

ヤギにおける林地内低木樹葉の嗜好性

森 田 昌 孝*・吉 田 宣 夫*・小 山 浩 正**・
堀 口 健 一***・高 橋 敏 能***

*山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター

**山形大学農学部食料生命環境学科森林科学コース

***山形大学農学部食料生命環境学科安全農産物生産学コース

(平成24年11月27日受理)

Palatability of Forest Shrub Foliage in Goats

Masayuki MORITA *, Norio YOSHIDA *, Hiromasa KOYAMA **,
Ken-ichi HORIGUCHI *** and Toshiyoshi TAKAHASHI ***

* Yamagata Field Science Center, Faculty of Agriculture, Yamagata University, Tsuruoka, 997-0369, Japan

** Course of Forest Science, Department of Food, Life, and Environmental Science, Faculty of Agriculture,
Yamagata University, Tsuruoka, 997-8555, Japan

*** Course of Safe and Reliable Agricultural Production, Department of Food, Life, and Environmental Science,
Faculty of Agriculture, Yamagata University, Tsuruoka, 997-8555, Japan

(Received November 27, 2012)

Summary

The abandonment of agricultural lands and forests because of depopulation is a problem in mountainous areas and Satoyama forests in Japan. In this study, we examined goats that were grazing in forested areas and determined the palatability of shrub foliage. We studied satiated goats and found that kudzu (*Pueraria lobata* (Willd) Ohwi) was the most favored plant, while Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) and walnut trees (*Juglans ailanthifolia*) were the least foraged shrubs. However, hungry goats favored kudzu, wild mulberry (*Morus bombycis*), and black locust (*Robinia pseudoacacia*) the most, while also foraging relatively frequently on Japanese cedar and walnut trees. A relationship between high palatability and dietary contribution was indicated by the high crude protein and low neutral detergent fiber levels found in both kudzu and wild mulberry, which rivaled the dietary contribution of high-quality alfalfa hay cubes. Many tree species had high calcium contents and low phosphate contents with tetany ratios of 2.2 or lower. Kudzu and wild mulberry were especially useful as feeds. On the basis of these results, it was concluded that, when using goats to regenerate Satoyama forests, black locust, Japanese camellia (*Camellia japonica* subsp. *Rusticana*), kudzu and wild mulberry have favorable palatabilities and thus need little maintenance, while walnut trees and Japanese angelica trees (*Aralia elat*) need to be manually cut and trimmed.

Key words : foliage, goats, palatability, Satoyama regeneration

緒 言

我が国の中山間地域や里山では、管理が行き届かない造林地や遊休農地、耕作放棄地が増加し、侵食の増加、景観の低下、耕作困難等の再生への問題が生じている（吉川・川嶋, 1999）。管理が滞った農地や林野を再び利用

するには、多くの困難が伴い課題が多い。

一方、農林地や耕作放棄地における管理手法の一つとして反芻動物の放牧（伊藤, 2006）が行われており、ウシ、メンヨウまたはヤギが利用されている（千田・小山, 2002；阿久津ら, 2003；中西, 2005；小山, 2006；徳田・戸荊, 2008）。ヤギはウシに比べ小型で扱い易く、急傾

斜に強く、野草、灌木に対する嗜好性も良い（的場ら、2003）。特にウシやヒツジの短草採食性動物に対し、ヤギは樹種採食性動物に近い食性を示す（高槻、1998）ことから、雑草はもとより低灌木等の樹木も採食し、飼料として消化吸収することができる。しかし、放棄された林野や農地をヤギの採食行動によって管理を行う場合、ヤギがどのような植物を採食するのかを明らかにすることが必要であり、それを左右する動物側の要因として嗜好性（中西ら、2005）がある。ヤギの草類における嗜好性については小西と廣田（1998）が放牧試験や刈り取り給与によって明らかにし、木本類を含めた嗜好性は中西ら（2011）が明らかにしている。樹葉は植物体の生長と維持に重要な同化産物を蓄積する。そのため、ヤギの採食行動が樹葉や新梢に対して積極的に行われれば、採食植物やその部位の違いによって、その植生に影響を与え（久馬、2005）、樹木の生長を選択的に制御することが可能となる。このことから、各樹種の葉における嗜好性を明らかにすることは、放棄林野や農地の管理上、選択除伐などの有益な情報となる。

そこで本研究では東北地域において、ヤギを活用することにより放棄された林野や農地の再生を目的として、スギ林地に自生する低木樹葉の嗜好性を飽食時および空腹時に分け、刈り取り給与条件下で明らかにし、その飼料成分についても検討した。

材料および方法

1. 試験期間および供試家畜

本研究は2011年10月から11月まで山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場内の大動物飼育施設で行われた。供試家畜は飼育施設で舎飼いされていた日本ザーネン種ヤギ（成雌3頭、平均体重42±3.9kg）を用いた。なお、供試ヤギは単房飼育され、リードカナリーグラス（*Phalaris arundinacea*）乾草（以下、牧草）を自由採食とし、水および鉱塩についても自由摂取とした。

2. 試料採取および嗜好試験

嗜好試験に用いた低木樹葉は、山形県鶴岡市上名川にある同センター上名川演習林（標高230~260m）の16年生スギ林（植栽密度3,000本/ha）において見られる代表的な低木類について採取を行い、供試飼料とした。

各供試飼料は2011年10月6日と13日に葉の部分について各5,000g（新鮮重）を採取し、即日4℃にて保管し、翌日から嗜好試験に用いた。

嗜好試験は、放牧圧が低い飽食条件下と放牧圧が高い空腹条件下における採食量から、林地内での放牧圧の変動による採食可能樹葉の増減が嗜好性に与える影響を明らかにするために行った。雑賀（1990）および土肥（1996）が2種類以上の飼料を与えられたときの飼料選択に影響する飼料特性を嗜好性と定義している。そのため、各供試飼料1,500g（新鮮重）と対照飼料である牧草3,000g（乾燥重）を2種類の同型・同色のプラスチック角型コンテナ飼槽（横520×縦365×深さ305mm、容量46L、以下、角型コンテナ飼槽）にそれぞれ毎朝8:00に入れて給与し、2時間後に各供試飼料と牧草の残量を測定して飽食時採食量を算出した。給与量は維持量である体重の2.4%の5~6倍を給与し、2時間で採食することができない十分な量であった。

空腹時採食量は飽食時試験終了後の10:00から15:00までの5時間絶食した後、各供試飼料1,500g（新鮮重）を一つの角型コンテナ飼槽にそれぞれ給与し、15:00から翌朝8:00までの17時間採食させた後、残量を測定して空腹時採食量を算出した。その間は牧草の給与を行わなかった。供試ヤギは1週間の予備期を設け、これらの給与条件に馴致させた。予備期には、牧草をそれぞれ8:00に同様の角型コンテナ飼槽に3,000gを給与し、10:00に残餌は取り除いた。その後、15:00に1,500gを給与し、翌朝8:00に残餌を取り除いた。飽食時および空腹時採食量の嗜好試験では、飽食時、空腹時の順で同日中に連続で行い、飼槽の偏向性については考慮しなかった。また、各樹葉は試験日ごとに切り替え、すべての樹葉を直交表に基づき順次給与した。

これらの結果をもとに各供試飼料の採食量の経時的変化ならびに嗜好順位について明らかにした。採食量の経時の変化については、各飼料の採食速度を明らかにするために給与後2、17時間後の採食量を比較した。嗜好順位については、飽食時採食量および絶食時採食量での序列変化を比較するために平均採食量が多い順に示した。

3. 供試樹種および対照飼料

供試飼料とした樹種はタラノキ（*Aralia elata*）、ユキツバキ（*Camellia japonica* subsp. *rusticana*）、スギ（*Cryptomeria japonica*）、オニグルミ（*Juglans*

mandshurica var. *sachalinensis*), オオバクロモジ (*Lindera umbellata* var. *membranacea*), ヤマゲワ (*Morus bombycis*), クズ (*Pueraria lobata*), ニセアカシア (*Robinia pseudoacacia*) の合計8種であり, その樹葉を供試飼料とした. 一方, 対照飼料として, 牧草の一番草を用いた.

4. 供試飼料の化学成分

供試飼料の一部を通風乾燥機により 60℃ 設定で 24 時間乾燥後, 乾物重量を測定して乾物率を算出するとともに, 粗蛋白質 (CP), 粗脂肪 (EE), 細胞内容物 (OCC), 粗灰分 (CA), 中性デタージェント繊維 (NDF), 酸性デタージェント繊維 (ADF), 酸性デタージェントリグニン (ADL), 総繊維 (OCW), カルシウム (Ca), リン (P), マグネシウム (Mg), カリウム (K) の各成分を常法 (石橋, 2001) により定量分析した. また, 非繊維性炭水化物 (NFC) および可消化養分総量 (TDN) については計算により算出した (自給飼料品質評価研究会編, 1994). さらに, グラステタニーの発症に関係する K/Ca+Mg 等量比 (龍前, 2000; 牧田, 2009) についても計算した.

5. 統計処理

牧草および飽食時と空腹時の採食量について得られたデータは Tukey-Kramer 法 (柳井, 2004) にて多重比較を行った.

結 果

図1に各樹葉飽食時における対照牧草の採食量の結果を示した. 各樹種を給与した区の間には有意な差は確認されなかった ($p \geq 0.05$) がスギおよびオニグルミを給与した区においては他の給与区に比較して採食量が増える傾向があった.

図2に飽食時における各樹葉の採食量を示した. クズ, クロモジ, ヤマゲワ, ニセアカシアの採食量が多く, 特にクズが最も多くなっ

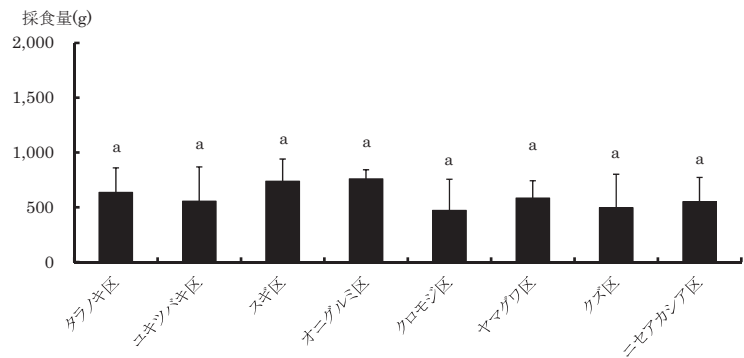


図1. 各樹葉飽食時における牧草採食量

- ¹ (■) は牧草 (リードカナリーグラス) の平均採食量 ($n=3$), 乾物重 (g).
- ² 垂直線は標準偏差を示す.
- ³ 異符号間には Tukey-Kramer 法で有意差があることを示す ($p < 0.05$).
- ⁴ 飽食時は牧草と各樹葉を飽食させた.

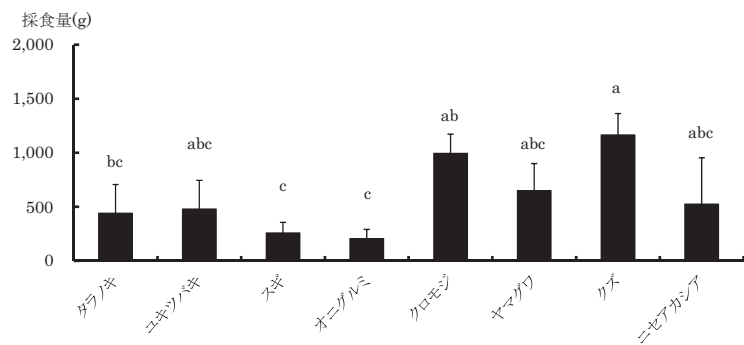


図2. 各樹葉の飽食時採食量

- ¹ (■) は飽食時における各樹葉の平均採食量 ($n=3$), 新鮮重 (g).
- ² 垂直線は標準偏差を示す.
- ³ 異符号間には Tukey-Kramer 法で有意差があることを示す ($p < 0.05$).
- ⁴ 飽食時は牧草と各樹葉を飽食させた.

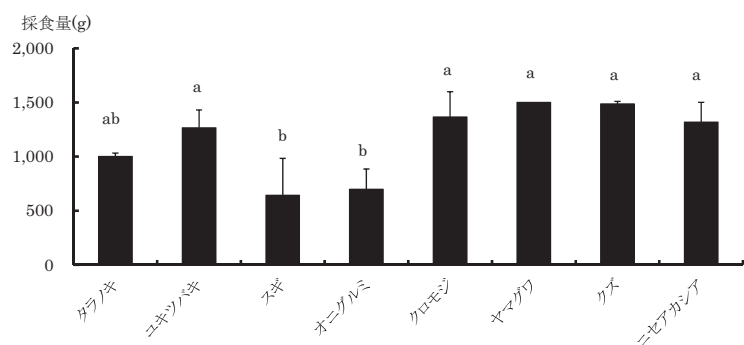


図3. 各樹葉の空腹時採食量

- ¹ (■) は空腹時における各樹葉の平均採食量 ($n=3$), 新鮮重 (g).
- ² 垂直線は標準偏差を示す.
- ³ 異符号間には Tukey-Kramer 法で有意差があることを示す ($p < 0.05$).
- ⁴ 空腹時は各樹葉のみを給与した.

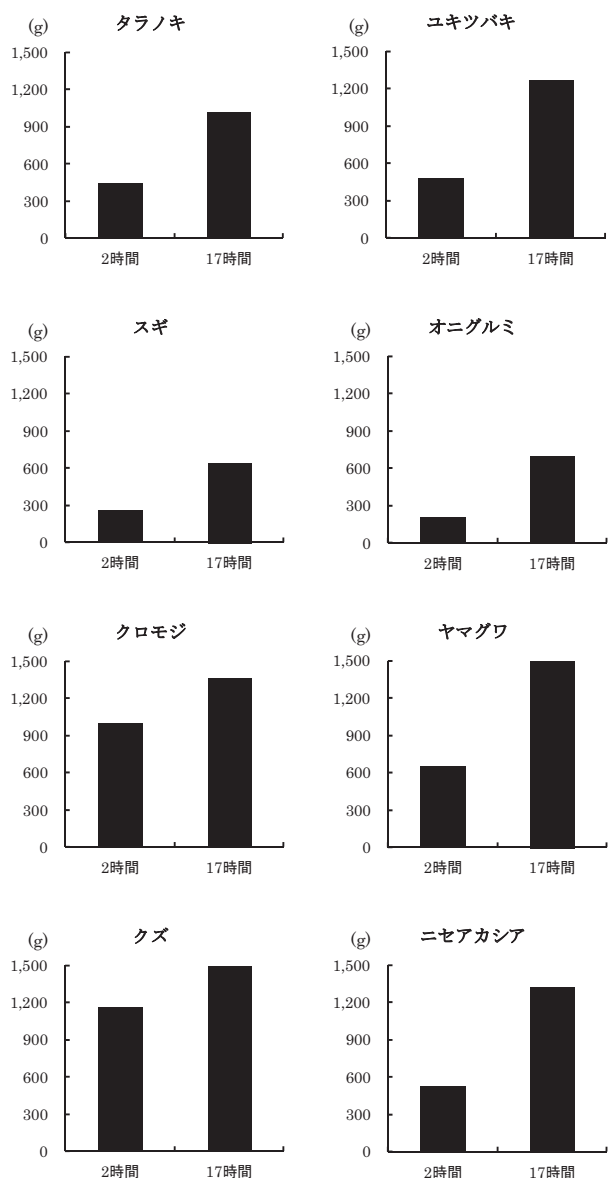


図4. 各樹葉の採食量の変化

た。一方で、スギ、オニグルミの採食量はクズとクロモジに比べ有意に少なく ($p < 0.05$)、嗜好性が劣る結果となった。

図3に空腹時における各樹種の採食量を示した。空腹時には各樹種ともに採食量が多くなった。ヤマグワ、クズについてはほぼすべてを採食し、クロモジも採食量が多かった。一方でスギ、オニグルミについては採食量が増えたものの、空腹時においてもタラノキを除く、他の樹種と比較し、有意に嗜好性が劣る結果となった ($p < 0.05$)。

図4に各樹種における採食量の経時的な変化を示した。クズ、クロモジは2時間後および17時間後での採食量が特に多くなる一方でスギ、オニグルミ、タラノキではすべての期間において、他の樹葉に比較して採食量の増加は少なかった。ヤマグワ、ニセアカシア、ユキツバキは初期の採食量が劣るものの17時間経過した際の採食量の増加が顕著であった。

表1に各樹種の嗜好順位の結果を示した。飽食時、空腹時ともに、ヤマグワ、クズが上位を占め、スギ、オニグルミについては嗜好性が劣り、樹葉の嗜好はヤギの飽食および空腹状態にそれほど影響されない結果となった。

表2に各樹種の一般飼料成分および栄養価の結果を示した。CPはユキツバキ、スギで低く、クズならびにニセアカシアとヤマグワで高かった。EEについてはスギ、ヤマグワ、クロモジで多く含まれ、すべての樹種が牧草よりも高くなった。NDFはすべての樹種が牧草よりも低くなり、特にヤマグワ、クズ、オニグルミが低い値となった。TDNはすべての樹種が牧草よりも高くなった。特にヤマグワ、クズ、オニグルミが60%以上となり、飼料価値の高さが明らかになった。

表1. 各樹葉の嗜好順位

	タラノキ	ユキツバキ	スギ	オニグルミ	クロモジ	ヤマグワ	クズ	ニセアカシア
飽食時	6	5	7	8	2	3	1	4
空腹時	6	5	8	7	3	1	2	4

¹ 数値が小さいものは採食量が多く、大きいものは採食量が少なかったことを示す。

² 飽食時は牧草と各樹葉を飽食させた。

³ 空腹時は各樹葉のみを給与した。

表2. 各樹葉中の一般飼料成分および栄養価（%乾物）

	CP	EE	NFC	OCC	CA	NDF	ADF	ADL	OCW	TDN
タラノキ	15.0	2.3	41.2	48.9	7.50	40.8	32.6	18.1	43.6	50.8
ユキツバキ	8.50	0.7	40.4	22.4	4.90	48.6	42.8	19.7	72.7	46.6
スギ	6.40	6.9	35.7	31.4	5.90	49.4	38.9	20.6	62.7	52.3
オニグルミ	16.4	2.0	46.9	39.9	10.2	30.1	22.1	7.70	49.9	61.3
クロモジ	13.2	4.7	31.2	24.7	7.40	51.9	42.3	18.6	68.0	48.3
ヤマグワ	17.8	5.6	40.0	47.4	14.9	25.6	16.9	3.40	37.7	68.4
クズ	20.2	2.3	38.5	54.5	8.40	37.9	22.9	5.20	37.1	63.8
ニセアカシア	18.3	1.8	33.5	25.0	8.10	47.5	32.4	19.6	66.9	46.0
牧草(RG) ¹⁾	10.4	0.3	14.0	19.7	7.70	71.6	42.7	25.2	72.7	30.6

CP:粗蛋白, EE:粗脂肪, NFC:非繊維性炭水化物, OCC:細胞内容物, CA:粗灰分, NDF:中性デタージェント繊維, ADF:酸性デタージェント繊維, ADL:酸性デタージェントリグニン, OCW:総繊維, TDN:可消化養分総量.¹⁾ 牧草(RG):リードカナリーグラス.

表3. 各樹葉中に含まれるミネラル含量（%乾物）とテタニー比(K/Ca+Mg)

	Ca	P	Mg	K	K/(Ca+Mg)
タラノキ	1.78	0.18	0.24	0.97	0.23
ユキツバキ	0.91	0.09	0.21	0.61	0.25
スギ	2.11	0.11	0.20	0.39	0.08
オニグルミ	2.69	0.29	0.32	1.05	0.17
クロモジ	1.30	0.15	0.29	0.95	0.27
ヤマグワ	2.94	0.27	0.43	1.26	0.18
クズ	2.21	0.27	0.32	1.08	0.20
ニセアカシア	2.58	0.17	0.20	0.85	0.15
牧草(RG) ¹⁾	0.19	0.42	0.15	1.65	1.91

K/(Ca+Mg): 当量比.

¹⁾ 牧草(RG):リードカナリーグラス.

表3に各樹種に含まれるミネラル含量とテタニー比(K/Ca+Mg)を示した。Caはすべての樹種が牧草より高い値を示し、特にヤマグワ、オニグルミ、ニセアカシア、クズは高かった。Pはすべての樹種が牧草よりも低い値を示した。特にユキツバキが最も低くなった。Mgはすべての樹種が牧草よりも高い値を示したが大きな差はなかった。Kはすべての樹種が牧草よりも低くなったが、ヤマグワは他の樹種よりも高くなる結果となった。テタニー比はすべての樹種および牧草で2.2よりも低くなり、特にスギが最も小さい値となった。

考 察

我が国の畜産業は、輸入飼料依存型から飼料自給型へ、移行を促すことが課題となっている。その一つとして、未利用粗飼料資源を活用可能なヤギを見直し、重要視する取り組みが増えつつある。

里山とは原生の自然が人間の生活・産業活動によって変化しながら、一応の安定を維持している二次的な自然環境とされている（大串，2009）。しかし、近年は人間の生活や産業活動が行われなくなり、安定性を維持することが困難になる事例が少なくない。このような里山はかつて薪炭の製造に用いられ、その面積は約400万haの旧薪炭林を含め、およそ700万haになるものと推定されている。しかし、現在の里山利用はパルプ原料、シイタケ原木等に活用される以外ほとんど未利用に近い状態にあり、また、戦後大々的に里山へ植林された針葉樹については間伐が必要な時期を迎えている（滝川，1983）。

本試験ではそのような里山の再生にヤギを活用することを目的としたが、現在の我が国の畜産における経済的評価はきわめて低い状態におかれている。その飼養頭数は1957年の67万頭（河本，1983）から2007年の1万5千頭程度と約98%が減少した（農林水産省生産局畜産

部畜産振興課，2010）。しかし，過去においては自家消費利用として一部の都市近郊の搾乳用，沖縄や鹿児島を中心とする肉用を除き，1～2頭飼いが主流であったものが（河本，1983），近年は消費者の多様な嗜好から生乳や乳製品販売のために多頭経営に移行し，商業的に取り扱う生産者も増える傾向にある（菅井，2011）。さらにヤギ乳については，その機能性（低アレルギー，高タウリン等）から注目が高まり，研究開発が開始されつつある。

本試験で行った結果からは，飽食時での採食量はクズが最も良好であり，空腹時採食量ではクズ，ヤマグワ，ニセアカシアが良好であった。この理由として，クズ，ヤマグワ，ニセアカシアの飼料成分が，CPで20%以上，NDFで45%以下となり，米国農務省の乾草品質基準（糸川，2002）による高品質アルファルファと同等程度もしくはそれを上回る結果となり，これが高い嗜好性に関連していると推察された。一方でクロモジについては飼料成分が他の樹葉と比較し，CPが低く，繊維成分が多いにもかかわらず飽食時および空腹時の採食量が多くなった要因として，クロモジ樹葉中に含まれる消炎作用や抗菌作用，鎮静作用などが広く知られているシネオール，リナロール，ピネン，リモネン，テルピネオール（古畑ら，1966）などの芳香成分をヤギは好み，飼料成分に関わらず採食量を増加させた可能性があると考えられた。ニセアカシアについては嗜好性も高く，CPやNDFの値も良好であったが，馬について中毒症状が報告されていることから（清水，2005），過剰な摂取は反芻動物についても影響を否定できないものと考えられた。一方で，空腹時にはスギ，オニグルミも一定程度採食したことから，放牧圧が高まり，嗜好性の高い樹種が減少した場合，経済植物であるスギ苗の採食などの可能性があると考えられた。そのため，放牧圧が高まり過ぎないように適正に維持管理する必要があると思われる。よって，クズ，ヤマグワ，クロモジ，ニセアカシアは嗜好性が高いことから，林地等では省力管理が可能になると考えられた。一方でスギを除く，ユキツバキ，オニグルミ，タラノキは嗜好性が他の樹種に比較して劣ることから，選択的に除伐，間伐等の積極的な管理が必要と推察された。このことから，ヤギを林内に放牧した際には，これらの特性を踏まえた林野の管理を行うことによって，省力作業の実現につながるものと考えられた。

近年は飼料中のイオンバランス（DCAD）をコントロー

ルすることによって周産期病の一つである乳熱や肥育中の尿石症などの生理障害の低減につながるという報告がある（石田，2009）。本試験に供試した樹葉の多くはCa含量が高く，P含量が低かったことから，乳・肉の両方に利用されるヤギ生産において有益な影響をもたらすものと予測された。さらにグラスタニー発症の際の指標となるテタニー比についても今回実験に供試した樹葉は，その基準となる2.2以下（龍前，2000；牧田，2009）であり，特にヤマグワおよびクズについては飼料としての有用性を確認することができた。

以上の結果，樹葉中の飼料成分やミネラル含量では良好なものが多く，飼料として価値が高いことが明らかとなった。しかし，ヤギは特定の樹種を選択的に採食することから，それらの採食行動を把握し，適切な放牧圧を維持することが効率的な里山再生には不可欠であると考えられた。

要 約

我が国の中山間地域や里山では，過疎化により耕作放棄された農地や林野が問題視されている。ひとたび，管理を放棄した農地や林野を再び利用するには多くの困難が伴い課題が多い。本研究では放棄され荒れた農地や林野を再生させるためにヤギを活用し，林地内に存在する低雑木の樹葉の嗜好性および採食性を明らかにした。飽食時での採食量はクズ（*Pueraria lobata*）が最も良好である一方でスギ（*Cryptomeria japonica*），オニグルミ（*Juglans mandshurica* var. *sachalinensis*）の採食量が低かった。空腹時の採食量はクズ，ヤマグワ（*Morus bombycis*），ニセアカシア（*Robinia pseudoacacia*）が良好であったが，スギ，オニグルミも一定程度採食した。化学成分についてはクズ，ヤマグワでCPが高く，NDFが低いことから高品質アルファルファヘイキューブに匹敵することが認められ，嗜好性の高さとの関連性が示唆された。ミネラルについても供試した樹種の多くでCa含量が高く，P含量が低く，さらにテタニー比も2.2以下であり，特にヤマグワおよびクズについては飼料としての有用性が明らかになった。以上より，里山再生にヤギを活用する際には，ニセアカシア，ユキツバキ（*Camellia japonica* subsp. *rusticana*），クズ，ヤマグワは良好な嗜好性であるため管理の必要性が低く，スギを除くオニグルミ，タラノキ（*Aralia elata*）については積極的に除伐，

伐採などの管理が必要であることが示唆された。

謝 辞

本研究は、山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センターにおいて実施した。本研究を実施するにあたり、膨大なデータの入力と整理を澤田薫氏より多大なる協力を受けた。さらに、山形大学農学部やまがたフィールド科学センターの新井大輔氏、菊地洋一氏をはじめとする職員諸氏には本研究の技術的な進展にあたり、終始貴重なご指導とご協力を受けた。

本研究は文部科学省特別経費「新・里山生態系管理システムの構築－利用しながら保全する生物多様性」の助成を受けて行った。ここに記して深謝の意を表する。

引用文献

- 阿久津雅子・中澤美千代・安江 健・松澤安夫 (2003) 羊、ヤギ混成群のクリ園放牧による放牧効果と行動反応。日本草地学会誌 (別号) 49 : 166-167.
- 古畑光治・堀口貞次郎・加藤正秀 (1966) 鳥樟の薬学的研究 (第1報)－クロモジ油の季節的变化について。薬学雑誌 86 : 683-687.
- 久馬 忠・長永有希子 (2005) 野草類の侵入した草地に放牧しているヒツジとヤギ糞から発芽する植物種の比較。日本草地学会誌 51 : 163-170.
- 石橋 晃 (2001) 新編動物栄養試験法。455-466, 養賢堂, 東京.
- 石田聡一 (1996) 給与飼料のDCADと尿石症の関係。畜産の研究 63 : 1079-1082.
- 伊藤操子 (2006) 雑草学総論。p261-264. 養賢堂, 東京.
- 糸川信弘・池田哲也・松村哲夫 (2002) 相対飼料価を指標としたアルファルファサイレーズの成分品質評価。北海道農業研究センター。2001年の研究成果 : [Cited 26 March 2011]. Available from URL : <http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/harc/2001/cryo01-18.html>.
- 自給飼料品質評価研究会編 (1994) 粗飼料の品質評価ガイドブック。56-64, 日本草地畜産種子協会, 東京.
- 小西 愛・廣田秀憲 (1998) ヤギを用いた草類の嗜好性について。新潟大学農学部研究報告 51 : 35-43.
- 河本康生・小野佐以志・猪 貴義 (1983) 長野県におけるヤギの飼養と利用の実態。岡山大学農学部学術報告 61 : 17-23.
- 小山信明 (2006) 耕作放棄地の畜産的利用。日本草地学会誌 52 : 109-110.
- 的場和弘・吉川省子・野中瑞生・長崎裕司・川嶋浩樹 (2003) 遊休、放棄された棚田でのヤギの放牧 : 1. 植生の変化。日本草地学会誌 49 : 190-191.
- 牧田康宏 (2009) 土壌中の交換性塩基が飼料作物のミネラルバランスに与える影響。福井県畜産試験場研究報告 22.
- 三田村強・小川恭男・鎌田悦男・手島道明・岡本恭二 (1981) 混牧林に関する研究－草地に植栽した幼齢木の放牧牛による採食について－。草地試験場研究報告 20 : 154-166.
- 農林水産省生産局畜産部畜産振興課 (2010) めん羊・ヤギの改良増殖等をめぐる情勢 : [Cited 26 March 2011]. Available from URL : <http://jlialin.gr.jp/seisan/pdf/yagi/yagi-shiryoku05.pdf>.
- 中西良孝・今里みどり・岡元孝太郎・高山耕二・萬田正治 (2011) ヤギによる林床野生植物の嗜好性。鹿児島大学農場研究報告 33 : 1-8.
- 中西良孝 (2005) ヤギ。畜産の研究, 59 : 3-8.
- 大串龍一 (2009) 里山の問題 (その2)。河北潟総合研究 12 : 37-44.
- 龍前直紀 (2000) 良質粗飼料は土作りから。牧草と園芸 48 : 12.
- 清水矩宏 (2005) 牧草・毒草・雑草図鑑。p234. 畜産技術協会, 東京.
- 菅井大作 (2011) ヤギと暮らす。p28-31. 株式会社地球丸, 東京.
- 千田雅之・小山信明 (2002) 中山間地域の農地管理問題と放牧の可能性－地域資源の保全を目的とする里地放牧の存立条件と研究課題－。近畿中国四国農業研究センター研究資料 1 : 1-74.
- 高槻成紀 (1998) 哺乳類の生物学 5. 生態。p33-39. 東大出版, 東京.
- 滝川明宏 (1983) 木材の粗飼料化。農林水産技術研究ジャーナル 6 : 29-33.
- 雑賀 優 (1990) 牧草草種・品種間にみられる採食性の差異およびそれに影響を及ぼす要因。日本草地学会誌 36 : 60-66.
- 柳井久江 (2004) 4 Steps エクセル統計 (第2版)。p270. オーエムエス出版, 埼玉.

吉川省子・川嶋浩樹（1999）遊休地の保全・管理のためのヤギの利用：遊牧に伴う初年度の植生と土壌の変化.
日本土壌肥料学会講演要旨集45：172.