
矮性ネピアグラスの放牧利用による省力的・
環境保全的な繁殖牛飼養体系の確立

16580223

平成16年度～平成17年度科学研究費補助金
(基盤研究(C))研究成果報告書

平成 18 年 5 月

研究代表者 石 井 康 之

宮崎大学 農学部 助教授

はしがき

近年わが国の家畜生産において、輸入（粗）飼料に由来すると見なされる家畜疾病が相次いで発生したことから、自給粗飼料の安定的な確保が緊急の課題になっている。その際、大規模な飼料畑を有し大型の作業機を利用できる畜産農家では、青刈り飼料作物を栽培し、貯蔵飼料を調製することが経営上有利であると考えられる。しかし、南九州における畜産農家で最も多く存在する小規模肉用繁殖牛農家では、特別の貯蔵施設をもたず、また大型の作業機械の保有が限られており、主として牧草類を青刈り給与する経営がかなり存在する。その場合、日々の生草給与が多労であるため、労働力不足から購入粗飼料の依存に陥りやすい。

そこで、このような経営耕地面積と飼養頭数に適合し、特別の調製機械などが不要な粗飼料給与体系として、暖地型牧草の放牧利用が注目されている。近年アメリカで育成された矮性ネピアグラスは、生育期間を通じて普通種に比べて稈の伸長が抑制されることから、家畜に採食される葉身の比率が高い。また、再生力もネピアグラス普通種には劣るものの暖地型牧草の中でかなり高いことから、育成地のアメリカ・フロリダ州や南アメリカのブラジル、東南アジアのタイなどで試験研究が進められ、既往の暖地型牧草に比べて、育成牛の増体性が優れるとの報告がなされている。日本ではかつて、ネピアグラスの普通品種についてはその放牧利用が検討されているが、矮性品種についての検討は他に例がない。南九州の低標高地では矮性ネピアグラスは十分越冬できるため、株分けによる栄養繁殖で飼料畑を一旦造成すれば、盛夏期間に多年にわたり放牧利用が可能であると予想される。当研究室における過去2か年の試験結果から、5月上旬に矮性ネピアグラスを植え付ければ、造成1年目では7月上旬から、造成2年目では植付け当年に比べて越冬後の再生が速やかであり、6月中旬から放牧利用が可能であった。

以上のことから本研究では、宮崎大学学内附属施設における詳細な放牧試験と、経営農家への普及を目指した熊本県普及センター管内農家における実証展示圃場の造成試験とを行い、盛夏期間において矮性ネピアグラス飼料畑を輪換放牧利用することにより、省力的かつ家畜糞尿処理が不要な環境保全的繁殖牛飼養体系の確立を検討したものである。

【研究組織】

研究代表者：石井 康之（宮崎大学農学部助教授）

研究分担者：福山 喜一（宮崎大学農学部教授）

研究分担者：井戸田幸子（宮崎大学農学部助手）

【交付決定額（配分額）】

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 16 年度	1,400,000	0	1,400,000
平成 17 年度	700,000	0	700,000
総 計	2,100,000	0	2,100,000

【研究発表】

(1) 学会誌等

- 1) Yasuyuki Ishii, Muhammad Mukhtar, Sachiko Idota and Kiichi Fukuyama, Rotational grazing system for beef cows on dwarf napiergrass pasture oversown with Italian ryegrass for 2 years after establishment, Grassland Science, 50 (3): 223-234, 2005年9月
- 2) Ishii, Y., Sunusi, A.A., Mukhtar, M., Idota, S. and Fukuyama, K., Herbage quality of dwarf Napier grass under a rotational cattle grazing system two years after establishment, Proceeding of a Satellite Workshop of the XXth International Grassland Congress, Glasgow, Scotland, p 150, 2005年7月
- 3) Ishii, Y., Mukhtar, M., Tudsri, S., Idota, S., Nakamura, Y. and Fukuyama, K., Grazing suitability of various Napier grass varieties in paddocks of different ages, Proceeding of a Satellite Workshop of the XXth International Grassland Congress, Glasgow, Scotland, p 151, 2005年7月

(2) 口頭発表

- 1) 石井康之・Sunusi Ambo Ako・富田逸郎・橋口純也・地内正嗣・深川 聡・井戸田幸子・福山喜一, 南九州における矮性ネピアグラス草地の造成と肉用繁殖牛による放牧利用, 日本草地学会誌, 51・別: 38-39, 2005年3月
- 2) 石井康之・Sunusi Ambo Ako・Mukhtar Muhammad・井戸田幸子・福山喜一, 造成後2ヵ年間の矮性ネピアグラス輪換放牧における飼料品質, 日本草地学会誌, 51・別: 338-339, 2005年3月
- 3) 石井康之・Sunusi Ambo Ako・富田逸郎・橋口純也・樋口俊二・深川 聡・井戸田幸子・福山喜一, 南九州における矮性ネピアグラス草地の造成1, 2年目における越冬性と放牧利用との関係, 九州農業研究発表会専門部会発表要旨集, 68回, 142, 2005年9月
- 4) 石井康之・Sunusi Ambo Ako・大杉綾華・井戸田幸子・福山喜一, 造成2~4年目の矮性ネピアグラスー追播イタリアンライグラス草地の肉用育成牛による輪換放牧利用と飼料品質, 日本草地学会誌, 52・別1: 68-69, 2006年3月

(3) 出版物

なし

(4) 研究成果による工業所有権の出願・取得状況

なし

矮性ネピアグラスの放牧利用による省力的・
環境保全的な繁殖牛飼養体系の確立

Establishment of feeding system of breeding beef cows under the labor-saving
and environment-conservative methods by the rotational grazing
on the dwarf napiergrass pasture

石井康之・井戸田幸子・福山喜一

(宮崎大学農学部)

Yasuyuki Ishii, Sachiko Idota and Kiichi Fukuyama

(Faculty of Agriculture, University of Miyazaki)

Abstract

Dwarf napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach) of a late-heading type (dwarf-late, DL), introduced by the Dairy Promotion Organization, Thailand, has a high over-wintering ability and is the most suitable variety for grazing in southern Kyushu, Japan. DL napiergrass pasture can be oversown with Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam., IR) in early November to extend the grazing period in the next spring. The objectives of this study were firstly to examine the herbage mass, digestibility and crude protein (CP) content of DL and IR both before and after rotational grazing in relation to the daily live-weight (LW) gain of cattle 4 years after establishment in the lowlands of Kyushu, Japan, secondarily to establish the DL napiergrass pasture for the extension to the livestock farmers in Kumamoto prefecture and thirdly to examine the laborsaving vegetative propagation method of DL napiergrass in Okinawa prefecture.

Four paddocks of DL pasture (5 a, 20 m × 25 m/paddock) were established by rooted tillers on May 6, 2002. The DL pasture was rotationally grazed by 3 breeding cattle (Japanese-Black) for 3 cycles from August to December in 2002 and by 2-3 beef cattle for 6 cycles from June to December in 2003. Another 2 paddocks of DL pasture were established on May 5, 2004, and were rotationally

grazed by 3 raising beef cows with other 4 paddocks for 4 cycles from June to October in both 2004 and 2005. Cattle LW was measured at 1100 h when cattle switched paddocks, and no concentrate or roughage was fed during this rotational grazing. Initial LWs were 451, 359, 276 and 276 kg/head in 2002, 2003, 2004 and 2005, respectively. *In vitro* dry matter digestibility (IVDMD) and CP content were measured in the herbage cut at 10 cm above the ground surface at every cycle in 2004 for DL napiergrass and at 5 cm in 2004 and 2005 for IR.

Live-weight of grazing cattle on DL pasture increased at 0.43-0.56 kg/head/day in 2004 and 2005. The carrying capacities on DL pasture were more than 1000 Cow-day/ha in 2002-2005. Annual mean CP content and IVDMD for DL napiergrass were 81 g/kg DM and 0.641, respectively, in 2004 and IVDMD was higher than the average of tropical grasses (0.54). Annual CP contents for IR were 119 and 89 g/kg DM in 2004 and 2005, respectively and IVDMD, 0.805 and 0.738, respectively. DL napiergrass pastures were established to examine the over-wintering ability on Minamata city, Itsuwa town and Koshi town in Kumamoto prefecture, and Ariake town in Nagasaki prefecture. The over-wintering ability was positively correlated with the minimum temperature in the wintering period (December to March). Nursery plants of DL napiergrass can be obtained by the laborsaving vegetative method, where the over-wintered tillers were sampled at Okinawa prefecture in March 2006.

In conclusions, this study demonstrates that DL pasture can be rotationally grazed as a perennial use by beef cows with higher quality of herbage than the average of tropical grasses in the low-altitudinal sites in southern Kyushu, and the laborsaving vegetative method can be developed by transporting nursery tillers from Okinawa prefecture in spring.

Keywords: Grassland Science, Dwarf napiergrass, Rotational grazing, Breeding beef cows, Live-weight gain, Forage quality, Oversewing of Italian ryegrass, Vegetative propagation.

緒 言

ネピアグラス (*Pennisetum purpureum* Schumach) は最も乾物生産性の高い暖地型イネ科牧草であることが知られており、従来わが国の南九州あるいは南西諸島でその普通品種が

利用されてきた。1980年代にアメリカで新たに矮性品種が育成され (Hanna *et al.* 1993), その後世界各地でその放牧適性や地域適応性が検討された。その結果, 従来の暖地型牧草に比べて飼料品質の高さと放牧利用における増体効率の高さが指摘されている (Sollenberger and Jones 1989; Williams and Hanna 1995; Tudsri *et al.* 2002)。わが国でも宮崎市において, 成長特性, 乾物生産性や越冬性について, これら矮性品種と普通品種との品種間差異の検討が行われた (Ishii *et al.* 1998; Mukhtar *et al.* 2003)。その結果, 宮崎市において越冬可能で多年利用できるネピアグラスの矮性晩生品種 (Dwarf-late; 以下 DL) は放牧利用に適することが明らかとなった (Mukhtar *et al.* 2004a; Mukhtar *et al.* 2004b; 石井 2004)。

そこで本研究ではまず実験 1 として, 2002 年 5 月に造成した造成後 3~4 ヶ年目の DL 草地 4 牧区 (5 a /牧区) ならびに 2005 年 5 月に新たに造成した DL 草地 2 牧区 (5 a /牧区) において, 肉用繁殖育成牛 3 頭による輪換放牧試験を実施し, さらに DL 草地の最終放牧時にあたる 10 月中旬~下旬に, 畦間にイタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* Lam. 以下, IR) を追播し, 翌春の 3 月上旬から 4, 5 月下旬に IR 草地で輪換放牧利用する飼養体系を確立した (Ishii *et al.* 2005)。そして本体系において, 造成後 2~4 ヶ年目の黒毛和種肉用育成牛による輪換放牧体系の牧養力, 増体性と, DL および IR の草量, 放牧前の DL と放牧前後の IR における飼料品質の測定を通じて, 省力的・永続的な環境保全的繁殖牛飼養体系について検討した。

次に, 実験 2 として, 南九州における小規模肉用繁殖牛農家への普及を目的に, 熊本県水俣市, 五和町, 合志町と長崎県有明町の 4 調査地に DL 草地を造成し, DL 定着後の成長特性および DL の越冬性と越冬期間の気象条件との関連性を検討した。

最後に, DL は発芽可能な種子を生産しないため, 草地造成のための増殖方法は, 当面のところ栄養繁殖以外ない (Sollenberger and Jones 1989)。栄養繁殖方法としては 3 種に大別されるが, 越冬期間中に降霜に遭わない地域で栽培し, 翌春に地上部節から再生する分けつを刈取って利用するのが最も確実で簡易な方法である。そこで, 実験 3 として DL の栄養繁殖方法を亜熱帯地域に位置し降霜害のない沖縄県に適用し, DL 飼料畑 (苗圃)

を沖縄県畜産試験場に、2005年5月に造成した。そして、翌春に地上部の節から再生する分けつを苗として宮崎に供給することにより、南九州における小規模肉用繁殖牛農家への本牧草普及の一助とすることを本研究の目的とした。

材料と方法

1. DL草地—追播IR草地の輪換放牧体系と飼料品質の検討（実験1）

2002年5月6日に、DLの放牧草地4区（1区当り5a, 20m × 25m）を、発根した分けつ苗の栄養繁殖により、2株/m²（畦間1m, 株間50cm）の栽植密度で造成した。DL草地は、2002年では3頭の黒毛和種繁殖雌成牛（放牧開始時では451kg/頭）を、8月～12月上旬に約1週間放牧し、約3週間休牧する周期で3周期放牧し、2003年では2～3頭の黒毛和種育成牛（放牧開始時では359kg/頭）を、6月～12月上旬に2002年と同様の放牧周期で6周期放牧した。2004年5月5日に、新たにDLの放牧草地2区（1区当り5a, 20m × 25m）を、発根した分けつ苗の栄養繁殖により、2株/m²（畦間1m, 株間50cm）の栽植密度で増設し、合計6牧区（30a）について3頭の黒毛和種育成牛（放牧開始時では276kg/頭）を、6月下旬から10月下旬にかけて4周期放牧した（図1）。各年ともに、放牧前後の草高、茎数および10cmの高さで刈取った草量を測定し、飼料草は、葉身、茎および枯死部に分けた。放牧牛の生体重は11:00に測定した。放牧期間中に補助飼料は給与せず、ミネラルブロックと水は自由摂取とした。また、2002年では第1, 2, 3周期、2003年では第2, 4, 6周期をそれぞれ周期I, II, IIIと称し、地表面から10cmの高さで刈取った放牧前後の飼料草について、葉身および茎（葉鞘を含む）の*in vitro* 乾物消化率（IVDMD）と粗タンパク質（CP）含量を測定した。

2003年および2004年11月上・中旬のDL草地退牧時にイタリアンライグラス（品種ワセユタカ、以下IR）を追播し、翌春の3月上旬～4, 5月下旬に、3～4周期で輪換放牧利用を行った。そして2004年、2005年の各牧区の入牧前および退牧後に地表5cm高で刈取ったIRと2004年の入牧前に地表10cm高で刈取ったDLについて、葉身および（葉鞘を含む）茎の*in vitro* 乾物消化率（IVDMD）と粗タンパク質（CP）含量を測定した。

2. DL 越冬性の地域間差と越冬期間の気象条件との関連性 (実験 2)

6 試験地の概要を表 1 に示す。5a の DL ネピアグラス放牧区を、宮崎県宮崎市では 2002 年 5 月上旬に 4 区、2004 年 5 月上旬に 2 区造成し (実験 1 と同様)、熊本県芦北管内水俣市では 2 区を 2003 年 5 月下旬に、菊池管内合志町および天草管内五和町では 2003 年 5 月中旬に 1 区を造成し、菊池管内合志町では、造成初年度の越冬性が低く、2004 年 6 月下旬に新たに 1 区を造成し、長崎県島原管内有明町では 2004 年 5 月下旬に 1 区を造成した。いずれも 5 a の DL ネピアグラス草地を、栽植密度 2 株/m² (畦間 1m, 株間 50 cm) で、発根分けつ苗の栄養繁殖により造成した。造成後の初回剪葉時の成長量および利用体系と 6 月中下旬の越冬性および再生量などを毎年測定した。

3. 効率的な DL 苗の養成方法の検討 (実験 3)

亜熱帯地域に位置し、暖地型牧草に対する降霜害の恐れのない沖縄県で栄養繁殖方法の検討を行うため、5 a の DL 飼料畑を沖縄県畜産試験場 (沖縄県国頭郡今帰仁村) 内圃場に、2005 年 5 月 24 日に造成した。そして、8 月 23 日に中間刈りし、翌春の速やかな再生を確保するため、11 月 22 日に地表面から約 50cm の高さで刈取りし、両刈取り時に生育調査を行った。この圃場において、DL の苗用穂茎を 2006 年 3 月までの越冬期間中保蔵した。2006 年 3 月 9 日～11 日に地上部の節から再生する分けつを苗用穂茎として宮崎に運搬し、圃場に定植して発根させた。また土耕培養法と同時に、常時バブリングする水耕培養法を試み、両方法による DL 苗の養成結果を比較・検討した。

結果と考察

1. DL 草地—追播 IR 草地の輪換放牧体系と飼料品質の検討 (実験 1)

放牧前における DL の葉/茎比は、2002 年と 2003 年の両年ともに 1 以上を保ち、暖地型牧草の中では葉身の比率が生育期間を通じて高いことが示された。一方、放牧後ではいずれの年度、周期においても放牧前に比べて葉/茎比が大きく低下し、葉身が選択的に被食されることが示された (図 2)。

2002年と2003年における放牧牛の生体重(LW)の変化を図3に、2004年および2005年における放牧牛3頭のLWの平均を図4にそれぞれ示した。2002年では、放牧開始時のLWで451 kg/頭の黒毛和種繁殖雌成牛を3頭放牧したため、LWは少なくとも維持されることが示された(図3A)。一方、2003年では、放牧開始時のLWで359 kg/頭の黒毛和種育成雌牛を2~3頭放牧したため、日増体量は最終回の放牧時を除き0.30-0.48 kg/頭/日となった(図3B)。5aのDL草地を6区(計0.3 ha)造成することにより、輪換放牧で黒毛和種育成牛(放牧開始時の平均276 kg)3頭を、6月下旬~10月下旬までの約4ヶ月間放牧利用でき、この全期間の日増体量は、2004年、2005年ではそれぞれ0.43 kg/頭/日および0.56 kg/頭/日であった。7月上旬から10月上旬の盛夏期間に限ると、3頭の平均で、2004年、2005年ではそれぞれ0.57 kg/頭/日、0.65 kg/頭/日となった(図4)。したがって、DL草地を6区(0.3 ha)造成し、3頭の黒毛和種育成牛を放牧することにより、まったく濃厚飼料を給与せず日常の飼養管理なしに、通常の育成牛における日増体量(0.95 kg/頭/日)の約60%を達成できることが示された。2005年のDL草地における入牧前および退牧後の草量は、それぞれ平均360 gDW/m²、210 gDW/m²であったが、牧区間の変動が大きくなった。

表2に、造成後4ヵ年における輪換放牧の概要、牧養力と日増体量について示した。牧養力は、2002年、2003年、2004年および2005年でそれぞれ1016、1355、1000、997カウデー(CD)/haと算出され、造成後の4ヵ年を通じていずれの年度も、約1000 CD/haを超える牧養力があることが実証された。

放牧牛の退牧時における血液性状を表3に示した。血液性状は、総タンパク、アルブミン、尿素態窒素および血糖などの含量、無機含量、A/G比などの調査項目において、いずれも生理値の範囲内であり、特段の問題点は認められなかった。

2002年および2003年におけるのIVDMDとCP含量をそれぞれ図5、図6に示した。両年の年間平均のIVDMDとCP含量はそれぞれ62.3~65.2%と9.9%であり、暖地型イネ科牧草の平均値(約54%と9.3%)に比べ高くなった。IVDMDとCP含量はともに、2002年では周期Ⅱが周期ⅠおよびⅢより高く、2003年では周期Ⅰから周期Ⅲにかけて低下した。葉と茎のIVDMDの差異は小さいが、2002年では周期Ⅰの茎でIVDMDが高くなり、放牧

前に比べて放牧後の IVDMD が低下する傾向であった (図 5)。CP 含量は兩年ともに葉身に比べて茎で低くなる傾向であり、放牧前後の変化は一定の傾向が見られなかった (図 6)。したがって、2002 年および 2003 年ともに、放牧牛の増体が見られた時期の飼料草の品質が優れる傾向が認められた。

2004 年の DL 草地の放牧における葉身および茎の IVDMD の変化を図 7 に示した。DL の放牧前の IVDMD は年間平均で 64.1% であり、暖地型イネ科牧草の平均値 (約 54%) に比べ高くなった。また周期 I (6 月 21 日～7 月 26 日の放牧期間) および周期 II (7 月 26 日～8 月 31 日の放牧期間) では、IVDMD は葉身に比べて茎で高く、周期 IV (10 月 7 日～10 月 23 日の放牧期間) では葉身に比べて茎で低くなった。DL の放牧前の CP 含量は年間平均で 8.1% であり、葉身では暖地型イネ科牧草の平均値 (9.3%) とほぼ同程度であったが、いずれの周期も葉身より茎で CP 含量が低くなった。

IR 草地の放牧前後の IVDMD は、2004 年、2005 年の年間平均でそれぞれ 80.5%、73.8% であり、放牧周期を経るにしたがって約 87% から徐々に低下し、2005 年の 5 月下旬では約 56% に低下した。IR 草地の放牧前後の CP 含量は、2004 年、2005 年の年間平均でそれぞれ 11.9%、8.9% であるが、4 月下旬以降大きく低下し、5 月下旬に放牧利用した 2005 年では約 4-6% に低下した。放牧前後を比較すると、いずれの年度、周期においても放牧後の飼料品質が低下した (図 8)。また、DL と IR の飼料品質を比較すると、DL の飼料品質は 5 月下旬の IR のそれを上回ることが示された。

本研究の結果から、DL 草地に晩秋に IR を追播することで、暖地型牧草の平均より優れた粗飼料を長期間供給でき、放牧家畜の増体性も高いことが示された。

2. DL 越冬性の地域間差と越冬期間の気象条件との関連性 (実験 2)

表 4 に、植付け後 73～108 日目の初回剪葉開始時における植物体諸形質を示した。茎数、草量、葉面積指数などに、除草時期の早晩に伴う測定地間変異が認められるが、南九州では植付け後約 80～90 日後に放牧あるいは採草利用が開始でき、造成年に 2～3 回の放牧・採草利用が可能であることが示された。

越冬率は、2003～2004年度では合志町の17%を除いて93～99%であり、ほぼ越冬可能であった。それに対して、2004～2005年度では連続放牧利用を行った五和町の越冬率が73%と低かったのを除くと越冬率は95～100%であり、輪換放牧または採草利用を行い、DLへの剪葉程度が強くなければ、調査した5地点ともに十分越冬可能であると示唆された(表5)。気象条件として越冬期間(12月～3月)の最低気温の極値と越冬率との関係から、最低気温の極値が-6.2℃を下回ると、DLの越冬率が急減することが推察された(図9)。

3. 効率的なDL苗の養成方法の検討(実験3)

亜熱帯地域に位置し、暖地型牧草に対する降霜害の恐れのない沖縄県畜産試験場で、5aのDL飼料畑を2005年5月24日に造成し、生育期間中2回刈取って越冬期間は圃場に保蔵した(写真1)。2006年3月9日～11日に、地上部の刈り株から苗用穂茎約7950本を、刈り株約700株から収穫し、宮崎に搬送した。したがって、DLの苗用穂茎の増殖効率は、刈り株当たり約11本と算出された。また、DL苗を穂茎から切り分け、常時バブリングしながら水耕培養を行ったところ、穂茎から切り分けた苗は全て発根し、分けつ苗が養成できた(写真2)。苗用穂茎からの苗の増殖効率は、約1.9苗/本と算出された。したがって、刈り株当たりの苗の養成効率は、約21苗/刈り株と算出された。

さらに、長崎県畜産試験場に2609本の苗用穂茎を送付し、土耕培養法により圃場に定植したところ、2006年5月8日の調査において、2097本の活着(活着率80.4%)が確認された。また、残り5341本の苗用穂茎は、宮崎大学農学部実験圃場において、土耕培養法により苗を養成したところ、2006年5月15日調査で5022本の活着(活着率94.0%)が確認された。したがって、土耕によってもほぼ問題なく(94%以上の定着率で)定着可能であり、沖縄県からの苗用穂茎の送付により、DLは簡易に栄養繁殖が可能であった。水耕による苗の養成では、セルトレイ苗に調整する際の労力に問題が残ると考えられた。

2006年度には、これらの方法によって養成したDL苗を、熊本県ならびに長崎県管内の農業改良普及センターの協力により、南九州の肉用牛繁殖経営農家に苗として供給する予定である。

要 約

本研究の結果から、南九州の低標高地帯では、DL 草地を分けつ苗の栄養繁殖で造成すると、多年的に6月下旬～10月下旬の夏期に、黒毛和種繁殖成牛あるいは育成牛の輪換放牧を行うことが可能であり、この期間の牧養力はいずれの年度においても約 1000 CD/ha 以上であった。したがって、5 a の DL 草地を 6 区造成すれば、肉用繁殖育成牛 3 頭を輪換放牧により 6 月下旬～10 月下旬の約 4 ヶ月間放牧利用でき、この全期間の日増体量は、2004 年、2005 年ではそれぞれ 0.43 kg/日、0.56 kg/日に達することが示された。DL 草地の飼料品質として、IVDMD と CP 含量は 2 ヶ年の年間平均でそれぞれ 62.3～65.2%と 9.9%であり、暖地型牧草の平均（それぞれ約 54%と 9.3%）よりも高くなった。飼料品質の高い生育期間では放牧家畜の生体重の増加が認められ、飼料品質の生育に伴う変化と増体性のそれとはほぼ一致することが示唆された。放牧前後の葉身/茎比の変化から、放牧牛により選択的に葉身が被食されることが示され、黒毛和種放牧牛の嗜好性も良好であることが示唆された。晩秋における IR の DL 畦間への追播により、3 月上旬～4、5 月下旬の春期に放牧利用でき、IR の飼料品質は 4 月下旬までの放牧利用では DL のそれを上回っていた。輪換放牧または採草利用を行い、DL への剪葉程度が強くなければ、調査した 5 地点ともに十分越冬可能であると示唆され、気象条件としての越冬期間（12 月～3 月）の最低気温の極値と越冬率との関係から、最低気温の極値が -6.2°C を下回ると、DL の越冬率が急減することが推察された。効率的な DL 苗の養成方法として、降霜害のない沖縄県で養成した DL 株から、3 月に分けつを刈取って搬送し、圃場に定植するか、あるいは水耕培養することにより簡易に苗を発根させ、DL 苗を養成できることが明らかとなった。

したがって、本研究の結果から、DL 草地に晩秋に IR を追播することで、暖地型牧草の平均より優れた粗飼料を長期間供給でき、放牧家畜の増体性も高く、沖縄県における苗の増殖を介して、省力的・環境保全的な飼養体系が確立されることが実証された。

今後は、DL ネピアグラス苗のより効率的な栄養繁殖方法を継続して開発し、南九州における小規模肉用繁殖牛農家への普及に努める予定である。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、富田逸郎氏（熊本県芦北農業改良普及センター）、橋口純也氏（熊本県畜産研究所）、地内正嗣氏および樋口俊二氏（熊本県天草農業改良普及センター）、守川信夫氏（沖縄県畜産試験場）、深川 聡氏（長崎県畜産試験場）に、実証展示圃場の造成ならびに調査等に関して多大なるご協力をいただいた。伊藤記念財団により、2004年度ならびに2005年度食肉に関する助成研究調査について研究助成を受けた。また、2004年度におけるSUNUSI Ambo Akoの短期研究には、(独)日本学生支援機構による助成を受け、2005年度におけるSUNUSI Ambo Akoの滞日研究には、(独)日本学術振興会・外国人招へい研究者（長期）による助成を受けた。ここに深く感謝する。

引用文献

1. Hanna, W.W., W.G. Monson and G.M. Hill (1993) Evaluation of dwarf napiergrass, *Proceeding XVII International Grassland Congress, Palmerston North, New Zealand*. p 402-403.
2. Ishii, Y., S. Tudsri and K. Ito (1998) Potentiality of dry matter production and overwintering ability in dwarf napiergrass introduced from Thailand, *Bulletin of Faculty of Agriculture, Miyazaki University* 45, 1-10.
3. 石井康之・福山喜一（2000）南九州におけるネピアグラスの越冬性に及ぼす種々の栽培的要因の影響，日本作物学会紀事，69（2），209-216.
4. 石井康之（2004）ネピアグラスの肉用繁殖牛における放牧利用，日本草地学会九州支部会報，34（1），21-29.
5. Ishii, Y., M. Mukhtar, S. Idota and K. Fukuyama (2005) Rotational grazing system for beef cows on dwarf napiergrass pasture oversown with Italian ryegrass for 2 years after establishment, *Grassland Science*, 51, 223-234.
6. Mukhtar, M., Y. Ishii, S. Tudsri, S. Idota and T. Sonoda (2003) Dry matter productivity and

overwintering ability of the dwarf and normal napiergrasses as affected by the planting density and cutting frequency, *Plant Production Science*, 6, 65-73.

7. Mukhtar, M., Y. Ishii, S. Tudsri, S. Idota, K. Fukuyama and T. Sonoda (2004a), Grazing suitability of normal and dwarf napiergrasses transplanted on a bahiagrass pasture, *Grassland Science* 50, 15-23.
8. Mukhtar, M., Y. Ishii, S. Tudsri, S. Idota, Y. Horii and T. Sonoda (2004b) Grazing characteristics in the dwarf napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach) pasture by breeding beef cows at the first and second years after establishment, *Grassland Science*, 50, 121-131.
9. Sollenberger, L.E. and S.C. Jones, Jr. (1989) Beef production from nitrogen-fertilized Mott dwarf elephantgrass and Pensacola bahiagrass pastures, *Tropical Grasslands* 23, 129-133.
10. Tudsri, S., Y. Ishii, H. Numaguchi and S. Prasanpanich (2002) The effect of cutting interval on the growth of *Leucaena leucocephala* and three associated grasses in Thailand, *Tropical Grasslands* 36, 90-96.
11. Williams, M.J. and W.W. Hanna (1995) Performance and nutritive quality of dwarf and semi-dwarf elephantgrass genotypes in the south-eastern USA, *Tropical Grasslands* 29, 122-127.

表1. 試験地の栽培および調査概要.

	試 験 地					
	宮崎県宮崎市	宮崎県宮崎市	熊本県水俣市	熊本県五和町	熊本県合志町	長崎県有明町
植 付 日	2002年5月6日	2004年5月5日	2003年5月27日	2003年5月13日	2003年5月28日	2004年5月28日
生育調査日	8月1, 8, 15, 22日	7月17, 23日	8月28日	7月29日	なし	2004年8月25日
利用方法	輪換放牧	輪換放牧	輪換放牧	輪換放牧	採草利用	採草利用
放牧(採草) 回数	3回/牧区	4回/牧区	3回/牧区	約90日間	1回	2回
越冬調査日	2003年5月6日, 2004年4月24日	未測定	2004年6月1日	2004年6月23日	2004年6月22日	未測定
気象データ	宮崎市	宮崎市	水俣市	本渡市	合志町	島原市
測候所位置	31° 56' N	31° 56' N	32° 12' N	32° 28' N	32° 53' N	32° 47' N

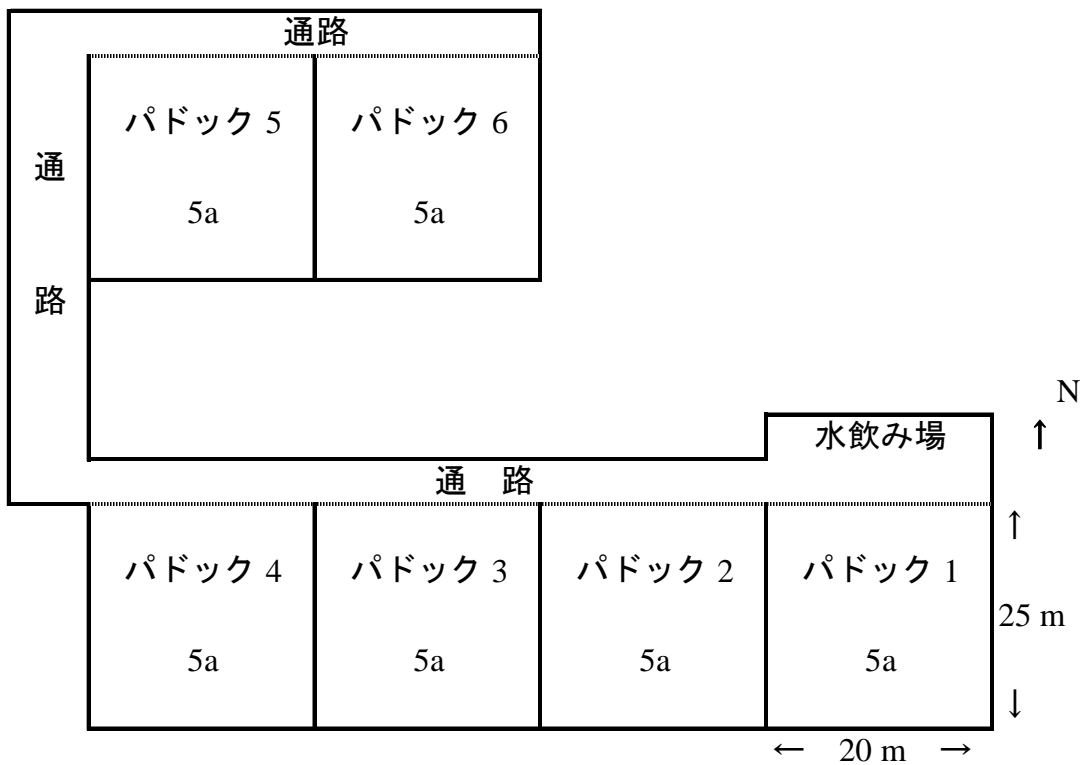


図1. 住吉フィールドにおける矮性-晩期出穂型 (DL) ネピアグラスの輪換放牧区の配置図.
 (2002-3年ではパドック1~4, 2004年ではパドック1~6を供試).
 DLネピアグラスは, 株分け苗により $1 \times 0.5 \text{ m}$ ($2 \text{ 株}/\text{m}^2$)
 の栽植間隔で, 2002年5月6日, 2004年5月5日に移植した。

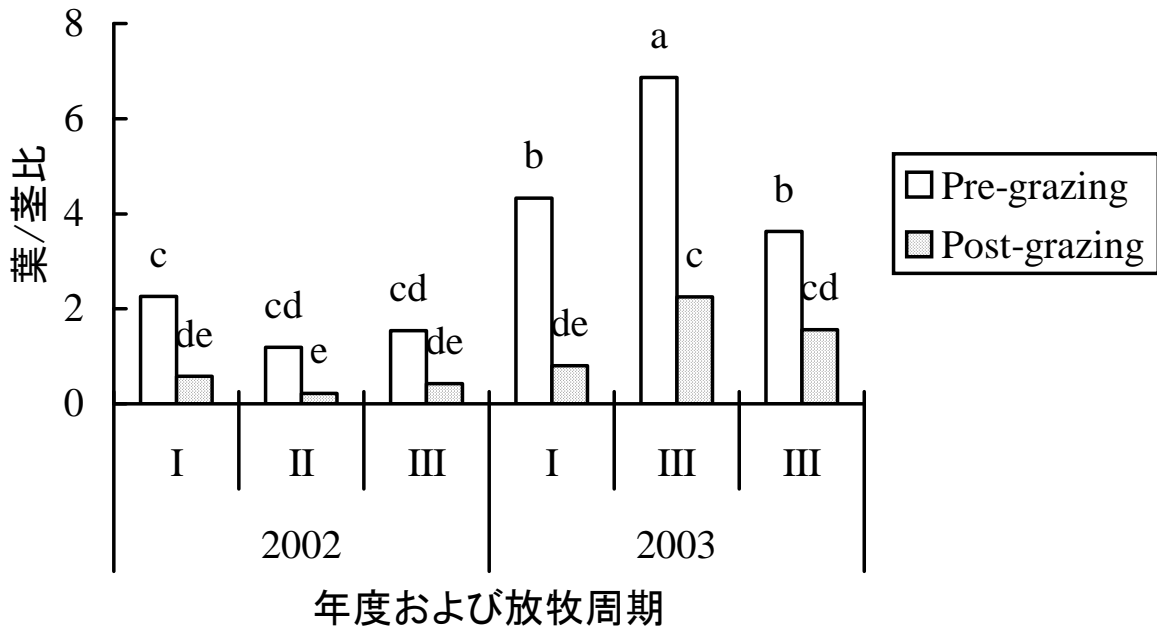


図2. 年度および放牧周期別の放牧前後における葉/茎比.
 図中の異なる符号は, 5%水準で有意な年度および周期間差を示す.

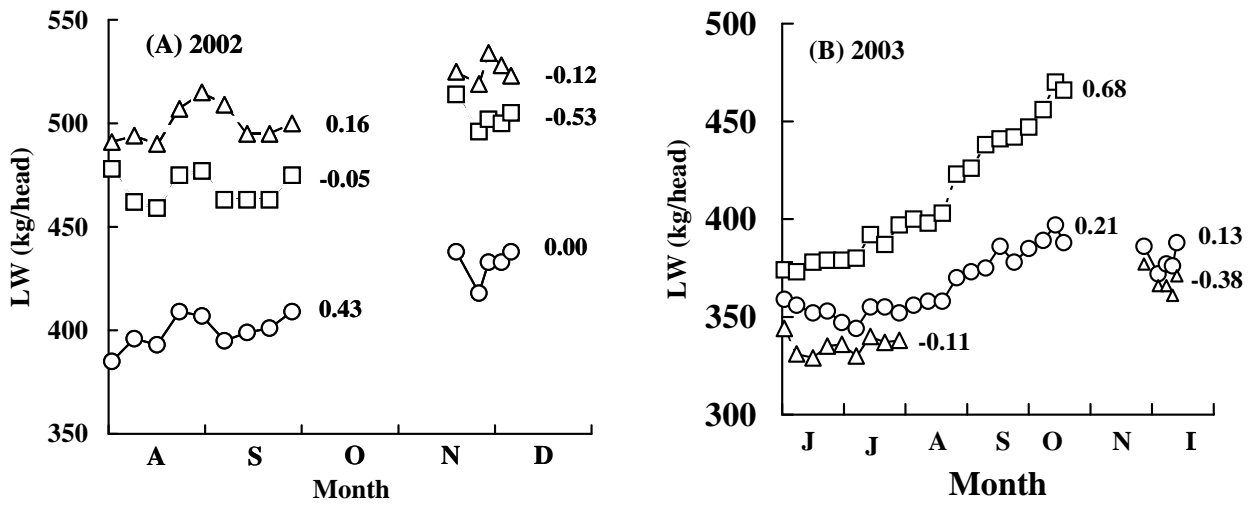


Fig. 3. Liveweight (LW) change in breeding beef cows, grazing on dwarf-late (DL) napiergrass pasture without any concentrate feeding in 2002 (A) and 2003 (B). Beef cow no. (2002): No. 37 (○), No. 40 (△), No. 42 (□). Beef cow no. (2003): No. 339 (○), No. 340 (△), No. 409 (□), No. 420 (▲). A figure with the symbol denotes daily gain (kg/head/day).

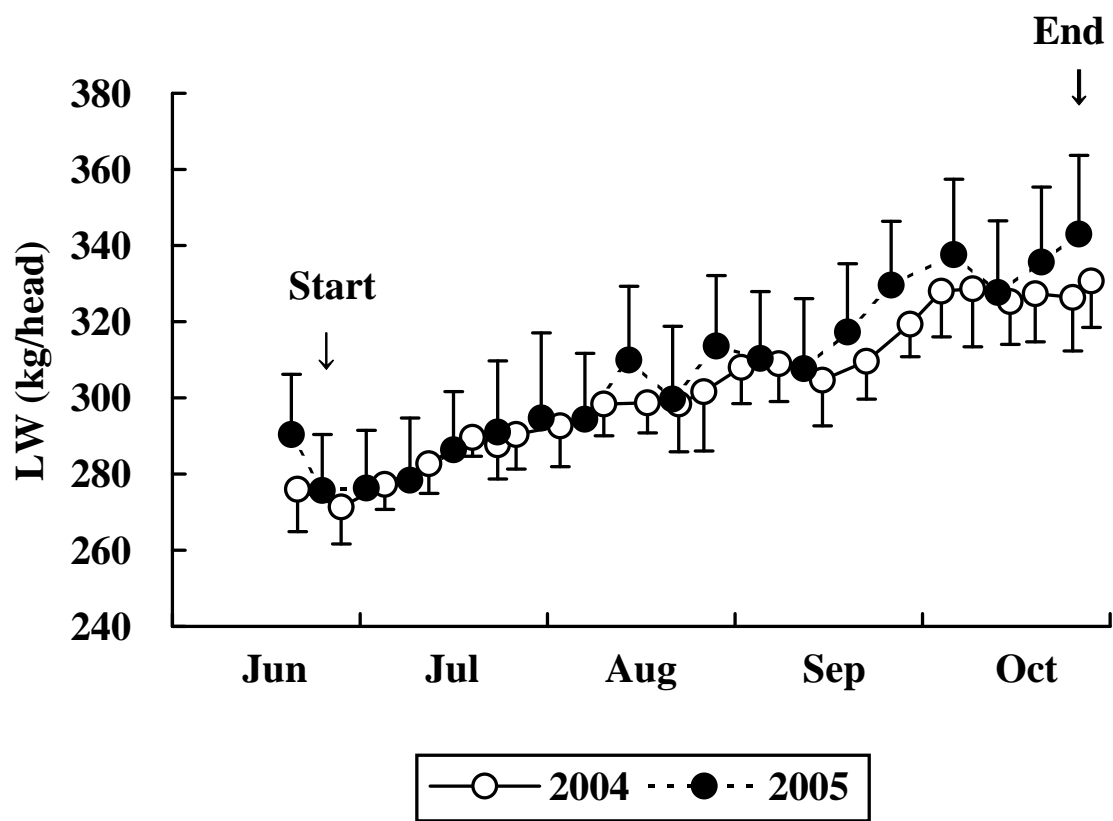


図4. DLネピアグラス草地の輪換放牧体系における黒毛和種育成牛の生体重 (LW) の変化 (2004年および2005年) . 図中の棒は、3頭の平均値の標準誤差を示す。

表2. DLネピアグラス草地の牧養力.

形 質	供試年			
	2002	2003	2004	2005
造成年	2002	2002	2002+2004	2002+2004
DL草地(5a/区)の牧区数	4	4	6	6
総面積 (ha)	0.2	0.2	0.3	0.3
CD (/ha)	1016	1355	1000	997
放牧開始時LW (kg/頭)	451	359	276	276
DG (kg/頭/日)	0.09	0.44	0.43	0.56

表3. 黒毛和種放牧牛(3頭)の退牧時における血液性状.

項目名	単位	平均	変異幅	生理値
総蛋白	g/dl	6.6	6.4-6.7	6.5-7.5
アルブミン	g/dl	3.5	3.4-3.6	3.0-4.0
尿素態窒素	mg/dl	16.0	14.0-17.2	10-20
カルシウム	mg/dl	10.6	10.1-10.9	8.0-12
マグネシウム	mg/dl	2.2	2.0-2.4	1.8-3.2
無機リン	mg/dl	7.4	6.3-8.1	4.0-8.0
ナトリウム	mEq/l	137.7	135-139	132-152
カリウム	mEq/l	4.2	4.0-4.4	3.9-5.8
血糖	mg/dl	72	69-76	45-75
遊離脂肪酸	mEq/l	0.13	0.08-0.19	
A/G比		1.11	1.03-1.16	0.8-1.5

表4. 放牧(刈取り)開始時における植物体諸形質.

形 質	測 定 地 (年度)				
	宮崎(2002)	宮崎(2004)	水俣(2003)	五和(2003)	有明(2004)
植付後日数(日)	87, 94, 101, 108	73, 79	93	77	89
草高(cm)	132	97	111	120	128
茎数(本/m ²)	34.8	27.1	43.0	11.0	50.3
平均1茎重(g)	12.2	7.3	6.8	8.3	14.3
草量(g/m ²)	427	195	293	92	717
葉面積指数	4.39	2.60	4.83	1.11	----
葉身重比率(%)	65.6	89.0	87.0	67.4	60.8

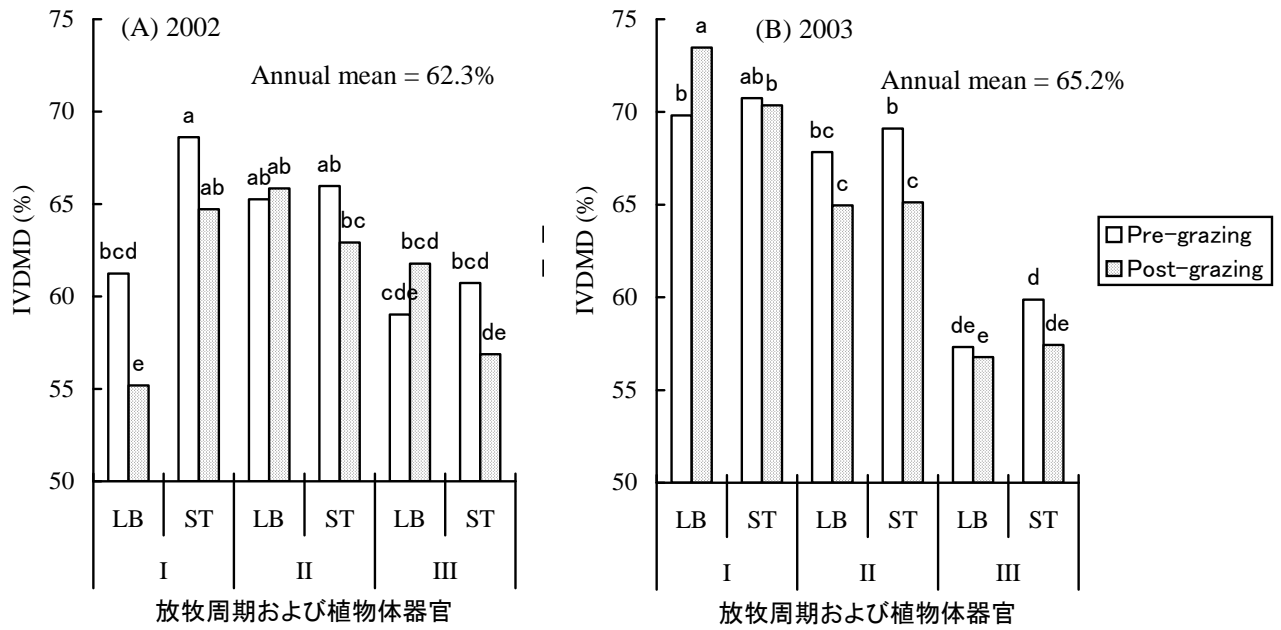


図5. 放牧周期と葉身(LB)および茎(ST)別の*in vitro* 乾物消化率 (IVDM)の放牧前後における変化. 図中の異なる符号は, 5%水準で有意な周期および器官差を示す.

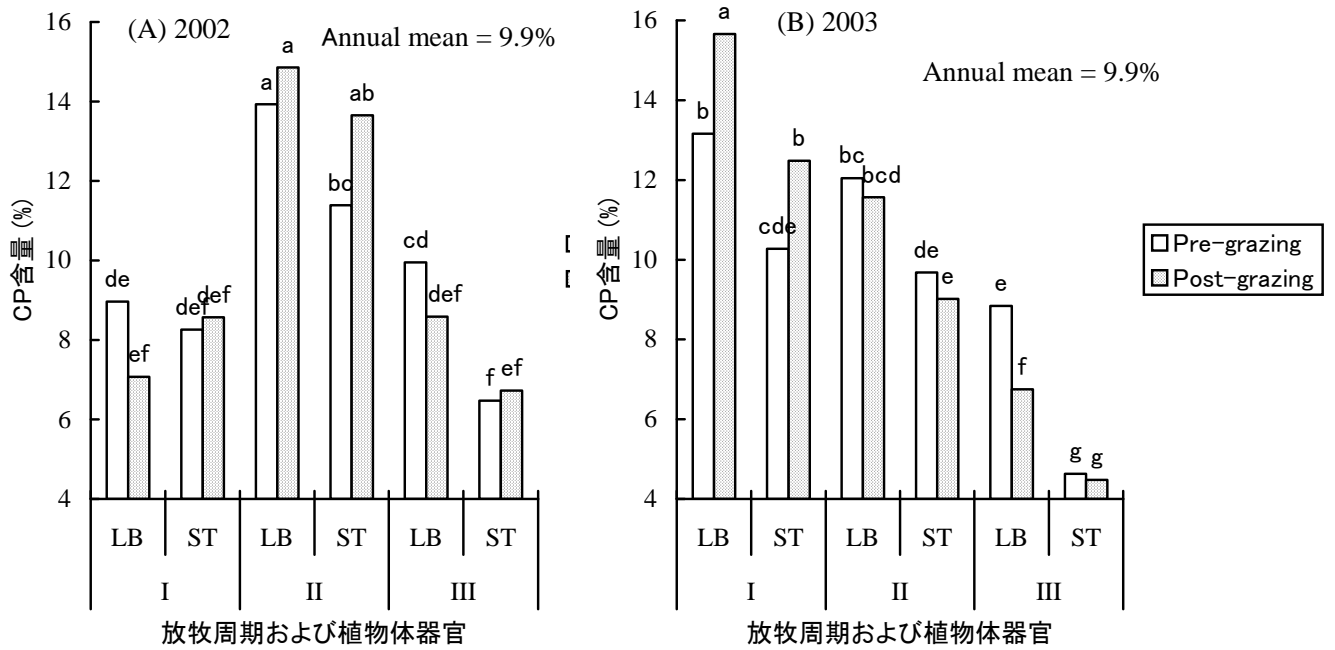


図6. 放牧周期と葉身(LB)および茎(ST)別の粗タンパク質(CP)含量の放牧前後における変化. 図中の異なる符号は, 5%水準で有意な周期および器官差を示す.

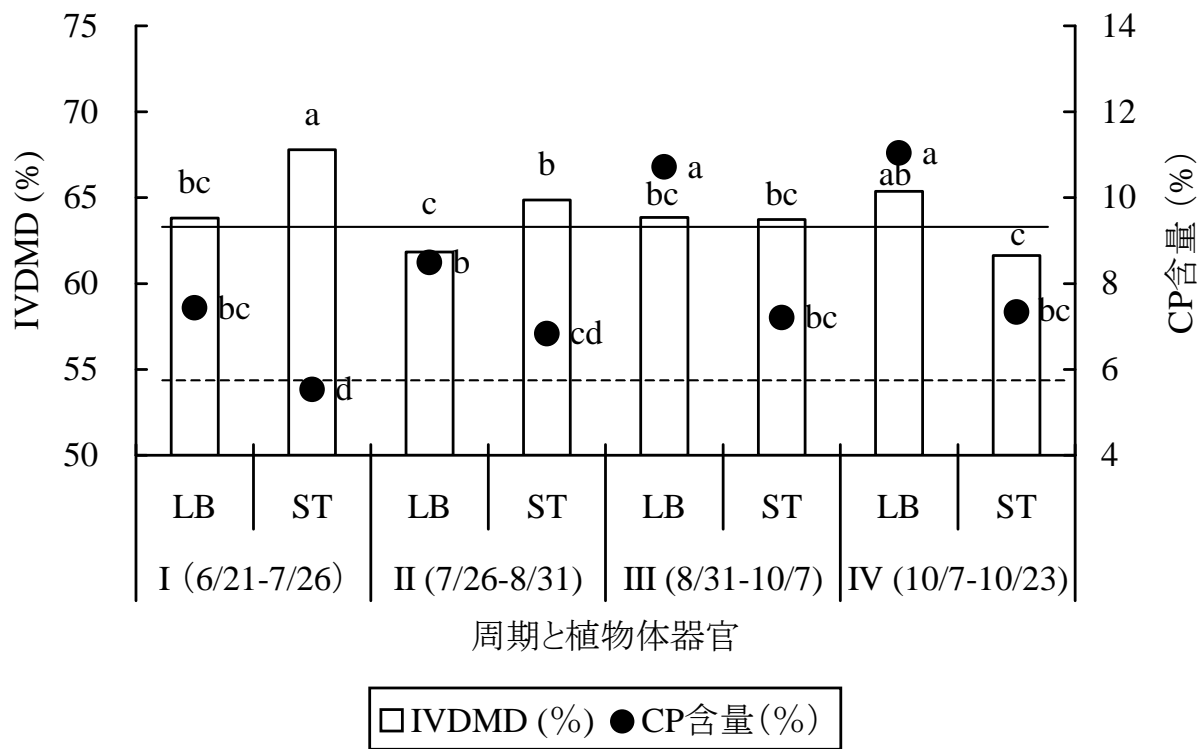


図7. DLネピアグラス草地の放牧前における*in vitro* 乾物消化率 (IVDM) および粗タンパク質 (CP) 含量の変化 (2004年).
 図中の異なる符号は5%水準で有意な差を示す.
 暖地型イネ科牧草の平均値 (破線はIVDM:54%, 実線はCP含量:9.3%)を示す.

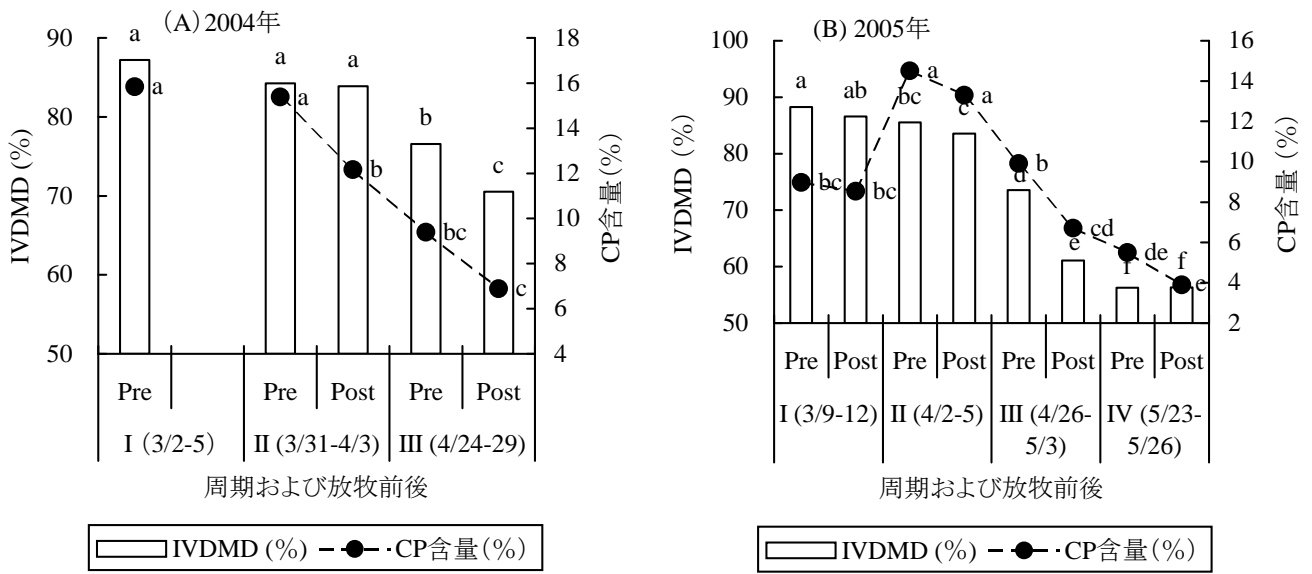


図8. 追播イタリアンライグラス草地の放牧前後における*in vitro* 乾物消化率(IVDMD)および粗タンパク質(CP)含量の変化.

表5. 越冬期間における月別の最低気温の極値(零下日数), 平均気温および越冬率(2004-2005年).

期 間	観 測 地 (造成後年数)				
	宮崎(1, 3年目)	水俣(2年目)	五和(2年目)	合志(1年目)	有明(1年目)
12月	1.3°C(0日)	0.7°C(0日)	0.1°C(0日)	-2.7°C(6日)	2.3°C(0日)
1月	-2.4°C(5日)	-1.4°C(7日)	-1.4°C(6日)	-5.3°C(24日)	0.1°C(0日)
2月	-1.4°C(1日)	-2.8°C(10日)	-3.2°C(13日)	-6.2°C(17日)	-1.2°C(4日)
3月	-1.1°C(1日)	-0.4°C(2日)	-1.2°C(3日)	-4.2°C(11日)	1.1°C(0日)
平均気温(零下日数計)	9.2°C(7日)	8.1°C(19日)	7.6°C(22日)	6.0°C(58日)	8.6°C(4日)
越冬率(%)	100.0	100.0	72.8	94.7	98.8
草地の利用方法	輪換放牧	輪換放牧	連続放牧	採草利用	採草利用

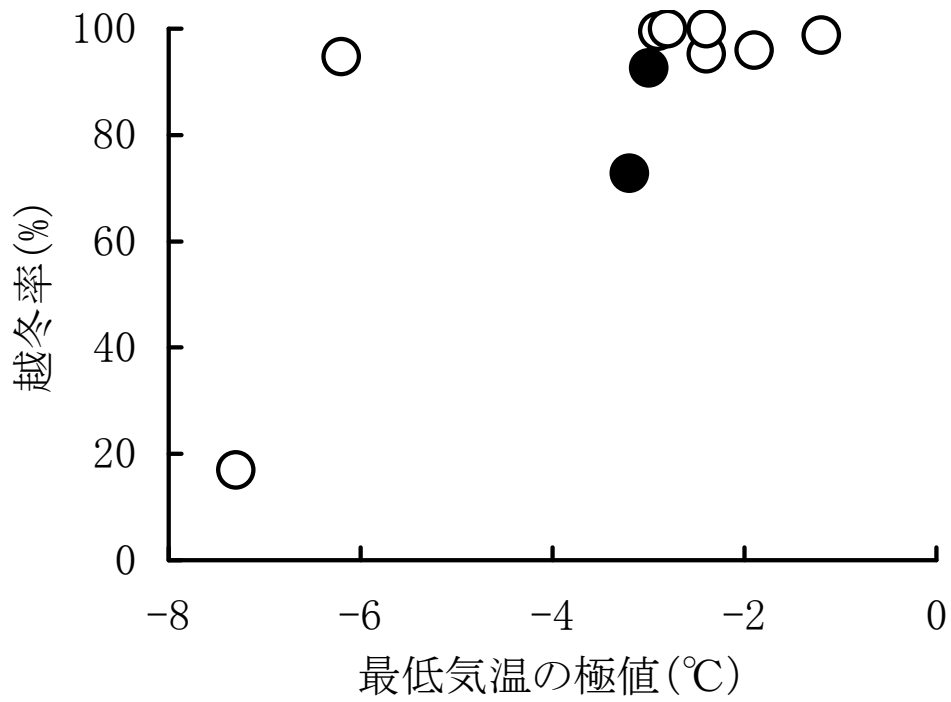


図9. 越冬期間の最低気温極値と越冬率との関係.
 ○ : 輪換放牧 (採草) 利用, ● : 連続放牧利用.



写真1. DL ネピアグラス苗圃の刈取り（2005年11月22日）。

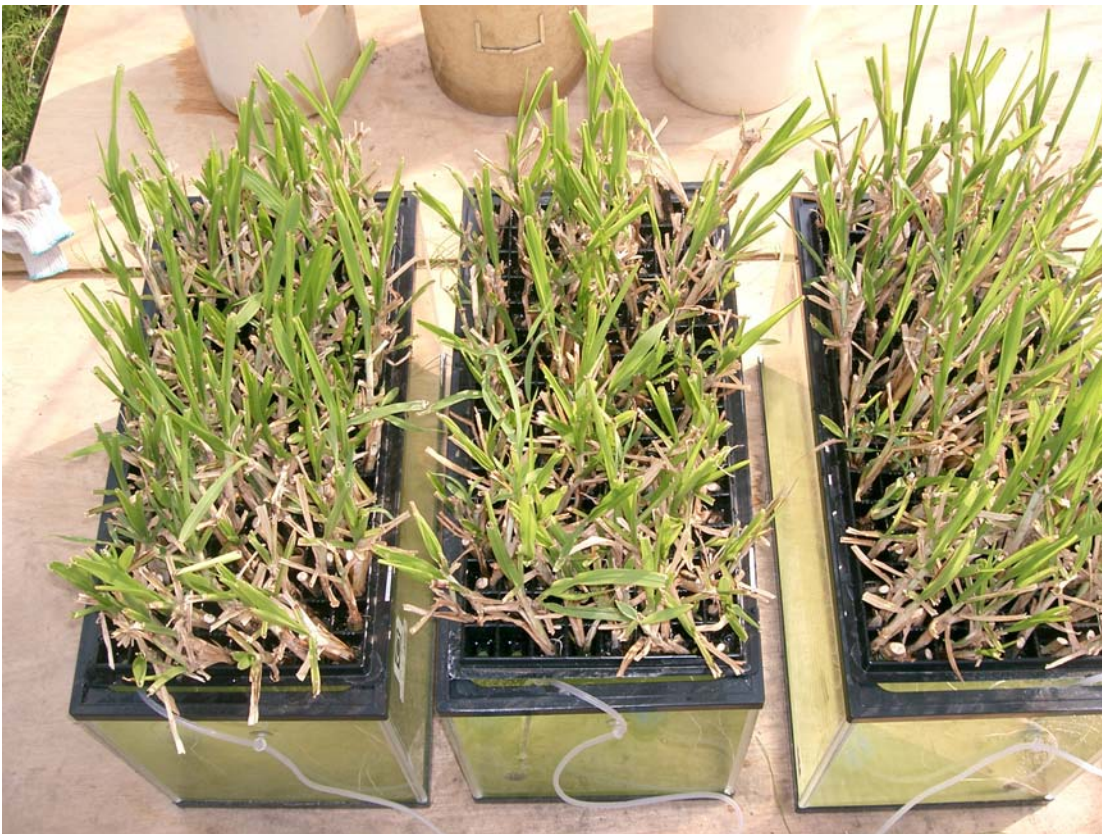


写真2. DL ネピアグラス苗の水耕培養（2006年4月7日）。