

シバヤギ NUT 系統の飼養標準作成

○吉村文孝，山崎絹世，河野吉樹，安藤洋

教育・研究技術支援室 生物・生体技術系

概要

名古屋大学大学院生命農学研究科附属フィールド科学教育研究センター・東郷フィールド（以下，東郷フィールドと呼称）では，日本在来の小型ヤギ品種であるシバヤギを NUT 系統（Nagoya University Togo）として管理している．シバヤギ NUT 系統の♂3 個体，♀10 個体を 4～8 日間ケージにて飼育し，飼料摂取量と生体重（BW）の変化を記録し，1 日あたりの維持エネルギー要求量を算出した．その結果，成熟シバヤギ♂の代謝体重(BW^{0.75})あたりの 1 日の維持エネルギー要求量は 103.480kcal/BW^{0.75}/day，成熟シバヤギ♀の代謝体重あたりの 1 日の維持エネルギー要求量 83.592kcal/BW^{0.75}/day であった．NRC (2007)による海外の肉用，乳用，在来小型品種ヤギの 1 日あたりの維持エネルギー要求量と比較すると，シバヤギはエネルギー消費量の比較的少ないヤギであることが判明した．これは過去の飼育環境における栄養不足から生じた無意識の品種改良の結果ではないかと考えた．飼養標準が必要とする項目は多く残っており，今後もデータ数を増やし，より高精度な飼養標準作成を目指したい．

1 目的

飼養標準とは，その動物が必要とする栄養成分を定めたものである．ウシ，ブタ，ニワトリなど産業動物では飼養標準が作成され，飼育管理に活用されている．ヤギの飼養標準は NRC (2007) によるものが世界で主に用いられている．しかし，NRC (2007) によって飼養標準を定められたヤギは肉用，乳用，毛用の高度に品種改良を施された産業動物についてのみである．また，日本のヤギ品種を用いて作成されたヤギ飼養標準は申請者の知る限り存在しない．

東郷フィールドでは，シバヤギを実験系統として管理している．シバヤギは日本在来の小型品種であり，高度な品種改良は受けておらず NRC (2007) の想定する 3 つの用途に合致するとは考えられない．また，NRC(2007)が飼養標準作成の際に用いたヤギはアフリカのボア種，スペインのスパニッシュ種，トルコのアンゴラ種など原産地域的にも用途，能力的にも日本のヤギとは大きく異なる特徴をもつものである．

飼養標準は産業動物においては生産性の向上を図るのみならず，斉一的な管理をも可能にする．東郷フィールドのシバヤギは実験動物として利用されるが，斉一性は実験動物においても必須の条件である．東郷フィールドのシバヤギ NUT 系統をより斉一な研究試料として提供するために，シバヤギに適した飼養標準は必須であると言える．

以上より，本研究では東郷フィールドのシバヤギについての飼養標準の作成を試みる．本研究ではまずエネルギーの必要量を算出することを目的とする．

2 材料および方法

2.1 シバヤギ NUT 系統（Nagoya University Togo）

NUT 系統は，東郷フィールドシバヤギ個体群に 2012 年に東京大学から 6 個体（♂1，♀5）を導入し，2013 年に名古屋大学大学院生命農学研究科附属設楽フィールド（以下，設楽フィールドと呼称）の HAP 系統

(Highland Animal Production) を合流して以降、閉鎖状態にあるシバヤギ個体群である。HAP 系統と東郷フィールドシバヤギ個体群は由来を東京大学に持ち、特に HAP 系統は 1995 年以降閉鎖状態であった。なお名古屋大学の各個体群は東京大学以外からのシバヤギ導入を受けていないため、純粋なシバヤギ個体群であるといえる。

各実験期間において用いたヤギの個体情報を表 1 に示した。また実験で利用され多期間を雄について表 2、雌について表 3 に示した。本研究では成ヤギの維持用エネルギーを算出するために、すべてのヤギを生後 24 ヶ月以上とした。これは吉村ほか (2014) によるシバヤギ体重の成長曲線から、1 ヶ月あたりの増体量が 500g を下回る時期を目安とした。これは概ね 75% 成熟点付近の成熟状態である。

表 1. 利用した個体の情報

個体番号	性	生年月日
181		2011/5/10
140	♂	2011/9/6
178		2010/7/21
199		2013/6/16
196		2013/5/12
197		2013/5/21
198		2013/6/16
189	♀	2012/5/24
188		2012/5/24
187		2012/5/23
148		2010/6/28
169		2012/11/18
165		2012/11/18

表 2. 個体ごとの実験参加期間 (♂)

	開始日	11/24	11/30	12/9	12/17
	終了日	11/30	12/9	12/17	12/22
	日数	6.5	6*	8	4.5
個体番号	181	○	○*		
	140	○	○	○	○
	178	○	○	○	○

*12月4日に下痢により除外

**○の期間に実験に参加している

表 3. 個体ごとの実験参加機関 (♀)

	開始日	7/30	8/5	8/12	8/18	9/8	10/8	10/14	10/20	10/27
	終了日	8/5	8/12	8/18	8/25	9/16	10/14	10/20	10/27	11/2
	日数	6.5	7	6	7	8	6.5	6	7	6
199	○	○	○	○						
196	○	○	○	○			○	○	○	○
197	○	○	○	○		○				
198	○	○	○	○						
189						○				
188						○				
187						○				
148							○	○	○	○
169							○	○	○	○
165							○	○	○	○

*○の期間に実験に参加している

2.2 配合飼料

東郷フィールドで実際に給与しているものを基本として配合飼料を作成した。具体的には、トウモロコシ、ヘイキューブ、イタリアンライグラス乾草を現物の重量比でトウモロコシ 1 に対し、ヘイキューブ 2.614、イタリアンライグラス乾草 1.840 とし配合した。代謝ケージ利用時に給与しやすいようイタリアンライグラス乾草を減らし、トウモロコシとヘイキューブを増やした配合となっている。各飼料の成分分析結果から本配合飼料の成分を計算し表 4 に示した。なお、市販の飼料や文献によって、各主成分が現物重で示されたものと乾草重で示されたものがあるため、両者を併記した。

このとき各飼料を機械で乾燥させず、飼料会社より搬入されたままの状態を利用した。なお、食べやすさを考慮し、イタリアンライグラス乾草を 15cm 程度に裁断して利用した。

水と鉍塩（商品名：ソルトリック）は自由採餌とした。鉍塩の成分を表 5 に示した。

表 4. 混合飼料の成分表

成分	比率 (%)	
	現物中	乾物中
可消化養分総量 (TDN)	45.6	67.6
粗タンパク質 (CP)	9.2	10.8
粗脂肪 (EE)	2.1	2.4
中性デタージェント繊維 (NDF)	40.2	46.9
粗灰分	7.3	8.6
Ca	0.7	0.8
P	0.2	0.2
Mg	0.2	0.2
K	0.9	1.1
水分	14.4	0

表 5. ソルトリックの成分表

成分
酸化マグネシウム
炭酸マンガン
炭酸亜鉛
硫酸鉄
硫酸銅
ヨウ素酸カルシウム
食塩
パン酵母

2.3 給与実験

4 台の代謝ケージにヤギを 1 個体ずつ収納した (図 1)。配合設計し自家配合した飼料を与え個体ごとの採餌量を記録した。ヤギを代謝ケージに入れる前後に体重を記録した。実験開始前には最低 5 日間、代謝ケージ内で実験用配合飼料と同様の飼料で管理し、馴致期間とした。実験期間が長すぎるとヤギの体重が開始時から変化し、体重あたりの飼料要求量に変化を生じるため、1 期間を 10 日以内とした。



図 1. 実験の様子

2.4 分析

1 日の増体重量 (単位, kg) と体重あたりの 1 日の飼料摂取量(単位, g)とを散布図に打点し、その一次回帰式より 1 日あたりの維持エネルギー要求量を求めた。

3 結果

成熟シバヤギ♂の生体重 (BW, 単位 kg) あたりの飼料摂取量(Y, 単位 g)との関係を示す式は $Y=0.0925BW-3.2693$ ($r=0.483$)となった (図 2)。成熟シバヤギ♀の生体重あたりの飼料摂取量との関係を示す式は $Y=0.9152BW-26.13$ ($r=0.495$)となった (図 3)。

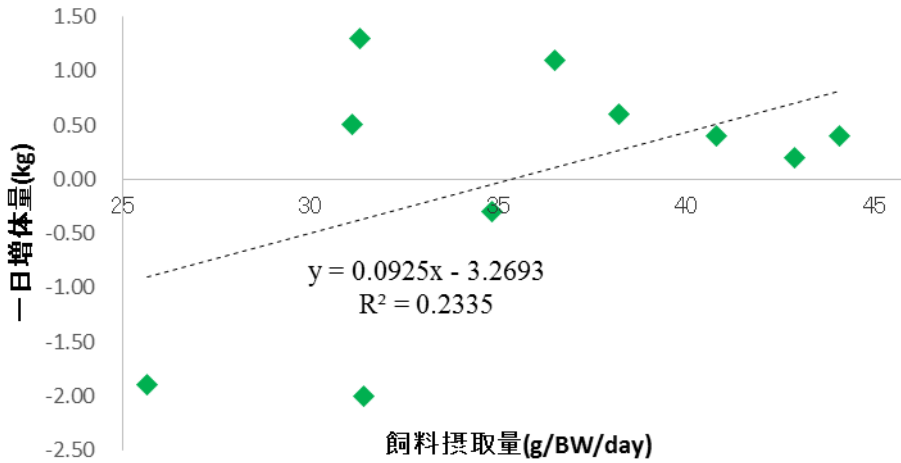


図 2. 雄の生体重と飼料摂取量との関係式

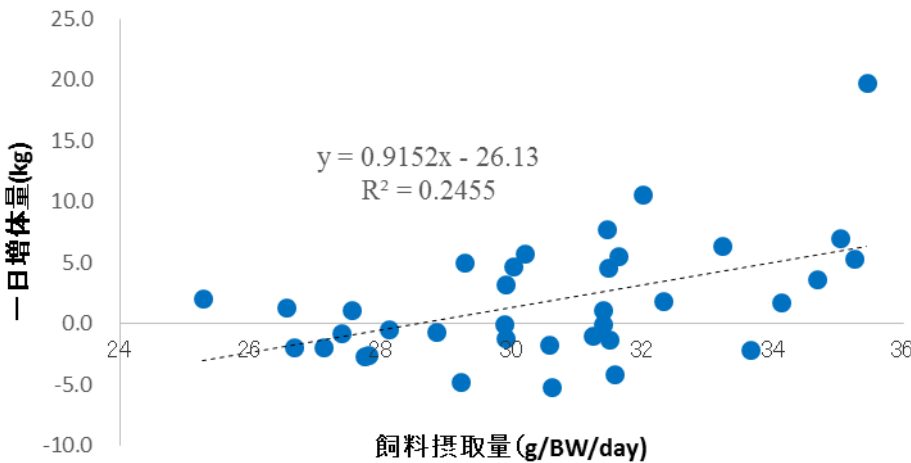


図 3. 雌の生体重と飼料摂取量との関係式

図 2, 3 より, 一日増体重±0kg 時の飼料要求量を求めると, ♂35.344g/BW/day, ♀28.551g/BW/day であった. この量の混合試料に含まれる可消化養分総量 (TDN) を求めると, ♂16.131g/BW/day, ♀13.031g/BW/day であった. TDN はメタンの発生や熱量増加に伴うエネルギーの損失を考慮しておらず, 反芻動物において粗飼料のエネルギーを過大評価するという欠点が知られている (阿部, 2004). そこで, TDN を代謝エネルギー (ME) に変換して必要エネルギーの計算を行った. $\text{TDN}1\text{kg}=4.4\text{Mcal (ME)}$ よりシバヤギの ME は♂586.006kcal/BW/day, ♀470.147kcal/BW/day となった.

飼料要求量算出時には生体重を 0.75 乗した代謝体重($\text{BW}^{0.75}$)が用いられる. これは極端な満腹, 空腹の状態ではないときの体重とされる. 生体重について算出した先の式を代謝体重について算出するよう式変形すると,

成熟シバヤギ♂の代謝体重あたりの 1 日の維持エネルギー要求量は

$$103.480\text{kcal}/\text{BW}^{0.75}/\text{day}$$

成熟シバヤギ♀の代謝体重あたりの 1 日の維持エネルギー要求量は

$$83.592\text{kcal}/\text{BW}^{0.75}/\text{day}$$

であった.

4 考察

求めたシバヤギの1日の維持エネルギー要求量について NRC(2007)より、他の品種のエネルギー要求量との比較を行った(表6)。

表6. NRC(2007)による他のヤギ品種との比較

	♂	♀
肉用**	116	101
乳用**	138	120
在来小型品種**	116	101
シバヤギNUT	103.48	83.59

*単位はkcal/BW^{0.75}/day

**シバヤギ以外はNRC(2007)より引用

雄の方が雌よりも必要量が多いがこれは他の品種と同じ傾向であった。雄の方が雌よりも筋肉量が多いため維持のためのエネルギーが多く必要であるためとされる(塚原ほか, 2014)。しかし、肉用品種、在来種の雄が雌に対して114.8%、115%のエネルギー要求量なのに対し、シバヤギは123.8%と雄と雌とのエネルギー要求量の差が比較的大きいという特徴が見られた。これは雄のエネルギー消費量が多い、もしくは雌のエネルギー消費量が少ないことを示唆している。

NRC(2007)に記載のある品種と比較すると、シバヤギNUT系統は維持エネルギー要求量が少ないという特徴が明らかになった。コアヒルの肉用北京種は生後7週間で体重3kgを越える。このニワトリに匹敵する能力の高さは家禽化以前の習性、「渡り」による強い自然淘汰を受けたことによるとされる(出雲, 2007)。人為、自然に関わらず、成長力の弱い個体に対する強い淘汰圧がかかった場合に、少ない栄養でも成長できる方向に形質が変化すると考えられる。このことから、シバヤギNUT系統のエネルギー効率の良さは、NUT系統の前身となった設楽フィールドのHAP系統と東郷フィールド個体群が維持されてきた環境に起因すると考えられる。本研究では主に設楽フィールドHAP系統の血統が濃い個体を主に用いたことと、HAPに関する管理情報の多さから、HAP系統の管理状況からの考察を試みる。設楽フィールドでは1992年から2010年にかけて子ヤギの育成状態が悪く、多産多死の状態になっていた(吉村ほか, 2011)。このことから、筆者らは母ヤギの栄養状態に問題があると考え、対策を行った結果、2010年以降に、子ヤギの死亡率を低下させることに成功した(吉村ほか, 2013)。以上を考慮すると、設楽フィールドのシバヤギHAP系統の管理では長い年月に渡って、栄養が不足する状態にあった可能性を考えられる。不十分な栄養状態の中で、満足に子孫を残すことができる個体は、何らかの要因で強健な個体である可能性が高い。管理者が意図したわけではない、「無意識の品種改良」によってHAP系統、NUT系統は本研究の結果のような維持エネルギー要求量の少ない、エネルギー効率の良いヤギになったと考えられる。

HAP系統の栄養効率を高めた原因として栄養状況の悪さ以外に寒さと、寄生虫の発生が考えられる。愛知県名古屋市の年間平均気温15.8℃、年間平均降水量は1535.3mm(気象庁ホームページ)に対し、愛知県豊田市稲府町の年間平均気温11.5℃、年間平均降水量は1964.0mm(気象庁ホームページ)である。設楽フィールドの冬季の気候は厳しくヤギの体長を悪化させる要因になっていたと考えられる。また、線虫系寄生虫による症状も頻繁に見られたことから、耐寒性や耐寄生虫の能力に関してもHAP系統は無意識の選抜を受けた可能性を考えられる。これらの能力、特に耐寄生虫の能力はAIGR(アメリカヤギ研究所)においても現在調査が進められている分野であり、寄生虫耐性を確認できれば世界のヤギ品種改良に貢献できる系統となる可能性がある。今後、この観点についても調査を継続したい。

本研究の結果は、ケージに固定されたヤギによるものである。したがって、実際にこの飼養標準を利用す

際にはヤギの運動によるエネルギー消費を考慮する必要がある。NRC(2007)によると、平坦な牧草地への放牧時には25%の増量、草の少ない傾斜地への放牧では50%の増量が必要とされる。飼養標準は回帰式によって作成されるため、仮に一日増体量±0kg になる量の飼料を給餌した場合、半数の個体で体重が減少すると考えられる。ヤギを譲渡した相手に説明する際や餌を変える際に飼養標準の値を目安にすることはできる。しかし、その後、必ずヤギの体重や各種状態を定期的に測定し、個体にあわせた管理を行うこと留意してはならない。

本研究では成熟した雄と雌のヤギについてのみ維持エネルギー要求量を算出したが、幼齢個体や、妊娠中、授乳中、去勢個体、卵巣除去個体についてなど算出されるべきヤギの状態は複数ある。さらに、飼養標準にはエネルギー要求量だけでなく、タンパク質や脂質、微量元素などの項目が存在する。加えて、本研究で用いたヤギの個体数は NRC(2007)に比べて極めて少なく、データ量の不足から気温によるエネルギー要求量の補正も行っていない。作成した式の相関係数も $r=0.483$, $r=0.495$ と、ある程度の相関は認められるものの十分に高い相関とは言えない。今後、データ数の増加により、気温データによる補正を行ったうえで、ヤギの成長段階、状態に合わせたより高精度なエネルギー要求量を算出する。また、本研究で用いた混合飼料の粗タンパク質は乾草重で10.8%と NRC (2007)による基準よりもやや少ない。今後、タンパク質の要求量を調査した上で、最適なタンパク質量の飼料を作成し、再度エネルギー要求量を測定する予定である。より高精度で広範に利用可能な使用標準を作成するべく、今後も分析を続けたい。

参考文献

- [1] 阿部又. 2004. (4) 乳牛の栄養, 9 動物の生産と栄養. (奥村純市・田中桂一編:動物栄養学) pp. 202-214. 朝倉書店, 東京.
- [2] 出雲章久. 2007. 8 アヒル. (新版特用畜産ハンドブック編集委員会編:新版特用畜産ハンドブック) pp. 165-183 社団法人畜産技術協会, 東京.
- [3] 気象庁 HP <http://www.jma.go.jp/jma/index.html> 2016年2月19日.
- [4] NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids, National Academy Press, Washington, DC, 362pp.
- [5] 塚原洋子・林義明・飛岡久弥. 2014. 5, ヤギの栄養. (中西良孝編:ヤギの科学) pp. 51-75. 朝倉書店, 東京.
- [6] 吉村文孝・築地原延枝・安藤洋. 2010. 名古屋大学大学院生命農学研究科附属フィールド科学教育研究センター・設楽フィールドにおけるシバヤギ (*Capra hircus*) HAP 系統の繁殖状況とその改善について. Special Publication of Nagoya Society of Mammalogists 12:7-11.
- [7] 吉村文孝・築地原延枝・安藤洋. 2013. 設楽フィールドにおけるシバヤギ (*Capra hircus*) 個体群の新しい管理戦略とその成果. 第8回名古屋大学技術研修会ポスター発表 (OSEI-2) 2013年3月1日.
- [8] 吉村文孝・安藤洋・築地原延枝. 2014. シバヤギ (*Capra hircus*) HAP 系統個体の成長に関する形態学的研究. 日本哺乳類学会 2014 年度大会口頭発表 OB-05, 発表要旨集 p79. 京都大学, 2014年9月4日~9月7日.