

ディスクハローを用いた山地放牧地の簡易更新における 蹄耕法の併用が牧草の定着に及ぼす影響

小倉振一郎*・狩野 広・千葉 孝・赤坂臣智・宍戸哲郎・千葉力男・八嶋康広

東北大学大学院農学研究科
宮城県大崎市鳴子温泉字蓬田 232-3 〒 989-6711

2011年1月20日 受理

要 約

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する山地放牧草地をディスクハロー (DI) により簡易更新する際、播種量と放牧管理の違いがイネ科牧草の定着に及ぼす影響について3年間調査した。試験地 A (0.62 ha) および B (0.65 ha) をペレニアルライグラス播種 (PR) 区とオーチャードグラス播種 (OG) 区とに二分し、8月下-9月上旬に播種した。各区をさらに二分し、DI区およびDI+蹄耕 (HC) 区とした。試験地 A では OG と PR の播種量をそれぞれ 22 kg/ha および 20 kg/ha とし、試験地 B ではいずれも 30 kg/ha とした。両試験地とも、一般放牧下において、試験地 A では播種直後と翌年 5-9 月に、試験地 B では播種直後に 1 回のみ DI + HC 区で強放牧を実施した。各区に 50 m ラインを設置し、その上の 50 地点 (1 m 間隔, $\phi=10$ cm) 内の最優占植物種および播種牧草の出現の頻度を 3 年間調査した。試験地 A では、PR と OG の優占頻度は 3 年間ほぼ DI+HC 区 > DI 区となり、出現頻度も PR は 2 年目以降 DI+HC 区 > DI 区となった。一方試験地 B では、播種 1 年目に OG の優占頻度が DI+HC 区 > DI 区であったが、2-3 年目には明確な処理区間差はみられず、牧草は次第に減少した。同時に、ハルガヤやエゾノギシギシ等の優占頻度が増加した。ディスクハローに加え播種 1 年目からの経年的な強放牧は、播種牧草の定着と生育を促進し、雑草を抑制するものと考えられた。

東北畜産学会報 60(3): 99 ~107. 2011

緒 言

放牧草地の植生は、地形や気象条件等の自然条件の影響および造成方法や管理法によって変化する。造成後年数が経過した古い草地では、雑草の発生、牧草密度の低下、裸地化などが生じ、草地植生が荒廃する¹⁷⁾。このような草地植生の荒廃は牧養力を低下させるため、荒廃草地の生産性を回復させるための草地更新が必要となる。機械によって除草、耕起および施肥を行う完全更新は、大規模かつ効率的に作業を行えるという長所があるが、土壌侵食が大きく^{7,9)}、草地の崩壊が懸念される^{6,19)}。また、

山地放牧地のような傾斜地を多く含む草地条件下では、トラクターによる完全更新は困難な場合が多く、作業は比較的平坦地に限られる。傾斜地での草地造成にあたっては、環境保全的な計画が立案されなければならない⁷⁾。

不耕起による草地更新は、土壌侵食防止効果が高い環境保全的な草地更新法として、山地傾斜地においてきわめて有効である。例えば前川原と上野 (1973)¹³⁾ は、ディスクハローによる簡易更新は植生の更新に有効であることを示した。また近年、ディスクハロー処理による荒廃草地の牧草地化の可能性を検討した試験では、レッドトップ (*Agrostis alba* L.)¹⁰⁾ およびミノボロスゲ (*Carex albata* Boott)³²⁾ 優占植生では前植生を共存させながら播種牧草の定着が可能であるものの、ハルガヤ (*Anthoxanthum odoratum* L.) 優占植生では成功しなかった²¹⁾。一方で、三股ら (1967)¹⁶⁾ は、低生産性の野草

* 連絡者：小倉 振一郎 (おぐら しんいちろう)
(東北大学大学院農学研究科 陸園生態学分野)
〒 989-6711 宮城県大崎市鳴子温泉字蓬田 232-3
Tel: 0229-84-7378, Fax: 022-717-8844
E-mail: s-ogura@bios.tohoku.ac.jp

地の牧養力を高めるため、火入れおよび施肥に牛放牧(平均体重 450 kg, 80 頭・日/ha)による蹄耕法を組み合わせることで、ディスクハローのみの処理に比べ初年度の牧草定着が良好であることを示した。しかし、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³⁾。すなわち、放牧家畜の選択採食や踏圧に対する耐性が植物種間で異なるため、造成時の放牧強度の違いが播種牧草の初期定着を左右する可能性がある。八嶋ら(2007)³³⁾は、ケンタッキーブルーグラス(*Poa pratensis* L.)、レッドトップおよびスゲ類(*Carex* spp.)が優占する山地放牧地において、ディスクハローによる粗耕後に牧草を播種し、それに続けて蹄耕法を実施することで、翌年の牧草の定着がディスクハローのみの場合に比べ向上したことを報告した。このような草地更新法に関する試験では、播種翌年の牧草の定着状況で判断されることが多い。しかし、播種2年目以降で植生が大きく変化することがあるため³⁾、経年的な評価が必要である。

そこで本研究では、八嶋ら(2007)³³⁾の報告に基づき、播種2年目以降の植生の変化について調査した。すなわち、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する山地放牧地に2つの草地更新地を設け、ディスクハローによる粗耕法を行った。その後、放牧管理方法の組み合わせを変えることによる播種牧草の定着に及ぼす効果を3年間にわたり調査した。

材料と方法

調査地および放牧管理

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(38° 46'N, 140° 44'E)で実施された。この地区は、昭和30年代の造成当初はオーチャードグラス(*Dactylis glomerata* L.)やペレニアライグラス(*Lolium perenne* L.)などからなる高生産草地であった²⁸⁾が、その後レッドトップ、スゲ類およびハルガヤ等が優占する草地へと草種構成が変化し、牧養力の低下が問題となっている^{10,20)}。

試験地として、北山地区内の六角第一牧区内に試験地

A(2004年造成, 0.62 ha, 北向き斜面)および試験地B(2005年造成, 0.65 ha, 東向き斜面)が設置された³³⁾。六角第一牧区は、牛群の輪換放牧のために設置されている六角牧区内の4つの牧区のうちの一つである。試験地Aは牛の追い込み場近傍に位置し、牛による地上部植生の利用率が高い場所である。また試験地Bは、試験地Aから西へ約200 m離れている。いずれの試験地も、本牧区の中では傾斜が緩やかな場所である。各試験地における更新前の優占植物種は、試験地Aではレッドトップ、試験地Bではスゲ類であったが、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およびスゲ類(主にミノボロスゲ)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³³⁾。

試験を実施した2004-2008年には、試験地AおよびBを含む六角牧区全体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。2004年から2008年までの各年における六角第一牧区の年間放牧強度はそれぞれ161.1, 205.7, 233.2, 316.2および298.1頭・日/haであった。また、調査を実施した2004-2008年における六角牧区への施肥管理状況を表1に示す。さ

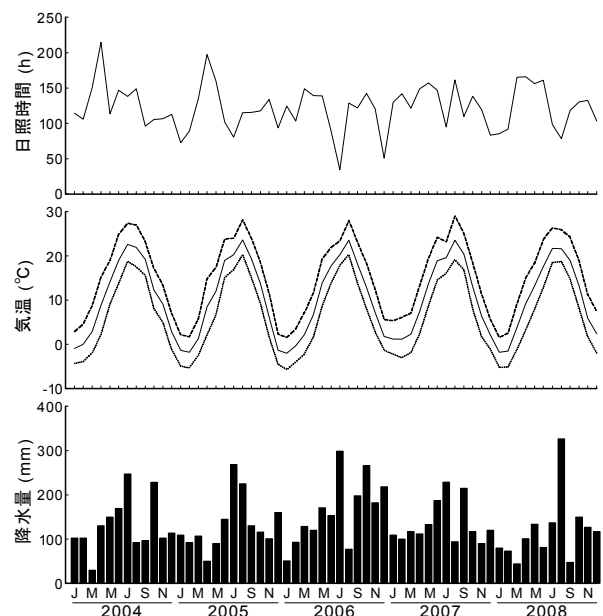


図1. 試験実施期間中の各月における日照時間(上)、気温(中)および降水量(下)。気温のグラフ中、破線、実線および点線はそれぞれ日最高気温、日平均気温および日最低気温の平均値を示す。

表1. 試験期間中の施肥管理の状況。

施肥成分	2004		2005		2006		2007		2008	
	5/12	9/1	5/10	7/20	5/12	9/22	5/10	5/10	5/7	5/7
尿素	8.7	32.6	8.7	17.6	8.7	16.3	22.8	2.8	22.8	2.8
リン酸 (kg P2O5/ha)	-	16.0	-	9.0	-	8.2	-	1.1	-	1.1
カリウム (kg K2O/ha)	-	16.0	-	9.0	-	8.2	-	1.1	-	1.1

らに、2004-2008年における日照時間、気温および降水量の変化を図1に示す。気象データとして、試験実施場所から最も近い川渡アメダスの情報を用いた¹²⁾。

試験地Aの草地更新過程および放牧管理は以下のとおりである。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後、ディスクハローにより縦横3回、地上部植生を破壊した。8月26日には、基肥として苦土石灰1,000 kg/ha、熔燐500 kg/haおよび尿素燐加安777を300 kg/ha投入した。次いで同試験地を2つの区に分け、それぞれオーチャードグラス播種区（品種キタミドリ）（0.25 ha）およびペレニアルライグラス播種区（品種フレンド）（0.37 ha）とし、それぞれ22 kg/haおよび20 kg/haをブロードキャスターで播種した。またシロクローバ（*Trifolium repens* L., 品種フィア）3 kg/haを両区に播種した。播種後、リョウシン号で鎮圧を行った後、各区をさらに電気牧柵で半分に区切り、一方をディスクハロー区（DI区）、もう一方をディスクハロー+蹄耕区（DI+HC区）とした。両処理区とも2004-2008年に牛群の輪換放牧時に牧区の一部として利用されたが、DI+HC区ではさらに以下のような強放牧処理を実施した。すなわち、牧草播種47日後の2004年10月12日に黒毛和種成牛10頭（平均体重507 kg）を導入し、48時間滞牧させた。同処理区には、2005年にも黒毛和種成牛を6月8-9日（24時間）に5頭（平均体重494 kg）、8月2-3日（24時間）に5頭（平均体重528 kg）および9月26-30日（96時間）に5頭（平均体重386 kg）および子牛4頭）放牧した。

試験地Bの草地更新過程および放牧管理は以下とおりである。2005年9月7日にリョウシン号によって地上部を刈取った後、試験地Aと同様にディスクハローで縦横3回、地上部植生を破壊した。同年9月9日に試験地Aと等しい割合で基肥を投入し、それぞれオーチャ

ードグラス播種区（0.32 ha）およびペレニアルライグラス播種区（0.33 ha）を設置した。オーチャードグラス（品種キタミドリ）30 kg/haおよびペレニアルライグラス（品種フレンド）30 kg/haを各区に播種し、あわせてシロクローバ（品種フィア）5 kg/haを両区に播種した。リョウシン号で鎮圧を行った後、各播種区をさらに半分に区切り、一方をDI区、もう一方をDI+HC区とした。試験地Aと同様、両処理区とも2004-2008年に牛群の輪換放牧時に牧区の一部として利用されたが、DI+HC区ではさらに強放牧処理として牧草播種27日後の2005年10月6日に黒毛和種5頭（平均体重386 kg、および子牛4頭）を導入し、24時間滞牧させた。

草地更新後の植生変化を、ライン法により調査した。長さ50 mのライン1本を各処理区のほぼ対角線上に設置し、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本あたりの調査地点数は、起点を除く50地点とした。各調査エリア内で最も優占する植物種名を優占植物種として記録し、あわせて播種イネ科牧草（ペレニアルライグラスおよび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、調査地点総数に対する各植物種の最優占地点数割合をその植物種の「優占頻度」として、また播種イネ科牧草が出現した地点数の割合を「牧草出現頻度」として算出した。試験地Aでは、2005年には5-9月に計5回、2006年および2007年には5月および7-9月の2回調査した。また試験地Bでは、2006-2008年に各年4-5月および7-8月の2回調査した。

結果

各更新地における調査期間中の草地の平均草丈を表2に示した。試験地Aでは6.4-57.4 cmの間で推移し、5

表2. 各試験地における調査期間中の草地の平均草丈 (cm).

調査日...	試験地 A									試験地 B						
	2005						2006		2007	2006		2007		2008		
	6/1	6/10	7/21	8/2	9/5	9/30	5/1	7/24	5/9	9/3	5/22	7/21	5/7	8/31	4/28	8/12
ペレニアルライグラス播種区																
DI区1)																
平均値	14.3	10.5	57.4	21.7	38.1	22.5	6.4	54.4	8.0	24.4	11.1	38.5	8.3	12.8	6.3	11.4
標準偏差	5.5	4.2	14.8	11.3	15.3	7.9	2.5	13.5	2.7	15.3	4.0	18.5	2.9	8.9	2.4	5.5
DI+HC区2)																
平均値	18.2	9.6	52.9	34.4	51.2	17.4	8.5	38.6	8.0	13.2	9.6	40.6	10.6	13.1	6.9	15.3
標準偏差	2.7	3.8	9.8	13.9	10.1	4.2	3.2	11.3	2.3	7.1	6.3	18.8	4.4	5.5	3.7	10.7
オーチャードグラス播種区																
DI区																
平均値	17.4	10.9	54.3	20.6	43.6	26.1	8.5	50.9	9.8	16.8	8.3	31.2	9.8	10.7	6.0	6.5
標準偏差	3.2	3.8	15.5	9.4	14.8	16.6	4.7	12.7	7.6	9.4	2.1	11.1	5.1	4.4	3.9	4.4
DI+HC区																
平均値	18.4	10.5	50.3	29.1	43.8	16.5	7.1	46.1	7.3	14.0	9.3	35.3	8.0	12.1	4.9	6.0
標準偏差	2.3	5.4	11.7	12.3	7.8	7.1	3.4	15.6	4.1	9.0	4.1	8.1	2.6	3.4	2.1	3.9

1) ディスクハロー区

2) ディスクハロー+蹄耕区

月には 10 cm 以下と低く、7 月に上昇した。試験地 B も同様であり、4.9-40.6 cm の間で推移した。試験地 A では、2006-2007 年 7-9 月におけるペレニアルライグラスの草丈が DI + HC 区で低かった。

試験地 A における草地更新後の優占植物種の優占頻度の変化を図 2 に示した。優占頻度の大きかった植物種は、いずれの区においても更新前と同じ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、これら 3 種の合計値は 62-100% であった。また、更新後のハルガヤおよびエゾノギシギシ (*Rumex obtusifolius* L.) の優占頻度は調査期間を通じてそれぞれ 0% および 0-12% であった。播種牧草の優占頻度の変化をみると、いずれの播種区においても DI+HC 区と DI 区の違いが認められた。ペレニアルライグラス播種区では、2005 年 7-8 月の優占頻度が DI 区では 16-20% であったのに対し、DI+HC 区では 22-28% と高かった。2006-2007 年も、DI 区では 2-12% であったのに対し、DI+HC 区では 12-22% となった。オーチャードグラス播種区においても播種牧草の優占頻度は DI 区に比べ DI+HC 区で高く、更新 3 年目の 2007 年 5 月には、DI+HC 区の優占頻度が 18% に達した。一方、イネ科牧草と同時に播種したシロクロバの優占頻度は、0-12% の範囲で推移した。

試験地 B における更新後の優占植物種の優占頻度の変化を図 3 に示した。試験地 A と同様に、いずれの播種区において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、これら 3 種の合計は 48-82% であった。また、ハルガヤおよびエゾノギシギシの優占頻度は低く、それぞれ 0-14% および 0-6% であった。播種牧草の優占頻度をみると、ペレニアルライグラス播種区では各年 4-5 月に、またオーチャードグラス播種区では更新翌年の 2006 年に、DI 区に比べ DI+HC 区で高かった。しかし、それ以外の調査時には、いずれの播種区においても更新処理による違いは認められなかった。またいずれの草種とも、初年度の優占頻度が最も高く、年数の経過とともに低下した。なお、イネ科牧草と同時に播種したシロクロバの優占頻度は、0-20% であった。

試験地 A および B における播種牧草の出現頻度を表 3 に示した。試験地 A では、播種翌年の 2005 年 5 月にはペレニアルライグラスの出現頻度が 42-44% とオーチャードグラスの 6-16% に比べ高かったが、いずれの草種とも 8 月に低下した。更新処理区の間で比較すると、ペレニアルライグラス播種区では、2005 年 9 月以降に DI+HC 区の出現頻度が 38-64% となり、DI 区の 18-36% に比べ 8-28% 高かった。一方、オーチャードグラ

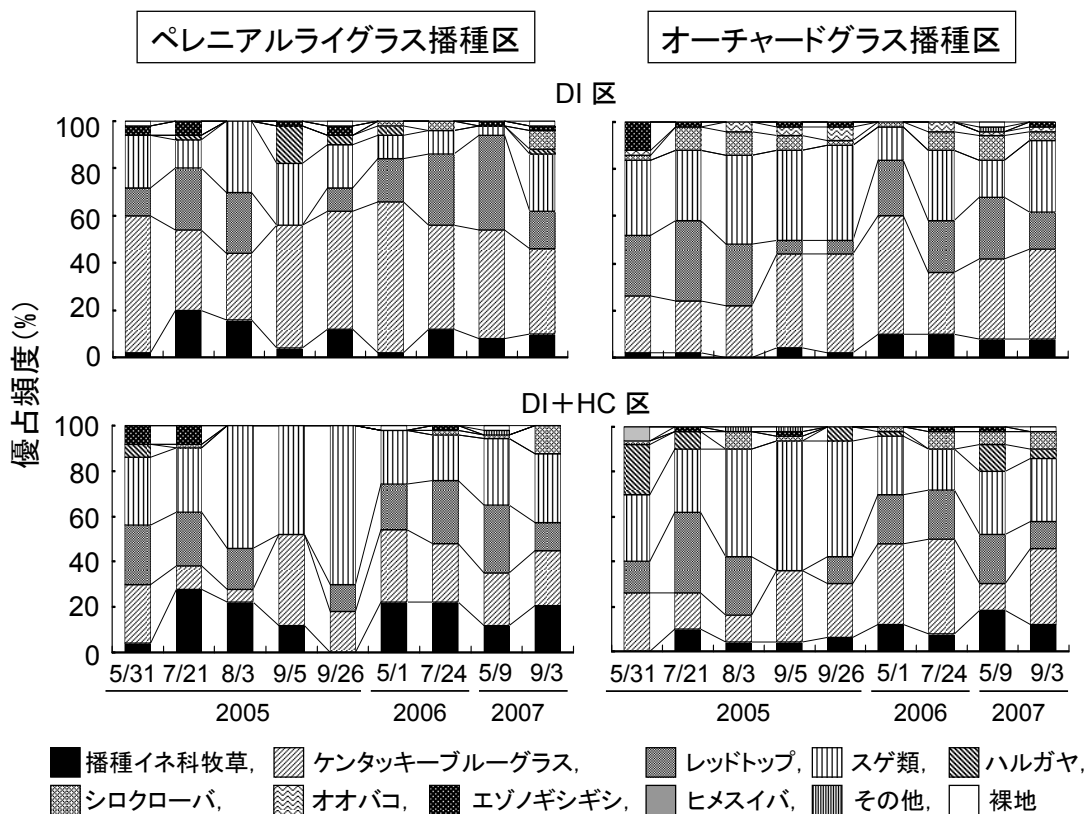


図 2. 試験地 A における優占植物種の出現頻度。DI 区：ディスクハロー区，DI+HC 区：ディスクハロー+蹄耕区。

ス播種区では更新処理区の間で明確な差は認められず、出現頻度は28-48%で推移した。次に試験地Bにおける播種牧草の出現頻度をみると、両草種とも播種翌年の2006年に最も高く、ペレニアルライグラスおよびオーチャードグラスでそれぞれ48-64%および58-76%となった。また2007-2008年4-5月には、オーチャードグラス播種区での値がペレニアルライグラス播種区に比べ高かった。更新処理区の間で比較すると、ペレニアルライグラス播種区では、2006年9月および2008年5月にDI+HC区の出現頻度がDI区に比べそれぞれ12%および26%高かったが、それ以外では両処理区の間で大きな違いは認められなかった。一方オーチャードグラス播種区では、2006年および2008年におけるDI+HC区の出現頻度がDI区に比べ8-16%高かった。

草地更新処理後の播種牧草の出現頻度は、このように試験地間で異なる変化を示したが、播種3年後の8-9月の値をみると、試験地AおよびBでそれぞれ26-42%および26-46%と近い値を示した。

考 察

植生が荒廃した放牧草地の簡易更新法として、ディスクハローによる前植生の破壊が有効であることは、すでに狩野ら(1992)¹⁰⁾ および渡辺ら(2007)³²⁾ など多くの研究で明らかにされている。さらに、草食家畜の放牧は、牧草種子の地表への活着を促進することが、牛¹⁴⁻¹⁶⁾ および綿羊⁴⁾ で報告されている。こうした知見をふまえ、前報の八嶋ら(2007)³³⁾ の報告では、ディスクハロー

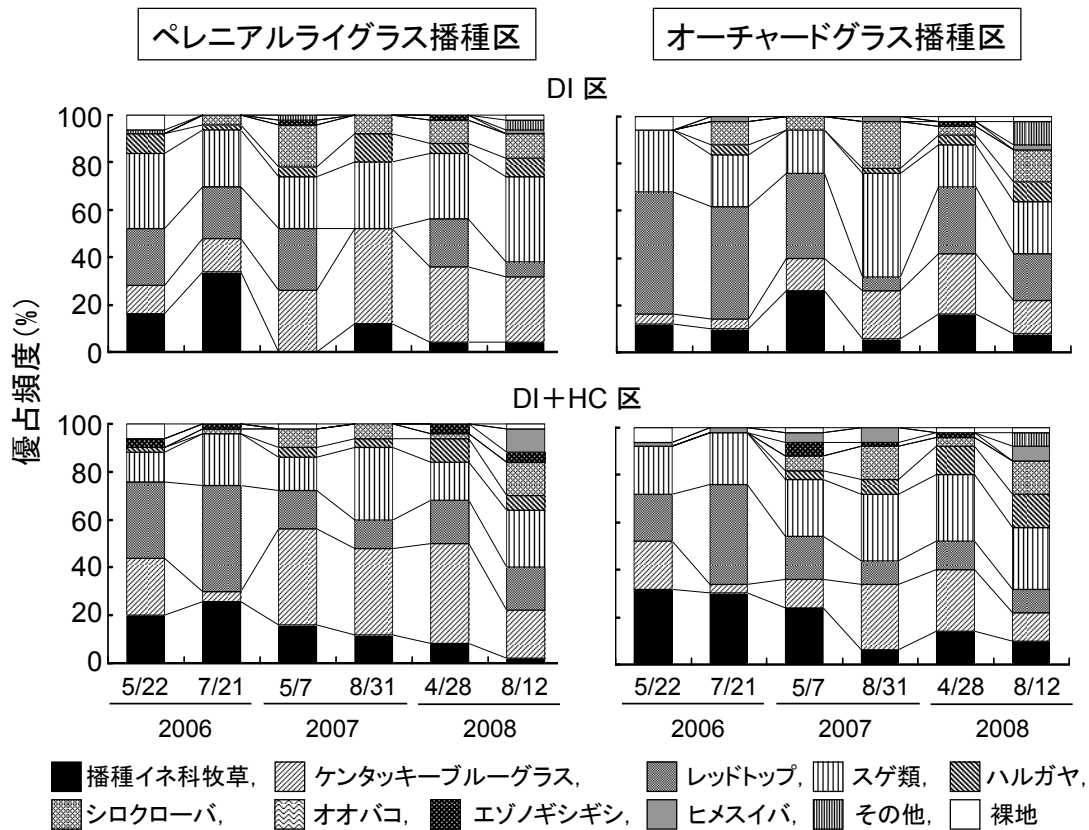


図3. 試験地Bにおける優占植物種の出現頻度。DI区：ディスクハロー区，DI+HC区：ディスクハロー+蹄耕区。

表3. 各試験地における播種牧草の出現頻度 (%)。

調査日...	試験地A										試験地B					
	2005					2006		2007			2006		2007		2008	
	5/31	7/21	8/2	9/5	9/30	5/1	7/24	5/9	9/3	5/22	7/21	5/7	8/31	4/28	8/12	
ペレニアルライグラス播種区																
DI区1)	44	20	16	24	36	18	36	22	34	58	52	30	30	16	28	
DI+HC区2)	42	28	16	40	46	46	64	38	42	48	64	32	36	42	26	
オーチャードグラス播種区																
DI区	16	2	0	48	44	32	48	40	28	60	58	58	38	66	32	
DI+HC区	6	10	0	40	46	40	40	38	26	76	66	58	32	78	46	

1) ディスクハロー区
2) ディスクハロー+蹄耕区

に蹄耕法を組み合わせることにより、造成翌年のイネ科牧草の定着状況が向上したことを示した。しかし本研究では、その後のイネ科牧草の生育状況は、試験地により異なる反応を示した。

造成時および造成翌年に肉用牛群が放牧された試験地 A では、播種イネ科牧草の生育状況が3年間にわたり DI+HC 区で良好であった。ペレニアルライグラスでは、DI+HC 区の出現頻度および優占頻度がともに DI 区にくらべ高かった。一方オーチャードグラスの場合、出現頻度には処理区間で違いは認められなかったものの、優占頻度は造成翌年に加え、3年目にも DI+HC 区で高かった。鈴木ら (1973)²⁶⁾ は、放牧強度が小さいほどオーチャードグラスは多く維持されるのに対し、放牧強度が大きい場合はペレニアルライグラスの維持に有利であることを示し、その理由としてオーチャードグラスにくらべペレニアルライグラスは放牧牛による蹄傷や地上部取奪に対する抵抗性が大きいことを挙げている。このことをふまえると、試験地 A においてペレニアルライグラスの出現頻度および優占頻度がともに DI+HC 区で高かった理由として、造成時およびその翌年の強放牧により、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ペレニアルライグラスの定着とその後の生育が促進された可能性がある。加えて、試験地 A はパドックの近傍に位置し、比較的平坦な場所であるため³³⁾、牛群が採食および休息場として頻繁に利用する場所となっている。このこともまた、試験地 A の放牧強度を強めたと推察される。一方、本研究ではオーチャードグラスでは強放牧による出現頻度の上昇は認められなかった。出現頻度を「草地における播種牧草の定着密度」とみなすと、2年間にわたる強放牧処理は、オーチャードグラス実生の定着密度を必ずしも促進しないと見える。しかし、オーチャードグラスにおいても優占頻度は放牧処理により高まっていることから、強放牧によって定着個体の生長と株化が促進されたものと推察される。多くの寒地型イネ科牧草では、地上部の刈取り頻度が大きいほど分けつ密度が高くなることが知られている⁸⁾。本研究でも、定着したイネ科牧草の各個体が頻繁に採食されることにより、分けつ密度が上昇した可能性がある。

一方、試験地 B では、八嶋ら (2007)³³⁾ が報告したように、造成翌年のペレニアルライグラスおよびオーチャードグラスの定着はともに良好であった。この理由として、更新地 B では A にくらべ播種量が 50% ほど多かったこと、および斜面方位の違いが考えられる。斜面方位の違いは、日射量、地温、土壌水分、積雪量等の違いを通じて、草地の植生および生産性に影響を及ぼすこと

が知られる^{1,2,25)}。本試験地の場合、北向き斜面の試験地 A にくらべ、東向き斜面の試験地 B では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可能性がある。しかし2年目以降、DI 区との間には試験地 A ほどの明確な違いは認められず、かつ優占頻度は次第に減少した。出現頻度をみると、2007 年から 2008 年にかけて大きな減少は認められなかったが、優占頻度をみると、ハルガヤ、シロクロバに加え、エゾノギシギシ、ヒメスイバ (*Rumex acetosella* L.) およびオオバコ (*Plantago asiatica* L.) 等の広葉雑草の優占頻度が増加した。これらの雑草の増加は試験地 A ではほとんど認められないことから、試験地 B では強放牧処理が造成時のみ実施され、試験地 A のように2年間行われなかったこと、および試験地 A にくらべ追い込み場から離れていたことが要因となり、放牧牛による試験地 B の植生の利用強度が試験地 A よりも小さく、その結果、エゾノギシギシ、ヒメスイバおよびオオバコ等の広葉雑草が十分に抑制されなかったものと推察される。

他方、林 (1979) の報告³⁾ では、放牧強度の大きさによらず、放牧下ではペレニアルライグラスおよびオーチャードグラスは減少することが示されている。また太田 (1984)²²⁾ によれば、放牧草地の植生は、耕起または不耕起の造成方法によらずペレニアルライグラスおよびオーチャードグラスが衰退し、漸次レッドトップ、ケンタッキーブルーグラスの短草型草地に移行する。本江と福永 (1983)⁵⁾ および西田ら (1993)¹⁸⁾ もまた、放牧によりケンタッキーブルーグラスが増加することを示している。これらのことから、本研究で供試したいずれの試験地も、放牧利用を継続することにより、匍匐枝で拡散、優占化するレッドトップやケンタッキーブルーグラスが次第に増加すると考えられる。なお本研究では、試験地 A において 2005 年秋にレッドトップの優占頻度が大きく減少している (図 2) が、この時期には試験区全体の草丈が上昇している (表 2) ことから、共存するミノボロスゲやケンタッキーブルーグラスの生育がレッドトップより旺盛になり、レッドトップが相対的に目立たなくなったものと推察される。

放牧地の簡易更新における牧草の初期定着は、ペレニアルライグラスがオーチャードグラスにくらべ良好であることが知られており^{10,11,32)}、その要因として、ペレニアルライグラス実生の発芽直後の生長量がオーチャードグラスにくらべ大きい²⁴⁾ ことが挙げられる。前報の八嶋ら (2007)³³⁾ もまた、ディスクハローによる簡易更新においてペレニアルライグラスの初期定着が良好であった結果を示し、ペレニアルライグラスは山地放牧地の

簡易更新における有用な草種であると述べている。しかし、本研究における3年間の牧草定着状況の結果をみると、いずれの試験地においてもペレニアルライグラスとオーチャードグラスとの間には大きな違いは認められなかった。また本研究では、更新前から優占していたレッドトップ、ケンタッキーブルーグラスおよびスゲ類に加え、特に試験地Bにおいてハルガヤ、ヒメスイバ、オオバコおよびエゾノギシギシ等の雑草の増加が認められた。エゾノギシギシやミノボロスゲ等の種子は、永続的埋土種子集団として土壤中に蓄積され³¹⁾、ディスクハローによる地表面の攪乱により裸地が形成されると、その光を感知して発芽定着すると考えられている^{29,30)}。一方、ハルガヤは永続的埋土種子集団を形成しない²⁷⁾ものの、種子生産量が多く、一年生植物が優占する群落への侵入能力が高い²³⁾。播種牧草の定着を高め、かつその後の生育を良好に保つと同時に、これらの雑草を抑制するためには、簡易更新の方法よりもむしろ更新後の管理が重要であると考えられる³²⁾。本研究より、ディスクハローによる山地放牧地の簡易更新では、ペレニアルライグラスおよびオーチャードグラスいずれを播種した場合も、播種当年から更新地の放牧強度を高く利用することによって広葉雑草が抑制され、かつ播種牧草の定着とその後の生育が高まり、10%から20%以上の優占頻度が保たれることが示された。しかしその場合でも、レッドトップ、ケンタッキーブルーグラスおよびスゲ類は草地更新翌年から優占するため、これらの植物と播種牧草を共存させながら放牧利用する必要があると考えられる。

謝 辞

本研究において、試験地Aの更新は、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。関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 藤原 忠・阿部博史. 第1章 標高および斜面方位の相違による気象条件の変化. 東北農業試験場研究速報, 16: 3-10. 1973.
- 早川康夫・高畑 滋. 遷移平衡に基づく草地景観管理の研究. 第1報. 傾斜方位とdisclimax. 北海道農業試験場研究報告, 106: 37-53. 1973.
- 林 治雄. 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. 草地試験場研究報告, 15: 22-31. 1979.
- 平山秀介・浅原敬二・上出 純・沢田嘉昭・杉本巨之. 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. 日本草地学会誌, 14: 207. 1979.
- 本江昭夫・福永和男. 山地の大規模草地における植生の変異と造成・利用方法との関連性. 帯広畜産大学研究報告, 13: 85-91. 1983.
- 井戸忠幸・阿部篤郎・豊田広三. 山地傾斜地の草地保全実態調査. 草地試験場研究報告, 13: 130-136. 1978.
- 石田良作・西村 格・須山哲男. 草地の造成と開発計画に関する研究. V. 傾斜草地における土壌浸食の2・3の問題点. 草地試験場研究報告, 17: 1-10. 1980.
- Ito M, Shimazu Y, Yamaguchi H, Ito M, Toyoda T. Seasonal trends of tiller emergence and senescence in several temperate herbage grasses grown under sward conditions. Grassland Science, 43: 7-13. 1997.
- 加甲艶照・小田日出夫・豊田広三. 傾斜草地の土壌保全に関する研究. III. 傾斜草地の造成, 定着過程における土壌浸食. 草地試験場研究報告, 10: 135-145. 1977.
- 狩野 広・西脇亜也・菅原和夫・遊佐良一・八嶋康広. 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. 1992.
- 川鍋祐夫・牛山正昭・石田良作. 不耕起造成における各種牧草の発芽および定着. 草地試験場研究報告, 3: 10-17. 1973.
- 気象統計情報. 気象庁. <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html> (最終アクセス日: 2010年9月30日) 2010.
- 前川原三孝・上野司郎. 牧草地の簡易更新に関する試験. 東北農業研究, 14: 237-239. 1973.
- 三股正年・高野信雄・宮下昭光・山下良弘. 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. 日本草地学会誌, 10: 48. 1964.
- 三股正年・高野信雄・宮下昭光・山下良弘・渡会弘・難波直樹. 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. 日本草地学会誌, 11: 140. 1965.
- 三股正年・高野信雄・山下良弘・宮下昭光. 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. 日本草地学会誌, 12: 187-197. 1967.

- 17) 梨木 守・野本達郎・原島徳一. 放牧地植生の衰退の実態と要因. 草地試験場研究報告, 24: 1-13. 1983.
- 18) 西田智子・原島徳一・佐藤健次. 利用法を異にする放牧草地における雑草の生育. 草地試験場研究報告, 47: 45-54. 1993.
- 19) 西村 格・石田良作・須山哲男. 草地の造成と開発計画に関する研究. II. 土地利用ならびに草地の崩壊発生に及ぼす傾斜角度と草地造成法の影響. 草地試験場研究報告, 8: 1-10. 1976.
- 20) 西脇亜也・菅原和夫・八嶋康広・狩野 広・遊佐良一. 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. 1993.
- 21) 西脇亜也・遊佐良一・狩野 広・小田島 守・八嶋康広. 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: 5-9. 2007.
- 22) 太田 顯. 牧草地の動態. VI. 栃木県大笹放牧場における12年間の植生の解析. 草地試験場研究報告, 27: 9-16. 1984.
- 23) Peart DR. Species interactions in a successional grassland. 1. Seed rain and seedling recruitment. *Journal of Ecology*, 77: 236-251. 1989.
- 24) 清水矩宏・村田孝雄. 寒地型イネ科牧野草の初期生育における属・種間差異. 草地試験場研究報告, 19: 27-40. 1981.
- 25) 杉本安寛・上野昌彦・仁木巖雄. 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. *日本草地学会誌*, 30: 404-410. 1985.
- 26) 鈴木慎二郎・沢村 浩・高野信雄・難波直樹. 放牧強度が草地生産と育成牛の発育に与える影響. 北海道農業試験場研究報告, 106: 79-107. 1973.
- 27) Thompson K, Bakker J, Bekker R. The soil seed banks of North West Europe: Methodology, density and longevity. Cambridge University Press. Cambridge. 1-276. 1997.
- 28) 土屋友充・伊沢 健・菅原和夫・林 兼六. 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. 1974.
- 29) 渡辺也恭・西脇亜也・菅原和夫. ミノボロスゲ (*Carex albata* Boott) 種子の休眠解除機構. *日本草地学会誌*, 45: 135-139. 1999.
- 30) 渡辺也恭・西脇亜也・菅原和夫. 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. *日本草地学会誌*, 45: 233-237. 1999.
- 31) Watanabe N, Nishiwaki A, Sugawara K. Seed banks in pastures: Special reference to a persistent soil seed bank of invading species *Carex albata* Boott. *Grassland Science*, 47: 337-343. 2001.
- 32) 渡辺也恭・佐々木友紀・狩野 広・小田島 守・八嶋康広・西脇亜也. 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. 複合生態フィールド教育研究センター報告, 23: 11-16. 2007.
- 33) 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. 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. 複合生態フィールド教育研究センター報告, 23: 17-22. 2007.

Effect of hoof cultivation on the establishment of seedlings of temperate grasses under simple renovation by disk harrow in a mountainous grazing pasture

Shin-ichiro OGURA, Hiroshi KARINO, Takashi CHIBA, Tetsuro SHISHIDO, Rikio CHIBA and Yasuhiro YASHIMA

Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University, Osaki, Miyagi 989-6711 Japan

Pasture renovation by using disk harrow (DI) was carried out on a hill grazing pasture where Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.), redtop (*Agrostis alba* L.) and sedges (*Carex* spp.) were dominant, to evaluate the effect of seeding rate and the usage of hoof cultivation on the establishment of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L., PR) and orchardgrass (*Dactylic glomerata* L., OG) seedlings. Two paddocks (A; 0.62 ha and B; 0.65 ha) were divided into two areas and allotted to PR and OG. In late August to early September, seeds of the grass species were sown with white clover (*Trifolium repens* L.). Each area was divided to two treatments; DI and DI+hoof cultivation (HC). In the paddock A, seeding rate of PR and OG was 20–22 kg/ha, and heavy grazing was performed twice (immediately after seeding and next year) to perform hoof cultivation in DI+HC. In the paddock B, seeding rate of the grasses was 30 kg/ha and heavy grazing was performed only immediately after seeding in DI+HC. Frequency of dominant species and appearance of the sown grasses were recorded in 50 locations ($\phi=10$ cm) along a 50-m line established in each treatment, for three years. In the paddock A, seedlings of the sown grasses were well established; particularly, the frequency of appearance and dominance was DI+HC > DI in PR during the three years. In the paddock B, higher DI+HC was observed in both PR and OG in May in the first year of pasture renovation. However, there was no apparent difference between the treatments in the second and the third year, and frequency of dominance of the sown grasses gradually decreased. At the same time, weeds such as *Anthoxanthum odoratum* and *Rumex obtusifolius* increased during the period. These results suggest that heavy grazing over time after simple renovation by disk harrow can enhance the establishment and growth of the temperate grasses, and control the weeds in deteriorating mountainous grazing pastures.

Key words: disk harrow, hoof cultivation, mountainous grazing pasture, simple renovation, temperate grass.