋季と比較して夏季および冬季が有意に低く推移した ($P < 0.05$)。体重あたりの乾物摂取率および DMI/MBW については、季節間に有意差を認めなかった。季節毎の DMI/MBW 平均値をみると、DMI/MBW が季節間に有意差を認められていないが、四季を通じた最大値 (秋季; 5.6%) と最小値 (冬季; 4.1%) との差は 1.5 ポイントであった。

白石ら (1996) は、チモシー、アルファルファおよび濃厚飼料などを給与した際の DMI/MBW は 4 月に最大値 (9.2%) を示すと報告しており、季節間に差を認めなかったチモシー給与試験の結果とは異なっていた。

ニホンジカにチモシーを給与した研究は著者が知る限り報告されていないため、前述したとおりの気候条件は異なるがアルファルファ給与試験とチモシー給与試験との結果を比較した (表 3, 表 5)。DMI が有意に最も高くなった季節は、アルファルファ給与試験 (夏季) とチモシー給与試験 (春季および秋季) とで一致しない。DMI/MBW が有意に最も高くなった季節もアルファルファ給与試験 (夏季および秋季) とチモシー給与試験 (季節間に有意差無し) とで一致しない。Asano ら (2007) は、ニホン

表5 チモシー給与試験における乾物摂取量、体重、体重あたりの乾物摂取率の推移¹⁾

項目	季節 ²⁾				P
	春	夏	秋	冬	
乾物摂取量 (kg/日)	1.1 ± 0.5 ^{ab}	1.0 ± 0.6 ^b	1.3 ± 0.6 ^a	0.9 ± 0.6 ^b	0.02
体重 (kg)	61.9 ± 13.8 ^{ab}	67.5 ± 13.2 ^a	67.3 ± 13.6 ^a	57.9 ± 10.8 ^b	0.02
代謝体重 (kg ^{0.75})	22.0 ± 3.7 ^{ab}	23.5 ± 3.4 ^a	23.4 ± 3.6 ^a	21.0 ± 2.9 ^b	0.01
体重あたりの乾物摂取率 (%) ²⁾	1.7 ± 0.4	1.5 ± 0.5	2.0 ± 0.4	1.5 ± 0.8	0.18
代謝体重あたりの乾物摂取率 (%) ³⁾	4.8 ± 1.4	4.2 ± 1.7	5.6 ± 1.5	4.1 ± 2.5	0.13

¹平均±標準偏差 (ニホンジカ毎の観測値)

²乾物摂取量[kg]/体重[kg]×100

³乾物摂取量[kg]/代謝体重[kg^{0.75}]×100

^{ab}同一項目の異符号間に有意差あり ($P < 0.05$)

ジカの飼料消化率は気温および日長などが影響すると報告している。國茂と戸刈(2006)は、飼料が消化管を通過する速度は気温および日照時間と関連すると報告している。DMI および DMI/MBW が高くなった季節がアルファルファ給与試験とチモシー給与試験とで一致しないのは、両試験での気候条件が異なることが影響したと考えられる。しかし、DMI は季節間に差を認めたことから(表5; $P < 0.05$)、チモシー給与時でも DMI は季節変動すると考えられる。

季節毎のDMI/MBW 平均値について両試験を比較すると(表3, 表5)、四季を通じて最大値となった季節はアルファルファ給与試験では夏季であるが、チモシー給与試験では秋季(季節間に有意差無し)であり、最小値はアルファルファ給与試験では冬季であり、チモシー給与試験でも冬季(季節間に有意差無し)である。また、季節毎のDMI/MBW の最大値と最小値との差は、前述したとおり、アルファルファ給与試験で2.9ポイント、チモシー給与試験で1.5ポイントとなり、アルファルファ給与試験に比較してチモシー給与試験では半分程度となっている。また、DMI/MBW については、アルファルファ給与試験では季節間に差を認めているが(表3; $P < 0.01$)、チモシー給与試験では差を認めていない(表5; $P > 0.1$)。これらのことから、成分の異なる飼料をニホンジカに与えると摂取量および消化率などの季節変化の程度が異なるという報告(Agnes *et al.*, 1996)を支持する。

アルファルファ給与試験とチモシー給与試験とにおける春季の平均気温は、それぞれ 14.8 ± 1.7 °C, 17.3 ± 2.4 °C であり両試験での平均気温の季節内(測定日間)における変動範囲は重なっており(表2, 表4)、同様に、日照時間の変動範囲も両試験で重なる。このことから、春季の気象条件は両試験と同様と考えられる。しかし、アルファルファ給与試験とチモシー給与試験とにおける春季のDMI/MBW は、それぞれ $7.7 \pm 0.7\%$, $4.8 \pm 1.4\%$ であり、両試験での変動範囲は重ならない。また、アルファルファ給与試験に比較してチモシー給与試験における春季のDMI/MBW は2.9ポイント低い。以上のことから、チモシーを給与すると、アルファルファ給与時に比較してDMI/MBW は低下すると考えられる。ニホンジカと同じ反芻動物であるウシのDMIは、飼料の栄養価の影響を受けること(NRC 2001; NARO, 2007)、および、ウシでは飼料中の中性デタージェント繊維含量が高まると飼料消化率が抑制されてDMIが低下することが報告されている(大場, 2004)。これらのことから、粗蛋白質含量および中性デタージェント繊維含量の違いがDMI/MBW に影響を及ぼすと考えられる。ニホンジカの飼料消化率はウシとは異なると報告されていることから(Miyazaki

et al., 1987)、今後は、中性デタージェント繊維水準と気候条件とを一定にして、粗蛋白質水準の違いがDMIあるいはDMI/MBW に及ぼす影響を明らかにする必要がある。Rhind ら(1998)およびMilne ら(1990)は、シカ科動物の採食量および体重の変化はホルモンおよび光周期に起因すると報告している。体重変化と光周期との生理機構についてはハムスターでも観察されており(Bartness と Wade, 1985)、今日ではシグナル伝達に関する研究も進められている(Leitner と Bartness, 2011)。これらの研究成果が、ニホンジカの採食量を制御する飼養技術の向上に反映されることが期待される。

4. 結論

本研究では、アルファルファ(粗蛋白質 16.4%, 中性デタージェント繊維 44.1%)とチモシー(粗蛋白質 7.1%, 中性デタージェント繊維 58.3%)とをニホンジカに給与して、季節変化が飼料摂取量に及ぼす影響を明らかにした。アルファルファ給与では、DMI および DMI/MBW のいずれについても季節変化の影響を受けることが明らかになった。チモシー給与では、DMI は季節変動を認めたが、DMI/MBW での季節変動は認められなかった。飼料成分を変えると、季節変化がDMI および DMI/MBW に及ぼす影響の程度が変化することが示唆された。また、アルファルファ給与に比較してチモシー給与では、DMI/MBW が低下することが明らかになった。

謝 辞

本研究の統計解析にご協力頂きました独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 畜産草地研究所の大谷文博氏に深く感謝致します。また、野生動物であるニホンジカの飼育管理において特段の配慮を手掛けていただいた東京都農林総合研究センター家畜管理担当職員の皆様に感謝いたします。

引用文献

- Agnes, 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. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 127: 517-523.
- 天沼晋志(2010) 現地報告: 奥多摩町の獣害対策(シカ)の取り組み. *日本鹿研究* 1: 18-20.
- 浅野早苗(2006) ニホンジカのルーメン内消化生理に関する研究. 東京農工大学学位論文. 東京.
- Asano, S., S. Ikeda, Y. Kurokawa, S. Kanda and H. Itabashi

- (2007) Seasonal changes in digestibility, passage rate and rumen fermentation of alfalfa hay in sika deer (*Cervus nippon*) under restricted feeding. *Anim. Sci. J.* 78: 28-33.
- 浅野早苗・及川真里亜・天野里香・黒川勇三・板橋久雄 (2007) アルファルファヘイキューブを給与したニホンジカの消化生理とその季節変化. 丹沢大山総合調査学術報告書: 153-159.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1990) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edn. Association of Official Analytical Chemists. VA.
- Bartness, T.J. and G.N. Wade (1985) Photoperiodic control of seasonal body weight cycles in hamsters. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 9: 599-612.
- Freudenberger, D.O., K. Toyakawa, T.N. Barry, A.J. Ball and J.M. Suttie (1994) Seasonality in digestion and rumen metabolism in red deer (*Cervus elaphus*) fed on a forage diet. *Br. J. Nutr.* 71: 489-499.
- 池田昭七 (2000) ニホンジカの季節生産性に関する研究. 宮城県農業短期大学紀要 10: 1-51.
- Kaji, K., H. Okada, M. Yamanaka, H. Matsuda and T. Yabe (2004) Irruption of a colonizing sika deer population. *J. Wildl. Manag.* 68: 889-899.
- Katoh, K., Y. Kajita, M. Odashima, M. Ohta and Y. Sasaki (1991) Passage and digestibility of lucern hay in Japanese sika deer and sheep under restricted feeding. *Br. J. Nutr.* 66: 399-405.
- 國茂享子・戸刈哲朗 (2006) . エゾシカの保全と管理 (梶光一ほか編) . 北海道大学出版会. 北海道. pp.149-163.
- Leitner, C. and T.J. Bartness (2011) An intact dorsomedial hypothalamic nucleus, but not the subzona incerta or reuniens nucleus, is necessary for short-day melatonin signal-induced responses in Siberian hamsters. *Neuroendocrinology* 93: 29-39.
- Milne, J.A., A.S.I. Loudon, A.M. Sibbald, J.D. Curlewis and A.S. McNeilly (1990) Effects of melatonin and a dopamine agonist and antagonist on seasonal changes in voluntary intake, reproductive activity and plasma concentrations of prolactin and tri-iodothyronine in red deer hinds. *J. Endocrinol.* 125: 241-249.
- Miyazaki, A., S. Kasagi and T. Mizuno (1987) Digestibility of zoysia-type grass by japanese deer. *Jpn. J. Zootech. Sci.* 55: 661-669.
- 文部科学省 (2006) 研究機関等における動物実験等の実施に関する基本指針 (文部科学省告示第71号, 2006年6月1日) .
- 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 (NARO) (2007) 日本飼養標準; 乳牛; 2006年版. 中央畜産会. 東京.
- 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 (NARO) (2009) 日本標準飼料成分表; 2009年版. 中央畜産会. 東京. pp.25-103.
- ニコル, C.W. (2008) 鹿肉食のすすめ; 日本人は鹿肉で救われる. 東京環境工科学出版部. 東京.
- 農林水産省生産局 (2009) 野生鳥獣被害防止マニュアル; 捕獲編; 農林水産省生産局農業生産支援課鳥獣被害対策室. 東京. pp.1-13.
- 農林水産省技術会議事務局・森林総合研究所・農業生物系・特定産業技術研究機構 (2003) 農林業における野生鳥獣の被害対策基礎知識; シカ, サル, そしてイノシシ. 農林水産省技術会議事務局・森林総合研究所・農業生物系・特定産業技術研究機構, 東京. pp.1-23.
- National Research Council (NRC) (2001) Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. edn. National Academy Press. Washington, DC. pp. 3-12.
- National Research Council (NRC) (2007) Nutrient requirements of small ruminants; sheep, goats, cervids, and new world camelids. National Academy Press. Washington, DC. pp. 312-321.
- 小田島守・中島功司・大友 泰・小田伸一・庄司芳男・加藤和雄・太田 実・佐々木康之 (1993) 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.
- Oikawa, M., Y. Kurokawa, K. Furubayashi, A. Takii, Y. Yoshida and K. Kaji (2011) How low quality foods sustain high density Sika deer (*Cervus nippon*) Population in heavily grazed habitat?: comparison of intake, digestibility and feeding activities between the deer fed high and low quality food. *Mammal Study* 36: 23-31.
- 大場真人 (2004) DMI を科学する. *デーリィ・ジャパン*. 東京. pp.26-39
- Rhind, S.M., S.R. McMillen, E. Duff, D. Hirst and S. Wright (1998) Seasonality of meal patterns and hormonal correlates in red deer. *Physiol. Behav.* 65: 295-302.
- Robbins C.T. (1993) *Wildlife feeding and nutrition*. 2nd ed. Academic Press. San Diego. pp. 175-190.
- SAS Institute (2008) *SAS/STAT User's Guide*. Release 9.2 edn., SAS Institute Inc. NC.
- 白石利郎・中口良子・羽山伸一・時田昇臣・古林賢恒・山根正伸 (1996) 飼育下における丹沢産ニホンジカの体重と採餌量の季節変化. *日本野生動物医学会誌* 1:

119-124.

高槻成紀・鹿股幸喜・鈴木和男 (1981) ニホンジカとニホンカモシカの排糞量・回数. 日生態会誌 31:

435-439.

高槻成紀 (1994) 五葉山のシカ調査報告書. 岩手県環境保護部自然保護課. 岩手.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis (1991)

Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.

The effect of seasonal transformation on feed intake in Sika deer

Tetsuo Tamura^{1,*}, Toshiaki Terasaki¹, Maria Oikawa², Koichi Kaji², Masayo Nara¹,
Kazushi Arai¹ and Kenichi Nakamura¹

¹ Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center

² Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

Abstract

The objectives of this study were to clarify the effect of seasonal transformation (spring, summer, autumn and winter) on dry matter intake (DMI) and DMI per metabolic body weight ratio (DMI/MBW; %) in Sika deer. Three adult Sika deer were provided and fed two feeds ad libitum; alfalfa hay cube (alfalfa) in the first year and timothy hay (timothy) in the second year. The crude protein and neutral detergent fiber content in the feeds were 16.4% and 44.1% in the alfalfa, and 7.1% and 58.3% in the timothy, respectively. DMI and DMI/MBW in the summer were significantly higher than in the winter on the alfalfa diet. In the autumn DMI was significantly higher than in the summer and in the winter ($P < 0.05$), DMI/MBW did not differ by season. The greatest difference among the four seasons between two values of DMI/MBW was 2.9 points with alfalfa feeding and 1.5 points with timothy feeding. DMI/BW with timothy feeding was 4.6 points lower than that with alfalfa feeding in the spring, which seemed to be the same climate between the first year and second year. The overall findings indicate that the seasonal transition affects DMI with both feeds, and affects DMI/MBW only with alfalfa feeding. It was suggested that the range of the seasonal effect differed depending on the nutritional composition of the feed. It is clear that DMI/MBW is lower with timothy feeding than with alfalfa feeding.

Keywords: crude protein, dry matter intake, metabolic body weight, seasonal change, Sika deer

Bulletin of Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center, 7:71-80, 2012

*Corresponding author: tetsuo-tamura@tdfaff.com