

混作栽培した飼料イネとファジービーン(*Macroptilium lathyroides*(L.)Urb.)の生産性および栄養成分

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者名	飛佐,学 中野,豊 白,珍沫 望月,俊宏 下條,雅敬 増田,泰久
発行元	日本草地学会
巻/号	57巻4号
掲載ページ	p. 179-184
発行年月	2012年1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



混作栽培した飼料イネとファジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.) の生産性および栄養成分

飛佐 学*¹・中野 豊・白 珍洙²・望月俊宏・下條雅敬・増田泰久³

九州大学大学院農学研究院 (812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

¹現在 : 宮崎大学農学部 (889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1)

²九州大学大学院生物資源環境科学府 (812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

³現在 : (810-0033 福岡市中央区小笹 5-4-67-101)

Faculty of Agriculture, Kyushu University, Hakozaki, Fukuoka 812-8581, Japan

¹ Present address : Faculty of Agriculture, University of Miyazaki, Miyazaki 889-2192, Japan

² Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, Hakozaki, Fukuoka 812-8581, Japan

³ Present address : Chuo-ku, Fukuoka 810-0033, Japan

受付日 : 2010 年 8 月 12 日 / 受理日 : 2011 年 10 月 20 日

Synopsis

Manabu Tobisa, Yutaka Nakano, Jinsoo Paek, Toshihiro Mochizuki, Masataka Shimojo, Yasuhisa Masuda (2012): Dry Matter Production and Nutritive Components of Rice Plant as Affected by Mixed Cropping with Phasey Bean (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.). Jpn J Grassl Sci 57: 179-184

This study was conducted to investigate dry matter production of rice plant in mixed cropping with phasey bean (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.; Pb). The single cropping rice plant 'Mizuhochikara' and mixed cropping with Pb (plant density ratio was 1 : 1, plant density was the same as single cropping rice plant) were transplanted to the paddy field and harvested at full-ripe stage of rice plant. The number of stems and the leaf area for a rice plant in mixed cropping with Pb showed higher values compared with the single cropping rice plant. Total dry matter yield and total crude protein yield of the rice plant in mixed cropping with Pb tended to show higher values compared with those of the single cropping rice plant. *In vitro* dry matter digestibility of the rice plant in mixed cropping with Pb was higher than that of the single cropping rice plant. NDF, ADF, hemicellulose, cellulose and lignin contents of the culm and top of the rice plant in mixed cropping with Pb showed lower values compared with those of the single cropping rice plant. Digestible dry matter yield of the rice plant in mixed cropping with Pb showed higher values than the single cropping rice plant.

Key words : Mixed cropping, Phasey bean, Productivity, Rice plant.

緒 言

近年の輸入飼料原料の価格変動などの畜産情勢により、水田飼料作物作付面積は増加し、平成 22 年度の稲発酵粗飼料 (WCS) 作付面積は日本国内で 16,000 ha 余りに達し、飼料用米を含む飼料向けイネの作付総面積は約 31,000 ha となっている (農林水産省生産局畜産振興課 2010)。とくに九州地域では作付面積が年々増加している (千葉 2004; 農林水産省大臣官房統計部 2009)。

これまでに飼料イネの栄養価や家畜の嗜好性など飼料イネの飼料特性について明らかにされている (中西 2002; 塩谷 2002; 松山 2009; 新出 2010)。飼料イネの飼料成分を輸入チモシー乾草やイタリアンライグラス乾草などのイネ科牧草と比較すると、粗タンパク質と粗繊維がやや少なく、粗灰分が多いことが報告されており (塩谷 2002; 松山 2009)、これらの飼料特性を考慮した家畜への給与方法が検討されている (中西 2002; 塩谷 2002; 松山 2009; 新出 2010)。マメ科牧草は一般にイネ科牧草に比べ粗タンパク質およびカルシウム含量が高い。また、イネ科牧草等と混播することによって栄養収量を増加させることができる (川本ら 1982; 飛佐ら 2002) こと、栽培時の太陽エネルギーと土壤養水分の有効利用 (北村・西村 1979)、雑草、病虫害、不良環境などによる収量低下の危険分散 (北村・西村 1979) 等の利点が報告されている。またマメ科牧草を利用することにより、マメ科牧草の窒素固定能力に起因する土壤肥沃度の増進 (北村・西村 1979)、家畜飼料として給与時の輸入アルファルファ乾草などの量を減らすことができることなどが知られており、飼料イネと耐湿性に優れたマメ科牧草を混作することにより飼料としての栄養成分の改善や栄養収量増加、飼料自給率の向上などの可能性が期待される。

* 連絡著者 (corresponding author) : mtobisa@cc.miyazaki-u.ac.jp
大要は第 58 回発表会 (2003 年 3 月) において発表。

暖地型マメ科牧草ファジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb., 以下 Pb) は耐湿性に優れ、湛水条件下または過湿条件下においても通常の畑条件下と同様の窒素固定能を有することが報告され (川本ら 1991a; 飛佐ら 1999a), またサイレーズの発酵品質も良好であることが知られており (伊村ら 1994, 1997), バヒアグラス (*Paspalum notatum* Flügge), 青刈ヒエ (*Echinochloa crus-galli*), ネピアグラス (*Pennisetum purpureum* Schum.) などに Pb を混合したサイレーズの粗タンパク質含量はイネ科草単独のものより高くなり、発酵品質も良好なものとなる (伊村ら 1997; Yunus ら 2001)。また、飼料イネ「西海 203 号」や浮イネに Pb を混合したサイレーズについても粗タンパク質含量はイネ単独のものより高くなり、発酵品質や家畜の嗜好性も良好なものとなることを飛佐ら (2005, 2006) はこれまでに報告した。しかしながら、これまでに飛佐ら (2005, 2006) が報告した飼料イネや浮イネと Pb の混合サイレーズは混作されたものではないため、混合の際に労力がかかる。そのため、2 草種の混合の労力がかからない栽培・利用法として混作栽培技術について検討する必要がある。

マメ科・イネ科飼料作物を用いた混作栽培は、ソルガムと青刈ダイズ (川本ら 1982, 1983; 尾形ら 1986; 川本ら 1987a, 1987b, 1987c), ソルガムとサイラトロ (尾形ら 1986), ソルガムとカウピーおよびフジマメ (川本ら 1982), 青刈ヒエ, トウモロコシおよびソルガムとアメリカンジョイントベッチおよび Pb (飛佐ら 2002) 等が報告され、マメ科・イネ科飼料作物の混作ではイネ科飼料作物単作よりも乾物収量が增大するという報告 (川本ら 1982; 飛佐ら 2002) と、増大しないという報告 (川本ら 1983; 尾形ら 1986; 川本ら 1987a; 飛佐ら 2002) があり、マメ科・イネ科飼料作物の組合せ、栽培方法や収穫時期により増収効果は異なる。

本研究では、水田を有効利用した飼料作物生産技術の開発を目的とし、良質飼料イネの栽培法とサイレーズの調製法を確立するため、耐湿性に優れ、サイレーズ発酵品質の良好な Pb と飼料イネの混作が乾物収量、栄養成分および栄養収量に及ぼす影響について移植栽培による検討を行った。

材料と方法

飼料イネの供試系統は西海 203 号「ミズホチカラ」で、イネおよび Pb は 2001 年 6 月 15 日に移植用ポットに播種し、7 月 3 日に九州大学農学部附属農場内の水田に移植した。1 区面積は 2 m × 2 m で、イネ単作区と Pb 混作区の 2 区、3 反復を設け (乱塊法), 条間 30 cm, 株間 15 cm となるように移植

(1 本/株) し、Pb 混作区はイネと Pb の条を交互に移植した。栽培管理は鳥飼ら (2001) の方法に従い、肥料は基肥として窒素, リン酸, 加里を要素量で各々 4 kg/10a, 9 月上旬に追肥として窒素, リン酸, 加里を要素量で各々 2 kg/10a 施した。8 月上旬から中旬にかけ中干しを行い、その後は間断灌水を行い、10 月下旬には落水した。除草剤や他の農薬については使用しなかった。イネ完熟期 (出穂後 60 日) の 11 月 23 日に各区のイネおよび Pb それぞれ 5 株について草丈測定後地上 5 cm の高さで刈取り、株あたりの茎数, 株あたりの葉数, 株あたりの葉面積および各部位乾物収量について調査を行った。また、de Wit ら (1966) が提唱した相対収量 (混作における一方の草種の単位面積あたりの収量を、その草種の単作における単位面積あたりの収量で除したもの) の概念を用いて混作イネの生育量を評価した (川本ら 1982; 飛佐ら 2002)。乾物収量調査後の試料は 1 mm 目のふるいを通るように粉碎し、ペプシン・セルラーゼ法による *in vitro* 乾物消化率 (Goto・Minson 1977) およびケルダール法 (AOAC 1984) による粗タンパク質 (以下 CP) 含量の測定を行い、可消化乾物収量および CP 収量を算出した。また、デタージェント法 (Goering・Van Soest 1970) により NDF, ADF および ADL 含量を測定し、セルロース, ヘミセルロース, リグニンおよびケイ酸含量を算出した。それぞれ得られた測定値については単作イネおよび混作イネならびにイネ単作および Pb 混作について乱塊法に従い分析を行った後、平均値間の差の検定を行った (吉田 1995)。また混作区イネの相対収量については、移植時の個体密度が単作区の半量 (0.5) であることから、0.5 に対しての差の検定 (t 検定) を行った。

結 果

表 1 に草丈, 株あたりの茎数, 株あたりおよび 1 茎あたりの葉数ならびに葉面積を示した。草丈は単作イネが混作イネより有意に高く ($P < 0.01$), 茎数は混作イネが単作イネより有意に高く ($P < 0.001$), 葉数は株あたりおよび 1 茎あたりともに混作イネが単作イネより有意に高く ($P < 0.001$), 葉面積では株あたりおよび 1 茎あたりともに混作イネが単作イネより有意に高い値 ($P < 0.001$) となった。

表 2 に単作区と混作区の乾物収量, 乾物消化率, CP 含量, 可消化乾物収量および CP 収量, ならびに混作区イネの相対収量を示した。乾物収量については、混作区イネは単作区イネより各部位で有意に低い値 ($P < 0.05$) を示したが、Pb を含めた合計収量では有意ではないが混作区が単作区より高い傾向があった ($P < 0.1$)。乾物消化率については、混作区イネ

Table 1. Plant length, the number of stems, the number of leaves and leaf area of rice plants and phasey bean.

	Plant length (cm)	The number of stems (number/plant)	The number of leaves		Leaf area	
			(number/plant)	(number/stem)	(cm ² /plant)	(cm ² /stem)
Single cropping rice plant	109.7a	13.2b	35.0b	2.6b	989.9b	74.4b
Mixed cropping rice plant	103.7b	19.0a	60.0a	3.2a	1853.0a	98.1a
Mixed cropping phasey bean	200.0	1.0	72.8	72.8	1492.5	1493

Mean values with different letters in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

Table 2. Dry matter yield, *in vitro* dry matter digestibility, crude protein content, digestible dry matter yield and crude protein yield of single cropping rice plant and mixed cropping rice plant and phasey bean, and relative yield of mixed cropping rice plant.

	Rice plant					Phasey bean				Total
	Lamina	Culm, leaf sheath	Dead material	Panicle	Total	Leaf	Stem	Pod	Total	
Dry matter yield (g/m ²)										
Single cropping	131.6a	324.1a	172.8a	713.1a	1341.6a					1341.6
Mixed cropping	102.4b	250.8b	79.8b	561.5b	994.4b	97.8	455.9	61.0	614.6	1609.1
<i>In vitro</i> dry matter digestibility (% DM)										
Single cropping	43.3	40.4b	34.1b	75.6b	58.6b					58.6b
Mixed cropping	43.7	44.7a	36.0a	79.8a	64.1a	92.0	50.2	52.1	58.0	61.8a
Crude protein (% DM)										
Single cropping	9.5a	4.7a	7.6a	7.3	6.9a					6.9
Mixed cropping	7.9b	3.8b	4.6b	6.9	6.0b	19.8	6.6	10.7	9.5	7.4
Digestible dry matter yield (g/m ²)										
Single cropping	57.2a	131.1a	59.0a	538.4a	785.7a					785.7b
Mixed cropping	44.7b	112.0b	28.6b	449.0b	634.3b	89.9	228.8	31.8	350.4	984.7a
Crude protein yield (g/m ²)										
Single cropping	12.6a	15.4a	13.1a	51.7a	92.8a					92.8
Mixed cropping	8.1b	9.6b	3.7b	38.5b	59.8b	19.4	30.3	6.5	56.2	116.1
Relative yield of mixed cropping rice plant ¹										
Dry matter yield	0.78**** ²	0.77****	0.46ns	0.79***	0.74****					
Digestible dry matter yield	0.78****	0.85****	0.49ns	0.83***	0.81***					
Crude protein yield	0.65**	0.62***	0.28****	0.74***	0.65***					

Mean values with different letters in the same column are significantly different (P<0.05).

¹Ratio of mixed cropping rice plant to single cropping rice plant.

²ns, **, *** and **** indicate significantly different at P>0.05, P<0.01, P<0.001 and P<0.0001 compared with half of the value (0.5) on single cropping rice plant.

は単作区より稈部、枯死部、初部およびイネ全体で有意に高い値 (P<0.05) を示し、Pb を含めた混作区全体では単作区より有意に高い値 (P<0.05) となった。CP 含量については、混作区イネは単作区より葉部、稈部、枯死部およびイネ全体で有意に低い値 (P<0.05) を示したが、Pb を含めた混作区全体では単作区よりやや高い傾向となった (P<0.1)。可消化乾物収量については、混作区イネは単作区イネより各部位で有意に低い値 (P<0.05) を示したが、Pb を含めた合計可消化乾物収量では混作区が単作区より有意に高い値 (P<0.05) となった。CP 収量については、混作区イネは単作区イネより各部位で有意に低い値 (P<0.05) を示したが、Pb を含めた合計 CP 収量では有意差は認められなかったものの混作区が単作区より高い傾向となった (P<0.1)。混作区のイネ相対収量について、乾物収量、可消化乾物収量および CP 収量ともに葉部、稈部、初部およびイネ全体で単作区イネの半量 (0.5) よりも高い値 (P<0.01) となった。

表 3 に単作区と混作区の細胞壁構成成分含量を示した。NDF については、混作区イネは単作区より稈部、初部およびイネ全体で有意に低い値 (P<0.05) を示し、ADF については、混作区イネは単作区より稈部およびイネ全体で有意に低い値 (P<0.05) を示し、枯死部で有意に高い値 (P<0.05) を

示した。ヘミセルロースについては、混作区イネは単作区より稈部、枯死部およびイネ全体で有意に低い値 (P<0.05) を示し、セルロースについては、混作区イネは単作区より枯死部で有意に高い値 (P<0.05)、イネ全体で有意に低い値 (P<0.05) を示した。リグニンについては、混作区イネは単作区より葉部、稈部、枯死部、初部およびイネ全体で有意に低い値 (P<0.05) を示した。ケイ酸については、混作区イネは単作区より枯死部で有意に高い値 (P<0.05) を示した。

考 察

これまでの報告から、Pb は耐湿性が高く (川本ら 1991a; 飛佐ら 1999a)、過湿条件下においても畑条件下と同程度かまたは高い乾物生産性を示すこと (川本ら 1991a; Nagashiro ら 1992; 飛佐ら 1999a)、窒素含量および乾物消化率についても畑条件下と同程度で窒素収量および可消化乾物収量も同程度となることが知られている (川本ら 1991b; Nagashiro・Shibata 1995)。本研究においては、Pb 単作区を設けておらず、Pb 単作時の乾物収量や栄養収量については検討することができなかったが、乾物消化率については、播種後 1 カ月目から 60 日間湛水処理を行った川本ら (1991b) の報告と同程度であった。CP 含量については、播種後 77 日また

Table 3. Cell wall components of single cropping rice plant and mixed cropping rice plant and phasey bean.

	Rice plant					Phasey bean				Total
	Lamina	Culm, leaf sheath	Dead material	Panicle	Total	Leaf	Stem	Pod	Total	
NDF (% DM)										
Single cropping	67.8	71.0a	69.5	27.3a	47.3a					47.3
Mixed cropping	67.0	67.1b	70.5	24.6b	43.0b	32.2	63.7	63.0	57.8	48.4
ADF (% DM)										
Single cropping	46.9	52.8a	52.7b	18.5	34.0a					34.0
Mixed cropping	46.2	50.5b	54.9a	17.1	31.3b	15.5	49.9	43.7	43.0	35.5
Hemicellulose (% DM)										
Single cropping	21.0	18.3a	16.8a	8.8	13.3a					13.3
Mixed cropping	20.8	16.6b	15.5b	7.5	11.7b	16.8	13.8	19.4	14.9	12.9
Cellulose (% DM)										
Single cropping	29.1	37.5	27.4b	11.0	21.3a					21.3b
Mixed cropping	28.9	35.6	28.9a	9.9	19.7b	11.5	38.8	33.3	33.2	24.7a
Lignin (% DM)										
Single cropping	4.5a	5.9a	5.8a	4.3a	4.9a					4.9b
Mixed cropping	3.5b	4.8b	4.7b	3.8b	4.1b	3.0	9.1	8.2	7.9	5.5a
Silica (% DM)										
Single cropping	13.3	9.3	19.5b	3.2	7.8					7.8a
Mixed cropping	13.9	10.1	21.3a	3.4	7.5	1.0	2.1	2.2	1.9	5.3b

Mean values with different letters in the same column are significantly different ($P < 0.05$).

は 91 日目から 105 日目まで湛水処理を行った Nagashiro・Shibata (1995) の報告と同程度の値であった。また、草丈については水田転換圃場で栽培した著者らの報告 (飛佐ら 1999b) と同程度の値であった。

移植時の混作区の飼料イネ株密度は単作区の 50% であるが、混作区の乾物収量は単作区の 74% (相対収量が 0.74)、可消化乾物収量は 81% (0.81)、CP 収量は 65% (0.65) となり、単作区の 50% (0.5) よりも有意に高い値となった (表 2)。混作栽培において、相対収量が 0.5 より高い値を示せば、相手草種によって正の混作効果を受け、自草種の方が強い競争力を持つことを示す (川本ら 1987b)。群落の生産構造等を調査していないため詳細な検討はできなかったが、イネと Pb の群落生産構造が異なること (中野ら 2003; 飛佐ら 2003)、混作区では群落内で光や養分吸収などが空間的、時間的にイネと Pb で相違することが考えられる。著者らの報告 (飛佐ら 2003) において、単作イネよりもイネ Pb 混作区イネの方で群落下層部の同化部の割合が高く、枯死部の割合が低下する傾向も認められている。また、群落吸光係数もイネ単作区に比べ混作区で小さい傾向が認められている (飛佐ら 2003)。混作区ではイネと Pb の群落生産構造が異なること (飛佐ら 2003) から、疎植栽培時のイネの生育 (本田 2009) と同様に、イネ 1 株あたりの地上部空間容量と地下部土壌容積は単作区よりも大きくなるのが推察される。これらのことから、1 茎あたりの葉数および葉面積は混作区イネで単作区イネより高くなり、また株あたりの茎数も多くなったために株あたりの葉面積および乾物重の増加が認められたものと思われる (表 1)。さらに葉部、茎部および籾部の相対収量も増加し、また枯死部の相対収量が単作区イネの半量と同程度となり、混作区イネの相対収量が高くなったものと思われる。枯死部

の増加は生育の進行に伴う葉の相互遮蔽によることが知られている (佐藤ら 1965; 玖村 1973)。混作区イネの枯死部相対収量は単作区イネの半量と同程度であることから、調査時の葉の相互遮蔽の程度は同程度であったものと思われる。また、Pb は湛水条件下でも根粒着生が旺盛で、窒素固定能も高く維持することが報告されている (川本ら 1991a; 飛佐ら 1999a) ことから、固定された窒素が混作区イネに利用され、生育にも影響を及ぼした可能性も考えられた。

混作区イネの乾物消化率は単作区イネより高い値となったが、この理由として混作区イネの生育ステージが単作区イネよりも進んでいなかった可能性が考えられる。一般に植物の生長に伴い NDF、ADF などの細胞壁構成成分含量は増加することが知られている (Pearson・Ison 1997)。混作区イネにおいて稈部およびイネ全体の NDF、ADF などの細胞壁構成成分含量が単作区イネよりも低かった (表 3) ことからこのように考えられるが、詳細については明らかにできなかった。本研究における単作区および混作区のイネの NDF 含量は日本標準飼料成分表 (独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 2010) の生草イネ完熟期 NDFom 含量と同程度であった。ADF 含量については生草イネ完熟期 ADFom 含量よりやや高く、生草イネ飼料用品種乳熟期-糊熟期 ADFom 含量と同程度であった (独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 2010)。

一方、CP 含量については、混作区イネの葉部、茎部および枯死部の値が単作区イネのそれらの部位の値より低くなり、混作区イネ全体においても低い値となった。これは収量増加に伴う含量の低下も一因と考えられるが、CP の相対収量も乾物の相対収量の値より低くなったことから、他の要因によることも考えられる。また、本研究における施肥量は食用イ

ネ栽培時と同程度であり、いくらかはPbに固定された窒素がイネに利用された可能性が考えられるが、一般に飼料イネ栽培時に施用される窒素量(佐藤ら2004;松村2009)よりも少なかったこともCP含量低下の一因と考えられる。しかしながら、混作区のイネとPbを合わせたCP含量についてはPbのCP含量がイネよりも高いため単作区よりも高い傾向を示した。本研究においては、播種が6月中旬で移植が7月上旬と食用イネ慣行栽培時よりやや遅く、また栽培管理は食用イネ慣行法に従って行ったため、飼料イネとPbの混作時の栽培管理に十分適合しなかった部分もあった可能性も示唆されたが、食用イネ栽培時と同程度の窒素施用条件下においてもPbと混作することにより乾物収量、CP含量、CP収量および可消化乾物収量が高まる傾向が示された。

以上のことから、飼料イネをPbと混作することによりイネの株あたりの茎数、葉数および葉面積が単作区のイネより高くなり、また、NDFおよびADF含量は単作区のイネより低く、*in vitro* 乾物消化率も単作区のイネより高い値となることが示された。混作時の群落生産構造が単作と異なることが推察され、混作区イネの生育ステージが単作区イネよりも進んでいなかった可能性も示唆された。これらのことより混作区の乾物収量、CP含量、CP収量および可消化乾物収量が高まる傾向が認められ、栽培利用法を確立するための一知見が得られた。混作栽培する場合、栽培するイネ品種や栽培管理の方法により群落生産構造も変化し、それが収量等にも影響することが考えられ、これらについて今後検討する必要がある。

引用文献

- AOAC (1984) Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th Edn, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC
- 千葉寿夫 (2004) 産地づくり対策・耕畜連携推進対策の積極的活用による米政策改革・飼料自給率の向上に向けた水田飼料作物の増産. *Grass* 17: 3-5
- de Wit CT, Tow PG, Ennik GC (1966) Competition between Legumes and Grasses. Centre Agric Pub Doc, Wageningen, p 1-30
- 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 (編) (2010) 日本標準飼料成分表 (2009年版). 中央畜産会, 東京, p 1-288
- Goering HK, Van Soest PJ (1970) Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agriculture Handbook No. 379* United States Department of Agriculture, Washington DC, p 1-20
- Goto I, Minson DJ (1977) Prediction of the dry matter digestibility of tropical grasses using a pepsin-cellulase assay. *Anim Feed Sci Technol* 2: 247-253
- 本田 強 (2009) 疎植栽培の歴史と意義, 生育の特徴. 農業技術体系(農山漁村文化協会編) 作物編第2-2巻イネ基本技術(2) 各種の技術体系, 気象災害, 肥料・資材, 品質・食味, 生育・収量診断, 追録第31号, 農文協, 東京, p 技488の76-89
- 伊村嘉美・下條雅敬・増田泰久・五斗一郎 (1994) ファジービーンおよびギニアグラスの生育にともなう化学的要因の変化がサイレージ発酵品質に及ぼす影響. *九大農学芸誌* 49: 81-85
- 伊村嘉美・下條雅敬・増田泰久・五斗一郎 (1997) パヒアグラス (*Paspalum notatum*) および青刈ヒエ (*Echinochloa crus-galli*) にファジービーン (*Macroptilium lathyroides*) を混合したサイレージの発酵特性. *日草誌* 42: 348-352
- 川本康博・増田泰久・五斗一郎 (1982) 青刈ソルゴとの混播栽培に適するマメ科草種の検討. *日草誌* 28: 284-291
- 川本康博・増田泰久・五斗一郎 (1983) ソルガムと青刈大豆との混作栽培におけるソルガムの生長. *日草誌* 29: 196-203
- 川本康博・増田泰久・五斗一郎 (1987a) 青刈ソルガムと青刈大豆との混作栽培における競争関係と収量に及ぼす密度効果. *日草誌* 32: 348-353
- 川本康博・増田泰久・五斗一郎 (1987b) 青刈ソルガムと青刈大豆との混作栽培における窒素施肥が乾物生産, 窒素吸収及び根粒活性に及ぼす影響. *日草誌* 33: 1-7
- 川本康博・増田泰久・五斗一郎 (1987c) 青刈ソルガムと青刈大豆との混作栽培における播種日の違いが生長と競争関係に及ぼす影響. *日草誌* 33: 293-295
- 川本康博・岡野 香・増田泰久 (1991a) 暖地型マメ科牧草ファジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.) の耐湿性と水田転換畑への導入. *日草誌* 37: 219-225
- 川本康博・岡野 香・増田泰久 (1991b) 水田転換畑で栽培した暖地型マメ科牧草ファジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.) の栄養収量. *日草誌* 37: 292-294
- 北村征生・西村修一 (1979) 暖地型マメ科・イネ科両草種の混播栽培に関する研究. VIII. カウピーとトウモロコシとの競合能力と生育および窒素固定との関係. *日草誌* 25: 35-42
- 玖村敦彦 (1973) 作物の生産過程. 作物学(後藤寛治・川原治之助・玖村敦彦・丹下宗俊・佐藤 庚著), 朝倉書店, 東京, p 124-136
- 松村 修 (2009) 飼料イネの栽培ポイント. 飼料イネの低コスト安定多収栽培技術. 最新農業技術 畜産 vol. 2 飼料イネで自給力アップ(農山漁村文化協会編), 農山漁村文化協会, 東京, p 31-39
- 松山裕城 (2009) WCSの給与方法. WCSの栄養的, 生理的な飼料特性. 最新農業技術 畜産 vol. 2 飼料イネで自給力アップ(農山漁村文化協会編), 農山漁村文化協会, 東京, p 77-82
- Nagashiro CW, Shibata F, Komaki H (1992) Effects of flooding and drought conditions on growth of phasey bean (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.). *J Japan Grassl Sci* 38: 207-218
- Nagashiro CW, Shibata F (1995) Influence of flooding and drought conditions on herbage yield and quality of phasey bean (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.). *Grassl Sci* 41: 218-225
- 中西雄二 (2002) 稲発酵粗飼料研究の現状と展望 (8). 一稲発酵粗飼料の肉用繁殖牛における栄養価と採食性. *農業技術* 57: 517-518
- 中野 豊・飛佐 学・望月俊宏・下條雅敬・増田泰久 (2003) ファジービーンとの混作が浮イネの収量に及ぼす影響. *日作紀* 72(別2): 340-341
- 農林水産省大臣官房統計部 (2009) 農林水産統計. 平成20年産飼料作物の作付(栽培)面積—飼料作物の作付(栽培)面積は, 前年産に比べて4,300ha増加—. 東京, <http://www.maff.go.jp/toukei/sokuhou/data/siryou-sakumotu2008/siryou-sakumotu2008.pdf> [2009年8月21日参照]
- 農林水産省生産局畜産振興課 (2010) 飼料用稲の生産・利用を推進する施策の展開. 平成22年度飼料イネの研究と普及に関する情報交換会 飼料イネに関する研究と普及の経緯及び飼料イネ・飼料用米を基軸とする水田飼料作物の新たな展開(独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所那須研究拠点編), 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所那須研究拠点, 那須塩原, p 13-19
- 尾形昭逸・藤田耕之輔・松本勝士・実岡寛文 (1986) マメ科・イネ科飼料作物の混作に関する研究 第1報 ソルガムと青刈ダイズ, サイラトロの混作下における乾物生産および窒素の動態. *日草*

- 誌 32 : 36-43
- Pearson CJ, Ison RL (1997) *Herbage quality and animal intake. Agronomy of Grassland Systems*, Cambridge University Press, Cambridge, p 119-139
- 佐藤 庚・西村 格・伊東睦泰 (1965) 草地における密度の維持に関する生態生理学的研究. 第2報 植栽密度を異にするオーチャードグラスの生育に伴う生産構造及び体内成分の変化. 日草誌 11 : 151-159
- 佐藤吉昭・山崎 哲・大友孝憲・田中伸幸・佐藤文明・池上哲生 (2004) ホールクロップサイレージ用イネの湛水土中点播直播栽培における追肥施用法. 九農研 66 : 7
- 新出昭吾 (2010) 乳牛における飼料イネ WCS 給与と課題. 日草誌 55 : 365-372
- 塩谷 繁 (2002) 稲発酵粗飼料研究の現状と展望 (7). 一稲発酵粗飼料の乳牛への給与技術一. 農業技術 57 : 473-476
- 飛佐 学・川本康博・増田泰久 (1999a) 暖地型マメ科 *Aeschynomene* 属及び *Macroptilium* 属牧草の生育及び窒素固定能に及ぼす湛水処理の影響. 日草誌 45 : 238-247
- 飛佐 学・下條雅敬・岡野 香・増田泰久 (1999b) 水田転換圃場における暖地型マメ科 *Aeschynomene americana* L. の生育特性. 日草誌 45 : 248-256
- 飛佐 学・中野 豊・岡野 香・下條雅敬・増田泰久 (2002) 水田転換畑を有効利用した良質粗飼料生産基盤の確立. 平成 13 年度食肉に関する助成研究調査成果報告書, 財団法人伊藤記念財団, 東京, p 175-180
- 飛佐 学・中野 豊・望月俊宏・下條雅敬・増田泰久 (2003) ファジービーンとの混作が飼料イネの収量に及ぼす影響. 日作紀 72 (別 2) : 342-343
- 飛佐 学・中野 豊・白 珍洙・望月俊宏・下條雅敬・増田泰久 (2005) ファジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.) 混合が飼料イネサイレージの発酵品質ならびに嗜好性に及ぼす影響. 日草誌 51 : 274-280
- 飛佐 学・中野 豊・白 珍洙・望月俊宏・下條雅敬・増田泰久 (2006) ファジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.) 混合が浮イネ (*Oryza sativa* L.) サイレージの発酵品質に及ぼす

影響. 日草誌 52 : 155-160

鳥飼芳秀・中川幸夫・梶原良徳・梶原さゆり・篠崎久美香・白 珍洙・望月俊宏 (2001) 代かき同時土中点播方式による水稲直播栽培の実証研究. 九大農学部農場報告 10 : 32-34

吉田 実 (1995) 畜産を中心とする実験計画法, 養賢堂, 東京, p 1-474

Yunus M, Ohba N, Tobisa M, Nakano Y, Shimojo M, Furuse M, Masuda Y (2001) Improving fermentation and nutritive quality of napiergrass silage by mixing with phasey bean. *Asian-Aust J Anim Sci* 14 : 947-950

要 旨

飛佐 学・中野 豊・白 珍洙・望月俊宏・下條雅敬・増田泰久 (2012) : 混作栽培した飼料イネとファジービーン (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.) の生産性および栄養成分. 日草誌 57 : 179-184

水田を有効利用した飼料作物生産技術の開発を目的とし, 良質飼料イネサイレージの栽培利用法を確立するため, 暖地型マメ科牧草ファジービーン (Pb) と飼料イネ (西海 203 号) の混作が乾物収量, 栄養成分および栄養収量に及ぼす影響について移植栽培による検討を行った。イネ・Pb 混作区 (個体密度比 1 : 1, 単作区と同様の個体密度) のイネにおいて, 株あたりの茎数, 株あたりおよび 1 茎あたりの葉数および葉面積は単作区のイネより高く, 混作区の乾物収量は単作区より高い傾向があった。また混作区の粗タンパク質 (CP) 含量は単作区より高い傾向があり, CP 収量も混作区が高い傾向を示した。混作区のイネ稈部およびイネ全体の NDF および ADF 含量は単作区のイネより低く, *in vitro* 乾物消化率も単作区のイネより高い値となり, 可消化乾物収量では混作区が単作区より有意 ($P < 0.05$) に高い値を示した。混作時の群落生産構造が単作と異なることが推察され, 混作区イネの生育ステージが単作区イネよりも進んでいなかった可能性も示唆された。そのため, 混作区の収穫物全体の CP 含量, 乾物収量, CP 収量および可消化乾物収量が高まる傾向が認められた。

キーワード : イネ, 混作, 生産性, ファジービーン.