

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(I. 研究報告)

著者	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, ヤシマ ヤスヒロ, カリノ ヒロシ, チバ タカシ, アカサカ シゲトシ, シシド テツロウ, チバ リキオ, オグラ シンイチロウ, YASHIMA Yasuhiro, KARINO Hiroshi, CHIBA Takashi, AKASAKA Shigetoshi, SHISHIDO Tetsuro, CHIBA Rikio, OGURA Shin-ichiro
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	17-22
発行年	2007-12
URL	http://hdl.handle.net/10097/40926

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

八嶋康広¹・狩野 広¹・千葉 孝¹・赤坂臣智¹・宍戸哲郎¹・千葉力男¹・小倉振一郎²

Effect of grazing intensity on development of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) and
perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) under simple renovation by disk harrow

Yasuhiro YASHIMA¹, Takashi CHIBA¹, Rikio CHIBA¹, Hiroshi KARINO¹, Tetsuro SHISHIDO¹
Shigetoshi AKASAKA¹ and Shin-ichiro OGURA²

キーワード：山地放牧地，初期定着，植生更新，ディスクハロー，放牧強度

緒言

わが国では，昭和 30 年代の高度経済成長期の草地改良事業の際に，山地丘陵地に人工草地が造成された。以来 50 年余り経過した現在，植生の衰退による草地の荒廃が各地で問題となっている（梨木ら，1983；狩野ら，1992；西脇ら，1993）。平坦地であれば，除草剤による前植生の除去後，耕起による植生の更新が可能であるが，山地傾斜地においては，地表面の起伏が激しく，また急傾斜地が多いため，大型機械による広範囲の除草剤散布が困難である。さらに，土中に多くの岩石が存在するため，耕起作業がきわめて困難で危険を伴うばかりでなく，仮に耕起した場合でもそれによる表土の流出が懸念される。

東北大学農学部附属複合生態フィールド教育研究センターの北山地区の放牧草地においても，昭和 30 年代の造成当初はオーチャードグラスやペレニアルライグラスなどからなる高生産草地であった（土屋ら，1974）が，その後ハルガヤ，レッドトップおよびスゲ類等が優占する草地へと草種構成が変化し，それに伴い牧養力が低下している（狩野ら，1992；西脇ら，1993）。

こうした背景から，山地傾斜地における植生の簡易更新法の開発が試みられている。その中で，ディスクハローによる簡易更新の有効性が示されている（前原・上野，1973）。当センターにおいても，狩野ら（1992）および渡辺ら（2007）が，北山地区六角牧区において，強度のディスクハロー処理により除草剤を用いずにレッドトップ (*Agrostis alba* L.) およびミノボロスゲ (*Carex albata* Boott) 優占群落を牧草地化できることを示した。不耕起造成過程においては，播種後の放牧強度の違いにより異なる植生変化を示すことが知られている（林，1979）ため，放牧強度の違いは播種牧草の初期定着を左右する可能性があ

る。

そこで本研究では，これまでの報告と同じ六角牧区に 2 箇所の更新地を設けてディスクハローによる粗耕法を行い，放牧強度の違いが播種牧草の初期定着に及ぼす影響について調査した。

材料と方法

調査は，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）北山地区内の六角第 1 牧区で実施された（図 1）。更新地 A（62 a）は北向き斜面であり，牛の追い込み場近傍に位置し，牛による利用率が高い場所である。更新地 B（65 a）は，更新地 A から西へ約 200 m 離れた東向き斜面に位置する。いずれの調査地とも，本牧区の中では傾斜が緩やかな場所である。試験を実施した 2004-2006 年には，この牧区に黒毛和種および日本短角種成牛，育成牛および子牛が輪換放牧された（表 1）。各放牧期間における六角第 1 牧区の放牧強度は 2.6-95.0 頭・日/ha であり，2004-2006 年における年間の放牧強度はそれぞれ 161.1，205.7 および 233.2 頭・日/ha であった。

更新地 A の植生更新過程および放牧管理は次のとおりである。すなわち，2004 年 8 月 24 日に灌木破砕機（リョウシン号 RB-1500）によって地上部を刈取った。次いでディスクハローにより縦横 3 回地上部植生を破壊した。牧草播種は 8 月 26 日に行われた。まず基肥として，苦土石灰 100 kg/10 a，熔燐 50 kg/10 a および尿素燐加安 777 が 30 kg/10 a 投入された。同試験地を 2 つの区に分け，それぞれオーチャードグラス (OG) 区 (25 a) およびペレニアルライグラス (PR) 区 (37 a) とした。オーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L., 品種キタミドリ) 2.2 kg/10 a またはペレニア

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 東北大学大学院農学研究科陸圏生態学分野

ルライグラス (*Lolium perenne* L., 品種フレンド) 2.0 kg/10 a をブロードキャスターにより播種した。またシロクロバ (*Trifolium repens* L., 品種フィア) 0.3 kg/10 a を両区に播種した。播種後、リョウシン号で転圧を行い、各区をさらに半分に区切り、強放牧区と慣行放牧区を設置した。強放牧区には、2004年10月12-14日(48時間)に黒毛和種10頭(平均体重507 kg), 2005年6月8-9日(24時間)に黒毛和種5頭(平均体重494 kg), 2005年8月2-3日(24時間)に黒毛和種5頭(平均体重528 kg) および2005年9月26-30日(96時間)に黒毛和種5頭(平均体重386 kg) および子牛4頭が放牧された。放牧の際には、強放牧区の外周を電気牧柵で囲った。

更新地Bの植生更新過程および放牧管理は次のとおりである。すなわち、2005年9月7日にリョウシン号(RB-1500)によって地上部を刈取った。次いでディクハローにより縦横3回地上部植生を破壊した。牧草播種は9月9日に行われた。基肥の投入量は更新地Aと同量である。同試験地を2つの区に分け、それぞれOG区(32 a) およびPR区(33 a) とした。オーチャードグラス(品種キタミドリ) 3.0 kg/10 a またはペレニアルライグラス(品種フレンド) 3.0 kg/10 a をブロードキャスターにより播種した。またシロクロバ(品種フィア) 0.5 kg/10 a を両区に播種した。播種後、リョウシン号で転圧を行い、各区をさらに半分に区切り、強放牧区と慣行放牧区を設置した。強放牧区には、2005年10

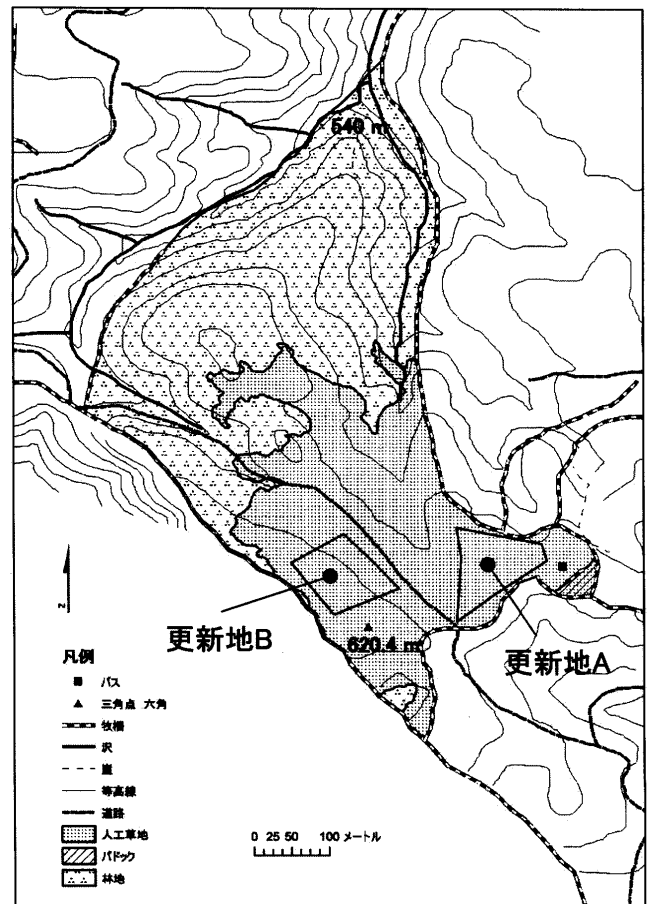


図1 川渡フィールドセンター六角第1牧区の概要

表1 2004-2006年における六角第1牧区の放牧状況

	2004年						2005年						2006年											
	5/13	6/15	7/26	9/10	10/4	11/4	5/11	6/3	6/6	6/8	7/21	9/5	10/26	11/7	5/11	5/22	5/30	6/5	7/24	7/25	7/30	8/11	10/10	10/19
入牧日	5/25	6/23	8/2	9/16	10/14	11/6	5/12	6/6	6/8	6/9	8/2	9/16	10/31	11/9	5/22	5/23	6/5	6/12	7/26	7/30	8/11	10/10	10/19	11/8
退牧日																								
滞牧日数	12	8	7	6	10	2	1	3	2	1	12	11	5	2	11	1	6	7	2	5	12	60	9	20
頭数																								
成牛	88	56	56	33	33	54	86	54	54	56	42	36	62	89	89	47	49	47	47	48	48	30	60	
育成牛	30	20	20	8	8	27	20	15	15	15	5	13	6	32	32	32	37	20	20	33	33	28	15	
子牛	0	5	38	21	21	41	0	0	0	38	29	28	43	0	0	0	0	27	27	34	34	21	41	
平均体重(kg/頭)	401	357	284	299	305	309	404	383	383	287	291	305	321	400	400	354	349	296	296	276	276	274	286	
放牧強度 ¹⁾ (頭・日/ha)	45.5	40.9	40.1	7.8	13.3	13.3	10.9	7.6	13.4	2.7	95.0	61.7	11.2	3.4	25.1	5.5	16.0	12.8	2.6	15.9	25.9	89.7	8.4	31.2

1) 牛1頭の体重を500kgに換算し、人工草地の面積を用いて算出した。

月6-7日(24時間)に黒毛和種5頭(平均体重386 kg) および子牛4頭が放牧された。放牧の際には、強放牧区の外周を電気牧柵で囲った。

調査が行われた2004-2006年における六角牧区への施肥管理は、次のとおりである。2004年には、5月12日に同牧区全体に尿素が1.1 kgN/10 a, 9月1日に同牧区内の第1牧区に草地化成211号が2.8 kgN/10 a, 1.4 kg P₂O₅/10 a および1.4 kgK₂O/10 a投入された。2005年には、5月10日に同牧区全体に尿素が1.2 kgN/10 a, 7月20日に同牧区内の第1牧区に草地化成211号が4.1 kgN/10 a, 2.0 kg P₂O₅/10 a および2.0 kgK₂O/10 a投入された。2006年には、5月12日に同牧区全体に尿素が1.5 kgN/10 a, 9月22日に同牧区内の

第1牧区(7.9 ha)に草地化成211号が1.9 kgN/10 a, 1.0 kg P₂O₅/10 a および1.0 kgK₂O/10 aが投入された。

更新前の植生はコドラート法により、更新地Aでは2004年8月24日に、また更新地Bでは2005年8月26日に調査した。更新地AおよびB内からそれぞれ5および6地点(1 m × 1 m)を選び、その中に出現する植物種名およびその被度と草高(植物種あたり最大5個体)を記録した。植生更新後の植生変化については、ライン法により調査した。長さ50 mのラインを各播種区のほぼ対角線上に固定し(すなわちAでは4本、Bでは2本)、各ライン上の起点から1 m間隔の地点を中心とする直径10 cmの円を調査エリアとした(ライン1本あたりの調査エリア数は、起点

を除く 50 地点である)。更新地 A では 2005 年 5 月 30 日, 7 月 21 日, 8 月 2 日, 9 月 5 日および 9 月 30 日に, また更新地 B では 2006 年 5 月 22 日および 7 月 21 日に, 各調査エリア内の最優占植物種名および播種したイネ科牧草 (ペレニアルライグラスまたはオーチャードグラス) の存在の有無を記録した。これらのデータから, 調査エリア総数に対するある植物種の優占するエリア数の割合を「優占頻度」として, また播種イネ科牧草が出現したエリア数の割合を「牧草出現頻度」として算出した。

結果

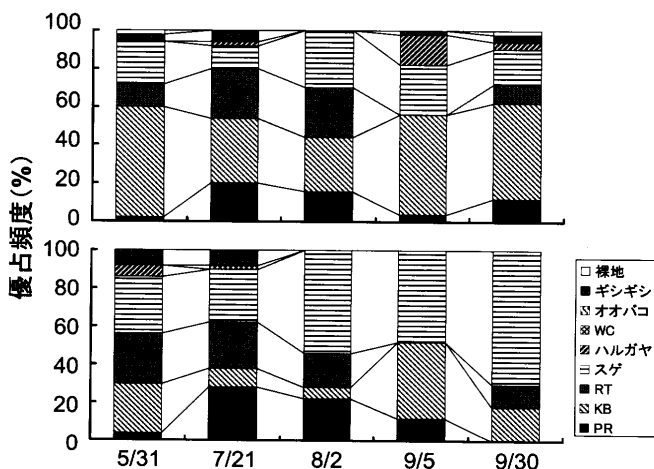
各更新地における更新前の優占植物種は, 更新地 A ではレッドトップ, 更新地 B ではスゲ類であった (表 2)。いずれの調査地においても上位 3 草種はレッドトップ, ケンタッキーブルーグラス (*Poa pratensis* L.) およびスゲ類 (*Carex* spp.) であり, これら 3 草種の合計被度はそれぞれ 88.0% および 91.3% であった。草高が最も高かったのは, いずれ

の調査地ともスゲ類であり, 37.2-39.6 cm であった。オーチャードグラスおよびペレニアルライグラスはいずれの調査地においても確認されなかった。

更新地 A における更新後の植生変化を図 2 および 3 に示した。いずれの播種区とも優占植物種はケンタッキーブルーグラス, レッドトップおよびスゲ類であり, 9 月にレッドトップが減少する傾向にあった。PR 区をみると, ペレニアルライグラスの優占頻度が 5 月には 2-4% であったが, 7 月には 20-28% と上昇した (図 2)。しかしその後は減少し, 強放牧区では 9 月 30 日には 0% となった。シロクロバが優占する地点は, 季節を通じて 0-2% と少なかった。一方 OG 区をみると, オーチャードグラスの優占頻度はペレニアルライグラスにくらべ低く, 5 月には 0-2%, 7 月には 2-10% であった (図 3)。PR 区および OG 区ともに, 播種したイネ科牧草の優占頻度は放牧季節を通じて強放牧区のほうが慣行放牧区にくらべ高かった。また, シロクロバの優占頻度は PR 区にくらべ OG 区で高く, 特に慣行放牧

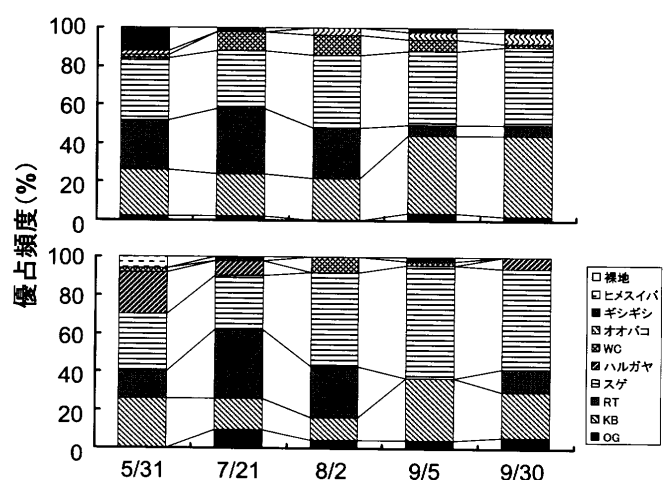
表 2 各更新地における更新前の植生

更新地 A			更新地 B		
植物種名	被度 (%)	草高 (cm)	植物種名	被度 (%)	草高 (cm)
レッドトップ	41.2	19.3	スゲ類	53.7	37.2
ケンタッキーブルーグラス	29.2	18.6	レッドトップ	29.3	20.5
スゲ類	17.6	39.6	ケンタッキーブルーグラス	8.3	31.3
シロクロバ	7.0	9.3	スマレ類	2.2	12.1
エゾノギシギシ	3.8	16.3	エゾノギシギシ	0.8	16.5
オオバコ	0.6	16.6	ヒメスイバ	0.7	16.0
ノコンギク	0.4	12.6	不明	5.0	26.3
ヒメスイバ	0.2	11.0	オーチャードグラス	0.0	-
オーチャードグラス	0.0	-	ペレニアルライグラス	0.0	-
ペレニアルライグラス	0.0	-			



上は慣行放牧区, 下は強放牧区を示す。PR: ペレニアルライグラス, KB: ケンタッキーブルーグラス, RT: レッドトップ, WC: シロクロバ

図 2 更新地 A の PR 区における固定ライン上の優占植物種の出現頻度 (2005 年)



上は慣行放牧区, 下は強放牧区を示す。OG: オーチャードグラス, KB: ケンタッキーブルーグラス, RT: レッドトップ, WC: シロクロバ

図 3 更新地 A の OG 区における固定ライン上の優占植物種の出現頻度 (2005 年)

区では7-8月に10%に達した。

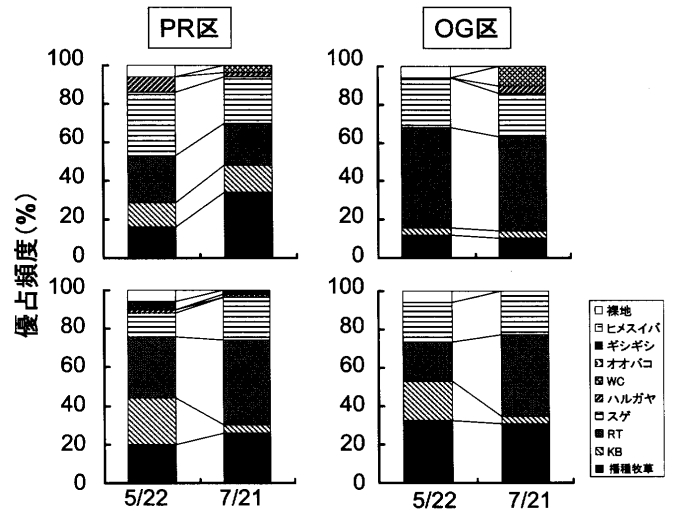
更新地 B における更新後の植生変化をみると、PR 区および OG 区ともに、播種したイネ科牧草の定着は更新地 A にくらべ良好であった (図 4)。ペレニアルライグラスの優占頻度は5月には16-20%、また7月には26-34%となった。オーチャードグラス実生の定着は強放牧区で良好であり、慣行放牧区の10-12%に対して30-32%と高かった。播種したイネ科牧草以外の主要植物種は、更新地 A と同様にケンタッキーブルーグラス、レッドトップおよびスゲ類であった。

各更新地における牧草出現頻度を図 5 および 6 に示した。更新地 A では、5-8月にはペレニアルライグラスの頻度がオーチャードグラスにくらべ高く、それぞれ16-44%および0-6%となった。8月には両草種とも出現頻度が低下し、特にオーチャードグラスではいずれの放牧強度においても0%となった。9月には牧草種間で大きな違いは認められず、24-48%であった (図 5)。一方更新地 B では、播種牧草種による違いは認められず、5月および7月にはそれぞれには48-76%および52-66%と更新地 A にくらべ出現頻度が高かった。

考察

本試験で供試した2つの更新地の前植生は同様であり、いずれもケンタッキーブルーグラス、レッドトップおよびスゲ類が優占していた。更新地 A では、更新地 B にくらべ初期定着が悪く、特に強放牧区にくらべ慣行放牧区で低かった。一方、更新地 B では放牧強度の違いによる牧草の定着状況に明確な違いは認められず、いずれの放牧強度下においても初期定着は良好であった。このように更新地間で牧草の初期定着状況に差が生じた要因として、更新地 B では A にくらべ播種量が多かったこと、および斜面方位の違いが考えられる。斜面方位が異なれば、日照時間および地温 (杉本ら, 1985; 平田ら, 2004) により播種牧草の発芽とその後の定着が異なるといわれている。山根と佐藤 (1963; 1964) は、当センター大尺牧区の北向きおよび南向き斜面においてオーチャードグラスおよびシロクロローバの定着試験を行ったところ、北向き斜面のほうが牧草の初期定着が良好であったことを示し、その理由として土壌水分の多さを挙げている。本試験では環境要因に関する調査を行っていないが、東向き斜面の更新地 B は北向き斜面の更新地 A にくらべ晩秋の地温が高いことや、春先の融雪が早いことなどが推察され、こうした違いが牧草の初期生育を促進させたのかもしれない。

本試験の更新地 A において強放牧区で牧草の初期定着が高かった理由として、播種直後の放牧により、牧草種子の地表への活着を促進した (三股ら, 1967) ことが考えられる。三股ら (1964; 1965) が行った長草型草地の蹄耕法による簡易更新試験では、概ね 70-80 頭・日 /ha (体重 500 kg 換算)



上は慣行放牧区、下は強放牧区を示す。播種牧草(黒色)は、ペレニアルライグラス(左)およびオーチャードグラス(右)である。KB:ケンタッキーブルーグラス、RT:レッドトップ、WC:シロクロローバ

図 4 更新地 B の PR 区 (左) および OG 区 (右) における固定ライン上の優占植物種の出現頻度 (2006 年)

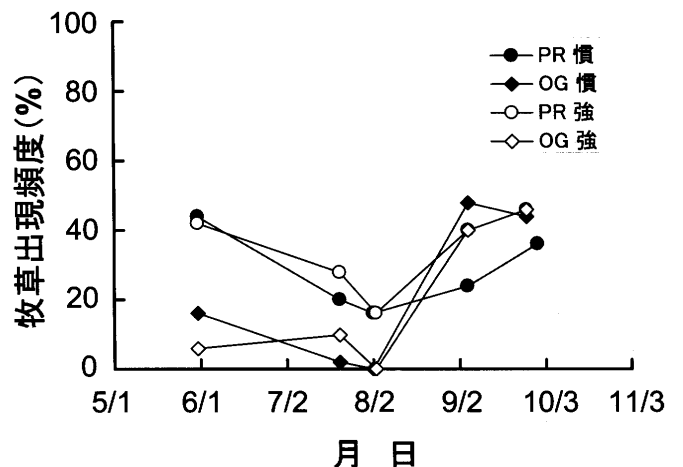


図 5 更新地 A のライン上に確認された播種イネ科牧草の出現頻度 (2005 年)

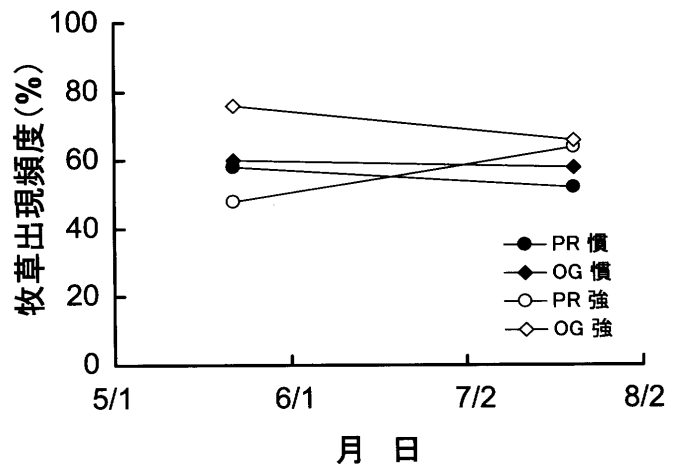


図 6 更新地 B のライン上に確認された播種イネ科牧草の出現頻度 (2006 年)

の放牧強度で、また不良条件下では約 100 頭・日/ha の放牧強度で播種牧草の活着が良好であった。緬羊を用いて行われた蹄耕法試験でも、放牧強度の増加にともない播種牧草の初期定着が高まった (平山ら, 1968)。これらのことから、草地の簡易更新における強放牧の効果は、牧草の初期生育があまり良好ではない北向き斜面で特に大きかったと考えられる。加えて更新地 A では、播種翌年にも強放牧処理を行っているため、播種牧草と競合する前植生が放牧牛に採食され、前植生の生長が抑制されることにより播種牧草の定着が高まった可能性がある。本試験における更新地 B の強放牧区では、播種当年にのみ蹄耕法を実施し、翌年には慣行放牧区と同じ管理としたが、それでもオーチャードグラスの初期定着が向上した。したがって、比較的初期生育の良好な東向き斜面においても、播種牧草種によっては強放牧の効果は得られると考えられる。

ディスクハローによる地表面のかく乱の効果として、レッドトップなどのイネ科植物のルートマット (狩野ら, 1992) およびミノボロスゲなどの株 (渡辺ら, 2007) を破壊することによる裸地形成が挙げられる。本試験においても、ルートマットが破壊され、反転して裸地が形成された場所に播種牧草の実生の大部分が定着していた。既報 (狩野ら, 1992) と本試験の更新地 A はいずれも北向き斜面において同じ播種量で調査を行っているが、狩野らの報告では播種翌年に高い牧草被度が得られた (8 月末におけるペレニアルライグラスおよびオーチャードグラスの被度はそれぞれ 43% および 20%) のに対し、本試験では優占頻度でそれぞれ 28% および 10% にとどまった。この理由として、本試験で実施したディスクハロー処理は、狩野ら (1992) の試験における重区 (ディスクハロー 4 回) と軽区 (ディスクハロー 2 回) との中間の強さの 3 回であったため、かく乱によって形成された裸地の程度が低く、牧草種子の発芽床が少なかったことが考えられる。

狩野ら (1992) の重区と今回の更新地 A の結果は、測定項目は異なるものの、いずれもペレニアルライグラスの定着がオーチャードグラスにくらべ良好であった。同様に、渡辺ら (2007) の報告でも、ペレニアルライグラスの初期定着の高さが示されている。したがって、本試験を実施した六角牧区では、ディスクハローによる簡易更新においてはペレニアルライグラスが有用であると思われる。

本研究では、過去に報告されているようなエゾノギンギシの増加 (梨木ら, 1983; 狩野ら, 1992) は確認されなかった。牧草の不耕起造成は、造成直後の牧草の発芽と定着の段階で終わるのではなく、対象造成地で安定した植物群落が確立された時まで完了したとはいえない (林, 1979)。したがって、今回更新した 2 つの更新地の植生について、今後も経時的に植生の変化を調査する必要がある。また、本研究で実施した簡易更新法は、ハルガヤ (*Anthoxanthum odoratum* L.) 優占群落では良好な結果は得られていない (西

脇ら, 2007)。ハルガヤは山地放牧地において牧養力の衰退をもたらすとみなされていることから (狩野ら, 1992; 西脇ら, 1993), その省力的かつ効果的な抑制方法の開発が求められる。

謝辞

本論文の取りまとめにあたり、有益なご助言を賜った宮崎大学農学部西脇亜也博士ならびに北海道農業研究センターの渡辺也恭博士に感謝の意を表す。また、更新地の測量および地図作成にあたってご助力を賜った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の田中繁史氏および同研究科陸圏生態学分野の飯野祥行氏に感謝の意を表す。

本研究は、2004 年度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長裁量経費「山地放牧草地の簡易更新技術の開発」により実施された。三枝正彦前センター長をはじめ関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

要約

ハルガヤ、スゲ類が優占する山地放牧地においてディスクハローを用いた草地の簡易更新を実施し、放牧強度の違いが播種牧草の初期定着に及ぼす影響について検討した。更新地 A (62 a, 北向き斜面) および B (65 a, 東向き斜面) を 2 区に分け、オーチャードグラス (OG) 区またはペレニアルライグラス (PR) 区を設け、8 月下旬-9 月上旬にシロクローバとともに播種した。両区をさらに慣行放牧区と強放牧区に分け、強放牧区には播種当年の 10 月上旬-中旬に蹄耕法を行った。更新地 A では、翌年 6, 8 および 9 月にも強放牧処理を行った。各区に固定した 50 m のライン上に優占する植物種および播種イネ科牧草の出現の有無を、播種翌年の 5, 7 および 9 月に 1 m 間隔で調べた。更新地 A では、PR 区および OG 区ともに播種イネ科牧草の優占頻度が季節を通じて強放牧区 > 慣行放牧区となった。また、5-8 月には PR の出現頻度 (16-44%) が OG (0-6%) にくらべ高かった。一方更新地 B では、更新地 A にくらべ播種牧草の定着は良好であり、5-7 月における播種牧草の出現頻度はそれぞれ 48-76% および 52-66% と高かった。OG の定着は強放牧区 (30-32%) > 慣行放牧区 (10-12%) であった。以上より、ディスクハローにより山地放牧地の植生を簡易更新する際、播種牧草の初期成育にとって条件の悪い斜面の更新には強放牧処理が有効であることが明らかとなった。

引用文献

- 林 治雄 (1979) 牧草地の不耕起造成過程における放牧圧の差が植生に及ぼす影響。草地試研報 15: 22-31。
平田友和・井戸田幸子・石井真木子・石井康之 (2004) シバの生育に及ぼす斜面方位の影響。日草誌 50 (別) :

- 470-471.
- 平山秀介・浅原敬二・上出 純・沢田嘉昭・杉本亘之(1968) 蹄耕法による草地造成利用試験. 第3報 ストッキング量と発芽率. 日草誌 14: 207.
- 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.
- 前川原三孝・上野司郎(1973) 牧草地の簡易更新に関する試験. 東北農業研究 14: 237-239.
- 三股正年・高野信雄・宮下昭光・山下良弘(1964) Hoof-Cultivation 法による草地開発利用に関する研究. 第3報 基礎的要因の解析. 日草誌 10: 48.
- 三股正年・高野信雄・宮下昭光・山下良弘・渡会 弘・難波直樹(1965) 蹄耕法による草地開発利用に関する研究. 第4報 造成草地の利用性. 日草誌 11: 140.
- 三股正年・高野信雄・山下良弘・宮下昭光(1967) 蹄耕法による草地開発利用に関する研究. 第1報 蹄耕法による草地造成の応用試験. 日草誌 12: 187-197.
- 梨木 守・野本達郎・原島徳一(1983) 放牧地植生の衰退の実態と要因. 草地試研報 24: 1-13.
- 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. 複合生態フィールド教育研究センター報告 23 (印刷中).
- 杉本安寛・上野昌彦・仁木巖雄(1985) 南九州における寒地型牧草の定着と牧草生産性に及ぼす斜面方位の影響. 日草誌 30: 404-410.
- 土屋友充・伊沢 健・菅原和夫・林 兼六(1974) 造成・管理・利用法が混播草地の草・植生に及ぼす影響. 日本草地学会誌 20 (別): 90-91.
- 渡辺也恭・佐々木友紀・狩野 広・小田島 守・八嶋康広・西脇亜也(2007) 荒廃牧草地の更新法の検討. 3. ミノボロスケ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. 複合生態フィールド教育研究センター報告 23 (印刷中).
- 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. 東北大学農学研究所彙報 15: 1-15.
- 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. 第2報 造成に関係する要因について. 日本草地学会誌 10: 17-27