

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月15日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21580332

研究課題名（和文） 矮性ネピアグラスによる環境保全的な繁殖牛飼養体系の九州地域への普及促進

研究課題名（英文） Extension of dwarf napiergrass as environmental conservative beef-cow breeding system to Kyushu area of Japan

研究代表者

石井 康之 (ISHII YASUYUKI)

宮崎大学・農学部・准教授

研究者番号：50211032

研究成果の概要（和文）：わが国暖地の小規模肉用繁殖牛経営農家の自給粗飼料として、新規暖地型牧草・矮性ネピアグラス（以下 DL）の九州地域への普及を目指し、1) DL の効率的な栄養繁殖法と苗の安定的な供給体制の確立、2) 野菜移植機を用いた機械移植法の確立、3) 九州各地への普及および 4) カドミウム（Cd）吸収機能の把握等の種々の観点から検討した。DL のセル苗の養成と機械移植法を確立し、DL の九州地域 12 地点への適応性、Cd 吸収能ならびにバイオガス由来消化液の利用性を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：In order to establish the self-supplying herbage production for small-holder beef farmer in warm region of Japan, dwarf napiergrass (DL) was tried to extend for Kyushu area, by 1) establishing the efficient vegetative propagation method and stable supply method of nursery plants, 2) establishing mechanical transplanting method using vegetable-transplanter, 3) extension of several sites of Kyushu area, and 4) determining the cadmium (Cd) absorption ability of napiergrass. In this study, it was successful to establish the cell-tray nursery plants and mechanical transplanting method of DL, to determine the suitability of DL among 12 sites of Kyushu and to clarify the Cd absorption ability and utilization of digested effluent of manure from biogas plant to DL.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010 年度	800,000	240,000	1,040,000
2011 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：畜産学・獣医学，畜産学・草地学

キーワード：飼料，暖地型牧草，矮性ネピアグラス，繁殖牛飼養，地域への普及，栄養繁殖，雑草管理，ファイトレメディエーション

1. 研究開始当初の背景

近年わが国の家畜生産では、輸入飼料の関与が疑われる口蹄疫や牛海綿状脳症等の越境流行性家畜疾病が相次いで発生し、自給粗

飼料の安全性の高さが再認識された。さらに、食用作物等のバイオエタノール利用に端を発した配合飼料価格の高騰から、繁殖牛経営農家でも自給粗飼料の安定的確保が畜産経

営の継続にとって緊急の課題である。九州の経営耕地面積と飼養頭数に適合し、特別の調製機械などを要しない粗飼料給与（家畜飼養）体系として、暖地型牧草で 1980 年代後半にアメリカで育成され生育特性が評価された矮性ネピアグラス (DL) の利用が注目される。平成 16～17 年度に科学研究費補助金・基盤研究 (C) (一般) および伊藤記念財団研究助成に採択された「DL 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」、平成 18～20 年度科学研究費補助金・基盤研究 (C) (一般) に採択された「DL による省力的・環境保全的な繁殖牛飼養体系の九州沖縄地域への普及」において、特に耕作放棄地の多い中山間地域と耕地面積の限られた離島における本牧草の適合性を明らかにした。しかし、DL の効率的な栄養繁殖法の確立とそれに基づいた苗の安定的な供給体制の確立、移植機を利用した省力的・軽労働な移植方法の開発、およびネピアグラスの多面的利用の検討が必要である。

2. 研究の目的

- 1) 効率的な栄養繁殖法と苗の安定的な供給体制の確立のために、晩秋にセル苗を準備して温室内で越冬させ、翌春圃場に定植する方法と、温室内で越冬させ、翌春セル苗を養成し移植する方法とを検討する。
- 2) 第 2 の目的として、既存のネギ・ニラ移植機を用い、DL のセル苗移植方法を確立する。第 1, 2 の目的ともに、新規開発技術の優位性を明らかにする。
- 3) 各県畜産研究センター・振興局普及指導課と連携し、未栽培地域への普及を促進し、本期間内に DL 栽培面積の倍増を目指す。
- 4) ネピアグラスの多面的利用としてのファイトレメディエーション機能ならびにバイオガスプラントから産生される有機物発酵

消化液の有効利用を検討する。

3. 研究の方法

1) DL の効率的な栄養繁殖法と苗の安定的な供給体制の確立

平成 21 年および 22 年の 11 月下旬に、DL, 矮性早生品種 (DE), 普通品種の Merkeron (ME) および Wruk wona (WK) のセル苗を作成してガラス温室内で越冬管理した。

2) 野菜移植機による機械移植法の確立

平成 21 年 5 月下旬に宮崎大学附属住吉フィールドに、ネギ・ニラ移植機 (PNF-3, 片倉機器工業製) を使って DL のセル苗を移植した。そして、DL の越冬株を春に株分けして苗を養成し、人力により苗を定植する既存技術と比較して、本方法の優位性を確認した。

3) 九州地域における本牧草の普及促進

研究協力者の九州各県の畜産研究センターあるいは振興局普及指導課と連携し、平成 21 年度では、鹿児島県桜島、熊本県玉名など、平成 22 年度では弘前大学農学生命科学部など、平成 23 年度では大分県立農業大学校、佐賀県杵島農業改良センター、宮崎県立高鍋農業高校などに栄養苗を普及促進した。DL の放牧適性と肉用牛の増体性は、補助飼料の給与なしに夏季の 4 ヶ月間で、日増体量 0.42～0.43 kg/頭を達成している。DL の越冬性が確保される栽培可能地域は、越冬期間の日最低気温の極値が -6°C 以上の地域である。

4) ネピアグラスの多面的利用の検討

ネピアグラスのファイトレメディエーション機能は、西南暖地のカドミウム (Cd) 汚染水田転換畑および水耕実験により、バイオガスプラントから産生される有機物発酵消化液の利用性は、1/2000 a ワグナーポットにより、それぞれ検討した。

4. 研究成果

【平成 21 年度】

1. 新規暖地型牧草・DL の南九州地域への普及の実態を明らかにした (学会発表 1)。次に、晩秋に作成したセル苗をガラス温室で越冬させ翌春圃場に定植する方法と、省力的・軽労働な移植方法であるネギ・ニラ移植機によるセル苗移植法を開発し、既存の人力苗定植法と比較した。DL 株を、人力 (MP) あるいは刈払い機 (MC) で刈取り、分けつ芽 1 節ずつのセルトレイ苗を養成したが、MP での刈取りは、MC に比べて約 43% 労働効率が低下し、MC 移植は MP 移植に比べて、約 14% 労働効率が低下した (Table 1)。DL の定着率や成長量に、移植方法による差異はなかった。したがって、DL の機械移植用のセルトレイ苗養成方法と機械移植方法が確立できた (学会発表 3)。

Table 1 Labor requirements (man-hour (1000 stem cuttings)⁻¹) for preparation of stem cuttings and nursery plant production in two harvesting methods

Method	Harvesting plants and gathering cut stalks	Producing stem cuttings	Transplanting stem cuttings into cell trays	Total
Manual	3.77 ± 0.38*	5.32 ± 0.62NS	3.08 ± 0.45NS	12.17 ± 0.63*
Mechanical	0.92 ± 0.20	4.95 ± 1.05	2.57 ± 0.45	8.43 ± 0.78

Data are presented as means ± standard deviation.

*Significant ($P < 0.05$) difference between the means of the two methods within the same variable (NS, $P \geq 0.05$).

2. 南九州への普及促進として、鹿児島県三島村黒島のカンザンチク (以下 PI) 優占野草地に DL の導入を検討した。アコーギ牧野では、PI の優占野草地約 28 a に、DL 苗を移植し 12.9 kgN/m²/年の施肥により、春季以外では PI に比べて DL の草量・葉身比率が高く、DL 導入で草量が高まること (図 1)、DL の消化率は、全期間で PI や雑草に比べて高く、特に茎の消化性の差が顕著 (図 2) で、食滞の発生軽減につながると推察された。尾平瀬牧野では、DL と暖地型マメ科牧草 3 草種の混播を検討し、2 年目のグリーンリーフデスマディウムおよびサイラトロでは畦間をほぼ被覆し、DL の 1/2~1/3 の乾物収

量が得られた (学会発表 2)。

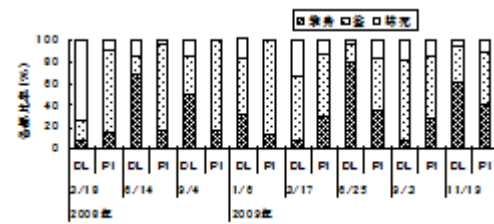


図 1. 矮性ネピアグラス (DL) とリュウキュウザサ (PI) における部位別乾物重比率の季節的変動。

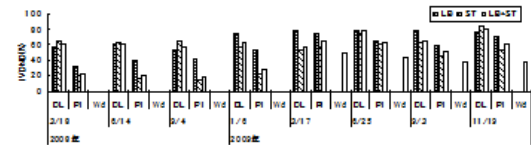


図 2. 矮性ネピアグラス (DL), リュウキュウザサ (PI) および雑草 (Wd) の *in vitro* 乾物消化率 (IVDMD) の季節的変動。LB: 葉身, ST: 茎 (葉鞘を含む), LB+ST (葉身および茎)。

【平成 22 年度】

1. ポット栽培の DL にバイオガスプラント産生有機物発酵消化液 (LDEM), 堆肥に LDEM を添加・調製した高濃度固形堆肥 (SDEM) および化成肥料を施用したところ、堆肥施用量の増加により、草高、茎数、葉面積、乾物収量が増加し、地下部への乾物分配率が高くなった (図 3)。LDEM と SDEM は、化成肥料に類似した肥効を有し、LDEM の肥効が高かった (雑誌論文 1)。

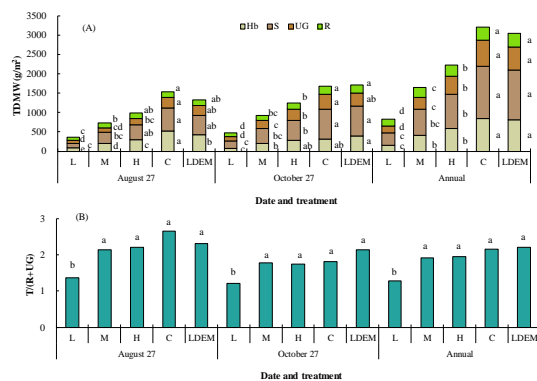


Fig. 3. Seasonal changes in total dry matter weight (TDMW; A) and top to root ratio (T/R+UG; B) in dwarf napiergrass under different treatments in 2009. For the treatments, refer to Fig. 2. Symbols with different letters denote significant difference between treatments on the same date at the 5% level. Plant part: herbage (Hb), stubble parts (S), top (T), underground stem parts (UG) and root (R).

2. 南九州の宮崎、熊本、鹿児島 3 県の離島を含む 12 調査地点で DL 適応性を、2 か年間調査した。乾物収量は、地域間差異が 0.2 ~ 15.8 トン/ha で、N 施用量との間に有意な

正の相関があり (図 4), 土壌の肥沃度や雑草防除の影響が認められた。In vitro 乾物消化率と粗タンパク質含量は, 各々 56~76%, 6~18% の範囲で, 後者は刈取り間隔との間に負の相関があった (図 5)。繁殖雌牛飼養の限界値を下回る場合があり, DL のみの給与では, 施肥量を年間 150 kg N/ha 以上に挙げる必要がある (雑誌論文 2)。

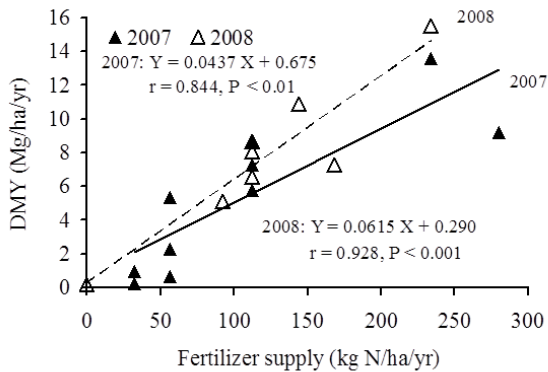


Figure 4 Relationship between total dry matter yield (DMY, Y) and nitrogen (N) fertilizer supply (X) of DL napiergrass in 2007 and 2008. Solid line and broken line show the linear regression lines for the year 2007 (n = 10) at 1% level and 2008 (n = 8) at 0.1% level, respectively.

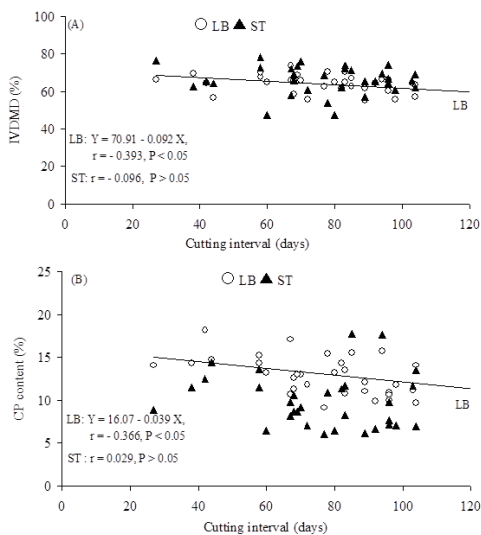


Figure 5 Relations of *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD, A) and crude protein (CP) content (B) in both leaf blade (LB) and stem inclusive of leaf sheath (ST) of DL napiergrass with cutting interval in 2007 and 2008. Solid line shows the linear regression line for LB (n = 34) at 5% level.

3. DL の栄養繁殖効率向上のため, 短日・ジベレリン散布の節間伸長および分げつ芽

の成長促進・充実に及ぼす影響を調査した。短日処理は 7 月上旬処理が最も効果的で, 8 月下旬の草高, 下位~中位節位の節間長が増加し, 苗生産時の節間切除を容易にし, 分げつ芽長の増加が分げつ芽の充実をもたらし, 通常の栄養苗生産期 (10 月下旬) に比べて約 2 か月早進化できた。ジベレリン散布処理は, 下位~中位の節間伸長と下位節着生分げつ芽の発根促進により, 分げつ芽充実に効果があった。分げつ芽の直径は, 分げつ芽の充実度 (発根性, 萌芽性) と相関があり (表 3), 充実した栄養苗確保の有効な指標と考えられた (雑誌論文 4)。

第 2 表 成長形質の処理間差異。

処理	観測節数	処理区の観測節位までの 処理区/対照 (Cont) 区 (%)		
		節間長	分げつ芽長	分げつ芽発根率
SD1	15	144b*	161b	0b
SD2	17	420a	181a	28ab
SD3	22	180b	141bc	39ab
SD4	25	158b	113c	47ab
GA	23	218b	162a	97a
SD5	30	100c	102d	49ab
Cont (平均)	30	2.8 cm	1.3 cm	26.1 %

*: 異文字間に有意差あり (P < 0.05)。

短日 (SD) 処理開始日: 1 (6 月 15 日), 2 (7 月 6 日), 3 (7 月 20 日), 4 (8 月 3 日), 5 (8 月 17 日)。
ジベレリン (GA) 処理: 200 ppm GA3 水溶液を 90 ml/m² 散布。

第 3 表 成長形質の相関関係 (実験 2)。

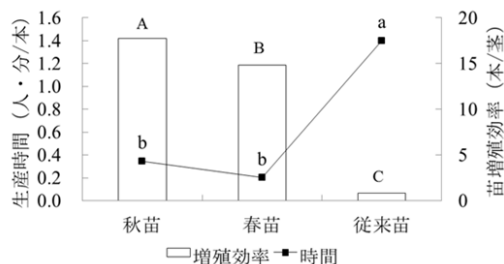
	分げつ芽			
	直径	長	発根率	萌芽率
分げつ芽直径	-	-	-	-
分げつ芽長	-0.648**	-	-	-
分げつ芽発根率	0.924***	-0.298ns	-	-
分げつ芽萌芽率	0.964***	-0.534*	0.898***	-

*...P < 0.05, **...P < 0.01, ***...P < 0.001, ns...P > 0.05

【平成 23 年度】

1. 平成 22 年度に温室内で保存し降霜害を受けていない個体の地上部の節から再生

する分けつを用いて栄養苗を養成する方法、晩秋にセル苗を準備して温室内で越冬させ翌春圃場に定植する方法および従来法と比べて、栄養苗の増殖効率が増加し、生産時間を大幅に短縮できること(図6)、春苗では越冬期間中の灌水やハウス面積の大幅な削減が可能であることを明らかにし、個々の生産者で対応可能な技術であることを実証した。(雑誌論文6, 学会発表5, 図書2)



第6図 ネピアグラス矮性晩生品種(DL)における時期別の栄養苗の増殖効率および生産時間。*: 図中の異なる小文字は Bonferroni 法により 5% 水準で異なることを示す。

2. DLの苗を、大分県三重町の県立農大校の飼料畑約45a(0.45ha)に移植し、放牧利用に供した(表4)。そして、小規模肉用繁殖牛農家において、矮性ネピアグラスの放牧利用による家畜飼養が可能であることを実証した。(学会発表5)

表4表 ネピアグラス養成苗の発送先、発送日、品種、苗数および用途(2011年)。

発送先	発送日	品種	苗(本)	用途
西南院地産地	5月7日	WK	900	畜舎臭土壌アミノ酸阻害剤
弘前大農学生命科	5月23日	DL, DE, WK, ME	3035	北東北での軟増可能種性検討
宮崎県立畜産農高	6月13日	DL, WK	595	口蹄疫発生地域地域生産管理
大分県立農大校	6月16日	DL	4360	軟軟飼養用草地造成
佐賀県県立農大校	6月27日	DL	1000	肉用繁殖牛軟軟草地造成

品種: Wruck wona (WK), Merkeron (ME), dwarf-late (DL), dwarf-early (DE).

3. 重金属汚染土壌の環境修復機能としてのネピアグラスのカドミウム(Cd)吸収に関する潜在的能力を、Cd汚染土壌(表5)ならびにCdを投与した水耕実験(図7)により検証した(雑誌論文5, 図書3)。

表5表 ネピアグラス植物体中のカドミウムの含有率および蓄積量の推移。

調査日	品種	Cd含有率 (mg/kg DM)			Cd蓄積量 (mg/m ²)		
		LB	ST	LB+ST	LB	ST	LB+ST
8月6日	WK	3.12 [*]	3.98	3.54 [*]	0.69 [*]	0.82	1.51 [*]
	ME	1.43	3.35	2.32	0.28	0.55	0.83
9月13日	WK	1.73	2.41	2.15	0.77	1.79	2.56 [*]
	ME	1.08	2.06	1.66	0.45	1.25	1.70
11月23日	WK	8.07	12.00	8.50	0.11	0.02	0.13
	ME	6.00	11.00	6.40	0.10	0.02	0.12

*1は、5%水準で品種間に有意差あり。1) 品種: Wruck wona (WK), Merkeron (ME).

2) 部位: 葉身 (LB), 葉柄を含む茎 (ST).

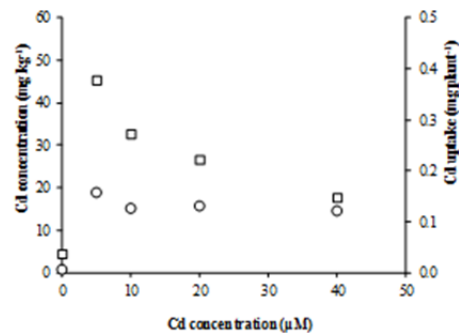


Figure 7. Relationship between Cd concentration in nutrient solution and Cd concentration (○) and uptake (□) of the aerial part at 8 weeks after Cd treatment.

4. DLの移植後の省力的で有効な雑草防除方法として、ペーパーマルチのDLの収量性(図8)、越冬性に及ぼす効果を確認した(雑誌論文3)。

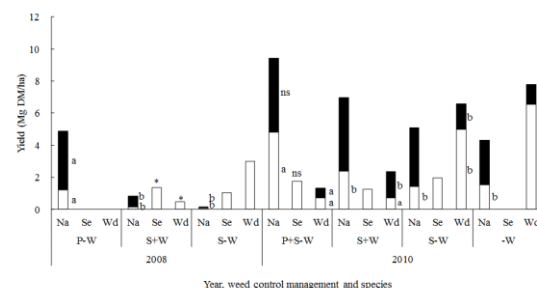


Figure 8 Dry matter yield of DL napiergrass (Na), setaria (Se) and weeds (Wd) at the 1st (□) and 2nd (■) defoliation under several weed control management.

Means with different letters are significantly different among weed control management at each defoliation time for each plant species by LSD method at 5% level. ns: P > 0.05. *: P < 0.05 by t-test.

【謝辞】宮崎大学の Dr. Ahmad Wadi 氏, 大学院生 Ms. Renny Fatmyah Utamy 氏, 鹿児島畜試・原田直人氏, 鹿児島振興局・西村直人氏, 長崎畜試・深川 聡博士, 熊本県地域振興局の富田逸郎氏・上田一晴氏・中村寿男氏のご協力に謝意を表す。タイ国・カセサート大

学農学部 Dr. Sayan Tudsri 教授, 宮崎大学農学部西脇亜也教授のご助言に深く謝意を表す。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 7 件)

- 1) Hadijah HASYIM, Yasuyuki ISHII, Ahmad WADI, Sachiko IDOTA and Yasuhiro SUGIMOTO (2010) Growth response of dwarf napiergrass to manure application originated from digested effluent, Journal of Warm Regional Society of Animal Science, Japan, 53: 115-126. 査読有.
- 2) Renny Fatmyah UTAMY, Yasuyuki ISHII, Sachiko IDOTA, Naoto HARADA and Kiichi FUKUYAMA (2011) Adaptability of dwarf napiergrass under cut-and-carry and grazing systems for smallholder beef farmers in southern Kyushu, Japan, Journal of Warm Regional Society of Animal Science, Japan, 54: 65-76. 査読有.
- 3) Renny Fatmyah UTAMY, Yasuyuki ISHII, Sachiko IDOTA and Lizah KHAIRANI (2012) Effect of weed control management on herbage yield, quality and wintering ability in the established dwarf napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach), Journal of Warm Regional Society of Animal Science, Japan, 55: 17-26. 査読有.
- 4) 山野明日香・石井康之・Lizah Khairani・井戸田幸子 (2011) 矮性ネピアグラスの栄養苗生産のための成長形質に及ぼす短日およびジベレリン処理の影響. 日作九支報 77: 63-67. 査読有.
- 5) 濱野琴美・石井康之・山野明日香・森 康太郎・井戸田幸子・姜 東鎮・西脇亜也 (2012) ネピアグラス (*Pennisetum purpureum* Schumach) のカドミウム集積能力の推定およびカドミウム汚染土壌の浄化に向けた乾燥技術の開発. 日作九支報 78: 21-24. 査読有.
- 6) 山野明日香・石井康之・森 康太郎・濱野琴美・中原智晃・井戸田幸子 (2012) ネピアグラスの効率的栄養苗生産に向けた品種・時期別苗生産の特徴と剪葉処理の効果. 日作九支報 78: 25-28. 査読有.
- 7) Kannika RENGSIRIKUL, Sayan TUDSRI, Yasuhiro SUGIMOTO, Sachiko IDOTA and Yasuyuki ISHII (2012) Dry matter production and energy efficiency of dwarf napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach) under supply of animal manures, legume clippings and chemical fertilizer. Bull. Fac. Agric., Univ. Miyazaki 58: 69-77. 査読有.

[学会発表] (計 5 件)

- 1) 石井康之・Ahmad Wadi・Renny Fatmyah Utamy・西村直人・中村寿男・上田一晴・富田逸郎・日高真吾・井戸田幸子・福山喜一 (2009) 日暖畜会報 52 (2): 92. 2009年10月24日.
- 2) 石井康之・竹下綾美・山野明日香・森 康太郎・日高真吾・西村直人・井戸田幸子 (2010) 日本草地学会誌 56 (別号): 12. 2010年3月27日.
- 3) Renny Fatmyah Utamy, Yasuyuki Ishii, Sachiko Idota, Lizah Khairani and Kiichi Fukuyama (2010) Japan. J. Grassl. Sci. 56 (Suupl): 13. 2010年3月27日.
- 4) Ishii, Y., Nakahara T., Khairani L., Yamano A., Mori K., Hamano K., Idota S., Nishiwaki A. (2011) Japan, Jpn. J. Crop Sci. 80 (Ext. 2): 74-75. 2011年9月2日.
- 5) 山野明日香・石井康之・森 康太郎・濱野琴美・井戸田幸子 (2011) 日作紀 80 (別号 2): 76-77. 2011年9月2日.

[図書] (計 3 件)

- 1) Yasuyuki Ishii, Kiichi Fukuyama, Takanori Iwakiri, Ahmad Wadi and Sachiko Idota (2009) (In) New Paradigm for Diversity of Forage Production in the East Asian Region, pp. 218-219, The Korean Society of Grassland and Forage Science.
- 2) Yamano A., Ishii Y., Mori K., Hamano K., Nakahara T., Idota S. (2012) (In) Evolution and future challenges of grasslands and grassland agriculture in the East Asia, p. 154, The 4th JCK Grassland Conference Organizing Committee, Taisei Print Co. Ltd.
- 3) Hamano K., Ishii Y., Kang, D.-J., Yamano A., Mori K., Idota S., Nishiwaki A. (2012) *Ibid.* p. 62.

[その他]

ホームページ等:

<http://www.agr.miyazaki-u.ac.jp/~ags/lab/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石井 康之 (ISHII YASUYUKI)
宮崎大学・農学部・准教授
研究者番号: 50211032

(2) 研究分担者

福山 喜一 (FUKUYAMA KIICHI)
宮崎大学・農学部・教授
研究者番号: 50238515

井戸田 幸子 (IDOTA SACHIKO)
宮崎大学・農学部・助教
研究者番号: 40325733