センチピードグラス(Eremochloa ophiuroides (Munro) Hack.)を導入した放牧草地における植生と種多様性の変化

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者名	北川,美弥 平野,清 池田,堅太郎 中野,美和 西田,智子 山本,嘉人
発行元	日本草地学会
巻/号	59巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 89-97
発行年月	2013年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

AgriKnowledge

日草誌 59 (2)：89-97 (2013)

センチピードグラス (*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.) を導入した放牧草地における植生と種多様性の変化

北川美弥[1]*・平野　清・池田堅太郎[2]・中野美和・西田智子[3]・山本嘉人

畜産草地研究所 (329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768)
[1] 現在：畜産草地研究所 (389-0201 長野県北佐久郡御代田町塩野 375-716)
[2] 現在：東北農業研究センター (020-0198 岩手県盛岡市下厨川字赤平 4)
[3] 現在：農業環境技術研究所 (305-8604 茨城県つくば市観音台 3-1-3)
NARO Institute of Livestock and Grassland Science, 768 Senbonmatsu, Nasushiobara, Tochigi 329-2793, Japan
[1]Present address : NARO Institute of Livestock and Grassland Science, 375-716 Shiono, Miyota, Nagano 389-0201, Japan
[2]Present address : NARO Tohoku Agricultural Research Center, 4 Akahira, Shimo-kuriyagawa, Morioka, Iwate 020-0198, Japan
[3]Present address : National Institute for Agro-Environmental Sciences, 3-1-3 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan

受付日：2012 年 4 月 23 日／受理日：2012 年 12 月 19 日

Synopsis

Miya Kitagawa, Kiyoshi Hirano, Kentaro Ikeda, Miwa Nakano, Tomoko Nishida, Yoshito Yamamoto (2013) Changes in Vegetation and Species Diversity in Grasslands in which Centipedegrass (*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.) was Introduced. Jpn J Grassl Sci 59 : 89-97

Centipedegrass was introduced by sowing and transplanting into the following 3 types of grasslands : *Pleioblastus*-type grassland, *Zoysia*-type grassland, and weed-dominated (*Pennisetum alopecuroides* and *Digitaria abscendens*) grassland. Then, we evaluated changes in the vegetation and diversity of the grasslands for 8 years. Centipedegrass was established in all the grasslands, regardless of the method (sowing or transplanting). Increase in centipedegrass coverage was influenced by the vegetation of the grassland ; that is, in *Zoysia*-type and weed-type grasslands, centipedegrass became the most dominant species in 3 to 5 years after introduction. However, in *Pleioblastus*-type grassland, the rate of increase in centipedegrass coverage was slow, and the summed dominance ratio of centipedegrass was second highest at the end of the investigation. The number of species and species diversity "*H′*" decreased with increase in centipedegrass coverage in all 3 types of grassland. This showed that the diversity in a grassland is reduced by the introduction of centipedegrass.

Key words : Centipedegrass, Grassland, Species diversity, Vegetational change.

緒　　言

公共牧場や入会牧野では，草地管理作業の省力化が求められ，施肥や刈り払い等の維持管理作業に多くの時間を要する寒地型牧草地から，一度定着すれば，省力的に長期間利用が可能なシバ型草地へ転換する動きがある（中山 2002；日本草地畜産種子協会 2005)。さらに，全国で増加している耕作放棄地の放牧利用においても，低コストで省力的な草地の維持管理が求められ，シバ型草種の導入が勧められている（中国四国農政局 2005；山本 2009)。これまで，シバ型草種としては，日本在来のシバ（*Zoysia japonica* Steud.）が広く利用されてきた。シバは発芽幼植物の生育が著しく遅いため，播種による導入では，シバが優占するまでに時間がかかるのみならず雑草の侵入を招く。このため，播種によるシバ草地の造成は困難であるとされ（北原 1987)，より生育ステージの進んだ苗による様々な造成方法が考案されてきた（北原 1987；大谷 1999；北川ら 2007)。しかし苗を利用した場合でもシバが優占するまでには時間を要する。

これに対し，中国南部原産で暖地型シバ型草種のセンチピードグラス（*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack. 以下 CG）は，播種により容易に短期間でシバ型草地を造成することが可能で，西日本を中心に CG 草地が造成され放牧に利用されている（山本 2006；Hirata ら 2007)。CG は土壌保持力が高く（小笠原ら 2001)，また葉部の多い匍匐茎により短期間で高密度なシバ型草地を形成することから，傾斜地等でも活用できる草種として期待されている（Islam・Hirata 2005)。さらにシバよりも耐寒性は劣るものの，北関東地域においても越冬し放牧利用が可能であり（山本 2006)，今後さらに利用が拡大すると考えられる。

しかしながら，CG のような外来種の導入は在来植生の衰退につながる恐れがあり（鷲谷 2000)，外来種の導入にあたっては，有用性のみならず，生態系や在来植生におよぼすリスク評価が必要である（村中ら 2005；清水 2006)。

草地への CG の導入についてはこれまでに，トールフェス

*連絡著者（corresponding author）：miya1019@affrc.go.jp
一部は日本草地学会第 61 回発表会（2006 年 3 月）において，山本らが発表。
本研究は農林水産省「草地の動態に関する研究」によって実施したものである。

表 1. 各草地の入牧日数と放牧頭数.

		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
アズマネザサ草地	入牧日数(日)	158	148	148	151	163	182	180	180
	放牧頭数(頭)	4	5	5	4	4	4	4	4
シバ草地[1]	入牧日数(日)	45	37	148	151	163	182	180	180
	放牧頭数(頭)	11	12	3	3	3	13	13	12-13[2]
雑草優占草地[1]	入牧日数(日)	41	38	148	141	163	182	180	180
	放牧頭数(頭)	11	12	4	4	4	13	13	12-13[2]

[1] 2003-2004年には各草地を1牧区とし，他に2草地を加えた4牧区間で輪換放牧. 2005-2007年には4牧区でそれぞれ定置放牧. 2008年以降は4草地を1牧区として，定置放牧. [2] 終牧前の23日間は12頭.

ク (*Festuca arundinacea* Schreb.) やバヒアグラス (*Paspalum notatum* Flügge)，シバ等が優占した草地において，CGを播種し放牧利用することでCGが優占した草地となること (Hirataら 2007) をはじめ，播種や移植による様々な事例が報告がされている (小山ら 2004；岡山県総合畜産センター 2009；折原 2009；飯島ら 2011)。しかしながら，CGが優占するまでの草地の植生や多様性の変化について，詳細に追跡した報告は少ない (北川ら 2008)。草地へのCGの導入法とCG導入前の植生の違いが，CGの被度拡大や草地の植生変化に与える影響を示すことは，草地へのCGの導入を進めるうえで有用であろう。また，種多様性の変化を明らかにすることは，CGの外来種としてのリスクを評価する上で欠かせない情報であると考えられる。

そこで著者らは，アズマネザサ (*Pleioblastus chino*) 草地，シバ草地，および寒地型牧草が衰退し雑草が優占する草地という異なる植生の草地に，播種と移植によりCGを導入し，導入後のCGの被度と植生，種多様度指数の変化について追跡調査を行った。これにより，導入法や導入前植生の違いによるCGの被度拡大の差異と，CG導入後の植生と多様性の変化を明らかにした。

材料と方法

1. 調査地と放牧管理

調査は，畜産草地研究所那須研究拠点，藤荷田山生態観測試験地 (北緯36°55′，東経139°58′，那須塩原市接骨木藤荷田447) の藤荷田山南南西斜面に位置する，放牧草地で行った。調査を行った2003年から2010年までの平均気温は12.2℃，最高気温は36.1℃，最低気温は−10.1℃，年平均降水量は1,710 mmであった。放牧草地は，アズマネザサが優占する草地 (以下アズマネザサ草地)，シバが優占する草地 (以下シバ草地) ならびに寒地型牧草が衰退しチカラシバ (*Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng.) やメヒシバ (*Digitaria abscendens* (H.B.K.) Henr.) が優占する草地 (以下雑草優占草地) からなる。

いずれの草地もクヌギ (*Quercus acutissima* Carruth.) とコナラ (*Quercus serrata* Thunb.) が優占した二次林を伐採した跡地である。アズマネザサ草地は，伐採後，毎年，放牧利用し施肥は行わずに造成された。シバ草地と雑草優占草地はそれぞれ耕起造成と蹄耕法により，1973年に寒地型牧草地化されたが，毎年の放牧利用により，シバ草地，雑草優占草地となった。両草地ともに施肥は2001年以降，行われていない。調査期間中の各草地における，放牧日数ならびに放牧頭数を表1に示した。アズマネザサ草地 (1.8 ha) は1牧区とし，定置放牧を行った。シバ草地 (1.2 ha) および雑草優占草地 (1.7 ha) では，2003-2004年には各草地を1牧区とし，他に2草地 (1.1 ha，1.5 ha) を加えた4牧区間で1群の牛を輪換放牧 (1牧区での滞牧期間は約1週間) した。2005-2007年には4牧区でそれぞれ3-4頭ずつを定置放牧した。2008年以降は4草地を1牧区 (5.5 ha) として，毎年12-13頭を定置放牧した。放牧には，入牧時の月齢が8か月以上で，体重が254-736 kgの黒毛和種繁殖牛および交雑種雌牛 (黒毛和種×ホルスタイン種) を用いた。

2. CGの導入と草地管理

CGの導入は2003年6月4-20日の間に行った。アズマネザサ草地，シバ草地ならびに雑草優占草地に，CGを播種する区 (以下播種区) とCGを移植する区 (以下移植区) をそれぞれ1区 (50 a) ずつ設けた。輪換放牧を行っていたシバ草地と雑草優占草地では，牛群の入牧直前に播種を，退牧直後に移植を行った。アズマネザサ草地では，播種と移植時のみ，草地を播種区と移植区を含む牧区と含まない牧区の2つに分けて輪換放牧を行い，同様に播種と移植を行った。播種量は1 kg/10 aとし，背負い式の動力散布機を用いて播種した。移植は，購入した2-3葉期の草丈3 cm程度のピット苗 (2-3個体/苗) を電動ドリルで開けた穴 (直径2 cm，深さ3 cm程度) に移植する方法で行った。移植密度は1苗/m^2とした。施肥は，調査期間中行わなかった。また，雑草優占草地の播種区における群落高が著しく高くなったため，雑草優占草地全体を2006年8月にフレールモアを用いて刈り払った。

3. 調査

調査は2003年から2010年に行った。CG導入後のCGの被度と出現種数の変化を明らかにするために，定置枠 (1 m^2) を全ての草地の播種区と移植区にそれぞれ10個配置した。なお，移植区では各枠内にCGが1苗入るように設置した。

毎年9月に枠内の植被率，群落高および出現種ごとの被度と最高草丈を測定した。さらに播種区においては播種当年(2003年）の植生調査時に枠内に発芽定着したCGの個体数を数えた。

さらに，多様性の変化を明らかにするために，植物群落の種多様度を表す上でよく使われているShannon指数（H'）（以下多様度指数（H'））を求めた。多様度指数（H'）は，出現種の被度と最高草丈から，各草地の区ごとに積算優占度（SDR_2）を算出したうえで，以下の式を用いて求めた(Shannon 1948)。

$$H' = -\Sigma\, p_i \log_2 p_i$$

ただし，p_iは出現種のSDR_2の合計値に対する比である相対優占度を用いた。

4.　統計処理

2003年におけるCGの定着個体数と2004-2010年の各年におけるCGの被度について，回帰分析とピアソンの積率相関分析を行った。また，2010年の各定置枠におけるCGの被度と出現種数，2003-2010年の各試験区（アズマネザサ草地，シバ草地，雑草優占草地の播種区および移植区）におけるCGの平均被度と総出現種数（各定置枠における出現種の合計種数），ならびに2003-2010年の各試験区におけるCGの平均被度と多様度指数（H'），それぞれについてピアソンの積率相関分析を行った。

結　　果

1.　CGの定着と被度拡大

導入されたCGは，植生や導入方法の違いにかかわらず，全ての区で定着した。移植区では，2003年9月に調査した10枠のうち，CGが確認されたのは，アズマネザサ草地，シバ草地，雑草優占草地でそれぞれ，7，10，9枠であった。播種区における2003年9月のCGの定着個体数は，アズマネザサ草地で最も多く28.1±8.1個体/m^2，次いでシバ草地で16.7±6.9個体/m^2，雑草優占草地では6.1±5.1個体/m^2であった。また播種区におけるCGの定着個体数と2004-2010年の各年におけるCGの被度の間には，導入5年目の2007年までは，有意な相関が認められた（$P<0.05$）ものの，2008年以降になると相関は認められなかった（表2）。

各草地におけるCGの被度は，シバ草地および雑草優占草地では70.0％程度になると，アズマネザサ草地では25.0％程度になると拡大が緩やかになった（図1）。2010年におけるCGの被度は，シバ草地では播種区と移植区でそれぞれ85.5％および95.0％，雑草優占草地では73.0％および85.0％であった。一方，アズマネザサ草地における同年のCGの被度はそれぞれ40.0％および38.0％と他草地の約半分であった。また播種区と移植区におけるCGの被度を比べると，アズマネザサ草地およびシバ草地では，2004-2007年の播種区におけるCGの被度は移植区よりも高かったが，2008年には，それぞれの草地で播種区と移植区の被度は同程度となった。雑草優占草地では，移植区に比べ播種区におけるCGの被度拡大は遅く，2005年には播種区で13.2％，移植区で41.4％とその差は著しかった。刈り払いが行われた2006年以降，播種区におけるCGの被度拡大は速くなったものの，調査期間を通じて播種区のCGの被度は移植区よりも低かった。

2.　CGの被度拡大に伴う植生変化

導入年（2003年）における，アズマネザサ草地およびシバ草地の最優占草種は播種区と移植区ともに，アズマネザサおよびシバであった（表3-4）。雑草優占草地の播種区ではチカラシバが，移植区ではメヒシバがそれぞれ最優占草種であった。

表2.　2003年におけるセンチピードグラスの定着個体数と各年次におけるセンチピードグラスの被度との相関関係.

年	相関係数	P値
2004	0.7240	<0.001
2005	0.7323	<0.001
2006	0.6118	<0.001
2007	0.4585	<0.05
2008	0.2227	0.237
2009	0.2467	0.189
2010	0.1799	0.342

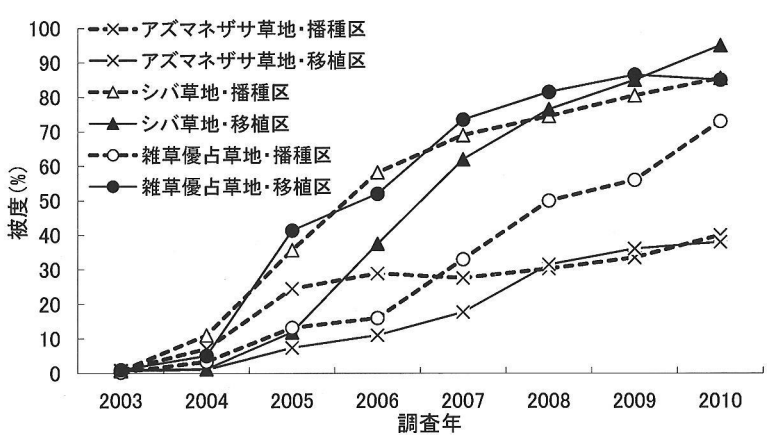


図1.　各草地の播種区および移植区におけるセンチピードグラスの被度の推移.

表 3. 播種によるセンチピードグラス（CG）導入後の各草地における植被率，

		2003	2004	2005	2006
アズマネザサ草地					
植被率（%）		72	71	78	82
群落高（cm）		9.0	14.5	13.8	15.5
総出現種数[1]		49	55	47	40
多様度指数（H'）		5.96	5.95	5.14	4.03
SDR_2順位（被度%）	1	アズマネザサ（26.5）	アズマネザサ（29.0）	アズマネザサ（26.5）	アズマネザサ（38.5）
	2	オオチドメ（29.5）	スズメノヒエ（8.1）	CG（24.5）	CG（28.9）
	3	スズメノヒエ（8.3）	ススキ（1.3）	スズメノヒエ（4.2）	カリマタガヤ（12.0）
	4	ススキ（1.7）	オオチドメ（12.6）	カリマタガヤ（12.8）	ヒメジソ（1.1）
	5	ヘクソカズラ（1.2）	ヒメジソ（1.7）	ヒメジソ（1.5）	シバスゲ（0.8）
シバ草地					
植被率（%）		94	85	90	90
群落高（cm）		6.0	8.5	5.9	5.1
総出現種数[1]		27	23	18	19
多様度指数（H'）		3.95	2.85	2.95	2.70
SDR_2順位（被度%）	1	シバ（72.5）	シバ（69.0）	シバ（51.0）	CG（58.2）
	2	メヒシバ（3.7）	ヒメクグ（3.4）	CG（35.7）	シバ（26.5）
	3	スズメノヒエ（1.1）	スズメノヒエ（2.0）	ヒメクグ（2.2）	ヒメクグ（3.8）
	4	ヒメクグ（3.4）	CG（11.0）	オオチドメ（3.5）	チカラシバ（0.5）
	5	オオチドメ（19.0）	オオアレチノギク（0.2）	スズメノヒエ（0.5）	レッドトップ（0.4）
雑草優占草地					
植被率（%）		79	87	77	84
群落高（cm）		12.5	28.5	22.8	6.0
総出現種数[1]		26	26	28	32
多様度指数（H'）		4.69	3.67	4.84	5.03
SDR_2順位（被度%）	1	チカラシバ（23.1）	チカラシバ（29.2）	チカラシバ（11.4）	チカラシバ（9.3）
	2	メヒシバ（14.9）	オオチドメ（20.0）	オオチドメ（13.8）	CG（16.0）
	3	ヒメクグ（6.3）	ヒメクグ（5.0）	CG（13.2）	レッドトップ（6.9）
	4	イヌタデ（4.3）	ハルガヤ（58.0）	ワルナスビ（9.0）	ヒメクグ（8.7）
	5	ハルジオン（7.3）	メヒシバ（7.1）	ヒメクグ（5.2）	ヘビイチゴ（7.3）

[1] 各定置枠における出現種の合計種数．

アズマネザサ草地の播種区と移植区における群落高と植被率は，CGの導入から年数を経るに従い，ともに高くなる傾向が認められた（表3-4）。SDR_2順位は，播種区および移植区ともに調査期間を通してアズマネザサが1位で，2010年におけるアズマネザサの被度は，播種区と移植区でそれぞれ，47.5%と53.5%であった。また，CGの順位は，播種区では2005年以降，移植区では2007年以降，2位であった。

シバ草地の播種区と移植区における群落高は，調査期間を通じて9cm以下に維持され，植被率には明らかな変化は認められなかった（表3-4）。また播種区では2006年に，移植区では2007年にそれぞれCGのSDR_2順位は1位となった。導入時に最優占草種であったシバのSDR_2順位は，CGが1位となった後も，播種区では2010年まで，移植区では2009年まで2位であったが，その被度は著しく低下した。

雑草優占草地の2003-2005年における群落高は，播種区で22.8-28.5cm，移植区で10.5-17.0cmの範囲にあった（表3-4）。2006年8月に行われた雑草優占草地全体の刈り払いにより，2006年の群落高は播種区と移植区でそれぞれ6.6cmと6.0cmとなり，2007年以降は両区ともに10.1cm以下で維持された。2003年の播種区では，チカラシバがSDR_2順位の1位を，メヒシバが2位を占め，移植区ではメヒシバが1位を，チカラシバが2位を占めた。2005年以降，メヒシバは播種区と移植区ともにSDR_2順位5位以内に入ることはなく，チカラシバは移植区では2009年まで，播種区では2010年まで毎年上位5位以内に入った。CGのSDR_2順位は，播種区では2007年に，移植区では2005年にそれぞれ1位となった。

3. 出現種数と多様度指数（H'）の変化

2010年における総出現種数（種/10m^2）は2003年に比べ，アズマネザサ草地の移植区で3種増加し，シバ草地の移植区では変化がなく，残りの4区では2-19種の範囲で減少した（表3-4）。調査の最終年である2010年における各定置枠（n=60）のCGの被度（%）と出現種数（種/m^2）との間には，強い負の相関（r=−0.7136，P<0.0001）が認められた（図

群落高，総出現種数，多様度指数（H'）ならびに SDR_2 順位上位5草種とその被度．

2007	2008	2009	2010
89	94	87	92
17.5	15.5	17.5	18.5
42	39	36	30
4.22	4.12	3.90	3.84
アズマネザサ(50.5)	アズマネザサ(56.0)	アズマネザサ(46.0)	アズマネザサ(47.5)
CG(27.6)	CG(30.3)	CG(33.5)	CG(40.0)
ヒメジソ(1.0)	ヒメジソ(1.7)	チカラシバ(0.5)	カリマタガヤ(9.6)
オオアレチノギク(0.4)	シバスゲ(0.9)	カリマタガヤ(4.9)	シバスゲ(0.9)
カリマタガヤ(9.5)	オオアレチノギク(0.1)	レッドトップ(1.0)	キンエノコロ(0.6)
94	95	98	97
4.2	6.5	4.8	5.0
17	18	18	17
2.95	3.33	2.77	2.50
CG(69.0)	CG(74.5)	CG(80.5)	CG(85.5)
シバ(21.7)	シバ(17.2)	シバ(16.2)	シバ(10.6)
ヒメクグ(1.3)	ヒメクグ(1.5)	スズメノヤリ(0.5)	ヒメクグ(0.6)
オオチドメ(2.3)	オオアレチノギク(0.6)	オオチドメ(1.2)	オオチドメ(1.9)
ハキダメギク(0.1)	スズメノヤリ(0.6)	ヒメクグ(0.4)	ハルガヤ(0.1)
88	87	93	93
10.1	7.0	8.0	7.5
30	31	29	24
4.03	3.89	3.92	3.67
CG(33.0)	CG(50.0)	CG(56.0)	CG(73.0)
チカラシバ(6.7)	チカラシバ(6.2)	チカラシバ(6.4)	チカラシバ(3.1)
レッドトップ(9.3)	ハルガヤ(11.9)	ハルガヤ(11.6)	ヒメクグ(9.3)
ヒメクグ(12.0)	シロクローバ(7.9)	ヒメクグ(7.6)	ハルジオン(1.4)
エゾノギシギシ(7.7)	ヒメクグ(2.7)	シバスゲ(0.3)	ハルガヤ(1.3)

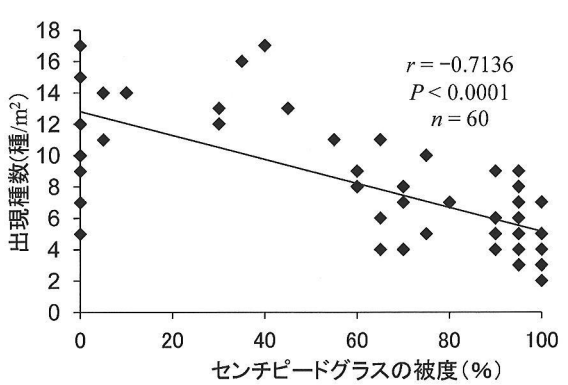


図 2.　2010年の各定置枠におけるセンチピードグラスの被度と出現種数との相関関係．

2)。また2010年においても，CGが定着しないかCGの被度が著しく低い定置枠が存在していた（図2)。2003-2010年の各試験区におけるCGの平均被度（%）と総出現種数（種/10 m^2）との間にも，負の相関（$r = -0.5790$, $P<0.0001$）が認められた（図3)。

多様度指数（H'）は，年度によって若干の増減は認められるものの，全ての草地の播種区および移植区で2003年に比べ2010年に低くなった（表3-4)。また，2003-2010年の各試験区におけるCGの平均被度と多様度指数（H'）との間には，有意な負の相関（$r = -0.6213$, $P<0.0001$）が認められた（図4)。

考　　察

CGはこれまでに，バヒアグラスやシバが優占した草地および寒地型牧草地等へ不耕起播種や蹄耕法により導入することで，草地化し放牧利用できることが知られている（Hirataら 2007)。さらに本調査において，CGは播種および移植のいずれの方法によっても，アズマネザサ草地，シバ草地，メヒシバやチカラシバが繁茂した雑草優占草地へ導入できることが明らかになった。また，播種区における定着個体数や移

表 4. 移植によるセンチピードグラス(CG)導入後の各草地における植被率,

		2003	2004	2005	2006
アズマネザサ草地					
植被率(%)		80	71	61	82
群落高(cm)		12.5	19.0	17.3	18.0
総出現種数[1]		41	43	41	46
多様度指数(H')		5.62	5.39	3.98	5.55
SDR_2順位(被度%)	1	アズマネザサ(35.0)	アズマネザサ(33.0)	アズマネザサ(32.0)	アズマネザサ(49.5)
	2	オオチドメ(39.0)	スズメノヒエ(8.4)	スズメノヒエ(5.8)	シバスゲ(2.3)
	3	スズメノヒエ(4.8)	オオチドメ(16.0)	CG(7.4)	ヒメジソ(3.9)
	4	ススキ(1.0)	ヘクソカズラ(5.5)	ミツバツチグリ(4.6)	CG(11.2)
	5	ヘクソカズラ(1.4)	シバスゲ(1.9)	ヘクソカズラ(3.2)	オオアレチノギク(1.2)
シバ草地					
植被率(%)		95	85	92	95
群落高(cm)		5.0	6.0	4.6	4.8
総出現種数[1]		18	21	24	24
多様度指数(H')		2.91	3.42	3.60	3.21
SDR_2順位(被度%)	1	シバ(65.0)	シバ(72.0)	シバ(77.0)	シバ(49.7)
	2	メヒシバ(3.8)	スズメノヒエ(1.9)	ヒメクグ(2.0)	CG(37.5)
	3	オオチドメ(25.5)	メヒシバ(7.7)	スズメノヒエ(1.3)	ヒメクグ(3.7)
	4	チカラシバ(0.9)	ヒメクグ(3.0)	CG(11.9)	オオチドメ(4.0)
	5	ヒメクグ(3.1)	チカラシバ(0.5)	オオアレチノギク(0.7)	スズメノヒエ(0.6)
雑草優占草地					
植被率(%)		79	86	86	86
群落高(cm)		10.5	17.0	12.1	6.6
総出現種数[1]		33	29	24	22
多様度指数(H')		3.89	3.60	3.21	3.08
SDR_2順位(被度%)	1	メヒシバ(29.7)	メヒシバ(31.2)	CG(41.4)	CG(52.0)
	2	チカラシバ(13.0)	チカラシバ(14.0)	チカラシバ(7.8)	チカラシバ(2.0)
	3	イヌタデ(2.4)	ヒメクグ(3.9)	オオアレチノギク(2.3)	ヒメクグ(9.2)
	4	ハルジオン(6.4)	オオチドメ(10.1)	ヒメクグ(9.8)	レッドトップ(4.6)
	5	ヒメクグ(5.9)	イヌタデ(1.9)	タチツボスミレ(8.7)	タチツボスミレ(7.1)

[1] 各定置枠における出現種の合計種数.

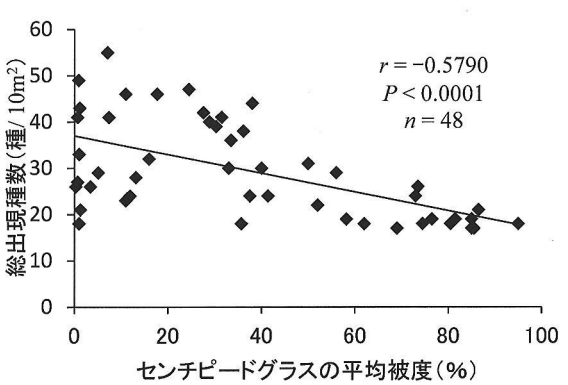


図 3. 2003-2010年の各試験区(アズマネザサ草地, シバ草地, 雑草優占草地の播種区および移植区)におけるセンチピードグラスの平均被度と総出現種数との相関関係.
センチピードグラスの平均被度は, 各試験区の定置枠の平均値. 総出現種数は, 各試験区の定置枠における出現種の合計種数.

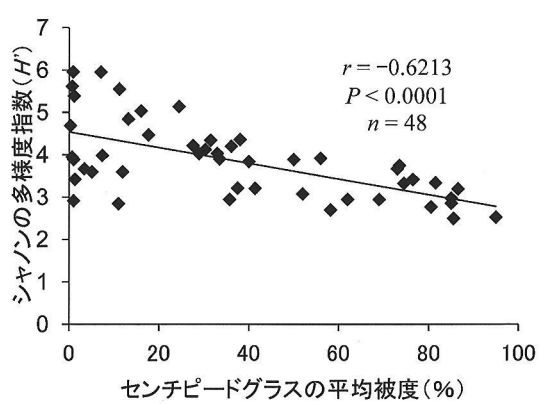


図 4. 2003-2010年の各試験区(アズマネザサ草地, シバ草地, 雑草優占草地の播種区および移植区)におけるセンチピードグラスの平均被度と多様度指数(H')との相関関係.
センチピードグラスの平均被度は, 各試験区の定置枠の平均値.

群落高，総出現種数，多様度指数(H')ならびにSDR_2順位上位5草種とその被度．

2007	2008	2009	2010
77.5	94	91	91.5
19.0	18.5	17.0	19.5
46	41	38	44
4.47	4.34	4.20	4.36
アズマネザサ(49.0)	アズマネザサ(56.5)	アズマネザサ(50.5)	アズマネザサ(53.5)
CG(17.7)	CG(31.5)	CG(36.1)	CG(38.0)
ヒメジソ(4.5)	シバスゲ(2.2)	シバスゲ(1.7)	イヌザンショウ(4.1)
ヘクソカズラ(2.8)	ヒメジソ(2.5)	イヌザンショウ(2.5)	シバスゲ(1.9)
シバスゲ(1.4)	ヘクソカズラ(1.3)	オオチドメ(4.7)	ノアザミ(0.7)
95	97	98	96
3.8	5.5	4.5	5.2
18	19	17	18
2.95	3.42	2.98	2.53
CG(62.0)	CG(76.5)	CG(85.0)	CG(95.0)
シバ(31.2)	シバ(17.6)	シバ(11.7)	ヒメクグ(1.0)
ヒメクグ(1.6)	オオアレチノギク(0.3)	ヒメクグ(1.1)	スズメノヒエ(0.6)
スズメノヒエ(0.4)	ヒメクグ(1.3)	スズメノヤリ(0.6)	オオチドメ(0.7)
チカラシバ(0.2)	メリケンカルカヤ(0.2)	レッドトップ(0.5)	ヒメジソ(0.4)
89	92	93	94
5.9	9.0	5.5	7.0
26	19	21	19
3.75	3.34	3.20	2.86
CG(73.5)	CG(81.5)	CG(86.5)	CG(85.0)
チカラシバ(0.7)	ハルガヤ(2.5)	ヒメクグ(2.1)	ヒメクグ(2.1)
ヒメクグ(5.1)	ヒメクグ(1.6)	チカラシバ(0.2)	イヌタデ(8.5)
トールフェスク(2.1)	チカラシバ(0.3)	タチツボスミレ(1.0)	タチツボスミレ(1.0)
イヌタデ(2.3)	イヌタデ(7.0)	ハルガヤ(0.4)	ハルガヤ(0.2)

植区における定着株数には，草地間に違いが認められたものの，本研究の結果からは，定着個体数や株数の違いが生じた原因は不明であった。

定着後のCGの被度は，2007年までは播種による定着個体数が多いほど明らかに高かった（$P<0.05$）ものの，2008年以降になるとその関係は認められなくなった（表2）。山本（2006）の報告では，播種当年から翌年にかけては播種密度が高いほどCGの被度が高い傾向がみられるものの，播種後3年目には播種密度が被度におよぼす影響はほとんどなくなっており，本結果も同様の傾向を示している。本研究では播種区の定着個体数が，6.1-28.1個体/m^2であったのに対し，移植区の定着個体数は，移植密度と1株あたりの個体数から，2-3株/m^2であると考えられるため，アズマネザサ草地とシバ草地のそれぞれにおけるCGの被度が2007年までは，播種区で高かったのは，定着個体数の違いによるものであったと推察される。これらのことから，CGの導入に伴う移植と播種の処理の違いは，定着個体数の違いとして現れると考えられる。

ところで，雑草優占草地では，調査期間を通じて移植区におけるCGの被度は播種区よりも高く，アズマネザサ草地およびシバ草地とは傾向が異なった（図1）。この原因として，雑草優占草地の播種区における定着個体数が他の草地に比べ少ないこと，および播種区と移植区の最優占草種が異なっていたことが考えられる。CGの被度が高かった移植区では，メヒシバが優占していた。メヒシバは，茎が匍匐する特徴を持ち，1年生植物で秋に枯死し，春に種子が発芽する。このため，匍匐していたメヒシバの成長個体はCGの匍匐茎により被覆され，さらに種子の発芽が地表面を匍匐するCGにより抑えられたことにより，メヒシバの被度はCGの導入後，急激に低下したと考えられる。一方，播種区で優占していたチカラシバは，多年生で株化し，地上部は秋に枯死するものの株は残存し，翌春，再生する。このため，CGの匍匐茎により被覆されにくいチカラシバが優占した移植区はメヒシバが優占した播種区よりも群落高が高かったため，遮光により

CGの被度拡大が抑制された（広田ら 1987；山本ら 2012）と推察される。雑草優占草地では，2006年の刈り払いにより，播種区と移植区の群落高はともに低くなり（表3-4），CGの被度拡大への遮光による影響は小さくなったものの，2006年以降も播種区のCGの被度は移植区よりも低かった。これは，2006年時点において播種区では移植区に比べCGの被度が低く，チカラシバの被度が高かったためであると考えられる。

また，シバ草地におけるCGの被度拡大は，調査した3草地の中で播種区と移植区ともに最も速かった（図1）。CGは地上匍匐茎により地表を覆う能力に優れている（Islam・Hirata 2005）。一方，シバは地上匍匐茎のみならず，地中に潜る地下匍匐茎も発達する（本多 1973）。そのため，シバの匍匐茎はCGによって被覆され易いと考えられる。実際，CGの被度拡大に伴いシバの被度は著しく低下していたことからも，CGは最優占種であったシバを被覆することにより，速やかに被度を拡大したと考えられる。

CGの被度は，雑草優占草地やシバ草地では70％程度で以降の拡大が緩やかになる傾向がみられたのに対し，アズマネザサ草地では25％程度で緩やかになった（図1）。アズマネザサは，茎が直立するため，地表面を匍匐するCGにより被覆されることで被度が抑制されることはほとんど無い。そのためアズマネザサ草地においてCGは，裸地やアズマネザサ以外の草種を被覆することにより被度を拡大したが，アズマネザサの被度拡大や群落高の高まりにより遮光が増大したため，CGの被度拡大は他の草地に比べ抑制されたと考えられる。以上のことから，導入されたCGの被度拡大には，定着個体数のみならず，導入地の植生も強く影響することが明らかとなった。

上述したように，導入した草地の優占草種により差は認められるものの，調査したすべての草地においてCGの被度は拡大した。ところが2010年においてもCGが定着しないか，もしくは被度の著しく低い定置枠が存在していた（図2）。これらの定置枠における出現種数が各試験区における総出現種数に反映されたため，アズマネザサ草地の移植区における総出現種数は2003年よりも2010年に多く，同様にシバ草地の移植区では変わらなかった（表3-4）と考えられる。しかしながら，各試験区におけるCGの平均被度と総出現種数との間には負の相関が認められている（図3）ことから，CGの被度拡大に伴い出現種数は減少することが明らかとなった。

さらに，2003-2010年における各試験区の多様度指数（H'）は，出現種数と同様にCGの被度が拡大することにより減少していた（図4）。多様度指数（H'）は，種数と個体群の均等性を反映する指数で（伊藤・宮田 1977），種数の減少のみならず，ある種による単独優占の傾向が強いほど低下する傾向がある（山本ら 1998）。2010年のシバ草地，雑草優占草地におけるCGの被度は，導入年（2003年）における両草地の最優占草種の被度よりも高く，その被度は70％以上とCGの単独優占となっていた（表3-4）。またアズマネザサ草地では，最優占草種のアズマネザサの被度は50％前後であり，SDR_2順位2位のCGの被度を加えると85％以上となり，これら2草種により優占されていた（表3-4）。このため，CGおよびアズマネザサを除く草種の優占度はCG導入前に比べ低下し，均等性は低下すると考えられる。これらのことから，多様度指数（H'）は，出現種数の減少と，CGの単独またはCGとアズマネザサの2草種による優占度の高まりにより，低下したと考えられる。

結　　論

草地におけるCGの被度拡大には，播種による定着個体数や移植による移植株数，さらに導入地の最優占草種の形態や群落高といった植生が影響をおよぼすことが明らかになった。シバ草地，雑草優占草地においては，導入から3-5年でCGが最優占草種となり，アズマネザサ草地においては，アズマネザサによりCGの被度拡大は抑制されたものの，CGは優占度2位の草種となった。さらにCGの被度拡大に伴う出現種数および多様度指数（H'）の明らかな減少から，草地へのCGの導入は在来植生に影響をおよぼすリスクがあることが示唆された。またCGは種子や被覆能力の高い匍匐茎により，導入草地以外へ逸脱する可能性があり（池田ら 2006；Hirataら 2012），草地以外の植生にも影響をおよぼすリスクも考えられる。しかしながらCGは低投入で持続的な利用が可能で，耕作放棄地等の放牧利用拡大に有用な草種である。さらにCGの周辺環境への逸出による雑草化リスクおよび既存植生への生態的影響は比較的少なく（井上・川口 2008），また放牧地において利用を放棄するとCGは衰退する（山本ら 2012）ことが報告されている。これらのことから，CGは在来植生へリスクをおよぼす可能性があることを理解したうえで，適切な管理のもと利用されることが望ましいと考えられる。

引　用　文　献

中国四国農政局 (2005) 耕作放棄地を活用した和牛放牧のすすめ．だれでも，どこでも，かんたんに．中央畜産会，東京，p 1-40

Hirata M, Nagakura Y, Yuki N, Adachi K, Fujii R, Koyakumaru T, Ogura S, Moritake H, Watanabe C, Fukuyama (2007) Development and establishment of centipede grass (*Eremochloa ophiuroides*) in south-western Japan. Trop Grassl 41：100-112

Hirata M, Mizuno S, Tobisa S (2012) Ability of centipedegrass (*Eremochloa ophiuroides* [Munro] Hack.) to spread by stolons：Effects of soil, fertilizer, shade and edging. Grassl Sci 58：28-36

広田秀憲・小林正義・関東良公・上田一之 (1987) センチピードグラスの生育と栽培法．芝草研究 15：125-130

本多　侔 (1973) 日本芝の形態と生態Ⅱ　茎の形態構造と栽培の関連．芝草研究 2：9-11

飯島久実・安田康明・来間正展 (2011) 竹林伐採跡地における整備方法・草地化技術および放牧の検討．島根畜技セ研報 42：13-16

池田堅太郎・北川美弥・宮崎　桂・西田智子・山本嘉人 (2006) センチピードグラス導入にともなう放牧草地の植生動態．2．センチピードグラスの種子による拡散の可能性．日草誌 52（別1）：20-21

井上拓弘・川口佳則 (2008) センチピードグラスの畦畔等植栽力の逸出について．農業および園芸 83：765-769

Islam MA, Hirata M (2005) Centipedegrass (*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.) : Growth behavior and multipurpose usages. Grassl Sci 51 : 183-190

伊藤秀三・宮田逸夫 (1977) 群落の種多様性．群落の組成と構造（伊藤秀三編），朝倉書店，東京，p 76-111

北川美弥・池田堅太郎・西田智子・山本嘉人・梨木 守・畠中哲哉 (2007) 糞上移植法を用いて寒地型牧草地へ導入したシバ (*Zoysia japonica* Steud.) の定着と拡大．日草誌 53 : 102-108

北川美弥・山本嘉人・西田智子・池田健太郎 (2008) センチピードグラス (*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.) 導入にともなう放牧草地の植生動態．草地の動態に関する研究（第 7 次中間報告）．畜産草地研究所草地動態モニタリング室資料平成 19-1，p 57-60

北原徳久 (1987) シバ草地の造成および放牧利用．畜産の研究 41 : 1276-1280

小山信明・谷本保幸・千田雅之 (2004) 中国中山間地域における耕作放棄地の放牧利用．近中四農研報 3 : 47-55

村中孝司・石井　潤・宮脇成生・鷲谷いづみ (2005) 特定外来生物に指定するべき外来植物とその優先度に関する保全生態学的視点からの検討．保全生態学研究 10 : 19-33

中山貞夫 (2002) シバ型牧草の利用実態に関するアンケート調査結果より．グラス & シード 4 : 7-9

日本草地畜産種子協会 (編) (2005) シバ型草地の造成と利用マニュアル．日本草地畜産種子協会，東京，p 1-86

小笠原勝・朴　南一・米山弘一・竹内安智 (2001) 法面被覆植物根系と土壌保持力．雑草研究 46 : 88-89

岡山県総合畜産センター (2009) 遊休農地放牧マニュアル第 3 版．岡山県総合畜産センター，岡山，p 20-21

折原健太郎 (2009) 蹄耕法による小規模センチピードグラス草地の造成期間中の植生及び牧養力の検討．日草誌 55（別）: 46

大谷一郎 (1999) シバ属の最近の話題と研究成果．日草誌 45 : 107-112

Shannon CE (1948) A mathematical theory of communication. Bell System Tech J 27 : 379-423

清水矩宏 (2006) 外来生物法と外来雑草．植調 38 : 76-83

鷲谷いづみ (2000) 生物多様性を脅かす「緑の」生物学的侵入．生物科学 52 : 1-6

山本嘉人・八木隆徳・斎藤吉満・桐田博充 (1998) 放牧によるススキ型草地の植生遷移に伴う群落の種多様度指数 H' の変化．日草誌 44 : 122-126

山本嘉人 (2006) シバ型放牧草地の造成法―耕作放棄地の持続的利用に向けて―．牧草と園芸 54 (3) : 1-5

山本嘉人 (2009) 遊休水田等を活用した放牧技術．地域資源を活用した家畜生産システム（日本草地学会編）．学会出版センター，東京，p 82-94

山本嘉人・平野　清・北川美弥・中野美和・西田智子 (2012) 利用放棄したセンチピードグラス (*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.) 草地の植生推移．日草誌 57 : 197-200

要　　旨

北川美弥・平野　清・池田堅太郎・中野美和・西田智子・山本嘉人 (2013) センチピードグラス（*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.）を導入した放牧草地における植生と種多様性の変化．日草誌 59 : 89-97.

導入法や導入前植生の違いによるセンチピードグラス（CG）の被度拡大の差異と，CG 導入後の植生と多様性の変化を明らかにするために，アズマネザサ草地，シバ草地，および寒地型牧草が衰退し雑草が優占する草地に，播種と移植により CG を導入し，導入後の CG の被度と植生，種多様度指数の変化について調査を行った。CG は，草地の植生や導入方法にかかわらず定着し，被度拡大には，定着個体数や優占草種，群落高が影響した。シバ草地や雑草が優占した草地では，CG は導入から 3-5 年で最優占草種となり，アズマネザサが優占した草地における CG の被度拡大は，他の草地に比べ低い値で緩やかになった。さらに CG の被度拡大に伴い，出現種数と多様度指数（H'）は減少したことから，CG の導入は草地の多様性を低下させることが示唆された。

キーワード：種多様性，植生変化，センチピードグラス，放牧草地．