

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年4月16日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21580333

研究課題名（和文）：山羊に対する飼料刷り込みおよびその放牧地雑草抑圧への応用の可能性

研究課題名（英文）：Food imprinting in goats and its potential application to weed control on grazed sward

研究代表者：中西 良孝 (NAKANISHI YOSHITAKA)

鹿児島大学・農学部・教授

研究者番号：30198147

研究成果の概要（和文）：

山羊を利用した放牧地強害雑草エゾノギンギシ（以下、ギンギシ）の生物的防除をより効率化するため、子山羊へのギンギシ刷り込みが雑草抑圧に応用可能かどうかを検討した。1ヵ月齢の子山羊に細切ギンギシを1ヵ月間給与した結果、ギンギシ採食量の経日変化に個体差が認められ、刷り込みは完全に成立しなかったものと考えられた。刷り込み後5ヵ月目の放牧試験においてギンギシに対する選択採食が認められず、立毛のギンギシを与えた場合でも刷り込みの影響はみられなかったことから、飼料刷り込みによる雑草抑圧は困難と考えられた。

研究成果の概要（英文）：

We studied whether or not food imprinting in goats was applied to one of the most harmful weed, i.e. broadleaf dock (*Rumex obtusifolius* L.) control on grazed sward so that the animals could defoliate the forage efficiently. When 1-month-old kids were offered the chopped forage for a month, there was a great individual variation in its intake fluctuation, indicating that food imprinting was not completed. Seven-month-old goats that had experienced food imprinting revealed less selective grazing for the weed, and dietary preference was not modified even if the animals had been offered the plants growing in 0.3-liter pots. Therefore, it was suggested that food imprinting in goats could not lead to weed control.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：畜産学・獣医学/畜産学・草地学

キーワード：放牧、草地管理、強害雑草、山羊、エゾノギンギシ、飼料刷り込み、行動

1. 研究開始当初の背景

近年、国土の有効利用、飼料自給率向上、安全な畜産物供給などの観点から、草地畜産（とくに、放牧）が再評価され、その必要性が提唱されている。放牧地においては、経年化に伴う強害雑草の侵入や不食過繁地形成の問題が顕在化し、その対応策として環境負荷軽減の観点から除草剤（化学合成農薬）や機械に極力依存しない生態的・持続的植生管理システムの開発が求められる。強害雑草の1つにエゾノギシギシ（以下、ギシギシ）があるものの、山羊による嗜好性は牛ほど低くないことが経験的に知られている。したがって、山羊放牧を利用した除草において、より高い除草効果を得るためには、この草をより多く採食する山羊を作出することが必要であり、幼齢期の学習、とくに刷り込みによってギシギシ選択行動を習得させ、その後、効率的にギシギシを抑圧することが期待される。

2. 研究の目的

本研究では、山羊を利用した放牧地強害雑草ギシギシの生物的防除をより効率化することを目的とし、子山羊への標的飼料刷り込み（以下、飼料刷り込み）の可能性ならびにそれが放牧地雑草抑圧に応用可能かどうかを明らかにするため、以下について検討した。

- (1) ギシギシ優占草地における牛および山羊の採食行動の比較
- (2) ギシギシの生育に伴うえぐ味成分（シュウ酸）含量の変動と山羊の採食性との関係
- (3) 幼齢期における子山羊への飼料刷り込みの可能性
 - ① 飼料刷り込み期間中の飼料選択行動の経日変化
 - ② 飼料刷り込みがその後の飼料選択行動に及ぼす影響
 - ③ 飼料刷り込みがその後の放牧地での選択採食に及ぼす影響

3. 研究の方法

- (1) ギシギシ優占草地における牛および山羊の採食行動の比較

ギシギシが優占したイタリアンライグラス草地 1ha を植生と放牧圧がほぼ等しくなるよう2区分し、黒毛和種繁殖牛3頭と山羊6頭を各区で2009年4月から同年5月まで定置放牧した。被度と草高から相対積算優占度（ SDR_2' ）を求めるとともに、両家畜の日中の採食行動を観察し、全植物の採食頻度に占める特定植物の採食頻度の割合（採食植物頻度：GF）を算出した。Andrew (1986)の方法に準じ、GF および SDR_2' から各植物の Ivlev の選択性指数（以下、SI）を下記の式

により求めた。

$$SI = (GF - SDR_2') / (GF + SDR_2')$$

ここで、 $-1 \leq SI \leq 1$ であり、SI が -1 に近いほど忌避、1 に近いほど嗜好を表わし、0 は選択採食しないことを示すことから、ギシギシを含む各植物に対する選択性を処理区間で比較した。

- (2) ギシギシの生育に伴うえぐ味成分（シュウ酸）含量の変動と山羊の採食性との関係

ギシギシ中のえぐ味成分であるシュウ酸と家畜の忌避反応との関係を明らかにするため、2011年12月から2012年1月にかけて本試験を行った。ギシギシ優占放牧地において栄養生長初期、栄養生長後期、抽苔期、出蕾期および開花期の5生育段階のギシギシを採取し、全、可溶性および不溶性シュウ酸含量をHPLCにより測定した。また、成山羊2品種各3頭を供試し、上記5生育段階のギシギシを同型同色の飼槽に入れて5分間提示し、全点自由選択法による嗜好試験を行った。

- (3) 幼齢期における子山羊への飼料刷り込みの可能性

- ① 飼料刷り込み期間中の飼料選択行動の経日変化

- i) 細切ギシギシを用いた飼料刷り込み試験

本試験は2009年4月から同年7月にかけて行われた。双子3組と1頭の計7頭の子山羊を供試し、双子の一方である3頭を対照区、残り4頭を試験区に割り当て、両区とも1ヵ月齢で人工哺乳に切り替え、市販ルーサンハイキューブと稲ワラ（以下、基礎飼料）を給与した。試験区には基礎飼料に加え、抽苔期のギシギシを給与して飼料刷り込み試験を行った。飼料刷り込み試験においては、基礎飼料を5分間提示した後、3cmの長さで細切したギシギシ生草50g/頭を20分間与え、再度、基礎飼料に戻すことを30日間毎日続けた。試験開始1、10、20および30日目に子山羊の行動をビデオカメラで録画し、飼料探索を含む採食行動を「凝視する」、「においを嗅ぐ」、「口吻で触れる」、「口に入れるが、吐き出す」および「咀嚼して嚥下する」の5つに分類し、それらを合計したものを「関心を示す」として1分間隔で観察・記録した。また、試験期間中、各個体の1日当たりのギシギシ採食量を測定した。

- ii) 立毛状態のギシギシを用いた飼料刷り込み試験

本試験は2011年5月から同年8月にかけて行われた。双子4組と三つ子1組の計11頭の子山羊を供試し、双子の一方である4頭と三つ子のうちの1頭計5頭を対照区、残り6頭を試験区として割り当てた。両区とも上記i)とほぼ同様に飼料刷り込み試験を1日おきに30日間行ったが、ギシギシ生草の提示

方法については 0.3L 容ポットで栽培した立毛状態のもの（栄養成長期）を用いて行った。また、子山羊の採食行動およびギンギン採食量についても上記 i) と同様に調査した。

② 飼料刷り込みがその後（7 ヶ月齢）の飼料選択行動に及ぼす影響

上記①の i) および ii) で供試した子山羊が 7 ヶ月齢になった時（飼料刷り込み試験終了後 5 ヶ月目）、基礎飼料と細切した栄養成長期のギンギン生草を同型同色の飼槽に入れて 5 分間提示し、2 点自由選択法による嗜好試験を各個体につき 3 日間反復して行った（試験 i) : 2009 年 10~12 月、試験 ii) : 2011 年 10 月~2012 年 1 月）。嗜好試験で得られたギンギンの採食比率を飼料間および処理区間で比較した。なお、ii) については都合により山羊 1 組の試験を行わなかったため、供試頭数は対照区 4 頭および試験区 5 頭であった。

③ 飼料刷り込みがその後（7 ヶ月齢）の放牧地での選択採食に及ぼす影響

上記②の嗜好試験が終了した 1 週間後、①の i) については野草とギンギンが混在する放牧地、ii) については牧草とギンギンが混在する放牧地のそれぞれ一部（1a）をネット式電気牧柵で囲い、前者は 2009 年 10~12 月、後者は 2011 年 11~12 月に放牧試験を行った。放牧試験においては、上記(1)と同様に SDR² および GF を調査し、それらの値から SI を求め、ギンギンに対する選択性を処理区間で比較した。なお、GF については、放牧山羊の採食行動をビデオカメラで日中 5 時間録画し、全採食植物の噛み数に占めるギンギンの噛み数の割合として算出した。また、ii) については都合により山羊 1 組の試験を行わなかったため、供試頭数は対照区 3 頭および試験区 4 頭であった。

4. 研究成果

(1) ギンギン優占草地における牛および山羊の採食行動の比較

牛および山羊いずれもイタリアンライグラスを多く採食する一方で、ギンギンを忌避することが認められたものの、忌避の程度は牛よりも山羊で小さいことが明らかとなった（表 1）。

表 1. 放牧地における牛および山羊のギンギン選択性 (SI)

調査日	区 分	
	牛区 (n=3)	山羊区 (n=6)
2009/5/2	-1.0 ^a	-0.35±0.28 ^b
5/26	-0.96±0.06 ^c	-0.43±0.40 ^d

a,b 同一行内異肩文字間に有意差 (P<0.05)

c,d 同一行内異肩文字間に有意差 (P<0.1)

(2) ギンギンの生育に伴うえぐ味成分（シュウ酸）含量の変動と山羊の採食性との関係

ギンギン中の全および可溶性シュウ酸含量はいずれも生育段階によって変動し、開花期で最も高かったものの、不溶性シュウ酸含量に大きな変動は認められなかった。山羊の品種が異なっても各個体のギンギンに対する嗜好順位は調査日間で一致しなかったことから、嗜好性は生育段階によって影響を受けず、シュウ酸含量の変動と山羊の採食性との間に関連性はないものと考えられた。

(3) 幼齢期における子山羊への飼料刷り込みの可能性

① 飼料刷り込み期間中の飼料選択行動の経日変化

i) 細切ギンギンを用いた飼料刷り込み

試験期間中の採食行動のうち、「凝視する」、「においを嗅ぐ」および「口に入れるが、吐き出す」に個体差と経日変化は認められず、「口吻で触れる」、「咀嚼して嚥下する」および「関心を示す」に有意な個体差が認められた (P<0.05) もの、経日変化はみられなかった。したがって、視覚的、嗅覚的、触覚的あるいは味覚的認知と刷り込みとの関係は明らかに出来なかった。飼料刷り込み試験を行った試験区 4 頭のうち、2 頭は 24 日以降にギンギンを完食した（図 1）。

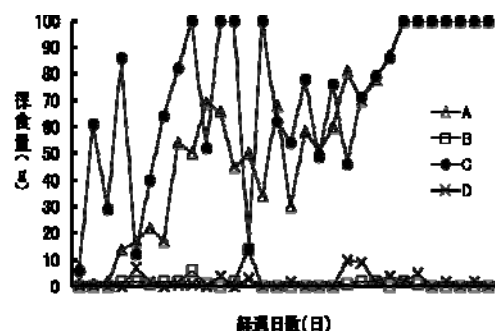


図 1. 細切ギンギンを用いた飼料刷り込み試験におけるギンギン採食量の推移
A~D は子山羊の個体記号を示す。

ii) 立毛状態のギンギンを用いた飼料刷り込み

採食行動のうち、「凝視する」が経日的に減少する傾向が認められた以外、他の採食行動に顕著な個体差と経日変化は認められなかった。上記 i) と同様、視覚的、嗅覚的、触覚的あるいは味覚的認知のいずれが飼料刷り込みに関与するののかについては不明であった。飼料刷り込み試験を行った試験区 6 頭のうち、1 頭がまったく採食せず、3 頭については試験期間後半に採食がみられたものの、全体としてギンギン採食量の顕著な増加は認められなかった（図 2）。

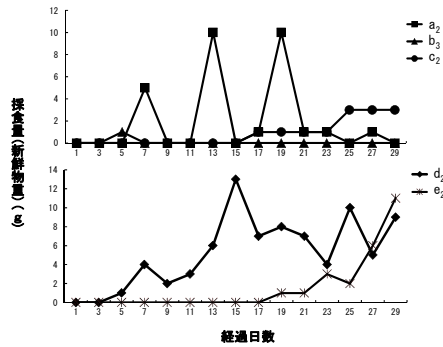


図 2. 立毛状態のギシギシを用いた飼料刷り込み試験におけるギシギシ採食量の推移
a₂~e₂は子山羊の個体記号を示す。

② 飼料刷り込みがその後(7ヵ月齢)の飼料選択行動に及ぼす影響

i) 細切ギシギシを用いた飼料刷り込みがその後の飼料嗜好性に及ぼす影響

基礎飼料とギシギシとの間で採食比率に有意差は認められず、ギシギシの採食比率についても処理区間で有意差がみられなかった(表 2)。このことから、飼料刷り込みの効果は成長後の嗜好試験の結果に反映しなかったものと考えられた。

表 2. 子山羊への飼料(細切ギシギシ)刷り込みがその後の飼料選択性に及ぼす影響

飼料	区分	
	対照区(n=3)	試験区(n=4)
基礎飼料 ¹⁾	62.3±32.8	68.1±35.9
ギシギシ	37.7±29.4	31.9±33.3

¹⁾市販ルーサンハイキューブおよび稲ワラ

ii) 立毛状態のギシギシを用いた飼料刷り込みがその後の飼料嗜好性に及ぼす影響

基礎飼料と比べギシギシの採食比率が有意に低かった(P<0.01)(表 3)。しかし、ギシギシの採食比率については処理区間で有

表 3. 子山羊への飼料(立毛ギシギシ)刷り込みがその後の飼料選択性に及ぼす影響

飼料	区分	
	対照区(n=4)	試験区(n=5)
基礎飼料 ¹⁾	78.6±11.3 ^a	81.7±14.3 ^a
ギシギシ	21.4±11.3 ^b	18.3±14.3 ^b

¹⁾表 2 参照

a, b 同一処理区内異肩文字間に有意差(P<0.01)

意差がみられなかった。したがって、上記 i)と同様、飼料刷り込みの効果は嗜好試験の結果に反映しなかったものと考えられた。

③ 飼料刷り込みがその後(7ヵ月齢)の放牧地での選択採食に及ぼす影響

i) 細切ギシギシを用いた飼料刷り込みがその後の放牧時におけるギシギシ選択性に及ぼす影響

ギシギシに対する GF および SI とも有意な区間差は認められず、SI は両区ともに負の値であり、山羊はギシギシを忌避したことが示された(表 4)。したがって、飼料刷り込み時に細切したギシギシを給与してもその後の放牧地でのギシギシ選択に影響を及ぼさないことが明らかとなった。

表 4. 子山羊への飼料(細切ギシギシ)刷り込みがその後の放牧時におけるギシギシ選択性に及ぼす影響

項目	区分	
	対照区(n=3)	試験区(n=4)
GF(%) ¹⁾	7.3±0.7	7.9±7.7
SI ²⁾	-0.32±0.05*	-0.34±0.38

¹⁾採食植物頻度

²⁾Ivlev の選択性指数

*0 (非選択) との間有意差 (P<0.01)

ii) 立毛状態のギシギシを用いた刷り込みがその後の放牧時におけるギシギシ選択性に及ぼす影響

ギシギシに対する GF および SI とも有意な区間差は認められず、SI は両区ともに負の値であり、山羊はギシギシを忌避したことが示唆された(表 5)。したがって、飼料刷り込み時に立毛状態のギシギシを給与してもその後の放牧地でのギシギシ選択に影響を及ぼさないことが明らかとなった。

表 5. 子山羊への飼料(立毛ギシギシ)刷り込みがその後の放牧時におけるギシギシ選択性に及ぼす影響

項目	区分	
	対照区(n=3)	試験区(n=4)
GF(%) ¹⁾	3.6±1.2	7.1±3.7
SI ²⁾	-0.54±0.06	-0.31±0.33

^{1, 2)}表 4 参照

以上より、1ヵ月齢の子山羊に細切ギシギシを1ヵ月間給与した結果、ギシギシ採食量の経日変化に個体差が認められた。また、刷り込み試験後5ヵ月目の放牧試験においてギシギシに対する選択採食が認められず、立毛のギシギシを与えた場合でも刷り込みの影

響はみられなかったことから、飼料刷り込みによる雑草抑圧は困難と考えられた。

なお、③の ii)については子山羊の出産が遅れたため、放牧試験の実施時期が晩秋から冬季となってしまう、試験地の草量が不足気味となり、このことが放牧山羊の採食行動に何らかの影響を与えた可能性は否定出来ない。したがって、今後、通常の放牧条件（春季～秋季）において放牧試験が実施出来るように子山羊の刷り込み試験の実施時期を繰り上げることを検討する必要がある、そのことで草量が十分な試験地における山羊の採食行動を観察することが可能となり、刷り込み効果がより明確になるものと予想される。

【参考文献】

Andrew, M.H. (1986) Selection of plant species by cattle grazing native monsoon tallgrass pasture at Katherine, N.T. Tropical Grassland, 20:120-127

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計4件)

- ① 主税裕樹、石川晴海、長谷川瑞穂、花田信太郎、大島一郎、高山耕二、中西良孝、山羊に対する標的飼料（強害雑草エゾノギシギシ）刷り込み方法の違いが飼料選択行動に及ぼす影響、第13回日本山羊研究会、2012年3月27日、名古屋大学東山キャンパス（名古屋市）
- ② 主税裕樹、長谷川瑞穂、花田信太郎、大島一郎、高山耕二、中西良孝、山羊による草地強害雑草エゾノギシギシの嗜好性、日本畜産学会第114回大会、2011年8月26日、北里大学獣医学部十和田キャンパス（十和田市）
- ③ 中西良孝、有機畜産の現状と課題：地域資源を利用した有機畜産の可能性、第10回日本有機農業学会大会、2009年12月12日、鹿児島大学（鹿児島市）
- ④ 花田信太郎、高山耕二、中西良孝、木山孝茂、廣瀬潤、強害雑草（エゾノギシギシ）優占放牧地における牛および山羊の採食行動の比較、第2回日本暖地畜産学会長崎大会、2009年10月24日、長崎大学文教キャンパス（長崎市）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中西 良孝 (NAKANISHI YOSHITAKA)

鹿児島大学・農学部・教授

研究者番号：30198147

(2) 研究分担者

高山 耕二 (TAKAYAMA KOJI)

鹿児島大学・農学部・准教授

研究者番号：50381190

大島 一郎 (OSHIMA ICHIRO)

鹿児島大学・農学部・助教

研究者番号：60465466