

ミノボロスゲ優占草地の更新における除草剤とディスクハローの効果(Ⅰ. 研究報告)

著者	渡辺 也恭, 佐々木 友紀, 狩野 広, 小田島 守, 八嶋 康広, 西脇 亜也, ワタナベ ナリヤス, ササキ トモノリ, カリノ ヒロシ, オダジマ マモル, ヤシマ ヤスヒロ, ニシワキ アヤ, WATANABE Nariyasu, SASAKI Tomonori, KARINO Hiroshi, ODAJIMA Mamoru, YASHIMA Yasuhiro, NISHIWAKI Aya
雑誌名	複合生態フィールド教育研究センター報告 = Bulletin of Integrated Field Science Center
号	23
ページ	11-16
発行年	2007-12
URL	http://hdl.handle.net/10097/40925

ミノボロスゲ優占草地の更新における除草剤とディスクハローの効果

渡辺也恭²・佐々木友紀¹・狩野 広¹・小田島 守¹・八嶋康広¹・西脇亜也³The effect of herbicide and disk harrow on renovation of *Carex albata* Boott dominant pasture.Nariyasu WATANABE², Tomonori SASAKI¹, Hiroshi KARINO¹, Mamoru ODAJIMA¹,
Yasuhiro YASHIMA¹ and Aya NISHIWAKI³

キーワード：エゾノギシギシ，グリホサート剤，簡易更新，ディスクハロー，ミノボロスゲ

緒言

わが国では昭和 28 年度 (1953) に高度集約牧野造成事業として人工草地造成の端緒が開かれ、昭和 37 年度 (1963) に草地造成改良事業が公共事業として発足して以降、林地・原野・野草地または未利用地とされていた山地傾斜地で大規模な人工草地の開発が進められ、草地畜産の展開が急速に図られた (草地自給飼料百年編さん委員会, 1976)。しかし、これらの草地の多くは造成後 30-50 年以上経過しており、その間、家畜の収容頭数の過少または草地の管理技術の未熟などにより、播種牧草中心の植生から変化し、当初意図していた牧草とは異なる外来や在来の植物の侵入 cc 優占が見られている (狩野ら, 1992; 西脇ら, 1993)。このような雑草の侵入・優占が目立つ草地の植生改良を行い牧養力をあげていくことは、放牧畜産を今後も引き続いて行っていく上で不可欠な方策である。

ミノボロスゲ (*Carex albata* Boott) は株型の草本で、野草放牧草地、特にシバ型草地の随伴種として、北海道南部から本州、九州にかけて広く分布するが、その優占度は低い (Suganuma, 1966)。しかしながら、放牧利用人工草地が経年化したとき、ミノボロスゲが侵入し、時に大株となって、優占群落を形成することがある (渡辺ら, 1997a)。これまで、秋田、山形、宮城、岐阜および九州の阿蘇の人工草地で、ミノボロスゲの優占群落の形成が報告されている (酒井ら, 1980a, 1980b, 1985; 小路ら, 2004; 西脇ら, 1993)。ミノボロスゲの栄養価は牧草と比較して低い (渡辺ら, 1997b) ことから、牧養力向上のためにその優占地の植生改良が望まれている。しかし、これまでミノボロスゲ優占草地の植生改良法について検討した報告は少ない。

山地傾斜地など条件不利地域に立地する人工草地の再造成には、プラウによる土壌の耕起反転を行わない簡易更新法が、作業量が少なく迅速かつ低コストという点で優れて

おり、これまで多くの方法が検討されてきた (狩野ら, 1992; 八嶋ら, 2007)。簡易更新法には重放牧法、粗耕起法、焼きまき、除草剤による方法などさまざまな方法があるが、これらを分類すると、前植生を抑えただけで追播する方法と地表面をなんらかの方法で膨軟にし牧草種子の定着をよくする方法とに分けられる (三井, 1964)。本試験ではミノボロスゲ優占草地における植生改良を目的として、除草剤により前植生を抑える方法とディスクハローを用いて地表面を攪拌し牧草の定着をよくする方法、およびその組み合わせ法について比較試験を実施した。

材料と方法

本試験は、東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター複合陸域生産システム部 (宮城県大崎市鳴子温泉) 北山地区の桂清水牧区 (72 ha) 内人工草地 (21 ha) で 1996 年から 1997 年にかけて行った。人工草地はススキが優占する野草地であった場所に、1974 年 (8 ha) と 1978 年 (13 ha) にオーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.), ペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.), メドウフェスク (*Festuca pratensis* Huds.), ケンタッキープルーグラス (*Poa pratensis* L.) およびシロクローバ (*Trifolium repens* L.) の 5 種混播で造成され (東北大学農学部附属農場, 1979), 以来現在まで肉牛用の放牧地として利用されてきた。しかし、当初の造成以降草地の更新は行われず、草地の経年化が進んだ結果、現在ではミノボロスゲやハルガヤ (*Anthoxanthum odoratum* L.) の侵入、優占が目立っている。

この人工草地内でミノボロスゲの被度が 50-70% と高い場所に 16 m × 30 m のプロットをつくり、短辺を分割して 4 m × 30 m の試験区 4 つ (除草剤のみ処理区, 除草剤 + ディスクハロー処理区, ディスクハローのみ処理区, 無処理区) を設置した。1996 年 9 月 6 日に、除草剤のみ処理区と除草

¹ 東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター² 現: 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター³ 現: 宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センター

剤+ディスクハロー処理区のそれぞれにグリホサート剤 (商品名: ラウンドアップ) 125 ml を水で 6 L に希釈し、背負い式散布器を用いて散布した。9 月 27 日に除草剤を散布した 2 区で植物が枯死したのを確認した後、ディスクハローのみ処理区を加えた 3 区に苦土石灰をそれぞれ 24 kg (200 kg/10 a) 散布した。次に、除草剤+ディスクハロー処理区とディスクハローのみ処理区それぞれにディスクハロー処理を 2 回 (すなわち同一地点を 1 往復) 行った後、無処理区を除いた 3 区それぞれに尿素 1824 g、重過石 2652 g、熔リン 4500 g、塩化カリウム 948 g (窒素、リン酸およびカリウムはそれぞれ 7 kg/10 a、16.6 kg/10 a および 4.7 kg/10 a に相当) を施肥した。除草剤+ディスクハロー処理区とディスクハローのみ処理区の 2 区は、施肥後再度ディスクハロー処理を 2 回行い、ルートマットの破壊と共に土壌と肥料の混和を行った。ディスクハローによる耕起処理として、4.7 t のトラクタでディスクハロー (ディスク幅 2.2 m) をけん引して耕起を行った。9 月 30 日に無処理区を除く 3 区それぞれにペレニアルライグラス (フレンド) 種子 0.17 kg (1.39 kg/10 a) とオーチャードグラス (フロンティア) 種子 0.5 kg (4.16 kg/10 a) を播種した。播種後、足で踏んで鎮圧した。

植生調査は、更新前の 1996 年 8 月 29 日と播種後 78 日経過した 12 月 17 日および翌年の 6 月 3 日、7 月 11 日、8 月 14 日、10 月 19 日に実施した。各処理区ランダムにそれぞれ 10ヶ所 (1996 年 12 月は 5ヶ所) 選び、1 m × 1 m の方形枠を用いて、枠内に出現する植物の被度と裸地率を測定した。各枠で出現した植物の被度と裸地率の合計を 100 として、相対被度と相対裸地率を算出し、処理区ごとに各植物の平均相対被度と平均相対裸地率を算出した。

結果

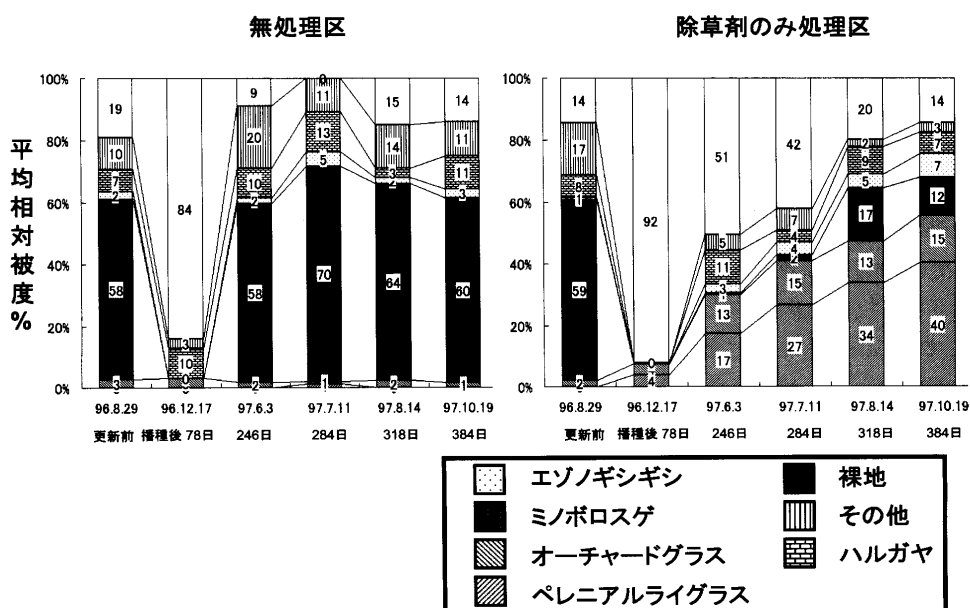
更新前と更新後の植生変化について、処理区ごとに示した。

1) 無処理区

何も処理を施さなかった無処理区の植生の経過を図 1 (左) に示した。1996 年 8 月末では株化したミノボロスゲとその株間にハルガヤと裸地が目立つ状態であった。ミノボロスゲの平均相対被度 (以下、被度) が 58%、ハルガヤの被度と平均相対裸地率 (以下、裸地率) がそれぞれ 10 および 19% であった。しかし、12 月にはミノボロスゲの地上部は枯れて被度はほとんどなくなり、かわりに裸地 (ミノボロスゲの地上部が立ち枯れした部分の被度を含む) が 84% に増加した。翌年の 6 月にはミノボロスゲの地上部が再び生長しその被度は 58% となり、以後 7、8 および 10 月ではそれぞれ 70、64、60% と前年と変わらず高い被度となった。

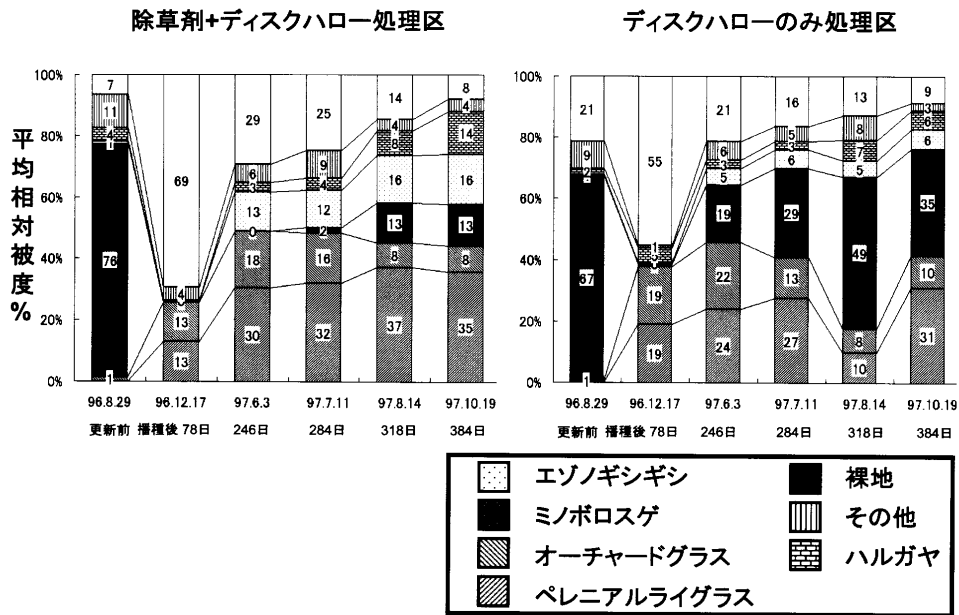
2) 除草剤のみ処理区

グリホサート剤を散布して更新した区の植生の経過を図 1 (右) に示した。播種後 78 日経過した 12 月にはオーチャードグラス、ペレニアルライグラスの被度は共に 4% であった。翌年の 6、7、8 および 10 月にはペレニアルライグラスは順に 17、27、34 および 40% となり、オーチャードグラスは順に 13、15、13 および 15% となった。播種牧草、特にペレニアルライグラスの実生の定着は成功し被度の増加が目立ち、裸地率も減少した。播種牧草の被度は調査最終の 1997 年 10 月には合わせて 55% となった。一方、ミノボロスゲの被度は更新前には 59% であったが、株は枯死し、翌年 6 月には被度が発芽した実生による 1% のみとなった。しかし、除草剤により裸地化した場所へのミノボロスゲ実生の発芽定着は進み、7、8 および 10 月のミノボロスゲ被



除草剤のみ処理区は 1996 年 9 月 6 日に除草剤を散布、9 月 27 日に施肥、9 月 30 日に牧草を播種した。

図 1 無処理区と除草剤のみ処理区の植生変化の推移



除草剤+ディスクハロー処理区は1996年9月6日に除草剤を散布，9月27日に施肥，9月30日に牧草を播種した。ディスクハローのみ処理区は9月27日にディスクハロー処理と施肥，9月30日に牧草を播種した。

図2 除草剤+ディスクハロー処理区とディスクハローのみ処理区の植生変化の推移

度はそれぞれ2，17および12%となった。他の雑草ではハルガヤは前年の被度と変わらず除草剤処理による明らかな変化は見られなかった。一方，エゾノギシギシ (*Rumex obtusifolius* L.) の被度は更新前1%であったが，更新後の6，7，8および10月の被度はそれぞれ3，4，5および7%と徐々に増加した。

3) 除草剤+ディスクハロー処理区

除草剤散布後，ディスクハロー処理を行った区の植生変化を図2(左)に示した。除草剤のみ処理区と同様，ペレニアルライグラスとオーチャードグラス種子の更新後の発芽定着は順調に進み，更新後翌年の1997年6月には2草種の被度の合計が48%となった。以後，オーチャードグラスの被度は増加しなかったがペレニアルライグラスの被度が増加して播種牧草の優占を維持した。一方，ミノボロスゲの株は更新により枯死したが裸地にミノボロスゲ実生が出現し，1997年8月にはその被度が13%となった。また，更新前にはほとんど見られなかったエゾノギシギシの被度が実生の発芽定着の成功により増加して1997年8月と10月には共に16%となった。ハルガヤの被度もまた1997年10月には14%と増加した。

4) ディスクハローのみ処理区

除草剤を使わずにディスクハローのみにより更新を行った区の植生変化を図2(右)に示した。更新後78日経過した12月にはオーチャードグラスとペレニアルライグラスの被度が共に19%となり，翌年6月には播種牧草の被度は合わせて46%になった。除草剤+ディスクハロー処理区と同様更新初期に実生の定着が良好であった。その後，8

月には一旦被度が18%と減少したが，10月には41%に回復した。一方，ミノボロスゲの株はディスクハロー処理により攪乱を受けたが，全ての個体は枯死せず1997年6月の調査では株の再生長によりその被度は19%を記録した。その後被度は増加し，10月には35%となった。その他の雑草としてハルガヤとエゾノギシギシの被度が更新前の1996年8月にはそれぞれ2%と1%であったが，1年後の1997年10月にはともに6%と増加がみられた。

考察

本試験では，ミノボロスゲが優占する草地の簡易更新を目的として，除草剤とディスクハローの効果について検討を行った。更新後1年を経過した植生調査の結果(1997年10月)では，除草剤のみ処理区，除草剤+ディスクハロー処理区，ディスクハローのみ処理区の順に播種牧草の被度は55，43および41%となり，どの方法でも40%以上の牧草被度を確保できた。しかし，一方でディスクハローのみ処理区ではミノボロスゲの株の枯死が完全でなく再生がみられ，新たに出現した実生と合わせて被度が35%となった。以下，除草剤とディスクハロー処理がミノボロスゲ優占草地の更新に及ぼす影響と今後の問題点等について考察する。

1) 除草剤

竹田・蒔田(1984)は地下茎型イネ科草本であるシバムギ (*Agropyron repens* (L.) P. Beauv.) 優占草地の簡易更新法について，グリホサート剤の投与の有無と耕起法の違い(ロータベータ(浅耕),前装2段耕プラウ(深耕),不耕起)の2要因試験を行った。その結果，グリホサート剤投与に

よるシバムギ抑制効果は耕起法の違いにかかわらず顕著で牧草率を高め、収量にもほとんど差がないことを明らかにした。同じく、早川・近藤 (1987) はケンタッキーブルーグラス、レッドトップ (*Agrostis alba* L.)、シバムギの地下茎型イネ科草本が優占する草地の更新法について、グリホサート剤処理区とプラウによる反転耕起区等を比較した結果、グリホサート剤処理区は地下茎も含め前植生を完全に枯死させ反転耕起区なみに高い抑圧効果を示すことを明らかにした。また、狩野ら (1992) も、レッドトップ優占草地の簡易更新法について、ディスクハローによる土壌攪乱の程度にかかわらずグリホサート剤を散布した場所では全て前植生が完全に枯死し牧草の更新に成功したことを報告している。本試験でも、これらの結果と同様にグリホサート剤処理はミノボロスゲの株を完全に枯死させ、牧草率を高めるのに貢献した。Campbell ら (1997) はミノボロスゲと同様にスゲ属で大きな株をつくる草地雑草 *Carex appressa* R.Br. の枯死にグリホサート剤の投与が最も有効であったと報告している。株化するスゲ属の優占する草地の更新にはグリホサート剤の投与が有効であるといえる。

ディスクハロー処理を行わなかった除草剤のみ処理区では播種当年の牧草被度は 8% と低かったが、更新 1 年後には牧草の被度が 55% と高い値となった。除草剤のみによる草地更新は、播種当年には牧草の定着率が低い、翌年には牧草は十分生育するといえる。山根・佐藤 (1963) は山地傾斜地にある野草地を塩素酸ソーダ (クロレートソーダ NaClO_3) でその植生を枯死させることにより不耕起で牧草地の造成に成功した。また、不耕起で造成した場所の収量は全面耕起や条耕起により造成した場所の収量とほぼ同じであった (山根・佐藤 1964)。前述した竹田・蒔田 (1984) によるシバムギ優占草地の簡易更新法の検討でも、グリホサート剤のみによる不耕起処理区は収量でグリホサート剤 + 耕起区と差はみられなかった (ただし、不耕起区の播種にはパワーティルシダを用いている)。本試験も含めて不耕起で牧草地の造成や更新に成功する例も見られることから、今後ディスクハローなど簡易更新のための機械を用いない不耕起による草地更新法の研究の発展が必要といえる。

2) ディスクハロー

経年草地は一般に植物の遺体が集積し表土にルートマットが形成されるが、マット上に追播した時、発芽はしても定着率が著しく減少する。このため、このマットを機械を用いて破碎または切断して土壌面を露出させることが草地更新の際に有効であるとされている (農林水産省畜産局, 1993)。本試験でも、播種後 78 日目の植生調査では、牧草の被度がディスクハローのみ処理区と除草剤 + ディスクハロー処理区でそれぞれ 38%, 26% となり、除草剤のみ処理区の 8% と比較して顕著に高かった。ディスクハロー処理によるルートマットの破壊や土壌と肥料の混和等が牧草の

初期定着に有効であったと考えられる。しかし、ディスクハローのみによる処理ではミノボロスゲなど前植生を完全に枯死させることができないことも本試験で明らかとなった。狩野ら (1992) はレッドトップ優占草地でディスクハロー処理のみによる草地の簡易更新を検討した結果、播種牧草の定着は起こるが、前植生は完全に枯死せず、播種牧草と前優占草種の共存した状態で植生変化がしばらく進行することを報告した。本試験でもこの結果と同様に、土壌攪乱によって一部裸地化した場所に播種牧草が定着したが前優占草種のミノボロスゲも株が断片化して生存し再生長を行っていた。今後の試験地植生の変化を予測してみると、牧草実生と株が断片化して生じたミノボロスゲのシュートは、そのサイズと資源量の差および牛の選択採食の影響等からミノボロスゲシュートの方が競争に有利と推測され、その被度の拡大が起こるのではないかと考えられる。除草剤を用いない粗耕法による簡易更新では前植生と播種牧草との共存を踏まえた草地管理および放牧管理が必要になるといえる。

3) 雑草の生長など今後の問題点

本試験では、簡易更新を行った 3 つの処理区で牧草の実生定着に成功し、牧草率が大幅に増加した。特に、ペレニアルライグラスの定着がよく更新 1 年後にはすべての区でその被度がオーチャードグラスの被度の 2 倍以上となった。簡易更新においてオーチャードグラスよりもペレニアルライグラスの初期定着がよいことは狩野ら (1992)、八嶋ら (2007) によっても報告されており、簡易更新の際にはペレニアルライグラス種子の積極的利用が必要といえる。

播種牧草の実生定着が成功する一方で、ミノボロスゲおよびエゾノギシギシの実生の発芽定着による被度の増加も見られた。エゾノギシギシとミノボロスゲの両種子は 1 年以上土壌中で生存する能力を持ち、永続的埋土種子集団として土壌中に蓄積される (Watanabe ら, 2001)。また、これらの種子の発芽には光もしくは変温が必要 (ミノボロスゲ種子はその両方が必要) であるが、これらの種子の休眠性は野外において発芽定着に有利である裸地を検出する機構として働く (渡辺ら, 1999a; 1999b)。処理を行った 3 区では土壌に蓄積された両草種の種子が除草剤やディスクハローによる裸地の出現を検知して発芽することによって、実生が定着できその被度拡大が起こったと考えられる。本試験では播種後、追加的な処理を行わなかったが、新たに出現した雑草実生に対して、選択的除草剤の利用による防除などの対策も必要になるといえる。ただし、牛の嗜好性の低いエゾノギシギシと異なりスゲ類の場合、牧草ほどではないが牛はある程度採食すること (高橋ら, 2003)、また、ミノボロスゲの栄養価は株化が目立たない段階ではリグニンなど難消化性物質が少なく比較的良好と推測されることから、その株化が目立たない段階では重放牧などによる植生管理も有効と考えられる。

本試験ではハルガヤは更新1年後のいずれの処理区でもみられ、その被度は6-14%を記録した。西脇ら(2007)は、ハルガヤ優占草地に対してグリホサート剤とディスクハロー処理による更新を試みた。その結果、グリホサート剤投与により生育していたハルガヤは枯死したが、新たな実生の出現により翌年度にはハルガヤの被度が更新前とほぼ同様になったことを報告した。Peart(1989a; 1989b)は、ハルガヤは多産性であり、風散布により一年生植物などが優占する群落への侵入能力が高いことを報告している。ハルガヤ実生の発芽定着に対しては、ミノボロスゲやエゾノギシギシの発芽実生と同様、更新後の管理が重要になると考えられる。ただし、ハルガヤはミノボロスゲやエゾノギシギシと異なり、永続的埋土種子集団をほとんどつくりださないことが報告されている(Thompsonら, 1997)。また、ハルガヤ種子の休眠解除には光と変温が有効であるが、その条件は緩やかであり裸地のみを検出して発芽するということはない(渡辺ら, 1999a; 1999b)。ゆえに当年生のハルガヤ種子の散布が少ない時期やハルガヤ埋土種子数が少ない時期に更新を行えばハルガヤ発芽実生数が少なくなる可能性がある。八谷ら(2002)は放牧地に人工裸地を設定し、ハルガヤの発芽実生数の測定を行った。その結果、ハルガヤの実生出現は10月下旬にピークを迎えることを明らかにした。本試験では9月下旬に草地更新を行った。この時期は当年性のハルガヤ種子の散布後で埋土種子数は少なくなかったと思われるが、ハルガヤの発芽ピークからはずれていたため、更新後の発芽実生による被度の増加がある程度抑えられたと推測される。本試験地のようにハルガヤが近辺に多く存在する草地ではハルガヤの発芽ピークとずれる時期に更新を行うことがその被度を拡大させないために望ましいと考えられる。

謝辞

本稿を取りまとめるにあたり、有益なご助言をいただいた東北大学大学院農学研究科陸圏生態学分野の小倉振一郎博士ならびに宮崎大学農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センターの西脇亜也博士に深謝いたします。また、本試験の実施にあたり、常に甚大なご協力を頂いた東北大学大学院農学研究科附属農場(現在:複合生態フィールド科学教育研究センター)職員の皆様と同研究科陸圏修復生態学分野(現在:陸圏生態学分野)の皆様にご心から謝意を表します。

要約

ミノボロスゲ(*Carex albata* Boott)が優占する放牧利用人工草地の植生改良を目的として、簡易更新法の検討を行った。ミノボロスゲ優占草地に次の4つの処理区をつくり、植生調査を行った;(1)除草剤のみ処理区、(2)除草

剤+ディスクハロー処理区、(3)ディスクハローのみ処理区、(4)無処理区。使用した除草剤はグリホサート剤で、播種した牧草はペレニアルライグラスとオーチャードグラスであった。草地更新は1996年9月末に行い、植生調査は更新前の8月と更新後の12月、翌年の6、7、8および10月の計6回行った。

除草剤のみ処理区では処理後ミノボロスゲの株は枯死した。牧草の被度は播種後78日目には8%と低かったが、1年後には被度が55%と全処理区の中で最も高くなった。除草剤+ディスクハロー処理区でも除草剤のみ処理区と同様に処理後ミノボロスゲの株は枯死した。牧草の被度は播種後78日目には26%、1年後には48%になった。ディスクハローのみ処理区では、処理後ミノボロスゲの被度は減少したが株が断片化して一部生存した。牧草の被度は播種後78日目には38%と高かった。また、更新1年後には牧草被度は41%となった。更新を行った全区でミノボロスゲ、エゾノギシギシおよびハルガヤ実生の発芽定着がみられ、一定の被度を持った。これらの結果から以下のことが考察された;(1)ミノボロスゲが優占する草地の更新には除草剤(グリホサート剤)の投与により株を枯死させることが有効である。(2)除草剤のみによる草地更新は、播種当年の牧草の定着率は低い、時間の経過により牧草は十分生育しその被度は増加する。(3)ディスクハロー処理は牧草の初期定着率を高めるが、ディスクハローのみでは前植生は完全に枯死せず株の再生が起こる。(4)更新時における前植生の攪乱によりミノボロスゲ、エゾノギシギシおよびハルガヤ実生の発芽定着が増加することから、更新後はこれらへの対策が必要となる。

引用文献

- Campbell, M.H., D.W. Burbidge and H.I. Nicol (1997) Control of *Carex appressa* R.Br. using herbicides and surface sown pasture species. *Plant Protection Quarterly* 12: 120-124.
- 早川嘉彦・近藤 熙(1987) 地下茎イネ科草種優占草地の簡易更新に関する研究. 1. 更新前優占地下茎イネ科草種の抑圧法. *日草誌* 33: 264-270.
- 狩野 広・西脇亜也・菅原和夫・遊佐良一・八嶋康広(1992) 荒廃牧草地の更新法の検討. I. RT 優占群落の粗耕法による更新. *川渡農場報告* 8: 27-34.
- 三井計夫(1964) 飼料作物草地ハンドブック. 養賢堂. 東京. 228-286.
- 西脇亜也・菅原和夫・八嶋康広・狩野 広・遊佐良一(1993) 川渡農場・六角地区における牧草地の植生について. *川渡農場報告* 9: 31-35.
- 西脇亜也・遊佐良一・狩野 広・小田島 守・八嶋康広(2007) 荒廃牧草地の更新法の検討. 2. ハルガヤ優占草地の更新における除草剤とディスクハローの効果. *複合フィールド教育研究センター報告* 23: 印刷中

- 農林水産省畜産局(1993) 草地管理指標。―草地の管理作業編― 草地の採草利用編― 社団法人日本草地協会。東京。8-19.
- Peart, D.R. (1989a) Species interactions in a successional grassland. I. Seed rain and seedling recruitment. *Journal of Ecology* 77: 236-251.
- Peart, D.R. (1989b) Species interactions in a successional grassland. II. Colonization of vegetated sites. *Journal of Ecology* 77: 252-266.
- 酒井 博・佐藤徳雄・奥田重俊・秋山 侃(1980a) わが国における牧草地の雑草群落とその動態. 第3報 秋田県・山形県における雑草区分. *雑草研究* 25: 17-23.
- 酒井 博・佐藤徳雄・奥田重俊・秋山 侃(1980b) わが国における牧草地の雑草群落とその動態. 第4報 秋田県・山形県における雑草群落の動態. *雑草研究* 25: 24-29.
- 酒井 博・佐藤徳雄・奥田重俊・秋山 侃(1985) わが国における牧草地の雑草群落とその動態. 第6報 九州地方阿蘇・久住地域における牧草地雑草の群落区分. *雑草研究* 30: 200-207.
- Suganuma, T. (1966) Phytosociological studies on the semi-natural grasslands used for grazing in Japan. 1. Classification of grazing land. *Japanese Journal of Botany* 19: 255-276.
- 小路 敦・西脇亜也・平田昌弘(2004) 千町牧野およびオバコ牧野における植生と物理的諸環境要因との関連. *草地生態* 34: 15-23.
- 高橋友継・小倉振一郎・菅原和夫(2003) 人工草地および野草地における植物型の特徴および放牧牛による選択性. 複合生態フィールド教育研究センター報告. 19: 13-17.
- 草地自給飼料百年編さん委員会(1976) 草地自給飼料百年史. 社団法人中央畜産会. 東京. 532-657.
- 竹田芳彦・蒔田秀夫(1984) シバムギ優占草地における除草剤散布及び播種床造成法と更新後の植生. *北海道草地研究会報*. 18: 145-148.
- Thompson, K., J. Bakker and R. Bekker (1997) The soil seed banks of North West Europe: Methodology, density and longevity. Cambridge University Press. Cambridge. 1-276.
- 東北大学農学部附属農場(1979) 昭和53年度川渡農場運営概況. p9.
- 渡辺也恭・西脇亜也・菅原和夫(1997a) 永年放牧草地におけるミノボロスゲの優占化とその制御. *川渡農場報告*. 13: 41-45.
- 渡辺也恭・西脇亜也・菅原和夫(1997b) 永年放牧草地に出現するミノボロスゲの生産性. *日草誌* 43(別): 16-17.
- 渡辺也恭・西脇亜也・菅原和夫(1999a) ミノボロスゲ(*Carex albata* Boott) 種子の休眠解除機構. *日草誌* 45: 135-139.
- 渡辺也恭・西脇亜也・菅原和夫(1999b) 放牧地で形成される裸地がミノボロスゲ(*Carex albata* Boott) 種子の休眠解除に及ぼす影響. *日草誌* 45: 233-237.
- Watanabe, N., A. Nishiwaki and K. Sugawara (2001) Seed banks in pastures: Special reference to a persistent soil seed bank of invading species *Carex albata* Boott. *Grassland Science* 47: 337-343.
- 山根一郎・佐藤和夫(1963) 山地草原における不耕起方法による牧草地造成. 第1報 傾斜面の方向と施肥水準の影響. *東北大学農学研究報告* 15: 1-19.
- 山根一郎・佐藤和夫(1964) 山地草原における不耕起方法による牧草地造成. *日草誌* 10: 17-27.
- 八嶋康広・狩野 広・千葉 孝・赤坂臣智・宍戸哲郎・千葉力男・小倉振一郎(2007) 荒廃牧草地の更新法の検討. 4. ディスクハローによる粗耕法下におけるオーチャードグラス(*Dactylis glomerata* L.) およびペレニアルライグラス(*Lolium perenne* L.) の初期定着に及ぼす放牧強度の影響. 23: 印刷中
- 八谷 絢・佐藤衆介・菅原和夫(2002) 放牧利用人工草地へのハルガヤの侵入要因. *日草誌* 48(別): 8-9.