

研究テーマ： あやめヶ原における放牧衰退に伴う植生変動の予測

独立行政法人 農業技術研究機構  
畜産草地研究所 草地資源評価研究室  
小 路 敦

### 【研究の背景と目的】

かつてわが国には、国土の1割を越える半自然草原が存在していたが、高度経済成長期以降の農林水産業をとりまく情勢の変化に伴う放牧・採草の衰退によって、現在では伐採跡地や耕作放棄地など、一時的な半自然草原を含めても国土の約3%にまで減少しており、半自然草原を生息・生育域とする多くの草原性生物が絶滅の危機に瀕している。一方、厚岸町あやめヶ原は、長年にわたる北海道和種馬等の放牧によって創出された半自然草原として、きわめて良好な状態で維持されてきており、他に類を見ない大規模なヒオウギアヤメ群落は、道東地方の重要な景勝地のひとつにもなっている。ところが近年、ここでも北海道和種馬をはじめとするウマの放牧頭数が減少し、雑草の侵入や、ヒオウギアヤメ群落と草原景観の衰退が懸念されるようになってきている。

このような現状のもと、ウマの放牧衰退があやめヶ原における植生変遷、なかでもヒオウギアヤメ群落に及ぼす影響を解明するとともに、植生や景観悪化の防止策を講じることが不可欠である。

そこで、昨年度あやめヶ原および鯨浜に設置した調査区において、植生および諸環境要因の経時的変化の観察を継続することに加え、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構築し、放牧の衰退によって植生が今後どのように変化するかということの解明、特に、ヒオウギアヤメ群落が致命的な影響を受ける年数を算出することなどを目的として、本研究を実施した。

### 【方法】

(1) 禁牧区の点検・補修および施肥処理（5月の放牧開始前）

放牧の有無が植物の種組成や群落構造、光・土壌環境などに及ぼす影響の解明を目的としたこれまでの調査を継続するため、昨年度春の放牧開始前に設置した禁牧区および対照(放牧)区(ともに10m四方、あやめヶ原および鯨浜にそれぞれ5カ所ずつ設置)の点検、補修を行い、ウマの放牧開始に備えた。

また、ウマの排糞が植生に及ぼす影響の解明を目的として、各試験区を無作為に2分し、片方を施肥区、もう一方を無施肥区として、窒素およびリン酸の施肥処理(尿素および過リン酸石灰として、有効成分を1m<sup>2</sup>あたり10gを地表面に散布)を行い、施肥の有無や肥料成分の違いで植物の種組成や群落構造などがどのように変化するか、実験的な検証を試みた。

## (2) 中間調査および刈払い処理(7月中旬)

草原植物の生育が最も旺盛な時期に、それぞれの試験区において植生調査と地上部現存量調査を行った。植生調査は、各試験区から無作為に抽出された1m方形枠内に出現した全維管束植物の被度および最大高の記載を行うと同時に、地表面付近の相対光量子密度を測定した。現存量調査は、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)に分類し、各分類群の乾燥質量を求めた。

また、調査終了後、調査区のを無作為に2分して刈り払い区を設けて刈り払い機による地上部の刈り払い処理を行い、ヒオウギアヤメや他の植物に及ぼす影響について検討した。

## (3) 本調査(9月中旬)

一夏の放牧が、草原植物の種組成や群落構造、光・土壌環境などに及ぼす最終的な影響を明らかにするため、植物の生育が一通り終息したと考えられる時期に、それぞれの試験区において中間調査同様の植生調査と地上部現存量調査を行うと同時に、簡単な土壌調査(表層土壌硬度の測定、100ml採土管による不攪乱土壌試料および攪乱土壌試料の採取)を行った。

## (4) 室内実験(随時)

放牧が土壌環境要因に及ぼす影響および土壌環境要因が植生に及ぼす影響を明らかにするために、土壌調査で採取したサンプルを実験室に持ち帰り、土壌の物理性試験(三相、飽和透水係数、保水性、通気性等の測定)や化学分析(pH、N、P等の測定)に供した。

## (5) データの解析 (全調査・分析終了後)

放牧の有無や、施肥、刈り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×刈り払い処理×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。また、ヒオウギアヤメの相対優占度の変遷を、放牧や刈り払い、施肥の有無などから予測し、今後の植生管理に活用できるような植生変遷モデルを構築するための足がかりとして、昨年得られたデータをも組み込み、多変量ロジスティック回帰分析による解析を行った。

### 【結果】

平成14年2月現在、植生調査データの解析および各種土壌環境実験については、最終的な確定結果がまだ得られていない。したがって、本報告では、確定値が得られ、一通りの解析が終了している現存量に関する調査・解析結果および考察の報告を行う。

#### (1) 中間調査 (7月中旬) 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年度の刈り払い区では、刈り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。

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、地上部現存量そのもの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、刈り払い区>刈り払いなし区、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( $P < 0.01\%$ )、前年度における刈り払い処理、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 $P < 0.1\%$ ,  $< 0.1\%$ ,  $< 0.01\%$ )、調査地と刈り払い処理、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、そして調査地と刈り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、前年度の刈り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。

## (2) 本調査(9月中旬)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、夏季の刈り払い処理により、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( $P < 5\%$ )、夏季の刈り払い処理によって上昇する( $P < 1\%$ )ことが示された。また、調査地と刈り払い処理には、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、夏季における刈り払い処理により、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( $P < 5\%$ )、刈り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、調査地と刈り払い処理には、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、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、刈り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。刈り払い処理と窒素施肥、刈り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( $P < 1\%$ )、夏季の刈り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。禁牧処理と刈り払い処理、刈り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、昨年度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り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、刈り払い処理年数の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する場合と、年次的傾向であるとする場合の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

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と考えられる。

そこで、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(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かもしれないが…)結果、調査地間差異(秋季のみ)、禁牧の影響、刈り払い処理の効果(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(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た。

前年度における刈り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、影響はほとんどないと考えられた。むしろ、有意な差ではないが、前年度刈り払いにより、地上部現存量が増加している傾向が見られた。刈り払い処理は、放牧が衰退した際の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が示された。

刈り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うことができる。刈り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%水準ではあるが刈り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。

本試験結果からは、ヒオウギアヤメ現存量および相対優占度とも、施肥による

効果は認められなかった。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は認められなかった。このようなことから、放牧によるヒオウギアヤメ個体群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) ヒオウギアヤメ個体群の変動予測

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して、昨年度得られたデータをも組み込み、多変量ロジスティック回帰分析によるヒオウギアヤメ個体群の変動予測を試みた。ステップワイズ(逐次選択)法による変数選択の結果、調査地・年次間差異および刈り払い処理のみが説明変数として採択された。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が大量発生したため、調査地間差異および年次間差異が非常に大きくなり、これらの変数がきわめて有意となったため、禁牧処理が説明変数から除外されてしまったと考えられる。

本研究では、放牧の衰退によるヒオウギアヤメ個体群の変動予測と、ヒオウギアヤメ群落維持に有効な手法の解明を目的としている。そのため、説明変数として禁牧処理なしでは予測や議論ができないため、統計学的には20%水準でも有意ではないが、禁牧処理を説明変数として取り込んで、考察・検討を行った。

また、調査地間差異および年次間差異をどのように扱うかで変動予測結果が大きく異なる。調査地間差異については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する場合と、年次的傾向であるとする場合の2通りで考察・検討を行うこととした。

その結果、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)。刈り払い処理は、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(刈り払い処理なし)によって、5年間でヒオウギアヤメ個体群は約半分のレベルに減少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としてとらえた場合、予測結果は非常に悲観的なものになってしまう(図2)。放牧の継続や刈り払い処理

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違いによる影響も考えられるため、厚岸町役場商工観光課では、来年度より重種馬の実験的放牧も検討している。

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、どのような策を講じても個体群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、来年度あやめヶ原で開始される重種馬の試験的放牧による植生変遷を追跡し、要因解析を行うことが不可欠である。

### 【謝辞】

厚岸湖・別寒辺牛湿原学術研究奨励補助金受領に際しましては、厚岸水鳥観察館の方々をはじめ厚岸町職員の皆さまや、審査委員の先生方にあらゆるご尽力を賜りました。また、本研究の遂行は、厚岸町民の皆さまのご理解のもと、可能となるものであります。

調査許認可申請のための諸手続きにつきましては、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は様々の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。



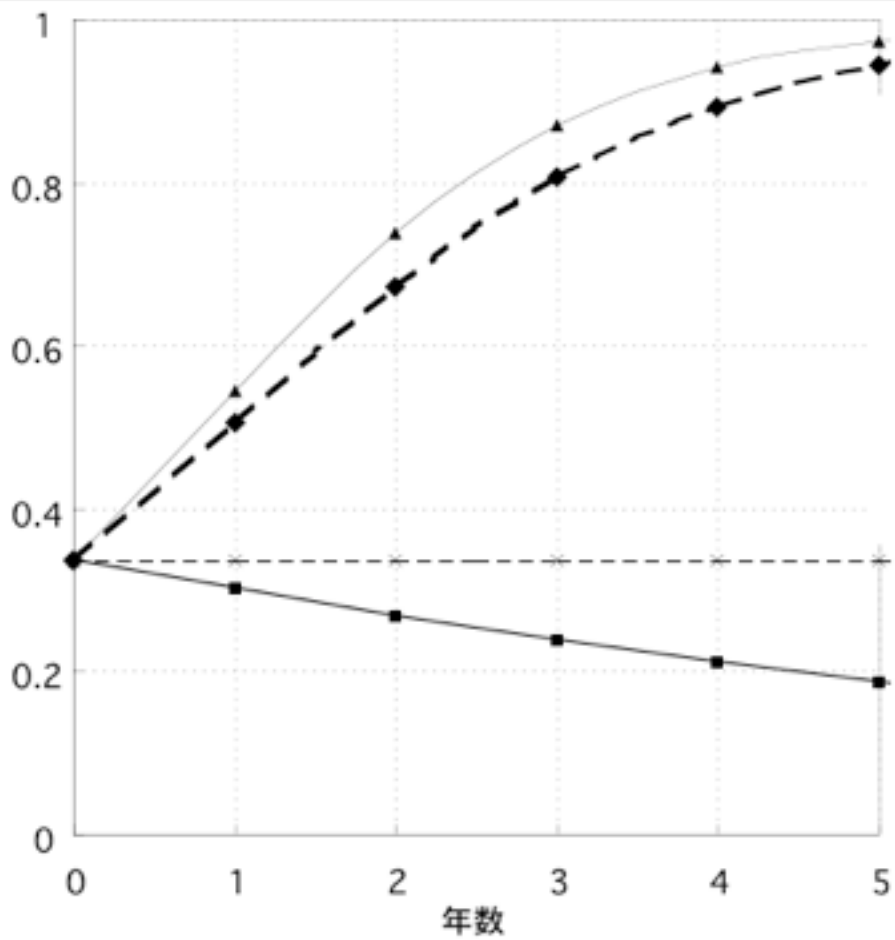


図1. あやめヶ原におけるヒオウギアヤメの相対優占|  
遷の予測(2000年・2001年の年次変動を考慮しない)

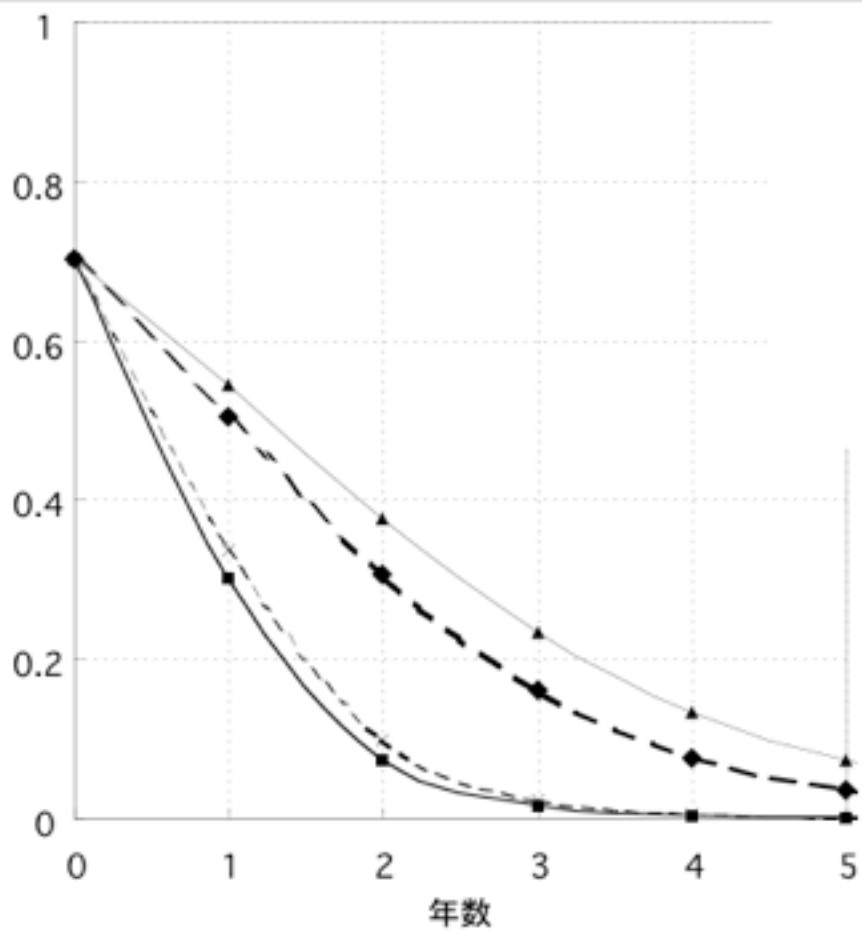


図2. あやめヶ原におけるヒオウギアヤメの相対優占|  
遷の予測(2000年・2001年の年次変動を考慮した場