

平成 30 年 5 月 29 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26292142

研究課題名(和文) 東アジアの生物多様性の保全と家畜生産性/健全性の関係解明に向けた日韓協働研究

研究課題名(英文) Japan-Korea collaborative research works on elucidation of the relationships between conservation of biodiversity and livestock production/healthiness in the Eastern Asia

研究代表者

小倉 振一郎 (Ogura, Shin-ichiro)

東北大学・農学研究科・教授

研究者番号：60315356

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,700,000円

研究成果の概要(和文)：生態系の生物多様性と家畜健康性/福祉性を高める放牧システムの構築を目指し、東アジア4サイト(宮城, 岐阜, 広島, 韓国)において、放牧地の植物種多様性と家畜の養分利用性との関係を解明した。1. 地上分光情報とUAV空撮により、放牧地草量と植被の特徴の高精度評価技術を確立した。2. ヤギとウシのbite-coding gridを作成し、多様な植生下での家畜の摂食様式の特徴を明らかにした。3. 多様な植生下で家畜が摂取する広葉草本や木本はミネラルやアミノ酸を多く含み、家畜体内での植物の消化および血中養分バランスの向上に寄与することを示した。

研究成果の概要(英文)：To develop the novel grazing system both to contribute to conservation of biodiversity and to improve animal production and welfare, the relationships between plant species diversity and nutrient utilization was investigated in four sites in the eastern Asia (Miyagi, Gifu, Hiroshima and Korea). 1. The highly precise evaluation technique to estimate herbage mass and coverage of grazing pasture was established by using aboveground spectral measurements and UAV aerial imaging. 2. The "bite-coding grid" of goats and cattle was established, and by using it, foraging manner of animals were characterized in species-rich grazing pastures. 3. Some forbs and tree leaves contain much minerals and amino acids than grasses, and they contribute to improve digestion of plants in the rumen and nutrient balance in the blood.

研究分野：草地学

キーワード：放牧 草地 植物種多様性 摂食行動 養分摂取 ルーメン消化 血中成分 リモートセンシング

1. 研究開始当初の背景

現在、草食家畜生産のあり方が世界的に問われている。一つは世界の草地生態系の急速な劣化である。中国をはじめ多くの地域では、灌漑による塩害や過放牧による砂漠化が進行しているが、日本や韓国では、農畜産業の衰退により耕作放棄地の増加が進んでいる。草地は家畜生産の場としてだけでなく、多くの野生生物の生息地でもあるため、多様な草地生態系の保全と持続的利用システムの確立は喫緊の課題である。もう一つは、家畜の健康性、福祉性の向上である。従来を生産効率重視の高密度飼育方式から、家畜の健康と自由な行動を保障する倫理的生産システムへの転換が求められる。生物多様性を活用した放牧飼養システムの構築は、これらの解決に大きく貢献すると考えられる。

家畜を健康に飼養する上で、適正な養分バランスの飼料を十分摂取させることが不可欠であるが、放牧家畜の場合、植生の分布と飼料成分の特徴、および家畜の摂食行動と飼料利用性は季節的に大きく変化するため、多様な植生の放牧地では、植生の把握および家畜の養分摂取・利用の把握が困難である。従って、多様な植生下における放牧家畜の養分摂取の特徴、行動特性および健康性を明らかにすることは大きな意義がある。

2. 研究の目的

本研究では、生物多様性と家畜健康性・福祉性をともに高める放牧飼養システムの構築を目指し、日本3サイト(宮城、岐阜、広島)および韓国1サイトにおける放牧地において、生物多様性と家畜生産性・健全性との関係解明を行った。すなわち、A.リモートセンシング技術を用いた草地生産性、植物中成分および草地の植物多様性との関係解明、B.加速度計、小型カメラ、GPS等最新のウェアラブル端末を用いた動物行動モニタリングによる放牧家畜の摂食行動と土地利用に及ぼす植物多様性の影響の解明、C.放牧家畜の養分摂取・利用過程における植物多様性の影響について検討した。

3. 研究の方法

A. リモートセンシング

1) GIS データセットの整備

4サイト(広島、岐阜、宮城、韓国)でドローン空撮を行い、Structure from Motion (SfM) ソフト(PhotoScan ver. 1.2, Agisoft社製)とGISソフトウェア(ArcGIS ver. 10.3.1, ESRI社製)からGISデータセット(区画情報、立地環境)を作成した。幾何補正には、放牧地内のマンホール、フェンス、建物等の位置情報をGPS(Geo 7X, Trimble社製、水平精度<15cm[後処理後])で計測したGround Control Point(GCP; 地上基準点、10地点)を用いた。

2) 地上ハイパースペクトル計測による草量の推定

3サイト(宮城、広島、韓国)において、地

上ハイパースペクトル計測を行い、草量の推定と植物多様性の影響について評価した。広島では、広島大学附属農場西条ステーション(広島県東広島市)の放牧地(1.4ha)を試験区として、FieldSpec 4 Hi-Res(ASD社、350-2500nm)を用い、圃場内に設置した100mのライン上10地点で放牧期間中に7時期、計70地点の調査を行った。宮城では、東北大学川渡フィールドセンター(宮城県大崎市)山地放牧地(草地3.1haと隣接する林地16.9ha)において、ランダムに設置した20地点のコドラート内で、2015年6月16-18日に携帯型分光放射計MS720(英弘精機、350-1050nm)を用いた地表面分光放射計測と植生調査、地上部の刈取りを行った。韓国では、韓国全羅北道長水市の茂鎮長畜協牧場内のヤギ放牧地(0.25ha)において、2015年10月3-5日に牧区内に40mのライン2本を設置し、10m間隔で地上ハイパースペクトル計測、植被率、群落高、および出現植物種名とその被度を記録し、草量を得た。地上ハイパースペクトル計測による草量の推定は、PLS回帰分析で行った。モデルの推定精度と再現性の評価は、Leave-one-out法を用いたクロスバリデーションで得られた R^2 、RMSECV、RPDを用いた。また、草量推定における植物群落の影響を評価するため、得られたPLS回帰モデルの誤差項と植被率、植物群落高、種数との関係を見た。

3) UAV空撮による空間分布図の作成

広島と韓国において、UAV空撮による圃場内の草量、植被、植生指数(NDVI_{rb})の面的分布を評価した。広島では、黒毛和種4-9頭の放牧期間(4-10月、4回)を通じて、UAV空撮を計13回行った。UAV空撮画像から放牧地のエリアを切り出し、撮影時に移しこんだ白と黒のカラーボードでRGB画像の色補正を行った後、緑と青を使った正規化植生指数(NDVI_{rb})を計算し、NDVI_{rb}のヒストグラムと閾値から植被ピクセルを抽出した。圃場全体のNDVI_{rb}は、植被以外にマスク処理を行い、植物体のピクセルのみを使用して平均値を計算した。韓国では、2015年10月3-5日に空撮した画像から、地上部刈取り地点のRGB情報を抽出し、草量を推定する重回帰モデルを作成した。このモデルを空撮画像に適用し、対象放牧地における草量の空間分布図を作成した。

B. 動物行動モニタリング

1) ヤギ

岐阜県美濃加茂市にある半自然草地(0.8ha) 繁茂モウソウチクを2012年に伐採、その後ヤギ放牧)で試験を行った。本試験の実施時には、イネ科草本、カヤツリグサ科草本、広葉草本、灌木および灌木状のモウソウチクを含む木本類が生育し、2015年には60種、2016年には80種以上が確認された。ヤギの採食行動モニタリングのため、植物の構造と家畜の摂食時の一噛み(bite)サイズをもとに、そのbiteの種類を記号的なイメージにしてコード化・分類することを試みた。放牧ヤギ7頭の採食行動を小型ハンディカメラ(GZ-MG

575, Victor Co Ltd.) で 30 分間以上撮影し, その映像から植物の構造, 葉の形態を判断し, 想定される bite サイズから bite の分類表 (bite-coding grid) を作成した。次に, 別の放牧ヤギ 6 頭の頭部にウェアラブルカメラ (HX-A500, Panasonic Co. Ltd., Osaka, Japan; 縦 94 mm×横 60 mm×高さ 27 mm, 185 g, MPEG-4 AVC, 1280×720 pixel, frame rates 30 p) を装着し, 採食行動を 15 分間以上記録した。この映像と作成した bite-coding grid をもとに, ビデオ編集ソフトで採食行動を解析した。

2) ウシ

東北大学川渡フィールドセンター山地放牧地において, 2017 年 5-7 月と 9-10 月に黒毛和種 6 頭と日本短角種 2 頭を放牧した。このうち, 前年までに放牧経験の有る 2 頭と経験の無い 2 頭を用いた。摂食行動調査として, 上記ウェアラブルカメラをウシの右頬に, カメラ部の先端が口先から 20 cm となる位置に頭絡上から固定し, 午前の採食期に 120 分間を連続記録した。放牧開始直後 (5 月 17-30 日) には主に林地でウェアラブルカメラによる記録を行った。また 6 月中-下旬には草地と林地においてウェアラブルカメラ記録と同時に直接観察を行った。6 月の調査データを用いて, 摂食植物の形態的特徴と, 目視による放牧牛の bite の特徴に基づき, bite の分類表を作成した。次に放牧直後の 4 頭の摂食行動データを動画解析ソフトに取り込み, 各個体の記録中で最初に観測された bite から連続 1 時間, ウシの口の動きと音声から bite を数え, 摂食植物種を映像から同定し, 作成した分類表のいずれかに分類した。

C. 家畜の養分摂取 - 利用の解明

1) 多様な植生下における放牧家畜の養分摂取の特徴

(1) 宮城サイト

試験 : 東北大学川渡フィールドセンター山地放牧地に黒毛和種成雌牛 5 頭を 2014 年 5 月 26 日-10 月 23 日に放牧した。2014 年 6 月と 9 月に, 放牧地内の草地と林地 (各 36 ヶ所, 0.5 m×0.5 m) の出現植物種とその被度を記録した。放牧牛 5 頭を 2014 年 6 月中旬と 10 月上旬の朝夕の採食期に個体追跡して摂食植物種と摂食場所を 30 秒間隔で記録し, それを元に植物種別 bite 数割合を算出した。同期間, 全個体に GPS と運動強度計を装着し, 草地/林地別の摂食時間を推定した。初夏と秋で bite 数割合が高かった植物 10 種をウシの摂食を真似た手摘み法で採取し, bite mass の推定と一般成分, ミネラル 13 元素, アミノ酸 16 種類の分析を行った。それらのデータから, 草地と林地における各個体の摂取物中養分含量を推定した。さらに摂取物中の養分含量, 摂食時間, bite mass から各個体の 1 日あたり養分摂取量を推定した。また, ウシが草地で単子葉類 (ハルガヤ, ミノボロスゲ) のみを摂食した場合 (仮定) の値も推定した。試験 : 東北大学川渡フィールドセンターに

において, 人工草地のみ (1.0 ha) の牧区 (sown pasture; SP 区), および人工草地 (0.8 ha) とスギ林 (0.9 ha) から成る牧区 (pasture+forest; PF 区) を設け, 2014 年 8 月上旬に黒毛和種成雌 5 頭を放牧した。2014 年 7 月中旬に SP 区 10 ヶ所と PF 区草地 10 か所 + 林地 20 ヶ所 (各 0.5 m×0.5 m) における出現植物種とその被度を記録した。各区のウシ 2 頭を 2 日間個体追跡し, 摂食植物種と場所 (草地または林地) を 30 秒間隔で記録した。それを元に各植物種の摂食頻度を bite 数割合として算出し, 上位植物種 10 種をウシの摂食を真似た手摘み法で採取し, 一般成分, 蛋白質分画, ミネラル (13 種類), アミノ酸 (16 種類) の含量を分析した。植物種別に求めた bite 数割合と成分含量から, 各個体の摂取物中養分含量を推定し, 処理区の差を比較した。

(2) 岐阜サイト

岐阜県美濃加茂市の耕作放棄地 (0.8 ha) を 0.5 ha と 0.3 ha の 2 区に分け, ヤギ 7 頭 (HS 区) および 9 頭 (LS 区) を 5 月 16 日から 10 月 26 日まで放牧した。HS 区は双子葉類が多く, LS 区は双子葉類, 単子葉類, タケ・ササ類が概ね 20% ずつの植生である。5, 8, 10 月に, 牧区内の植生 (出現植物種とその被度), およびヤギの摂食植物種 (各区 4 頭の個体追跡) とバイト数を記録した。バイト数割合が高かった植物種 (積算割合で上位から 80% まで) を代表種として, ヤギの摂食を真似た手摘み法で採取し, bite mass の推定と成分分析を行った。これらのデータから, ヤギの摂取物の養分含量を推定した。その際, ヤギが単子葉類のみを摂食した場合 (仮定) も推定し, 多様な植生で摂食した実際の値と比較した。

(3) 韓国サイト

韓国全羅北道長水市の茂鎮長畜協牧場内のヤギ放牧地の牧区 A (0.25 ha) と牧区 B (1.90 ha) で実施した (毎年 5-11 月にポア種と韓国在来種が放牧)。2014-2015 年 10 月上旬に, 植生調査としてライン 2 本 (牧区 A: 40 m, 牧区 B: 70 m) に沿って 10 m 間隔で, 2014 年には 14 地点, 2015 年には 10 地点 (両年とも 0.5 m×0.5 m) の植生率, 群落高および出現植物種名とその被度を記録し, 地上部現存量を測定した。家畜の摂食植物調査として, ライン 2 本に沿って 40 cm 間隔で (0.1 m×0.1 m) 最優占植物種とその食痕の有無を記録した。摂食植物種調査結果に基づき, 2014 年には 4 種, 2015 年には 7 種の可食部を手摘みで採取し, 一般成分, ミネラル (9 元素), アミノ酸含量 (15 種類) を測定した。

2) 家畜の摂食植物種多様性がルーメン消化に及ぼす影響

(1) 宮城サイト

東北大学川渡フィールドセンター山地放牧地において, 2016 年 5-6 月にオーチャードグラス, シロクローバ, ヒメスイバ, ウリハダカエデを手摘みで採取し, 乾燥 粉砕 (1 mm 篩) して試料とした。オーツヘイを対照とした。ウシルルーメン液を, 2016 年の 6-8 月と

10月に、High diversity (HD) 区(山地放牧地 [84-90種])および Low diversity (LD) 区(イネ科牧草地 [23種])で飼養された黒毛和種成雌牛 3頭から経口採取し、ガーゼで濾過後、人工唾液で5倍希釈して消化液とし、バッチ培養法で試料の乾物消失率を測定した(39□で0, 24, 48 h)。また、消化試験に用いたルーメン液、希釈消化液および48時間培養後の濾液中のMg, K, Ca濃度を原子吸光分析で測定した。また、消化試験に供した5種類の植物試料の化学成分を分析した。

(2) 岐阜サイト

岐阜県美濃加茂市にある半自然草地(0.8 ha)を植物種多区(HD区)、岐阜県八百津町の調整池堤体上の草地(0.1 ha)を中区(MD区)、岐阜大学美濃加茂農場内の牧草地(0.1 ha)を少区(LD区)とした。HD区には2017年5-10月にヤギ9頭を放牧し、5月中旬と9月中旬に調査した。MD区には5-6月と11月にヤギ7頭を、牧草地には6月と9月にヤギ4頭を終日放牧した。HD区とMD区では、個体追跡法により摂取植物種と植物種別 bite 数割合を記録し、LD区では試験地に2本のラインを張り、10 cm毎にその地点上の植物種と食痕の有無を調査して摂食植物を記録した。摂食植物種を、bite 数割合または採食痕数割合に応じて手摘み法により採取し、重量割合として混合して採食サンプルとし、成分含量を分析した。また、各試験地に放牧されているシバ系およびザーネン系ヤギ各3頭(計9頭)を用い、ルーメン液を経口採取しバッチ培養法を用いて乾物消失率を求めた。試料植物には、シロクローバ、モウソウチクおよびセイタカアワダチソウ、イタリアンライグラスおよびチモシー乾草を用いた。

3) 放牧家畜の健康性

(1) 宮城サイト

東北大学川渡フィールドセンター山地放牧地を植物種多区(HD区)とし、2014-2015年5月中旬から10月下旬まで黒毛和種成雌牛5頭を放牧した。オーチャードグラス草地(1.0 ha)を植物種少区(LD区)とし、2014年8月に黒毛和種成雌5頭を放牧した。HD区では各年6月下旬と10月上旬に、LD区では8月上旬に採血し、血清中成分濃度を分析した:アルブミン[ALB],尿素窒素[BUN],グルコース[GLU],総コレステロール[T-Chol],リン脂質[PL],遊離脂肪酸[NEFA],Ca β ヒドロキシ酪酸[BHB],無機リン[iP],アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ[AST], γ -グルタミルトランスペプチダーゼ[GGT],アセト酢酸[ACAC],Mg),血中遊離アミノ酸(20種),ビタミンA, トコフェロール, 抗酸化能(PAO)。

(2) 岐阜サイト

前出のC-1)-(2)岐阜県美濃加茂市の耕作放棄地の放牧ヤギ7頭(HS区)および9頭(LS区)を用い、5, 8, 10月に各区5頭のヤギの経静脈から採血を行い、血漿中BUN, GLU, T-Chol, iP, Ca, Mg濃度を分析した。

4. 研究成果

A. リモートセンシング

1) GIS データセット

ドローンを利用した空撮画像から、各サイトの高解像度DSM(Digital Surface Model)とGISデータセットを整備した。

2) 地上ハイパースペクトル計測

宮城、広島、韓国では、植物群落上のハイパースペクトルデータと出現植物種と地上部草量およびその一般成分データを得た。PLS回帰分析により、上記3サイトにおいて、地上分光情報から非破壊で草量を推定するモデルが得られた。草量の推定精度は、草種数が少なく群落構造が単純な韓国サイト($R^2 = 0.998$, RMSECV = 5.55) > 宮城サイト($R^2 = 0.810$, RMSECV = 44.089) > 広島サイト($R^2 = 0.625$, RMSECV = 67.890)となった。

3) 無人飛行機(UAV)空撮

広島と韓国では、UAVによる空撮画像から圃場内の草量と植被、正規化植生指数の面的な分布を明らかにした。韓国では、UAV画像から草量を推定するモデルを作成し($R^2 = 0.498$, RMSECV = 154.96), 圃場内の空間分布を明らかにした。広島サイトでは、放牧期間のドローン空撮画像データから植被と正規化植生指数(NDVIrb)の空間的な分布とその季節変動を明らかにした。寒地型牧草(トルフェスク)から暖地型牧草(パヒアグラス)へ優占種が変わる4月から7月では、植被率は66%から33%まで減少したが、NDVIrbでは顕著な低下は認められなかった。パヒアグラスが優占する夏季放牧期間中は、被度、NDVIrbの両方で高値を維持し、10月26日の終牧時期に急激な低下が認められた。

B. 動物行動モニタリング

1) ヤギ

植物の種類と形態的特徴から、植物をイネ科草本とカヤツリグサ科草本を含む叢生型植物、セイタカアワダチソウ、ヨモギなどに代表される直立型植物、灌木状のモウソウチクとネザサのタケ・ササ類、シロクローバ、カキドオシなどの匍匐型植物、ヘクソカズラなどのツル型植物、および灌木・低木の木本類の6グループに分類した。また、ヤギがbiteした植物体の長さにより5 cm以下, 10 cm以下, 15 cm以下, 20 cm以下および30 cm以下の5段階に分けた。これらの結果から、biteは26分類となり、bite-coding gridが作成された。ウェアラブルカメラによって、ヤギの採食植物種と部位およびその大きさを鮮明に判別できたため、各bite分類の出現頻度を確認したところ、24のbite分類が識別できた。各bite分類の出現頻度は個体間で異なったが、どの個体にも幅広いbite分類が出現していた。

2) ウシ

6月の調査で、摂食部位の高さに基づきバイト分類をA(>100 cm), B(100-60 cm), C(<60 cm)に区分した。分類Aは5つ, Bは3つに区分されたが、分類Cでは植物種数が

多かったため、さらに0-5, 5-30, 30-60 cmの高さ別に区分した結果15区分となり、計22区分となった。これをもとに放牧直後のウシの摂食様式を確認し、新たに確認された3区分をbite-coding gridに加えた。放牧経験牛は60-100 cmの高さの枝葉を摂食する際、特に放牧直後にbite massが多い摂食様式の発現頻度が未経験牛よりも多かった。また、直接観察に比べ、ウェアラブルカメラは高精度で摂食植物種を把握することができる事が確認された。

C. 家畜の養分摂取 - 利用の解明

1) 多様な植生下における放牧家畜の養分摂取の特徴

(1)宮城サイト

試験：放牧牛は、初夏には秋よりも林地で長く摂食し、木本のbite数割合が高かった(22.5%)。両季節とも木本のCa含量が(6.7-16.3 g/kg DM)単子葉草本(1.7-9.8 g/kg DM)や広葉草本(3.9-6.9 g/kg DM)よりも高かった。アミノ酸含量は両季節ともヒメスイバで高かった。放牧牛の摂取物中養分含量は、多様な植物を摂食した場合には単子葉類のみ摂取したと仮定した場合に比べCa, Mg, Co含量が17-49%高く(P<0.01), S, Cl, Leu含量は6-34%低かった(P<0.05)。試験:SP区ではオーチャードグラスなど23種、PF区では草地20種、林地64種、計82種が確認され、SP区の摂食植物はほぼイネ科牧草であったが、PF区では林地で野草、広葉草本、木本など28.5種/頭が摂食された。植物中粗タンパク質含量はエゾノギシギシ(28.3 g/kg DM)やクズ(27.0 g/kg DM)で高く、Se含量はチマキザサ(0.10 ppm)で高かった。Tyr含量はエゾノギシギシで高く(1.40 g/kg DM)、イネ科草本で低かった(0.10-0.31 g/kg DM)。PF区のウシの摂取物はSP区に比べCP, Ca, Na, Se, Feおよび全アミノ酸(16種)含量が高く、特にSeおよびTyr含量は、PF区ではSP区の1.5倍および1.8倍であった。

(2)岐阜サイト

ヤギはHS区では双子葉類を20%以上摂取し、特に春には54%を占めた。夏-秋には単子葉類とタケ・ササ類が30-40%を占めた。一方LS区では、季節を通じてタケ・ササ類が42-50%と高かった。植物のミネラル含量のうち、Ca, Mg, NaおよびCa/P比で双子葉類>単子葉類>タケ・ササ類となった(P<0.05)が、微量元素に有意差は無かった。ヤギの摂取物中養分含量をみると、実際の放牧下の値は、ヤギが単子葉類のみ摂取したと仮定した場合に比べ、Ca, Mg, NaおよびZnの含量が高かった(P<0.05)。

(3)韓国サイト

放牧地には16-27種が出現し、食痕がみられた種数は11種であった。イネ科牧草の摂食割合が多かったが、ヨモギも上位であった。植物種間の成分含量の変動係数はCaやMnで大きく(0.521-0.741)、粗タンパク質やア

ミノ酸含量では小さかった(0.065-0.343)。ヤギの摂取物中養分含量をみると、実際の放牧下の値は、イネ科牧草のみ摂食したと仮定した場合に比べCa含量が40.8-41.4%、Mn含量が17.2-18.9%増加した。

2) 家畜の摂食植物種多様性がルーメン消化に及ぼす影響

(1)宮城サイト

オーツヘイとオーチャードグラスの消化率は24 hでLD区>HD区(P<0.01)となった。シロクローバの消化率は48 h後にHD区>LD区となった(P<0.01)。ルーメン液中のMg, K, Ca濃度は両季節ともLD区>HD区であった。植物体からの溶出量は、夏のHD区ではオーツヘイとウリハダカエデからのK溶出量がLD区に比べ高かった(P<0.01)。

(2)岐阜サイト

乾物消化率は、春にはシロクローバ、モウソウチクおよびセイタカアワダチソウでLD区>HD区となった。秋にはイタリアンライグラス、モウソウチクおよびセイタカアワダチソウでMD区>LD区となった。

3)放牧家畜の健康性

(1)宮城サイト

血中T-ChoおよびPL濃度(エネルギー指標)はHD区>LD区となった(P<0.05)。HD区のT-ChoおよびPL濃度は、それぞれ20検体中8および10検体で基準値を上回ったが、LD区では5検体中1-3検体で基準値を下回った。ALBおよびBUN濃度(タンパク質の指標)に植物種多様性の違いは認められなかった。ミネラルのうち、LD区のMg濃度が5頭中2頭で基準値(1.7-3.0 mg/dL)を下回り、うち1頭では1.1 mg/dLと低かった。また、HD区ではLD区に比べ、秋に血中ビタミンA濃度およびトコフェロール濃度が大きく上昇した。

(2)岐阜サイト

血中Mg濃度はHS区>LS区だったが、いずれも基準値を上回った。両草地とも、GLU, T-Cho, BUN, Mgに季節変化が認められた。GLU濃度は夏に低下し、BUN濃度は秋に繁殖に影響すると言われる基準値を超えた。Mg濃度はHS区では季節に伴い増加したが、LS区では季節的な変化は認められなかった。

本研究により、地上分光情報、UAV空撮により、放牧地の草量、植被の特徴を高精度で評価できる技術が確立された。

bite-coding gridは多様な植生下での家畜の摂食行動の特徴を把握する有用な手法であり、単純な草地植生下に比べ多様な摂食様式が発現することが示された。

多様な植生下で家畜がイネ科牧草に加え広葉草本や木本を摂取することで、ミネラルやアミノ酸を豊富に摂取でき、その際ルーメン内では広葉草本の消化性が高い可能性が示唆された。また、多様な植生下の放牧家畜の血中のミネラルバランスは良好であることが示された。

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)

[雑誌論文](計 16 件)

小倉振一郎, 多様な植生下における放牧反すう家畜の養分摂取の特徴, 日本草地学会誌, 64 巻, 2018, 印刷中

八代田真人, 土井和也, 多様な植生下における放牧家畜の連続的な bite モニタリング, 日本草地学会誌, 64 巻, 2018, 印刷中

川村健介 他, 放牧地におけるドローンの活用: 植被と植生指数の季節変化, 日本草地学会誌, 64 巻, 2018, 印刷中

Kawamura K, Yayota M, Ogura S and others, Monitoring spatial heterogeneity of pasture within paddock scale using small Unmanned Aerial Vehicle (sUAV), J Integ Field Sci, 14, 2017, 61-66

Ogura S, Yayota M, Kawamura K, and others, Nutritional characteristics of forbs and tree leaves and their contribution to animal production in species-rich vegetation, J Integ Field Sci, 14, 2017, 23-27

Yayota M, Kawamura K, Ogura S and others, Monitoring of foraging behavior in ruminants in a diverse pasture, J Integ Field Sci, 14, 2017, 39-47

[学会発表](計 35 件)

小倉振一郎, 八代田真人, 川村健介 他, 植物種多様性の高い放牧地におけるウシの血中養分の特徴, 日本草地学会, 2018 年 3 月
二階莉紗, 八代田真人, 宍戸哲郎, 小倉振一郎, ウェアラブルカメラを用いた放牧牛の摂食行動モニタリング: 多様な植生下での放牧牛の摂食様式の解析, 日本草地学会, 2018 年 3 月

田宮早恵, 八代田真人, 川村健介, 小倉振一郎 他, 放牧地の植物種数の違いが放牧ヤギの栄養摂取および反芻胃内消化率に及ぼす影響, 日本草地学会, 2018 年 3 月

川村健介, 小倉振一郎, 八代田真人 他, 地表面分光反射計測による植物種多様性の高い放牧地の草量推定, 日本草地学会, 2018 年 3 月

Takamizawa S, Ogura S, Shishido T, Effect of native grasses, forbs and trees on nutrient uptake of grazing cattle in a temperate region of Japan, 10th Int Rangeland Cong, Saskatoon, Canada, 2017, July

小倉振一郎, 八代田真人, 川村健介 他, 韓国の山地放牧地における草地植生 - 放牧家畜の摂食植物 - 家畜の摂取養分: 2 年間の結果, 日本草地学会, 2016 年 3 月

川村健介, 小倉振一郎, 八代田真人 他, UAV と地上ハイパースペクト計測を用いた韓国の山地放牧地の草地診断, 日本草地学会, 2016 年 3 月

八代田真人, 小倉振一郎, 川村健介 他, ウェアラブルカメラによる放牧ヤギの採食行動の解析 (予報), 日本草地学会, 2016 年 3 月

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小倉 振一郎 (OGURA Shin-ichiro)
東北大学・大学院農学研究科・教授
研究者番号: 60315356

(2) 研究分担者

八代田 真人 (YAYOTA Masato)
岐阜大学・応用生物科学部・教授
研究者番号: 30324289

川村 健介 (KAWAMURA Kensuke)
国立研究開発法人国際農林水産業研究センター・社会科学領域・任期付研究員
研究者番号: 90523746

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

()