

早期水稲後地に適する飼料作物の晩夏播き栽培と 冬期におけるサイレージ調製

太田 剛・柿原孝彦・馬場武志

早期水稲後地を自給飼料生産に有効利用するために、飼料作物の晩夏播き栽培の導入を図り、適草種及び冬期に収穫した飼料作物のサイレージ調製について、二条大麦、エンバク、イタリアンライグラスを用いて比較検討した。①早期水稲後地を利用して、飼料作物の晩夏播きを行うことは可能であり、二条大麦・イタリアンライグラス混播とエンバク・イタリアンライグラス混播は2番草まで収穫すれば、各草種の単播よりも安定多収で、早期水稲後地での晩夏播き栽培に適していた。②晩夏播きした飼料作物を冬期に収穫し、無予乾で調製したサイレージは、いずれの草種においても発酵が進まず、酪酸を含まない、乾物回収率の高いサイレージであった。③冬期に調製するサイレージは糖の添加効果が認められず、調製にあたっては糖を添加する必要がなかった。

[キーワード：早期水稲後作、晩夏播き、混播、サイレージ]

The Selection of a Few Forage Crops after Early-season Rice Culture and Their Adaptability for Silage Making in Wintertime. OHTA Takeshi, Takahiko KAKIHARA and Takeshi BABA (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 14 : 199-202 (1995)

This study was taken to clarify the proper combination in the mixed culture of Barley, Oats and Italianryegrass after early-season Rice culture. The quality of their silages that made in wintertime was also examined. (1) Total yields of Barley-Italianryegrass or Oats-Italianryegrass mixed culture were higher and stabler than those of pure culture of each crop. (2) Unwilted silage was not fermentable in wintertime. And it did not contain any butyric-acid and showed high recovery of dry matter. (3) Addition of fermentable carbohydrate was not effective for the improvement of the quality of silages made in wintertime.

[Key words : Crop after early-season rice culture, Sowing in late-summer, Mixed culture, Silage]

結 言

良食味米の需要の高まりにより、所得向上が可能なコシヒカリの早期栽培が定着化しており、福岡県の平成4年度の作付け面積は約4千haに上っている。早期水稲の栽培期間は4月の田植えから8月の収穫までであるため、裏作に実取り用の大麦や小麦を栽培することは困難である。一方、飼料作物の晩夏播きは、その栽培期間から早期水稲の裏作として作付可能で、新たな飼料基盤の創出による粗飼料の自給率向上や、粗飼料の端境期に収穫できることによる栽培調製労力の平準化など畜産農家にとっても利点が多い。飼料作物の晩夏播きとしては、イタリアンライグラスや、飼料用麦類が考えられるが、イタリアンライグラスは播種年内の生産性が低い^{4,11)}。イタリアンライグラスと比べて低温伸長性の高い飼料用麦類は、発芽期の降雨により湿害を受け易く、登熟の年次間差が大きい等、生育や収量が不安定である^{4,5)}。これらの欠点を補う方法としてイタリアンライグラスと麦類の混播も試みられている^{3,5,7,11)}が、これらの報告は畑地での栽培であり、早期水稲後地での飼料作物栽培についての報告はない。さらに、最近の早期水稲移植時期の早進化により飼料作物の栽培利用期間も大きく影響を受けるため、飼料作物の晩夏播き栽培が早期水稲後地に適用可能か検討する必要がある。

また、晩夏播きした飼料作物の1番草は12月から1月に収穫することになり、青刈利用する場合には問題ないが、サイレージ調製する場合には、冬期の低温下で予乾する事は困難であり、夏期のサイレージ調製とは条件が異なり、高水分材料の低温下での発酵となる。夏期のサイレージ調製に関する報告は多いが、冬期のサイレージ調製に関する

報告は少なく、冬期に調製したサイレージの発酵特性は明らかではない。

そこで、本研究では早期水稲後地における飼料作物の晩夏播き栽培と、冬期に収穫する1番草を低温無予乾条件下でサイレージ調製した場合の発酵品質について検討した。

試 験 方 法

試験1 飼料作物の晩夏播き栽培の検討

- 1 圃場条件：圃場は花崗岩残積土の砂壤土の福岡県農業総合試験場内造成水田を用い、前作及び後作は水稲品種「コシヒカリ」の標準的な早期栽培を行った。
- 2 供試材料：草種は二条大麦、エンバク、イタリアンライグラスそれぞれの単播及び二条大麦とイタリアンライグラスの混播、エンバクとイタリアンライグラスの混播について検討した。品種は二条大麦は「ワセドリ」、エンバクは「ハヤテ」、イタリアンライグラスは「タチワセ」（早生品種）を用いた。
- 3 栽培概要：播種は1991年は9月5日、1992年は9月17日に行った。播種量及び播種法は、麦類は単播、混播いずれも10kg/10aを散播し、イタリアンライグラスは単播、混播いずれも2kg/10aを散播した。
施肥は1991年、1992年の両年とも基肥はN、P₂O₅、K₂Oを各10kg/10aとし、追肥は1回につきN、K₂Oを各7kg/10aとして10月上旬、1番草刈り後の2月上旬の2回行った。
- 4 収穫：収穫は1991年の1番草は12月20日、2番草は4月8日に行い、1992年の1番草は12月17日、2番草は4月6日に行った。

第1表 刈り取り時の生育ステージ

草 種	1991年		1992年	
	1 番草	2 番草	1 番草	2 番草
イタリアンライグラス	伸長期	出穂期	伸長期	出穂始期
二 条 大 麦	乳熟期	—	開花期	—
エ ン バ ク	開花期	—	—	—

試験2 サイレージ発酵特性の検討

1 供試材料：草種は二条大麦，エンバクそれぞれの単播及びエンバクとイタリアンライグラスの混播を用い，品種は，試験1と同じとした。

2 サイレージ調製及び開封：二条大麦，エンバクは1992年1月20日，混播は1991年12月26日にサイレージ調製した。この時の生育ステージは二条大麦が乳熟期，エンバクが開花期，混播のイタリアンライグラスが伸長期，混播のエンバクは開花～乳熟期であった。

調製方法は，いずれの草種も刈取り後，無予乾で20容量の実験用サイロに詰め込み，屋外で保存した。また，対照区として春夏期の調製を想定して25℃の恒温処理区を設定した。併せて，ブドウ糖を2%添加した処理区を設けて比較検討した。

サイレージの開封は二条大麦，エンバクは1992年2月26日，混播は1992年2月24日に行った。

3 サイレージ分析：サイレージ70gに蒸留水140mlを加え1昼夜冷蔵保存後，No.5Aのろ紙で濾過したサイレージ抽出液を用いて，pHはガラス電極pHメーターで測定し，乳酸はBarnetの改変した²⁾Barker & Summersonの方法¹⁾で定量した。酢酸及び酪酸の定量はガスクロマトグラフィーを用い，揮発性塩基態窒素(VBN)は水蒸気蒸留法¹⁰⁾で定量した。

また，サイレージを80℃で48時間熱風乾燥して乾物率を測定した後，粉碎してケルダール法⁸⁾により全窒素(T-N)を定量した。乾物回収率は調製時及び開封時の全体重量と乾物率から算出した。

結果及び考察

1 生育概況及び乾物収量

1992年は1991年と比べ，播種期の遅れにより1番草の生育は全体的に悪くなり，特に二条大麦の生育は抑制されたが，イタリアンライグラスはあまり大きな影響を受けなかった。これには，秋期の降雨と日照不足も影響していると考えられた。1992年の播種期が遅れたのは，降雨によ

り耕起不能であったためである。早期水稲後地は地盤が軟弱で少量の降雨であっても耕起不能になり，播種期が遅れやすく麦類の湿害も出やすいと考えられた。2番草は兩年とも再生が良く生育も良好であった。

刈り取り時の生育ステージは第1表のとおりであった。1992年の二条大麦は生育が遅れ，刈り取り時に開花期までしか達しなかった。1991年の刈り取り時の生育ステージが二条大麦は乳熟期，エンバクは開花期であったことから，年内刈りを前提とした場合，晩夏播きした飼料用麦類はホールクロップサイレージに適したステージである糊熟期までは進みにくいと考えられた。

晩夏播きした飼料作物の乾物収量を第2表に示した。

1991年の1番草の乾物収量は，単播ではエンバクが最も多く，ついで二条大麦であり，イタリアンライグラスは少なかった。混播ではエンバクとイタリアンライグラスの組合せは，二条大麦とイタリアンライグラスの組合せと比べて多収であった。1991年の二条大麦・イタリアンライグラス混播及びエンバク・イタリアンライグラス混播とそれぞれの麦類単播を比較すると，混播の1番草収量は単播の収量を上回るものではなかった。1991年の混播の1番草における飼料用麦類とイタリアンライグラスの収量割合を見ると麦類が優位で，イタリアンライグラスを抑制すると考えられ，その程度は，エンバクと二条大麦ではエンバクの方が強い傾向にあった。

1992年の単播の収量は二条大麦，イタリアンライグラスともに大きな差はなく，混播の1番草収量は単播の収量を若干上回った。1992年は播種期が遅れたうえに秋期の降雨と日照不足のため，麦類単播は1991年と比べて著しく低収となったが，イタリアンライグラス単播の1番草は1991年をやや上回る収量であった。1992年の混播の1番草収量割合を見ると二条大麦の割合が低く，イタリアンライグラスの割合が高くなり，麦類の減収分をイタリアンライグラスが補い，1991年とは逆の傾向が見られた。

1番草の収量のみを考えると麦類の生育が良い場合には，麦類に対するイタリアンライグラスの混播による増収効果はほとんどないと考えられ，他の報告^{3,5,7,11)}ともほぼ一致していた。しかし，混播の効果は麦類の生育が不良な場合に発揮され，1番草の収量安定化につながると考えられた。この結果は福岡の畑地における柿原らの報告⁵⁾と大きな違いはなく，収量の差は早期水稲後地と畑地の違いによるものよりも気象要因によるものの方が大きいと推察された。

1991年の2番草の乾物収量はイタリアンライグラス単播，二条大麦・イタリアンライグラス混播，エンバク・イ

第2表 乾 物 収 量

(kg/10a)

草 種	1991年度						1992年度					
	1 番 草			2 番草			1 番 草			2 番草		
	麦類	イタリアン	合計	イタリアン	合計		麦類	イタリアン	合計	イタリアン	合計	
単 播	二 条 大 麦	732	—	732	—	732	539	—	539	—	539	
	エ ン バ ク	946	—	946	—	946	—	—	—	—	—	
	イタリアンライグラス	—	446	446	668	1114	—	518	518	669	1187	
混 播	二条大麦+イタリアン	428	281	709	560	1269	205	380	585	633	1248	
	エンバク+イタリアン	665	143	808	475	1283	—	—	—	—	—	

第3表 冬期調製サイレージの発酵品質

草 種	保存 条件	水分 %	乾 物 回収率 %	pH	乳酸 ²⁾ %	酢酸 ²⁾ %	酪酸 ²⁾ %	VBN/ T-N %
二条大麦	冬期屋外	68.2	87.0	4.9	0.25	0.47	N.D. ¹⁾	6.8
	25℃	70.8	78.3	4.2	1.50	0.36	0.15	9.0
エンバク	冬期屋外	75.1	90.3	5.5	0.39	0.16	N.D.	11.3
	25℃	75.5	88.7	3.7	1.40	0.25	0.71	9.5
エンバク + イタリアン	冬期屋外	81.3	85.2	4.2	0.12	0.39	N.D.	10.4
	25℃	79.8	78.6	3.6	1.33	0.36	0.22	11.7

1) 検出なし

2) 有機酸含量は現物中の%

タリアンライグラス混播の順で高かった。1991年の1, 2番草の合計収量では混播間に差はなく、混播はイタリアンライグラス単播よりも多収であり、再生草の見られない麦類単播はいずれも低収であった。

麦類の生育の悪かった1992年の2番草の収量はイタリアンライグラス単播、二条大麦・イタリアンライグラス混播ともにほぼ同じであった。これは混播の1番草収量割合が、二条大麦の生育が悪かったためにイタリアンライグラスが高くなり、2番草の収量も高くなったためと考えられた。1992年の1, 2番草の合計収量では二条大麦・イタリアンライグラス混播がイタリアンライグラス単播をやや上回り、二条大麦単播は低収であった。

混播における2番草の収量は麦類の再生がほとんどないため、イタリアンライグラスの収量であり、1番草のイタリアンライグラスの収量が多いほど2番草の収量も多い傾向が見られた。すなわち、1番草のイタリアンライグラスが抑えられた1991年のエンバク・イタリアンライグラス混播では2番草の収量は低くなり、逆に、1番草の生育を抑制するものがないイタリアンライグラス単播や麦類の生育が悪かった1992年の二条大麦・イタリアンライグラス混播では2番草は多収となった。麦類とイタリアンライグラスの混播は、麦類単播と比べて1番草では認められなかった増収効果が、2番草を含めた合計収量では認められ、イタリアンライグラス単播と比べても安定的に多収が得られた。

これらの結果は刈取時期が異なる他の報告^{3,5,11)}と単純には比較できないものの、ほぼ一致しており、早期水稲後地と畑地による違いはほとんどないと推察された。これにより、早期水稲後地において飼料作物の晩夏播きを行うことは可能であり、晩夏播きとしては飼料用麦類とイタリアンライグラスの混播が有利であると考えられた。この場合、早期水稲の裏作として栽培するためには後作の早期水稲の移植準備のために2番草を早く収穫する必要がある、イタリアンライグラスは早生品種を用いる必要があった。

2 冬期に調製したサイレージの発酵特性

冬期に調製したサイレージの発酵品質について第3表に示した。

冬期に調製して屋外保存したサイレージと、春夏期に調製したサイレージを想定して25℃の恒温器で保存したサイレージを比較すると、乳酸含量はいずれの草種においても屋外保存サイレージの方が低かった。pHは乳酸含量が低いと、いずれの草種においても屋外保存サイレージの

第4表 冬期調製サイレージに対する糖の添加効果

草 種	ブドウ 糖添加	水分 %	乾 物 回収率 %	pH	乳酸 ²⁾ %	酢酸 ²⁾ %	酪酸 ²⁾ %	VBN/ T-N %
二条大麦	無添加	68.2	87.0	4.9	0.25	0.47	N.D. ¹⁾	6.8
	2%添加	65.3	91.3	5.0	0.22	0.54	N.D.	6.1
エンバク	無添加	75.1	90.3	5.5	0.39	0.16	N.D.	11.3
	2%添加	74.1	86.8	4.7	0.41	0.28	N.D.	10.0
エンバク + イタリアン	無添加	81.3	85.2	4.2	0.12	0.39	N.D.	10.4
	2%添加	81.3	80.5	4.2	0.10	0.38	N.D.	10.0

1, 2) 第3表に同じ

方が高い値となった。これは、乳酸菌による発酵の最適温度は菌種により異なるが30℃前後、生育可能な温度は10℃～40℃程度である¹⁰⁾ため、屋外保存サイレージでは気温が低いために乳酸発酵が進まなかったと考えられた。乾物回収率は屋外保存サイレージの方がすべての草種で高い傾向が見られた。酪酸は25℃で保存したすべてのサイレージで生成されたのに対し、屋外保存サイレージではいずれのサイレージ中にも生成されなかった。VBN/T-Nは二条大麦、混播では屋外保存サイレージの方が低い値となり、逆に、エンバクでは屋外保存サイレージの方が11.3%と高い値となったが、ほぼ良質サイレージの範囲内であった。

屋外保存サイレージに対してブドウ糖を2%添加した場合の発酵品質について第4表に示した。

ブドウ糖を添加した場合、無添加と比べて、エンバクのpHは低くなったが、逆に、乾物回収率ではエンバク、混播で低くなり、有機酸含量にはどの草種もほとんど変化はなかった。森地ら⁹⁾によると高水分サイレージでは保存温度に関係なく、可溶性炭水化物(WSC)含量が多い場合には品質は良く、WSC含量が少ない場合には品質は悪いとしている。さらに、WSC含量が中程度の場合のみ保存温度が影響し、低温保存(15℃)では品質は良く、高温保存(30℃)では品質は悪いとしている。今回の材料草は大麦でも乳熟期までしか進んでおらず、WSC含量が少ないか中程度の材料草と考えられるが、ブドウ糖添加でも無添加でも品質は良質であった。これは、15℃よりもさらに低温で貯蔵する屋外保存サイレージはWSC含量の多少に関わらず品質が良いためと考えられた。サイレージ発酵では、発酵材料の糖があっても温度が低い場合には乳酸発酵は進まず、発酵材料の糖の影響よりも保存温度の影響が大きいため、冬期に調製するサイレージに対してはブドウ糖の添加効果はないと考えられた。

サイレージの発酵品質は乳酸含量が高くpHが低いものが良いと言われているが、酪酸やアンモニア等の生成がなければ必ずしも乳酸発酵する必要はなく、発酵が進んでいなければ、むしろ乾物回収率が高く有利であるともいえる。この考え方によれば、冬期に無予乾で調製したサイレージは春夏期に無予乾で調製するサイレージよりも品質は良質であった。二条大麦とイタリアンライグラスの混播でも良質のサイレージが得られたとする他の報告^{3,11)}と合わせて考えると、冬期に調製するサイレージの材料草としては二条大麦、エンバク、二条大麦とイタリアンライグラス混播、

エンバクとイタリアンライグラス混播のいずれも適していると考えられた。

冬期に調製したサイレージは、酪酸及びアンモニアの生成が少なく乾物回収率が高いのはよいが、ブドウ糖の添加、無添加に関わらず、乳酸含量が少なく、pHが高いため、高温期になる前までの利用として、開封後は短期間に利用する必要があると考えられた。

以上の結果より、早期水稻後地での飼料作物の晩夏播き栽培は可能であり、収量及び収量安定性から考えると二条大麦・イタリアンライグラスの混播、または、エンバク・イタリアンライグラスの混播が適していた。麦類と混播するイタリアンライグラスは早生品種を用いて、2番草の収穫は4月上旬までに行う必要がある。二条大麦・イタリアンライグラスの混播、エンバク・イタリアンライグラスの混播は、1番草のサイレージ発酵品質からみても二条大麦、エンバクの単播と比べて劣るものではなかった。サイレージ調製に当たっては、刈取り後の予乾無しに調製を行い、添加物も使用せずに高品質のものが得られた。

なお、早期水稻一飼料作物体系を確立するためには、さらに、飼料作物の残根が後作の早期水稻の生育に与える影響を明らかにする必要がある。

引用文献

1) BARKER, S.B. and W.H. SUMMERSON (1941) The

Colorimetric Determination of Lactic Acid in Biological material. *J. Biol. Chem.* 138 : 535-554.

- 2) BARNET, a. I. G. (1951) The Colorimetric Determination of Lactic Acid in Silage. *Biochem. J.* 49 : 527-529.
- 3) 古川陽一・森 大二・西谷公志・白石太郎 (1982) 秋作麦ホールクロップサイレージ調製と飼料価値(2). 岡山県酪農試験場研究報告 19 : 15-29
- 4) 飯田克美 (1978) 飼料用青刈ムギの秋作栽培の実用化. 畜産の研究 32 (8) : 1019-1024
- 5) 柿原孝彦・福田誠実 (1990) 晩夏播における飼料用麦類とイタリアンライグラスの混播栽培. 福岡農総試験報 C-10 : 43-46.
- 6) 菊地政則 (1986) サイレージ発酵と微生物. サイレージバイブル. 酪農学園出版部, pp25-43.
- 7) 三好祐二 (1981) 大麦とイタリアンライグラスの混播栽培. 畜産の研究 35 (4) : 557-561.
- 8) 森本宏編 (1971) 動物栄養試験法. 養賢堂, 東京.
- 9) 森地敏樹, 大山嘉信 (1982) サイレージにおける微生物の動態. 土と微生物 24 : 7-15.
- 10) 農水省草地試験場 (1975) サイレージ試験法. 草地試験場資料 No. 50-3.
- 11) 高崎久生 (1983) 秋作麦類とイタリアンライグラスの混播栽培における作物の種類・品種とその混播量. 日草近中支報 12 (1) : 9-12.