亜寒帯草原の景観維持に向けた刈払いおよび施肥処理の有効性の検討 —ウマの放牧が衰退した場合の代替手段として—

小 路 敦

独立行政法人 農業技術研究機構 畜産草地研究所
(現所属：独立行政法人 農業技術研究機構 九州沖縄農業研究センター
861-1192 熊本県菊池郡西合志町須屋 2421 (shojiats@affrc.go.jp))

Mowing and fertilization efficiency on landscape conservation in a subarctic semi-natural grassland as horse grazing alternatives

Atsushi Shoji

National Institute of Livestock and Grassland Science (Present affiliation: National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, 2421, Suya, Nishigoshi, Kumamoto 861-1192, Japan)

Key words: Conservation, Horse grazing, *Iris setosa* Pallas, Landscape, Subarctic semi-natural grassland

はじめに

半自然草原の面積減少は全国的な傾向である(環境庁, 1994, 氷見山, 1995)が, 北海道東部の海岸段丘上には, ウマの放牧によって維持されてきた半自然草原が比較的良好な状態で残されている。しかし, ウマの価格の変動などにより, 近年ここでも放牧頭数が減少してきており, 厚岸町の町花, ヒオウギアヤメをはじめとする草原性植物の個体群および草原景観の維持が危惧されるようになってきている。このような状況のもと, 本研究では, ウマの放牧が草原の植生・景観を維持するメカニズムを解明し, 放牧が衰退した場合の草原維持に有効な代替手法を呈示することを目的として, 2000年春より禁牧試験や刈払い試験, 施肥試験を実施している。

前報(小路, 2001)では, 禁牧試験開始後2ヶ月にして早くも土壌構造や光環境が変化したことから, 放牧の中止後, 比較的早い時期に草原における物理環境が草原性の植物にとって好ましくなくなる可能性を示した。また, 夏季の刈払い処理によって, 秋季におけるヒオウギアヤメの相対優占度が高まっていることから, 夏季の刈払い処理が代替手段として有望であることを示した。しかし, それらは一夏の経過でしかなく, 処理の有効性を明らかにするためには, 数年にわたる継続的な調査が不可欠である。また, 前報での施肥試験(小路, 2001)は窒素成分のみの施用であったが, 本調査地のようなリン酸吸収係数のきわめて高い黒ボク土壌地帯では, リン酸の欠乏が制限要因となっている可能性があるため, リン酸肥料の施肥試験の結果に基づく検討が不可欠である。

そこで本報では, 刈払い等, 前年度の処理が次年

度の植生に及ぼす影響の検討結果, および新たに開始したリン酸施肥試験の効果について述べるとともに, 放牧の中止によってヒオウギアヤメ群落が今後どのように変化するかということの解明を目指し, 昨年得られたデータと比較することによって, 簡単な植生変動モデルを試行的に構築し, ヒオウギアヤメ現存量の変動を予測した。

調査地および方法

調査地についての詳細は, 前報(小路, 2001)に記載したとおりである。2000年5月, 例年の放牧が開始される前に, 厚岸町の海岸段丘上に成立する半自然草原のウマ放牧地2ヶ所(主として軽種馬が放牧されている『あやめヶ原』および重種馬の放牧地である『鯨浜』)において, 10m×10mの禁牧区をそれぞれ5ヶ所ずつ設置し, 対照(放牧)区(10m×10m, 5ヶ所ずつ設置)と比較しつつ, 植生の変動を追跡した。また, 2000年5月に窒素, 2001年5月に窒素およびリン酸の施肥(植物の十分な施肥反応が得られると考えられる10g/m²。窒素, リン酸ともに成分量。)処理, ヒオウギアヤメの生殖生長が終了し, 群落全体の地上部現存量がピークとなる2000年および2001年7月に刈払い処理(刈払い機によるヒオウギアヤメをも含めた地際での刈払い)を行い, これらの処理の有効性を検討した。植生調査および地上部現存量の刈取り調査は, 各年7月および9月に実施し, 刈り取った地上部をヒオウギアヤメ, ササ類, イネ科草本, スゲ類, 広葉草本(シダ類・木本を含む)に分別し, 各分類群の乾燥質量を求めた。放牧の有無や, 施肥, 刈払いが植生に及ぼす影響を明らかにするために, 禁牧処理×窒素施肥×リン酸施肥×

刈払い処理×試験地の5元配置分散分析による現存量調査データの解析を行った。ヒオウギアヤメの相対優占度の変遷を、放牧や刈払い、施肥の有無などから予測するため、多変量ロジスティック回帰分析を行った。

結果

2000年度の調査結果については、前報（小路，2001）においてすでに報告済みであるので、本報告では2001年度の結果のみ記述する（表1）。

1. 夏季調査結果

ヒオウギアヤメの地上部現存量について、あやめヶ原では鯨浜と比較して約半分と極めて少なく、また禁牧区でも対照（放牧）区の約半分となったが、いずれも10%水準でも有意な差はなかった。また、2000年度の刈払い区では刈払いなし区と比較して、窒素無施肥区では窒素施肥区と比較して、リン酸施肥区ではリン酸無施肥区と比較して、それぞれヒオウギアヤメの地上部現存量の値が高くなったが、いずれも10%水準でも有意な差はなかった。

表1. 各処理における現存量と処理の有意性。

放 牧 区												
刈払い区(2001年)				刈払い区(2000年および2001年)				刈払いなし区				
+N		-N		+N		-N		+N		-N		
+P	-P	+P	-P	+P	-P	+P	-P	+P	-P	+P	-P	
2000年夏												
ヒオウギアヤメ	—	—	—	—	—	—	—	—	47.3	—	82.2	
イネ科+ササ	—	—	—	—	—	—	—	—	79.4	—	50.3	
スゲ類	—	—	—	—	—	—	—	—	12.5	—	3.8	
広葉草本	—	—	—	—	—	—	—	—	75.4	—	74.5	
2000年秋												
ヒオウギアヤメ	—	—	—	—	—	132.6	—	97.6	—	106.5	—	62.9
イネ科+ササ	—	—	—	—	—	109.9	—	61.8	—	184.7	—	154.2
スゲ類	—	—	—	—	—	16.8	—	7.8	—	18.6	—	23.3
広葉草本	—	—	—	—	—	43.5	—	35.7	—	115.2	—	103.6
2001年夏												
ヒオウギアヤメ	—	—	—	—	75.8	130.8	35.1	118.2	31.3	33.3	169.0	24.0
イネ科草本	—	—	—	—	294.3	191.3	219.3	110.6	192.8	83.6	140.4	73.0
ミヤコザサ	—	—	—	—	49.1	19.2	15.9	23.7	33.5	43.4	64.3	39.9
スゲ類	—	—	—	—	14.9	14.4	28.2	21.1	24.2	14.5	11.7	23.2
広葉草本	—	—	—	—	103.5	188.6	101.5	146.9	295.5	268.2	171.8	115.8
2001年秋												
ヒオウギアヤメ	40.7	47.4	0.0	72.1	18.8	34.2	21.4	129.4	0.4	40.1	97.4	55.2
イネ科草本	34.5	61.0	44.4	21.9	144.5	73.4	95.0	31.9	87.0	115.5	173.9	39.6
ミヤコザサ	3.6	19.1	11.7	11.5	3.2	17.1	3.1	21.3	19.5	52.1	159.5	40.7
スゲ類	6.6	0.1	0.9	20.1	1.7	5.7	8.1	2.1	7.8	8.3	10.3	7.3
広葉草本	52.7	22.8	37.0	24.0	27.9	30.6	61.4	13.2	166.2	107.5	101.5	87.4

禁 牧 区													地上部現存量 に対する各処理 の有意性(分散分析による)			
刈払い区(2001年)				刈払い区(2000年および2001年)				刈払いなし区					禁牧 刈払い N施肥 P施肥			
+N		-N		+N		-N		+N		-N						
+P	-P	+P	-P	+P	-P	+P	-P	+P	-P	+P	-P					
2000年夏																
ヒオウギアヤメ	—	—	—	—	—	—	—	—	37.9	—	27.1	(*)	—	NS	—	
イネ科+ササ	—	—	—	—	—	—	—	—	106.2	—	104.6	*	—	NS	—	
スゲ類	—	—	—	—	—	—	—	—	6.2	—	13.0	NS	—	NS	—	
広葉草本	—	—	—	—	—	—	—	—	60.4	—	67.1	NS	—	NS	—	
2000年秋																
ヒオウギアヤメ	—	—	—	—	—	123.3	—	185.2	—	90.1	—	83.2	NS	(***)	NS	—
イネ科+ササ	—	—	—	—	—	79.3	—	80.2	—	212.0	—	270.8	*	NS	NS	—
スゲ類	—	—	—	—	—	16.6	—	8.2	—	16.8	—	22.9	NS	NS	NS	—
広葉草本	—	—	—	—	—	75.1	—	30.4	—	106.2	—	64.8	NS	NS	NS	—
2001年夏																
ヒオウギアヤメ	—	—	—	—	222.7	0.0	19.3	0.0	10.2	8.0	48.3	51.6	(**)	NS	NS	NS
イネ科草本	—	—	—	—	523.9	101.4	87.9	233.4	229.4	77.6	125.0	127.1	NS	***	***	***
ミヤコザサ	—	—	—	—	2.7	101.3	203.1	9.1	91.1	170.5	178.5	170.7	***	*	NS	NS
スゲ類	—	—	—	—	38.3	6.3	15.5	39.2	36.5	42.0	18.9	24.9	NS	NS	NS	NS
広葉草本	—	—	—	—	385.6	304.6	475.6	126.0	403.8	438.9	255.7	135.4	*	NS	NS	NS
2001年秋																
ヒオウギアヤメ	74.6	0.0	65.9	28.6	217.1	37.2	28.3	81.8	0.9	0.0	10.5	8.5	(*)	(**)	NS	NS
イネ科草本	55.9	49.7	143.3	40.8	92.5	50.9	67.1	69.4	158.1	82.3	132.3	73.3	NS	*	NS	*
ミヤコザサ	18.2	35.0	7.3	60.4	6.6	21.4	26.7	38.4	175.2	177.0	260.6	195.2	*	**	NS	NS
スゲ類	7.4	5.7	4.5	4.0	1.0	9.4	1.2	5.1	12.2	24.7	9.9	7.7	NS	NS	NS	NS
広葉草本	42.4	31.1	33.9	66.6	25.7	47.3	16.1	21.4	626.3	188.1	196.3	63.8	NS	***	*	*

表中の数字は単位面積あたりの乾物重(g/m²)。

処理の有意性を示す表において、NS, *, **, *** は、それぞれ有意性なし、5%, 1%, 0.1%水準で有意であることを示す。

()は、相対優占度(現存量ベース)の有意性を示す。

ヒオウギアヤメの地上部現存量を、他の植物も含めた地上部全現存量に対する相対優占度として各処理の効果を比較したところ、全地上部現存量の場合と同様の傾向が見られた（あやめヶ原＜鯨浜、放牧区＞禁牧区、刈払い区＞刈払いなし区、窒素施肥区＜窒素無施肥区、リン酸施肥区＞リン酸無施肥区）が、禁牧以外の処理では有意な差は認められなかった。禁牧処理は、1%水準で有意にヒオウギアヤメの相対優占度を低下させることが示された。

イネ科草本の地上部現存量の値は、あやめヶ原よりも鯨浜においてきわめて有意に高く（ $P < 0.01\%$ ）、前年度における刈払い処理、窒素施肥、およびリン酸施肥によって有意に高められ（それぞれ $P < 0.1\%$, $< 0.1\%$, $< 0.01\%$ ）、調査地と刈払い処理、調査地と窒素施肥、調査地とリン酸施肥、窒素施肥とリン酸施肥、調査地と窒素施肥とリン酸施肥、そして調査地と刈払い処理と窒素施肥とリン酸施肥には、それぞれ有意な交互作用（それぞれ $P < 1\%$, $< 1\%$, $< 1\%$, $< 0.01\%$, $< 0.1\%$, $< 0.1\%$ ）が存在した。

ササの地上部現存量は、禁牧によって有意に増加（ $P < 0.1\%$ ）し、前年度の刈払い処理によって有意に減少（ $P < 5\%$ ）したが、両処理間に交互作用は存在しなかった。また、他の処理は、ササの地上部現存量には有意な影響を及ぼさなかった。

スゲ類の地上部現存量に対しては、各処理とも有意な効果は及ぼさなかった。

広葉草本類の地上部現存量は、禁牧によって有意に増加（ $P < 5\%$ ）したが、他の処理による有意な効果は認められなかった。

地上部総現存量は、あやめヶ原と比較して鯨浜で有意に多く（ $P < 0.01\%$ ）、禁牧処理によって有意に増加し（ $P < 0.1\%$ ）、窒素施肥およびリン酸施肥により、有意に増加（それぞれ $P < 5\%$, $< 1\%$ ）した。

前年度の刈払い処理は、翌年の夏季におけるヒオウギアヤメの地上部現存量に対しては影響を及ぼさなかった。禁牧処理は夏季のヒオウギアヤメの相対優占度を低下させた。夏季のイネ科草本地上部現存量は、前年度における刈払い処理、春季の窒素施肥およびリン酸施肥によって高められ、夏季のササ類の地上部現存量は禁牧によって増加し、前年度の刈払い処理によって減少した。秋季のヒオウギアヤメの地上部現存量および相対優占度は、夏季の刈払い処理により増加したが、他の処理による効果は認められなかった。イネ科草本の秋季地上部現存量は、夏季における刈払い処理により減少し、リン酸の施肥によって増加した。ササ類の秋季地上部現存量は、

禁牧によって有意に増加し、刈払い処理によって減少した。

2. 秋季調査結果

ヒオウギアヤメの地上部現存量は、鯨浜においてあやめヶ原よりも有意に多い結果となった（ $P < 5\%$ ）。また、夏季の刈払い処理により、10%水準ではあるが、有意に増加することが示された。他の処理については、有意な効果は認められなかった。

ヒオウギアヤメの相対優占度は、あやめヶ原と比較して鯨浜で高く（ $P < 5\%$ ）、禁牧処理によって低下し（ $P < 5\%$ ）、夏季の刈払い処理によって上昇する（ $P < 1\%$ ）ことが示された。また、調査地と刈払い処理には、有意な交互作用（ $P < 5\%$ ）が認められた。

イネ科草本植物の地上部現存量は、夏季同様あやめヶ原と比較してきわめて有意に鯨浜で多い（ $P < 0.01\%$ ）結果となった。また、夏季における刈払い処理により、秋季現存量は有意に減少し（ $P < 5\%$ ）、リン酸の施肥により、有意に増加する（ $P < 5\%$ ）ことが示された。

ササの地上部現存量は、あやめヶ原と比較して鯨浜で有意に少なく（ $P < 1\%$ ）、禁牧によって有意に増加し（ $P < 5\%$ ）、刈払い処理によって有意に減少（ $P < 1\%$ ）した。また、調査地と禁牧処理、調査地と刈払い処理には、有意な交互作用（ともに $P < 5\%$ ）が存在した。

スゲ類の地上部現存量に対しては、いずれの処理とも有意な効果は及ぼさなかった。

広葉草本類の地上部現存量は、刈払い処理によって有意に減少し（ $P < 0.1$ ）、窒素施肥およびリン酸施肥により、有意に増加（ともに $P < 5\%$ ）した。刈払い処理と窒素施肥、刈払い処理とリン酸施肥には、交互作用が存在した（ともに $P < 5\%$ ）。

地上部総現存量は、禁牧処理によって有意に増加し（ $P < 1\%$ ）、夏季の刈払い処理によってきわめて有意に減少（ $P < 0.01\%$ ）し、リン酸施肥により有意に増加（ $P < 5\%$ ）した。禁牧処理と刈払い処理、刈払い処理とリン酸施肥には、有意な交互作用が存在（ともに $P < 5\%$ ）した。

3. 多変量ロジスティック回帰分析による解析結果

ヒオウギアヤメの個体群変動に及ぼす各処理の効果を検証し、簡単な植生変動予測を行うため、前年度に得られたデータをも組み込み、ヒオウギアヤメの相対優占度を結果変数、各処理や調査地・年次間差異などを説明変数とする多変量ロジスティック回

帰分析（ステップワイズ（逐次選択）法による変数選択）を行った結果、調査地・年次間差異および刈払い処理のみが変数として採択された。しかし、これでは放牧中止によるヒオウギアヤメ個体群の変動予測が行えないため、有意水準が24%を越えてはいたが、禁牧処理を説明変数として取り込み、調査地間差異、年次間差異、禁牧年数、刈払い処理年数の4変数を説明変数とする回帰式を最終的に採用した。

調査地間差異および年次間差異が非常に大きく、これらの変数をどのように扱うかで変動予測結果が大きく異なる。調査地間差異は、ヒオウギアヤメ群落維持が課題となっているあやめヶ原のみを考慮することとし、年次間差異については、2000年度と2001年度間の変化を偶然的なものと考えた場合と、年次的傾向であると考えた場合の2通りで考察・検討を行うこととした。

考 察

1. ヒオウギアヤメ地上部現存量に及ぼす要因

2年間の試験からは、ヒオウギアヤメの地上部現存量そのものに有意な効果を及ぼす要因を抽出することはできなかった。これは、地上部現存量調査用の枠が相対的に小さい（30cm×30cm）ため、株化して集中分布しているヒオウギアヤメが調査枠内に出現するか否かが偶然性にきわめて影響されやすく、試験区内に出現していても刈取り枠からはみ出してしまい現存量の値が0となることが多く、それらの値が統計的検定に少なからぬ影響を及ぼしていることによると考えられる。

そこで、0から100までの値しかとらない変数を分散分析にかけることには問題があるのかもしれないが、地上部総現存量に対するヒオウギアヤメ現存量から算出した相対優占度を用いて検定を行った結果、調査地間差異（秋季のみ）、禁牧の影響、刈払い処理の効果（秋季のみ）が検出された。

調査地間差異については、2001年夏季、あやめヶ原においてヒオウギアヤメを食害する害虫（種は未同定、ヨトウガの類と思われ、ヒオウギアヤメの地上基部に食い入る。）が大量発生したため、秋季にはヒオウギアヤメの現存量が極端に減少してしまった。その影響が大きいと考えられる。

禁牧の効果は、夏季調査の時点で現れていた。ヒオウギアヤメは雪解け直後から生育を開始し、通常6月の開花期頃には生育を停止する。一方、帰化牧草を主体とするイネ科草本は、5月の入牧期以降、「スプリング・フラッシュ」と呼ばれるように急速

に生長する。この時期、イネ科草本に被陰されることは、生育途上のヒオウギアヤメにとって大きなダメージとなるため、生育初期の放牧によるイネ科草本の除去（ウマによる採食）がきわめて重要であり、禁牧処理の効果が大きく現れたものと考えられる。このことは、昨年度の調査結果からも考察されている。

前年度における刈払い処理後のヒオウギアヤメ地上部の急速な再生により、地下部の蓄積量が減少し、それに伴う今年度の地上部現存量への影響が懸念されていたが、2001年夏季の調査結果を見る限り、影響はないと考えられた。むしろ、有意な差ではないが、前年度の刈払いにより、地上部現存量が増加している傾向が見られた。刈払い処理は、放牧が中止された場合、ヒオウギアヤメ群落維持のための有効な手段となりうることを示された。

刈払い処理のヒオウギアヤメ群落維持に及ぼす有効性は、秋季調査結果からもうかがえる。刈払い処理によってヒオウギアヤメの相対優占度が上昇したのは、他のイネ科草本やササ、広葉草本類が除去されたことによるとも考えられる。しかし、ヒオウギアヤメの現存量そのものも、10%水準ではあるが刈払い処理により有意に増加しているため、他の植物の除去による効果だけではなく、ヒオウギアヤメの個体サイズ増大にも貢献していると考えられた。刈払い後、直立茎を再生させることなく直ちに光合成が再開できる本種は、ロゼット植物同様（前中・大窪, 1997）、地上部の攪乱に対する耐性が強いと考えられる。

ササ類が優占する半自然草原の管理法として、刈払った植物体を系外に持ち出す刈り取りが、放牧や火入れと比較して一般的であるとされている（大窪, 2001）。クマイザサ侵入・優占の阻止によるマツムシソウなど野生草花の維持（大窪・前中, 1993）や、ネザサの優占抑制を通じた絶滅危惧種エヒメアヤメの個体群の維持（Naito & Nakagoshi, 1995）および出現種数を増加させる（内藤・中越, 2001）手段として、刈り取りは有効な手段のようである。

しかし、ササ類が優占する半自然草原は往々にして広大な面積となるため、実際に人力で刈り取りや持ち出しを行う場合、相当な労力が必要である。特に本調査地の場合、数百ヘクタールの面積に及ぶ一方、比較的平坦であるため、大型機械の利用による刈払いが現実的である。本報は、刈払いが有効であるということを示した点で、実用的な方法を示すことができたと言える。

施肥については、ヒオウギアヤメ現存量および相対優占度に対しても、本試験結果からはその効果が認められなかった。窒素施肥はヒオウギアヤメ現存量を増加させるどころか、むしろ減少させる傾向が見られた。リン酸施肥は、開花期である夏季においては現存量を増加させる傾向が若干見られたが、10%水準でも有意ではなく、相対優占度に至ってはほとんど効果が認められなかった。このようなことから、放牧によるヒオウギアヤメ群落維持に及ぼす

効果は、排糞による施肥効果ではなく、採食や踏みつけなどの攪乱行動が重要であることが示された。

2. ヒオウギアヤメ優占度の変動予測

ヒオウギアヤメの相対優占度の変動を予測した結果、年次変動を考慮しない場合（2000年度と2001年度間の変化を偶然的なものとする場合）、放牧の継続によってヒオウギアヤメの相対優占度が現状レベルで維持される予測結果となった（図1）。刈払い

図1. あやめヶ原におけるヒオウギアヤメの相対優占度変遷の予測（2000年・2001年の年次変動を考慮しない場合）

図2. あやめヶ原におけるヒオウギアヤメの相対優占度変遷の予測（2000年・2001年の年次変動を考慮した場合）

処理は、ヒオウギアヤメの相対優占度を飛躍的に増大させる一方で、放牧の中止（刈払い処理なし）によって、5年間でヒオウギアヤメ群落は約半分のレベルに衰退することが示された。

2000年から2001年にかけての変動を年次的な傾向であるにとらえた場合、予測結果は非常に悲観的なものになってしまう（図2）。放牧の継続や刈払い処理は、確かに何も対策を講じない場合と比較して一定の効果は認められるが、それらの処理を施したとしても、5年後には約10%にまで減少し、10年後にはほとんどゼロになってしまうという予測結果が示された。

あやめヶ原において、ここ数年、ヒオウギアヤメ群落の衰退が著しいと言われている。現在あやめヶ原では、比較的軽量の北海道和種馬（ドサンコ）のみが放牧されているが、かつてはウシやばん用馬など、「重量級」の家畜が放牧されていた。近年のヒオウギアヤメ群落衰退にはこのような畜種の変化だけではなく、地球温暖化や酸性雨等の影響も考えられる。

あやめヶ原におけるヒオウギアヤメ群落の衰退が、害虫の発生による一時的なものなのか、畜種の軽量化や地球環境変化に伴う年次的な傾向であるのか、あるいはあやめヶ原におけるヒオウギアヤメ群落は滅びる運命にあり、どのような対策を講じても群落維持は不可能なのか、残念ながら2年間の調査結果だけではわからない。今後数年間にわたって継続調査を行うと同時に、様々な観点からの要因解析を行うことが不可欠である。

謝 辞

本研究は、主として厚岸湖・別寒辺牛湿原学術研究奨励補助金による援助のもと、実施することができました。北海道厚岸町役場、厚岸水鳥観察館の方々、町民の皆さまには、ご尽力、ご理解を賜りました。

調査許認可申請のための諸手続に際しましては、厚岸町商工観光課の皆さまをはじめ、北海道釧路支

庁の方々に様々なご苦勞をお掛けしました。

現存量調査のための試料分別には、独立行政法人農業技術研究機構 畜産草地研究所の職員・非常勤職員の皆さまのご協力を賜りました。

ここに厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 水見山幸夫. 1995. アトラス—日本列島の環境変化. 187pp. 朝倉書店. 東京.
- 環境庁. 1994. 第4回自然環境保全基礎調査, 植生調査報告書(全国版). 390pp. 環境庁自然保護局. 東京.
- 前中久之・大窪久美子. 1997. 人間の影響下に成立する生物的自然—草本植生のダイナミクス. 雑草の自然史—たくましさの生態学. 46-61. 北海道大学図書刊行会. 札幌.
- Naito, K. Nakagoshi, N. 1995. The conservation ecology of *Iris rossii* Baker (Iridaceae), a threatened plant in rural Japan. *Journal of Plant Research* 108: 477-482.
- 内藤和明・中越信和. 2001. 刈り取りの時期および回数がネザサ草地の種多様性に及ぼす影響. *日本草地学会誌* 47(別): 6-7.
- 大窪久美子・前中久之. 1993. 野生草花の保全を目的としたクマイザサ優占群落における刈取り管理に関する研究. *造園雑誌* 56(5): 109-114.
- 大窪久美子. 2001. 刈り取り等による半自然草原の維持管理. 生態学からみた身近な植物群落の保護. 日本自然保護協会編(大澤雅彦 監修). 132-139. 講談社. 東京.
- 小路 敦. 2001. 道東の海岸段丘面に成立する草原維持に果たす放牧の役割 — 1シーズンの禁牧試験からわかったこと — . *国際景観生態学会日本支部会報* 6(2): 63-67.

.....
(受付 2002年8月30日)

(受理 2002年11月15日)