

飼料イネ、焼酎粕濃縮液の発酵TMR (混合飼料) 調製と給与技術マニュアル

—新しい地域システム構築を目指して—



平成23年3月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
九州沖縄農業研究センター
イネ発酵TMR研究チーム

資料の取り扱いについて

本マニュアルに掲載されている研究成果等の複写、転載および引用にあたっては、必ず著者の了承を得たうえで利用してください。

目次

1. はじめに	01
2. 飼料イネ栽培関係	
1) 栽培関係	02
(1) 移植栽培	
(2) 直播栽培	
(3) 2回刈り栽培	
2) 肥培管理	03
(1) 基肥	
(2) 追肥	
(3) 牛糞堆肥の利用	
(4) 牛糞堆肥の窒素肥効	
(5) 葉色診断による追肥	
3) 雑草防除	06
(1) 雑草管理の基本的な考え方	
(2) 移植栽培における雑草防除法	
(3) 直播栽培における雑草防除法	
(4) 2回刈り栽培における雑草管理の留意点	
3. サイレージ調製関係	
1) イネ発酵粗飼料	10
(1) 収穫適期	
(2) 収穫作業	
(3) 添加剤の利用	
(4) 作業上の留意点	
2) 焼酎粕	11
(1) 焼酎粕の栄養価	
(2) 焼酎粕濃縮液の保存性	
3) 焼酎粕混合発酵 TMR の発酵品質	13
4) 作業上の留意点	15

4. 乳用牛への給与

- 1) 焼酎粕濃縮液の栄養的特徴・・・・・・・・・・・・・・・・・・17
- 2) 米焼酎粕濃縮液の乳牛への給与・・・・・・・・・・・・・・・・18
- 3) 麦焼酎粕濃縮液の乳牛への給与・・・・・・・・・・・・・・・・19
- 4) カンショ焼酎粕濃縮液の乳牛への給与・・・・・・・・・・・・19
- 5) 焼酎粕濃縮液の TMR への混合例・・・・・・・・・・・・・・21

5. 肉用牛への給与

- 1) 育成牛・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・23
 - (1) 飼料イネWCS
 - (2) 飼料米
 - (3) カンショ焼酎粕濃縮液
- 2) 肥育牛・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・25
 - (1) 飼料イネWCS
 - (2) 飼料米
 - (3) カンショ焼酎粕濃縮液
- 3) 肥育牛への飼料米（玄米）、カンショ焼酎粕濃縮液の発酵TMR給与事例・・・・26

6. 営農支援システム

GISによる飼料生産管理方法—事例とデータベース構築・運用の指針—

- (1) GIS（地理情報システム）とは何か・・・・・・・・・・・・・・28
- (2) 大規模飼料生産管理におけるGIS利用・・・・・・・・・・・・28
- (3) データベース構築・運用の概要・・・・・・・・・・・・・・28
- (4) GISの学習方法とデータ管理支援システム・・・・・・・・・・・・33

7. 焼酎粕濃縮液の調製

- 1) 焼酎粕の産出と性状・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・34
- 2) 焼酎粕の飼料化処理・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・36
- 3) 焼酎粕濃縮液の利活用に関する注意点・・・・・・・・・・・・37

8. 参考：研究成果情報

9. 現地の取り組み事例

- 1) TMRセンターの概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・42
- 2) 飼料イネの入手・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・42
- 3) 焼酎粕濃縮液の入手・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・42

1. はじめに

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構（略称：農研機構）はわが国の農業および地域発展のため、平成 18 年 4 月から研究推進体制をチーム制として、技術開発に取り組んできた。九州沖縄農業研究センターのイネ発酵 TMR 研究チームは『暖地における飼料イネ等の発酵 TMR 生産技術の開発による地域システムの構築』の中課題のもと、平成 18～22 年度の 5 年間、現場主義で技術の開発を行ってきた。

今までの技術研究の成果は著書、国内外の学会誌、普及雑誌、現地検討会資料などで公表・伝達されている。この度、体系的に情報を提供するために、当チームが開発した技術情報を中心にとりまとめてマニュアルとして発行することとした。主な内容は、飼料イネ栽培、発酵 TMR サイレージ調製、乳用牛・肉用牛への給与、営農支援システムの構築、焼酎粕濃縮液の調製および現地の取り組み事例とする。

これらの技術内容は、図 1 のように a) 水田地帯で生産された飼料イネ（イネ WCS、玄米）および b) 焼酎粕処理プラントから産出される焼酎粕濃縮液を、c) TMR（混合飼料）センターへ搬入し、発酵 TMR に調製後、メニューに沿って畜産地帯の d) 乳用牛および e) 肉用牛へ給与し、地域に合った自給率の高い飼料システムを構築することを念頭に置いて記載している。従来型のマニュアルと異なり、広範な分野の記載となっているが、本マニュアルが現場に少しでもお役に立てば幸いである。

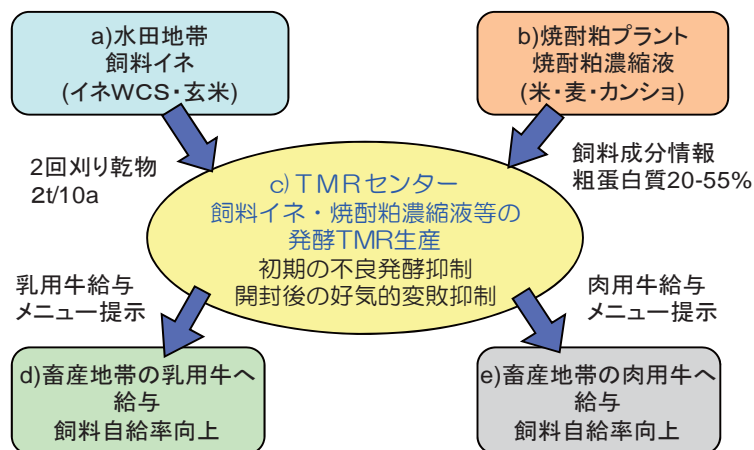


図 1 飼料イネ、焼酎粕濃縮液などを活用する地域システム

最後に、本マニュアルにかかわる研究は、農林水産省委託プロジェクト（えさプロ）および財団法人農業技術協会・新稲作研究会委託課題等で実施され、現地試験等では九州沖縄農業研究センター研究協力員をはじめ農業生産者、地域の関係機関の方々、焼酎粕濃縮液プラント関係者に大変お世話になった。関係各位に深く感謝申し上げます。

（執筆者 イネ発酵 TMR 研究チーム長 佐藤健次）

2. 飼料イネ栽培関係

1) 栽培管理

(1) 移植栽培

春に肥料を施用後、稲発酵粗飼料用専用品種を移植し、その後除草剤による雑草防除を実施する。必要に応じて殺虫剤を散布し、収穫約1ヵ月前に収穫時の地耐力を向上させるために落水し、10月に黄熟期のイネを収穫する(図2-1上)。

(2) 直播栽培

春に肥料を施用後、稲発酵粗飼料用専用品種を播種する。直播方法については、種々の直播栽培技術マニュアルを参照する。その後除草剤による雑草防除を実施する。7月上旬に殺虫剤を散布する。以後の管理は、移植栽培に準じる。

直播栽培技術マニュアルについての参考情報:

「日本型直播稲作導入指針」(農水省農業研究センター, 1997)

「大区画水田における先進的稲作技術導入の手引き」(農水省構造改善局資源課, 1998)

「九州地域における直播栽培の手引き」(農水省九州農政局生産流通部, 2000)

打ち込み式代かき同時土中点播(ショットガン直播)栽培技術

<http://ss.knaes.affrc.go.jp/topics/shotgun/index.html>

鉄コーティング湛水直播マニュアル2010

http://wenarc.naro.affrc.go.jp/tech-i/iron_coating_seed/iron_coating_seed.pdf

飼料用稲乾田条播直播栽培マニュアル

http://wenarc.naro.affrc.go.jp/tech-i/rice_for_feed/manufacturing_technique_manual_no1_s.pdf

飼料用稲の耕起乾田散播直播栽培マニュアル

http://wenarc.naro.affrc.go.jp/tech-i/rice_for_feed/manufacturing_technique_manual_no4_s.pdf

(3) 2回刈り栽培

本栽培法は、温暖な気候の九州南部の平坦地に適する栽培法である。基肥を多量に施用した水田において、移植栽培では4月中旬、直播栽培では4月上旬に「ルリアオバ」を移植あるいは播種し、その後除草剤による雑草防除を実施する。7月上旬にウヅカ類の増殖に合わせて殺虫剤を散布し、1回目イネの収穫に備えて落水し、7月下旬の穂揃期に1回目イネを収穫する。その後、「ひこばえ」に窒素追肥して入水し、10月上旬に2回目イネの収穫に備えて落水し、10月下旬の黄熟期に2回目イネを収穫する(図2-1下)。これにより、2回刈り合計で1.9t/10aのきわめて高い全刈り(2.5t/10aの坪刈り)乾物収量が得られる。詳細については、別に発行した「稲発酵粗飼料品種「ルリアオバ」の2回刈り栽培マニュアル(平成23年3月)」を参照する。

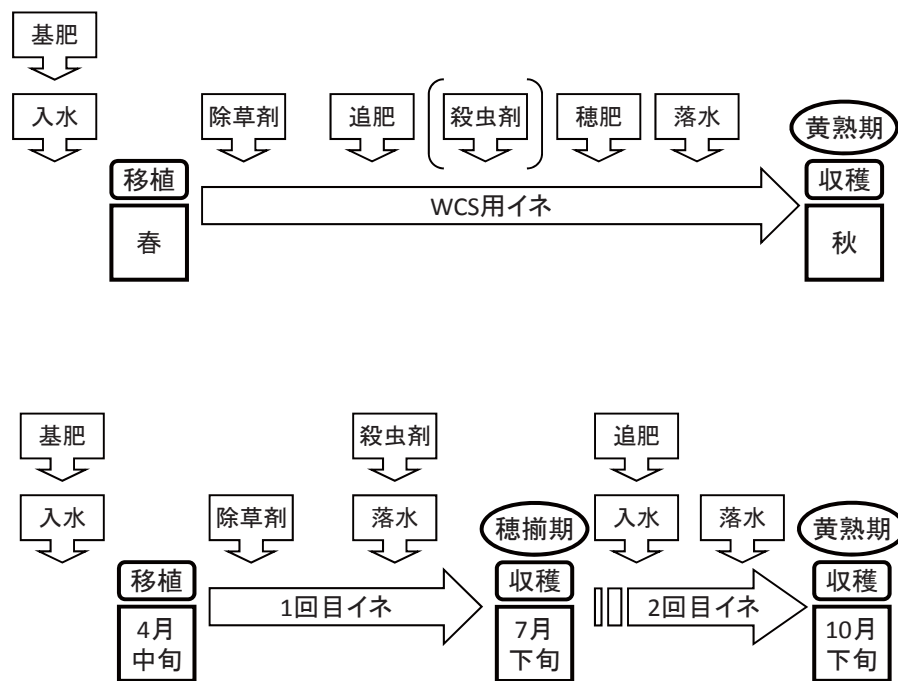


図2-1 イネ発酵粗飼料用イネ栽培の栽培概要
移植栽培(上)と2回刈り移植栽培(下)

(執筆者 イネ発酵TMR研究チーム 中野洋、小荒井晃)

2) 肥培管理

(1) 基肥

北部九州で飼料用専用品種「タチアオバ」を栽培し、地上部乾物 1.8t/10a 程度の収量（機械収穫では刈り残りのため数割低下）を想定すると、基本的には、基肥として窒素 15kg/10a 程度の硫酸を入水直前（1週間以内）に施用する（窒素の肥効は湿った土壤中で低下しやすい）。リン酸と加里は必要に応じて 5kg/10a 程度を施用する（窒素とは異なり、入水直前に施用する必要はない）。基本的に、水持ちが良い水田では追肥はしなくても良い。なお、硝酸態の窒素肥料は効果が低いため、利用しない。尿素態の窒素肥料は流亡しやすいので、基肥としてまとめて施用できない。

窒素が少ないと収量が確保できず、多いと倒伏や病害虫の危険性が高まる。窒素の基肥施用量は飼料イネでは分けつ（栽培開始2ヵ月程度）の葉色が低下しない程度を目安とする（茎数の低下を引き起こさないように）。条件が良ければ、窒素 10kg/10a 程度の基肥硫酸でも十分な収量を確保できるため、水田の一部分に減肥する部分を設けて減肥の可能性を検討すると良い。リン酸や加里は、水田によって減肥もしくは不要の可能性があるので、可能であれば、水田の一部分に減肥する部分を設けて様子をつかき、次年度の施用量の参考にする。これは、水稻（水田）ではこれらの欠乏が出にくく、二毛作であれば冬作の施肥分でまかなえる、もしくは過去の施肥によって十分に土壤に蓄積されているという事

情による。特にリン酸はこの傾向が強い。また、火山灰由来もしくは砂質の土壤に比べて、粘土質の土壤でこの傾向が強い。

(2)追肥

茎葉を含めた地上部全体を収穫する飼料イネでは、茎葉を大きくすることも重要となるため、食用の水稲に比べて基肥の比率を大きくする。食用の水稲と同様に追肥によって子実収量を高めることが可能であるが、粘土質の水持ちが良く保肥力が高い粘土質の水田では、作業性を考慮し、窒素分をすべて基肥としても良い。しかし、砂質などの水持ちが悪い水田や乾田直播など長期間の畑状態を経る栽培法では、基肥の窒素の減耗が激しいため、少し多めに施用するとともに、消耗が起きにくい緩効性肥料を用いるか、3分の1程を分けつ期（茎数が急速に増加する）の直前（=移植後40日程度）に追肥する必要がある。なお、基本的にリン酸や加里は追肥する必要がない。

(3)牛糞堆肥の利用

ウシのえさとなる飼料イネの栽培では、入手しやすい牛糞堆肥を肥料の代わりに利用できる。水稲が必要とする養分に対し、牛糞堆肥から供給される養分で少ないのは窒素であるため、窒素肥効が高い条件での利用に努める（次項参照）。

牛糞堆肥に含まれるリン酸や加里の効率的な利用のためには、牛糞堆肥の施用は1-2t/10a程度とし、不足する窒素を硫酸などで基肥として10kg/10a程度施用する。この場合、リン酸と加里は十分供給されると考えて良く、基本的にリン酸と加里は施用する必要がない。可能であれば、水田の一部分で施肥する部分を設けて様子をつかぎ、次年度の施用量の参考にすると良い。

牛糞堆肥を十分に施用できる場合は、窒素の肥効を考慮し、化学肥料を使わない前提で5t/10a程度まで施用できる。ただし、この場合、リン酸や加里は過剰となっているため、土壤におけるリン酸や加里の蓄積、および収穫した飼料におけるミネラルバランスの低下（カルシウムやマグネシウムに対するカリウム濃度の上昇、カルシウムに対するリン濃度の上昇）の懸念が生じる。このため、年1回の施用に留めるとともに、次作についてはリンやカリウムの施用を控える必要があり、可能であれば定期的な土壤分析による確認が望ましい。

(4)牛糞堆肥の窒素肥効

牛糞堆肥の窒素肥効は、原料となる牛糞や副資材の影響を受け、特に堆肥の腐熟度が進むと著しく低下する。一方、堆肥化では病害虫や雑草の種子などを堆肥化で生じる60℃程度の高温（周辺部は温度が上がりにくいので、切り返しが必要）によって死滅させる必要がある。そこで、窒素肥効と安全性の面から、高温となる1次発酵が終了した牛糞堆肥が望ましい。また、堆肥を土壤に散布したのちの畑条件での経過によっても、堆肥の窒素肥効は低下しやすいため、作業的に許容できる範囲で入水の際に堆肥を施用することが

望ましい (図 2-2)。

牛糞堆肥に含まれる窒素のうち、施用直後の栽培で水稻に吸収される割合は良い条件で 20-30%であるが、堆肥に含まれる窒素含量の正確な把握は容易ではなく、窒素肥効は様々な要因にも影響を受ける。さらに、堆肥施用後は後作にも残効を生じさせるため、堆肥連用では土壌からの窒素供給量も考慮する必要がある。これらの事情から、適切な堆肥施用量を設定することは困難である。ただし、目安として

下記の計算式を示す。

- ・牛糞堆肥の施用量：現物重で 5t/10a 程度まで (2t/10a 以上は PK 過剰)
- ・窒素基肥の施用量：

$$[15\text{-堆肥施用量 (t/10a)} \times 2\text{-過去 1 年の堆肥施用量 (t/10a)}] \text{kg/10a}$$

なお、冬作も栽培する場合は、飼料イネの栽培前の春に施用するより冬作前の秋に堆肥を施用する方が窒素の肥効が低下しにくく、望ましい。

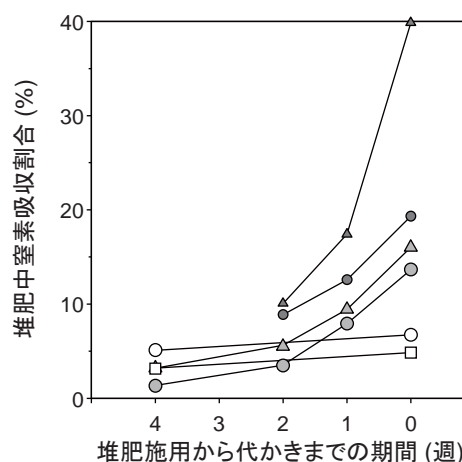


図 2-2 堆肥施用の時期が堆肥の窒素肥効に及ぼす影響

凡例の違いは試験条件の違い(試験年度、堆肥など)を示す

(5) 葉色診断による追肥

牛糞堆肥を用いた栽培では、牛糞堆肥の肥効および堆肥連用における土壌の残効を正確に評価することが困難である。このため、窒素栄養を反映する葉色を観察し、葉色が低下したときに追肥をする対応が現実的である。

茎葉を含めた地上部全体を収穫する飼料イネでは、茎葉を大きくすることも重要であるため、食用水稻に比べてより早い時期に窒素を効かせる必要がある (図 2-3、2-4)。窒素不足による分けつ抑制が収量低下に繋がるため、分けつ期 (茎数が急速に増加する=移植後 40 日程度) までの葉色を監視し、葉色が薄くなったら、直ぐに窒素を追肥する。葉

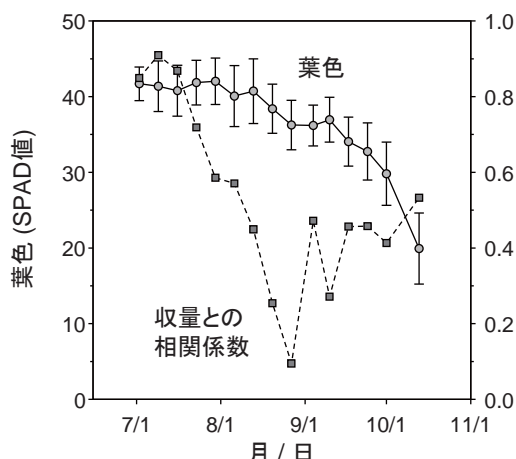


図 2-3 水稻における葉色の推移と収量の相関

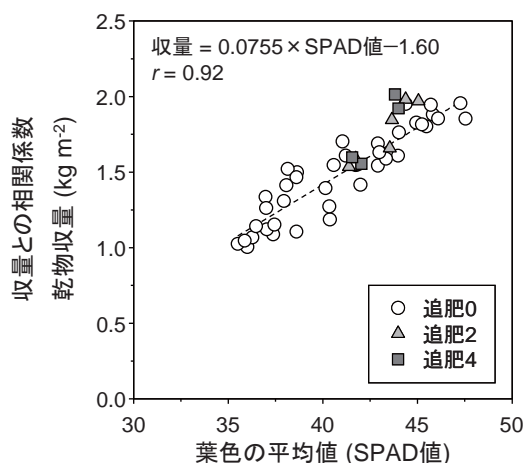


図 2-4 水稻の分けつ期の葉色と収量の関係
凡例は追肥窒素量 (g m^{-2} の値)

色の低下を把握するには、畦畔際的一部分に養分の競合が少ない稲株や、窒素施肥を多めにした稲株を作っておき、窒素が潤沢なこれらの株と比べて、全体の葉色が著しく薄くないか判断すると良い。

葉色の低下が確認された場合、早急に窒素 1-2kg/10a を追肥して様子を見る。追肥法としては、灌漑水による流入施肥が省力的である。この方法は、水田内を落水にした後、コンバイン収穫用籾袋に硫安を入れて水口に置き、灌漑水で硫安を溶かしながら、水田全体に拡散させる方法である（関矢ら、2008）。

（執筆者 イネ発酵 TMR 研究チーム 原嘉隆）

参考文献

原嘉隆（2010）飼料用水稲大麦二毛作における窒素肥料としての牛糞堆肥の効率的利用．農業および園芸 85, 723-735

関矢博幸ら（2008）硫安を用いた飼料イネ栽培向けの簡易な流入施肥方法．

<http://www.w.tohoku.affrc.go.jp/seika/jyouhou/H20/suitou/H20suitou022.html>

3) 雑草防除

(1) 雑草管理の基本的な考え方

雑草の繁茂は、減収だけでなく、病虫害の発生助長、収穫作業の妨げ、収穫物への雑草の混入によるサイレージの栄養価や発酵品質の低下、嗜好性の低下などを引き起こす。さらには、残草より脱落した多量の雑草種子は、翌年以降の雑草多発の原因となる。したがって、飼料イネの栽培であっても、食用イネの栽培と同様に、被害が生じない程度に残草量を低く抑える適正な雑草管理が重要である。

雑草防除の基本は、丁寧な代かき、除草剤の利用および適正な水管理となる。省力・低コストが求められる飼料イネ栽培では、より簡便な除草体系や除草剤の使用量の削減が望まれるので、イネをできるだけ旺盛に育てることも雑草抑制に有効である。

飼料イネ栽培では、現在「稲発酵粗飼料生産・給与技術マニュアル」（全国飼料増産行動会議・社団法人日本草地畜産種子協会（平成 21 年 3 月）。以下、「生産・給与マニュアル」と表記。）に掲載されている農薬を使用することとなっている。したがって、「生産・給与マニュアル」に掲載されている除草剤により、雑草防除を行う。「生産・給与マニュアル」の記載内容は毎年更新されるので最新の情報を入手することに心がける。最新版の入手が難しい場合は最寄りの普及センターなどに相談する。

(2) 移植栽培における雑草防除法

雑草防除は湛水処理型除草剤だけで十分にできると思われるが、それで不十分な場合は茎葉処理型除草剤（シハロホップブチル乳剤、シハロホップブチル粒剤、シハロホップブチル・ベンタゾン液剤など）を使用する（図 2-5 上）。

(3) 直播栽培における雑草防除法

湛水直播栽培では播種直後に湛水散布するピラゾレート粒剤を散布する。再入水後、減水深が落ち着いてから湛水土壌処理型除草剤を散布する。以後の管理は移植栽培に準じる。スクミリンゴガイ対策のため長期落水管理となる場合は、落水期間に発生した雑草を茎葉処理型除草剤（シハロホップブチル乳剤、シハロホップブチル粒剤、シハロホップブチル・ベンタゾン液剤など）により防除する（図 2-5 中）。

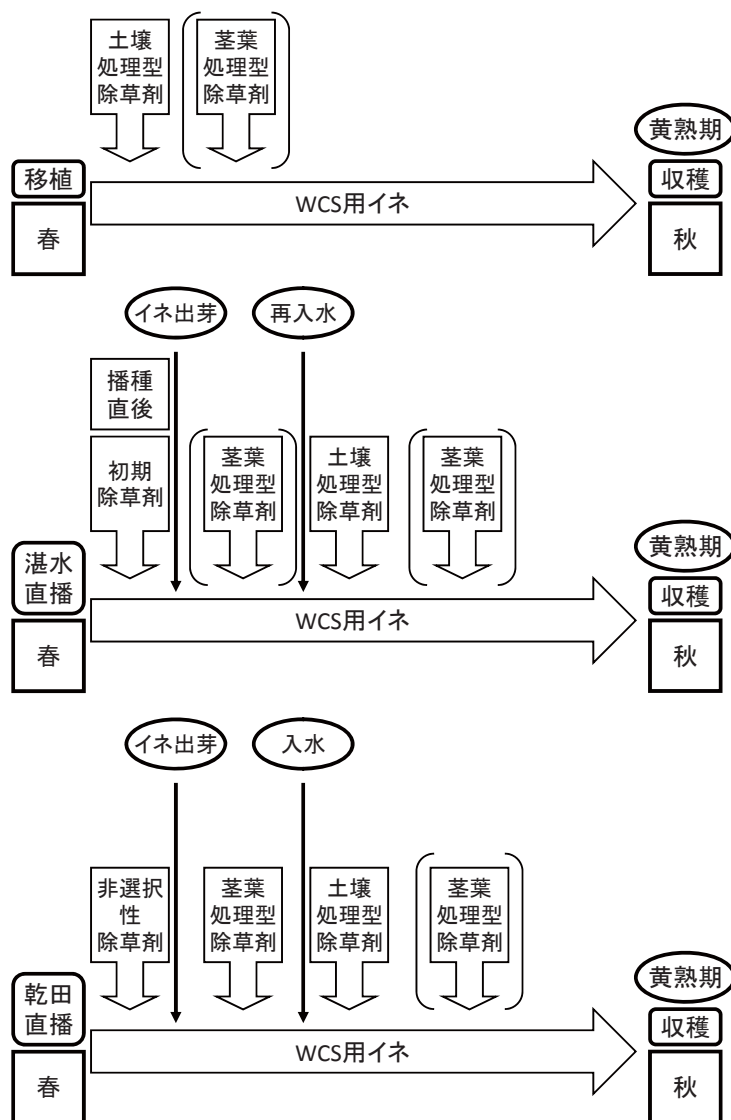


図 2-5 WCS 用イネ栽培における雑草防除体系
移植栽培(上)、湛水直播栽培(中)および乾田直播栽培(下)

乾田直播栽培では、「生産・給与マニュアル」の直播栽培の項に乾田期間に使用する除草剤として普及しているプロメトリン・ベンチオカーブ乳剤の記載がないので、イネ出芽前に散布する非選択性除草剤（グリホサートイソプロピルアミン液剤、グリホサートカリウム塩液剤）と入水前に散布する茎葉処理型除草剤により乾田期間に発生した雑草を防除する。入水後、減水深が落ち着いてから湛水土壌処理型除草剤を散布する。以後の管理は移植栽培に準じる（図 2-5 下）。

直播栽培では移植栽培に比べて一般に除草剤の使用回数が多くなる。少しでも除草剤の使用回数を増やさないために、除草剤の効果を高く保つための適正な水管理に心がける。

(4)2 回刈り栽培における雑草管理の留意点

2 回刈り専用品種「ルリアオバ」および「Taporuri」は、トリケトン系の 4-HPPD 阻害型除草成分であるベンゾピシクロン、テフリルトリオン、メソトリオンにより、白化症状を示す強い薬害が生じる。これらの除草成分が含まれた除草剤は、「生産・給与マニュアル」には掲載されていないので、掲載された除草剤を必ず使用する。

移植栽培では、雑草防除は湛水土壌処理型除草剤だけで十分と思われるが、それで不十分な場合は茎葉処理型除草剤を使用する（図 2-6 上）。2 回目イネの雑草管理には、除草剤は使用しない。

直播栽培では、「生産・給与マニュアル」の直播栽培の項に掲載されている湛水土壌処理型除草剤は、すべて直播栽培での使用時期に『収穫 90 日前まで』あるいは『収穫 120 日前まで』の記載がある。2 回刈り直播栽培においては、乾田直播栽培における入水後、および湛水直播栽培における再入水後に使用する湛水土壌処理型除草剤を散布する頃からおおむね 70-80 日後には 1 回目イネの収穫時期を迎える。したがって、WCS 用イネ 2 回刈り直播栽培においては、入水（再入水）後に散布する湛水土壌処理型除草剤は使用できない。

そこで、湛水直播栽培では播種直後に湛水散布するピラゾレート粒剤と茎葉処理型除草剤、乾田直播栽培ではイネ出芽前に散布する非選択性除草剤と茎葉処理型除草剤により、雑草防除体系を組む。これらの体系によっても残草した場合は、再度、茎葉処理型除草剤を散布する（図 2-6 中下）。なお、茎葉処理型除草剤も直播栽培での使用時期に『収穫 30 日前まで』あるいは『収穫 50 日前まで』の記載があるので、1 回目イネの収穫時期を逸脱しないように散布する。移植栽培と同様に、2 回目イネの雑草管理には、除草剤は使用しない。

詳細については、別に発行した「稲発酵粗飼料品種「ルリアオバ」の 2 回刈り栽培マニュアル」を参照する。

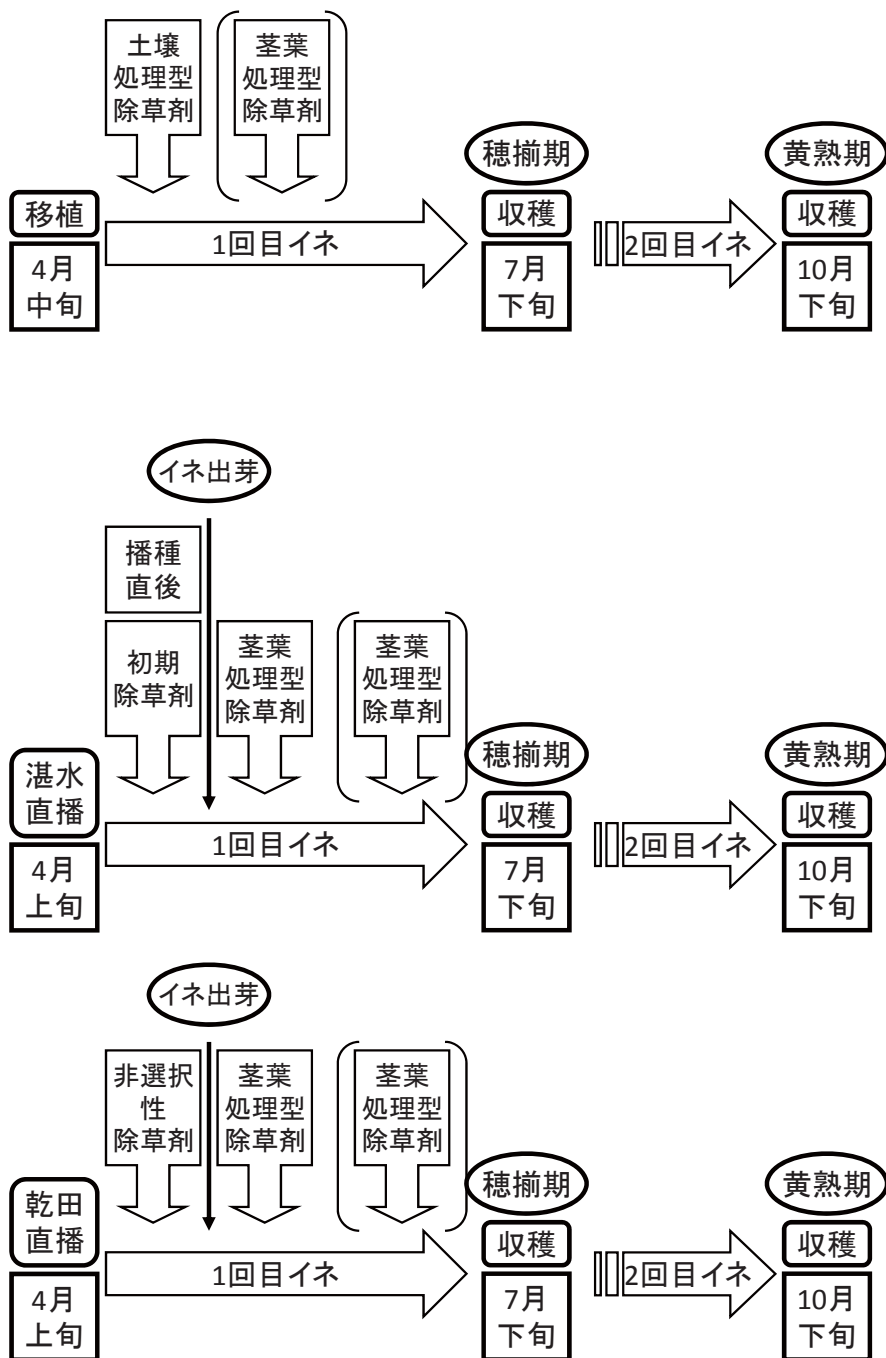


図 2-6 2 回刈り栽培における雑草防除体系
 移植栽培(上)、湛水直播栽培(中)および乾田直播栽培(下)

(執筆者 イネ発酵 TMR 研究チーム 小荒井晃)

3. サイレージ調製関係

1) イネ WCS

飼料イネは出穂期以降、生育が進むと発酵の妨げとなる緩衝能は生育に伴って低下する。また、乾物率も生育が進むと高まるのでサイレージの発酵品質は生育に伴って高まる。一方、サイレージ発酵のエネルギーとなる単少糖含量はあまり変動せず、その含量はサイレージ発酵に十分な量があると考えられる。

(1) 収穫適期

収穫時期として最も良いのは黄熟期である。糊熟期以降の好天時であれば、良質な WCS の調製に必要な 65～60%程度まで低下し、予乾無しで調製が可能である。

(2) 収穫作業

黄熟期に収穫する場合、水分調整は必要ないので、専用収穫機、一般的な牧草収穫体系（ロールペーラ、バンカーサイロなど）での収穫が可能である。生育ステージが早いときや雨上がりなどで、高水分の場合は予乾を行う。10月上旬に糊熟期を迎えた飼料イネ 5 品種について予乾を行い、ロールペールサイレージを調製した試験を行った結果では、刈り取り直後の水分はほとんど 70%台とやや高めであり、1 日間の予乾で 50 から 65%に、2 日間で 40 から 55%程度になった。反転作業無しでも 3 日間の予乾では水分が 30%以下となり、サイレージ調製には過乾燥の状態となった（熊本畜研 2004）。バンカーサイロ等の固定式サイロに調製する場合も、調製の基本（細切、高密度、密封）を守れば高品質サイレージができる。

(3) 添加剤の利用

雨上がりや、若刈りで予乾が困難な場合など調製条件が良くない場合は添加剤を利用すると貯蔵性の改善に効果がある。最近、飼料イネ WCS 用として畜草研で開発された乳酸菌製剤（畜草 1 号）を生育ステージごとに添加した場合、すべての生育ステージにおいて貯蔵性の改善効果が認められた。また、農家が自家製でできる事前発酵乳酸菌（FJLB）も品質改善に効果がある（図 3-1）。

※FJLB の調整法（平岡ら 2002）

①調製しようとする材料を事前に刈り取り、材料草 200g に対して水 1L の割合で加え、家庭用ミキサーで磨細した後、二重ガーゼでろ過する。

②ろ液に砂糖を 20g（材料草の 2%相当量）添加して密封容器に入れ、30℃程度の環境で 2 日間培養する。培養期間は 2 日間を厳守する。

③これをロールペール調製時に原物あたり 0.5%程度になるよう噴霧器等で添加する。したがって、ロール重量が 250kg とすると、1 つのロールあたり FJLB は 1L が必要となる。

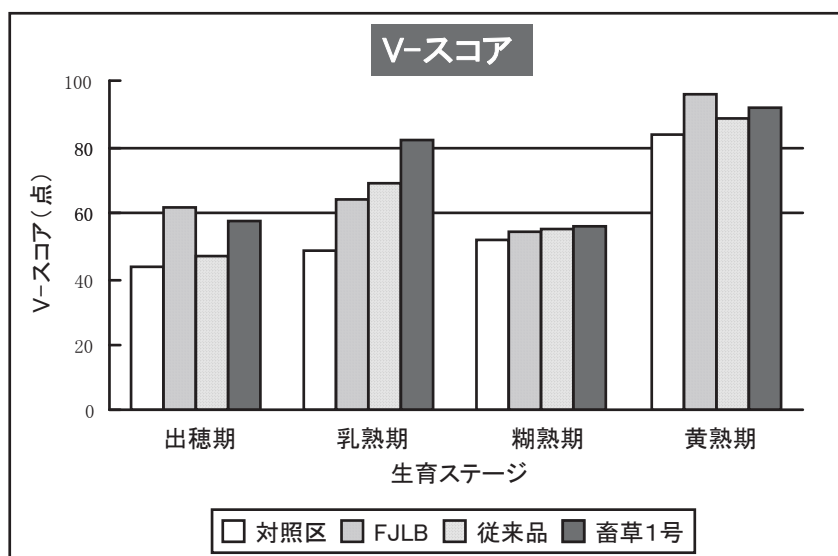


図 3-1 乳酸菌添加による飼料イネサイレージの発酵品質改善効果

(4) 作業上の留意点

- ・飼料イネは反転・集草すると脱粒が多くなるため、反転・集草作業は最低限に留める。
- ・籾の脱粒は登熟するとともに激しくなるため、脱粒性の高い品種を用いる場合は糊熟期に収穫するのが望ましい。
- ・飼料イネ WCS は穀実を含んでおりカラスやネズミなどの鳥獣害を受けやすい。長期貯蔵の場合は、全体を防鳥・防風ネット等で覆うなど、鳥や獣類により穴を開けられないように対策するとともに、定期的に見回る。
- ・ネズミ対策として、ロールバールの間隔を拡げて保管することで、ネズミの食害が回避できることが報告されている（河本ら 2009）。

2) 焼酎粕

(1) 焼酎粕の栄養価

焼酎粕の栄養価は原料によって大きく異なる。また、原料が同じでも生焼酎粕、濃縮液、脱水ケーキ、乾燥品では栄養構成が異なる。飼料としての特性は原料別に見ると麦、米由来の焼酎粕は粗タンパク質含量が 32-34%と大豆粕の 7 割程度含有している。カンショ由来の焼酎粕は粗タンパク質含量が 20%前後で大豆粕の 5 割程度である。また、粗灰分含量が麦、米と比較して高い。

処理別に見ると、麦、米由来の焼酎粕では生焼酎粕と比較して濃縮液は粗タンパク質が高いが、その他の成分は同程度である。脱水ケーキは粗脂肪含量が特異的に高い値である。芋焼酎粕では濃縮液の粗脂肪含量が低く、繊維が分離されているのでほとんどなく NFE が高い値である。逆に脱水ケーキは粗繊維含量が高い。乾燥品は副資材の種類、混合割合によっても異なるので、分析例として示す。いずれも飼料としての利用はタンパク質飼料の代替として検討されている（表 3-1）。

表 3-1 焼酎粕の飼料成分

	乾物中(%)	水分	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	
麦	生	92.7	34.1	3.4	51.5	3.7	7.4	堤ら(1992)
	濃縮液	56.8	44.8	0.7	49.3	0.5	4.7	服部ら(2010b)
	脱水ケーキ	68.3	24.8	16.3	37.2	6.3	2.8	鮫島(2008)
	乾燥品	4.4	32.2	4.8	46.8	7	4.7	大分畜試(1996)
米	生	94.2	59.4	10.9	-	-	2.3	鈴木ら(2011)
	濃縮液	72.5	41.1	3.3	51.4	0.7	3.6	服部ら(2010b)
	脱水ケーキ	71.8	38.7	10.6	36.9	10.9	2.9	鮫島(2008)
	乾燥品	5	33.4	5.6	53.3	3.4	4.4	西岡(2008)
カンショ	生	94.5	23.1	7.3	48.2	10	11.5	犬童ら1976
	濃縮液	62.5	20.3	0.5	64.7	0	14.5	服部ら(2010b)
	脱水ケーキ	75.4	19.8	6.3	40.6	28.7	4.6	鮫島(2008)
	乾燥品	4.5	20.4	2.3	61.3	8.7	7.3	西岡(2008)
大豆粕	11.7	52.2	1.5	33.3	6.3	6.7	農研機構編(2001)	

焼酎粕濃縮液の栄養価について年間の変動を明らかにするために、原料が異なる4工場から経時的にサンプリングし、飼料成分の変動を調査した(服部ら 2010a)。A工場はほとんどが米原料であった。B工場は麦とカンショが原料で、処理時期によってその比率は大きく異なった。年間を通じてC工場はカンショ、D工場は麦のみを原料としていた(表3-2)。

原料が単一の場合、年間で変動が比較的大きいのは乾物率で、含量が多い粗タンパク質、可溶性無窒素物は変動が小さかったことから、飼料成分は原料と乾物率を確認することで、ほぼ特定できる。

一方、原料が単一でない場合は粗タンパク質は含量も多く、変動も大きいこと、乾物率も変動が大きいこと、また他の成分も比較的大変動係数が大きいことから、原料構成の確認と成分分析が必要である(表3-3)。

表 3-2 原料構成

工場	A	B	C	D
5月	米	麦	カンショ	-
6月	麦2:米98	麦	カンショ	麦
7月	米	-	カンショ	麦
8月	米	-	カンショ	麦
9月	米	カンショ40:麦60	カンショ	麦
10月	米	カンショ	カンショ	麦
11月	米	カンショ90:麦10	カンショ	麦
12月	米	-	カンショ	麦
1月	麦10:米90	カンショ10:麦90	カンショ	麦
2月	米	-	カンショ	麦
3月	米	-	カンショ	麦
4月	大豆2:麦2:米96	カンショ13:麦87	カンショ	麦

注: -, 未稼働等によりサンプル無し。 服部ら(2010a)

表 3-3 焼酎粕濃縮液の飼料成分

工場	原料	乾物率 (%)	粗蛋白質 (%DM)	粗脂肪 (%DM)	粗繊維 (%DM)	NFE (%DM)	粗灰分 (%DM)	NDFom (%DM)	ADFom (%DM)	ADL (%DM)	NDICP (%DM)	ADICP (%DM)	推定TDN (%DM)
A	米	42.1 ^b (7.7)	50.5 ^c (6.6)	2.2 ^b (39.2)	0.6 ^b (80.7)	42.9 ^a (8.5)	3.8 ^a (11.2)	6.6 ^b (34.8)	1.8 ^b (107.0)	0.0	1.1 ^b (104.6)	1.5 ^b (81.6)	85.7 ^b (1.8)
B	カンショ・麦	33.1 ^a (5.4)	35.0 ^b (25.7)	1.0 ^a (59.6)	0.0 ^a	56.6 ^c (9.6)	7.3 ^b (58.7)	0.4 ^a (90.6)	0.4 ^a (76.8)	0.0	0.0 ^a	0.0 ^a	84.1 ^b (5.2)
C	カンショ	48.6 ^c (9.4)	20.4 ^a (7.6)	0.4 ^a (47.8)	0.0 ^a	65.2 ^d (4.0)	14.0 ^c (7.9)	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0	0.0 ^a	0.0 ^a	77.3 ^a (1.5)
D	麦	38.0 ^{ab} (11.5)	44.5 ^c (4.7)	1.1 ^a (29.8)	0.3 ^{ab} (97.0)	49.3 ^b (4.0)	4.8 ^{ab} (5.3)	6.8 ^b (46.0)	3.0 ^b (60.2)	0.0	0.2 ^{ab} (282.8)	0.1 ^a (219.2)	84.8 ^b (1.1)

注: 同項目において異符号間に有意差あり(p<0.05, Tukey)。括弧内の数値は変動係数(%)を表す。

NFE:可溶性無窒素物, NDFom: 中性デタージェント繊維, ADFom: 酸性デタージェント繊維, ADL: 酸性デタージェントリグニン, NDICP: 中性デタージェント繊維中の蛋白質, ADICP: 酸性デタージェント繊維中の蛋白質, 推定TDN; Weiss(1992).

服部ら(2010a)

(2) 焼酎粕濃縮液の保存性

焼酎の発酵はもろみ（酵母）によるアルコール発酵であり、その副産物としてクエン酸が生産される（玉岡ら 1971）。そのため、その残さである焼酎粕はクエン酸を含み、pH は 4 前後である。また、水分が 69-46%となる結果、水分活性が 0.83-0.97 まで低下し、長期にわたる保存が可能である。

米焼酎粕濃縮液を異なる温度条件（30℃あるいは 5℃）および異なる環境（嫌気あるいは好気条件）で 14 週間貯蔵したところ pH、有機酸組成および微生物相の貯蔵中における変動は見られず一定した品質を保っていたことから、単品での貯蔵性は高い(表 3-4)。

表 3-4 温度条件と密封の有無が濃縮液の保存性に及ぼす影響

温度 条件	貯蔵期間	30℃		5℃	
		嫌気	好気	嫌気	好気
pH	0日	4.8	4.9	4.9	4.9
有機酸組成(%DM)					
乳酸	11.40	9.58	9.39	9.51	9.90
酢酸	2.22	1.66	1.68	1.71	1.74
プロピオン酸	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-酪酸	0.15	0.11	0.11	0.12	0.11
i-酪酸	0.06	0.03	0.05	0.02	0.02
n-吉草酸	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-吉草酸	0.00	0.03	0.05	0.00	0.06
生菌数(LogCFU/gFM)					
一般細菌	4.3	4.4	4.3	4.5	4.3
大腸菌	- ¹	-	-	-	-
大腸菌群	-	-	-	-	-
酵母	-	-	-	-	2.3
糸状菌	-	-	-	-	-
ホモ乳酸菌	3.2	3.9	4.0	4.7	4.3
ヘテロ乳酸菌	3.1	2.0	3.0	3.6	2.6

: ¹未検出

3) 焼酎粕混合発酵 TMR の発酵品質

焼酎粕濃縮液のサイレージ発酵に影響すると考えられる成分についてみると、緩衝能はいずれもきわめて高い値である。したがって、発酵 TMR の原料として用いる場合、発酵による pH の低下を緩慢にさせる可能性がある。しかし、pH はいずれも 4.0 以下であり、発酵品質を改善する酸添加剤のような働きも期待できる。単少糖含量は 9.0-23%DM と高く、発酵 TMR の原料として用いた場合、発酵基質の供給源としての利用ができる。しかし、その組成を見ると 5 炭糖のアラビノースがほとんどであり、5 炭糖はサイレージ発酵では乳酸菌によって乳酸と酢酸に変換され、望ましくない有機酸組成となる可能性がある（表 3-5）（服部ら 2010a）。

表 3-5 焼酎粕濃縮液の緩衝能、水分活性、pH および単少糖含量

工場	A	B	C	D
原料	米	カンショ・麦	カンショ	麦
緩衝能(mE/kg DM)	1041 ^a	1112 ^{ab}	1358 ^b	1288 ^{ab}
水分活性	0.94 ^b	0.95 ^b	0.88 ^a	0.94 ^b
pH	3.9 ^a	3.9 ^a	3.9 ^a	4.0 ^a
単少糖(% DM)	18.7 ^b	23.0 ^c	22.5 ^c	9.0 ^a
シュクロース(% DM)	0.6 ^a	3.3 ^c	1.9 ^b	0.2 ^a
グルコース(% DM)	1.7 ^b	3.0 ^c	1.5 ^b	0.2 ^a
キシロース(% DM)	1.7 ^a	3.5 ^b	3.6 ^b	1.2 ^a
アラビノース(% DM)	14.8 ^b	13.2 ^b	15.5 ^b	7.4 ^a

注: 同項目において異符号間に有意差あり(p<0.05, Tukey). 服部ら(2010a)

これらのことから、実際に発酵 TMR に焼酎粕濃縮液を混合して、調製試験を実施した(服部ら 2010b)。米、麦およびカンショ由来の濃縮液と飼料イネ WCS、オーツ乾草および濃厚飼料類を混合して TMR を調製した(表 3-6)。TMR 調製時の緩衝能と VBN は濃縮液の混合により濃縮液を混合しない対照区と比較して高まり、pH は濃縮液の混合により低下した。

貯蔵期間中の品温の推移を見ると、対照区では詰め込み直後から上昇し、貯蔵 4 日目にピークに達した。一方、濃縮液を混合した区の品温は外気温より高く推移したものの、その上昇は緩やかでほぼ一定で推移した(図 3-2)。発酵品質についてみると対照区と比較して米、麦濃縮液混合区の pH は低く、乳酸含量は高まる傾向があった。一方、カンショ

表 3-6 発酵前 TMR の組成(%DM)と緩衝能、pH、VBN¹

	対照区	米濃縮液区	麦濃縮液区	カンショ濃縮液区
飼料イネWCS	16	16	16	16
オーツ乾草	16	16	16	16
トウモロコシ	24	23	23	23
ビートパルプ	8	8	8	8
大麦	12	12	12	12
大豆粕	22	4	4	4
炭酸カルシウム	1	1	1	1
濃縮液	-	20	20	20
TDN ² (%DM)	75.4	75.3	75.9	74.0
CP ³ (%DM)	18.3	18.3	16.5	13.1
WSC ⁴ (%DM)	9.5	8.7	8.1	13.9
緩衝能(mEq/DMkg)	226	336	300	382
pH	5.8	4.9	4.4	4.7
VBN(mg/100gFM)	9.4	75.3	78.7	25.2

¹ Volatile Basic Nitrogen. ² Total digestible nutrient (設計値). ³ Crude protein (設計値). ⁴ Water soluble carbohydrate. 服部ら(2010b)

濃縮液混合区では対照区と比較して乳酸含量が低く、C2+C3 含量が高かった。その結果、Flieg's score は対照区より低くなった。乾物回収率は対照区と比較して、米、麦濃縮液混合区は高い値を示し、カンショ濃縮液混合区は低い値となった。

以上の結果、米、麦濃縮液を発酵 TMR の原料として用いた場合、発酵初期の発熱が抑制され、発酵品質は対照区と同等か優れており、乾物回収率が高まる。一方、カンショ濃縮液の混合は発酵初期の発熱は対照区より抑制されるものの、発酵品質が劣り、乾物回収

率が低下するなど他と異なる様相を示した（表 3-7）。カンシヨ濃縮液は処理プラントの処理方式が数種あり、その処理方式によって、濃縮液の性状、組成が異なることから、カンシヨ濃縮液の利用についてはプラントごとに濃縮液の性状を把握する必要がある。

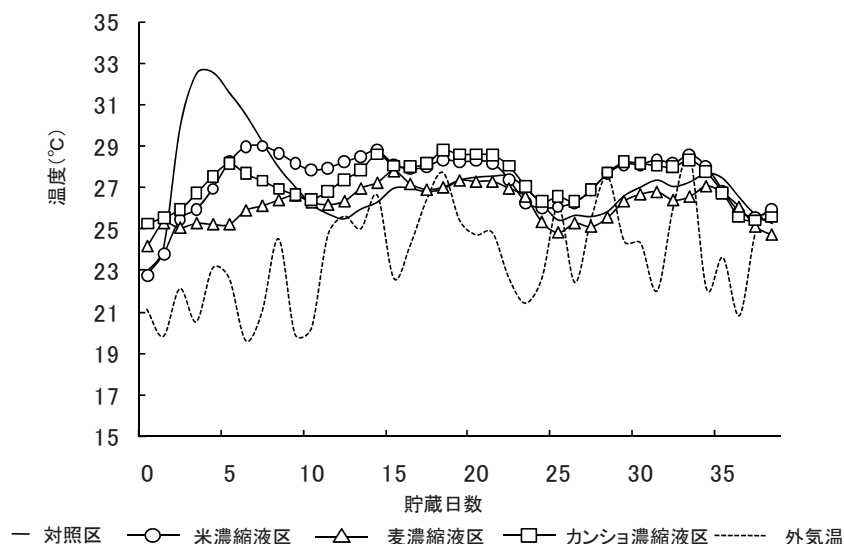


図 3-2 貯蔵中における発酵 TMR の品温と外気温の推移

表 3-7 発酵 TMR の発酵品質と乾物回収率

処理	水分 (%)	pH	有機酸組成(%FM)			VBN ³ (mg/100)	Flieg's score	評価	乾物回収率 (%)
			乳酸	C2+C3 ¹	C4 ⁻²				
対照区	51.7	3.8 ^{b4}	4.37 ^b	1.15 ^b	0.23 ^a	51 ^a	72 ^a	良	94.1 ^b
麦濃縮液区	51.1	3.7 ^a	4.65 ^b	0.73 ^a	0.15 ^a	125 ^c	82 ^a	優	96.6 ^a
米濃縮液区	52.4	3.7 ^a	4.95 ^c	0.86 ^a	0.20 ^a	123 ^c	78 ^a	良	97.1 ^a
カンシヨ濃縮液区	52.8	3.9 ^c	2.72 ^a	1.62 ^c	0.24 ^a	66 ^b	44 ^b	可	92.0 ^c

¹酢酸+プロピオン酸, ²酪酸, カプロン酸, 吉草酸の合計(異性体含む).

³Volatile Basic Nitrogen. ⁴同列内で異符号間に有意差あり(p<0.05 Tukey法).

服部ら(2010b)

4) 作業上の留意点

- ・濃縮液は粘性が高いものもあるが、投げ込み式の汚泥用ポンプなどで吸い上げが可能である。
- ・1000L ポリタンクなどで貯蔵する場合は、下部に取り出し栓があるものを用いても良い。長期に保管した場合は表面にカビ等の生育が見られる場合もある。その際は表面を除去し、濃縮液によっては上下で分離するものもあるので、事前に混和することが望ましい。



写真 3-1 ポリタンクから汚泥ポンプを用いてミキサーへ濃縮液投入

引用文献

- 服部育男ら (2010a) 原料および産出時期が焼酎粕濃縮液の飼料成分に及ぼす影響 日本暖地畜産学会報 53 (2) 175-181
- 服部育男ら (2010b) 焼酎粕濃縮液の混合が発酵 TMR の発酵品質と乾物回収率に及ぼす影響 日本草地学会誌 55 (4) 297-301
- 犬童政昭ら (1976) 乳牛における焼酎粕利用に関する試験 (第 1 報) I. 乾燥焼酎粕給与に関する試験, II. 生焼酎粕給与に関する試験 鹿児島県畜産試験場研究報告 9 12-18
- 西岡俊一郎 (2008) 焼酎粕濃縮液飼料化に向けた生産プラントの概要 エコフィード合同シンポジウム (焼酎の世界ブランド化とエコフィード) および九州地域食品残さ飼料化行動会議現地検討会資料 31-54
- 農研機構編 (2001) 日本標準飼料成分表
- 大分県畜産試験場 (1996) 大麦を主原料とした乾燥焼酎粕の大豆粕ミール代替価値 平成 8 年度九州地域研究成果情報
- 鮫島吉廣 (2008) 焼酎生産における焼酎粕の特性 エコフィード合同シンポジウム (焼酎の世界ブランド化とエコフィード) および九州地域食品残さ飼料化行動会議現地検討会資料 27-30
- 鈴木知之ら (2011) 米焼酎粕濃縮液の濃縮度が貯蔵性に及ぼす影響 九州沖縄農業研究センター報告 55 15-29
- 玉岡 寿ら (1971) 旧式焼酎醸造の微生物学的研究 (2) 仕込み過程中的微生物相変遷—米麴・生白糠. 醸協 66 : 816-818.
- Weiss WP ら (1992) A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. Animal Feed Science and Technology, 39:95-110
- (執筆者 イネ発酵 TMR 研究チーム 服部育男)

4. 乳用牛への給与

本章では米、麦およびカンショを主原料とする焼酎粕濃縮液の栄養的特徴を示し、それぞれの濃縮液を混合した TMR あるいは発酵 TMR を乳牛へ給与する際の注意点を述べる。

1) 焼酎粕濃縮液の栄養的特徴

米、麦およびカンショを主原料とする焼酎粕濃縮液の化学組成および可消化養分総量 (TDN) を表 4-1 に示す。水分含量は米および麦焼酎粕濃縮液が 70%程度で、カンショでは約 50%である。灰分はカンショ焼酎粕濃縮液が米および麦よりも高く、その内訳を見てみるとカリウム含量が突出して高いことが分かる。

焼酎粕濃縮液は固液分離後の液状部を濃縮したものであるため、繊維含量は低い。粗タンパク質 (CP) 含量は米と麦焼酎粕濃縮液が大豆粕と同程度であり、カンショではその半分程度である。

表4-1 米、麦およびカンショ焼酎粕濃縮液、大豆粕およびフスマの化学成分と栄養価

		焼酎粕濃縮液 [†]			大豆粕 [‡]	フスマ [‡]
		米	麦	カンショ		
DM*	%FM	30.2	30.9	52.3	88.3	88.7
C. Ash	%DM	3.1	5.6	13.1	6.7	5.8
EE	%DM	7.4	8.7	0.2	1.5	4.5
NFC	%DM	29.7	25.5	61.1	25.3	33.2
NDF	%DM	8.1	12.8	2.8	14.3	38.8
CP	%DM	51.8	47.4	22.8	52.2	17.7
CPs	%CP	78.4	82.8	94.2	23.6	35
CPb	%CP	8.6	0.9	0	2.8	3
P	%DM	0.76	0.58	0.77	0.7	1.1
Ca	%DM	0.07	0.04	0.02	0.33	0.13
Mg	%DM	0.21	0.13	0.3	0.36	0.5
K	%DM	1.61	0.99	6.46	2.4	1.34
DCP	%DM	37.9	33.8	13.6	42.8	13.5
TDN	%DM	81.9	91.7	70.1	86.8	72.1

*DM: 乾物, C. Ash: 粗灰分, EE: 粗脂肪, NFC: 非繊維性炭水化物, NDF: 中性デタージェント繊維, CP: 粗タンパク質, CPs: 可溶性CP, CPb: 結合性CP, P: リン, Ca: カルシウム, Mg: マグネシウム, K: カリウム, DCP: 可消化CP, TDN: 可消化

[†]鈴木ら(2011)

[‡]農業技術研究機構(2001)

原料によらず焼酎粕濃縮液の可溶性粗タンパク質 (CPs) 含量は大豆粕やフスマよりも高いが、一方で、米および麦焼酎粕濃縮液は可消化 CP (DCP) 含量が大豆粕よりも低く、カンショについても CP 含量が同程度のフスマと比べると DCP 含量は同程度である。一般に CPs は可消化と理解されるが、濃縮液については CPs が高いからと言って消化性が高いわけではないことに注意が必要である。ミネラルを見てみると、原料によらず濃縮液のカルシウム含量は大豆粕やフスマよりも低いことから、濃縮液を利用するに当たってはカルシウムの添加が必要になる場合がある。

粗飼料としてオーツヘイやイネ WCS 等のグラス類を用い、TMR 中の乾物粗飼料割合を 4 割、そして TMR の水分含量を 50%とした場合、米および麦焼酎粕濃縮液については CP 含量および水分含量の高さがネックとなり、最大混合割合は乾物で 2 割程度となる。カンショでは TDN 含量およびカリウム含量がネックとなり、最大混合割合はやはり 2 割程度になる。これらは計算上の上限値であり、実際に各濃縮液を 2 割混合した場合の乳生産成績等への影響を以下に示し、最後に各濃縮液を混合した TMR の調製例を示す。

2) 米焼酎粕濃縮液の乳牛への給与

米焼酎粕濃縮液を 20%含む、あるいは含まない TMR を調製し (表 4-2)、乳生産成績への影響を検討したところ、乾物摂取量、乳生産量および乳成分に処理間差は見られなかつ

表 4-2 米焼酎粕濃縮液を 0%あるいは 20%混合した発酵 TMR の飼料構成、CP および TDN 含量[†]

		0%	20%
乾物混合割合			
オーツヘイ	%	40.0	40.0
ビートパルプ	%	17.0	7.4
米焼酎粕濃縮液	%	0.0	20.0
大豆粕	%	20.0	0.0
加熱圧ペントウモロコシ	%	21.0	31.4
尿素	%	0.0	0.2
脂肪酸 Ca	%	1.0	0.0
ミネラル類	%	1.0	1.0
CP	%DM	15.8	16.0
TDN	%DM	68.3	67.7

[†]鈴木ら(2010a)

た (表 4-3)。しかし、濃縮液を 20%混合した場合、乳中尿素態窒素 (MUN)、血中尿素態窒素 (BUN) および CP 消化率が低下した。濃縮液 20%混合 TMR では主に大豆粕を濃縮液で置き換えているため、これらの結果は、米焼酎粕濃縮液の CP の消化性が大豆粕よりも低いことを示す。乳量および乳成分には差が見られなかったが、本試験結果は給与期間が 2 週間程度であったことから、長期間給与した場合は濃縮液の CP 消化性の低さが乳生産成績に影響する可能性がある。田中ら (2010b) は米焼酎粕濃縮液を 0%あるいは 20%混合した TMR を乳牛に給与した場合の、牛乳のにおいへの影響を検討したが、顕著な差は見られなかったことを報告している。

以上の結果から、乳生産成績や牛乳のにおいに影響することなしに、米焼酎粕濃縮液を TMR 中に 20% (乾物比) まで混合することが可能である。ただし、大豆粕を米焼酎粕濃縮液で置き換える場合、CP 消化率が低

表 4-3 米焼酎粕濃縮液を 0%あるいは 20%混合した発酵 TMR の乾物摂取量 (DMI)、乳量および乳成分[†]

		0%	20%
DMI	kg/日	19	19.6
乳量	kg/日	26.3	24.8
乳成分			
乳糖	%	4.6	4.6
脂肪	%	3.7	3.8
タンパク質	%	3.3	3.3
MUN	mg/dL	8.8	13.7

[†]鈴木ら(2010a)

ことが可能である。ただし、大豆粕を米焼酎粕濃縮液で置き換える場合、CP 消化率が低

いことを考慮した飼料設計を行う必要がある。

3) 麦焼酎粕濃縮液の乳牛への給与

表 4-4 に示すように、麦焼酎粕濃縮液を乾物ベースで 0% あるいは 20% 混合した TMR を調製し、泌乳牛への給与試験を行った結果を表 4-5 に示した。0% および 20% 混合 TMR の CP および TDN 含量が等しくなるように、濃厚飼料の混合割合を調整している。乾物摂取量、乳生産量、乳成分および MUN に濃縮液混合の影響は認められなかった。また、表には示していないが、BUN 等

の血漿成分に及ぼす影響も認められなかった。ただし、濃縮液 0% および 20% 混合 TMR 給与時の牛乳のにおいては有意に異なった。

福岡県農総試では麦焼酎粕濃縮液を乾物ベースで 0、10 および 20% 混合した発酵 TMR を調製し、泌乳牛への給与試験を行ったところ、混合割合によらず乾物摂取量、乳生産量および乳成分に差は見られなかったことを報告している（森永ら 2010）。一方で、麦焼酎粕 20% 混合 TMR では 10% および 0% TMR に比べて、CP 消化率が低いこと、生乳の官能検査では 20% 混合 TMR 給与時で微発酵臭があることが確認されている。

これらの結果は麦焼酎粕濃縮液では米と同様、CP 消化率が大豆粕よりも低いこと、20% まで混合した場合、牛乳のにおい、あるいは風味に負の影響を及ぼすことを示しており、麦焼酎粕濃縮液については安全率を見込んで TMR への混合は 10% 程度とすべきである。

4) カンショ焼酎粕濃縮液の乳牛への給与

カンショ焼酎粕濃縮液を 0% あるいは 20% 混合した発酵 TMR の飼料構成および化学成分を表 4-6 に示した。カンショ焼酎粕濃縮液はカリウム含量が高いため、20% 混合発酵 TMR の方がカリウム含量が高くなっている。試験の結果、乾物摂取量に差は見られなかった（表 4-7）。表には示していないが、米および麦焼酎粕濃縮液とは異なり、カンショでは TMR

表 4-4 麦焼酎粕濃縮液を 0% あるいは 20% 混合した発酵 TMR の飼料構成、CP および TDN 含量[†]

		0%	20%
乾物混合割合			
オーツヘイ	%	40	40
ビートパルプ	%	18	12
麦焼酎粕濃縮液	%	0	20
大豆粕	%	20	5
加熱圧ペントウモロコシ	%	20	22
ミネラル類	%	2	1
CP	%DM	16.1	15.9
TDN	%DM	73.2	73.1

[†]田中ら(2010a)

表 4-5 麦焼酎粕濃縮液を 0% あるいは 20% 混合した発酵 TMR を給与された乳牛乾物摂取量 (DMI)、乳量および乳成分[†]

		0%	20%
DMI	kg/日	22.6	21.9
乳量	kg/日	31.8	31.5
乳成分			
乳糖	%	4.5	4.5
脂肪	%	3.8	3.9
タンパク質	%	3.2	3.2
MUN	mg/dL	15.3	16.7

[†]田中ら(2010a)

の CP 消化率に濃縮液混合の影響は見られなかった。

TDN を調整するため 20%混合発酵 TMR には脂肪酸カルシウムを用いたことから、20%TMR を摂取した場合、乳脂肪が増加し、乳量が低下する傾向が見られたが、4%脂肪補正 (FCM) 乳量ではカンショ濃縮液混合の影響は見られなかった。また、牛乳の官能検査結果、味覚センサーを用いた牛乳の味についても濃縮液混合の影響は見られなかった。一方で、濃縮液 20%混合 TMR では 0%TMR に比べ尿量 (表 4-7) が約 2 倍高くなっており、糞尿処理あるいは環境負荷の観点からはカンショ焼酎粕濃縮液を TMR に 20%まで混合することは避けるべきである。

表4-6 カンショ焼酎粕濃縮液を0%あるいは20%混合した発酵TMR飼料構成、CPおよびTDN含量[†]

		0%	20%
乾物混合割合			
オーツヘイ	%	20	20
飼料イネWCS	%	20	20
ビートパルプ	%	17	10
焼酎粕濃縮液	%	0	20
大豆粕	%	20	14
加熱圧ペントウモロコシ	%	21	12.5
脂肪酸Ca	%	1	2.5
ミネラル類	%	1	1
CP	%DM	17.8	17.6
カリウム	%DM	1.5	2.4
TDN	%DM	68.9	68.8

[†]鈴木ら(2010b)

表4-7 カンショ焼酎粕濃縮液を0%あるいは20%混合した発酵TMR給与された乳牛の乾物摂取量(DMI)、乳量および乳成分[†]

		0%	20%
DMI	kg/日	22.1	20.9
尿量	kg/日	15.6	30.1**
乳量	kg/日	38.9	35.6
4%FCM乳量	kg/日	39.9	40.1
乳成分			
乳糖	%	4.6	4.6
脂肪	%	4.2	4.9
タンパク質	%	3	2.9
MUN	mg/dL	18.2*	15.5

*P<0.05, **P<0.01

[†]鈴木ら(2010b)

5) 焼酎粕濃縮液の TMR への混合例

表 4-8 に米、麦あるいはカンショ焼酎粕濃縮液とイネ WCS を利用した泌乳牛用 TMR の調製例を示した。TMR の粗飼料割合は 5 割とし、CP および TDN 含量はそれぞれ 15% および 71% 程度となるように濃厚飼料の混合割合を調整した。稲発酵粗飼料および濃縮液の混合割合はそれぞれ 10% とした。表 1 に示すように、濃縮液はその原料によらずカルシウム含量が低いので、炭酸カルシウム等の添加が必要となる（表 4-8）。また、濃縮液の NDF 含量も一般的な濃厚飼料に比べて低いため、濃縮液を混合した TMR は対照の TMR に比べて NDF 含量が低くなった。しかし、粗飼料由来の NDF 含量は対照 TMR とほぼ同じであるため、飼料の物理性としては濃縮液混合 TMR も対照 TMR に劣らない。

焼酎粕濃縮液の混合割合は 10% であり、これまでの検討（20%）よりも低いため、CP の分解性についてはここでは考慮していない。しかし、実際の給与に当たり、MUN の低下が認められるようであれば、大豆粕の増給等の対処が必要である。また、焼酎粕濃縮液の嗜好性に問題はないが、個体によっては慣れるまでに時間がかかるため、濃縮液混合 TMR

表 4-8 焼酎粕濃縮液を混合した泌乳牛用 TMR の飼料構成割合、化学成分および TDN

		対照	米	麦	カンショ
乾物混合割合					
トウモロコシサイレージ	%	25	25	25	25
イタリアンライグラスサイレージ	%	15	15	15	10
オーツヘイ	%	10	0	0	0
イネ WCS	%	0	10	10	15
焼酎粕濃縮液	%	0	10	10	10
市販乳牛用配合飼料	%	47	0	4	0
加熱圧ペントウモロコシ	%	0	33.5	30.5	28.5
大豆粕	%	2.5	5	4	10
炭酸カルシウム	%	0.5	1.5	1.5	1.5
化学成分					
DM	%DM	69.6	59.2	58.8	62
C. Ash	%DM	6.8	5.6	6	6.6
EE	%DM	3.6	4	4.2	3.1
CP	%DM	15.3	15.7	15.2	14.6
NFC	%DM	39.6	46	45.1	47.5
NDF	%DM	34.7	28.8	29.6	28.3
粗飼料由来 NDF	%DM	25.3	24.3	24.3	24.1
ADF	%DM	19.4	17.5	17.4	17
Ca	%DM	0.66	0.75	0.77	0.76
P	%DM	0.34	0.34	0.32	0.35
Mg	%DM	0.21	0.18	0.17	0.2
K	%DM	1.89	1.69	1.65	2.19
TDN	%DM	70.8	71.8	72.6	70.4

を給与する際には、数週間かけて徐々に目的とする混合量まで増加させる必要がある。

焼酎粕濃縮液は保存性が良く、栄養価も高く、嗜好性にも問題がない優れたウシ用飼料であるが、これまで述べてきたように焼酎原料によって栄養的特性は異なる。また、麦焼酎粕濃縮液では混合割合が高くなると牛乳の風味への影響が見られることもあり、これらの特徴を良く理解した上で焼酎粕濃縮液を有効に利用していただきたい。

引用文献

森永結子ら (2010) 泌乳牛用飼料イネ発酵 TMR における麦焼酎粕濃縮液の適正混合割合. 平成 21 年度九州沖縄農業研究成果情報.

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009075.html

農業技術研究機構 (2001) 日本標準飼料成分表 (2001 年版). 中央畜産会. 東京.

田中正仁ら (2010a) 泌乳牛用 TMR 素材としての麦焼酎粕濃縮液. 平成 21 年度九州沖縄農業研究成果情報.

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009133.html

田中正仁ら (2010b) 泌乳牛用 TMR 素材としての米焼酎粕濃縮液. 平成 21 年度九州沖縄農業研究成果情報.

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009135.html

鈴木知之ら (2010a) 大豆粕の米焼酎粕濃縮液への置き換えが乳牛の乳生産成績に及ぼす影響. 日本畜産学会報, 81: 443-448.

鈴木知之ら (2010b) カンショ焼酎粕濃縮液を添加した発酵 TMR の発酵品質と乳牛における乳生産成績への影響. 日本畜産学会報, 81: 449-456.

鈴木知之ら (2011) 米, 麦およびカンショ焼酎粕濃縮液の化学成分および栄養価. 日本暖地畜産学会報, 54 (印刷中)

(執筆者 イネ発酵 TMR 研究チーム 鈴木知之)

5. 肉用牛への給与

1) 育成牛

(1) 飼料イネ WCS

育成牛では配合飼料は制限給餌、粗飼料は不断給餌される。育成牛用の粗飼料は嗜好性が良く、増体やルーメンの発達に必要な飼料成分を有する必要があるが、育成方法の違い（目標とする日増体量（DG）、濃厚飼料多給・粗飼料多給型）によって求められる粗飼料の質も異なる。ルーメンの発達には発酵産物の有機酸による化学的刺激と粗飼料の繊維成分による物理的刺激が必要であるが、育成牛用の飼料に最適な繊維含量（NDF、ADF など）については具体的なデータに乏しいため、ここでは育成牛の増体に必要な飼料成分（エネルギー含量、タンパク質含量）から、飼料イネ WCS の必要量を計算した（表 5-1）。

表 5-1 育成牛が摂取する必要がある飼料イネ WCS の量

体重(kg)	DG (kg/日)	配合飼料 給与量 (kg原物)	大豆粕 給与量 (kg原物)	飼料イネWCS(kg原物)								
				乾物率	TDN50(%乾物)				TDN54(%乾物)			
					20%	30%	40%	50%	20%	30%	40%	50%
150	1.0	2.5	0.5	14	9	7	5	14	9	7	5	
		3.5	0.5	0.7	0.5	0.3	0.3	0.6	0.4	0.3	0.3	
	1.1	2.5	0.5	18	12	9	7	18	12	9	7	
		3.5	0.5	5	3.1	2.3	1.8	5	3.1	2.3	1.8	
	1.2	2.5	0.5	22	15	11	9	22	15	11	9	
		3.5	0.5	9	6	4.4	3.5	9	6	4.4	3.5	
200	1.0	2.5	0.5	18	12	9	7	18	12	9	7	
		3.5	0.5	8	5	3.9	3.1	7	5	3.6	2.9	
	1.1	2.5	0.5	22	14	11	9	22	14	11	9	
		3.5	0.5	9	6	5	3.7	9	6	4.3	3.4	
	1.2	2.5	0.5	25	17	13	10	25	17	13	10	
		3.5	0.5	12	8	6	5	12	8	6	5	
250	1.0	2.5	0.5	22	14	11	9	21	14	10	8	
		3.5	0.5	14	10	7	6	13	9	7	5	
		4.5	0.5	7	5	3.7	2.9	7	5	3.4	2.7	
	1.1	2.5	0.5	25	17	12	10	25	17	12	10	
		3.5	0.5	16	11	8	6	15	10	8	6	
		4.5	0.5	9	6	5	3.6	8	6	4.2	3.4	
1.2	2.5	0.5	29	19	14	11	29	19	14	11		
	3.5	0.5	18	12	9	7	17	11	8	7		
	4.5	0.5	11	7	5	4.3	10	7	5	4.0		
300	1.0	2.5	0.5	28	19	14	11	26	17	13	10	
		3.5	0.5	21	14	10	8	19	13	10	8	
		4.5	0.5	14	9	7	5	13	8	6	5	
	1.1	2.5	0.5	30	20	15	12	28	19	14	11	
		3.5	0.5	23	15	11	9	21	14	11	8	
		4.5	0.5	16	10	8	6	15	10	7	6	
1.2	2.5	0.5	32	21	16	13	31	21	16	13		
	3.5	0.5	25	16	12	10	23	15	11	9		
	4.5	0.5	18	12	9	7	16	11	8	7		
350	1.0	2.5	0.5	34	23	17	14	31	21	16	13	
		3.5	0.5	27	18	13	11	25	17	12	10	
		4.5	0.5	20	13	10	8	18	12	9	7	
	1.1	2.5	0.5	36	24	18	14	34	22	17	13	
		3.5	0.5	29	19	15	12	27	18	13	11	
		4.5	0.5	22	15	11	9	20	14	10	8	
1.2	2.5	0.5	38	26	19	15	36	24	18	14		
	3.5	0.5	31	21	16	13	29	19	14	12		
	4.5	0.5	24	16	12	10	22	15	11	9		

日本飼養標準・肉用牛(2008年版)から算出したTDN、CP要求量を基に算出した飼料イネWCSの成分は日本標準飼料成分表(2009年版)に記載されている数値(TDN54%、CP5.8%)を用いた

飼料イネ WCS は栽培収穫の条件で乾物率や TDN 含量が変わるため、乾物率 (20~50%) と TDN 含量 (50 と 54%) に対応した量を示した。飼料イネ WCS を必要量摂取できない場合は、他の粗飼料と併給するなど給与割合を検討する必要がある。

(2) 飼料米

育成牛に飼料米を給与した報告は少なく、最適な給与量は報告されていないが、育成牛用の配合飼料にはトウモロコシや大麦などの穀類が 5 割程度配合されているため、自家配合する場合は飼料用米でこの一部を代替することになる。配合飼料を代替する場合、飼料米 (玄米) は育成牛用配合飼料と比較して高 TDN、低 CP のため、低 TDN、高 CP の飼料原料を同時に組み合わせることになる。飼料設計の参考に育成牛用の市販配合飼料、飼料米 (玄米)、飼料原料の飼料成分を表 5-2 に示した。

表 5-2 一般飼料成分

飼料名	%原物		%乾物					
	DM	TDN ¹	CP	NDF _{om}	ADF _{om}	EE	Ca	P
育成用配合飼料(A社)	91	79	18	20	11	3.5	0.81	0.55
肥育牛用(前期)配合飼料(B社)	90	80	16	27	10	4.4	0.59	0.56
肥育牛用(前期)配合飼料(C社)	92	77	19	27	10	3.9	1.98	0.72
肥育牛用配合飼料(D社)	89	82	20	17	8	2.7	0.57	0.51
肥育牛用配合飼料(E社)	90	82	16	26	8	5.0	0.33	0.61
玄米 ²	85	95	9	-	-	3.2	0.03	0.37
飼料米(玄米・スライス)	90	89	8	3.3	1.9	2.0	0.08	0.32
カンショ焼酎粕濃縮液(F社)	50	81	21	0.1	0.1	3.0	0.04	0.88
カンショ焼酎粕濃縮液(G社)	44	77	22	0.4	0.4	0.7	0.06	0.84
トウモロコシ ²	86	94	9	13	3.6	4.4	0.03	0.30
大麦 ²	89	84	12	23	7	2.4	0.06	0.37
大豆粕 ²	88	87	51	16	10	2.2	0.37	0.72
ナタネ粕 ²	88	75	42	27	21	3.3	0.71	1.26
フスマ ²	87	72	18	43	14	4.9	0.12	1.14
コーングルテンフィード ²	90	84	23	43	12	4.0	0.17	0.99
脱脂米ヌカ ²	88	63	21	37	14	2.3	0.07	3.02
アルファルファミール(デハイ) ²	91	60	18	46	34	2.9	1.73	0.25
サトウキビ糖蜜(輸入) ²	73	83	4.3	-	-	0.7	1.19	0.11

1 日本標準飼料成分表(2009年版)から引用以外はNRC(2001年版)の計算値

2 日本標準飼料成分表(2009年版)から引用

- 分析値なし

(3) カンショ焼酎粕濃縮液

カンショ焼酎粕濃縮液は 5 割程度水分を含んでおり、ハンドリングを考えると他の飼料原料と混合して TMR または発酵 TMR として給与することになる。カンショ焼酎粕濃縮液を育成牛に給与した報告はなく、最適な配合割合は不明だが、発酵 TMR の原料に用いる場合は発酵品質に及ぼす影響から 30%以上は混合できない。表 5-2 にカンショ焼酎粕濃縮液の飼料成分を示したが、カンショ焼酎粕濃縮液の CP 消化率は低いという報告があり、現段階では TMR 中 CP 含量を高め設計する。

2) 肥育牛

(1) 飼料イネ WCS

ビタミン A 制御型の肥育に飼料イネ WCS を適用する場合は、飼料イネ WCS のβカロテン含量によって、給与量が限られる。飼料設計の参考に肥育牛に用いられる各粗飼料のβカロテン含量を表 5-3 に示した。ここでは、「稲発酵粗飼料の肥育牛への給与技術に関するマニュアル（畜産技術協会）」やビタミン A 給与に関する報告をもとに、飼料イネ WCS の乾物率（20～50%）とβカロテン含量（5、25、50mg/kg 乾物）に対応した飼料イネ WCS の給与限界量を示した（表 5-4）。

表 5-3 βカロテン、レチノールおよびαトコフェロール含量

飼料名	乾物 %	βカロテン mg/kg乾物	レチノール mg/kg乾物	αトコフェロール mg/kg乾物
チモシー ¹	-	10	-	-
チモシー ¹	-	9	-	-
オーツヘイ ¹	-	13	-	-
オーツヘイ ¹	-	6	-	-
バミュダグラス ¹	-	12	-	-
バミュダグラス ¹	-	15	-	-
稲ワラ ¹	-	2	-	-
稲ワラ ¹	-	4	-	-
飼料イネWCS(予乾なし)黄熟期 ¹	-	32	-	154
飼料イネWCS(予乾有り)黄熟期	47	3	-	-
飼料イネWCS(予乾なし)1番フレール型収穫	26	80	-	-
飼料イネWCS(予乾なし)1番細断型収穫	25	82	-	-
飼料イネWCS(予乾なし)2番フレール型収穫	28	50	-	-
飼料イネWCS(予乾なし)2番細断型収穫	32	24	-	-
稲ワラ	91	1	-	8
オーツヘイ	91	7	-	-
オーツヘイ	87	6	-	21
オーツヘイ	89	4	-	-
オーツヘイ	92	24	-	-
トウモロコシ(圧片) ¹	-	5	-	-
肥育牛用(前期)配合飼料(A社)	90	1	0.3	11
肥育牛用配合飼料(B社)	89	-	nd	11
肥育牛用配合飼料(C社)	91	-	-	13
カンショ焼酎粕濃縮液(D社)	53	nd	-	55

1 日本標準飼料成分表(2009年版)から引用

- 分析値なし

nd 未検出

表 5-4 肥育牛への飼料イネ WCS 給与限界量

	βカロテン 乾物	飼料イネWCS(kg原物)											
		5mg/kg乾物				25mg/kg乾物				50mg/kg乾物			
		20%	30%	40%	50%	20%	30%	40%	50%	20%	30%	40%	50%
A方式	肥育前期	45	30	22	18	9.0	6.0	4.5	3.6	4.5	3.0	2.2	1.8
	肥育中期	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	肥育後期	22	15	11	9.0	4.5	3.0	2.2	1.8	2.2	1.5	1.1	0.9
B方式	肥育前期	50	33	25	20	10	6.7	5.0	4.0	5.0	3.3	2.5	2.0
	肥育中期 ¹	13	8.3	6.3	5.0	2.5	1.7	1.3	1.0	1.3	0.8	0.6	0.5
	肥育後期	20	13	10	8.0	4.0	2.7	2.0	1.6	2.0	1.3	1.0	0.8

A方式:「稲発酵粗飼料の肥育牛への給与技術に関するマニュアル」(飼料イネWCSの乾物含量を37.3%、βカロテン含量を20mg/乾物kg、肥育前期に6kg、肥育後期に2-3kg給与する)

B方式:「岡章生(1999)臨床獣医Vol 17, 11,16-18.」(ビタミンAとして肥育前期に2万IU/日まで、肥育中期に飼料摂取量が低下すれば5,000IU/日まで、肥育後期に5,000-8,000IU/日まで給与)

1: 飼料摂取量が低下した場合に給与する

(2)飼料米

肥育牛に飼料米を給与した最近の報告から、少なくとも濃厚飼料中 3 割程度は給与できると考えられる。配合飼料にはトウモロコシや大麦などの穀類は 7 割程度配合されているため、自家配合する場合は飼料用米でこの一部を代替することになる。配合飼料を代替する場合、飼料米（玄米）は肥育牛用配合飼料と比較して高 TDN、低 CP のため、低 TDN、高 CP の飼料原料を同時に組み合わせることになる。これまでの肥育試験の報告から、配合飼料を飼料米（玄米、粳米）で代替しても問題ない成績も得られているが、基本的には飼料用米と他の飼料原料を併用し、飼料成分を調整することになる。表 5-2 の飼料成分を参考に飼料設計は可能だが、飼料米（玄米）の加工方法や他の飼料原料との組み合わせで消化スピードや発酵パターンが変わってくるため、最適な飼料構成を検討していく必要がある。

(3)カンショ焼酎粕濃縮液

カンショ焼酎粕濃縮液を肥育牛に給与した報告は少ないが、これまでの研究成果から少なくとも配合飼料中 2 割程度は給与できると考えられる。また、水分を 5 割程度含むため、他の飼料原料と混合して TMR または発酵 TMR として給与することになる。発酵 TMR の原料に用いる場合は発酵品質に及ぼす影響から 30%以上は混合できないと考えられる。表 5-2 の飼料成分を参考に肥育牛用 TMR の設計は可能だが、カンショ焼酎粕濃縮液の CP 消化率は低いという報告があり、現段階では TMR 中 CP 含量を高め設計することが無難である。また、カンショ焼酎粕濃縮液は α トコフェロール含量が多く、 β カロテンを含まないため、肥育全期間を通じて肥育牛へのビタミン E 供給源として期待される（表 5-3）。

3) 肥育牛への飼料米（玄米）、カンショ焼酎粕濃縮液の発酵 TMR 給与事例

カンショ焼酎粕濃縮液を TMR センターで発酵 TMR として調製する場合は、飼料コスト低減を図るため、他の食品残さも混合することが想定される。また、カンショ焼酎粕濃縮液の TDN 含量は、肥育牛用の配合飼料よりも低いため、カンショ焼酎粕濃縮液を配合する場合は他の TDN 含量の高い飼料原料で成分を調整する必要がある。特に食品残さでは豆腐粕や米ヌカ、飼料作物では飼料米（玄米）などが適している。そこで、乾物当たり玄米を 30%、カンショ焼酎粕濃縮液を 30%、フスマを 26%、乾燥豆腐粕を 11.5%、炭酸カルシウムを 2%、食塩を 0.5% で混合した発酵 TMR を調製し、給与した。

黒毛和種去勢牛 12 頭（平均 23 ヶ月齢）を対照区 6 頭と試験区 6 頭に配置し、対照区には配合飼料 2 種類と稲ワラを、試験区には対照区の飼料の他に、発酵 TMR（配合飼料の約 6 割代替、カンショ焼酎粕濃縮液で配合飼料中 18%程度給与）を 5 ヶ月間給与した。その結果、飼養成績、枝肉成績、胸最長筋の脂肪酸組成、血液性状に問題なく、カンショ焼酎粕濃縮液を含む発酵 TMR を肥育牛の仕上げ期に給与しても良好な枝肉成績が得られた（図 5-1）。

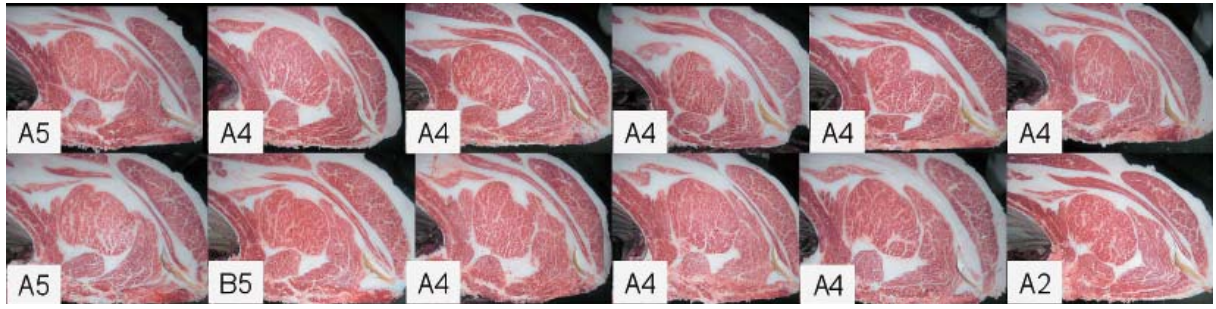


図 5-1 第 6-7 胸椎間ロース芯周辺の写真(上 6 枚:試験区、下 6 枚:対照区)錦江ファーム提供

(執筆者 イネ発酵 TMR 研究チーム 神谷 充)

6. 営農支援システム

GISによる飼料生産管理方法—事例とデータベース構築・運用の指針—

(1) GIS(地理情報システム)とは何か

GISは電子地図上に様々なデータを載せることができるデータベース管理システムで、地図上で圃場の配置や各種情報(耕作者、地番等の基礎的情報から各種作業予定・履歴データ)を一元的に管理することができる。これを利用することで、広域に圃場が分散する大規模飼料生産でも圃場の位置や必要な情報を即座に把握することができ、特定条件での圃場の検索や地図上で色分け・強調表示等も行える。

(2) 大規模飼料生産管理におけるGIS利用

図6-2は事例におけるGIS利用イメージである。この組織は構成酪農経営20戸の圃場、約130ha(約400筆)を一元的に管理しており、年間延べ200ha以上のトウモロコシ生産に取り組んでいる。堆肥散布から薬剤散布までの作業は構成員数名～全員の出役で行い、収穫作業は地域内のコーンコントラクタに委託するが、作業圃場の面積・筆数、また作業担当者数が多いために、作業計画の策定・指示や日当・作業料金集計に多大な労力を必要とする。これら管理作業やその他の借料集計等の作業を一元的に行うためにGISで生産支援データベースを構築した。導入により効率的な作業計画の策定や記録データに基づく明確な賃金支払いが可能になり、その効果は収穫委託先のコントラクタにも波及している。このような管理手法は類似生産組織においても同様の効果が期待できる。

(3) データベース構築・運用の概要

図6-1にデータベース構築・運用フローを示す。

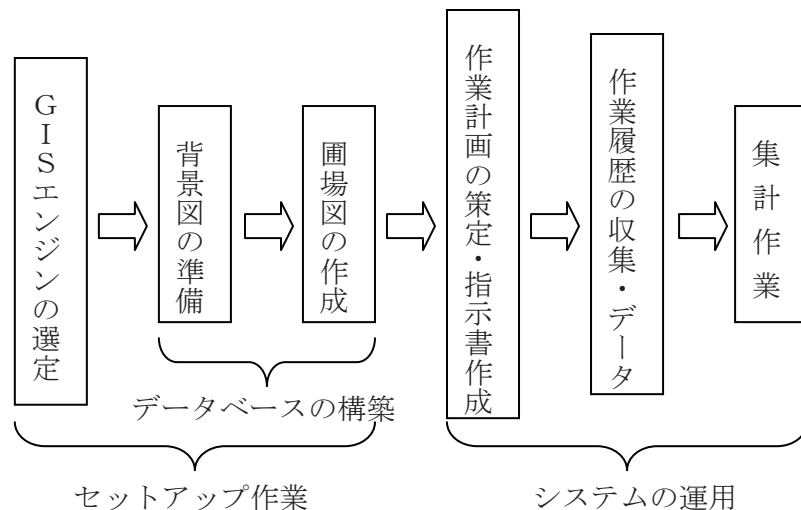


図 6-1 GIS を利用したデータベース構築・運用フロー



作業指示図の作成

A	B	C	D	E
1	2010_1期作	除草1	作業圃場一覧	面積計91,901 m2
2	新ID	耕作者	住所	地番
3	257			「687-1」
4	258			「687-2」
5	259			「903-1」
6	260			「905」
7	261			「878」
8	262			「1268」
9	263			「1270」
10	264			「1271」
11	265			「1207, 1214」
12	266			「1259」

Excelへのデータ展開・作業圃場一覧の作成

GISエンジンにはESRI/ArcGISを利用

オペレータへの指示

VBAによるカスタマイズメニューの作成
(実証試験中)

属性値(データ)に基づく色分け図面の作成

マップ上で圃場分布を把握、計画を策定、作業状況を把握

属性値に基づく色分け

マップ上の圃場は各種データとリンク

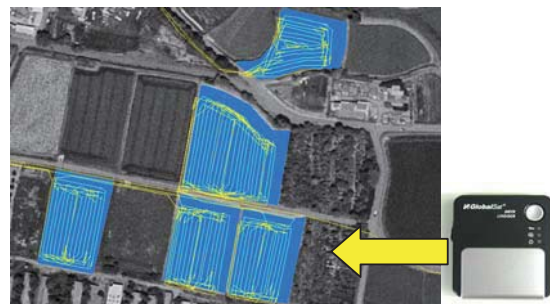
背景図には国土地理院撮影の空中写真を加工・利用

日当、賃借料等の集計

作業履歴の入力・電子化
(GPSデータと作業日誌を併用)

A	B	C	D
1	全体集計票(2010/05/19 10:28:33)出力		
2	作業者	作業名	面積
3		1期作_除草1_作業資金	1,307a 97,990円
4		1期作_バーティカルハロー_作業資金	336a 16,789円
5		1期作_除草1_作業資金	1,057a 79,245円
6		1期作_プラソイル_作業資金	1,631a 91,568円
7		1期作_除草1_作業資金	919a 69,927円
8		1期作_バーティカルハロー_作業資金	207a 10,344円
9		1期作_播種_作業資金	1,968a 147,683円
10		1期作_除草1_作業資金	802a 67,616円
11		1期作_バーティカルハロー_作業資金	1,057a 52,853円
12		1期作_除草1_作業資金	805a 60,364円
13		1期作_バーティカルハロー_作業資金	559a 27,853円
14		1期作_除草1_作業資金	944a 70,811円
15		1期作_除草1_作業資金	1,425a 106,847円
16		1期作_播種_作業資金	3,383a 253,702円
17		1期作_播種_機械賃料	5,352a 107,033円
18		1期作_除草1_作業資金	622a 46,615円
19		1期作_除草1_作業資金	1,058a 79,369円
20		1期作_バーティカルハロー_機械賃料	2,159a 53,967円
21		1期作_プラソイル_作業資金	4,118a 205,881円

Excelへのデータ展開、各種集計



GPSロガーによる作業履歴の収集
(データベース構築時の圃場図作成でも利用)

図 6-2 事例における GIS 利用イメージ



図 6-3 国土地理院空中写真(左)と数値地図画像(右)

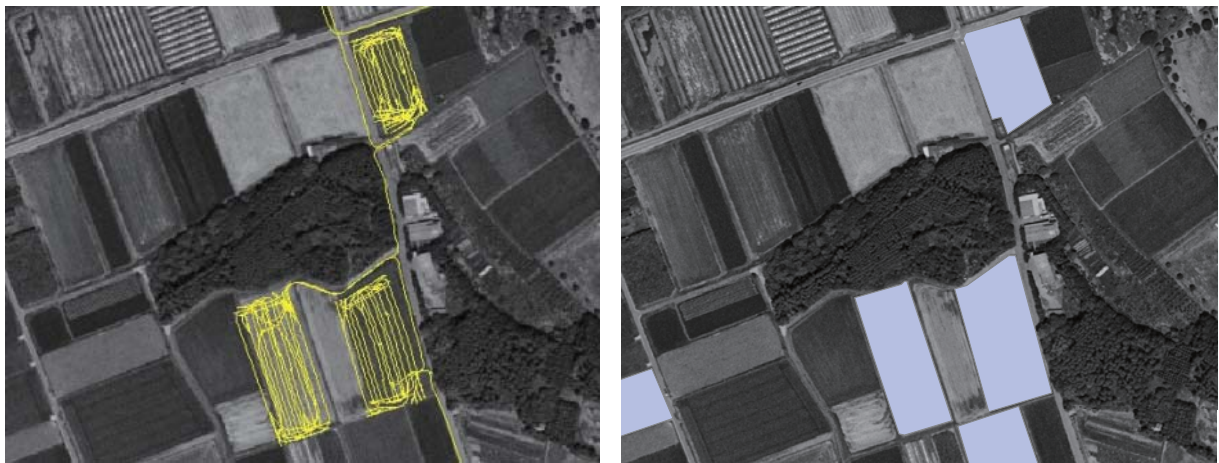


図 6-4 GPS で記録した作業機の作業軌跡(左)と作成した圃場図郭(右)



図 6-5 担当者別に圃場を色分け表示した作業計画・指示図

フロー左側の「セットアップ作業」は主に GIS 導入時に発生する作業で、その後の経常的な管理作業はフロー右側の「システムの運用」が中心になる。以下、このフローに沿って事例組織で行った試験運用の手順概要を示す。

GIS エンジンの選定

現在、各メーカーから GIS ソフトが販売されており、その機能や価格は様々である。また、近年は無償で利用可能なフリーGIS の機能も向上しており、業務利用可能な水準まで達している。事例ではデータの Excel との互換性や後々のカスタマイズ（対象組織の業務に特化した改造）を視野に入れ ESRI 社の ArcGIS を採用しているが、まずはフリーGIS で仮運用をはじめるとも選択の 1 つである。

データベースの構築 1-背景図の準備-

GIS では複数の図面を階層状に重ね合わせてマップを構成していくが（セル画を重ねて合わせてシーンを構成していくイメージ）、最も多くの視覚情報を与えるのが背景図である。候補としては地図画像や空中写真（航空写真）（図 6-3）があげられる。地図画像は国土地理院が発行する「数値地図 25000（地図画像）」が安価でデータ化も容易であるが、地図画像は圃場一筆レベルの情報を含まないため、後の圃場図作成に用いることは難しい。空中写真のデータソースとしては国土地理院撮影の空中写真が一般販売されている。ただし、販売されているデータの多くは写真をスキャナで読み込んだ画像データなので、GIS の背景図として用いるには位置情報の付加等の処理が必要である。事例では販売代理業者に位置情報の付加処理を依頼したものを利用している。

データベースの構築 2-圃場図の作成-

背景図が準備できたらその上に圃場図を作成していく。（空の）圃場図を作成すると関連するデータを格納するテーブルも自動的に作成され、圃場をマップ上に追加する都度テーブルにも対応する行が追加される。データの項目や値は後に自由に追加・修正・削除ができるので、まずはマップ上で圃場図郭を作成することを推奨する。

しかし、（事例組織もそうだが）飼料生産組織の圃場は多くの場合広域に分散しており、対象範囲全面の圃場図を作成するのは現実的ではない。必要最小限の圃場図郭を作成する方法として、GPS ロガーを利用した事前調査があげられる。作業機に GPS を搭載してその作業データを GIS の背景航空写真に重ね合わせることで、対象となる圃場をマップ上で容易に識別し圃場図郭を作成することができる（図 6-4）。この圃場図に ID 等の番号を割り振り、空中写真と重ね合わせた印刷図面で構成員各自が圃場の確認を行うことで効率良くデータを作成することができる。この時点で図化されていない圃場は印刷図面に直接書き込みを行い、それをもとに圃場図に新たな圃場を追加していく。同時に印刷図面の ID に対応した圃場リストを Excel 等で作成し、これに耕作者、地権者、住所、地番、地籍等

の必要な圃場情報を入力する。このリストをテーブルデータとして GIS に読み込み、圃場図側のテーブルと ID をキーに結合することで必要な圃場情報を付加することができる (図 6-6)。これでセットアップ作業はほぼ完了となり、後は管理を行いたいデータ項目を必要に応じて圃場図に追加していく。

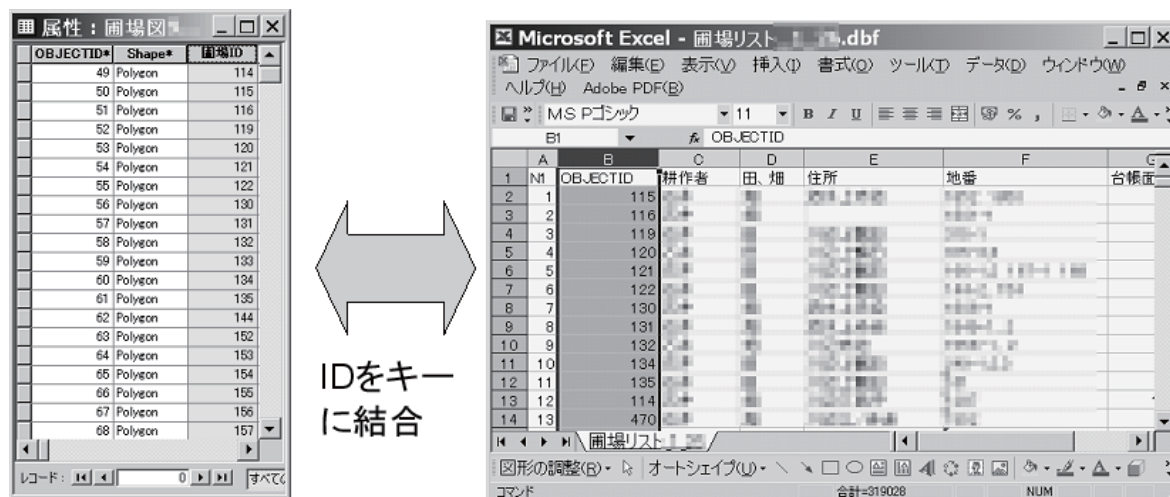


図 6-6 ArcGIS の圃場図テーブル(左)と Excel テーブル(右)を共通 ID で結合

作業計画の策定と指示書の作成

GIS 上の圃場図には任意のデータ項目を追加・値を入力することができ、かつ、圃場を値別に色分け表示することができるので、作業前に作業者や作業日程を入力することで事前の計画策定や作業指示書の作成を行うことができる。作業者・作業日程の値入力あらかじめ「作業名_担当作業者」、「作業名_作業日程」のような項目を作成しておく必要がある。入力作業は GIS のマップ上で圃場を選択するか、テーブル上で圃場に対応する行をまとめて選択してから一括で値を入力することで効率的にデータ入力作業が行える。値の入力はマップ上の色分け表示に反映されるので、圃場間の位置関係を考慮しながら効率の良い作業計画の策定が可能となる (図 6-5)。

作業履歴の収集とデータ化

「作業名_作業実施者」、「作業名_作業実施日」のような項目を作成し、作業日誌をもとに作業履歴を入力することで、履歴の電子データ化が可能である。これを利用して、例えば播種作業実施日から収穫計画を策定することができる。また、播種や各種薬剤散布等、厳密に作業履歴を記録したい場合は作業機に GPS ロガーを搭載し、そのデータを GIS 上で管理することも可能である (図 6-2 最下部右)。

「作業名_作業状況」のような項目を設定し、作業完了圃場には「完了」値を入力することで、マップ上での各作業進捗状況の把握にも利用できる。作成・データ入力をしていくと便利な項目を下記に示す。

表 6-1 データベース作成・運用において有用な項目例一覧

項 目 名	入力する値	利 用 場 面
作物名_作付予定	作付、休耕	作付圃場に限定した表示、データ管理を可能にする、複数作物の管理を容易にする
作物名_品種	品種名	品種別に収穫計画の策定を行う等に利用
作物名_作業名_作業担当者	作業担当者名	色分け表示に用いることでマップ上での作業計画の策定や図面ベースの作業指示書作成に利用
作物名_作業名_作業日程	作業予定日	
作物名_作業名_作業実施者	作業実施者	後の作業料金集計に利用
作物名_作業名_作業実施日	作業実施日	播種作業の実施日は収穫計画の策定に利用
作物名_作業名_作業状況	完了、未完了	マップ上での作業進捗状況の把握に利用

補足：例えば作物数が2、各作物の作業工程数が10の場合は $2 \times 10 \times 7 = 140$ の項目を作成することになる。

集計作業

テーブルデータを Excel 形式で出力することで Excel 上で作業賃金の集計を行うことができる（図 6-2 最下部左）。Excel にはピボットテーブル等の優れた集計機能があるので、これを利用することで簡易に各種集計を行える。時間給で賃金を計算する場合は圃場図のデータ項目に「作業名_作業時間」を作成し、圃場別に作業時間数を入力しておく必要があるが、面積単位で賃金を計算する場合は台帳面積や GIS が内部的に推計する圃場面積を利用することができる。

(4)GIS の学習方法とデータ管理支援システム

以上、GIS による飼料生産管理概要を見てきたが、これらの管理作業には GIS の概念・操作方法についてある程度習熟する必要がある。生産管理に必要な機能を絞り込んだマニュアルを準備しているので、必要な方は筆者まで連絡されたし。

また、作物生産支援に特化した ArcGIS カスタマイズシステムも開発、実証試験を完了しているので、こちらもご希望の方には配布可能である。

（執筆者 イネ発酵 TMR 研究チーム 西村和志）

7. 焼酎粕濃縮液の調製

本章では米、麦およびカンショを主原料とする本格焼酎の製造プロセスと蒸留粕の性状について簡単に説明し、既存の飼料化処理プロセスと代表的な処理施設を紹介する。さらに、本格焼酎粕濃縮液の調製に関する注意点と課題を述べる。

1) 焼酎粕の産出と性状

本格焼酎の製造工程（図 7-1）を麴造りから製品化まで説明する。

(1) 麴(こうじ)造り

麴造りとは、本格焼酎造りに不可欠な麴菌を繁殖させるための下準備である。

まずは、米や大麦を水で洗い、水に浸して水分を吸収させた後に水切りし、蒸す。

そして、麴菌を加えて麴を造る。次の日に、麴を麴棚に移して一日寝かせた後、3 日目に麴を取り出し、一次仕込みに移される。

(2) 一次仕込み

一次仕込みとは、麴に水と酵母を加えて混ぜる。純粋な酵母を大量に増やし、二次もろみが腐るのを防ぐために行う。仕込み翌日には、酵母が生育し始め、約 1 週間で熟成は終了し、二次仕込みにまわる。

(3) 二次仕込み

一次もろみに、水洗いして蒸した主原料（米、麦、カンショなど）と水を加えて混ぜる。25～30℃の温度で約 8～20 日間かけて発酵し、芳醇なもろみとなる。ここで仕込む主原料が米であれば「米焼酎」、麦であれば「麦焼酎」、カンショであれば「芋焼酎」、黒糖であれば「黒糖焼酎」、そばであれば「そば焼酎」などとなる。

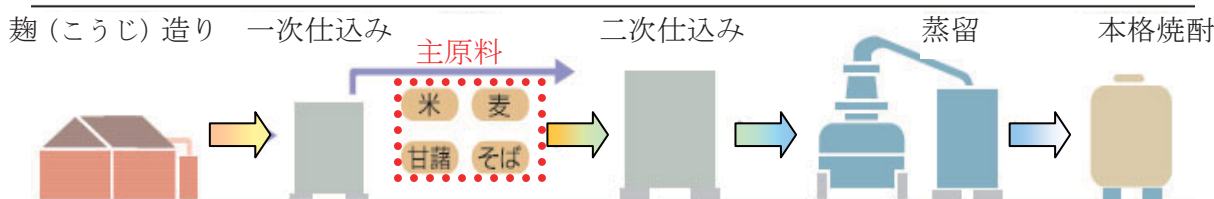


図 7-1 焼酎粕飼料化処理プロセス

(4) 蒸 留

二次仕込みでアルコール発酵が終わったもろみを単式蒸留機に移しかえる。

本格焼酎の蒸留には「常圧蒸留」と「減圧蒸留」の 2 種類（図 7-2）があり、伝統的な蒸留方法である常圧蒸留とは、常圧の 100℃で蒸留を行うもので、もろみ成分が十分留出されるため、味ののったコクのあるタイプの焼酎になる。

現在の蒸留方法の主流である減圧蒸留とは、圧力を下げ、50-60℃くらいの温度で蒸留を行う。もろみ成分の留出量が少なく、飲みやすいタイプの焼酎になるが、長期熟成による香味の向上はあまり望めない。

したがって、本格焼酎の蒸留残さも「常圧蒸留」と「減圧蒸留」処理で得られる2種類がある。さらに、二次仕込みの際に添加した主原料となるカンショの季節性の影響で、各焼酎メーカーでは通年で定量かつ同じ成分（表7-1）の蒸留粕に産出することはきわめて難しい。焼酎粕の量について、現在業界全体で80万トン以上と推定され、水分が90%以上と高く、多くの有機物を含み、BODで数万ppmであることから、その処理と利活用は難しいとされてきた。

表 7-1 焼酎蒸留粕原液の成分例

	pH	水分 (wt%)	糖質 (wt%)	繊維質 (wt%)	粗繊維 (wt%)	粗蛋白質 (wt%)
カンショ焼酎粕	4.17	95.2	1.42	0.72	0.07	1.33
米焼酎粕	3.90	92.4	3.21	0.80	0.07	0.60
大麦焼酎粕	3.94	91.9	3.56	1.64	0.28	0.57

出典：三井造船技報 193,30-35（宮崎陽子ら 2008）

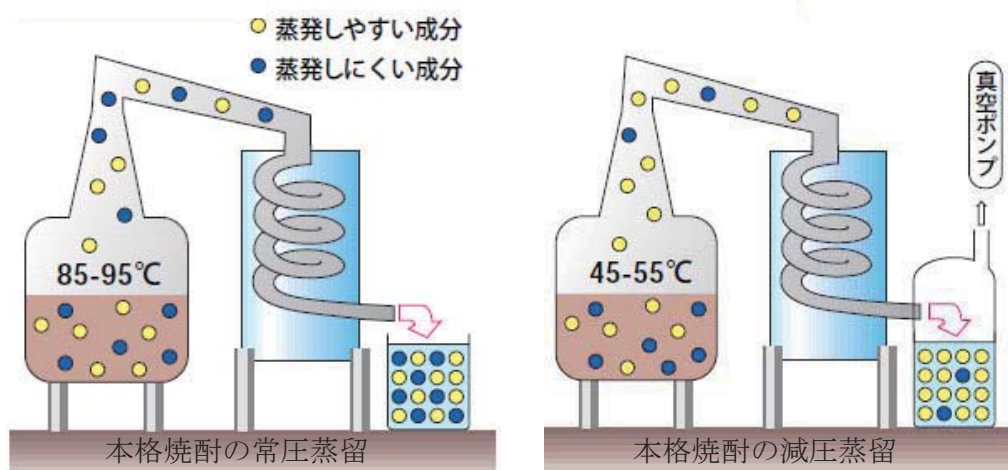


図 7-2 本格焼酎の常圧蒸留と減圧蒸留

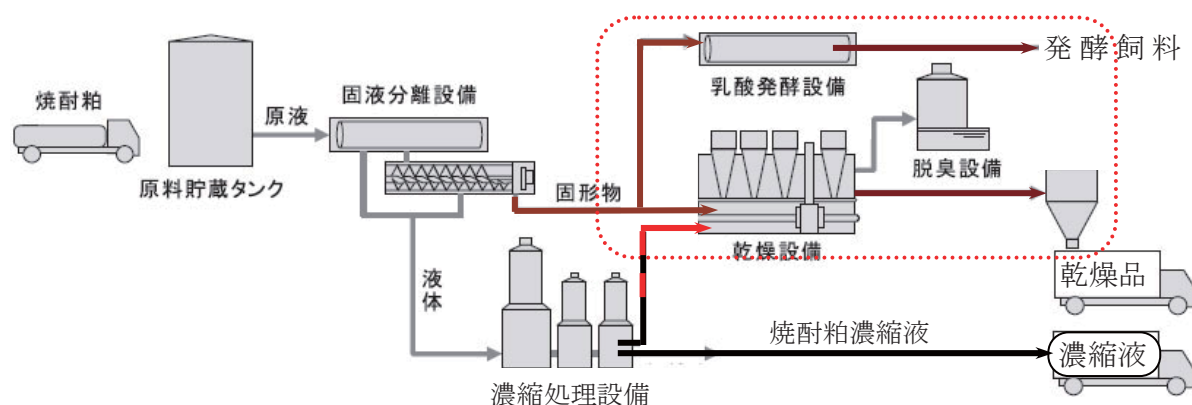


図 7-3 焼酎粕飼料化処理プロセス



図 7-4 焼酎粕飼料化処理時の写真

2) 焼酎粕の飼料化処理

本格焼酎粕の利活用については、原液水分の減量と保存性の向上を目的とした飼料化処理施設（図 7-3）において処理することが必要となる。

(1) 固液分離処理

焼酎蒸留粕の原液は、スクリーンプレスや遠心分離機（繊維分が多いカンショ焼酎粕の場合は必要である）で液体分と固形分に分ける（図 7-4A）。

(2) 液体分の濃縮処理

減圧式三重効用缶（蒸発缶と加熱器よりなる省エネ型高効率濃縮設備、図 7-3B）を用いて、固液分離設備から得られた焼酎粕の液体分（図 7-4A のろ液、通常の場合の含水率 95%以上）を、含水率 60～70%まで濃縮する。

(3) 固形分の乾燥処理

固液分離設備から得られた焼酎粕の固形物については、主原料（米、麦、カンショなど）によって性状がかなり異なる。一般的に含水率 65～85%、保存性が悪く、またペースト状で、取り扱いにくいものである。これまで气流乾燥や真空乾燥や伝導伝熱型乾燥機（図 7-4C）などで対応してきたが、いずれも高額な燃料代という課題を抱えている。

(4) 焼酎粕処理施設の紹介

2003 年以後、本格焼酎ブームの到来で一時本格焼酎の需要急上昇に伴い、各地で焼酎の生産設備拡充や休止酒造場の再開、新規参入などが図られた。一方で海洋汚染防止するロンドン条約により、焼酎粕の海洋投棄が禁止となったため、焼酎メーカーは焼酎粕処理のための設備増設を余儀なくされた。飼料価格の高騰や食品廃棄物の有効利用に関心が高まり、九州地域では焼酎粕の利活用が脚光を浴びつつある。

現在、九州地域で稼働中の焼酎粕処理施設で濃縮液を製造しているのは、長崎県と佐賀県を除いて表 7-2 のように計 9 ヶ所ある。

表 7-2 焼酎粕濃縮液の処理施設

飼料化処理施設	所在地	完成年月	処理規模	主原料成分
川内酒造協同組合	鹿児島県薩摩川内市	2003 年 03 月	130t/d	米・麦・カンショ
球磨焼酎サイクリン株式会社	熊本県人吉市	2004 年 03 月	70t/d	米
西薩クリーンセット事業協同組合	いちき串木野市	2004 年 03 月	200t/d	麦・カンショ
宝酒造株式会社	宮崎県高鍋町	2005 年 09 月	100t/d	麦・カンショ
霧島酒造株式会社	宮崎県都城市	2006 年 08 月	60t/d	カンショ（脱水ケーキ）
大隅酒造事業協同組合	鹿児島県曾於市	2007 年 02 月	150t/d	麦・カンショ
西都リサイクル協同組合	宮崎県西都市	2007 年 03 月	100t/d	麦・カンショ
三和酒類株式会社	大分県宇佐市	2009 年 03 月	210t/d	麦
福德長酒類株式会社	福岡県久留米市	不明	110t/d	麦

3) 焼酎粕濃縮液の利活用に関する注意点

焼酎粕処理施設で処理された米焼酎粕濃縮液の保存性については、含水率 70%まで濃縮された場合、化学組成（鈴木ら 2010）、pH と有機酸と微生物相など（服部ら 2010）、粘性変化（劉ら 2010）の各項目は貯蔵環境にかかわらず、3 ヶ月程度安定していた。

本格焼酎の製造副産物である蒸留粕から作られた濃縮液を発酵 TMR 飼料原料として利用する際には、十分な品質管理が必要である。

（執筆者 イネ発酵 TMR 研究チーム 劉尊厳）

参考文献

- 焼酎の製造工程～いっばいの焼酎から サイト：<http://shoutyu.com/3/14/000014.php>
酒類総合研究所情報誌「お酒のはなし 2, 11, 16」 焼酎特集
宮崎陽子ら（2008）省エネ・高付加価値型焼酎粕飼料化システムの構築 三井造船技報, 193: 30-35.

8. 参考:研究成果情報 H18(2006)～H21(2009)

1)平成 18 年度(2006)

稲発酵粗飼料に混入した非硬実の水田雑草種子はサイレージ発酵で死滅する(小荒井ら 2006)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2006/2006047.html

2)平成 19 年度(2007)

西南暖地で早植え栽培したイネは葉鞘+茎の推定 TDN が高い(中野ら 2007)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2007/2007033.html

焼酎粕濃縮液混合による発酵 TMR の乾物回収率の向上と開封後の変敗抑制(2007 服部ら)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2007/2007091.html

飼料イネ品種 Taporuri の 2 回刈り乾物多収栽培法(中野ら 2007)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2007/2007019.html

3)平成 20 年度(2008)

飼料イネ湛水直播栽培におけるアメリカセンダングサとタカサブロウの防除(小荒井ら 2008)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2008/2008019.html

飼料イネの 2 回刈り栽培における 1 回目収穫時の刈り取高さおよび踏圧の影響(中野ら 2008)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2008/2008017.html

4)平成 21 年度(2009)

九州北部の水稲大麦二毛作飼料生産での土壌窒素供給を踏まえた窒素施肥法(原ら 2009)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009019.html

飼料用水稲大麦二毛作における牛糞堆肥の窒素肥効に影響する要因(原ら 2009)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009017.html

飼料イネ 2 回刈り栽培における 1 回目収穫時の刈り取高さが TDN に及ぼす影響(中野ら 2009)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009015.html

暖地の新規需要米向け多収イネ品種に対して薬害を生ずる除草剤(小荒井ら 2009)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009007.html

黒毛和種肥育牛の仕上げ期における玄米と食品残さによる配合飼料代替給与法(2009 神谷ら)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009091.html

カンショ 焼酎粕濃縮液を含む発酵 TMR は泌乳牛の飼料として利用できる (鈴木ら 2009)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009125.html

圃場情報および利用管理の一元化はコントラクタの収穫作業効率を改善させる (西村 2009)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009137.html

汎用 GIS を利用した飼料生産支援用データベースの構築と運用方法 (2009 西村ら)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009093.html

自給飼料基盤の活用と購入後のサポート付加は販売 TMR の評価を引き上げる (西村 2009)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009127.html

泌乳牛用 TMR 素材としての米焼酎粕濃縮液 (田中ら 2009)

http://konarc.naro.affrc.go.jp/kyushu_seika/2009/2009135.html

参考資料

[成果情報名]TMRセンターを核とする飼料イネ、焼酎粕濃縮液等の調製・利用システム

[要約]飼料イネ、焼酎粕濃縮液等をTMRセンターで発酵TMRに調製し、乳用牛や肉用牛に給与して飼料自給率を向上するシステムである。TDN自給率は泌乳牛で26ポイント、肥育牛（仕上げ期）で40ポイント以上向上できる。

[キーワード]飼料イネ、焼酎粕濃縮液、TMRセンター、発酵TMR、泌乳牛、肉用牛

[担当]九州沖縄農研・イネ発酵TMR研究チーム

[代表連絡先]電話 096-242-7756

[区分]九州沖縄農業・畜産・草地、畜産草地、共通基盤・総合研究（飼料イネ）

[分類]行政

[背景・ねらい]

耕種農家が飼料イネを栽培し、そのサイレージを畜産農家が給与するという耕畜連携システムがある。しかし、現実のシステムでは、生産された飼料イネが大家畜に給与されるまでの地域的な物流の連携が十分ではないため、飼料自給率の向上に寄与できる地域利用システムが求められている。そこで、物流で重要な商品として、飼料イネ（イネWCS、飼料米）に九州地域で多量に発生する焼酎粕濃縮液等を加えた発酵TMRを製造し、利用するシステムを構築する。

[成果の内容・特徴]

1. 本システムでは、a)水田地帯で生産される飼料イネ（イネWCS、玄米）および、b)粗蛋白質含量20～55%等の焼酎粕濃縮液を、c)TMRセンターへ搬入、発酵TMRに調製後、提示メニューに沿って畜産地帯のd)乳用牛およびe)肉用牛へ給与し、飼料自給率を向上できる（図1）。

2. カンショおよび米の焼酎粕濃縮液は、乾物率で各々52.3%と29.6%、CP（粗タンパク質）で各々22.8%と50.2%、TDN（可消化養分総量）で各々76.4%と81.9%と、化学組成および栄養価が異なる（表1）。

3. 乳量約24kg/日の乳牛では、100%輸入飼料の飼料構成と比較してカンショ焼酎粕濃縮液添加で約11ポイント、イネWCSの混合で約15ポイントのTDN自給率向上の効果があり、合計で26ポイントの自給率を向上できる（表2）。

4. 肥育牛（格付成績A4、A5レベル）の仕上げ期では、飼料用米（玄米、無処理）とカンショ焼酎粕濃縮液を飼料構成に加えることで、慣行の飼料と比較してTDN自給率は40ポイント以上向上する（表3）。

[成果の活用面・留意点]

1. 自給粗飼料や食品残さ等を利用するためTMRセンターを設置し、畜産地域の飼料自給率を向上する場合に活用できる。
2. 詳細は、農研機構九州沖縄農業研究センターイネ発酵TMR研究チームのマニュアルにより確認できる（平成23年3月発行）。
3. 飼料米を大家畜に給与する場合、十分な消化率を得るには粉碎、破砕、圧ぺん等の処理が必要である。

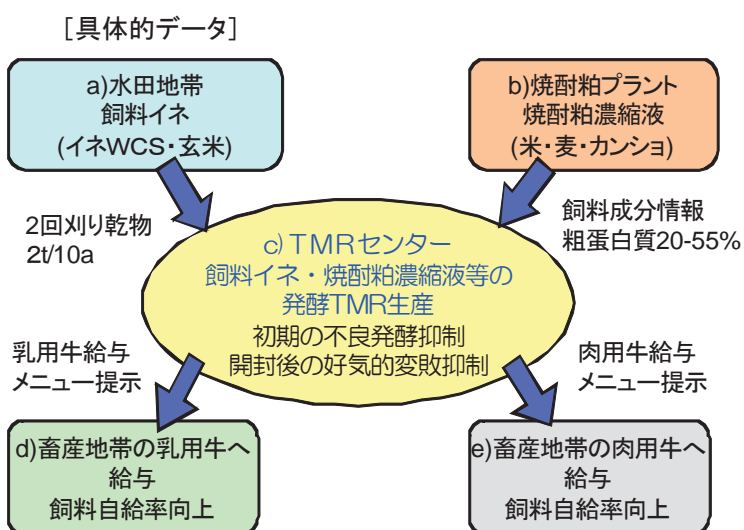


図1. 飼料イネ、焼酎粕濃縮液等の発酵TMR活用による飼料自給率向上システム

注) TMRセンターは原物生産量80~100t/日、イネWCS等TMR原物生産コスト25円程度/kg

表1.カンショおよび米焼酎粕濃縮液の化学組成および栄養価

		カンショ	米
乾物	%FM	52.3	29.6
粗脂肪	%DM	0.1	6.5
CP [†]	%DM	22.8	50.2
NFC	%DM	61.2	31.7
NDF	%DM	2.8	8.7
リン	%DM	0.77	0.93
カルシウム	%DM	0.02	0.07
マグネシウム	%DM	0.3	0.14
カリウム	%DM	6.46	1.09
TDN	%DM	76.4	81.9

[†]CP: 粗タンパク質, NFC: 非繊維性炭水化物, NDF: 中性デタージェント繊維, TDN: 可消化養分総量, FM: 原物, DM: 乾物

表2.泌乳牛の飼料構成(%DM)とTDN自給率

		イネWCS ¹⁾ TMR	イネWCS ²⁾ 濃縮液 TMR
乾物配合割合			
エンバク乾草	%	30	30 ³⁾
イネWCS	%	20	20
泌乳牛用配合飼料	%	49	38
カンショ焼酎粕濃縮液	%	0	10
その他 ⁴⁾	%	1	2
TDN	%DM	71%	71%
TDN自給率		15%	26%

1) 100%輸入飼料に対して、イネWCSを用いることでTDN自給率15ポイント上昇

2) 濃縮液も用いることでTDN自給率26ポイント上昇

3) エンバク乾草を自給飼料に置き換えることでTDN自給率53ポイント上昇

4) 大豆粕、ミネラル類など

表3.肥育牛の飼料構成(%DM)とTDN自給率

		慣行	飼料用米 ¹⁾ 濃縮液 TMR
乾物配合割合			
肥育牛用配合飼料	%	90	30
稲ワラ	%	10	10
飼料用米(玄米)	%		18
カンショ焼酎粕濃縮液	%		18
その他 ³⁾	%		24 ²⁾
TDN	%DM	79%	79%
TDN自給率		20%	70%

1) 慣行に対して、飼料用米と濃縮液を用いることでTDN自給率40ポイント上昇

2) その他の食品残さも用いることでTDN自給率50ポイント上昇

3)フスマ16%、乾燥豆腐粕7%、ミネラル類1%

(佐藤健次、神谷充、鈴木知之)

[その他]

研究課題名: 地域条件を活かした飼料用稲低コスト生産技術及び乳牛・肉用牛への給与技術の確立
中課題整理番号: 212b.5

予算区分: 基盤、委託プロ(えさ)

研究期間: 2006~2010年度

研究担当者: 佐藤健次、神谷 充、鈴木知之、服部育男、小荒井 晃、中野 洋、
原 嘉隆、西村和志、田中正仁、神谷裕子、上村昌志(錦江ファーム)

発表論文等: 神谷ら(2010)日畜会報、81:481-488

9. 現地の取り組み事例

発酵 TMR の生産と利用の事例として、大規模な TMR センターを核とする例（農業生産法人 有限会社 錦江ファーム）を紹介する。

1) TMR センターの概要

鹿児島県南さつま市金峰町に、発酵 TMR ロールベール製造システムが錦江ファームに導入されている（図 9-1）。

飼料イネをサイレージ発酵させた稲発酵粗飼料や飼料作物のサイレージ、九州管内で主流のプラントで生産される焼酎粕濃縮液（水分約 60%）等を活用する新しい発酵 TMR のロールベール生産システムが稼働している。



図 9-1 錦江ファーム TMR センターの概要

平成 21 年 10 月に全体（施設等約 3 億 6 千万円）が完成した。図 9-1 のように、約 2ha の敷地内に材料保管倉庫やロールベール製造棟などの建物があり、1 日当たりの生産可能数量は 100t の製造が可能で 2 ラインからなる。下部には、左から TMR 材料の食品残さ等を混合するミキサー車、製造ラインにかかわる混合材料をコンベアーで上げフィーダーボックス投入状況、ロールベールで圧縮後のラッピング状況および完成品（約 450kg）を示している。

2) 飼料イネの入手

稲発酵粗飼料は、熊本県阿蘇市にある阿蘇粗飼料生産組合（平成 20 年 12 月協議会をもとに結成）等から、ロールベールの稲発酵粗飼料が錦江ファーム TMR センター（鹿児島県南さつま市金峰町）に搬入され、発酵 TMR 原料として利用されている。

3) 焼酎粕濃縮液の入手

タンパク質含量の多い焼酎粕濃縮液は主に熊本県人吉市（球磨焼酎の里）にある球磨焼酎リサイクル株式会社等から供給されている。人吉市からは、10 トン車のタンクロ

ローリー（図 9-2）で 2 日に 1 回、錦江ファーム（鹿児島県南さつま市金峰町）へ搬入され、発酵 TMR ロールベールの原材料として利用されている。



図 9-2. 焼酎粕濃縮液運搬用タンクローリー
（10トン車、錦江ファーム所有）

（執筆者 イネ発酵 TMR 研究チーム 佐藤健次）

10. 「ルリアオバ」種子の入手先

許諾先情報の HP 等掲載を了承いただいている法人等は以下の通りです。
種子の生産状況、販売量、許諾に関する変更等により入手できない場合もあります。

①指宿市開聞水田受委託組合

〒891-0603 鹿児島県指宿市開聞十町 2867

TEL: 0993-32-5243、 FAX: 0993-32-5248

②池之原有機研究会

〒893-1613 鹿児島県肝属郡東串良町川西 1594-1

TEL: 0994-63-2462、 FAX: 0994-63-2462

『飼料イネ、焼酎粕濃縮液の発酵TMR(混合飼料)調製と給与技術マニュアル』

—新しい地域システム構築を目指して—

発行 平成23年3月

発行 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター

編集責任者 イネ発酵TMR研究チーム長 佐藤健次

〒861-1192 熊本県合志市須屋2421

TEL 096-242-1150 (代表)

印刷 (株)協和印刷

〒862-0941 熊本市出水5丁目11-31

TEL 096-375-5311