

バイオロギングーリアルタイムグレイジング解析を用いたヤギによる砂漠化プロセスの解明

Elucidation of the contribution of goat to the desertification process using a bio-logging real-time grazing analysis method



川田 清和
Kiyokazu Kawada

本研究はモンゴル草原において近年急速に飼育頭数が増えているヤギを対象にした資源選択性を明らかにする新たな方法としてバイオロギングによる解析可能性について検証を行った。ヤギが餌資源として選択した植物種を、放牧1時間ごとに集計したところ、放牧後1時間の喫食行動で最も選択していた種は *Allium bidentatum* であった。放牧開始から1時間が経過した後は餌を食べる勢いが減少し、食事時間も約3分の1に減少した。時間経過とともに資源選択率も変化し、最初に選択性が低かった *Artemisia frigida* の資源選択性は増加した。バイオロギング技術を用いることで放牧による喫食行動を時系列で解析することが可能になり、家畜の資源選択性に関する詳細を明らかにできると考えられた。

The possibility of analysis by biologging as a new method to clarify resource selectivity of goat was verified because number of goat has been increasing rapidly in Mongolian grassland in recent years. The plant species selected by the goat as feed resources were *Allium bidentatum* was most selected for eating behavior one hour after grazing. After one hour past from the start of grazing, the feed consumption decreased and the eating time decreased to about one third. The resource selectivity also changed with the pass of time, and the most resource selected species was changed to *Artemisia frigida*. By using biologging technology, it showed that possible to analyze grazing behavior in time series, it was possible to clarify the details of stock selectivity of livestock.

筑波大学生命環境系 助教

Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Assistant Professor

Email : kawada.kiyokazu.gu@u.tsukuba.ac.jp

研究の背景と目的

北東アジアのステップ地帯における草原の砂漠化は、家畜頭数の増加が主要な原因であると指摘されている。近年、食肉やカシミア原料の需要が増加してヒツジとヤギの飼育頭数も上昇傾向にあり、放牧圧は今後も増加することが見込まれている（図1）。

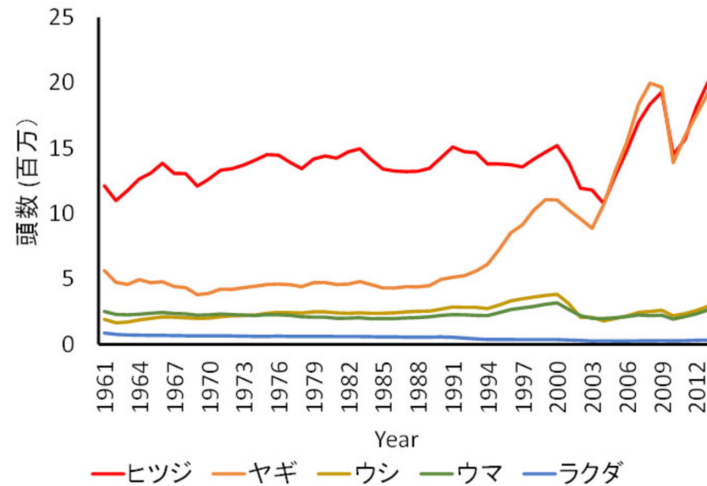


図1. モンゴルにおける放牧頭数の推移（FAO 2014を改変）

Fig.1. Changes in the number of livestock in Mongolia (modified FAO 2014)

このうち 1990 年以降に急速に飼育頭数が増加しているヤギは草原の植物を根から食べてしまうため、ヒツジと比べて砂漠化を引き起こしやすいと言われている。しかしながらこの現象に関する記述は、現地住民の経験や口伝による証言に基づいたものがほとんどである。とくにヒツジやヤギは警戒心が高く、行動を直接観察することが難しいため、過放牧の評価に必要な、いつ、何を、どのくらい採食したのかという要素が記録できない。その結果、科学的な根拠を示すことができず、過放牧は砂漠化の主要因と言われながらもその内容はあいまいな部分が多く存在する。

過放牧は資源生産量と資源利用量の関係から示されるが、放牧地のような比較的均質な環境とは異なり自然草原はさまざまな種類の植物で構成されているため、放牧による自然草原の劣化速度は家畜の資源選択性が影響すると考えられる。また、資源選択性は資源量が家畜の喫食によって時間とともに変化するため、家畜の喫食行動を時系列で観察しなければならない。過放牧による影響を明らかにするには放牧中の家畜の行動を明らかにする必要がある。家畜の採食行動を推定する研究などが近年注目されている (Oudshoorn et al. 2013)。家畜の採食行動に関する先行研究では、アルカン分析 (Reis et al. 2015) やルーメン分析 (Ophof et al. 2013) を用いた胃内容物分析や、バイトカウンター (Oudshoorn et al. 2013) を用いて放牧時間と喫食量との関係を明らかにしたものがあるが、これらは行動を間接的に測定するためどの種類を食べているのかという質的な部分はわかっていない。また、胃内容物の研究では化学組成から餌の構成を推定しているが、どのような組成の植物群落の中で選択したのかという行動分析ができていない。

これらの課題を解決する方法として、本研究ではバイオロギングを用いることが有効であると考えた。バイオロギングは生物に観測装置を取り付けてその行動や生態を調査する手法であり、近年小型化が進むウェアブルカメラを用いることで連続的な観察が可能になる。またカメラによって撮影された植物種が同定できれば何を食べているのか明らかにすることができ、高精度で資源選択性を示すことができると考えられる。本研究は、グレイジングの影響をリアルタイムで記録できるため、草原の質的・量的な変化だけでなく、グレイジングの過程から動物が本能的に持つ嗜好性を詳細に明らかにできる画期的な手法である。そこで本研究はモンゴル草原における家畜の資源選択性を明らかにする新たな方法としてバイオロギングによる解析可能性について検証を行った。

研究経過

調査地はモンゴルの首都ウランバートルから西に約 95 km にあるフスタイ国立公園周辺である。フスタイ国立公園は自然保護区であり、野生動物の保護を目的とした土地利用の管理が行われている。フスタイ国立公園の中央部はコアゾーンとして管理しており、遊牧民による放牧利用は行われていない。その一方でコアゾーン周辺のバッファゾーンでは、特定の遊牧民だけに利用制限をしたうえで放牧が行われている。本研究はフスタイ国立公園南側のバッファゾーン内で行った。調査地周辺の年降水量は 229.4 mm、年平均気温は 0.7℃（1992 年 - 2014 年）で、ステップ気候帯に属している。本研究は 2016 年から 2018 年の 3 年間、植物が生育する初期の 6 月から 7 月と末期の 9 月に調査を実施した。2016 年 6 月の調査は、調査時期の降水量は例年並みで多く植物が生育していたことから、フスタイ国立公園南側のバッファゾーン内の草原で調査を実施した。2016 年 9 月の調査もまた、6 月の調査地とほぼ同じ場所で行った。2017 年 6 月は雨が降らず、通常の草原では放牧試験は不可能であった。そのためバッファゾーン内ではあるが植物が生育可能な河川沿いで調査を実施した。2017 年 6 月の調査では、気象条件の変化が放牧圧を変化させる可能性について明らかにするため、タープテントによって日陰条件を作り放牧への影響について検証した。しかしながら調査中の強風や突風によって何度もテントが倒れたため、調査者とヤギの安全性を考慮して 2017 年 9 月以降は実施しなかった。2017 年 9 月の調査は、6 月の調査以降に降った雨によって草原の植物が成長したため 2016 年に実施した場所で行った。2018 年 6 月もまた雨が降らなかったため、通常の草原では放牧試験は不可能であった。そのため植物の生育が確認できたフスタイ国立公園南側バッファゾーン内の山麓部で実施した。2018 年 9 月は、フスタイ国立公園南側バッファゾーンにおいて口蹄疫が発生したため、立ち入りが禁止された。そのため、フスタイ国立公園南東側のバッファゾーンで放牧試験を実施した。

本研究はバッファゾーン内に調査サイトを 5 つ設置し、各サイトで現地の遊牧民から借用した 2 頭のヤギ（メス・4 歳）を用いて放牧試験を行った（図 2）。



図2. 放牧試験の様子

Fig.2. Condition of grazing test

各サイトに 2 m のワイヤーで繋いだ放牧範囲（12.56 m²）と 3 m のワイヤーで繋いだ放牧範囲（28.26 m²）の調査プロットを設置した。それぞれの放牧密度は 796 頭 / (ha · day) と 354 頭 / (ha · day) に換算できる。ヤギに首輪を取り付け、ヤギ 1 頭ずつをそれぞれの調査プロットに配置し、1 日あたり約 6 時間の放牧試験を 2 日間行った。各調査プロットに 1 × 1 m の調査枠を 2 つ設置し、放牧試験前（0 h）、放牧後約 6 時間（6 h）、放牧後約 12 時間（12 h）の 3 回植生調査を行った。植生調査では、調査枠内に出現したすべての種をリストアップし、それぞれの種について草丈および被度を測定した。種名は Grubov (2001) にしたがって、被度の測定基準には Penfound and Howard

(1940)を用いた。各調査サイトでバイオマス測定用に1×1mの調査枠を設置し、それぞれの種について最大草丈および被度を測定した後、種ごとに地上部を刈り取った。刈り取った植物体は80℃設定の乾燥機で24時間乾燥させた後に現存量を測定した。バイオマス測定用の調査枠で測定した最大草丈および被度中央値から求めた被度面積換算値(表1)を乗算して種ごとの推定植物体積値(E-PV)を求め、実測した種ごとの現存量と単回帰分析を行い、回帰式から各サイトの推定地上部現存量(E-AGB)を算出した。

表1. Penfound and Howard (1940)被度階級値からの被度面積換算値
Table1. Coverage conversion value from coverage class of Penfound and Howard (1940)

Coverage class	Coverage conversion value(m ²)
4	0.875
3	0.625
2	0.375
1	0.15
1'	0.03
+	0.005

バイオリギングデータの収集にはウェアラブルカメラ(VIRB Elite, Garmin, USA)を用いた。本研究は日陰のない草原で行うため、バッテリーの温度が上昇して熱暴走を起こしやすい。複数のウェアラブルカメラを比較した結果、Garmin社のウェアラブルカメラは最も高温域での使用が可能であったことからこのカメラを選択した。またアタッチメントが豊富であることから、ヤギへの取り付けも容易に行うことができる点も優れていた。ヤギの頭部に取り付けたアタッチメントによってウェアラブルカメラをヤギの顎の下に取り付け、ヤギがどのように植物を食べているのか経時変化を観察した(図3)。1日当たりの撮影時間は6時間とし、バッテリーは約2時間ごとに交換した。撮影した動画データは調査後にハードディスクに移し、帰国後に動画編集ソフトで再生・分析し、ヤギが食べた植



図3. ウェアラブルカメラを取り付けたヤギ
Fig.3. Goat with wearable camera

物の種名を1秒単位で記録した。データは時系列にまとめ、ヤギの餌資源選択の変化について分析した。資源選択性の検証には Manly et al. (2002) の選択性指数を用いた (1)。

$$w_i = o_i / \pi_i \cdots (1)$$

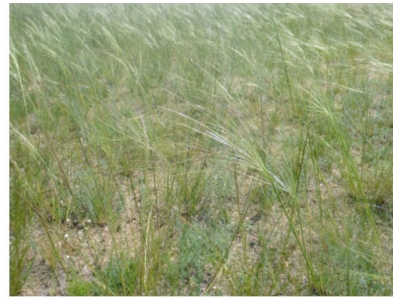
w_i は資源選択性指数, o_i は資源利用率, π_i は利用可能な資源の中の資源 i の割合を示す。 w_i が1よりも大きい場合はその資源への選択性があることを意味し, w_i が1よりも小さい場合は回避性があることを意味する。また, w_i が1の時は選択も回避もしないことを意味する。ヤギが食べた量の変化だけで選択性を示す場合, もともと少ない資源量のもを過小評価してしまうおそれがある。しかし, 資源選択性指数はもともと存在する資源量を考慮しているため, 単純な現存量の変化よりも正確に資源選択性を評価することができる。地上部現存量の変化を資源利用率として求める資源選択性指数には, 喫食による立体的な変化を捉えられるように種ごとの E-PV を利用可能な資源として用いた。また, バイオロギングの変化を資源利用率として求める資源選択性指数には, 喫食による平面的な変化を捉えられるように種ごとの被度面積換算値を利用可能な資源として用いた。本研究では出現種のうち資源利用率が1%以上のデータを用いて解析を行った。

研究成果及び考察

観測時の気象条件が整い, データの解析が進んでいる2016年6月の研究成果及び考察について述べる。放牧試験前の調査地に出現した植物種は33種(不明種6種を含む)であった。相対被度による優占種は *Artemisia frigida* (キク科ヨモギ属) であった。 *A. frigida* はユーラシア大陸の乾燥した草原に広く分布し, 放牧圧の高い場所に多く出現



Artemisia frigida (22.4%)



Stipa krylovii (17.8%)



Allium bidentatum (17.6%)



Caragana stenophylla (8.5%)

図4. 調査地に出現した代表的な植物。括弧内の数値は全植物の総被度に対する割合を示す。

Fig.4. Representative plants that appeared at the study site. The figures in parentheses indicate the percentage of total plant coverage.

するため過放牧の指標種として扱われている。優占種の上位5種は *A. frigida*, *Stipa krylovii* (イネ科ハネガヤ属), *Allium bidentatum* (ヒガンバナ科ネギ属), *Carex duriuscula* (カヤツリグサ科スゲ属), *Caragana stenophylla* (マメ科ムレスズメ属) で、相対被度で全体の77.2%を占めていた(図4)。*S. krylovii*はユーラシア大陸のステップ地帯に広く分布しており、ステップを代表する植物である。草丈は約40 cm、花茎は約60 cmまで成長し、地上部現存量で見ると *A. frigida*よりも大きくなるためステップの優占種としても扱われる。*A. bidentatum*はユーラシア大陸の中央アジアから東側の乾燥した草原地帯に広く分布する。この種類はネギの仲間なので、葉をちぎって臭いを嗅ぐとネギの香りがする。*C. duriuscula*はユーラシア大陸だけでなく、半乾燥地において世界的に見ることができる種類である。乾燥環境に適応しているが、その中でも比較的湿潤な谷状地形の最下部で多く見ることができる。*C. stenophylla*は中央アジアから東側の乾燥した草原地帯に分布する。この種類は披針形の三小葉とトゲ状に変化した托葉が特徴で、高さ1 mにも満たない灌木であるが地下部を数十 mにまで発達させることで乾燥環境に適応する。

放牧後の時間経過に伴う推定地上部現存量 (E-AGB) の変化を検証したところ、放牧0 hと放牧6 hおよび放牧0 hと放牧12 hの間で有意差が認められた (Tukey test, $P < 0.05$, 図5)。

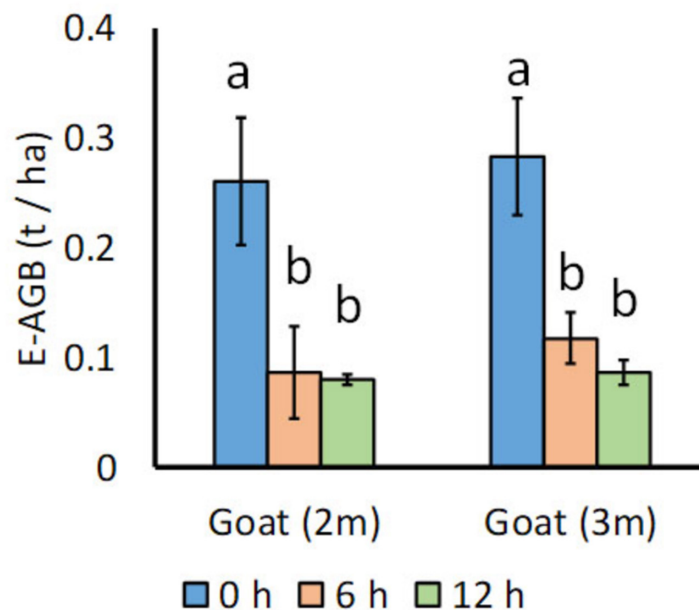


図5. 推定地上部現存量の時間変化

Fig.5. Temporal change of estimated above ground biomass (E-AGB)

2 m区におけるE-AGBは、放牧6 hで66.9%減少し、放牧12 hで69.5%減少した。3 m区におけるE-AGBは、放牧6 hで58.6%減少し、放牧12 hで69.4%減少した。放牧12 hのE-AGBの変化から、放牧密度に関わらず放牧前の約30%が残されていた。ヤギの採食行動を観察すると地際から1 cmまたは2 cm程度を残して食べているので、残された現存量は家畜が食べにくいことによる食べ残しであると考えられる。

放牧によって植生が失われる砂漠化プロセスにおいて、喫食行動による植生喪失はE-AGBの約70%程度であり、残りの約30%は喫食行動以外が関係していることが示唆された。また、喫食のほかに家畜による土壌の踏みつけも原因の1つに挙げられるが、本研究では調査プロットに1頭しか配置していないため、放牧試験における踏みつけによる影響は少なかったと考えられる。今後は家畜の行動パターン別に、放牧による砂漠化プロセスを捉える取り組みが必要である。

もともとの資源量が少ない植物を考慮するため、放牧6時間および12時間におけるE-PVの変化からヤギの資源選択性を検証した(図6)。

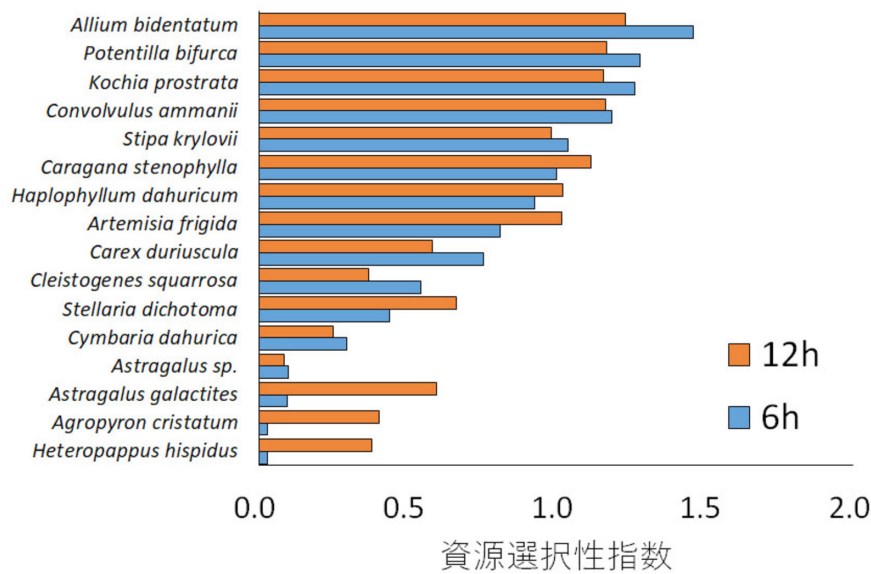


図6. 推定地上部現存量の変化から求めた放牧後6hおよび12hにおける資源選択性指数

Fig.6. Resource selectivity index at 6 h and 12 h after grazing that were determined from changes in estimated above-ground biomass

Allium bidentatum, *Potentilla bifurca* (キンポウゲ科キジムシロ属), *Kochia prostrata* (ヒユ科ホウキギ属), *Convolvulus ammanii* (ヒルガオ科ヒルガオ属), *Caragana stenophylla*は常に資源として利用されていることが示された。 *P. bifurca*は、典型的な草原の中でも放牧圧の高い草原に多く出現するため、過放牧の指標種として扱われている。 *K. prostrata*は乾燥した草原や塩分濃度が高い環境に生育できる半灌木草本で、家畜が餌資源として利用する。 *C. ammanii*は乾燥耐性が強い草丈5 cm程度の小さな草本植物である。背丈の低い植物体に対して白く目立つ花卉が大きく、植物体全体が毛で覆われているなど、高山植物の特徴を持っている。ユーラシア大陸に広域的に分布し、フスタイ国立公園のような典型草原から沙漠に近い荒漠草原にも生育する。

*Stipa krylovii*は放牧6hまでに資源として利用されていたが、その後は資源として利用されなくなることを示して

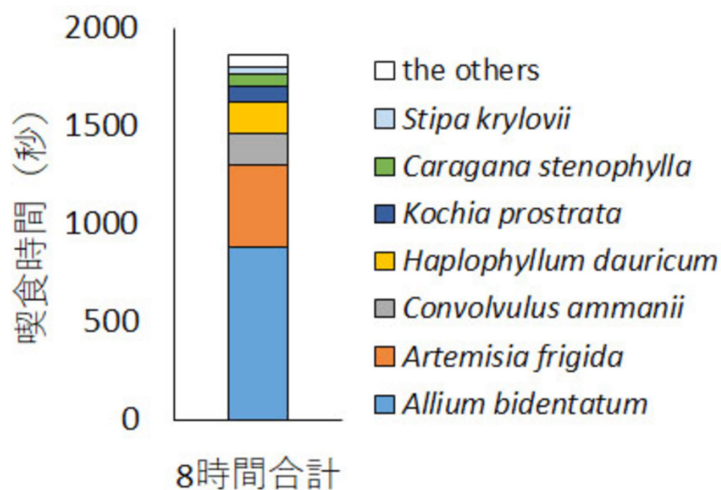


図7. 植物種ごとのヤギによる喫食時間 (放牧8時間).

Fig.7. Eating time by goats for each plant species (8 hours grazing).

いた。 *S. krylovii*は優占種として扱われるほど現存量が多く、放牧6hが経過しても多くの植物体が残っていた。しかしながらヤギの *S. krylovii*に対する選択性が低いことから、ヤギは *S. krylovii*を好んでいないと考えられた。*Haplophyllum dahuricum* (ミカン科ハプロフィルム属)と *Artemisia frigida*は放牧6hまでに資源として利用されていたが、その後選択性を示していることから、餌資源として利用するようになったことを示していた。*A. bidentatum*のように資源選択性が高い植物の選択性指数は放牧12hまでに低下しているが、これは初期の段階で利用され尽くしてしまい、放牧6h以降に資源利用率が低下したためと考えられた。

ウェアラブルカメラによって撮影された動画データの分析は現在も進めているが、データとして使用可能な3m区における8時間分のデータについての解析結果を示す。ヤギによる喫食時間を調べたところ、8時間の試験時間の約0.06%にあたる1863秒が喫食時間であった(図7)。放牧8hにおいて最も選択していた植物は *A. bidentatum* (887秒)で、次いで *A. frigida* (414秒)、*Convolvulus ammanii* (161秒)、*Haplophyllum dauricum* (159秒)の順で多かった。これらは比較的現存量も多いため、喫食行動が動画データに多く記録されていた。もともとの資源量が少ない植物を考慮するため、放牧8hにおける資源選択性について検証したところ、*H. dauricum*、*A. bidentatum*、*K. prostrata*、*C. ammanii*、*Cymbaria dahurica* (ゴマノハグサ科キンバリア属)の5種類に資源選択性が認められた(図8)。

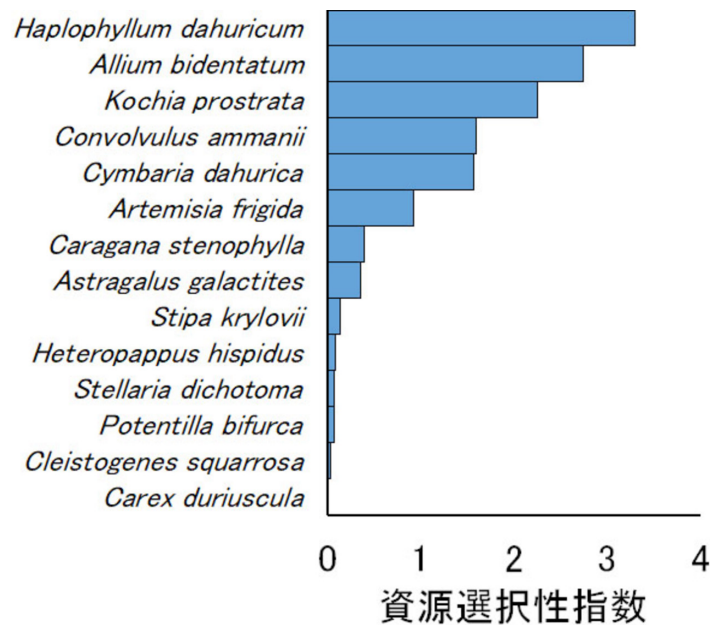


図8. バイオロギングデータから求めた資源選択性指数 (8時間の放牧試験)

Fig.8. Resource selectivity index obtained from biologging data (8 hours grazing)

*C. dahurica*は春先に開花する植物で、ユーラシア大陸のステップ地帯に広域的に分布する。*C. ammanii*と同様に、背丈の低い植物体に対して黄色く目立つ花卉が大きく、植物体全体が毛で覆われているなど、高山植物の特徴を持っている。*C. dahurica*は生育時期が早いので、放牧が行われている草原では調査を行う前にすでに家畜によって食べられている可能性がある。そのため、現存量の変化で資源選択性を示すことが難しいが、バイオロギングであれば食べる量が少なくても選択するかどうかを記録することができたと考えられる。

家畜が餌資源として選択した植物種を、放牧1時間ごとに集計したところ、放牧後1時間の喫食行動で最も選択していた種は *A. bidentatum*で、資源利用率は64.7%であった(図9)。

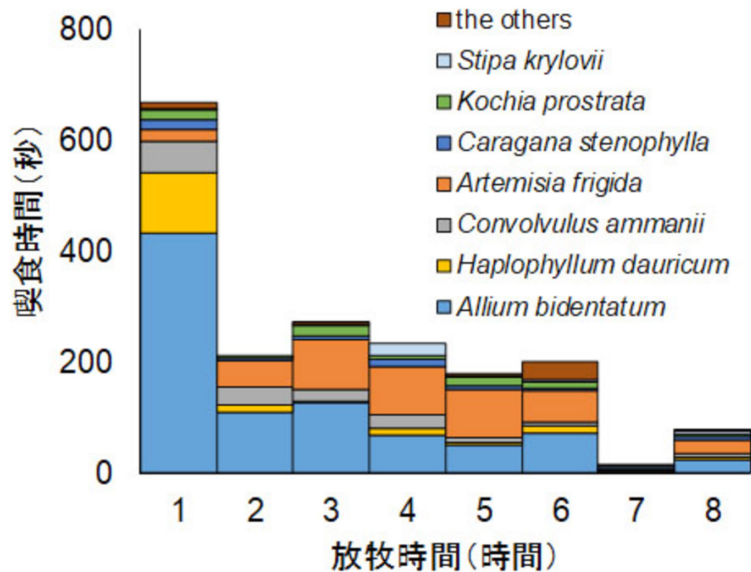


図9. 利用資源の時系列変化 (放牧8時間)

Fig.9. Time series change of used resources (8 hours grazing)

これに次いで *H. dauricum*, *C. ammanii* を選択し、それぞれの資源利用率は 16.3% と 8.4% であった。放牧後 1 時間で利用した植物種は 13 種であったが、資源利用率の上位 3 種だけで 89.4% を占めていた。放牧開始から 1 時間が経過した後は餌を食べる勢いが減少し、食事時間も約 3 分の 1 に減少した。資源選択率も変化し、*A. bidentatum* と *H. dauricum* の資源利用率がそれぞれ 51.4% と 6.6% に低下する一方で、*A. frigida* の資源選択性は 3.3% から 22.6% に上昇した。*A. frigida* はその後も高い選択性を示し、放牧後 4 時間経過で資源選択性は最も高い 48% を示していた。その一方で、*S. krylovii* は優占種であるにもかかわらず資源利用率は低かった。また、成長すると木質化する *C. stenophylla* や *Kochia prostrata* も餌資源として利用していた。バイオロギング技術を用いることで放牧による喫食行動を時系列で解析することが可能になり、家畜の資源選択性に関する詳細を明らかにすることができた。

地上部現存量の変化に注目すると放牧開始直後によく食べられていた *H. dauricum* の資源選択性を示すことができなかったが、バイオロギングによる変化に注目することによって *H. dauricum* の資源選択性を示すことができた。これは着目するパラメーターによっては変化を示せなくなる可能性を示唆している。草食動物における資源選択性は植物種ごとの資源利用量の違いによって示されるため、喫食時に大きく変化する草丈を含むかどうかは大きな問題である。これは家畜の喫食によって草丈の高い植物は変化率が大きい一方で、草丈の低い植物は変化が少ないため選択性を過小評価される可能性を示唆している。そこで資源量の変化でなく、実際に食べた植物種をカウントすることによって選択性を示すことができれば、現地で家畜を観察した様子が再現されると考えられた。バイオロギングによって記録された動画データを用いることで、これまで草丈を含んでいた資源選択性評価が食べた・食べなかったという草丈に関係ないカウントデータになり、資源選択性をより正確に表現できるようになると考えられる。

モンゴルでは適切な放牧圧で利用されている草原では *S. krylovii* が優占し、過放牧が進行した草原では *A. frigida* が優占していることが知られている。これまで家畜は *A. frigida* は選択性が低いため、放牧圧が高くなると食べ残された *A. frigida* が優占した草原になると考えられていた。しかし本研究の結果は、*A. frigida* のほうが *S. krylovii* よりも高い資源選択性を示していた。過放牧のような状況が続くと資源選択性にかかわらず家畜の餌資源として利用されると考えられる。そのような状態から優占種になるためには、喫食された後の再生力が重要であると考えられた。すなわち食べ残された *A. frigida* が優占するのではなく、*A. frigida* の再生力が *S. krylovii* よりも高い結果、過放牧が続いた草原は *A. frigida* が優占した草原になったと考えられた。今回、バイオロギング技術を用いた資源選択性の解明を通じて、過放牧による砂漠化プロセスの新たな可能性を示すことができた。

今後の展望

本研究の結果から、バイオロギングによって得られた映像を解析することでモンゴルにおけるヤギによるグレイジングは特定の植物に対して資源選択性を持つことを明らかにした。バイオロギング技術を用いることでさらに詳細な変化まで解析することが可能であることが確かめられ、放牧による砂漠化プロセスの新たな可能性が示唆された。その一方で、動画データの解析が大変難しく、研究成果としてまとめるまでに多くの時間を要する課題も明らかとなった。今後は自動認識技術を用いた植物体の同定や喫食行動の確認が必要であると考えられることから、正確な動画分析を進めて本研究成果をまとめていくことを今後の課題とし、動画データの解析方法を工夫して、より汎用的な手法として生かせるように試みていきたい。

謝辞

本研究は、旭硝子財団近藤記念グラントの研究助成を受けて実施された。また、本研究の実施にあたり、モンゴル国立生命科学大学生態系研究センターの Undarmaa Jamsran 教授ならびに Tsenden-Ish Narangerel 研究員、フスタイ国立公園研究センターの Dashpurev Tserendeleg 氏、現地牧民の Sanjimytav Byambasuren 氏、筑波大学生命環境科学研究科の高橋健吾氏ならびに三井貴博氏など、多くの方々にご支援頂いた。ここに記して謝意を表す。

引用文献

- [1]Bedunah, D.J. and Schmidt, S.M. Rangelands, 22 (4): 18-24, 2000
- [2]Grubov, V.I. Key to the Vascular Plants of Mongolia. Science Publishers, New Hampshire, 2001
- [3]Manly, B.F.J. et al. Resource selection by animals. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002
- [4]Ophof, A.A. et al. Animal Feed Science and Technology, 185: 190-195, 2013
- [5]Oudshoorn, E.W. et al. Computers and Electronics in Agriculture, 99: 227-235, 2013
- [6]Penfound W.T., Howard J.A. Am Midl Nat 23: 165-174, 1940
- [7]Reis, S.F. et al. Livestock science 174: 39-45, 2015

本助成研究にかかわる成果

〔口頭／ポスター発表〕

1. Kiyokazu Kawada, Kengo Takahashi, Undarmaa Jamsran. Grazing comparison between sheep and goat. International Symposium on Restoration of Steppe Rangeland: Based on the Ethics of Stakeholders, Hustai National Park, Mongolia, 2017.9.8
2. 川田清和, 高橋健吾, ジャムスラン ウンダルマー. モンゴルにおけるヒツジとヤギの資源選択性比較. 日本沙漠学会第 28 回大会. 千葉工業大学東京スカイツリータウンキャンパス, 2017.5.27
3. 川田清和, 高橋健吾, ジャムスラン ウンダルマー. モンゴル草原におけるヤギの採食行動. 植生学会第 22 回大会. 沖縄県男女共同参画センター「ていりる」, 2017.10.22
4. 川田清和, 高橋健吾, ジャムスラン ウンダルマー. モンゴル草原におけるバイオロギングを用いた資源選択性分析. 日本沙漠学会第 29 回大会. 石巻専修大学, 2018.5.26
5. 川田清和, 高橋健吾, Tsenden-Ish Narangerel, Undarmaa Jamsran. モンゴル草原におけるバイオロギングを用いた資源利用分析. 日本生態学会第 66 回大会. 神戸国際会議場, 2019.3.17