

ホールクロップサイレージ用早生系イネの品種比較試験

－品種の違いが発酵品質および飼料成分に及ぼす影響－

斉藤健一・西川康之*・斉藤幸一*・米本貞夫

Comparison of Precocious Forage Rice for Whole Crop Rice Silage － Difference of Breed affected Fermentation Quality and Feed Composition －

Ken-ichi SAITOH, Yasuyuki NISIKAWA*, Koh-ichi SAITOH* and Sadao YONEMOTO

要 約

千葉県内に適した早生系飼料用イネの品種選定を行うため、ふさおとめ（対照品種）・ふ系飼206号・北陸184号・北陸187号および北陸193号を用いて調査をおこない以下の結果を得た。

1. 対照のふさおとめ以上の収量があり、8月中に収穫可能な品種は、ふ系飼206号と北陸184号であった。
2. イネの飼料成分は各品種ともほぼ同様な値を示し、可消化養分総量は、おおむね53～56%の範囲内で、各品種間に大きな差はなかった。
3. 専用収穫機でホールクロップサイレージに調製した場合の発酵品質は、水分含量の最も高かった北陸193号で低下傾向を示していたものの、Vスコアでは対照のふさおとめとは差が認められず、また他の品種についてもふさおとめと同等以上の発酵品質を示していた。
4. ホールクロップサイレージの乳用牛に対する嗜好性は、ふさおとめが良好であったのに対して、他の4品種は株元部分で劣っていた。

結 言

千葉県内で栽培される飼料用イネの収穫は、その多くを稲作農家が中心となり行っている。そのため、食用イネの収穫時期と重複しないように、作業時期を分散させて行う場合が多く、食用イネ収穫開始の直前までか、もしくは食用イネ収穫終了後、主に行うことになる。

一般に県内の食用イネ収穫は、早場米地帯として8月中旬から9月上旬にかけて刈取りが行われており¹⁾、従って早い時期では8月上旬から飼料イネの収穫が始まる。

一方、県内の水田圃場の多くが湿田であり²⁾、飼料イネの収穫は天候に左右されやすい。例年7月中旬までに梅雨が明け、それ以降8月下旬までは比較的天候が安定しているが、9月以降になると降水量が多くなっている。(図1)

これらのことから、生産現場では飼料イネ収穫を天候の安定している8月上旬から8月下旬頃までにある程度終了させたいため、その時期に収穫可能で、収量性の高い早生系の飼料用イネの品種選定の要望が高まってきている。

これまで飼料イネ専用品種として、はまさり³⁾、ホシアオバ(中国146号)⁴⁾およびクサノホシ(中国147号)⁵⁾などの品種が選抜され、品種登録が行われている。しかしこれらは全て中晩生品種であり、コシヒカリなどの早生系品種と同等もしくはそれよりもさらに早い極早生種の飼料用イネの品種登録は無い。

そこで今回、千葉県農業総合研究センター水稲育種研究室を中心として、県内に適した早生系飼料イネの品種選定を目的に現地での品種比較試験を行い、筆者らの研究室では品種による発酵品質や飼料成分ならびに牛に給与した場合の嗜好性について調査をおこなったので報告する。

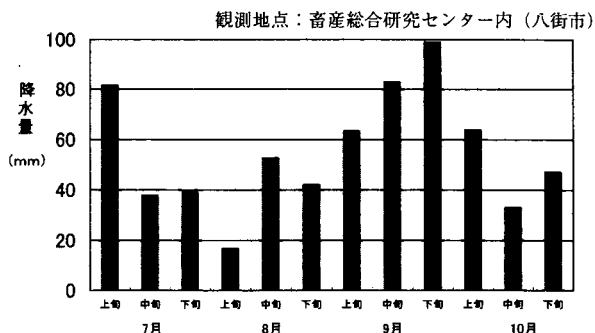


図1 過去10年間における旬別平均降水量

* 千葉県農業総合研究センター
平成16年8月31日受付

材料および方法

1. 供試イネ

試験には、ふさおとめ(対照品種;食用早生品種)・ふ系飼206号・北陸184号・北陸187号および北陸193号の5品種を供試し、平成15年3月15日に全品種を播種(播種量は乾籾150g/箱)した。移植については、ふさおとめ・ふ系飼206号は4月16日に、北陸184号、北陸187号および北陸193号は5月16日に行った。試験圃場は千葉県干潟町の現地圃場において、1試験区40aの1区制で実施した。施肥量は基肥として窒素、リン酸、カリをそれぞれ6kg/10a、8kg/10a、7kg/10aを施し、水管理等は慣行法により実施した。

2. サイレージ調製

調査1は簡易試験として、完熟期に達したイネ(出穂後38日から49日目)の地上10cm以上部を長さ2.6cmに細切後、3リットル容量の簡易サイロに一定量(1400g)を圧縮密閉し、各品種とも2反復ずつ作成し、室温下で118日から120日間貯蔵した。

調査2では現地試験として、完熟期のイネ(出穂後38日から65日目)をコンバイン型の専用収穫機(キセキ社製HW1000)により収穫し、自走式ベールラップ(タカキタ社製SW1000)を用いてストレッチフィルムで6層巻に密封し、ロールベールラップサイレージとして調製した。なお、各品種とも現地圃場で作成したロールの中から無作為に2個ずつ抽出し、ロールサンプルとした。また、調製されたイネホールクロップサイレージ(以下イネWCS)はトラック車両により当畜産総合研究センターまで輸送後、敷地内(野外)において、縦置き1段で貯蔵した。また、開封にあたっては各品種とも平均貯蔵日数がほぼ同一になるように順次開封を行った。なおこの場合の各品種ごとの平均貯蔵日数は116日から128日間であった。

また、添加剤として現地試験では収穫時に専用収穫機搭載の添加装置により、イネ原物重量に対して0.7%量の33%尿素液を添加した。簡易試験については添加剤無添加で調製を行った。

3. 調査項目と分析方法

現地試験で作成したイネWCSからのサンプル採取は、各ロールとも縦置き垂直方向に3等分(穂の多い部分・中央部・株元が多い部分)し、ベール表面から約15cm内部の各4ヶ所ずつから部位別のサンプルを採取後、等体積混合法⁶⁾により混合縮分したものを、サイレージサンプルとして分析に用いた。簡易サイロで調製したサイレージについては、サイロ中央部分のものをを用いた。

サイレージの発酵品質は、品質評価ガイドブック⁷⁾に基づき、新鮮物抽出液を用いて、pH値はガラス電極pHメータ(東亜電波工業社製IF-20E)により測定した。乳酸および

揮発性脂肪酸(酢酸、プロピオン酸、酪酸;VFA)については渡辺ら⁸⁾の方法に準じて、高速液体クロマトグラフ法(カラム:島津SCR102-H、7mm×25mm)による、VFAと乳酸の同時定量法で行った。揮発性塩基態窒素(VBN)は水蒸気蒸留法、全窒素量(TN)はケルダール法でそれぞれ分析し、発酵品質については、VBN/TNとVFA含有量から求めるVスコアにより評価した。

簡易試験に用いたイネ材料草と、簡易試験および現地試験で作成したサイレージの一般成分(粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維、粗灰分、可溶無窒素物)と酸性および中性デタージェント繊維(ADFおよびNDF)については、公定法にのっとり、70℃72hrの熱風乾燥法により水分含量測定後のサンプルを粉碎し分析に用いた。可消化養分総量(TDN)については一般成分値に日本標準飼料成分表⁹⁾のイネ・サイレージの消化率を乗じて推定した。

イネWCS嗜好性調査として、現地農家での乳用牛への給与観察と聞き取り調査により、品種ごとの採食性について調査した。

その他、ロール重量を台貫計(大原機械製作所)により、ロール作成日とロール開封日のそれぞれで測定した。

統計処理は一元配置の分散分析により、各品種間の有意差を検討した。

結 果

1. 気象状況

当畜産総合研究センター内(八街市)の温湿度記録計(いすゞ製作所No3-1122型)による、過去10年間の4月から9月までの月別平均気温と、平成15年の月別平均気温を表1に示した。試験実施年の月別平均気温は過去10年間と比べ、4月～6月まではほぼ同程度の気温で推移していたが、7月では過去10年間と比較して、3.5度低下しており、8月についても同様に1.2度低かった。

表1 過去10年間の月別平均気温と平成15年の月別平均気温(℃)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
過去10年間の月別平均気温	13.7	17.7	20.9	25.3	26.5	22.8	17.7
平成15年の月別平均気温	13.8	17.3	22.2	21.8	25.3	23.3	16.4

2. 生育状況

生育状況を表2に示した(千葉県農業総合研究センター調べ)。出穂期の最も早かったのがふ系飼206号の7月17日で、それに続いて食用早生品種のふさおとめの7月21日であった。最も出穂期が遅れたのが、北陸193号で8月12日であった。

乾物収量は8月28日調査のふさおとめが1175kg/10aであったのに対し、同日調査のふ系飼206号では1239kg/10aと、ふさおとめより収量が高かった。また9月26日調査の北陸184号・北陸187号および北陸189号の各品種とも、8月28日調査のふさおとめ以上の収量を示し、中でも北陸193号は1317kg/10aと、供試品種中もっとも収量が多かった。

倒伏状況は0(無)から5(甚)の6段階評価で、北陸184号の出穂54日から59日後で2.5とやや倒伏が目立ったが、出穂約40日後では各品種とも0.5～1.0の倒伏程度で、品種間に大きな差はみられなかった。

表2 WCSに用いた飼料イネの生育状況

品 種	出穂期	乾物収量		倒伏程度*	
		刈刈日	(kg/10a)	出穂約40日後	出穂54～59日後**
ふさおとめ	7月21日	8月28日	1175	1.0	-
ふ系飼206号	7月17日	8月28日	1239	0.5	-
北陸184号	8月3日	9月26日	1273	1.0	2.5
北陸187号	7月29日	9月26日	1184	0.5	0.5
北陸193号	8月12日	9月26日	1317	1.0	-

※) 千葉県農業総合研究センター水稲育種研究室調べによる。

* 倒伏程度は、0：無～5：甚の6段階評価。

** 北陸184号、北陸187号及び北陸193号の倒伏程度は、出穂約40日後及び収穫時(刈刈日)に調査した

3. 簡易試験に用いた飼料イネの飼料成分

簡易試験に用いた飼料イネの飼料成分値を表3に示した。飼料イネの水分含量は、北陸193号が地上部(地際刈り)および地上10cm以上部とも65%以上であったのに対し、他の品種では、60%以下に低下していた。

乾物中の飼料成分値は各品種ともほぼ同様な値を示し、地際刈りのTDNでは、おおむね53～56%で、各品種間に大きな差は見られなかった。また刈取り高さによる飼料成分への影響は、地上10cmの高刈を行うことで、地際刈にくらべて粗タンパク質含量が向上し繊維成分が低くなる傾向にあったがその差はわずかであり、同様にTDNにおいても北陸193号で1.3%の差となったが、他の品種では0.2%以下の差であった。

4. イネWCSの発酵品質

簡易サイロで調製したサイレージの発酵品質を表4に示した。水分含量は北陸193号が67.9%と最も高く、続い

てふ系飼206号の63.0%で、それぞれ他の品種に比べて有意(P<0.05)に高くなっていた。

VBN/TNでは全ての品種で10%以下に低下し、特にふさおとめでは3.1%と最も低く、他の品種に比べ有意(P<0.05)に低下していた。またpHについては4.7から5.2の範囲と4.2以下には低下していなかった。

有機酸含量はふ系飼206号の酢酸含量が他の品種に比べ有意(P<0.05)に高く、また酪酸含量も対照のふさおとめ・北陸184号および北陸193号と比べ有意に高く、Vスコアではふ系飼206号が79点で他の品種に比べ有意(P<0.05)に低下していた。

現地試験により調製したサイレージの発酵品質を表5に示した。水分含量は北陸193号が71.6%と最も高く、逆に最も低かったのが北陸184号の51.0%で、それぞれ他の品種と比べ有意(P<0.05)差が認められた。

VBN/TNは簡易試験に比べ全体的に高く各品種で12%以上の値を示し、中でも北陸193号が23.5%と他の品種に比べ有意(P<0.05)に高くなった。またpHも同様に簡易試験に比べて高い傾向にあり、特に北陸184号が6.6と他の品種に比べ有意(P<0.05)に高くなった。

有機酸含量は北陸184号の乳酸および酪酸含量が最も低い値を示し、他の品種に比べ発酵が進んでいなかった。また北陸184号はVBN/TNも低かったことによりVスコアでは79点となり、他の品種間に比べ有意(P<0.05)に高くなった。一方、水分含量と酪酸含量が最も高かった北陸193号のVスコアは23点と最も低くなったが、対照のふさおとめと差は認められなかった。

5. イネWCSの飼料成分

簡易試験および現地試験により調製したイネWCSの飼料成分を表6、7に示した。北陸193号の繊維質含量が他

表3 WCSに用いた飼料イネの飼料成分値

品 種 名	採取日	出穂後収穫までの経過日数	熟 期	刈取高さ	水分含量 (%)	乾 物 中 (%)								
						C P	粗灰分	粗脂肪	粗繊維	N F E	NDF	ADF	TDN*	
ふさおとめ	8月28日	38日	完熟期	地際～	53.8	5.7	13.0	2.8	21.5	57.0	43.3	26.3	55.0	
				地上10cm	50.9	6.1	12.8	2.8	20.6	57.6	39.2	23.2	55.1	
ふ系飼206号	8月28日	42日	完熟期	地際～	59.6	6.3	13.0	2.0	21.0	57.7	38.1	23.4	54.5	
				地上10cm	57.2	6.6	13.3	2.3	19.2	58.7	38.4	23.4	54.7	
北陸184号	9月8日	36日	完熟期	地際～	54.7	4.8	13.2	1.8	19.3	60.8	41.0	22.3	55.1	
				地上10cm	53.3	5.2	13.4	1.7	17.0	62.6	35.7	22.1	55.3	
北陸187号	9月8日	41日	完熟期	地際～	54.4	4.7	11.8	1.7	21.2	60.6	42.5	23.8	55.8	
				地上10cm	51.6	5.0	12.1	1.6	20.3	61.0	39.2	23.2	55.6	
北陸193号	9月30日	49日	完熟期	地際～	67.0	6.0	13.5	1.4	23.4	55.7	45.8	28.3	53.6	
				地上10cm	66.1	6.2	14.9	1.3	24.6	52.9	51.4	30.1	52.3	

* TDN値は、日本標準飼料成分表(2001年版)の生草の消化率から算出した

表4 簡易サイロによるイネWCSの発酵品質

品種名	刈取梱包日	出穂後収穫までの経過日数	詰込密度 (kg・DM/m ³)	貯蔵日数	イネ水分含量 (%)	サイレージ水分含量 (%)	VBN/TN (%)	pH	有機酸含量 (新鮮物中%)				Vスコア (点)								
									乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸									
ふさおとめ	H15.8.28	38	186	118	50.9	54.9	c	3.1	d	4.7	b	0.36	a	0.23	b	0.01	b	0.13	b	89	a
ふ系飼206号	H15.8.28	42	162	118	57.2	63.0	b	5.8	b	4.8	b	0.11	c	0.54	a	0.01	b	0.20	a	79	b
北陸184号	H15.9.8	36	177	119	53.3	56.0	c	4.4	c	5.1	a	0.25	ab	0.20	b	0.02	a	0.10	b	91	a
北陸187号	H15.9.8	41	183	119	51.6	57.3	c	4.7	c	5.2	a	0.12	bc	0.23	b	0.02	a	0.15	ab	88	a
北陸193号	H15.9.30	49	126	120	66.8	67.9	a	7.0	a	5.1	a	0.24	ab	0.18	b	0.01	b	0.10	b	88	a

* 縦列異符号間に有意差 (P<0.05) あり

表5 現地試験によるイネWCSの発酵品質

品種名	刈取梱包日	出穂後収穫までの経過日数	ロール重量 (kg)		平均貯蔵日数	サイレージ水分含量 (%)	VBN / TN (%)	pH	有機酸含量 (新鮮物中%)				Vスコア (点)
			調製時	開封時					乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	
ふさおとめ	H15.8.28	38	288	278	116	62.2 b	18.4 b	5.4 cd	0.16	0.43 a	0.023 ab	0.14 bc	45 bc
ふ系飼206号	H15.9.25	65	271	266	118	62.1 b	13.7 b	5.3 b	0.09	0.43 a	0.014 bc	0.22 ab	56 ab
北陸184号	H15.10.2	60	285	282	128	51.0 c	12.3 b	6.6 a	0.08	0.20 b	0.003 d	0.02 c	79 a
北陸187号	H15.10.2	65	287	279	126	58.2 b	13.1 b	6.4 b	0.11	0.17 b	0.007 cd	0.07 c	72 ab
北陸193号	H15.10.2	56	279	278	128	71.6 a	23.5 a	5.6 c	0.15	0.43 a	0.027 a	0.31 a	23 c

* 縦列異符号間に有意差 (P<0.05) あり

表6 簡易サイロによるイネWCSの飼料成分

品種名	出穂後刈取りまでの経過日数	サイレージ水分 (%)	乾物中 (%)							
			CP	粗灰分	粗脂肪	粗繊維	NFE	NDF	ADF	TDN*
ふさおとめ	38	54.9 c	6.6 a	11.5 d	3.4	20.9 b	57.6 ab	40.4 b	24.9 b	58.3 a
ふ系飼206号	41	63.0 b	6.9 a	15.0 ab	3.3	21.4 b	53.3 bc	39.7 b	24.6 b	55.7 b
北陸184号	36	56.0 c	5.5 b	13.4 bd	2.9	18.2 b	60.0 a	36.2 b	22.4 b	57.5 ab
北陸187号	41	57.3 c	5.2 b	14.0 bc	3.3	21.1 b	56.4 ab	41.3 b	26.0 b	56.8 ab
北陸193号	49	67.9 a	6.9 a	16.8 a	3.1	28.3 a	44.8 c	54.7 a	33.3 a	52.8 c

* TDN値は、日本標準飼料成分表 (2001年版) のサイレージ・イネの消化率から算出

** 縦列異符号間に有意差 (P<0.05) あり

表7 現地試験によるイネWCSの飼料成分

品種名	出穂後刈取りまでの経過日数	サイレージ水分 (%)	乾物中 (%)							
			CP	粗灰分	粗脂肪	粗繊維	NFE	NDF	ADF	TDN*
ふさおとめ	38	62.2 b	6.8 ab	12.7	2.4	22.9 b	55.1 a	46.6 b	27.5 b	56.3 a
ふ系飼206号	65	62.1 b	7.9 a	14.6	2.4	20.5 b	54.6 a	41.0 b	27.5 b	55.4 a
北陸184号	60	51.0 c	5.6 c	14.5	2.5	20.6 b	56.8 a	41.2 b	26.5 b	55.9 a
北陸187号	65	58.2 b	6.3 bc	14.6	2.7	22.1 b	54.3 a	45.7 b	26.5 b	55.5 a
北陸193号	56	71.6 a	7.7 a	19.9	2.8	29.3 a	40.2 b	58.5 a	35.3 a	50.0 b

* TDN値は、日本標準飼料成分表 (2001年版) のサイレージ・イネの消化率から算出

** 縦列異符号間に有意差 (P<0.05) あり

の品種に比べ有意(P<0.05)に高く、NFE含量では逆に有意(P<0.05)に低くなっていた。またTDNについても他の品種と比べ有意(P<0.05)に低かった。北陸193号以外の各品種のTDNは、簡易試験で55.7%から58.3%、現地試験で55.4%から56.3%で大きな差は見られなかったが、全体的に簡易試験に比べ現地試験のTDN値が低い傾向を示していた。

6. イネWCSの嗜好性

現地試験で調製したイネWCSの乳用牛への嗜好性は、ふさおとめが良好であったのに対し、他の品種では株元部分の粗剛部分で食べ残しが若干見られた。しかし、各品種とも穂部についての嗜好性は、極めて良好であった。(表8)

表8 現地試験によるイネWCSの嗜好性

品種名	嗜好性
ふさおとめ	良好
ふ系飼206号	株元部分の一部で嗜好性が若干低い。他の部位は良好。
北陸184号	〃
北陸187号	〃
北陸193号	〃

考 察

飼料イネの収穫適期は糊熟期から黄熟期とされており¹⁰⁾、品種や気温によって違ってくるが、出穂後約30日を経過するとおおむね黄熟期に達する¹¹⁾。本試験を実施した平成15年の7月から8月にかけての気温は過去10年間の平均気温と比べてかなり低く、生育に影響があったものと考えられるが、出穂後30日間程度経過した後に収穫を行うと仮定し、さらに本試験での生育期の気温が低かったことを考慮して考えた場合、県内で8月中旬に収穫可能な品種は、ふ系飼206号、北陸184号および北陸187号の3品種が適応範囲内にあるものと考えられた。また収量性をあわせて考えた場合、対象のふさおとめ以上の収量のあったふ系飼206号および北陸184号の2品種が、早生系有望品種と考えられ、収量調査が約1ヶ月遅かったにもかかわらず、ふさおとめと収量がほとんど変わらなかった北陸187号は有望品種とは考えられなかった。北陸193号については出穂が遅く登熟も遅れていたが収量性のみから考えた場合、今回用いた品種の中では最も高かったことから、中生品種として利用できる可能性が示唆された。

一方、発酵品質は出穂後の刈取りまでの経過日数がほぼ同じだった簡易試験では、各品種とも対照のふさおとめと同程度の発酵品質を示し、おおむね発酵品質は良好であった。通常水分が65%以下のイネをサイレージ化することで、良質の発酵品質になる¹²⁾とされていることから、今回簡易

試験で用いたイネ材料草の水分がおおむね65%以下に低下していたことと、さらに土壌中には発酵品質を低下させる酪酸菌が多く存在しているとされることから¹³⁾、泥等の付着の多い株元10cm部分を詰込まなかったこと等により、発酵品質が良好になったものと推測された。

それに対して、現地での実際の専用収穫機で調製をおこなったイネWCSのVスコアは全て80点以下となり、簡易試験と比べて低くなった。これは現地試験では尿素液の添加を実施していたが、尿素は貯蔵中にイネに付着する酵素ウレアーゼの作用によりアンモニアまで分解するとされていることから¹⁴⁾、VBNの主成分であるアンモニア含量が増加したことにより、Vスコアを低下させたものと考えられた。そのため、現地試験で調製したサイレージは尿素液の添加を考慮すると全体的に品質的に劣っているものではなかった。ただし北陸193号では、酪酸含量が0.31%と高かったことから、Vスコアでも23点と低くなり発酵品質が他の品種より低下していた。これはサイレージ中の水分含量が71.6%と、他の品種と比べ有意($P<0.05$)に高かったことによるものと推測され、黄熟期に達していても水分含量が低下しにくいものと考えられ、ダイレクトカット体系には適さない品種と考えられた。また対照のふさおとめと比べて、ふ系飼206号、北陸184号および北陸187号のVスコアは高い傾向を示していたが、収穫時期がふさおとめの出穂後38日目だったのに対して、ふ系飼206号、北陸184号および北陸187号の収穫がそれぞれ出穂後60日目以降であり、収穫時期の差が影響したものと考えられたが、簡易試験での出穂後刈取り日数がほぼ同じ状態でサイレージ化した場合の発酵品質に差が認められなかったことから、実際の現地試験において刈取り日を揃えて収穫した場合、品質的にふさおとめとほとんど差は無いものと考えられた。

サイレージの飼料成分は、簡易試験および現地試験とも同様の傾向を示しており、各品種とも輸入乾草のチモシーと同程度の栄養価⁹⁾であり、家畜の飼料として十分利用可能なものである。なお簡易試験に比べ現地試験でのNFEおよびTDN含量が低下傾向にあった。現地試験での供試品種の刈取りは、簡易試験と比べ遅かった分登熟が進み、NFE含量が高くなってもおかしくはなかったが、これは収穫時におけるモミの脱粒が影響したものと考えられ、専用収穫機で収穫する場合、栄養価の損失がある可能性が示唆された。

以上の結果から収量性および発酵品質を中心に早生系飼料用イネの品種選定を考えた場合、対照のふさおとめと同等の発酵品質を示し収量的にも上回る、ふ系飼206号、北陸184号の2品種が有望と考えられ、また、ふ系飼206号および北陸184号の飼料成分については、各品種間に差はなく、またダイレクトカット体系で収穫を行う場合でも、水分含量が60%以下に低下する完熟期でのサイレージ調製により、良質の発酵品質に調製できることが証明された。なお、ふさおとめ以外の供試品種の株元部分で若干嗜好性が低下していた。これは供試品種の株元部の茎が太く粗剛であったことが原因しているものと考えられ、このことから、給与に

あたっては細かく切断するなどの配慮が必要であると考えられたが、これら有望品種については牛への飼料として、十分流通できるものと考えられた。

参 考 文 献

- 1) 千葉県農林技術会議編(2001)千葉県稲作標準技術体系: 39-46
- 2) 八槇敦・岡本勝男・川島博之・安西徹郎(2000)土肥誌71: 27-34
- 3) 庭山孝・鈴木計司・戸倉一泰・矢ヶ崎建治・森田久也・塩原比佐雄・長谷川英世・田村真実・峰岸直子(1988)埼玉県農業試験場研究報告43:1-18
- 4) 前田英郎・春原嘉弘・飯田修一・松下景・根本博・石井卓朗・吉田泰二・中川義興・坂井真・星野孝文・岡本正弘・篠田治窮(2003)近畿四国中国農業研究センター研究報告2: 83-98
- 5) 春原嘉弘・飯田修一・前田英郎・松下景・根本博・石井卓朗・吉田泰二・中川義興・坂井真・星野孝文・岡本正弘・篠田治窮(2003)近畿四国中国農業研究センター研究報告2: 99-113
- 6) 田中治・篠田満(2003)Grassland Science 49(2):163-169
- 7) 自給飼料品質評価研究会編(2001)改訂 粗飼料の品質評価ガイドブック、日本草地畜産種子協会、東京
- 8) 渡辺晴生・堀田正樹・高梨 勝・佐藤公明(1998)千葉畜七研報22:49-57
- 9) 独立行政法人農業技術研究機構編(2001)日本標準飼料成分表、中央畜産会、東京
- 10) 日本草地畜産種子協会(2001)稲発酵粗飼料生産・給与技術研修会資料:41-48
- 11) 斎藤健一・西川康之・斎藤幸一・米本貞夫(2003)千葉畜七研報3:59-60
- 12) 農業技術研究機構編(2002)稲発酵粗飼料生産・給与マニュアル
- 13) McDoNALD, P., A.R. HENDERSON and S.J.E. HERON (1995)サイレージの生化学(内田仙二・大島光昭監修)、デイリージャパン社、東京、P29-34
- 14) 吉田宣夫(1999)畜産の研究53(1):134-140