

学 位 論 文 要 旨

氏名

李 国梅

題目

チベット高原北部金露梅 (*Potentilla fruticosa*) 優占野草地におけるヤク (*Bos grunniens*) の2季輪換放牧システムの評価：暖季放牧地と寒季放牧地における採食行動、植物の種多様性および現存量
(Evaluation of two-season rotational grazing of yak (*Bos grunniens*) in *Potentilla fruticosa* rangeland in northern Qinghai-Tibetan Plateau: Grazing behaviour, floral diversity and biomass in warm-season and cold-season paddocks)

チベット高原では広大な野草地を利用してヤク (*B. grunniens*)・ヒツジなどの放牧が行われてきたが、近年、地球温暖化や過放牧などによる植生・土壌の荒廃・劣化が懸念されている。過放牧の原因の1つとして、中国政府の遊牧民定住化政策により、従来は4季もしくは3季の遊牧方式で利用されてきた草地在、2季輪換放牧により利用されるようになったことが挙げられているが、その詳細な実態は解明されていない。本研究では、チベット高原草地生態系の保全管理と持続的資源利用の基礎資料を得ることを目的とし、北部金露梅 (*P. fruticosa*) 優占草地におけるヤクの暖寒2季輪換放牧システムを、暖季放牧地 (WSP) と寒季放牧地 (CSP) におけるヤクの採食行動と採食植物、植物の種多様性と現存量にもとづいて評価した。

ヤクの採食草種と採食行動：WSPではヤクにより *Kobresia* spp と *Poa* spp が最も多く採食され、出現植物24属37種中19属27種が採食された。CSPでは *Poa* spp の採食が最も多く、出現植物30属44種中16属25種の野草が採食された。WSPではFS内バイト数と探索時間が午前中よりも午後に多かった ($p<0.001$)。CSPでは午前中に午後よりもパッチ内バイト数、パッチ内FS数およびFS内バイト数が多く ($p<0.001$)、パッチ内採食時間と探索時間が長かった ($p<0.001$)。

植物の種多様性と現存量：WSPでは37種、CSPでは44種が出現した。WSPはCSPと比較し、植物種数、豊富指数、種多様度指数およびPielou均等度指数が低く、植被率および群落高が有意に低かった ($P<0.01$)。放牧季節の違いがWSPの草地植生に強く影響し、激しく荒廃したと考えられた。

夜間繫留地から放牧地への距離による植生の空間変異：WSPでは、距離が長くなるにしたがい、*P. fruticosa* の被度と植物高が増加し、下層植生の被度と群落高が高くなった ($p<0.05$) が、CSPでは一定の傾向は示さなかった。WSP・CSPのいずれにおいても、種数密度、Simpson指数、Shannon-Wiener指数とPielou均等度指数は地点により差が認められた。夜間繫留パドックからの距離によって植生構造、植物現存量および種多様性が変動し、寒季放牧地よりも暖季放牧地でその影響は大きかった。

ヤクの暖寒2季輪換放牧において、放牧季節がヤクの採食行動と放牧地植生に大きな影響を与え、夜間繫留地からの距離が植生構造、植物現存量および種多様性に大きな影響を及ぼし、暖季放牧地でその影響は大きいことが明らかとなった。植物の種多様性を維持し、生態系を良好に保ち、家畜の生産を維持・向上させるためには、暖季放牧地の保護が急務であり、小区画での輪換放牧や休牧を取り入れた放牧方式などを検討することが必要と考えられた。

学 位 論 文 要 旨

氏 名	Guomei Li
題 目	<p>Evaluation of two-season rotational grazing of yak (<i>Bos grunniens</i>) in <i>Potentilla fruticosa</i> rangeland in northern Qinghai-Tibetan Plateau: Grazing behaviour, floral diversity and biomass in warm-season and cold-season paddocks</p> <p>(チベット高原北部金露梅 (<i>Potentilla fruticosa</i>) 優占野草地におけるヤク (<i>Bos grunniens</i>) の2季輪換放牧システムの評価：暖季放牧地と寒季放牧地における採食行動, 植物の種多様性および現存量)</p>
<p>Vast rangeland extends over Qinghai-Tibetan Plateau where yaks (<i>Bos grunniens</i>) are grazed at an altitude of more than 3000 m. With a decline in nomadism along the policy of Chinese government, two-season (warm and cold) rotational grazing system has been widespread in the region, replacing the traditional 4- or 3-season nomadic pastoral system. At the same time, degradation of rangelands has been caused by an increase in the numbers of domestic animals following the rise of human populations in addition to global warming. This study evaluated two-season rotational grazing of yak in <i>Potentilla fruticosa</i> rangeland in northern Qinghai-Tibetan Plateau, in terms of grazing behaviour, diet selection, floral diversity and biomass in warm-season (WSP) and cold-season (CSP) paddocks, in an effort to obtain fundamental data for conservation and sustainable use of the rangeland.</p> <p>Yaks most frequently grazed <i>Kobresia</i> spp. and <i>Poa</i> spp. in WSP and <i>Poa</i> spp. in CSP. The bite rate, number of bites per patch and per feeding station, and number of steps between patches and between feeding stations varied with the paddocks and time of the day.</p> <p>Thirty seven species (Gramineae : Cyperaceae : forbs : shrubs = 6 : 5 : 23 : 3) appeared in WSP, and 44 (Gramineae : Cyperaceae : forbs : shrubs = 7 : 6 : 27 : 4) in CSP. Values for Richness, Shannon-Wiener, Simpson and Pielou Evenness Indices were lower in WSP than in CSP. Vegetation coverage and community height were lower in WSP than in CSP ($p < 0.01$). Number of plant species was significantly lower in WSP (7-16 species/m²) than in CSP (17-22 species/m²) ($p < 0.001$). Aboveground biomass of Gramineae was lower in WSP than in CSP ($p < 0.01$). Subdominant species in WSP were <i>Kobresia humilis</i>, <i>Leontopodium nanum</i> and <i>Potentilla anserina</i> which were short in height and grazing-resistant, while those in CSP were <i>Poa pratensis</i>, <i>Elymus nutans</i> and <i>Kobresia capillifolia</i> which were tall in height. It was shown that long-term rotational grazing of yak in warm and cold seasons caused deterioration of vegetation in WSP, with floral diversity and biomass of plants, especially Gramineae, being decreased as compared with those in CSP.</p> <p>In WSP, coverage and height of <i>P. fruticosa</i> and the coverage and community height of the understory increased as the distance to night paddock increased ($p < 0.05$). Plant species which were prostrate, trampling-tolerant and avoided by yak increased as the distance to night paddock decreased. In CSP, the coverage and plant height of <i>P. fruticosa</i> and understory did not show significant differences among measuring points. It was indicated that, in <i>P. fruticosa</i> rangeland rotationally grazed in warm and cold seasons by yak, the distance to the night paddock caused spatial variability in vegetation and the influence was especially greater in WSP than in CSP.</p> <p>From these results, it is suggested that alternative grazing systems should be explored, for instance, small-paddock- or rest-rotation grazing system, for conserving ecosystem and maintaining floral diversity and biomass and yak productivity, and for preventing grazing rangeland from deterioration and desertification in Qinghai-Tibetan Plateau.</p>	

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏 名	李 国梅
審査委員	主 査 宮崎大学 教授 平田 昌彦
	副 査 宮崎大学 助教授 長谷川 信美
	副 査 鹿児島大学 教授 中西 良孝
	副 査 琉球大学 教授 川本 康博
	副 査 宮崎大学 教授 西脇 亜也
審査協力者	
題 目	チベット高原北部金露梅 (<i>Potentilla fruticosa</i>) 優占野草地におけるヤク (<i>Bos grunniens</i>) の2季輪換放牧システムの評価：暖季放牧地と寒季放牧地における採食行動，植物の種多様性および現存量 (Evaluation of two-season rotational grazing of yak (<i>Bos grunniens</i>) in <i>Potentilla fruticosa</i> rangeland in northern Qinghai-Tibetan Plateau: Grazing behaviour, floral diversity and biomass in warm-season and cold-season paddocks)
<p>チベット高原では広大な野草地を利用してヤク (<i>Bos grunniens</i>)・ヒツジなどの放牧が行われてきたが，近年，地球温暖化や過放牧などによる植生・土壌の荒廃・劣化が懸念されている。過放牧の原因の1つとして，中国政府の遊牧民定住化政策により，従来は4季（春，夏，秋，冬）もしくは3季（春秋，夏，冬）の遊牧方式で利用されてきた草地在が，2季輪換放牧により利用されるようになったことが挙げられているが，その詳細な実態は解明されていない。本研究では，チベット高原草地生態系の保全管理と持続的資源利用の基礎資料を得ることを目的とし，北部金露梅 (<i>Potentilla fruticosa</i>) 優占野草地におけるヤクの暖寒2季輪換放牧システムを，暖季放牧地 (warm-season paddock, WSP; 4月中旬-10月中旬) と寒季放牧地 (cold-season paddock, CSP; 10月中旬-4月中旬) におけるヤクの採食行動と採食植物，植物の種多様性と現存量に基づいて評価した。</p> <p>まず，WSPとCSPにおける放牧ヤクの採食行動と位置，採食植物選択とそれらの放牧季節による違いについて検討した。WSPでは上位7種（属）の採食割合は79.3%で19種（属）を採食し，CSPでは上位6種の採食割合が84.7%で16種（属）を採食した。採食植物各種の割合は草地植生構成植物各種の相対優占度との間にWSP ($r=0.909, p<0.001$) とCSP ($r=0.934, p<0.001$) で強い相関を示したが，嗜好</p>	

性を示す指数との間の相関は弱かった。採食量は WSP で 33.4 gDM/kgBW/day, CSP で 20.5 gDM/kgBW/day であった。採食行動は, WSP ではパッチ内採食時間とパッチ間移動時間はともに AM (午前) が PM (午後) よりも長く ($p < 0.001$), パッチ内 FS (フィーディングステーション) 数とバイト数は PM が AM よりも多かった ($p < 0.0001$)。CSP では WSP よりもパッチ内バイト数が少なく, バイト速度が遅く, FS 数とパッチ内歩数が少なく, パッチ間歩数は多かった。また PM には AM と比較し, 単位時間当たり訪問パッチ数は 1.9 倍に増加したが, パッチ内採食時間は 0.57 倍, パッチ内バイト数 0.56 倍, FS 数 0.34 倍に減少し, パッチ間移動時間と歩数も減少した。牧区内位置分布は時間帯により違いがあった。これらのことから, ヤクの採食植物種選択は優占度に影響され, パドックと時間帯により採食行動とその位置を変えて栄養摂取を最大にしようとしていたが, 暖・寒両季節ともに十分な栄養を摂取できていない状態にあり, 草地の劣化がヤクの生産性にも影響を及ぼしているものと推察された。

次に, WSP と CSP における植物の種多様性, 植生群落構成および地上部現存量について検討した。WSP では 37 種, CSP では 44 種が出現した。出現種数は, WSP (7-16 種/m²) が, CSP (17-22 種/m²) よりも有意に少なかった ($P < 0.001$)。WSP は CSP と比較し, Simpson 指数, Shannon-Wiener 指数および Pielou 均等度指数が低く, 植被率および群落高が有意に低かった ($P < 0.01$)。また, 栄養価の高い野草であるイネ科植物の地上部現存量は, CSP よりも低かった ($P < 0.01$)。WSP では *Kobresia humilis*, *Leontopodium nanum*, *Potentilla anserina* などの草高が低く, 放牧耐性の高い植物が, CSP では *Poa pratensis*, *Elymus nutans*, *Kobresia capillifolia* など草高の高い植物が金露梅の次に優占する種になっていた。これらのことから, ヤクの長期にわたる放牧季節の違いが WSP の草地植生に強い影響を与え, 種多様性が低下し, 優良な野草の地上部現存量が減少し, 著しく荒廃したと考えられた。

最後に, 夜間繫留地 (BP=0m) からの距離 (CP=50m 以内, NP=250m, MP=500m, FP=750m) が野草地の植生, 植物の地上部現存量および種多様性に及ぼす影響について検討した。WSP では, 距離が長くなるにしたがい, *P. fruticosa* の被度と植物高がともに増加し, 下層植生の被度と群落高がともに高くなった ($p < 0.05$)。WSP において FP では草高の高い草種が主要な種であったが, 距離が短くなるにしたがい, 匍匐性で踏圧に強く, 嗜好性の低い草種の優占度が高くなった。CSP では, FP・MP・NP 各地点間には *P. fruticosa* の被度と植物高, 下層植生の被度と草高および草種の組成では一定の傾向が認められず, CP では草種数が急に減少した。下層植生の草本植物の現存量は WSP では FP と MP が NP と CP より多く ($p < 0.05$), CSP では FP が最も多く, CP が最も少なかった ($p < 0.05$)。WSP・CSP のいずれにおいても, 種数密度, Simpson 指数, Shannon-Wiener 指数および Pielou 均等度指数は CP で最小となった ($p < 0.05$)。夜間繫留地からの距離による放牧圧の違いによって植生構造, 植物現存量および種多様性が変動し, CSP よりも WSP でその影響は特に大きいことが明らかとなった。

以上より, ヤクの暖寒2季輪換放牧において, 放牧季節がヤクの採食行動と草地植生に大きな影響を与え, 夜間繫留地からの距離が植生構造, 植物の地上部現存量および種多様性に大きな影響を及ぼし, 暖季放牧地でその影響が大きいことが明らかとなった。植物の種多様性を適正に維持し, 生態系を良好に保ち, 家畜の生産を維持・向上させるためには, 現行の暖寒2季輪換放牧に代わる方式の検討が急務であり, 全放牧地を小区画に分割しての短期輪換放牧や, 休牧を取り入れた放牧方式などを検討することが必要と考えられた。

最終試験結果の要旨

学位申請者 氏名	李 国梅		
審査委員	主 査	宮崎大学	教授 平田 昌彦
	副 査	宮崎大学	助教授 長谷川 信美
	副 査	鹿児島大学	教授 中西 良孝
	副 査	琉球大学	教授 川本 康博
	副 査	宮崎大学	教授 西脇 亜也
審査協力者			
実施年月日	平成 19 年 1 月 24 日		
試験方法（該当のものを○で囲むこと。）			<input checked="" type="checkbox"/> 口答・筆答
<p>主査及び副査は、平成 19 年 1 月 24 日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士（農学）の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。</p>			

学位申請者
氏 名

李 国梅

[質問 1] チベット高原全体でこのような暖寒2季放牧を行っているのか。

この研究結果はチベット高原全体に適用できるのか。

[回答 1] この農家は20年前から行っているが他の地域ではここ5-6年この方式を行いだしている。

[質問 2] この方式と伝統的に行われてきた遊牧とでは、1頭当たりの面積、つまり放牧圧は同じ程度なのか。

[回答 2] そのようなデータはないが、成雌ヤクの体重が以前は250kgあったが現在は150kgになっており、また、1年1産ないし3年2産であったが、2年に1産となっており、このことは放牧圧が高まっており、過放牧になっていることを示していると考えられる。

[質問 3] 家畜頭数は増えているのか、いつ頃からなのか。

[回答 3] 家畜頭数は特にこの10-15年間に増加している。

[質問 4] 摂取量の多い植物と嗜好性の高い植物とは一致しないと書いているが、たくさん食べた植物が嗜好性が高いのではないか。

[回答 4] たくさん食べられても、摂取割合よりも草地での存在割合のほうが高ければ、好まれているとは言えない。摂取割合が6割でも草地に8割存在すれば嫌われていることになり、摂取割合が3割でも草地に2割しか存在しなければ好まれていることになる。

[質問 5] 糞中植物片で植物種ごとの採食割合を推定しているが、採食頻度を観察した方が良いのではないか。

[回答 5] ヤクはそばまで近づくことができず、また採食速度も非常に速く、1度に数種類の植物を摂取するので、目視で植物種ごとの採食頻度を観察するのは不可能である。

[質問 6] 夜間繫留地からの距離が遠いほど金露梅などの不食植物が多くなるのであれば、何らかの形で除去する必要があるのではないか。

[回答 6] 小牧区輪換放牧などによりコントロールすることが考えられる。

[質問 7] ヒツジやヤギとの混牧や火入れなどをして、金露梅などの植生をコントロールしたらどうか。

[回答 7] 農家は以前は火入れを行って、ヤクの食べない金露梅をコントロールしていたが、現在は政府により火入れは禁止されている。またヤギの放牧もこの地域は禁止されている。

[質問 8] 優良野草を増やすにはどうすればいいのか。

[回答 8] イネ科・カヤツリグサ科などの優良野草を増やすためには過放牧にしないことが必要である。今後の対策としては、小牧区に分割して輪換放牧をしたり休牧を取り入れることが考えられる。

[質問 9] 金露梅を切ったらいいのではないか。

[回答 9] 農家は金露梅を除去したいが、政府はチベット高原の砂漠化防止のために灌木を増やす方針で、灌木の金露梅を保護するために、切ったり火入れしたりすることを禁止している。

[質問 10] 他の樹木を植えたらいいいのではないか。

[回答 10] 100本植えても2・3本しか残らない。灌木が一番効果が高いために保護されている。

[質問 11] 小牧区に区切ると農家の毎日の作業が大変になるので、なかなか普及しないのではないか。

[回答 11] 夜間繫留地にヤクを出し入れするために、毎日朝晩ゲートの開け閉めを行っているので、農家にとってはそんなに負担にならない。

[質問 12] 採食量の推定は、採食した植物と糞中の不消化物質量のダブルインディケーター法で行うのが普通だが、糞量の推定はどのような方法で行ったのか。

[回答 12] 全糞採取して測定した。

[質問 13] この農家は50数ヘクタールで50頭を飼育しているが、チベットではヤクを何頭飼育したら生活していけるのか。

[回答 13] 家族4人で50頭飼育すれば十分生活していける。