

栃木県北部水田二毛作地帯の水田酪農における 飼料イネ生産・利用技術とその定着条件解明



独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構

畜産草地研究所
(nilgs.naro.affrc.go.jp)

資料の取扱いについて

本資料には未公開のものもありますので、複写、転載及び引用に当たっては、必ず原著者の了解を得た上で利用してください。

表紙写真説明：Y 農場の飼料イネ、田植え時の風景及び飼料イネの
細断ロールペール（2004 年撮影）

栃木県北部水田二毛作地帯の水田酪農における
飼料イネ生産・利用技術とその定着条件解明

目次

刊行にあたって 栃木県北部水田二毛作地帯の水田酪農における飼料イネ生産・利用技術と その定着条件解明について	1
栃木県北部水田二毛作地帯の水田酪農における 飼料イネサイレージの調製及び品質評価	3
飼料イネ細断ロールベール調製の検討	13
飼料イネの収穫・搬送技術の検討	17
栃木県北部水田二毛作地帯の水田酪農におけるふん尿の有効利用と水質保全	25
Y農場における飼料イネ生産・利用の経営経済的評価	31

技術リポート 5号

栃木県北部水田二毛作地帯の水田酪農における
飼料イネ生産・利用技術とその定着条件解明
の刊行にあたって

わが国畜産産業振興への寄与を命題とした畜産草地研究は、研究者の独創的発想に基づくシーズ培養とともに、現場から問題を捉え、現場をフィールドとして現象を解明し、現場に役立つ技術体系を構築することがきわめて大事である。このような観点から、畜産草地研究所においては、特別予算を組んで「現地プロジェクト研究」を実施してきた。本技術リポートは、その一環として取り組まれてきた課題「栃木県北部水田二毛作地帯の水田酪農における飼料イネ生産・利用技術とその定着条件解明」で得られた成果を取りまとめたものである。

米の消費減少を受けて水田における飼料生産利用、畜産における飼料の自給拡大という課題を有する中で、2000年以來、わが国では水稻を大家畜用の粗飼料とする取り組みが本格的に開始され、年ごとに各地に広がっている。当研究所においても、これまで飼料イネの栽培から収穫・調製・給与に至る技術開発について研究を実施してきており、それらを実際の現場に適用し、その技術の弱点を明確にしつつ現場に適応し得る技術に改良するとともに体系化することが重要と考えている。

そこで、当研究所（那須）に近接する栃木県北部平坦地（大田原市）水田二毛作地帯で、トウモロコシのサイレージ生産を基軸とする水田酪農経営に飼料イネを導入し、その生産・利用技術の確立とその定着条件を明らかにすることを目的として本プロジェクト研究に取り組んだ。その結果、水田酪農の自給飼料生産に飼料イネを組み込んだ場合の飼料イネの栽培から収穫・調製、経営評価に至るまでの問題点とその解決方策とが明らかとなり、一定の成果が得られたことから、冊子として刊行し、ご協力いただいた方々に情報としてお返しすることとした。本技術リポートが、飼料イネ導入の参考資料として試験研究機関はもとより、行政や普及関係者の方々にも広くご利用いただければと願っている。

本研究の遂行に当たり、ご協力いただいた生産者をはじめ栃木県酪農試験場、その他関係者の方々にはここに記して御礼申し上げます。

2005年2月

(独)農業・生物系特定産業技術研究機構 理事
畜産草地研究所長 横内圀生

「栃木県北部水田二毛作地帯の水田酪農における飼料イネ生産・利用技術とその定着条件解明」について

家畜生産管理部長 小川増弘

背景とねらい

乳肉牛の飼養における自給飼料生産の重要性が再確認され、飼料の安全性確保の視点からも、飼料の自給率向上に向けての研究・行政一体となった取り組みが進展しつつある。中でも「イネ」の飼料利用に向けた研究開発は、我が国の食糧自給率の維持・向上、資源循環型畜産の構築、水田の高度活用等に大きく貢献するものである。そこで、当研究所（那須）に近接する栃木県北部平坦地（大田原市）水田二毛作地帯でトウモロコシのサイレージ生産を基軸とする水田酪農経営に飼料イネを導入し、その生産・利用技術の確立とその定着条件を明らかにする。

実施計画について

当プロジェクトは、栃木県北部水田二毛作地帯で酪農＋水稲等の複合経営を営んでいる Y 農場において、牛ふん堆肥・尿の連年（3 年程度）施用による飼料イネ生産・利用技術の確立に向けて 2002 年度より試験を実施してきた。施肥条件の異なる水田において水質調査と窒素収支の解明を行うとともに、調製した飼料イネサイレージ（稲発酵粗飼料）の品質及び貯蔵特性への影響、スタックサイレージの良質調製と長期貯蔵の検討を行った。さらに、フォレージハーベスタによる収穫が飼料品質に及ぼす影響についての検討を行うとともに、飼料イネ導入の経済性を明らかにして飼料イネ生産・利用の経営経済的評価を行った。

Y 農場の概要

- 位置：栃木県大田原市（県北部平坦水田地帯で二毛作限界地帯）。
- 経営形態・規模：酪農、稲、麦、ウド、ミニトマトの複合経営。水田 909a、水稲 367a、麦 390a、ウド 43a、ミニトマト(ハウス)1.5a、トウモロコシ 377a、飼料イネ 132a。
- 乳牛飼養頭数：経産牛 40 頭、育成牛 26 頭。1 頭当り乳量年間 8,367kg。
- 主要施設機械：牛舎、堆肥舎、ハウス 4 棟、地下サイロ 6 基、etc. トラクタ 5 台(4 戸共同)、マニュアスプレッダ、コーンハーベスタ、ワゴン、8 条田植機、4 条自脱コンバイン、乾燥機 2 基。ベールラッパ、ベーラは委託で保有せず。

なお、飼料イネ栽培は 1999 年に 30a で開始し、2004 年は 132a に作付けした。

実施体制

推進責任者	畜産草地研究所 家畜生産管理部長	小川増弘
助言者	同 家畜生産管理部 上席研究官	吉田宣夫
チームリーダー	同 家畜生産管理部 飼料調製研究室	村井勝*(2003 年 12 月まで)
	同 家畜生産管理部 調製工学研究室	重田一人(2004 年 1 月から)

1. サイレージ調製及び品質評価

家畜生産管理部 飼料調製研究室 蔡義民、村井勝*、日野直子、徐春城
飼料生産管理部 栽培工学研究室 澤村篤・住田憲俊
家畜生産管理部 調製工学研究室 喜田環樹
草地生態部 物質動態研究室 寶示戸雅之

2. 調製作業の方法

家畜生産管理部 調製工学研究室 喜田環樹、松尾守展、重田一人
飼料生産管理部 栽培工学研究室 澤村篤、住田憲俊

3. 収穫の方法及び作業機

飼料生産管理部 栽培工学研究室 住田憲俊、澤村篤
家畜生産管理部 調製工学研究室 喜田環樹

4. 窒素等の動態解析

草地生態部 物質動態研究室 寶示戸雅之、松波寿弥

5. 飼料イネ導入の経営評価

草地生態部 体系技術評価研究室 関澤音朗、宮路広武

* : 現 北海道農業研究センター

栃木県北部水田二毛作地帯の水田酪農における 飼料イネサイレージの調製及び品質評価

飼料調製研究室 蔡 義民・村井 勝・日野直子・徐 春城
栽培工学研究室 澤村 篤・住田憲俊
調製工学研究室 喜田環樹
物質動態研究室 寶示戸雅之

1. 目的

飼料イネは遊休水田を有効に活用し、耕畜連携、飼料自給率の向上、水田が有する多面的機能の維持および資源循環型畜産等を促進していくうえで、極めて重要な役割を果たしている⁵⁻⁸⁾。この意味で現在、飼料イネサイレージの普及・定着に向けた研究が推進され、飼料イネ専用品種の育成、専用収穫・調製機械の開発、良質なロールベールサイレージの調製技術および乳牛や肉用牛への給与技術に関する研究が各分野で積極に取り組まれている¹⁻⁵⁾。

栃木県大田原市の水田二毛作地帯で、酪農経営において水田を活用した自給粗飼料を生産するため、飼料イネの導入およびその定着条件の検討を行う。飼料イネは、牛ふん堆肥・尿の多量施用により栽培し、黄熟期に刈り取り、ロールベールサイレージを調製して、自給飼料として乳牛に給与する。本研究では各種栽培条件及び異なる収穫・調製条件における飼料イネの化学組成及びサイレージの発酵品質について検討した。

2. 方法

1) サイレージの調製

Y農場の水田で栽培した飼料イネ(品種:はまさり)を黄熟期に刈取って供試した(写真1)。栽培条件は物質動態研究室により設定し、表1に示したように、牛ふん堆肥+尿で3水準の施用量(30a×3区)(多肥栽培である)と、他に若干の化学肥料を施用する。

表1. 牛ふん堆肥・尿の施用量 (2002/6)

	堆肥 (t/10a)	尿 (t/10a)	化学肥料 (kgN/10a)
無化学肥料区(D区)	3.33	2.50	0
標準区(C区)	3.33	2.50	2
1.5倍区(B区)	5.00	3.75	2
2.0倍区(A区)	6.67	5.00	2

標準区:堆肥 3.3t/10a+尿 2.5t/10a, 化学肥料(ペースト肥料)2kgN/10a

ロールベールサイレージは、牧草用ロールベアラ（タカキタ）、細断型ロールベアラにより調製した。スタックサイレージはフォーレージハーベスタで刈り取り、農家畑でスタックサイロとして設置・調製した。貯蔵約2ヵ月後にY酪農家で開封し、pH、有機酸含量、アンモニア態窒素含量、微生物菌叢を分析した。また、研究所において小規模発酵試験法を用いて、無添加サイレージ、尿素添加および畜草1号添加サイレージの発酵品質を分析した。



写真1. 現地試験圃場(左)と収穫直前の飼料イネ「はまさり」(右)。

2) 微生物の分離と同定

飼料イネの微生物菌種構成は平板培養法で計測した。乳酸菌はLactobacilli MRS寒天培地 (DIFCO Laboratories) およびGYF白亜寒天培地を使用して、嫌気培養装置 (ANX-1、ヒラサワ株式会社、東京) により37°Cで2日間培養した。これらの培地から分離した菌株について、乳酸菌同定マニュアルに従い、菌形態観察、グラム染色、孢子形成、カタラーゼ反応、乳酸異性体に関する試験および糖類発酵性試験を行った。好気性細菌と大腸菌は普通寒天培地 (日水製薬株式会社、東京) とブルーライト培地 (日水製薬株式会社) を使用して30°Cで2日間培養した。糸状菌と酵母は、10%酒石酸を加えてpHを3.5に調整したポテト・デキストロース寒天培地 (日水製薬株式会社) を用いて30°Cで2日間培養した。なお、各微生物の菌数は新鮮試料1g当たりのコロニー形成数 (cfu/g) で表示した。

3) 化学分析

ロールベールサイレージは各処理区毎に1ロールを供試した。分析試料としてロールベールの上段、中段および下段の外層部から中間部までをサンプリングし、ロールベール毎に計3点を分析に供した。飼料イネ材料草およびサイレージの化学組成は常法、水分含量は70°C通風乾燥法により定量した。サイレージのpHはガラス電極pHメーターで測定した。有機酸含量は高速液体クロマトグラフ「HPLC有機酸分析システム (日本分光株式会社、東京)」により分析した。

3. 結果及び考察

1) 飼料イネの微生物菌種構成

飼料イネに付着する微生物菌数を表2に示した。各区に付着する微生物菌数 (cfu) は新鮮材料草 1g 当たり、好気性細菌と大腸菌群が $10^6 - 10^7$ 、バチルスは $10^3 - 10^4$ 、酪酸菌は $<10^3$ 、糸状菌と酵母が $10^3 - 10^5$ 、乳酸菌球菌が $10^5 - 10^6$ 菌数レベルであった。乳酸桿菌が 10^3 菌数レベル以下であった。各区分には微生物菌種構成の差がほとんどなかった。

表2. 飼料イネに付着する微生物の菌種構成 (2003年10月)

	微生物菌数 (材料1g当たりの菌数・対数)							
	好気性細菌	大腸菌群	バチルス	酪酸菌	乳酸桿菌	乳酸球菌	酵母	カビ
A区	6.6	6.5	4.3	+-	nd	5.5	4.5	3.7
B区	7.1	6.8	3.5	+-	nd	6.1	5.2	4.2
C区	6.8	6.7	4.0	+-	+-	5.3	5.4	3.9
D区	7.3	7.0	3.7	+-	+-	6.2	4.7	4.5

nd, 検出されない; +-, $<10^3$ 菌数レベル。

Lactobacillus plantarum ような乳酸桿菌は発酵能力が高く、サイレージの発酵品質を効率的に改善するが、飼料イネに付着する乳酸桿菌の菌数が少ないか検出されないため、飼料イネサイレージ高品質化には優良乳酸菌の添加による微生物的制御が必要であることが示唆される。また、飼料イネの可溶性糖類の含量は、トウモロコシに比べ遥かに低いことが判明され、従って、発酵初期に乳酸発酵能の高い乳酸菌の添加による可溶性糖類を有効に利用しない限り、サイレージ発酵品質の十分な改善が難しいと考えられる。

2) 化学成分組成

牛ふん堆肥・尿施用が籾／茎葉比に及ぼす影響は図1に示した。黄熟後期に収穫した「はまさり」の籾割合は、化成肥料を施用しなかったD区が23%と最も高く、堆肥・尿の施用量が多くなると籾割合は低下し、茎葉部分が80%以上占めた。このため、全体の乾物率もほぼ同じ熟期ながら、D区が高かった(表3)。

表3に示したように、刈り取り部(全体)の飼料成分では、粗タンパク質含量で処理間にやや違いが示され、無化肥(D)区の6.4%に対し、他の3区の値は7.5%以上と約20%程度高かった。しかし、標準(C)区と1.5倍(B)区・2倍(A)区間に差なく、牛ふん堆肥・尿の元肥としての窒素の多量施用では、イネ体の著しい窒素濃度の上昇はないものと思われた。一方、刈り残し株(高さ10~15cm程度)の粗タンパク質含量では、窒

素施用量に応じた違いを示し、D区とA区で2.3倍程度の差があった。この刈り残し株の粗タンパク質は、冬作として栽培される麦の窒素源として一部利用され、また土壌窒素の富化に関係すると思われる。また、硝酸態窒素含量は、4区とも非常に低いレベルで、全く問題のない数値であった（表3）。

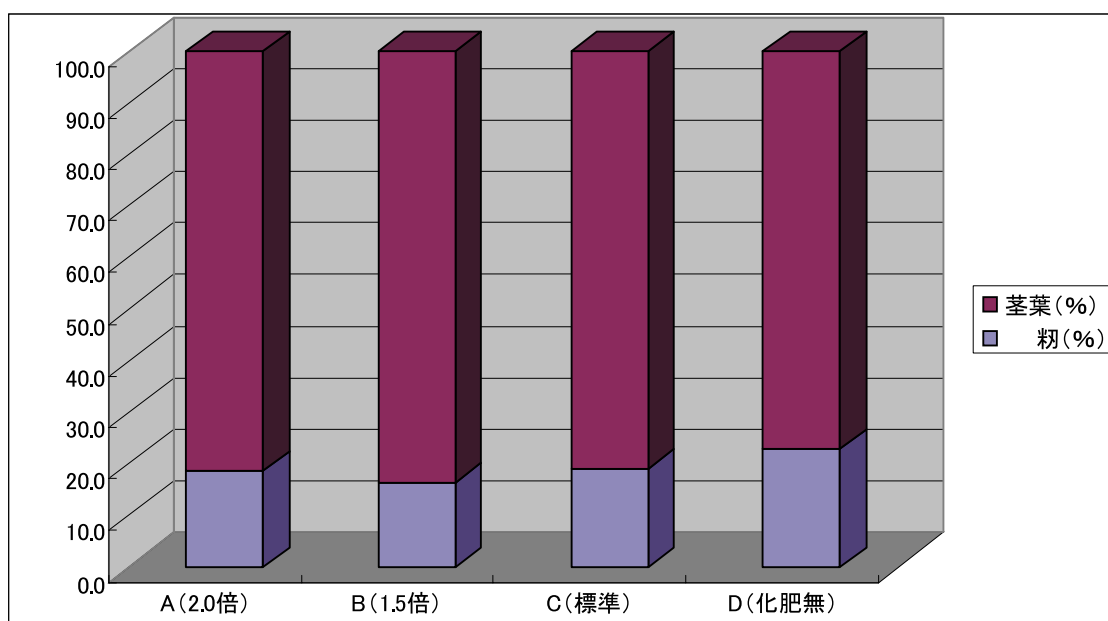


図1. 粗／茎葉比に及ぼす施肥の影響

表3. 各試験区の飼料成分に及ぼす施肥の影響 2003.10.29

部位	試験区	乾物率 (%)	粗タンパク (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)	粗繊維 (%)	NFE (%)	ADF (%)	NDF (%)	硝酸態窒素 (%)
全体	A(2.0倍)	26.5	7.6	1.5	13.0	28.3	49.7	33.5	53.5	0.002
	B(1.5倍)	24.3	8.2	1.5	13.0	27.2	49.1	33.2	52.6	0.005
	C(標準)	25.4	7.5	1.3	14.1	27.6	49.5	32.1	52.0	0.003
	D(無化肥)	29.0	6.4	1.5	13.4	25.9	52.9	30.0	48.7	0.001
穂	A(2.0倍)	56.5	8.2	2.4	8.6	19.7	61.2	23.4	33.0	—
	B(1.5倍)	54.5	8.3	2.3	9.3	23.3	57.0	25.0	35.6	—
	C(標準)	56.2	8.0	2.4	8.8	19.5	61.3	22.9	33.2	—
	D(無化肥)	60.4	7.5	2.3	7.9	17.7	64.6	18.6	27.8	—
茎葉	A(2.0倍)	23.3	7.4	1.7	14.4	28.1	48.4	32.1	58.9	—
	B(1.5倍)	23.0	7.2	1.8	14.5	27.2	49.5	32.2	60.1	—
	C(標準)	23.5	6.6	1.8	15.8	28.1	47.7	33.1	58.0	—
	D(無化肥)	25.1	5.6	1.6	15.6	28.6	48.7	33.3	57.4	—
刈り残し株	A(2.0倍)	—	7.6	0.8	13.5	24.0	54.1	29.1	49.2	—
	B(1.5倍)	—	6.2	0.9	13.9	25.2	53.8	30.6	50.0	—
	C(標準)	—	4.7	0.8	14.4	25.2	54.9	30.0	52.6	—
	D(無化肥)	—	3.3	0.9	15.1	25.2	55.5	29.8	60.5	—

各区とも黄熟後期に地際刈りする; NFE: 可溶性無窒素物; ADF: 酸性デタージェント繊維
NDF: 中性デタージェント繊維

他の飼料成分では、施用処理による顕著な変化がなく、堆肥・尿の元肥としての多量施用では、粗タンパク質が多少高くなる程度のみで、大きな成分変化はないと推測された。

3) サイレージの発酵品質

サイロ詰め込み2ヶ月後に開封したサイレージは、スタックサイロも、翌月の1月上旬に開封したラップサイロでも、十分にサイレージ発酵は進んでいなかった（写真2，写真3）。特に予乾もわずかであったロールベールラップサイレージでは、飼料イネの緑度が保持されたままであった。サイロ開封時の発酵品質は、pHが高く、乳酸含量が少なく、D区を除いて他区は酪酸発酵が認められ、発酵品質は良質なものにならなかった。各処理間で明瞭な差はなく、微発酵のためサイレージ評点としてはいずれも「良」であった（表4）。

表4. 各試験区のサイレージ品質

試験区	DM(%)	サイレージ有機酸含量(新鮮物中%)				VBN/TN (%)	pH	Vスコア	サイロ形式
		乳酸	酢酸	プロピオン	酪酸				
A(2.0倍)	33.2	0.01	0.12	0	0.08	3.6	5.6	93.4	ラップ
B(1.5倍)	37.7	0.06	0.05	0	0.04	2.2	5.9	96.8	ラップ
C(標準)	38.2	0.36	0.26	0	0.12	5.7	5.0	88.4	スタック
D(無化肥)	42.9	0.04	0.07	0	0	1.5	5.8	96.8	ラップ

DM: 乾物; VBN: アンモニア等揮発性塩基態窒素; TN: 全窒素; Vスコア: サイレージ評点(0~100)
スタック: ハーベスタ収穫作業; ラップ: ロールベールラ収穫作業



写真2. スタックサイレージ貯蔵（左）と開封した風景（右）

サイレージの有機酸含量は、ロールベールラ収穫調製ではほとんど乳酸はなかったが、ハーベスタ収穫で細断された材料を詰めたスタックサイロでは、多少乳酸も生産されて

いた（表4）。

栃木県北では、一般に飼料イネ収穫が10月下旬以降になると、十分に細断してサイロ詰めをしないと低温のためにサイレージ発酵が進まない（写真4）が、乳牛に給与してもサイレージとしての発酵は不十分でもカビが発生しない限り乳牛の嗜好性は良さそうである。



写真3. ロールベールサイレージ貯蔵（左）と開封した風景（右）



写真4. 貯蔵2ヶ月後のロールベールサイレージ（左）と発酵の進んでいない色沢（右）

4) 長期貯蔵におけるサイレージの安定性

農家で自然発酵に依存して調製された飼料イネサイレージの多くは、乳酸含量が低く、酪酸含量が高い劣質なものが多いと指摘されている。劣質な飼料イネサイレージには、好気性細菌、大腸菌群およびカビが高い菌数レベルで付着している。また、サイレージのpHとアンモニア態窒素含量が高く、乳酸含量が低い。とくに飼料イネロールベールサイレージの調製・貯蔵過程において、カビの発生や劣質な発酵により、ロールを廃棄するケースが少なくない。調製・貯蔵過程において、フィルムが破損し、サイレージは変敗している

例や乳酸発酵が十分に行われていない飼料イネサイレージでは貯蔵中に糸状菌が増殖し、変敗していたロールもあった。写真5に示したように、貯蔵後約5ヶ月の数個のロールベールサイレージではカビが発生したことが見られた。カビ発生の原因としては、飼料イネは茎が堅い中空構造でラッピング後のロール内の嫌気条件の保持が難しいことや乳酸発酵が不十分であることが推察される。従って、発酵初期に乳酸発酵能の高い乳酸菌の添加によって可溶性糖類を有効に利用しない限り、サイレージ発酵品質の十分な改善が難しいと考えられ、今後、乳酸菌添加などによりサイレージ発酵品質の改善と長期貯蔵の安定性について検討する必要がある。



写真5. カビが発生したロールベールサイレージの表面（左）と中心部（右）

5) 収穫・調製法の違いが発酵品質に及ぼす影響

収穫・調製法の違いが発酵品質に及ぼす影響は表5に示した。飼料イネの水分含量は黄熟期で67.5%であった。牧草用ロールベール区飼料イネサイレージはpHが6.0と高く、有機酸含量の低いサイレージとなった。また、サイレージ中の微生物菌叢の分析では、乳酸菌数が低く、不良発酵の原因となるカビ、大腸菌などが認められた。

スタックサイロ区は、牧草用ロールベール区と比べてpHが5.2と低く、有機酸含量も高かったが、酢酸および酪酸の濃度が高く、酵母が高い菌数で検出された。写真6に示したように細断型ロールベール区はpHが4.4と最も低く、他の区と比べてpHの低下と乳酸の多量の生成が認められたが、牧草用ロールベールサイレージと同様に酪酸が高い濃度で検出されるため、V-SCOREは73と低い値となった。

小規模発酵試験法では、サイレージ発酵過程において、無添加区と尿素添加区サイレージのpHは畜草1号添加サイレージと比べて高く推移し、60日目では、無添加区で4.4、尿素添加区で5.1、畜草1号添加区で3.7となった。無添加区では酪酸が高い濃度で検出され、V-SCOREも54と低かったのに対し、「畜草1号」の添加によって、乳酸含量が高まり、pH値と酪酸含量が低下し、酪酸は検出されず、V-SCOREは100であり、良質なものとなった。

表5. 収穫・調製法の違いがサイレージの発酵品質に及ぼす影響

	乾物率 (%)	pH	有機酸含量 (現物%)				VBN (g/kg 現物)
			乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	
飼料イネ材料草	32.51	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
スタックサイレージ							
上	25.05	4.72	0.18	0.35	0.04	0.49	0.15
中	33.12	4.78	0.17	0.26	0.02	0.58	0.14
下	31.61	6.01	0.06	0.04	0.00	0.05	0.06
AVG	29.93	5.17	0.14	0.22	0.02	0.37	0.12
SD	4.29	0.73	0.07	0.16	0.02	0.28	0.05
牧草用ロールベアラで調製したロールベールサイレージ							
上	35.85	6.04	0.08	0.05	0.00	0.00	0.16
中	36.14	6.08	0.09	0.08	0.00	0.02	0.19
下	37.33	5.93	0.04	0.08	0.00	0.00	0.20
AVG	36.44	6.02	0.07	0.07	0.00	0.01	0.18
SD	0.78	0.08	0.03	0.02	0.00	0.01	0.02
細断ロールベールサイレージ							
上	33.27	4.43	0.67	0.11	0.00	0.25	0.12
中	33.67	4.45	0.61	0.10	0.00	0.37	0.13
下	34.07	4.53	0.52	0.11	0.00	0.39	0.13
AVG	33.67	4.47	0.60	0.11	0.00	0.34	0.13
SD	0.40	0.05	0.08	0.01	0.00	0.08	0.01
小規模発酵サイレージ*							
無添加	32.56	4.41	0.39	0.23	0.00	0.47	0.17
乳酸菌	31.48	3.65	1.47	0.06	0.00	0.00	0.07
尿素	29.54	5.06	0.10	0.66	0.32	0.45	1.73

AVG、平均値； SD、標準偏差； VBN、揮発性アンモニア態窒素含量、* 3個の平均値。



写真6. 細断型と牧草用ロールベールサイレージの比較 (左) 及び乳牛への給与 (右)
(牧草用に比べ、細断ロールベールサイレージの発酵が進んでいた)

4. まとめ

元肥としてのみの堆肥・尿の多量施用で「はまさり」を栽培した場合、収量の増加は目立ったものではなかったが、飼料成分のうち粗タンパク質含量が顕著に高いことが認められた。また、飼料イネの付着微生物菌叢やサイレージ品質においては、堆肥・尿の施用量に対する顕著な影響はほとんど示されなかったが、収穫・調製法が飼料イネサイレージの発酵品質に影響すること、また自然発酵に依存して調製されたサイレージでは高品質の確保が難しいことが示唆された。

飼料イネの栽培、収穫、調製、貯蔵など各過程において、栄養分の損失をいかに少なくするかが高品質サイレージ作りの重要なポイントである。従って、飼料イネの適期収穫、適切な調製方法、十分なラッピングおよび貯蔵ロールの徹底管理が欠かせない。飼料イネサイレージの生産・普及においても、飼料イネ品種の特徴を把握し、適切な添加物を上手に利用することと同時に、ラッピング後の貯蔵期間の管理を徹底することなど、サイレージ調製の基本を遵守することが極めて大切である。

参考文献

- 1) 蔡 義民 (2001) サイレージ乳酸菌の役割と高品質化の調製. 日草誌 47, 528-534.
- 2) 蔡 義民 (2004) 稲発酵粗飼料の高品質調製技術. 畜産の研究 58(6), 661-669.
- 3) 蔡 義民 (2004) 飼料イネ付着乳酸菌の多様性と稲発酵粗飼料の発酵特性. 畜産の情報 177, 22-28.
- 4) Ennahar, S., Y. Cai and Y. Fujita (2003) Phylogenetic Diversity of Lactic Acid Bacteria Associated with Paddy Rice Silage as Determined by 16S Ribosomal DNA Analysis. *Appl. Environ. Microbiol.* 69, 444-451.
- 5) 日野直子, 蔡 義民, 徐 春城, 澤村 篤, 住田憲俊, 喜田環樹, 松尾守展, 吉田宣夫, 小川増弘 (2005) 飼料イネの収穫・調製法の違いがサイレージの発酵品質に及ぼす影響. 2005年度日本草地学会大会講演要旨
- 6) 稲発酵粗飼料推進協議会 (2002) 稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル. 日本草地畜産種子協会. 東京. pp. 7-24.
- 7) 小川増弘 (2003) 稲発酵粗飼料の技術開発と利用拡大に向けた取り組み. *Grass* 16, 33-34.
- 8) 吉田宣夫 (2003) 水田を中心とした耕畜連携による飼料増産. *Grass* 16, 18-26.

飼料イネ細断ロールベール調製の検討

家畜生産管理部 調製工学研究室
喜田環樹、松尾守展、重田一人
飼料生産管理部 栽培工学研究室
澤村 篤、住田憲俊

1. 背景・目的

細断型ロールベールは細断された材料を高密度のロールベールに成型するため、高品質ロールベール調製が可能である。そのため、飼料イネの細断型ロールベール調製は飼料イネのサイレージ調製で問題となっている発酵品質の改善に有用な技術と考えられる。しかし、軟弱な水田圃場での作業に対応した飼料イネ用の細断ロールベール調製体系は確立されていない。そこで1) 飼料イネの細断ロールベールサイレージの性状・品質、2) 細断型ロールベールの定置作業による飼料イネ細断ロールベール調製体系について検討した。

2. 方法

1) 飼料イネ細断ロールベールの性状、品質の検討

トウモロコシ用に開発された細断型ロールベールで高品質な飼料イネロールベールサイレージの調製が可能かどうかを検証した。細断型ロールベールを使った水田作業ができなかったことから、モデル試験を行った。牧草用ロールベール体系で調製した飼料イネロールベールを供試し、貯蔵期間を経ないで直ちに解体し、飼料カッターで細断後、細断型ロールベールにて再調製したロールベールの性状及び発酵品質の比較を行った（2003年実施）。

2) 定置方式による細断ロールベール調製

水田圃場で細断型ロールベールを利用するためには、軟弱な水田圃場に対応した飼料イネの刈り取り・細断する作業機が必要である。そこでダイレクトカット・材料細断が可能なクローラ式トラクタ装着型のフォレージハーベスタとボンネットワゴンを用い、細断型ロールベールの定置式作業による飼料イネの細断ロールベールサイレージの調製を検討した（2004年実施）。

3. 結果及び考察

1) 飼料イネ細断ロールベールの性状・品質

図1に細断ロールベールへの再調製作業について示す。またその時の梱包密度・形状について表1、図2に、また調製後40日経過後のサイレージ発酵品質の比較について表2に示す。飼料イネの細断ロールベールは、汎用型のロールベールと比べ

高密度(約 1.5 倍)の調製が可能であった。また細断ロールベールサイレージでは、乳酸や pH において品質が改善されていた。

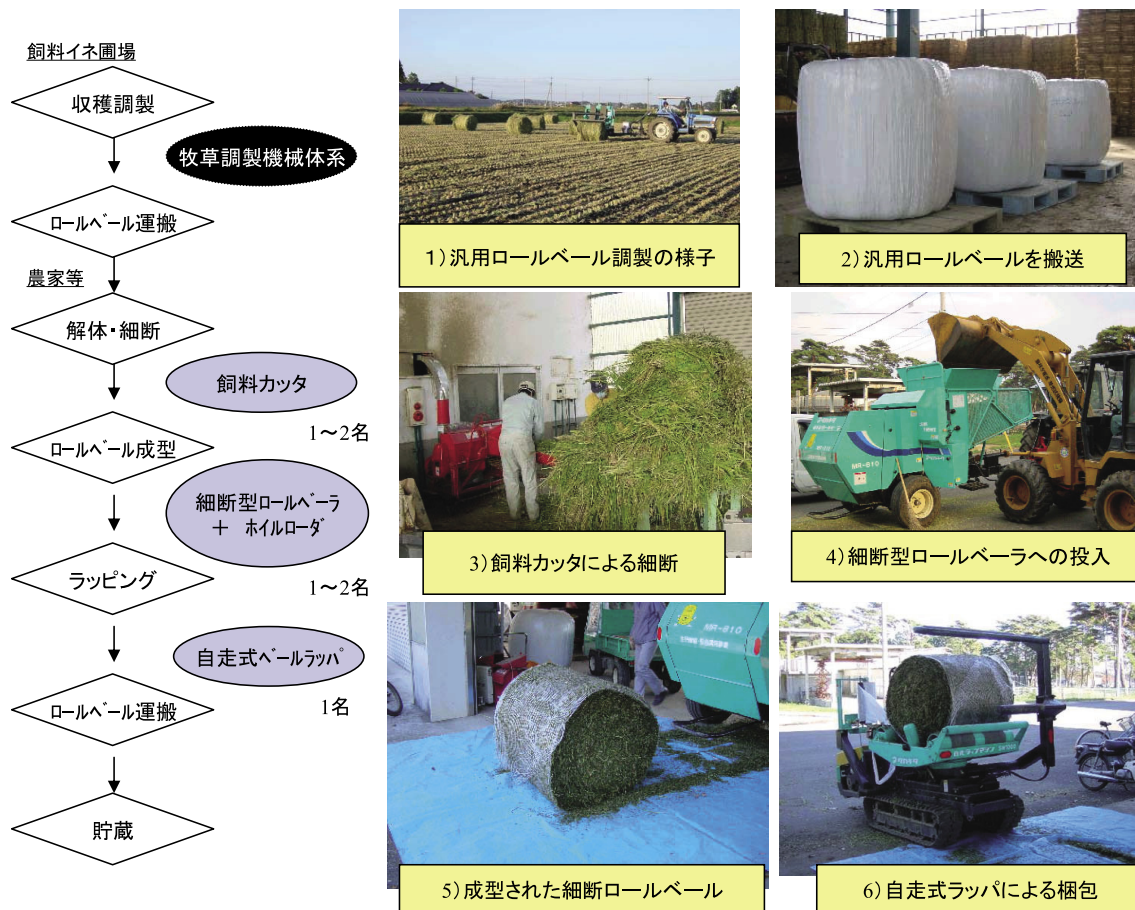


図1 細断型ロールベール再調製作業の概略

表1 細断ロールベールと汎用ロールベールの形状の比較



	水分 (%w.b.)	重量 (kg)	サイズ (cm)		現物密度 (kg/m ³)	乾物密度 (kg/m ³)	密度比
			直径	高さ			
細断ロールベール	61.8	230	92	88	381.5	156.4	1.47
汎用ロールベール	58.5	200	97	99	259.2	106.3	—

表2 発酵品質の比較(2003年度)

	pH	乾物率 (%)	有機酸組成 (%FM)				Vスコア
			乳酸	酢酸	酪酸	プロピオン酸	
細断ロールベール	4.1	38.2	2.1	0.4	0.0	0.0	95
汎用ロールベール	6.4	41.5	0.2	0.1	0.0	0.0	98

図2 細断ロールベールと汎用ロールベールの比較

畜草1号添加ロールベール*	pH	乾物率 (%)	乳酸	酢酸	酪酸	プロピオン酸	Vスコア
	4	35.0	1.2	0.3	nd	—	—

*H15 草地試験場成果候補課題より(8ヶ月貯蔵後) 蔡ら

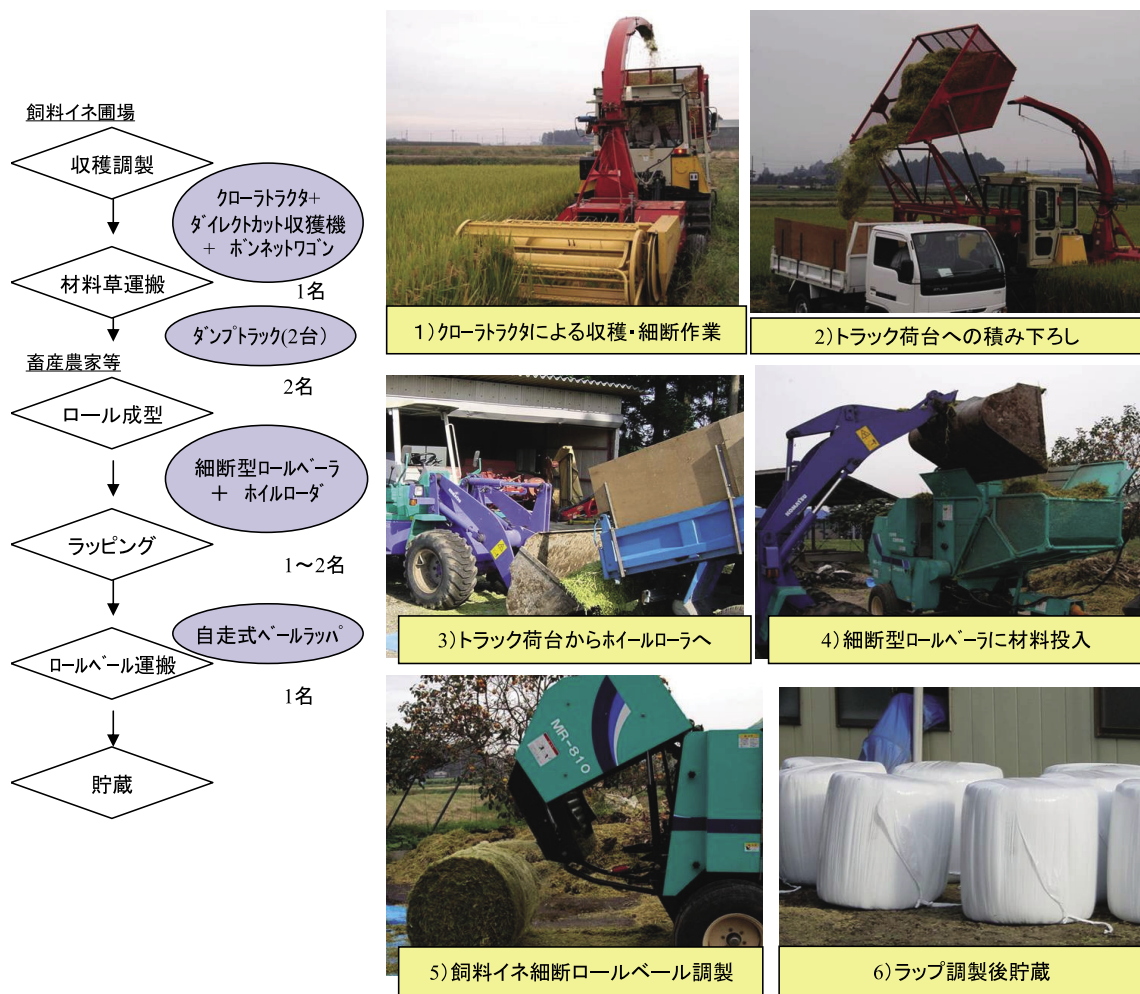


図3 定置方式による細断ロールペール調製作業の概略

表3 細断ロールペールの形状(定置方式)

	水分 (%w.b.)	質量 (kg)	サイズ(cm)		原物密度 (kg/m ³)	乾物密度 (kg/m ³)
			直径	高さ		
細断ロールペール	67.6	253	84	85	537.4	174.1

表4 飼料イネサイレージの発酵品質の比較(2004年度)

	pH	乾物率 (%)	有機酸組成(%FM)				VBN (g/kg)	Vスコア
			乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸		
細断ロールペール	4.47	33.7	0.60	0.11	0.00	0.34	0.18	73
スタックサイロ	5.17	29.9	0.14	0.22	0.02	0.37	0.12	72
汎用ロールペール*	6.02	36.4	0.07	0.07	0.02	0.01	0.13	99

*汎用ロールペールのみ調製日が異なる

2) 定置方式による細断ロールベール調製

図 3 に定置方式による飼料イネ調製作業の様子について示す。収穫調製は 1 名、材料草輸送トラック 2 台で 2 名、ホイールローダ操作と細断型ロールベアラ操作 1 名、ベールラップ操作 1 名の計 5 名による組作業で行った。33 個程度の細断ロールベールを調製した。作業効率は、飼料イネの圃場からトラックによる輸送時間とベールラップの作業性に左右されるが、今回の試験では 1 時間当たりの収穫・調製個数は 10~15 個であった。

ロールベールの性状について表 3 に、発酵品質について表 4 に示す。スタックサイロ調製は細断ロールベール調製と同時並行で行った (10 月 7-8 日)。汎用ロールベールは牧草収穫体系の機械を用いて予乾調製した飼料イネロールベールである (10 月 24-25 日調製)。飼料イネサイレージの発酵品質については前年 (表 2) に比べ劣っており、刈り取り収穫時の雨の影響等で酪酸が生成されたことに起因すると考えられる。

本試験で調製した飼料イネ細断ロールベールを Y 牧場の泌乳牛に給与したところ、乳牛の採食性は良好であった。また、カビの発生等のロスが少なく、ホイールローダによる給餌作業も省力的であり、Y 農場では概ね好評であった。

まとめ

汎用ロールベールの再調製による方式と細断型ロールベアラの定置方式の 2 種類の方式で飼料イネの細断ロールベールサイレージ調製を行ったところ、試験区による差はあるものの、細断型ロールベアラを利用することによって高密度な調製が可能となり、サイレージは乳酸発酵が促進される傾向を示した。今回は、モデル試験として細断ロールベールを調製してその有効性が確認されたことから、今後の自走式細断型ロールベアラの開発が期待される。

飼料イネの収穫・搬送技術の検討

飼料生産管理部 栽培工学研究室

住田憲俊、澤村 篤、喜田環樹（調製工学研究室）

1. 背景・目的

飼料イネの収穫システムの開発にあたっては、その機械化作業体系が十分に確立しておらず、軟弱な圃場条件にいかに対応するかが重要な問題となっている。また、従来は稲の利用に関しては稲わらの利用を目的とした自脱コンバイン収穫後の稲わら収集がメインであり、飼料イネの収穫と圃場からの搬送に関しては、作業者が保有する既存の飼料作機械で対応しており、専用収穫期が開発されてはいるが価格面での問題も残されている。そこで、飼料イネの最適な機械化作業体系を構築するため、既存の飼料作機械をベースとしながらも、飼料イネの収穫・搬送に最適な機械の開発を行うとともに、改良された機械を基幹とする飼料イネ用の機械化作業体系を構築することを目的とした。なお、本試験は主として農水省委託研究、ブランドニッポンで実施した内容である。

2. 方法

作業体系の構築にあたっては、飼料イネの収穫時期、水田圃場特有の軟弱な圃場条件や圃場と農道との高低差等を十分に考慮した、最適な機械化作業体系と機械の提示を行う。

1999～2004 年度における飼料イネの作付けについては表 1 に示す。

表 1 坪刈り収量調査結果

年度	播種日	移植日	収穫日	湿重 (kg/10a)	乾物重 (kg/10a) (穂重、わら重)	草丈 (cm)	穂数 (本/m ²)
1999	5/15	6/14	10/19	4,628	1,602 (620、982)	121	416
2000	5/16	6/15	10/24	4,810	1,510 (634、876)	113	415
2001	5月中旬	6月中旬	10月中旬				
2002	5月中旬	6月中旬	10月下旬	5,012	1,513 (426、1087)	113	418
2003	5月中旬	6月中旬	10月下旬	4,150	1,160 (145、1015)	100	414
2004	4月下旬	5月中旬	10月上旬	5,094	1,650 (530、1120)	115	381

1) 既存の飼料作機械を用いた収穫・搬送についての検討（1999 年度実施）

飼料イネを作付けし、既存の飼料作機械を用いて収穫・搬送を行い、性能について調査を行った。さらに、作付け圃場における収穫時期と走行性との関係について検討を行った。

出穂後 5 日おきに①土壌硬度測定など走行性、②飼料イネの茎数、草丈、含水比の調査を行い、収穫はモーア、テッドレーキ、ロールベアラ、グリッパによるロールベール体系で行い、刈り取り直後のロールベアラ作業や、翌日のテッドレーキ作業後の収穫損失を調査した。

2) 自脱型コンバインによる稲わらの垂直放出とベールグリッパ専用機、クローラ走行部を持つロールベアラの検討 (2000 年度実施)

飼料イネを作付けし、既存の飼料作機械をベースに収穫作業を行い、収穫作業の問題点等を調査した。また、軟弱な圃場や圃場と農道との高低差を考慮したベールグリッパ専用機について検討した。昨年のモアで刈り取った後にロールベールで収穫する作業に加えて、自脱コンバインによる刈り取りと稲わらの垂直放出、クローラ走行部を持つロールベアラによる作業の検討を行った。また、新たに油圧ショベルの先端に農業用ロールベールグリッパの取り付けしたベールグリッパ専用機を開発し、作業の検討を行った。

3) トウモロコシ収穫用ハーベスタを用いたダイレクト収穫技術 (2001 年度実施)

2001 年度は過去 2 年間と同様な測定とモアで刈り取った後にロールベールで収穫する作業に加えて、一般にコーンハーベスタと呼ばれるロックロップアタッチを取り付けたフォレージハーベスタを用いたダイレクト収穫技術について検討を行った。

4) 前装モアとフォレージハーベスタを用いた予乾、細断型の収穫作業体系 (2002 年度実施)

刈り取りはトラクタの前方に直装するモアコンディショナを用い、リバース走行可能な 3 条用フォレージハーベスタにピックアップ装置を取り付けて、飼料イネの細断ならびに搬出を行った (表 2)。搬出された飼料イネはビニールスタックサイロに保管した。フォレージハーベスタを用いることによる細断効果を確認するため、飼料イネの切断長を測定した。

5) リバース走行可能なクローラ型トラクタを用いた収穫作業体系 (2003 年度実施)

昨年同様に刈り取りは直装型前装モアコンディショナを用い、3 条用フォレージハーベスタにピックアップ装置を取り付けて、飼料イネの細断ならびに搬出を行った (表 2)。今年度は、軟弱な圃場条件にでも適応性が高いリバース走行可能なクローラ型トラクタを用いた。搬出された飼料イネはビニールスタックサイロに保管した。フォレージハーベスタと飼料用カッタを用いた場合の飼料イネの細断長の比較を行った。

6) リール型刈取り装置を取付けたフォレージハーベスタの細断、搬出 (2004 年度実施)

刈取りはダイレクト収穫のために、3 条用フォレージハーベスタにリール型刈取り装置を取付けて、飼料イネの細断ならびに搬出を行った (表 2)。ベースのトラクタは軟弱な圃場条件にでも適応性が高いクローラ型で、しかも振向き作業が不要なリバース走行トラクタを用いた。搬出された飼料イネはビニールスタックサイロに保管した。フォレージハーベスタによる籾への損傷効果を調査した。

3. 結果及び考察

1) 既存の飼料作機械を用いた収穫・搬送についての検討 (1999 年度実施)

- (1) 供試圃場では、出穂後から収穫まで十分に水を入れることができなかったが、0~15cm の平均土壌硬度は 2~12kgf/cm² であり、出穂直後を除いてトラクタ等の作業が可能であった。
- (2) 収穫日の 0~15cm の平均土壌硬度は 6kgf/cm²、土壌含水比 30% でトラクタ作業に全く問題が

なかった。

- (3) 飼料イネの坪刈り収量は、湿重で4628g/m²、乾物重1602g/m²(内訳:穂重620g/m²、わら重982g/m²)であった。また、草丈121cm、穂数416本/m²であった。
- (4) 収穫作業時における収穫損失は、籾の刈り取り損失は8g/m²、翌日のロールベアラのカットティングを入れると10g/m²、カットティングなしで4g/m²であり、さらに乾燥が進んで2日後のテッダ、レーキ、ロールベール作業では2g/m²であった。また、ロールベール作業時のわらの拾い残しは、最終日には42g/m²であった。株間に残った完全に拾い残す場合を除けば、収穫による損失は、5%程度であった。
- (5) 収穫作業にあたって、水田圃場では畦畔がありトラクタの走行幅だけをコンバインにて刈り取った後、サイドマウント型のモーアで刈り取り作業を行った。既存の牧草用の作業機では問題が残った。



図1 自脱コンバインによる8条分の刈り落とし



図2 モーアによる刈り取り



図3 テッダ、レーキ作業



図4 ロールベール作業

2) 自脱型コンバインによる稲わらの垂直放出とベールグリップ専用機、クローラ走行部を持つロールベアラの検討(2000年度実施)

- (1) 供試圃場は、収穫前日に雨が降ったが、土壌表面に滞水がなく比較的良好な土壌条件と思われたが、部分的にトラクタ車輪が12cm程度沈む場所があった。
- (2) 飼料イネの坪刈り収量は、湿重で4810g/m²、乾物重1510g/m²(内訳:穂重634g/m²、わら重876g/m²)と昨年と同水準であった。また、草丈113cm、穂数415本/m²であった。
- (3) 自脱コンバイン(K社:SR315、3条)の垂直放出による稲わら束は、100m当たり66株程度であり、その内1株が倒れる(1.5%)程度であった(図5)。2日後には乾燥にともなってほとんどの株が倒れた。乾燥した株を、倒れた状態や立った状態でもロールベアラで集草できた。
- (4) 走行部にクローラを持つロールベアラ(S社:試作機)による作業(図6)は、車輪では

恐らく作業できない状態でも作業を可能としたが、クローラ部への泥の付着が問題として残った。

(5) 軟弱な圃場条件での走行性、畦畔での持ち上げ高さを考慮して、油圧ショベルの先端にロールベールグリッパを取り付けた油圧ショベル型ロールベールグリッパを試作した(図7)。



図5 自脱コンバインによる
収穫と稲わらの垂直放出



図6 クローラ型走行部を持つ
ロールベアラ



図7 油圧ショベル型ロールベールグリッパ

3) トウモロコシ収穫用ハーベスタを用いたダイレクト収穫技術 (2001 年度実施)

当該年度の成果：3条用のトウモロコシ用ヘッドを用いて条間30cmに植えられた飼料イネのダイレクトカットを行った。一部になぎ倒した株が生じたが、収穫は高速で可能であった。また、籾の損傷割合が86%と高率で損傷させることができた(図8)。



図8 トウモロコシヘッドを用いた飼料イネの収穫

4) 前装モアとフォレンジハーベスタを用いた予乾、細断型の収穫作業体系 (2002 年度実施)

2002～2004年は、フォレージハーベスタをベースとして、ピックアップ装置、牧草用のフォレージハーベスタの刈取りヘッドを取り付けて収穫試験を行った。ベースとなったフォレージハーベスタ並びにトラクタ、クローラトラクタ、ボンネットワゴンの諸元を表2にまとめた。

表2 飼料イネ収穫に用いたトラクタと収穫機の諸元、

リバース走行トラクタ+直装型フォレージハーベスタ (中型自走式フォレージハーベスタ相当) 質量:8470kg、長さ:9.0m	2002年度 作業機 組み合わせ	2003年度 作業機 組み合わせ	2004年度 作業機 組み合わせ
1. トラクタ (N社: 8360) 馬力: 100kW/2200rpm 全高: 2816mm 全幅 (リヤ輪距): 2304mm 質量: 6040kg	○		
2. クローラトラクタ (M社: MK-140S) 馬力: 113kW/2600rpm 全高: 2720mm 接地圧: 2.15N/cm ² 質量: 6270kg		○	○
3. フォレージハーベスタ (S社: MFH5000 改造) 直装専用機 ピックアップアタッチ 適応馬力: 66～88kW 質量: 1700kg	○	○	
4. フォレージハーベスタ (S社: MFH5000 改造) 直装専用機 刈取りヘッド改造取付け 適応馬力: 66～88kW 質量: 1500kg			○
5. ボンネットワゴン (S社: MHW1510) 容量: 4.5m ³ 、最大積載質量: 1500kg 質量: 500kg	○	○	○

- (1) 飼料イネの乾物収量は坪刈りであるが 1513kg/10a と昨年同様に高収量を得られた。
- (2) 直装モアコンディショナによる刈り取りは、籾の脱粒を防ぐためにコンディショナ部のタイン爪を除いて行った (図9)。枕地の手刈りは自脱コンバインによる収穫と同程度のわずかな面積で良いが、回転時には内外輪差により、立毛中の飼料イネを踏み倒すこととなった。作業速度は、1.2m/sであった。
- (3) フォレージハーベスタのトウモロコシヘッドをはずして、改造したピックアップ装置を取り付けた (図10)。飼料イネのピックアップは良好にでき、フォレージハーベスタで細断された飼料イネはボンネットワゴンに積載される。ボンネットワゴンが一杯になると、トラックに積み替えて農家の庭先まで運搬してビニールスタックサイロを作製した (図11)。
- (4) 飼料イネのフォレージハーベスタによる切断長は、2cm以下が72%、3～5cmが23%、5cm以上が5%であり、細断されていることにより、給餌等が容易になると考える。



図9 前装モーアコンディショナによる刈り取り作業



図10 フォレージハーベスタによるピックアップ作業



図11 スタックサイロの作製

5) リバース走行可能なクローラ型トラクタを用いた収穫作業体系 (2003年度実施)

- (1) 飼料イネの乾物収量は坪刈りであるが、1160kg/10a と昨年に比べて非常に悪かった。このことは、冷夏による影響と考える (表1)。
- (2) 直装モーアコンディショナによる刈り取りは、籾の脱粒を防ぐためにコンディショナ部のタイン爪を除いて行った。今年度は、ホシアオバの草丈が昨年のはまさりより高かったためにコンディショナ駆動部の軸に巻き付き、刈り取りができない場面が頻繁に生じた。今後、大型の専用の刈り取り機の開発が必要である。
- (3) フォレージハーベスタのトウモロコシヘッダをはずして、改造したピックアップ装置を取り付けた (図12)。飼料イネのピックアップは良好にでき、フォレージハーベスタで細断された飼料イネはボンネットワゴンに積載される。ボンネットワゴンが一杯になると、トラックに積み替えて農家の庭先まで運搬してビニールスタックサイロを作製した (図13)。
- (4) 飼料イネのフォレージハーベスタによる切断長は、2cm以下が76%、2~5cmが11%、5cm以上が13%で、細断されていることにより、給餌等が容易になると考える。飼料用カタ (59, 21, 20%) より優れた細断率であった (図14)。



図12 リバース走行クローラトラクタによる
FHピックアップ収穫作業



図13 スタックサイロによる
サイレージ調製



図14 フォレージハーベスタによる収穫システムの細断状態

6) リール型刈取り装置を取付けたフォレージハーベスタの細断、搬出(2004年度実施)

- (1) 飼料イネの乾物収量は坪刈りであるが、1650kg/10a と高収量を得た。このことは、昨年の冷夏による収量の1.4倍であった(表1)。
- (2) フォレージハーベスタのトウモロコシヘッダをはずして、牧草用のフォレージハーベスタの刈取りヘッダを改造して、既存の3条用のフォレージハーベスタに取付けた。飼料イネの刈取りは良好にでき、フォレージハーベスタで細断された飼料イネはボンネットワゴンに積載される。ボンネットワゴンが一杯になると、トラックに積替えて農家の庭先まで運搬してビニールスタックサイロを作製した(図2)。
- (3) フォレージハーベスタによる収穫作業時間は、54.8分/10a とかなりの時間を要したが、これはトラックとの運搬の連携の不備やオペレータの不慣れが原因と思われる。正味の刈取り時間は23.1分/10a であることから、今後かなり高能率な作業も期待できる。
- (4) 飼料イネのフォレージハーベスタによるわらの切断長は、2cm以下が42%、2~5cmが11%、5cm以上が46.3%で、細断されていることにより、給餌等が容易になると考える。穂の切断による効果は、穂の状態で9%(図3)、籾に分離された状態で78%、籾の損傷が観察された状態が13%と、籾への損傷が確認できた。



図1 リバース走行クローラトラクタによる FH ダイレクト収穫作業



図2 スタックサイロによるサイレージ調製



図3 FHによって穂として残った部分の細断状態

4. まとめ

1) 飼料イネの収穫を既存の牧草用の作業機で行う検討を試みた結果は、

(1) 出穂後から収穫まで十分に水を入れなければ、出穂直後を除いてトラクタ等の作業が可能であった。しかし、収穫前日の降雨の影響により、ロールバールをハンドリングするためにトラクタの切り返しを頻繁に行う部分においては、トラクタ車輪が12cm程度沈む場所があった。

(2) (1)の対策として走行部にクローラを持つロールベアラによる作業を試みたが、車輪では恐らく作業できない状態でも作業を可能としたものの、クローラ部への泥の付着が問題だった。

(3) 水田圃場の畦畔によりトラクタの走行幅だけをコンバインにて刈り取った後、サイドマウント型のモアで刈り取り作業を行う必要が出てくるなどの問題が残った。

以上の3つのことから、軟弱な圃場条件での走行性、畦畔での持ち上げ高さ、切り返しの必要がない作業を考慮して、油圧ショベルの先端にロールバールグリッパを取り付けた油圧ショベル型ロールバールグリッパの試作を行う等の研究を深化させた。

2) フォレージハーベスタを用いた作業については、

(1) ロールバールを作成する際に問題であった搬送については、フォレージハーベスタで細断された飼料イネはボンネットワゴンに積載され、満載になるとトラックに積み替えて農家の庭先まで運搬してビニールスタックサイロを作製する新たな体系を確立できた。ピックアップ作業とダイレクト作業を比較した場合、収穫時に要する時間はダイレクト収穫の方が優れていた。

(2) 直装モアコンディショナの利用は、枕地の手刈りは自脱コンバインによる収穫と同程度のわずかな面積で良いが、旋回時には内外輪差により、立毛中の飼料イネを踏み倒すことと、草丈が高い場合においてはコンディショナ部に巻き付き、刈り取りができない場面が頻繁に生じた。

(3) 飼料イネのフォレージハーベスタによる切断は、2cm以下が76%、2~5cmが11%、5cm以上が13%で、飼料用カッタ(59, 21, 20%)より優れた細断率であり、穂の状態が9%、籾に分離された状態で78%、籾の損傷が観察された状態が13%と、籾への損傷が確認できた。

栃木県北部水田二毛作地帯の水田酪農における ふん尿の有効利用と水質保全

物質動態研究室 寶示戸雅之・松波寿弥

1. 目的

飼料イネは水田農家が飼料を生産する点で耕畜連携の典型であり、その際に家畜ふん尿を有効に利用すれば余剰のふん尿の解消と飼料生産を両立することができる。しかし一方で水田に家畜ふん尿を投入することによる水質汚染の可能性もあるため、適切な施用が重要になる。本研究では飼料イネに家畜ふん尿を積極的に投入する場合の窒素収支を解析することにより、水質を指標とした適切な施用量を検討することを目的に、3年間の実圃場による実験を行った。

2. 方法

1) 堆肥・尿の施用量試験 (2002～2004年)

Y農場(栃木県大田原市)の飼料イネ圃場3～4区画(1区面積30a)(品種はまさり)に表1～3のふん尿施用量と化学肥料を組み合わせた処理区を設け、5月移植～10月刈り取り体系(初年目は後作の秋まき小麦までを対象)での窒素収支を求めた。水質汚染指標として、田面水の窒素濃度を測定した。基本処理区は堆肥3.33t/10a,尿2.5t/10a,化学肥料窒素2kg/10aであり、これがY農場の慣行施用量である。これに対して堆肥・尿を倍量施用する処理区を継続的に設置した。土壌は黒ボク土である。

表1 処理内容一覧

年次	2002	2003	2004
2倍区	○	○	○
1.5倍区	○		
標準区	○	○	○
無化学肥料区	○		
尿追肥区			○

標準区:堆肥3.3t,尿2.5t/10a,化学肥料2kg/10a,
1.5倍区および2倍区:堆肥・尿の施用量のみ増やした
無化学肥料区:堆肥と尿のみ施用
尿追肥区:8月上旬に尿1.6t/10a(NH₄-Nとして2.83kg/10a)

2) 尿追肥試験 (2004年)

2004年8月4日に尿(アンモニア態窒素1.7%含有)1.66t/10aを水口から水とともに注入し、その後田面水の窒素濃度と葉色を追跡した。

3. 結果及び考察

1) 窒素収支

2002年5月-2003年6月の飼料イネ-秋まき小麦栽培体系における窒素収支は、窒素投入量に応じた旺盛な生育の結果、標準区では短期的には収支が均衡し残存窒素がほと

んどない状況となった（表 2）。

表2 飼料イネー麦体系の窒素収支(2002/5月-2003/6月)

		飼料イネ				麦		全体収支		
		Input 1)	Input 2)	Output	収支1)	収支2)	Input	Output	1)	2)
A	2倍区	63.0	25.3	21.7	41.3	3.6	7.8	9.57	39.53	1.86
B	1.5倍区	47.7	19.5	19.7	28.0	-0.2	7.8	9.92	25.90	-2.35
C	標準区	32.5	13.6	16.4	16.0	-2.8	7.8	7.71	16.11	-2.70
D	無化学肥料	30.5	11.6	13.4	17.0	-1.8			17.04	-1.77

ふん尿窒素含有率(T-N)堆肥:0.54, 尿:0.50%

1)全窒素投入量

2)施用当年に供給される量(堆肥30%, 尿50%, 化学肥料100%)

2003年5月-10月の飼料イネでは飼料イネによる窒素吸収量が前年より下回ったため全体に収支が窒素残存型に偏り、標準区においても相当量の窒素が残存した（表 3）。

表3 飼料イネ栽培の窒素収支2003/5月-10月

		飼料イネ			N output	全体収支		
		N input 1)	N input 2)	N input 3)		収支1)	収支2)	収支3)
①	標準区(本年から)	49.8	20.6	21.0	10.7	39.1	9.9	10.3
②	同上(本年から)	49.8	20.6	21.0	11.9	37.9	8.7	9.1
③	2倍区(昨年から)	95.6	37.3	43.6	13.0	82.6	24.3	30.6
④	同上(本年から)	97.6	39.3	39.0	14.1	83.5	25.2	24.9

ふん尿窒素含有率(T-N)堆肥:0.79, 尿:0.86%

1)全窒素投入量

2)施用当年に供給される量(堆肥30%, 尿50%, 化学肥料100%)

3)前年施用堆肥の残効を加算(施用した全窒素の10%)

2004年5月-10月の飼料イネでは、標準区ではほぼ収支均衡がとれていたが、2倍区では明らかな残存窒素が認められた（表 4）。尿追肥区では収量はほとんど増加せず追肥効果としては効果が判然としなかった。窒素吸収量が若干高まったために短期的な収支としてはほぼ均衡がとれていた。

表4 2004年飼料イネ栽培の窒素収支2004/5月-10月

		飼料イネ			N output	全体収支		
		N input 1)	N input 2)	N input 3)		収支1)	収支2)	収支3)
A	基本処理(本年から)	39.2	14.2	14.2	13.5	25.7	0.7	0.7
B	2倍区(3年目)	76.4	26.4	33.6	11.8	64.7	14.7	21.9
C	尿追肥区(本年から)	42.7	16.0	16.0	14.6	28.1	1.4	1.4

ふん尿窒素含有率(T-N)堆肥:0.96, 尿:0.21%

1)全窒素投入量

2)施用当年に供給される量(堆肥30%, 尿50%, 化学肥料100%)

3)前年施用堆肥の残効を加算(施用した全窒素の10%)

2) 田面水水質からみた環境影響

2002年は移植直後に窒素投入量に応じて田面水窒素濃度が高まる傾向にあったが7月以降に差は解消した（図 1）。2003年も標準区に比べて2倍区の窒素濃度が高い傾向にあり、一時的に用水よりも高い時期が認められたが、8月以降は差が解消するとともに用水濃度より低下した（図 2）。2004年は移植直後のみ全体の濃度が高かった以外には用水よりも低濃度で推移し、窒素処理の影響は見られなかった（図 3）。

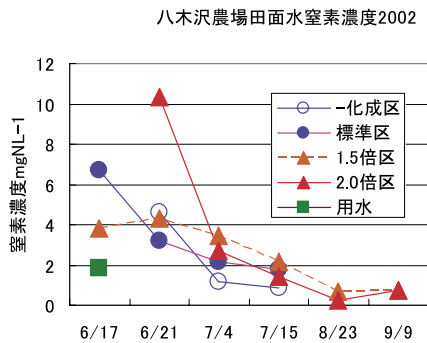


図1 田面水窒素濃度 2002年

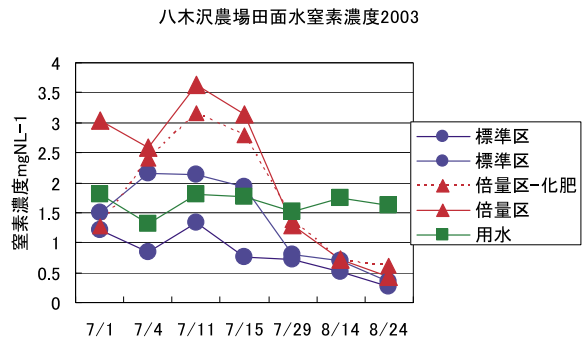


図2 田面水窒素濃度 2003年

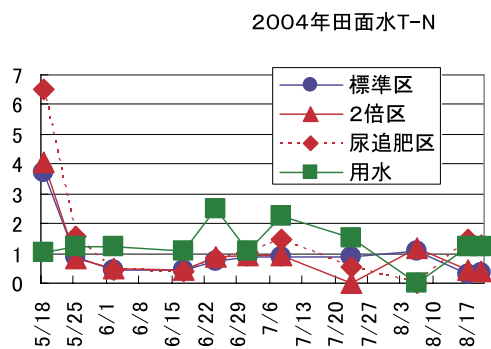


図3 田面水窒素濃度 2004年

頻繁な水深観察と水口・水尻の管理により正確な水管理を行えば田面水が直接に水系に流入することはないはずであるが、実際には朝晩の作業に限られるため上記の危険性はかなり高い。今回の調査では標準区に比べてふん尿施用量を増加すれば田面水の窒素濃度も高まることが2年にわたり観察されたので、この点からも標準区の妥当性が示されたといえる。

3) 尿追肥の効果と影響

尿注入作業直後からの田面水無機態窒素濃度の推移を図4に示す。

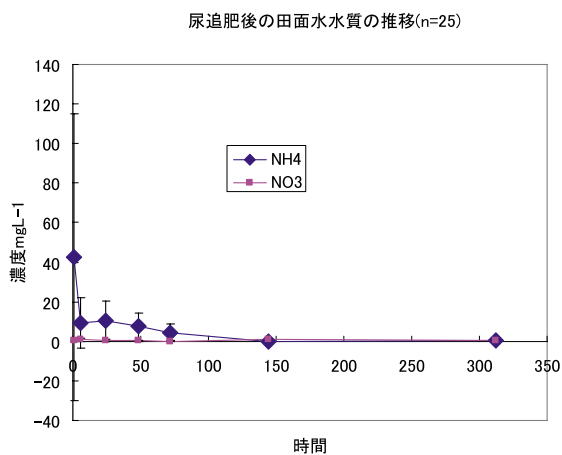


図4 尿追肥後の田面水窒素濃度

平均値としてみると注入直後にアンモニア態窒素濃度が高まるが、3日後以降はほとんどが消失した。全期間を通じて硝酸態窒素濃度は低濃度ではあったが、施用6時間後に小さなピークを示した。これらの結果から注入した尿のアンモニア態窒素は数日以内に硝化・脱窒により消失したものと推察される。一方、水口からの注入により均一な窒素分布が得られるかどうか実用的な問題である。施用直後からのアンモニア態窒素の分布状況を図5に示す。

NH4		mgNL-1					
1hr		1	2	3	4	5	
O		243.9	230.8	0.1	0.1	0.0	→水尻
A		22.4	180.6	0.1	0.1	0.3	
B		87.6	27.3	0.0	0.1	0.1	平均値
C		28.2	60.6	0.0	0.0	0.1	42.7
D→水口		118.9	65.2	0.4	0.1	0.1	
6hr		1	2	3	4	5	
O		5.3	9.8	23.8	1.5	0.1	→水尻
A		1.1	7.5	40.4	1.2	0.3	
B		1.3	20.4	39.9	5.2	0.1	平均値
C		0.6	11.7	35.3	0.0	0.1	9.2
D→水口		0.1	3.8	16.2	3.9	0.1	
24hr		1	2	3	4	5	
O		14.6	19.0	28.2	8.8	0.2	→水尻
A		4.0	17.7	32.1	5.2	0.4	
B		1.5	14.0	23.0	13.7	0.4	平均値
C		1.5	12.0	23.5	0.1	0.1	10.3
D→水口		0.2	4.9	26.5	4.8	0.2	
48hr		1	2	3	4	5	
O		10.4	16.7	21.1	15.0	0.1	→水尻
A		5.9	10.6	19.1	11.4	0.5	
B		0.5	6.0	13.9	20.8	0.6	平均値
C		0.5	2.4	9.9	0.1	0.1	7.4
D→水口		0.1	2.3	12.9	3.4	0.4	
72hr		1	2	3	4	5	
O		7.1	12.6	12.4	7.9	0.5	→水尻
A		5.5	7.0	10.5	7.9	0.8	
B		0.7	4.1	6.9	10.1	0.9	平均値
C		0.3	1.3	4.2	0.1	0.2	4.4
D→水口		0.0	0.3	4.4	5.1	0.3	
144hr		1	2	3	4	5	
O		0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	→水尻
A		0.0	0.1	0.1	0.2	0.7	
B		0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	平均値
C		0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
D→水口		0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	
312hr		1	2	3	4	5	
O		0.2	0.2	0.2	0.5	0.4	→水尻
A		0.1	0.1	0.1	0.4	0.7	
B		0.1	0.1	0.1	0.3	0.7	平均値
C		0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
D→水口		0.0	0.1	0.1	0.3	0.4	

図5 尿追肥後の田面水窒素濃度分布

この結果から、注入された尿は1~2日で30aの田面全体にほぼ到達するが、必ずしも全体が同一濃度で保持される時間は長くなく、中央部分に高濃度領域が残りつつも144時間（6日）でほぼ消失していることがわかる。このことは今回の注入方法では田面均一分布が達成できていないことを示し、注入量と水口からの希釈水量の関係を検討する必要がある。この間の飼料イネの葉色を図6に示す。

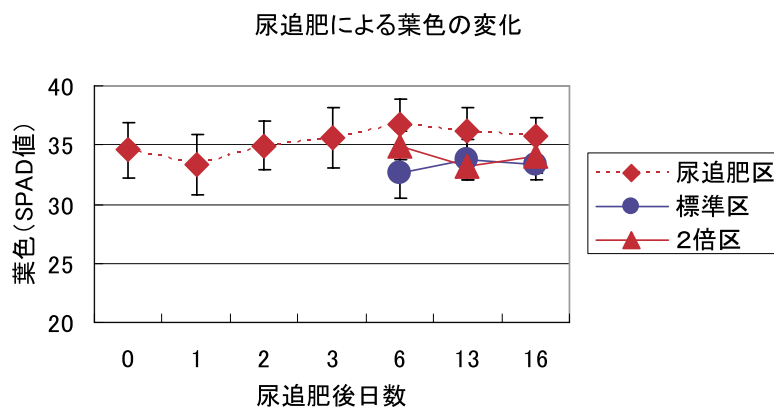


図6 尿追肥後の葉色の推移

尿追肥1日後に若干の退色を示したがその後緩やかに増大し、尿を追肥していない処理区よりも若干高めの数値を示した。このことから、尿追肥によって葉色が若干高まる傾向はみられるものの、収量にはこれがほとんど反映されず、尿追肥の効果はほとんど見られなかった。施用した尿の窒素成分は数日以内に田面において消失しており、水稻による吸収と同時に起こる脱窒との競合において、後者が勝った結果と思われる。尿追肥を効果的に行うためには、尿注入時の注入水量と尿との関係を検討し、田面全体に速やかに分布させることが重要であるとともに、注入する窒素量も再検討する必要がある。

4. 結論

- 1) Y農場のふん尿慣行施用量である堆肥 3.3t/10a, 尿 2.5t/10a, 化学肥料窒素 2kg/10a を超える量を施用しても収量の大幅な増加は認められず、施用量増加に伴い田面水の汚染が確認された。したがって上記慣行施用量が当面の合理的な施用量である。
- 2) 8月上旬に尿を 1.67t/10a 水口から注入することにより生育促進効果は判然としなかった。この原因は注入時の田面における分布むらと、注入後の田面における脱窒による窒素成分の消失にあると思われた。ただし窒素収支や水質における問題は発生しなかった。

Y 農場における飼料イネ生産・利用の経営経済的評価

体系技術評価研究室 関澤啓朗・宮路広武

1. 背景・目的

栃木県北部平坦・水田二毛作地帯での酪農＋水稲等の複合経営における飼料イネ生産・利用の経済性と経営的効果について明らかにする。

2. 方法

調査の対象は、栃木県北部平坦・水田二毛作地帯で酪農＋水稲等の複合経営を営んでいる Y 農場であり、聞き取り調査による実態把握と試算分析により課題を検討する。

3. 結果及び考察

(1) 経営概況

Y 農場は栃木県北部平坦水田地帯の大田原市にあつて、夫婦を基幹労力として酪農に加えて稲（含む作業受託）、麦、ウド、ミニトマトを耕作する複合経営である（表 1）。複合部門のうち麦は稲作機械の利用共同、ウドは冬季労力の活用、ミニトマトは育苗ハウスの活用等を考慮して導入している^{注1)}。

経営土地面積は水田 909 a、うち自作地が 532 a、借地が全体の約 40%に当たる 377 a を占めている。借地は水田借地 222 a と転作田借地 155 a とからなり、水田借地は 10 a 当たり 3 万円の借地料を支払って借り受け、転作田借地は無料であるが、地主が入手する生産調整助成金の高額化を考慮して飼料作物の作付及び高度利用（年 2 作）を条件として借地している^{注2)}。

表 1 経営概況

労働力	家族労力：経営主(48 歳) 夫婦、母 (71 歳、手伝い) 臨時雇用：1 名(ウド、トウモロコシ収穫作業等に延べ 85 人日)
経営土地面積	水田 909 a (うち自作水田 532 a、借地水田 222 a、借地転作田 155 a)
乳牛飼養頭数	経産牛 40 頭、育成牛 26 頭 (うち 16 頭は預託) 年間平均経産牛飼養頭数：2002 年；36.2 頭、2003 年；37.4 頭、 経産牛 1 頭当たり年間乳量：2002 年；8,355 kg、2003 年；8,367 kg
作付面積	水稲 367 a、麦 390 a、ウド 43 a、ミニトマト 1.5 a (ハウス) 飼料作物：トウモロコシ 377 a、飼料イネ 132 a
販売収入	酪農 4,144 万円 (出荷乳量 313 トン)、水稲 504 万円、麦 123 万円、ウド 160 万円、ミニトマト 15 万円、作業受託 80 万円 (育苗 1,300 箱、田植 100 a、稲刈り 100 a)
主要施設機械	成牛舎：繋ぎ式 38 頭、乾乳牛舎 30 坪、育成牛舎 30 坪 堆肥舎 300 坪、育苗ハウス 4 棟・273 坪 地下式サイロ：3×3×4 m；4 基、1.7×2.7×4 m：2 基 パイプライン、バークリナー トラクタ 5 台 (80、61、79、45、37 - 4 戸共同)、マニユアローダー、マニユアプレッター(2.5 トン)、バキュームカー(2500 リットル)、ジェットシーダー、コーンハーベスター(2 条)、ワゴン(2 トン)、田植機(側条施肥・8 条)、自脱型コンバイン(4 条)、乾燥機 2 基 (50、48 石) * 賃借利用：ベールラッパー、(ロールベール梱包作業は委託)

注. 飼養頭数は 2004 年 7 月現在、作付面積は 2004 年夏季作付面積、但し麦、ウドは春季収穫面積。販売収入は 2003 年実績

酪農は 1978 年に繁殖和牛に替わって乳用初妊牛を 2 頭導入したのが始まりで、その後 1984 年に現在の成牛舎を新築して増頭を図り、2004 年 7 月現在の飼養頭数は経産牛 40 頭、育成牛 26 頭（うち 16 頭は岩手県葛巻町畜産開発公社預託－2～3 ヶ月齢から分娩 2 か月前まで－）である。また、2002 年に堆肥舎（300 坪・60 頭分のふん処理可能）を新築して環境対策を整備するとともに、長男の就農が見込まれることから（2004 年 3 月大学を卒業し、農機具会社に就職。5 年後を目途に就農予定）、2005 年までに経産牛 60 頭、常時搾乳頭数 50 頭、経産牛 1 頭当たり乳量 8,500 kg、出荷乳量 50 万 kg を目標に規模拡大を計画している。なお、個体乳量は 2002、2003 年で 8,400 kg 弱でほぼ目標水準に達している。

注 1) ウドは収穫・出荷作業労働が負担になってきたため、2004 年 1～3 月の収穫・出荷で廃止。

注 2) 2004 年から生産調整の助成体系が変わり、高度利用加算が無くなったが一部圃場を除き飼料作物を含む年 2 作の土地利用を継続している。なお、2003 年までは生産調整助成金は地権者が全額取得していたが、2004 年からは助成金の一部・担い手集積加算 7 千円／10a は耕作者＝作業受託者が取得となり、当農場でも当該助成を取得することとなった。

(2) 土地利用と自給飼料生産

表 2 は 1998～2004 年間の圃場別の土地利用状況をみたものである。畑状態の圃場にはビール麦－トウモロコシ、一部ウド、水田状態の圃場に水稻、ビール麦－飼料イネを作付するとともに、転作田借地圃場及び排水不良圃場を除いた圃場（以下輪換可能水田圃場）では 1～3 年を単位として水田状態（輪換田）と畑状態（輪換畑）を交互に繰り返す田畑輪換利用している。田畑輪換利用は輪換畑のビール麦、トウモロコシの連作障害の軽減・回避と水田及び畑雑草の抑制を目的としたものである。

田畑輪換利用において湛水状態での土地利用となる飼料イネは、自給飼料生産に加えて輪換効果発現に寄与している。つまり、当農場では米価の低迷・高額な生産調整助成措置を背景に水稻作付面積抑制、ふん尿の圃場還元と自給飼料生産を考慮して成牛換算 1 頭当たり 10 a を目安に夏作飼料作物（トウモロコシ、飼料イネ）作付の考えを持っている^{註1)}。その結果、飼養頭数の増加に伴って輪換可能水田圃場では自給飼料生産が拡大して輪換畑面積＞輪換田面積となり、畑期間の延長による輪換効果（特に連作障害の軽減・回避）低下が懸念されるが（経営主によれば輪換期間は水田 2 年、畑 2 年が望ましく、畑期間は長くても 3 年までにしたいとしている）、飼料イネは湛水状態で自給飼料生産が可能であることから畑期間の延長を抑え、輪換効果の低下を抑制している。例えば、自作地 38 a 圃場では 2003 年に飼料イネを作付することにより畑期間を 3 年に延長することなく自給飼料生産が可能となっている。また、自作地 30 a ①圃場は飼料イネを隔年に作付することにより 1998 年以降 2003 年まで、連作障害を回避してビール麦と夏作飼料作物の作付が可能となっている。

水稻作付面積を抑制していることから転作面積が多くなっており、1998 年以降転作面積率（転作田借地を除く水田面積に占める転作面積比率）は 50 %前後で推移し、転作

表2 圃場別の土地利用の推移

項目	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	備考		
圃場別面積	自作地30 a	水稲	水稲	転作	転作	水稲	水稲	水稲	} 排水不良 2000年水稲後売却	
	自作地38 a	転作	水稲	水稲	転作	転作	イネ	水稲		
	自作地53 a	転作	転作	水稲	転作	転作(貸付)	水稲	転作		
	自作地49 a	転作	水稲	水稲	転作	転作	転作	水稲		
	自作地32 a	転作	転作	転作(ウド)	水稲	転作	転作	水稲		
	自作地73 a	水稲	転作	転作	イネ	転作(ウド)	水稲	転作		
	自作地27 a	水稲	水稲	転作	転作	イネ	転作(ウド)	水稲		
	自作地13 a	水稲	転作	転作	イネ	転作(ウド)	転作(ウド)	水稲		
	自作地30 a ④	転作	転作(ウド)	水稲	転作	イネ	転作	水稲		
	自作地30 a ①	転作	イネ	転作	イネ	転作	イネ	イネ*		
	自作地42 a	水稲	転作(貸付)	イネ	水稲	水稲	水稲	転作		
	自作地30 a ②	転作	水稲	転作(ウド)	水稲	イネ	イネ	イネ*		
	自作地30 a ③	転作	水稲	転作(ウド)	水稲	イネ	転作	イネ*		
	自作地23 a	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲		
	自作地15 a	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲		
	自作地17 a	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲	水稲		
	自作地33 a	水稲	水稲	水稲						
	水田借地26 a	水稲	水稲	水稲	水稲	転作(貸付)	転作(貸付)	水稲		2000年まで転作借地
	水田借地34 a	転作	転作	転作	水稲	水稲	水稲	転作		
	水田借地56 a				水稲	水稲	水稲	水稲		借地前管理不適
水田借地53 a				水稲	水稲	転作(貸付)	転作			
水田借地42 a				水稲	転作	イネ	イネ	2003年まで転作借地		
水田借地11a					転作	転作	水稲			
転作田借地15 a	転作	転作	転作	転作	転作(貸付)	転作	転作(貸付)	2002年麦後返却		
転作田借地58 a	転作	転作	転作	転作						
転作田借地62 a			転作	転作(ウド)	転作(貸付)	転作	転作*	2003年コン後返却 2003年コン後返却		
転作田借地28 a				転作	転作	転作				
転作田借地30 a				転作	転作	転作				
転作田借地18 a						転作(貸付)	転作(貸付)			
転作田借地30 a							転作			
転作田借地30 a							転作			
経営面積	自作地	565	565	565	532	532	532	532		
	水田借地	26	26	26	211	211	211	222		
	小計	591	591	591	743	743	743	754		
	転作田借地	107	107	169	193	146	164	155		
	合計(a)	698	698	760	936	889	907	909		
転作	転作面積(a)	292	273	307	343	473	400	387		
	転作面積率(%)	49.4	46.2	51.9	46.2	63.7	53.8	51.3		
作付面積	水稲	299	318	284	400	270	343	367		
	ビール麦	399	410	384	474	529	524	390		
	ウド		30	92	62	86	40			
	コーン	399	278	342	358	260	287	377		
	飼料イネ		30	42	116	117	140	132		
	夏季貸付		42			156	97	33		
	合計(a)	1,097	1,066	1,144	1,410	1,262	1,316	1,266		
	土地利用率(%)	157.2	152.7	150.5	150.6	142.0	145.1	139.3		

注1. 自作地73 a はハウス用地10 a を除く

2. 転作はビール麦→トウモロコシの年2作、但し転作*は夏作トウモロコシ1作。また転作(貸付)は夏作(大豆或いはトウモロコシを作付)を貸付けし、前作のビール麦は自らが耕作。転作(ウド)は年1作。イネは飼料イネでビール麦→飼料イネの年2作、但し、イネ*は飼料イネ1作。水稲はコシヒカリで年1作、但し1999年の自作地32②及び③はビール麦→水稲(初星)の年2作

3. 転作面積率は転作借地面積を除く。作付面積の合計は貸付による作付け面積は除く

割当面積率約 35 %を大きく上回っている。また、排水不良圃場、輪換田圃場（食用米作付）等を除いて年 2 作を基本として作付していることから土地利用率も 150 %前後に達している。

自給飼料作物は前述のように成牛換算 1 頭当たり 10 a を目安に作付けしている夏作飼料作物のみで、2004 年の作付面積はトウモロコシ 377 a、飼料イネ 132 a、合計 509 a である。このうち、トウモロコシは二次発酵が懸念される簡易サイロ貯蔵をできるだけ避け、6 基の固定サイロに貯蔵することを基本として作付面積を決定している。

また、現在冬作飼料作物の作付は皆無であるが、これは酪農導入当初に固定サイロ利用によるイタリアンのサイレージ調製に失敗した経験があること、ロールベールサイレージによりイタリアンの上記サイレージ調製問題は解決できると考えているが、ロールベール、ベールラッパーを所有しておらず、作業委託や機械の賃借利用では費用が嵩むことによるものである^{注2)}。

注 1) 当農場のふん尿の処理・利用状況を示すと、畜舎はふん尿分離方式（敷料稲わら）で、ふんはバークリナーで畜舎から堆肥舎に搬出後、堆肥舎でマニユアローダーで切り返して堆肥化し、尿は尿溜りに貯留している。製造堆肥は春季；飼料イネに 3.3 トン/10 a、トウモロコシ 3 トン/10 a 投入、夏季；イチゴ、トマト農家 4 戸に無償提供、秋季；ビール麦に 2.5 トン/10 a 投入、冬季；自作地水稲単作跡及び稲わら交換圃場に還元（自作地を含め約 12ha）している。尿は春季；ネギ農家（1 戸）圃場に散布、飼料イネ、トウモロコシに 2.5 トン/10 a 散布（トウモロコシが作付される転作田借地圃場の一部では圃場周囲に住宅があり尿散布が制約されており、飼料イネの導入、拡大は尿の圃場還元をよりスムーズにしている）、秋季；翌年コシヒカリ作付圃場（2ha 程度）に散布しており、堆肥、尿とも経営内外で全量利用している。このようなふん尿の年間利用実態の下で成牛換算 1 頭当たり 10 a 程度の夏作飼料作物の作付が導き出されている。

注 2) ロールベール、ベールラッパーは、2003 年までは作業委託、賃借利用していたが、2004 年の飼料イネ収穫までにはリース事業で導入することが決定している。

(3) 飼料イネの生産と経済性の検討

1) 生産状況

表 2 に示すように、飼料イネは 1999 年 30 a 作付以来年々作付面積を拡大し、2003 年には 140 a に達している。但し、1999、2000 年は研究機関の試験田としての作付であり、本格的な作付は 2001 年以降である。

飼料イネ導入の理由は、①田畑輪換利用を前提にビール麦、トウモロコシの連作障害の軽減・回避や雑草を抑制する土壌改良作物として効果があること、②ロールベールサイレージに調製することにより固定サイロを増設・投資することなく自給飼料を調達できること、③ふん尿の圃場還元に必要な成牛 1 頭当たり 10 a 程度の夏作飼料畑の確保に寄与すること、④試験田提供時の試験的給与により乳用牛への飼料イネ給与に問題がないこと、⑤ 2000 年度から水田農業経営確立対策が始まり、水田高度利用加算を含めた生産調整助成金が 10 a 当たり 7.3 万円になり、さらに 2001 年からは給与実証により 2 万円/10 a が加わって、10 a 当たり 9.3 万円と高額な助成金を取得できること^{注1)}、である。

飼料イネの栽培・収穫調製方法を 2003 年でみると（表 3）、作付品種は 120 a 作付のは

表3 飼料イネの栽培状況（2003年）

作業名	作業時期	主要事項
播種	5月15日	はまさり120 a くさほなみ10 a ほしあおば10 a
尿、堆肥散布	6月18～19日	尿2.5 ^{トン} /10 a 堆肥3.3 ^{トン} /a
耕起・代掻き	6月20～25日	
田植え	6月26日	田植機8条 化成肥料18kg/10 a はまさり22箱/10 a くさほなみ22箱/a ほしあおば30箱/10 a
除草剤散布	7月9日	
殺虫剤散布	8月10日	
収穫・調製	10月29～31日	モアー・ロールベール・ラップ体系 ベール梱包は作業委託（料金：1.5千円/ロール） ラップは機械借用して作業（賃料：1千円/ロール、資材を含む）
10 a 当たり収量		2,300kg（2002年：3,000kg）

まさりに加えて、くさほなみ、ほしあおばを各 10 a 栽培している。田植は収量向上のためには 6 月上旬が望ましいが、麦収穫跡にふん尿を施用した後に植え付けすることから 2003 年は 6 月下旬となっている（2003 年は麦収穫が遅れたために 6 月下旬となったが、2001、2002 は 6 月 20 日前後に田植している。因みに、食用米田植は 5 月上旬）。尿、堆肥を施用しているので追肥は行わず、10 月末にモアーで刈り取り後、ロールベール、ベールラッパーでラップサイレージに調製している（アルカリ処理はしていない）。収量は、田植えの遅れと冷夏による生育不良のため 2,300 kg/10 a で、2002 年の 3,000 kg（平年作）に比べ減収している。

なお、2003 年まではロールベールによる梱包作業は機械を所有する農家に作業委託し、ラッピング作業はベールラッパーを賃借して行っている。作業料金は 1 ロール当たり 1.5 千円、機械の賃料はフィルム代を含んで 1 ロール当たり 1 千円である。作業委託料金及び機械賃料を 1 ロール当たり重量 220 kg として 10 a 当りに換算すると、2003 年 26.3 千円（2002 年 35 千円）になっている。

また、飼料イネ作付面積は 2003 年に過去最高の 140 a に達しているが、オペレーターが経営主 1 名の現在の労働力構成と 6 月中～下旬の農作業構造（麦収穫→ふん尿施用→耕起・代掻き→田植→トウモロコシの播種作業）及び天候条件を考慮すると、140 a 程度が限界に近いとしている。

注 1) 生産調整助成の仕組みは米政策改革大綱により 2004 年から大きく変化した。

つまり、従来の転作に応じて画一的に助成から地域水田農業ビジョン実現に向けて水田農業構造改革推進のために地域自らが助成内容を決定することになった。当農場の所在する大田原市の水田農業構造改革交付金・産地づくり交付金は以下の通りである。基本部分：飼料作物、麦、大豆が 1.3 万円（10 a 当たり、以下同様）、その他作物 0.7 千円（但

し、ウドは 1.3 万円)。土地利用集積加算：飼料作物、麦、大豆 2.3 万円、その他作物はゼロ、助成要件は、2 以上の主要作業実施水田面積 1.5ha（麦・大豆 4ha）以上で、うち受託面積が 0.5ha（1ha）以上含まれていること、或いは全ての主要作業実施水田面積 1ha（3ha）以上であること。担い手集積加算：飼料作物、麦、大豆 0.7 千円、その他作物ゼロ、助成要件は担い手リストに掲載者（認定農業者、転作推進地区での推薦者）で、上記土地利用集積加算の助成要件をみたしていること。

また、水田農業構造改革交付金には上記以外に国が要件、水準を決定する助成として、麦・大豆品質向上対策と一定面積以上の団地化による飼料作物生産、飼料イネ生産等を対象とする耕畜連携推進対策があり、助成額は何れも 10 a 当たり 1.3 万円である。

なお、生産調整関係以外に飼料イネ関係の助成として、飼料イネの給与に助成される給与実証が継続しているが、2004 年の助成額はそれまでの 2 万円／10 a から 1 万円に減額している。

以上から当農場における 2004 年の飼料イネへの 10 a 当たり助成額を整理すると、自作地・借地水田の場合：水田農業構造改革交付金 5.6 万円（内訳は基本部分 1.3 万円・土地利用集積加算 2.3 万円・担い手集積加算 0.7 千円、耕畜連携推進対策 1.3 万円）と給与実証 1 万円で合計 6.6 万円である。

2) 経済性の検討

表 4 は飼料イネの生産コストをみたもので、10 a 当たり費用は 107 千円、うち栽培費用が 55 千円、収穫・調製費用が 52 千円を占めている。10 a 当たり現物収量（利用収量）を平年作水準の 3,000 kg、乾物率 38 %、TDN 含有率 55 %として、TDN1 kg 当たりコストに換算すると、171.1 円となる。

後にみるように、飼料イネはオーツヘイ、ヘイキューブと代替利用関係にある。そこで、飼料イネコストとオーツヘイ、ヘイキューブの価格（表 5）を TDN1 kg 当たりで比較すると、費用は購入価格の約 2.2 倍の水準にあり、この限りでは飼料イネは購入粗飼料（オーツヘイ、ヘイキューブ。以下同様）に対して経済的有利性を有していない。

しかし、飼料イネは生産・給与することにより生産調整助成金（2004 年からは水田農業構造改革交付金）、給与実証の助成金を得ることができる。そこで、この 2 つの助成金を考慮し、コストから助成金を差し引いて経済性を検討しよう。2003 年までの助成金水準では、生産費合計から生産調整及び給与実証の 2 つの助成金を差し引いて求めた TDN1 kg 当たり助成金全額差引費用①は 22.8 円となり、オーツヘイ、ヘイキューブは無論、当農場の利用する最も安価な粗飼料であるビートパルプの TDN1 kg 当たり価格をも下回っている^{注1)}。

助成額が 2003 年水準比較して 2.7 万円／10 a（生産調整助成 1.7、給与実証 1 万円）低下した 2004 年水準の場合についてみると、助成金全額差引費用②の場合は 65.9 円で粗飼料購入価格を下回っているが、暫定的な助成措置である給与実証が無くなってしまうと 81.8 円（生産調整助成金差引費用②）に上昇し、購入粗飼料に対して経済的有利性は喪失してしまう。

表4 飼料イネサイレージの生産費用

単位：円、%

費目		10a 当たり	TDN1kg 当たり	割合
生産費用	種子代	1,386	2.2	2.5
	肥料代	1,980	3.2	3.6
	農薬費	1,911	3.0	3.5
	資材費	2,669	4.3	4.9
	栽培費用			
	光熱燃料費	1,518	2.4	2.8
	減価償却	25,938	41.4	47.3
	修理費	4,150	6.6	7.6
	土地改良・水利費	5,190	8.3	9.5
	労働費	10,114	16.1	18.4
	小計	54,857	87.5	(51.1)
	収穫調製費用			
	燃料費	851	1.4	1.6
	賃料及び料金	37,500	59.8	71.5
	減価償却	4,384	7.0	8.4
	修理費	701	1.1	1.3
	労働費	9,000	14.4	17.2
小計	52,437	83.6	(48.9)	
合計		107,293 [35.8]	171.1	100
自家労賃差引費用		88,179 [29.4]	140.6	
助成金全額差引費用①		14,293 [4.8]	22.8	
生産調整助成金差引費用①		34,293 [11.4]	54.7	
助成金全額差引費用②		41,293 [13.8]	65.9	
生産調整助成金差引費用②		51,293 [17.1]	81.8	
助成金全額差引費用③		39,068 [13.0]	62.3	
生産調整助成金差引費用③		49,068 [16.4]	78.3	
備考	現物収量 (kg)	3,000		
	TDN 収量 (kg)	627		
	生産調整助成金	① 73,000、② 56,000		
	給与実証助成金	① 20,000、② 10,000		

注1. 労賃は1500円/時間で評価、労働費は全額で自家労働費

2. 助成金全額差引費用① = (生産費用合計 - 生産調整助成金① - 給与実証助成金①)

生産調整助成金差引費用① = (生産費用合計 - 生産調整助成金①)

助成金全額差引費用② = (生産費用合計 - 生産調整助成金② - 給与実証助成金②)

生産調整助成金差引費用② = (生産費用合計 - 生産調整助成金②)

助成金全額差引費用③、生産調整助成金差引費用③は助成金全額差引費用②、生産調整助成金差引費用②から2,225円(飼料イネの土壌改善効果として削減された麦作の除草剤費用)を差し引いた費用

生産調整助成金①、給与実証助成金①は生産調整助成及び給与実証助成の2003年水準額、

生産調整助成金②、給与実証助成金②は水田農業構造改革交付金及び給与実証の2004年水準額

3. 収量、助成金額は10a 当たり、自作地利用とする。

4. 現物収量は利用収量とする。TDN収量は乾物率38%、TDN含有率55%として計算

5. 10a の [] 内は現物1kg 当たり生産費用。割合は栽培費用、収穫調製費用における比率。但し、() は費用合計に対する比率

表5 購入飼料価格

購入飼料名	1kg 当たり価格(円)		TDN含有率 (%)
	現物	TDN	
オーツヘイ	39.0	76.9	50.7
ヘイキューブ	39.5	80.0	49.4
ビートパルプ	34.0	52.6	64.6
配合飼料	41.7	57.8	72.0

注. 価格は2003年8月現在

ところで、前述のように飼料イネは田畑輪換利用を前提にトウモロコシや麦の土壌改良作物としての役割を期待して作付けしている。そこで、聞き取り調査で把握できた土壌改良作物としての効果、すなわち麦作への除草剤散布量軽減を加味して、2004年の助成額水準のもとでの経済性をみると以下のようなものである。つまり、生産費合計から助成額、さらに軽減された除草剤費（2,225千円／10a）を差し引いて求めた飼料イネTDN1kg当たり生産費は、助成が生産調整（水田農業構造改革交付金）のみとした生産調整助成金差引費用③の場合は78.3円で、ヘイキューブ価格を下回るが、オーツヘイ価格を若干上回ってしまう。しかし、給与実証助成を考慮すると助成金全額差引費用③は62.3円に低下し、粗飼料購入価格の80%前後となる。経営主は、飼料イネは購入粗飼料に比較して調理に多くの労力を要するため、購入粗飼料に替わって飼料イネを利用するには、TDN1kg当たりの飼料イネコストが購入粗飼料価格の80%以下が望ましいとしているが（80%が飼料イネと購入粗飼料の利用が均衡する飼料イネの費用＝利用均衡費用、63円前後）、助成金全額差引費用③は利用均衡費用とほぼ同水準である。

以上のように当牧場における飼料イネが粗飼料購入に比較して経済的有利性を確保するには、生産調整及び給与実証助成措置が必要であり、助成額が2004年水準の場合は、さらに飼料イネの土壌改良効果を加味することが条件となる。

ところで、飼料イネのコストは栽培費用と収穫・調製費用がほぼ半々を構成し（表4）、収穫・調製費用はロールベール梱包作業委託料金とベールラッパーの賃料料金からなる賃料及び料金が70%を占めている。当牧場ではこの賃料及び料金＝調製費用を削減すべく、2004年にリース料400万円、リース期間6年の条件でロールベール、ベールラッパーを導入することになっている。そこで、上記リース条件でロールベール、ベールラッパーを導入した場合の飼料イネ生産コストを試算したのが表6である。同表は、当牧場において想定される導入機械の稼働面積毎に、すなわち飼料イネのみに利用した場合（表6の規模1）、飼料イネに加えて現在コンパクトベラで行っている稲ワラ収集（10ha、この場合導入機械の利用はロールベールのみ）にも利用の場合（規模2）、さらに2004年産麦作（390a）に替わってイタリアンライグラスを作付けし^{註2)}、利用した場合（規模3）について試算したものである。機械稼働面積の拡大に伴って飼料イネ生産費は低減し、規模3の場合、現状に比較して（表4）TDN1kg当たり30円コストが削減されている。しかし、設定した何れの機械稼働面積規模の場合でも、助成金を考慮しないならば現状の梱包作業委託・機械賃借利用の場合と同様飼料イネの生産費は購入粗飼料価格を大幅に上回っている。だが、助成金を前提すると、当面もっとも想定しうる機械利用条件である飼料イネ及び稲ワラ収集での稼働の場合（規模2）、助成金全額差引費用(ア)は63.3円、さらに飼料イネの土壌改良効果を考慮すると59.7円（助成金全額差引費用(イ)）となり、利用均衡費用水準乃至それ以下となり、飼料イネは飼料調理労働負担増加を考慮しても粗飼料購入に比較して経済的有利性確保が可能となる。さらに、麦作に替わって全面イタリアンライグラスを作付けした場合を想定すると（規模3）、機械稼働面積が拡大するため、給与実証助成を考慮しない生産調整助成金差引費用(ア)、(イ)でも51.8円に低下し、利用均衡費用の80%水準と生産コストは大幅に削減される。

つまり、ロールベール、ベールラッパーを導入し、飼料イネ利用に加えて稲ワラ収集作

表6 機械稼働面積規模別のTDN1kg当たり飼料イネ生産生産費

機械稼働面積規模		規模1	規模2	規模3	
機械稼働面積内容	ロールベール (ha)	1.4	11.4	15.3	
	ベールラップ (ha)	1.4	1.4	5.3	
生産費用(円)	栽培費用	種子代	2.2	2.2	2.2
		肥料代	3.2	3.2	3.2
		農薬費	3.0	3.0	3.0
		資材費	4.3	4.3	4.3
		光熱燃料費	2.4	2.4	2.4
		減価償却費	41.4	41.4	41.4
		修理費	6.6	6.6	6.6
		土地改良・水利費	8.3	8.3	8.3
		労働費	16.1	16.1	16.1
	小計	87.5	87.5	87.5	
	収穫調製	資材費	10.6	10.6	10.6
		燃料費	2.3	2.3	2.3
		減価償却費・リース料	92.1	43.6	19.9
		修理費	14.8	7.0	3.2
		労働費	17.5	17.5	17.5
小計	137.3	81.1	53.6		
合計	224.8	168.5	141.1		
助成金全額差引費用(ア)	119.6	63.3	35.8		
生産調整助成金差引費用(ア)	135.5	79.2	51.8		
助成金全額差引費用(イ)	116.0	59.7	35.8		
生産調整助成金差引費用(イ)	132.0	75.7	51.8		
備考	作付・飼料イネ (ha)	1.4	1.4	1.4	
	作業イタリアン (ha)	0.0	0.0	3.9	
	面積稲ワラ収集 (ha)	0.0	10.0	10.0	
	収量現物 (kg/10a)	3,000	3,000	3,000	
	TDN (kg/10a)	627	627	627	

- 注1. 飼料イネ、イタリアンはロールベールサイレージ調製でロールベール、ベールラップを利用。稲ワラ収集はベール梱包でロールベールのみ利用
2. 助成金差引費用は2004年の助成金水準で計算、具体的には以下の通り。
 助成金全額差引費用(ア) = 生産費用合計 - (構造改革交付金5.6万円/10a + 給与実証1万円/10a)
 生産調整助成金差引費用(ア) = 生産費用合計 - 構造改革交付金5.6万円/10a
 助成金全額差引費用(イ)、生産調整助成金差引費用(イ)は同(ア)、(イ)から飼料イネの土壌改良効果として麦作除草剤が削減されるものとして除草剤削減費用2,225円/10aを差し引いて算出。但し、麦作作付なしとなるイタリアン3.9ha作付の場合は差引費用はゼロ

表7 トウモロコシサイレージの生産費用 単位:円

	10a 当たり		TDN 1 kg 当たり		
	10a 当たり現物収量 (kg)	10a 当たり	TDN 1 kg 当たり	TDN 1 kg 当たり	
生産費用	種子代	2,448	2,448	3.0	2.7
	肥料代	5,450	5,450	6.6	5.9
	農薬費	1,240	1,240	1.5	1.3
	光熱燃料費	965	965	1.2	1.0
	資材費	548	548	0.7	0.6
	減価償却費	30,550	30,550	36.9	33.2
	修理費	4,888	4,888	5.9	5.3
	労賃	12,219	12,219	14.8	13.3
	合計	63,497	63,497	76.7	69.0
	助成金差引費用	20,497	20,497	24.7	22.3

- 注1. 10a 当たり収量は、10a 当たりは現物収量、TDN 1 kg 当たりはTDN収量
 TDN 収量は TDN 含有率 18.4% として計算
2. 10a 当たり収量は 4,500 kg : 平年作、5,000 kg は : 2002 年実績
3. 助成金差引費用は (合計 - 水田農業構造改革交付金 4.3 万円)。
 なお、トウモロコシが耕畜連携推進対策助成に該当するか調査時点で不明のため、同助成を除いた額を助成額として計算
4. 自作地を前提

業、イタリアンライグラスのサイレージ調製にも機械利用を拡大すれば、単位面積当たり機械費用が削減され、その結果暫定的な助成である給与実証がなくなったとしても、生産調整助成額が 2004 年度水準で継続すれば飼料イネ生産コストは利用均衡費用水準を大幅に下回ることが可能であるといえよう。

最後に、トウモロコシの生産コストに触れておくと（表 7）、10 a 当たり収量が平年作水準の 4,500 kg の場合、TDN1 kg 当たり費用は 76.7 円でオーツヘイ価格と均衡しており、水田農業構造改革交付金（4.3 万円 / 10 a）^{注3)} を考慮すると TDN1 kg 当たり生産費は 24.7 円で、ビートパルプ価格をも下回っている。従って、トウモロコシは水田利用をめぐる競争する飼料イネの表 6 の助成金全額差引費用（イ）に比べて安価に自給飼料を生産できるという関係にある。以上のような水田利用をめぐる両飼料作物の経済的条件の下で、輪換畑の一部に飼料イネが作付されているのは、飼料イネの土壤改良作物としての位置づけと固定サイロ容量にトウモロコシの作付面積が制約されることによるものである。

注 1) 飼料イネ導入理由の 1 つに高額な助成金の取得を指摘したのは、このような助成措置の下での粗飼料購入価格と飼料イネコストとの比較有利性の関係によるものである。

注 2) 麦作は稲作機械の汎用的利用を考慮して耕作しているが、近年実需者の品質要求、品質による価格格差が厳しくなっており、従来の多肥による多収栽培技術での対応では収益性向上が難しくなっていること、長男の就農を考慮して頭数規模拡大・自給飼料生産拡大を考慮していることから、ロールバール、バールラップ導入後はロールサイバールレージ調製を前提に、徐々に麦作に替わってイタリアンライグラスを作付する意向をもっている。

注 3) 表 7 の注 3 参照

(4) 飼料イネの経営的評価

前項では購入粗飼料価格との対比により飼料イネの経済性を検討したが、ここでは飼料イネ生産・給与が経営収益（所得）の向上に寄与したのかという視点から飼料イネを評価することにしよう。

当牧場では、飼料イネは嗜好性、品質（カビ）について問題なく、購入乾草の一部を代替する重要な夏作自給飼料として位置づけている。給与対象牛は主に搾乳牛と乾乳牛で、飼料イネの給与状況を 2003 年産についてみると 2003 年 12 月 15 日から給与を始め、サイレージの品質が安定する翌年 1 月から本格的に給与し、7 月上旬調査時現在給与中で、7 月末まで給与可能としている。

表 8 は 2003 年産飼料イネ給与状況を踏まえ、作付面積が 2003 年水準（140 a）で、収量が平年作の 3,000 kg（現物、利用収量）の場合の飼料給与構成を示したものである。同表は、給与頭数；搾乳牛 33 頭（給与期間平均頭数）、乾乳牛 6 頭（前同）、飼料イネ 1 頭 1 日当たり給与量；搾乳牛（乳量 30 kg / 頭・日）5 kg（但し、12 月は 3 kg）、乾乳牛 3 kg 給与とし、給与期間を求めたもので、給与期間は 2003 年産の給与実績と同様の 12 月 15 日から翌年の 7 月末となっている^{注1)}。

表 8 によると、飼料イネ給与に伴って、搾乳牛ではオーツヘイ、ヘイキューブ、乾乳牛ではオーツヘイの給与量が減少している。同時に、搾乳牛ではビートパルプ、配合飼料の

給与量が増加している。具体的にみると、搾乳牛の場合、12月中は飼料イネ3kg（1頭1日当たり、以下同様）に加えてオーツヘイ3kg、ヘイキューブ3kg、トウモロコシサイレージ10kg、配合飼料11kgを給与しており、飼料イネ非給与時に比較してオーツヘイ、ヘイキューブが各1kg減少している。1月から7月までは、飼料イネはサイレージ発酵が終了し品質が安定するので給与量を5kgに増やし、オーツヘイ2kg、ヘイキューブ3kg、トウモロコシサイレージ10kg、ビートパルプ4kg、配合飼料12kgを給与している。これを飼料イネ非給与時と比べると、オーツヘイ3kg、ヘイキューブを1kg減らす一方で、養分量を維持するためビートパルプ、配合飼料を各1kg増やしている。その結果、同期間のTDN給与量は飼料イネ非給与時を若干上回っている^{注2)}。乾乳牛の場合は、飼料イネ給与全期間で、飼料イネ給与量は3kg、他の飼料の給与量は飼料イネ非給与時と比べてオーツヘイを1kg減らしている（2.5kg給与）以外変わりなく、飼料イネ非給与時と同程度のTDN量を給与している。

表8 飼料イネの給与及び非給与時における1頭1日当たり飼料給与内容と飼料費

畜種	飼料名	飼料イネ給与時						飼料イネ非給与			備考	
		12月15日 ～12月31日			1月1日 ～7月31日			8月1日 ～12月14日				
		給与量(kg)		飼料費 (円)	給与量(kg)		飼料費 (円)	給与量(kg)		飼料費 (円)	TDN含有 率(%)	飼料価格・ 生産費(円)
		現物	TDN		現物	TDN		現物	TDN			
搾乳牛	飼料イネ	3	0.6	107.4	5	1.0	179.0				0.55	35.8
	トウモロコシ	10	1.8	141.0	10	1.8	141.0	10	1.8	141.0	0.184	14.1
	オーツヘイ	3	1.5	117.0	2	1.0	78.0	5	2.5	195.0	0.507	39.0
	ヘイキューブ	3	1.5	118.5	3	1.5	118.5	4	2.0	158.0	0.494	39.5
	ビートパルプ	3	1.9	102.0	4	2.6	136.0	3	1.9	102.0	0.646	34.0
	配合飼料	11	7.9	458.2	12	8.6	499.8	11	7.9	458.2	0.72	41.7
	合計		15.3	1,044		16.6	1,152		16.2	1,054		
乾乳牛	飼料イネ	3	0.6	107.4	3	0.6	107.4				0.55	35.8
	トウモロコシ	5	0.9	70.5	5	0.9	70.5	5	0.9	70.5	0.184	14.1
	オーツヘイ	2.5	1.3	97.5	2.5	1.3	97.5	3.5	1.8	136.5	0.507	39.0
	ヘイキューブ	1	0.5	39.5	1	0.5	39.5	1	0.5	39.5	0.494	39.5
	ビートパルプ	1	0.6	34.0	1	0.6	34.0	1	0.6	34.0	0.646	34.0
	配合飼料	3	2.2	125.1	3	2.2	125.1	3	2.2	125.1	0.72	41.7
	合計		6.1	474		6.1	474		6.0	406		

注1. 飼料イネ給与期間、給与量は飼料イネ面積1.4ha、現物利用収量3,000kg/10a、期間平均給与頭数：搾乳牛33頭、乾乳牛6頭、搾乳牛日乳量30kgを前提

2. TDN含有率は現物当たり、但し飼料イネは乾物当たり含有率。飼料価格、生産費は現物1kg当たりで、飼料イネの生産費は表4、トウモロコシは表7（収量4,500kg）の助成金・土壌改良効果を考慮しない場合。

3. 飼料イネ、トウモロコシはサイレージ

飼料イネ給与時の1頭1日当たり飼料費をみておくと、搾乳牛は12月分1,044円、1～7月1,152円で、これを飼料イネ非給与の場合と比較すると12月は10円安い、1～7月は約100円高くなっている。乾乳牛の場合は飼料イネ非給与時の約70円高の474円である。

以上のように飼料イネ給与時の飼料費は飼料イネ非給与時に比較して高くなっているが、この比較は飼料イネ生産費に所得を形成する自家労賃部分を含んだものであり、また飼料イネ生産・給与に関連して得ることのできる助成金等を考慮していない。そこで、次に表8の飼料給与構成を前提に飼料イネ生産に伴う自家労賃収入や助成金等を考慮して、本項の目的である飼料イネ生産・給与が飼料イネ非給与の場合と比較して経営収益向上に寄与するのかを検討しよう。

表9によると、購入飼料費は飼料イネ給与に伴って一部飼料で増加するものの、オーツヘイ、ヘイキューブの削減が大きいいため全体では66.2万円減少している。一方、飼料イネの生産に要する費用は（飼料イネ生産費（A））、所得に転化する自家労賃を差し引いても123.4万円（140 a）に達している。その結果、飼料イネ生産に要する費用（物財費）

表9 飼料イネ生産・給与に伴う経営収益の変化

項目		金額(円)	
飼料イネ生産費 (A)		1,234,506	
飼料イネ生産費 (B)		1,183,868	
飼料イネ生産費 (C)		943,026	
購入飼料費節約額	搾乳牛	オーツヘイ	833,664
		ヘイキューブ	288,192
		ビートパルプ	-230,656
		配合飼料	-282,893
	乾乳牛	オーツヘイ	53,352
合計 (1)		661,659	
土壌改良効果による費用節約 (2)		31,150	
助成金	水田農業構造改革交付金 (3)	784,000	
	給与実証 (4)	140,000	
経営収益	(1) - (A)	-572,847	
	(1) + (2) - (A)	-541,697	
	(1) + (2) + (3) - (A)	242,303	
	(1) + (2) + (3) + (4) - (A)	382,303	
	(1) - (B)	-522,209	
	(1) + (2) - (B)	-491,059	
	(1) + (2) + (3) - (B)	292,941	
	(1) + (2) + (3) + (4) - (B)	432,941	
	(1) - (C)	-281,367	
	(1) + (3) - (C)	502,633	
(1) + (3) + (4) - (C)	642,633		

注1. 飼料イネ140 a 作付、現物収量3,000kg/10 a、表8の飼料イネ給与時の飼料給与を前提に経営収益を計算

- 飼料イネ生産費は自家労賃差引き。(A)はロールベール梱包作業委託、ベールラッパー賃借の場合(表4参照)、(B)、(C)はロールベール、ベールラッパーをリース事業で導入で、(B)は飼料イネ(1.4ha)、稲ワラ収集(10ha)、(C)は前記に加えイタリアン(3.9ha)に利用の場合(表6参照)
- 土壌改良効果は麦作除草剤削減に伴う費用節減(2,225円/10 a)、水田農業構造改革交付金5.6万円/10 a、給与実証1万円/10 a。麦作がイタリアンに替わる飼料イネ生産費(C)の場合、土壌改良効果による費用節減はない

が購入飼料節約額を 57.2 万円上回っている。また飼料イネの生産は麦作に対する土壌改良効果による費用節約が期待されが、この費用節約分を収益向上効果と見込んでも飼料イネ生産費（物財費）をカバーすることはできない。しかし、助成金を考慮すると、助成額が低下した 2004 年水準でも飼料イネ生産費（物財費）をカバーすることが可能となる。なお、経営収益増加額は、助成が水田農業構造改革交付金のみの場合には 24.2 万円、給与実証を加算すると 38.2 万円、10 a に換算すると 2～3 万円弱でそれほど大きなものではない。

だが、前述のようにリース事業でロールベール、ベールラッパーを導入し、稲ワラ収集等にも利用して機械稼働率を高め、飼料イネ生産コスト低減に努めれば、飼料イネ生産・利用による経営収益向上効果を高めることができ、例えば導入機械を飼料イネ 1.4ha、稲ワラ収集 10ha、イタリアン 3.9ha に利用できれば、経営収益増加額は現状の 2 倍前後に拡大する。

以上のように、当牧場における飼料イネ生産・利用は助成金が無ければ経営収益向上に寄与するものではないが、2004 年水準の助成を前提にすれば暫定的な助成である給与実証助成が無くなっても経営収益向上に寄与する。助成水準の低下により経営収益向上額はそれ程大きなものではないが、ロールベール、ラップサイレージの導入、導入機械の稼働面積確保による飼料イネ生産コスト低減に努めることにより収益向上効果を高めることが可能である。

注 1) 前記のように 2003 年産飼料イネは天候不順で収量が平年作の約 75 %であったため、2003 年産の給与量は搾乳牛で 4 kg/日程度であった。経営主は平年作収量を確保できれば飼料イネを搾乳牛 5 kg/日、乾乳牛 3.5 kg/日を与え、可能な限り給与期間を延長することを希望していることから表 8 の給与を設定した。

注 2) 2002 年産飼料イネ給与までは飼料イネ 5 kg 給与に伴って、オーツヘイ 2 kg、ヘイキューブ 3 kg 給与に変えたが、その他飼料の給与量は飼料イネ非給与時と同じとしていた。当初、経営主はこの給与構成で問題なしとしていたが、2003 年秋頃から養分不足に起因すると思われる疾病が発生し、そのため 2004 年 1 月から前記のようにビートパルプ、配合飼料の給与量を増やした。なお、給与 TDN 量は必要量の 107.3 %で、適正な給与量ということが出来る。

4. まとめ

Y 農場では 2001 年から本格的に飼料イネ生産に取り組み、2003 年には 140 a に達している。飼料イネは田畑輪換利用を前提に麦、トウモロコシの土壌改良作物として土地利用・作付体系に組み込まれるとともに、トウモロコシと並んでロールベールサイレージ調製により容易に調達可能な重要な夏作自給飼料作の位置を占めている。

飼料イネ作付面積 140 a、平年作収量（現物利用収量 3,000 kg/10 a）、経産牛飼養頭数約 40 頭であれば、約 7 ヶ月間搾乳牛 1 頭 1 日当たり 5 kg の飼料イネ給与が期待できる。飼料イネの生産コストは代替給与関係にあるオーツヘイ、ヘイキューブ購入価格と比較して、助成金がないならば大幅に上回ってしまう。しかし、輪作による土壌改良効果及び生産調整（水田農業構造改革）と給与実証助成を前提とするならば、助成額が 2004 年水準に下がっても、飼料イネ生産コストは購入粗飼料価格の 80 %程度に設定される利用均衡

費用水準まで低下する。さらに、ロールベール、ベールラッパーの導入と有効利用による機械費用削減に努めれば、助成が水田農業構造改革交付金のみの場合でも飼料イネコストは利用均衡費用の 80 % 水準まで下げることが可能である。

以上のように当農場では、飼料イネは助成を前提にするものの飼料調理作業負担増分のコスト削減を考慮した利用均衡費用（購入粗飼料価格の 80 % 程度）水準で調達することができ経営収益向上に役立っており、また調製作業機械の導入、有効利用により経営収益拡大に一層寄与することが期待できるといえよう。