

多数の水場が存在する林間放牧地における放牧牛の行動圏の経時変化

出口善隆^{1,2*}・大和千春¹・大竹崇寛³・千田広幸¹・佐々木 修⁴・佐々木修一⁴
桃田優子⁴・田尻和之⁴・高橋雅人⁴・平田統一⁴

¹ 岩手大学農学部, 岩手県盛岡市 〒 020-8550

² 岩手大学次世代アグリイノベーション研究センター, 岩手県盛岡市 〒 020-8550

³ 岩手大学大学院連合農学研究所, 岩手県盛岡市 〒 020-08550

⁴ 岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター御明神牧場, 岩手県雫石町 〒 020-0581

令和5年7月21日受付、令和5年2月22日受理

要 約

林間放牧では放牧面積が広く、地形も複雑な場合が多いため、放牧牛の動きを予測することが重要である。本研究では多数の水場が存在する林間放牧地における放牧牛の行動圏の経時変化を明らかにすることを目的とした。岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター御明神演習林に設けた林間放牧地（針広混交林、約7 ha）に2020年5～9月に3期間で放牧を行なった。放牧地は広範囲に小川が流れ、湿地が広がっていた。放牧牛には附属御明神牧場で飼育されていた黒毛和種繁殖雌牛5頭（4～8歳）を用いた。放牧牛にGPS首輪を装着し、10分間隔で位置を記録した。固定カーネル法により存在確率90%、50%および25%行動圏を推定した。時間帯を昼間と夜間に分割し、さらに放牧期間を5日間毎に分割した。また90%行動圏について放牧期間、個体、昼夜の別を変動要因として最小二乗分散分析を行なった。その結果、90%行動圏において有意（ $P < 0.001$ ）な放牧期間間の変動が認められた。また行動圏の分布から、多数の水場が存在する放牧地における牛の行動圏は、夜間の行動圏が昼間の行動圏に依存せず、休息場所の選択には採食場所までの距離が関係している可能性が示唆された。

キーワード：黒毛和種、固定カーネル法、GPS、繁殖牛、放牧期間。

東北畜産学会報 72(3) : 14 ~ 20 2023

緒 言

育林の省力化と低コストの肉牛生産を結合させた林間放牧が見直されている（安江 2000）。しかし、林間放牧には課題点が多く、その1つに、放牧面積が広く地形も複雑な場合が多い山地傾斜地の牧区では牛群の見回りや疾病牛の収容、治療などの日常管理の省力化が困難な点が挙げられる（安江ら 1993）。そのため、放牧牛の

群の動きを予測し、制御する試みが従来よりなされてきた。放牧牛の行動は標高差や斜面の方角などの地形的要因や、風や気温などの環境的要因などの影響を受けると報告（安江ら 1997）されている。特に休息場所について、昼間は風通しの良い高台、夜間は斜面凹部を選択したとの報告（大野と田中 1965）と、夜間の休息場所は、7・8月は気温が低く風通しのよい平坦部を、9・10月は風が当たらず、気温の高い斜面上部を選択したとの報告（近藤ら 1977）もある。また、Willms（1990）は水場を設置し、水場が牛の行動に与える影響を少なくした場合、牛群は斜面上部に、夜間は斜面下部に分布したことを報告した。一方、安江ら（1993）の報告によると、水場が斜面下部に設置されている場合、昼間気温の高い時

* 連絡者：出口善隆（でぐち よしたか）
（岩手大学農学部）
〒 020-8550 岩手県盛岡市上田 3-18-8
TEL : 019-621-6194
E-mail: deguchi@iwate-u.ac.jp

間帯には主に水場が設置されている標高の低い斜面を利用し、飲水に対する欲求の弱まる夜間には気温条件による選択で標高の高い地域を利用した。また、牛群の昼間の休息場所として、夏季放牧期には風通しの良い場所を利用することが知られており、安江ら（1993）の研究では牛群の昼間の休息場所は、常に風通しのいい南向きの斜面と、水場・塩場の存在する平坦部に偏った。牛群の日常管理面から、特に昼間の休息場所の予測・制御を考える場合、水場の設置がない場合や、地形が異なる牧区での休息場所の変化について検討する必要がある。

林間放牧における放牧牛の行動圏について、Coryら（2003）は、昼間の行動圏に比べ、夜間の行動圏が有意に狭くなり、水飲み場の位置が放牧牛の行動圏に影響を与えることを示唆している。杉本ら（2005）の報告では、放牧地に黒毛和種繁殖牛2頭を放牧した際、Coryら（2003）と同様に昼間に比べ夜間の行動圏が狭くなったこと、水飲み場の位置によって行動圏が移動することが指摘されている。本研究では、牛群の行動圏を予測するために、多数の水場が存在する林間放牧地における放牧牛の行動圏の経時変化を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研

究センター御明神演習林の17林班に設けた林間放牧地を調査地とした。御明神総合施設前（標高240m）における気象観測値は年平均気温9.5℃、年降水量1940mmである（岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター 2016）。17林班はコナラ（*Quercus serrata*）、ミズナラ（*Quercus crispula*）を主要樹林としたアカマツ（*Pinus densiflora*）を含む針広混交林であった（岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター 2016）。

放牧地概要を図1に示した。放牧地の面積は約7haであった。放牧地の北側には採草場があり、東、西、南側はすべて林地に接していた。放牧地は広範囲に小川が流れていた。北側から東側にかけて湿地が広がり、ツゲ（*Buxus microphylla*）などが多く存在した。中心部にはクマイザサ（*Sasa senanensis*）が分布していた。放牧地は2段の電気柵で囲われ、放牧地北西部の角にゲートが設置された。また、放牧地は南西側に行くにつれ、標高が高くなった。

放牧地では、2020年5月25日から6月12日まで（19日間）、7月15日から8月3日まで（20日間）、9月7日から9月28日まで（22日間）の3期間で放牧を行った。放牧牛には岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター御明神牧場で飼育されている黒毛和種繁殖雌牛5頭（4歳1頭、6歳1頭、7歳2頭、8歳1頭）を用いた。放牧牛には、ロガー式GPS（i-gotU、

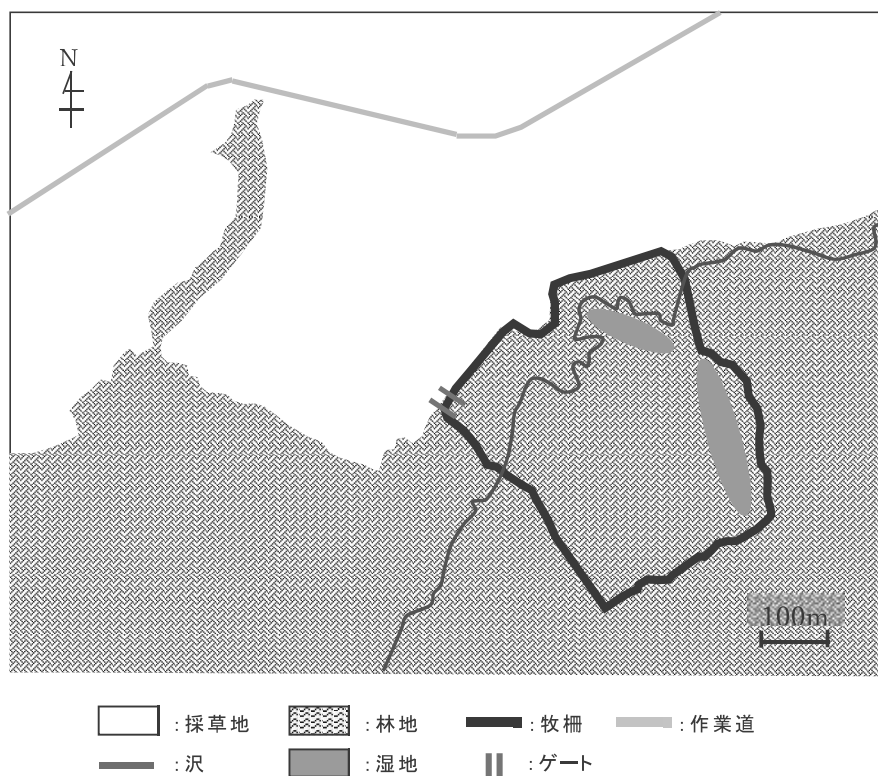


図1. 放牧地の概要

Mobile Action Technology 社製、GT-600) を首輪に装着し、10 分間隔で個体ごとの位置情報を記録した。得られた位置データから、行動圏の推定を行った。行動圏の推定において最も広く使われている方法は最外郭法(尾崎と工藤 2002) であるが、未利用地域を多く含む可能性があるため、本研究では比較的推定誤差が少ないとされる固定カーネル法(尾崎と工藤 2002) を用いた。

統計解析ソフトウェア R ver4.0.3 (R Development Core Team 2020) およびパッケージ AdehabitatHR を用いた固定カーネル法による行動圏の推定を行った。バンド幅 h の設定は "href" とし、以下の数式で算出した。

$$h = n^{-(1/6)} * \sigma$$

$$\sigma = (sd(x) + sd(y)) * 0.5$$

$sd(x)$ と $sd(y)$ はそれぞれ測位データの緯度経度の標準偏差を示す。杉本ら (2005) に従い、存在確率 90%、50% および 25% 行動圏を推定した。その際、牧柵外に推定された行動圏は除外した。放牧牛の GPS 首輪の不具合により、放牧 1 回目は記録できた位置データの数が少なかったため、固定カーネル法による個体ごとの行動圏推定は行えなかった。放牧牛の管理作業時の直接観察より、放牧牛は 5 頭一緒に移動していた。そのため放牧 2 回目および 3 回目に位置データを取り続けることのできた放牧牛 2 個体について行動圏推定を行った。その際、データを昼間(日の出から日の入りまで)と夜間(日の入りから日の出まで)に分割し、さらに、放牧期間を 5 日間ごとに 8 つのタームに分けた。放牧 2 回目の 7 月 15 日から 19 日までをターム 1、7 月 20 日から 24 日までをターム 2、7 月 25 日から 29 日までをターム 3、7 月 30 日から 8 月 3 日までをターム 4 とした。放牧 3 回目の 9 月 7 日から 11 日までをターム 5、9 月 12 日から 16 日までをターム 6、9 月 17 日から 21 日までをターム 7、9 月 22 日から 26 日までをターム 8 とした。タームごとに昼夜別の行動圏の推定を行った。また、90% 行動圏の面積について、放牧期間(ターム)、個体、昼夜の別を変動要因として最小二乗分散分析を行った。

結 果

放牧 2 回目と放牧 3 回目の 90% 行動圏の面積における最小二乗分散分析の結果を表 1 に示した。放牧 2 回目および 3 回目のいずれにおいても放牧期間間に 0.001% 水準で有意な差があった。個体間と昼夜間に有意な差はなかった。

放牧 2 回目(ターム 1~ターム 4) に推定された昼間および夜間の行動圏を図 2 に示した。行動圏の推定に用いた放牧牛 2 頭の傾向は同様であったため、2 頭のう

ち 1 頭の行動圏のみ示した。ターム 1 からターム 4 では昼夜共に北西角のゲート付近に 25% 行動圏が集中した。夜間では、ターム 1 とターム 2 で放牧地中心部にも 25% 行動圏が分布した。昼間の行動圏は入牧当初に北側および中心部を利用し、放牧後半になるにしたがって放牧地の南側に分布が広がった。放牧 3 回目(ターム 5~ターム 8) に推定された昼間および夜間の行動圏を図 3 に示した。昼間の行動圏はゲートに近い北西部から、放牧後半になるにしたがって南側にも行動圏が広がり、最終的には中心部を避けるよう行動圏が分布した。夜間は、北西部から南東部に分布を広げていき、ターム 8 では同様に中心部を避けるよう行動圏が分布した。

考 察

放牧 2 回目および 3 回目の 90% 行動圏について有意な放牧期間間の変動が認められた。これは、杉本ら (2005) の報告と同様に、入牧当初と比べ放牧後半になるにしたがって林間放牧地に慣れることにより行動圏を拡大したためだと考えられる。しかし、林間放牧地北側の餌資源の現存量が減少したことにより、比較的餌資源の現存量が多かった南側に行動圏を広げた可能性も否定できない。

Cory ら (2003) は放牧牛の採食行動のピークは朝、昼間および夕方に見られ、夜間は休息場所にとどまることを指摘している。また、杉本ら (2005) は、放牧牛は昼間に休息場所として選択した場所に、夜間も滞在する傾向にあったことを指摘した。一方、本研究では夜間の行動圏は昼間の 25% 行動圏および 50% 行動圏に留まらず、広く分布していた。これは、本研究の放牧地に小川や湿地帯が広く存在していたためと考えられる。Cory ら (2003) や杉本ら (2005) は、水場が放牧牛の休息場所選択に影響を与えることを指摘している。したがって、本研究の放牧地のような水場が限定されない放牧地では、夜間の行動圏は昼間に選択した休息場所に依存しないと考えられる。

放牧 2 回目の昼間の 90% 行動圏は、入牧当初はゲート周辺にあるが、少しずつ放牧地の中心部に拡大した。

表 1. 放牧 2 回目および 3 回目における 90% 行動圏に対する最小二乗分散分析の結果

	変動要因	自由度	平均平方	確率
放牧 2 回目	放牧期間	3	524485115	P<0.001
	個体	1	1650677	N. S.
	昼夜の別	1	3958732	N. S.
放牧 3 回目	放牧期間	3	2489388855	P<0.001
	個体	1	60076087	N. S.
	昼夜の別	1	64968976	N. S.

一方で、25%行動圏は、ゲート付近から動かなかった。25%行動圏は、同じ場所に長時間滞在する休息場所を反映していると考えられることから、休息場所はゲート付近に固定され、採食場所のみ移動していたと考えられる。杉本ら（2005）や、Howeryら（1996）の報告では、ウシは採食場所の選択の1つとして高地での採食を好む傾向にある。本放牧地は南西側に向かうにつれ標高が高く

なることから採食場所が南側に広がり、行動圏も広がったと考えられる。

放牧3回目のターム5からの90%行動圏は、放牧2回目目比べより南東側に移動し、ターム8では中心部に分布しなかった。また、25%行動圏はゲート付近から、ゲートの南側と南東部に移動した。これは、放牧2回目から連続して主にササ類の採食場所として使用していた

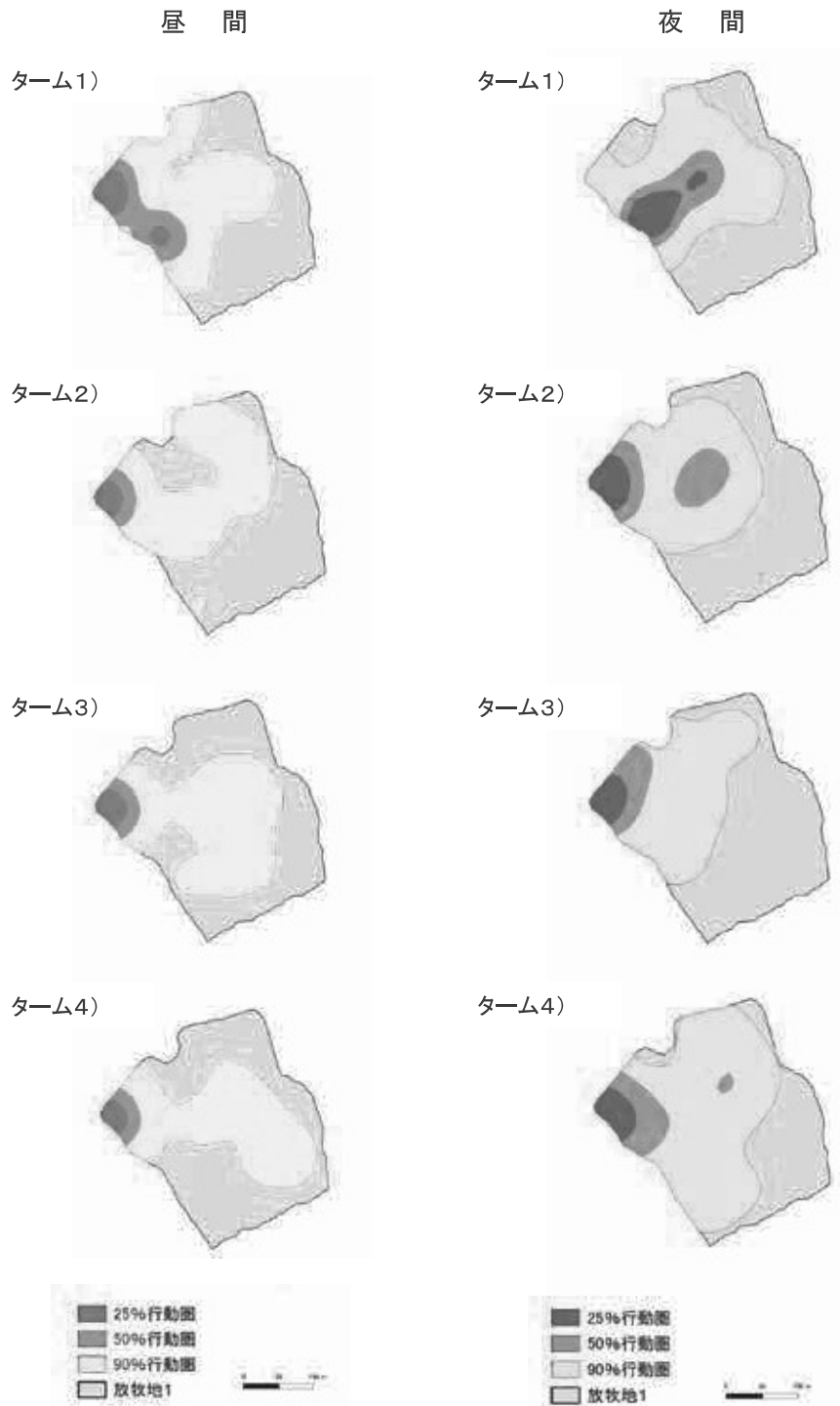


図2. 放牧2回目における放牧牛の昼間および夜間の行動圏

中心部の利用を減らし、未利用で、より餌資源のある南東部に採食場所を移動し、ササ類および落葉広葉樹を採食したためと考えられる。これは、放牧林地に慣れることにより採食可能植物が多い場所を利用する機会が増加したという、杉本ら（2005）の報告と一致している。また、当初の休息場所であったゲート付近の25%行動圏からもっとも離れた南東部に採食場所が移動したことに

より、ターム8では休息場所が南側に移ったのではないかと考えられる。これらのことから、放牧牛は休息場所を固定させるものの、飲水可能な場所が広く存在する場合、採食場所が休息場所から遠くなると休息場所を移動させると考えられる。

林間放牧の目的の1つは、飼養管理の省力化であり（安江ら 1993）、そのためには放牧牛の行動を予測す

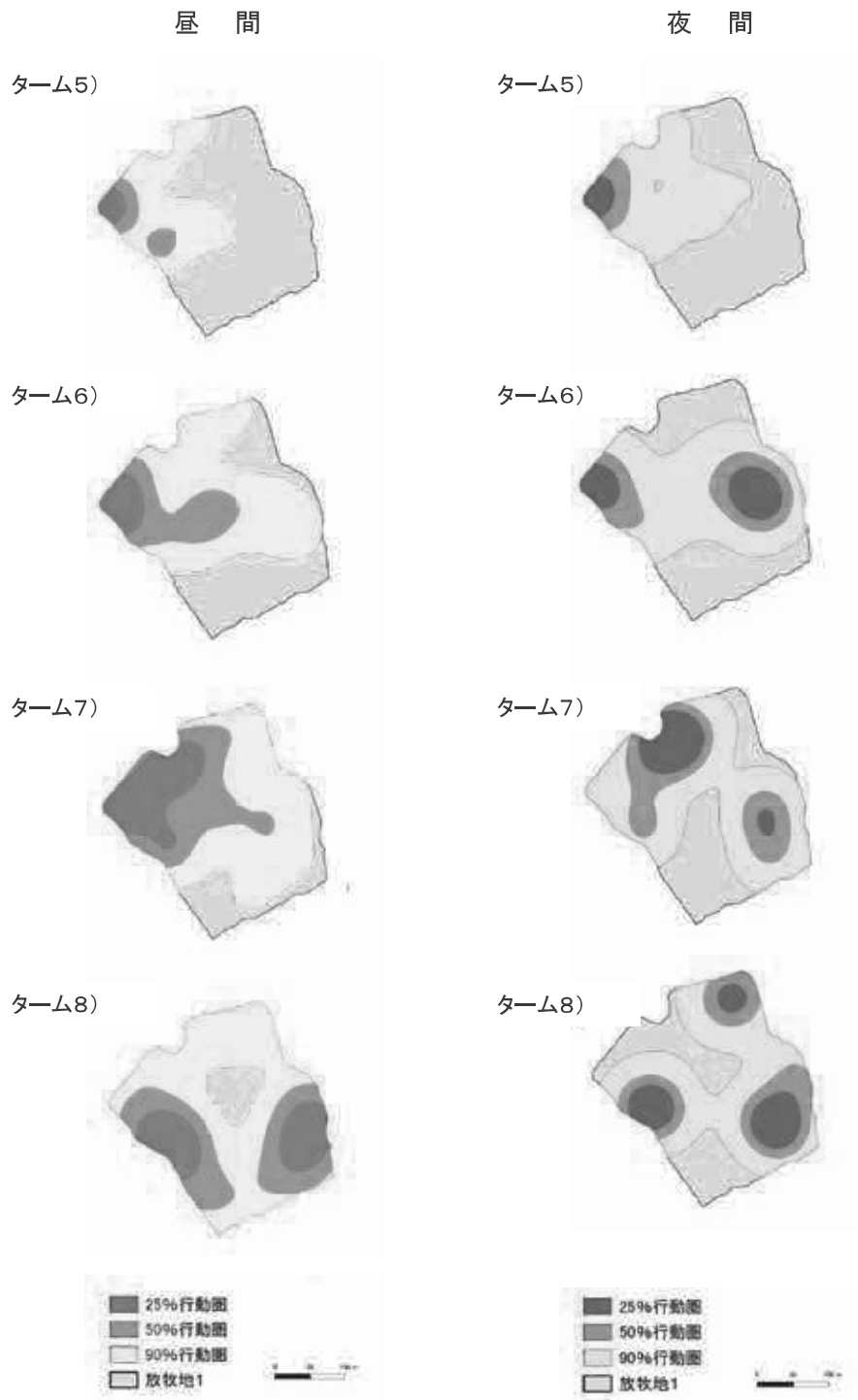


図3. 放牧3回目における放牧牛の昼間および夜間の行動圏

ることが必要である（安江ら 1993）。本研究では、多数の水場が存在する放牧地における放牧牛の行動圏は、夜間の行動圏が昼間の行動圏に依存せず、休息場所の選択には採食場所との距離が関係している可能性が示唆された。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、ご協力いただいた岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター御明神演習林の皆様にご感謝いたします。

引用文献

- Cory TP, Momont PA, Delcurto T, Mcinnis M, Porath ML. Cattle distribution patterns and vegetation use in mountain riparian areas. *J. Range Manag.*, 56:334-341. 2003.
- 圓通茂喜, 安藤文桜, 両角清一. 時間制限放牧における育成牛群の行動制御. 条件音による牛群の誘導とその効率化. *草地試研報*, 16:128-142. 1980
- 早川康夫, 伊藤巖. 永年放牧の特性と管理 4. 傾斜地における地力と家畜の採食行動. *北海道農試研報*, 97:28-38. 1970.
- Howery LD, Provenza FD, Banner RE, Scott CB. Differences in home range and habitat use among individuals in a cattle herd. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 49:305-320. 1996.
- 岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター. 2016. 演習林概要. 岩手大学. 岩手 [最終閲覧:2021/01/29]
URL:<http://news7a1.atm.iwate-u.ac.jp/~fsciu/summary.html#gaiyou>
- 近藤誠司, 野名辰二, 伊藤徹三, 朝日田康司, 広瀬可恒. 放牧牛群の占有面積の日内変化. *北海道大学農学部附属牧場研究報告*, 8:93-109. 1977.
- 大野脇弥, 田中明. 入用育成牛の放牧時における行動に関する研究 2. *日草誌*, 11:138-143. 1965.
- 尾崎研一, 工藤琢磨. 行動圏: その推定法, 及び観察点間の自己相関の影響. *日本生態学会誌*, 52:233-242. 2002.
- 杉本安寛, 松岡陽平, 守屋和幸. 水飲み場の移動が林内放牧牛の行動圏に及ぼす影響. *日畜会報*, 76:39-49. 2005.
- R Core Team. 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. [最終閲覧: 2020年12月18日] URL:<http://www.r-project.org/>
- Willms, WD. Distribution of cattle on slope without water restrictions. *Can. J. Anim. Sci.*, 170:1-8. 1990.
- 安江 健. 肉用牛による森林利用の可能性: 21世紀に向けた林間放牧の方向性と課題. *北海道大学農学部附属牧場研究報告*, 17:67-76. 2000.
- 安江 健, 近藤誠司, 大久保正彦. 放牧地の地形が傾斜草地における夏季放牧牛群の休息場所選択に及ぼす影響. *日草誌*, 43:196-201. 1997.
- 安江 健, 近藤誠司, 大久保正彦, 朝日田康司. 山地傾斜地における放牧地の標高および斜面が夏季放牧牛群の食草, 休息時の牧区内分布に及ぼす影響. *日本家畜管理研究会誌*, 21:61-68. 1993.

Changes to the home range of cattle in a grazing forest with numerous streams

Yoshitaka DEGUCHI^{1,2}, Chiharu YAMATO¹, Takahiro OTAKE³, Hiroyuki CHIDA¹, Osamu SASAKI⁴,
Shuichi SASAKI⁴, Yuko MOMOTA⁴, Kazuyuki TAJIRI⁴, Masato TAKAHASHI⁴, Toh-ichi HIRATA⁴

¹Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka, Iwate, 020-8550, Japan

²Agri-Innovation Center, Iwate University, Morioka, Iwate 020-8550, Japan

³United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University, Morioka, Iwate 020-8550, Japan

⁴Field Science Center, Faculty of Agriculture, Iwate University, Shizukuishi, Iwate, 020-0581, Japan

Corresponding : Yoshitaka DEGUCHI

(fax: +81 (0) 19-621-6107, e-mail: deguchi@iwate-u.ac.jp)

Summary

Grazing forests often cover large areas, with complex topography. It is advantageous to be able to predict the movement of grazing cattle. The purpose of this study was to establish the change in the home range of grazing cattle in a forest with numerous streams. A grazing forest (a coniferous and broad-leaved mixed forest, about 7 ha, with numerous streams and swamps) was established in the Omyojin Forest. The cows were grazed for three periods between May and September 2020. Five Japanese black cows (4-8 years old), bred at Omyojin Ranch, were pastured. GPS collars were attached to them, and their positions were recorded at 10-minute intervals during the grazing period. The home range was estimated to be 90%, 50%, and 25% by the fixed kernel method. The time zone was divided into daytime and nighttime. The grazing period was divided every five days. For the 90% home range, a least-squares analysis of variance was performed, with the variable factors being the grazing period, individuals, and whether it was day or night. Significant changes during the grazing period were observed in the 90% home range. It is suggested that the nighttime home range of cattle in the grazing forest with numerous streams was independent of the daytime home range, and that their choice of resting place was related to its distance from their feeding place.

key words: breeding cattle, Fixed Kernel method, GPS, grazing period, Japanese black cattle