

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月12日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00598

研究課題名(和文) 放牧ヤギを誘引する休息台の開発とそれによる汚染放牧地でのセシウム集中化

研究課題名(英文) Development of a tiered resting shed to attract grazing goats and convenient accumulation of cesium on contaminated pastureland by using the resting shed

研究代表者

安江 健 (Yasue, Takeshi)

茨城大学・農学部・教授

研究者番号：10270852

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：反芻家畜に摂取された植物中の放射性セシウム(以下Csと略)の大半が排泄物中に排出されることから、放牧ヤギの排泄場所を誘引することでCsの特定場所への集積を促進し、放牧地の簡易な除染技術に役立てることを目標とした。

雄と雌とで異なる階層を使い分け可能な30～35°のスロープ斜度を持つ階層型休息舎を放牧地に設置することで放牧ヤギの空間分布の制御(誘引)は可能であり、それによってCsの簡易な集積が可能であることが示された。またこれらCsの集積効率を高めるためには、誘引のための階層型休息舎を斜面下部に設置すること、ならびに去勢雄を含む雌雄混成群を活用することが必要であることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

家畜の放牧が放牧地内でのCsの水平的移動に及ぼす影響に関しては、チェルノブイリ原発事故時においてもほとんど調べられておらず、その知見をCsの集積化にまで応用する研究は皆無である。一方で、本研究ではヤギが休息時に高頻度で利用する休息台の最適設計を検討するが、これらの設計はルーズハウジング型ヤギ舎など、狭い畜舎内での3次元的空間利用による飼育可能頭数の向上や、飼育環境のエンリッチメント化といった家畜福祉上有意義な飼育方法の改善にも情報を提供することができる。

研究成果の概要(英文)： Since most of the radioactive cesium(referred to as Cs) in the plants ingested by ruminant livestock is excreted in their feces and urine, it promotes the accumulation of Cs in specific places by attracting the excretory site of grazing goats. The goal of this study was to make use of simple decontamination techniques for pastureland.

It is possible to control (attract) the spatial distribution of grazing goats by building a tiered resting shed with a slope of 30～35°, which can use different tiers for males and females. Therefore, it has been shown that simple and easy accumulation of Cs is possible by building a tiered resting shed on the pasture. In order to increase the accumulation efficiency of Cs, it is necessary to build a tiered resting shed at the lower part of the slope, and to utilize a male-female mixed group including castrated males.

研究分野：畜産学・応用動物行動学

キーワード：放牧ヤギ 休息時空間分布 排泄行動 セシウム簡易除染技術 階層型休息舎 休息台の高さとスロープ斜度 耕作放棄地

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

本研究を申請した2015年は東日本大震災による原発事故から4年が経過しており、2012年には472Bq/kg風乾物であった放牧地草中のセシウム（以下Csと略）濃度も、4月時点で50.7Bq/kg風乾物と1/9以下にまで低下していた。いわゆるファイトレメデイエーションの効率は植物が根から吸い上げるCs量に依存することから、植物中のCs濃度の低下を補うためには、排泄場所を固定しない習性をもつ草食動物の排泄場所を、高所での休息を好むというヤギの習性を最大限活用してどこまで制御しうるかが本研究の鍵であった。

2. 研究の目的

反芻家畜に餌として摂取された植物中の放射性Csの大半が排泄物中に排出されるメカニズムを利用し、放牧ヤギの排泄場所を誘引することでCsの特定場所への集積を促進し、放牧地の簡易な除染技術に役立てることを最終目的とする。そのために、放牧地でのヤギの休息場所を誘引し得る最適な「休息舎」を設計し、その休息舎を放牧地内に設置した場合にヤギの空間分布をどの程度誘引でき、その結果、排泄物を介してのセシウムの集中化がどこまで可能かを検証することを目的とする。

3. 研究の方法

初年度において、まずは（1）ヤギが高頻度で利用する休息台の高さとスロープの傾斜について検討した。ザーネン種ヤギ19頭（雌12+去勢雄7頭、0.4~6.9歳）を供試し、自作した可動式休息台（図1）の高さとそこへのスロープ斜度を60cm・10°~305cm・75°まで、斜度で5°間隔で計14水準を設けた。6時間の給餌制限後に濃厚飼料を用いて休息台上に誘導し、昇降自体の可否を個体毎に判定した。1日当たり1水準を全頭に実施し、翌日以降には群が休息している時間帯に、ビデオカメラを用いて群での自発的休息台の利用を観察した。休息台の自発的利用時間割合（%）を、1頭以上が台上で休息している時間÷全休息時間×100として算出した。試験は上記の計14水準を1サイクルとし、7~12月にかけて3サイクル反復し、各反復開始時に体重と体格（体長、体高、十字部高、胸深、腰幅、寛幅、前胸幅）値を測定した。各個体の最大昇降可能斜度と体重、体格値の間の相関を、ピアソンの単相関および2次関数による回帰分析により検定した。



図1 高さ変更可能な可動式休息台

次いで（1）で得られた結果から予想される「ヤギに最も好まれる高さ」とスロープ斜度を有する「階層型休息舎」を、Csに汚染された野草放牧地（図2：約1ha）に2年目に設置し、（2）休息舎設置前後のヤギの空間分布と排泄場所分布、および放牧地のCs沈着量を比較することで、その効果を判定した。従来からある避難小屋と追加した階層型休息舎の各階の利用を、それぞれに設置したセンサーカメラで各年度の放牧期間中に48~66日間観察したとともに、1頭の標識個体に装着したGPSによりヤギの空間分布を46~63

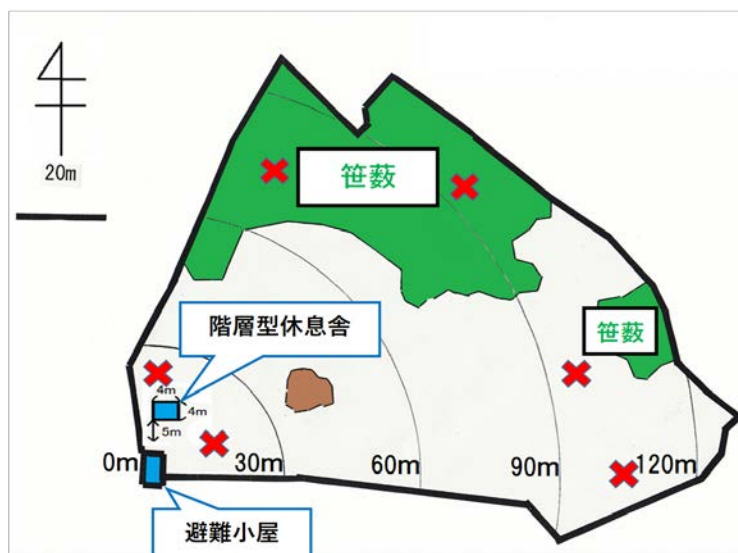


図2 試験放牧地と休息舎の配置

日間測定した。各月1回、目視による24時間観察を行い、標識個体の排泄場所を記録した。放牧開始前、放牧期間中、放牧終了後に図2の×部分で50cm四方のコドラート内全ての植生地上部と地表22cm深までの土壌をサンプリングし、植生地上部、リター層、表層（~2cm）、浅層（2~7cm）、深層（7~22cm）土壌それぞれのCs134と137の濃度をGe半導体検出器を用いて測定した。これらの濃度から、最終的には地上植生~地中22cm深までの土壌の単位面積当た

り Cs 沈着量を算出し、排泄物の集中化が予想される休息舎周辺部（30m 未満）と遠方部（小屋から 90m 以上）で比較した。

4. 研究成果

(1) ヤギが高頻度で利用する休息台の高さとスロープ斜度の検討

各個体の昇降可能な最大水準は 3 回の反復測定において 3 水準分（15° 分）以内と、雌雄ともにそれほど変動しなかった。各個体の最大昇降可能斜度は雌雄とも 20° ~ 70° の範囲であり、どちらも年齢および体の高さに関する値（十字部高）との間に有意（全て $P < 0.01$ ）な負の相関関係が存在した（図 3）。一方、得られた回帰式からは、同じ年齢や体格であっても、雌よりも雄の方が最大昇降可能水準は高いことが示唆された。つまり加齢と成長に伴う大型化によって昇降可能なスロープの傾斜は小さくなるものの、運動能力の高い雄ヤギは雌ヤギよりも同じ年齢、体格であってもより高い水準まで昇降可能であることが示された。

群での自発的休息台利用時間割合（図 4）は全体的に雌よりも雄で高く（ $P < 0.01$ ）、雌では水準が高まるにつれて減少する有意な負の直線関係（ $P < 0.01$ ）にあったのに対して、雄では 160cm・30° を最大とする有意な 2 次回帰曲線

（ $P < 0.01$ ）が得られた。つまり雌では 25° 以上の傾斜になると昇降できない個体が増加することもない急速に休息台の自発的利用が低下するが、運動能力の高い雄では 160cm・30° 付近まで利用が上昇することが明らかとなった。

以上の結果から、運動能力の高い雄ヤギが好んで利用する休息台の高さとスロープ斜度は雌ヤギとは異なり、より高い水準である可能性が示唆された。雌雄混成群では通常、大型の去勢雄が群内で優位となることから、スロープの傾斜を 30~35° と雄が好む水準とすることで、雌雄による各階の使い分けが可能な 2 階建て休息舎が作成可能と考えられた。

(2) ヤギが好む高さとスロープ斜度を有する階層型休息舎の設置が放牧ヤギ群の空間分布と Cs の集中化に及ぼす影響

上記初年度の研究成果（1）に基づき、2 階へのスロープ斜度が 30~35° の 2 階建て休息舎（図 5）を従来の避難小屋脇（図 2）に研究 2 年目に新設した。なお 2 年目はこの休息舎の新設に手間取ったため、放牧開始が 6 月 7 日と例年より 1 ヶ月近く遅れたことに加え、9 頭の放牧ヤギ群のうち去勢雄は 1 歳齢の若雄 1 頭のみであった。一方で翌 3 年目の試験では、放牧は例年通り 5 月 7 日に開始できたことに加えて、10 頭の放牧ヤギ群には 2 歳齢以上の成体の去勢雄 2 頭が含まれていた。

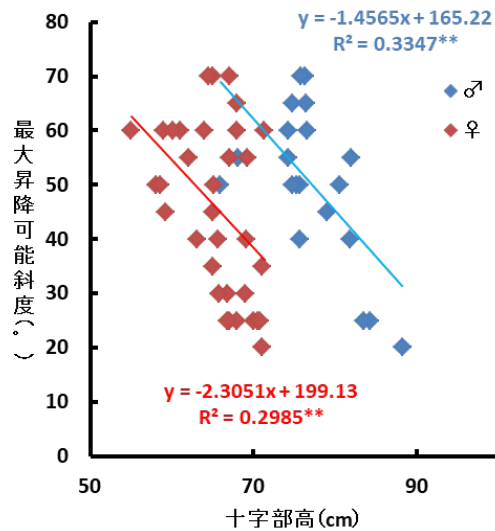


図 3 十字部高と昇降可能な最大スロープ斜度の関係

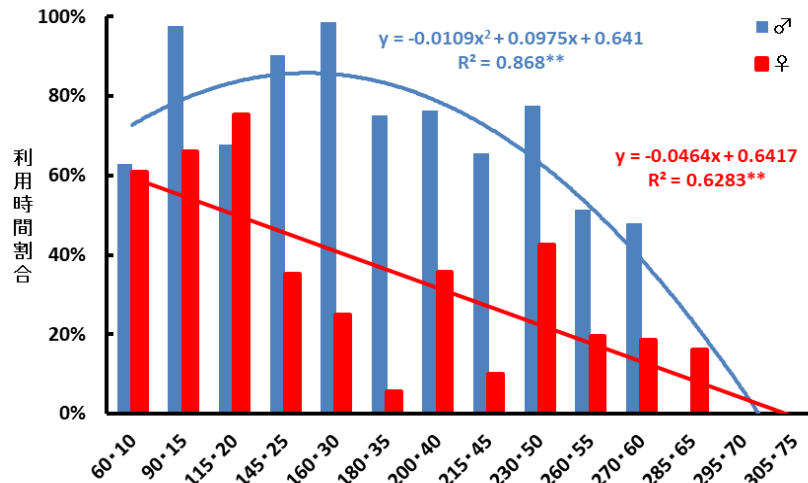


図 4 各水準（cm・°）時における群での自発的利用時間割合の推移



図 5 新設した階層型休息舎

① 放牧ヤギ群による階層型休息舎の利用

センサーカメラによりそれぞれ 48,66 日間観察した階層型休息舎各階および避難小屋の群による利用時間を図 6 に示した。両年度ともに群による階層型休息舎の利用は高く、雨天時を除いて常に 1、2 階の利用時間は従来からの避難小屋よりも長かった (両年とも $P < 0.01$)。また、全ての観察日において階層型休息舎を全く利用しなかった日はいずれの年度でも存在しなかった。

設置初年度の 7/15~9/8 は牧区内の笹藪に潜り込んでの夜間休息を繰り返したため、休息舎の利用時間が他の時期よりも短くなった。当放牧地では 15 年以上前から放牧ヤギの行動観察を毎年実施しているが、このような夜間の笹藪内休息は初めてのことであった。また当該年度の供試ヤギ群は雌主体であり、去勢雄は 1 歳の若齢去勢雄 1 頭のみであった。当該期間中の夜間には、階層型休息舎の 1 階部分にタヌキが侵入している様子が数回観察されたことから、雌主体であった当該年度のヤギ群では、野生動物に対する警戒心の高さからそれまでと異なって笹藪内で夜間休息するようになり、その結果、階層型休息舎の利用が低下したものと推察された。

翌年度は成体の去勢雄 2 頭を含む雌雄混成群で同様に放牧試験を実施した。その結果、同様にタヌキの侵入は確認されたものの、夜間の笹藪内休息はほとんど観察されず、この時期 (7/1~9/12) の階層型休息舎の群での利用時間は昨年度に比べて有意 ($P < 0.01$) に上昇した。その結果、放牧期間全体での平均利用時間には有意差はなかったものの、設置翌年は休息舎の利用時間は安定的に高く推移することとなった。

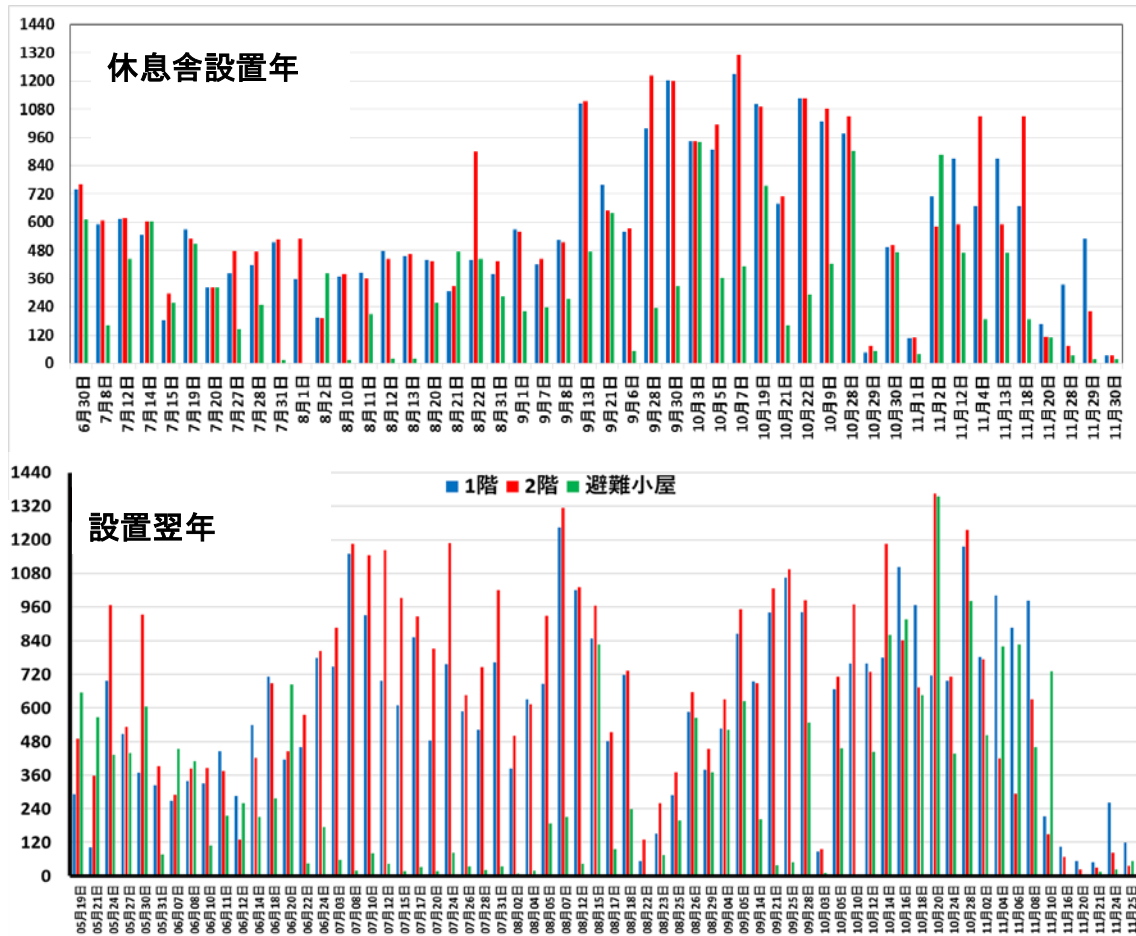


図 6 ヤギ群による階層型休息舎の各階と従来からの避難小屋の利用時間 (分)

② 階層型休息舎の設置による放牧ヤギの空間分布と糞尿分布の変化

避難小屋や階層型休息舎周辺 (30m未満の場所) における放牧ヤギの滞在時間割合、排糞と排尿の回数割合の結果を表 1 に示す。GPS で各月 5~10 日間測定した平均の滞在時間割合では、階層型休息舎を設置することで放牧ヤギを誘引することが可能であり、特に雌雄混成群を供試した設置翌年には休息舎周辺に有意 ($P < 0.01$) に高く誘引することが可能であった。一方で排糞、排尿の回数割合はこれらヤギの空間分布とは一致せず、休息舎の設置によって変化しない (排尿)、もしくは逆に低下する (排糞) 結果となった。排泄行動の観察については各月 1 回の肉眼観察時の結果に頼らざるを得なかったことから観察日による変動が大きく、しかも観察者の存在による影響が大きかったものと推察された。当地における過去の放牧ヤギや海外での放牧牛の研究において、草食家畜の糞尿分布がその場所での滞在時間に比例することは良く知られていることから、本研究においても糞尿分布は実際には滞在時間割合の増加に応じて小屋周辺で高まったものと考えられた。

表1 休息舎周辺部でのヤギの滞在時間割合と排泄回数割合の変化

	避難小屋から 30m未満の場所における		
	滞在時間割合 (%)	排糞回数割合 (%)	排尿回数割合 (%)
休息舎設置前年 (平成 28 年度)	44.5 ^A	73.8 ^a	70.2
設置年 (平成 29 年度)	47.7 ^A	46.7 ^b	49.1
設置翌年 (平成 30 年度)	60.1 ^B	48.2 ^b	56.4

AB:P<0.01, ab:P<0.05 (月毎の値を対としたウィルコクソン検定)

③ 放牧地の総 Cs 沈着量の推移

放牧地の総 Cs 沈着量の推移を図7に示した。階層型休息舎を設置する以前から、当放牧地ではヤギは面積でわずか1割にしか過ぎない小屋周辺部で5割近くの時間を費やしており(表1)、排泄物の多くが小屋周辺部に集積していることが予想された。しかし小屋周辺部のCs沈着量は休息舎の設置前年、および設置年のどちらも放牧期間中を通して大きく減少し、逆に食草時に短時間しか滞在しない小屋遠方部(90m以遠)でわずかながら増加する傾向にあった。当放牧地はほとんど平坦であるが、休息舎のある牧区西側から東側に向けてわずかに下っていた(傾斜1%未満)ことから、排泄物によって小屋周辺部に集積した分よりも多くのCsが雨水の表面流去によって小屋遠方に流された可能性が示唆された。一方で、雌雄混成群によって階層型休息舎の利用が高く(図6)、小屋周辺部での滞在時間割合も有意(P<0.01)に高まった(表1)設置翌年には、Cs沈着量は小屋遠方で減少し、小屋周辺部では逆に17kBq/m²ほど一放牧期間で高まった。つまり雌雄混成群による2階建て休息舎の高頻度利用により休息舎周辺の滞在時間割合が6割を超える位にまで高まると、雨水により流去する分以上のCsが集積するものと推察された。

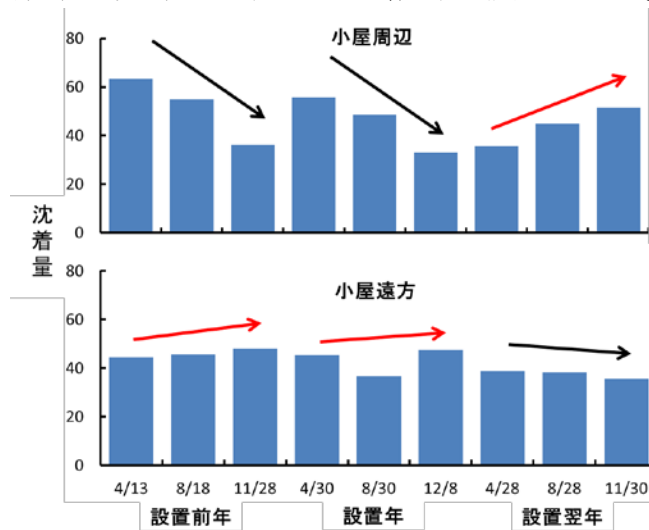


図7 植生地上部～地表 22cm 深までの土壤中における総 Cs 沈着量 (kBq/m²) の推移

(3) 本研究のまとめ

以上の結果から、雄と雌とで異なる階層を使い分け可能な 30~35° のスロープを持つ階層型休息舎を放牧地に設置することで放牧ヤギの空間分布の制御(誘引)が可能であり、それによって排泄物の集中化を図ることでCsの簡易な集積が可能であることが示された。またこれらCsの集積効率を高めるためには、誘引のための階層型休息舎を斜面下部に設置すること、ならびに去勢雄を含む雌雄混成群を活用することが必要であることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計1件)

安江健・斎藤悠太・若井誠幸, 「休息舎の高さとスロープの斜度がヤギの休息利用に及ぼす影響」. 日本家畜管理学会・応用動物行動学会 2017年度春季研究発表会(神戸大学:神戸市). *Animal Behaviour and Management*, 53:24. 2017.

6. 研究組織

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。