



九州沖縄農業研究センター ニュース

No.47 TMR 特集号

2014年3月



サトウキビの収穫残渣（ハカマ）を食べている牛
（鹿児島県徳之島の畜産農家で、p.7の記事関連）

● 主な記事 ●

- 巻頭言
 - ・産業の新展開を支える技術開発
- TMRとは
 - ・はじめに：TMR とは何か…
- 研究の取り組み
 - ・九州沖縄農研における TMR の取り組み
- TMR施設事例
 - ・錦江ファーム TMR センター
 - －焼酎粕を活用した TMR－
 - ・八代 TMR センター
 - －地域の資源を利用した TMR－
 - ・徳之島町 TMR センター
 - －飼料用サトウキビを活用した TMR－
- 最近の研究成果
 - ・焼酎粕濃縮液を活用した発酵TMRの牛への給与技術
- 豆知識
 - ・TMRとは－さらに興味ある方に－
- 本年度に行った所長キャラバン
 - ・畑輪作生産システム実証圃場キャラバン
 - ・べんがらモリブデンを用いた水稻湛水直播技術の現地試験
 - ・大菊土地改良区水利システムの現状と課題、今後の研究展開
 - ・「おいCベリー」を栽培しているイチゴ生産組合との意見交換

巻頭言

産業の新展開を支える技術開発 — 耕畜連携を例に —

所長 寺田 文典

水田作や畑作などの耕種農業と畜産業の連携活動を意味する「耕畜連携」という言葉が使われたのはいつ頃からなのか？ 某新聞での出現頻度を調べてみますと下の図のように、始まりは平成になってからのようで10年代の前半と後半に大きな山が見られます。前半の山は飼料イネの利用・普及の開始に伴うもので、後半は穀物価格の高騰に対応するものと思われます。海外からの輸入飼料に依存する加工型畜産として発展してきた畜産業ですが、グローバル化の流れの中でその構造転換が大きく迫られたのもこの頃からです。将来の人口増加、食料逼迫などが予想されるなかで、国民のタンパク質供給源として重要な位置づけにある畜産物の安定供給を保障するためには、国産飼料（自給飼料）の利用割合を高めること（飼料自給率の向上）が最優先課題となりました。そして、そのための具体的手段の一つである「耕畜連携」が、今、いろいろな形で実を結びつつあります。

耕畜連携として、昔は稲ワラと堆肥の交換利用、近年は稲のホールクロップサイレージ利用がよく知られています。さらに、最近では飼料用米として、粳米や玄米の利用が急激に進んでおり、減反政策の変更に伴って今後も大きく増加することが予想されています。このほか、九州沖縄地域では、飼料用のサトウキビを栽培して畜産と結びつける“糖畜連携”や、林間放牧あるいは木材や竹を飼料として利用する“林畜連携”も、「耕畜連携」の一形態として取り組まれています。元気で多様な九州沖縄農業の特徴を反映した、いろいろな形の「連携」が展開しています。

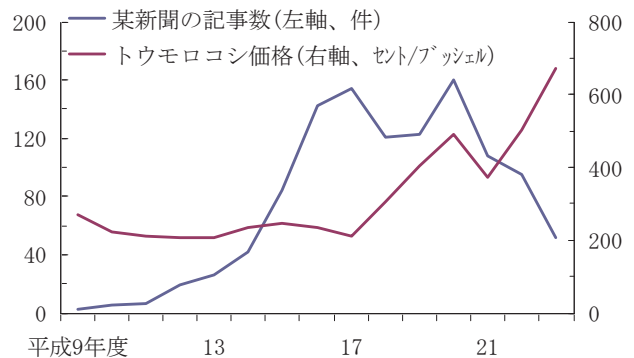
さて、産業の新展開の際には必ずそれを支えるキーテクノロジーの開発・貢献がありますが、「耕畜連携」の場合、水田作との関係では飼料用イネ品種の開発、収穫機械の開発、サイレージ調製技術の開発が挙げられます。さらに、それが大きく、広く展開していく段階では、給与技術であるTMR（混合飼料）が貢献していることも強調しておきたいと思います。

TMRは大規模乳牛群の能力を省力的かつ最大限に発揮させる管理技術として、また、自給飼料の有効利用技術として発展してきたもので、わが国では低コストの飼料資源を活用する技術としても注目されてきました。さらに、このTMRを作る作業を外部化する（TMRセンターを活用する）ことで、農家毎の「耕畜連携」が地域の「耕畜連携」に発展していきました。TMRセンター

が地域飼料資源の広域流通拠点に変貌を遂げたわけです。

現在のわが国のTMRの基礎は、昭和50年代初頭に開始された当時の農林省畜産試験場と関東東海7都県の協定研究になります。当時は「自由採食法」と呼ばれていた技術で、協定研究の成果として提示された給与基準がベースとなって普及していきました。そして平成の初め頃から、農家毎ではなく、数戸の農家がグループとして飼料を作るTMRセンターを活用する動きが始まりましたが、粗飼料の確保や配送を毎日行う必要性から、なかなか拡大していきませんでした。それが近年急速に普及しているのは、酪農経営の大規模化の進行と飼料作や飼料調製作業の外部化の進行に対応するもので、ここでは長期間の貯蔵を可能とする（毎日作らなくてもよい）発酵TMR技術がキーテクとして大いに役立っています。

私たちが取り組む技術開発によって産業の新展開に寄与することを実感できることは、研究者として得難い経験であり、その技術を活用してくださる皆さんの喜びこそ私たちにとって最高の褒賞だと思っています。



図「耕畜連携」記事の年間掲載数とトウモロコシ価格の動き
(シカゴ相場)

TMR とは…

はじめに：TMR とは何か…

最近、畜産などで TMR（ティーエムアール）という言葉聞いた方もおられるかと思いますが。

この TMR とは Total Mixed Ration の頭文字で「混合飼料」「完全飼料」などとも呼ばれ、栄養を考えながら「がさ」の多い粗飼料と濃厚飼料を混ぜ合わせて牛に“えさ”として与える方法です。これを大きな規模で行い、畜産農家に混ぜ合わせた栄養価の高い“えさ”を提供しているのが“TMRセンター”と呼ばれる施設です。

TMRセンターでは、栄養価を考えながら飼料を混ぜ合わせた“えさ”を大量に作っています。この TMRセンターを利用すれば、個々の畜産農家が飼料を混ぜ合わせる手間が不要で、まとめて“えさ”を作ることから飼料代の節約にもつながります。また、牛がえり好みせずに食べるので必要な栄養を無駄なく食べさせることができ

ます。

さらに、TMRセンターは地域にある食品製造の副産物（豆腐粕や焼酎粕など）も有効に活用できます。食品製造の副産物は衛生的で栄養価も高く、資源の少ない日本では有用なものです。が、個々の畜産農家では量が多すぎるなど使いにくい場合もありました。複数の畜産農家で必要な大量の“えさ”を作る TMRセンターであれば量が多くても問題はなく、無駄なく活用できます。

このような長所が知られてきたこともあり、厳しいコスト管理が必要な酪農（乳牛）を中心に地域の实情にあわせた TMRセンターができてはじめています。また、TMRセンターを有効に活用するための研究も行われています。

【畜産草地研究領域 服部 育男】



研究の取り組み

九州沖縄農研における TMR の取り組み

九州沖縄農業研究センターは第2期中期計画（平成17～22年度）で、イネ発酵 TMR 研究チームをつくり発酵 TMR の研究に取り組んできました。この研究チームは発酵 TMR 利用技術の開発と普及をめざし、粗飼料として自給率向上に役立つ飼料イネの茎葉利用を検討しました。また、食品副産物の焼酎粕濃縮液を原料として利用するため、その栄養価や牛のえさにした場合の牛乳や牛肉の品質も検討してきました。その結果、飼料イネや焼酎粕濃縮液を用い、安定的に貯蔵できる発酵 TMR の調整方法や利用技術などを第2期の取り組みで開発できました。

平成23年度からの第3期中期計画では農研機構の TMR 研究分野の一員として焼酎粕以外の食品副産物、さらに、飼料イネの茎葉だけでなく“子実（飼料米）”

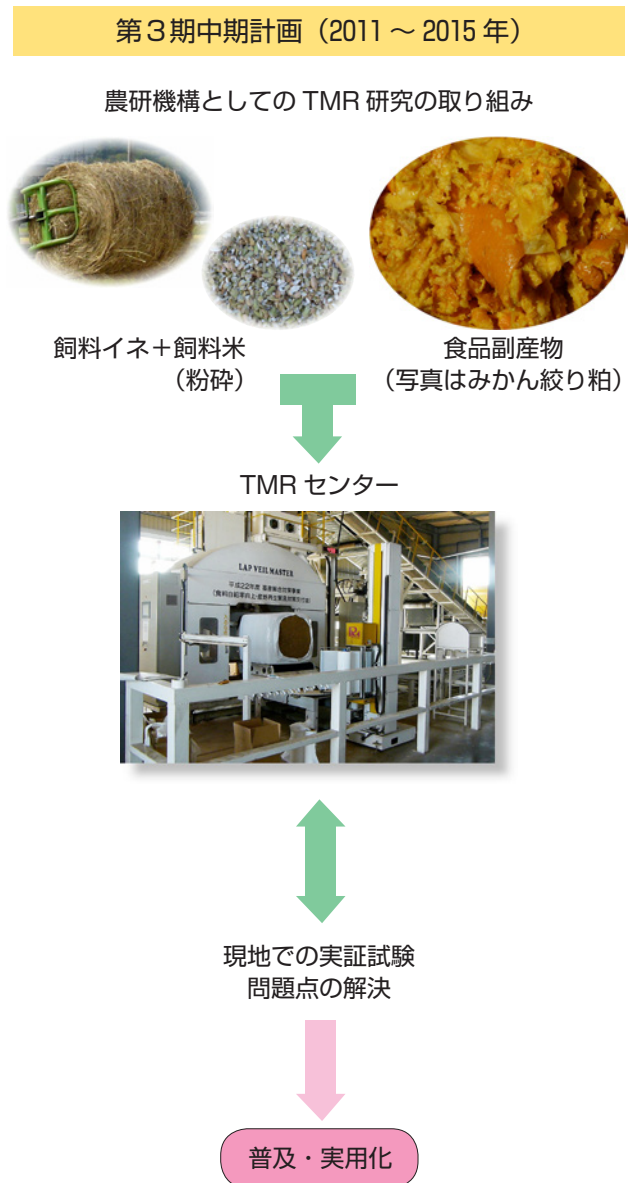
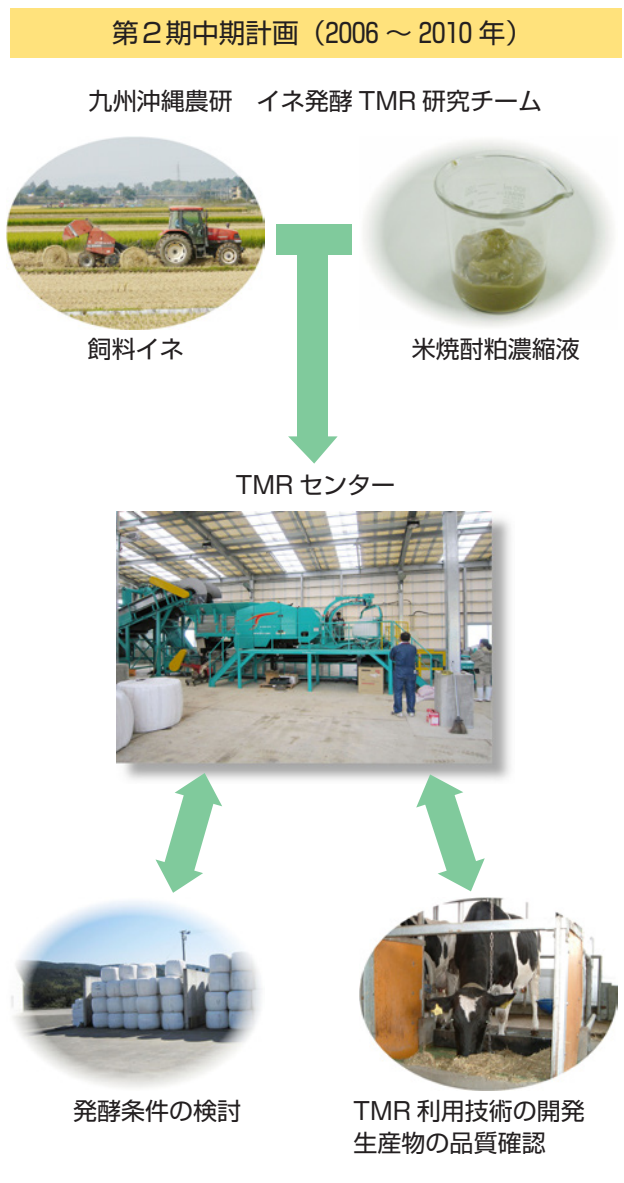
も利用する発酵 TMR 給与技術の開発に取り組んでいます。

現在、飼料イネを大規模に栽培する生産者、焼酎メーカー、焼酎粕処理プラントを建設するメーカー、企業体畜産経営が運営する TMR センター、そして大学など関係機関と協力しながら現地実証試験を行い、さまざまな問題を解決しながら実用化と普及を目指しています。

これまでに得られた研究成果はマニュアルとしてとりまとめ、公表しています。以下の URL にもありますのでご利用下さい。

http://www.naro.affrc.go.jp/karc/contents/files/rice_slug_mix.pdf

【畜産草地研究領域 服部 育男】



TMR 施設事例 1

錦江ファーム TMR センター（事例：焼酎粕を活用した TMR）

肉牛には、子牛生産を目的に飼育している雌牛（繁殖牛）、繁殖牛から生まれる子牛（育成牛）、肉用として出荷するために太らせる牛（肥育牛）がいます。黒毛和種など、肉用種に区分される牛の半分近くは九州地域で飼育されていることから、九州は日本の重要な肉牛飼養地域になっています。肉牛の飼料は、育成牛や肥育牛の場合、輸入した穀物や牧乾草（ぼくかんそう）が中心です。しかし、最近は値段が高くなり、経営を圧迫しています。また、繁殖牛の場合、自分の畑で作る牧草類（自給粗飼料）を主に食べさせていましたが、生産者の高齢化や飼育頭数が増えたことで自給粗飼料を作るのが大変になってきました。

そこで、このような畜産農家に安価で手間のかからない国産飼料を収集して安価な肉牛用飼料を供給するため錦江ファーム TMR センター（鹿児島県南さつま市）が設立されました。ここでは、繁殖牛用 TMR、育成牛用 TMR、肥育前期用 TMR、肥育後期用 TMR を生

産しています。

錦江ファーム TMR センターの特徴は、飼料用米やイネ WCS などの自給飼料の他、食品製造副産物として焼酎粕濃縮液を活用しているところです。焼酎粕濃縮液は焼酎の製造時に出る廃液（焼酎粕）の液体部分をあつめて濃縮したものです。焼酎業界では焼酎粕の処理が問題になっていましたが、濃縮することで飼料として使いやすくなりました。九州沖縄農研では焼酎粕濃縮液の成分、あるいは、焼酎粕の TMR を牛に食べさせたときの影響などを調べ、焼酎粕が牛の飼料として低コストで有効に使えることを明らかにしてきました。

錦江ファーム TMR センターでは耕種農家、農業や食品に関連する企業、そして行政機関とも連携した取り組みを行い、TMR の生産量を増やし、今後も地域に安価な国産飼料を供給していくことを目指していくそうです。

【畜産草地研究領域 神谷 充】



錦江ファーム TMR センター



TMR 作製作業



TMR のロールペール



給与した TMR を食べている肉牛

TMR 施設事例 2

八代TMRセンター（事例：地域の資源を利用したTMR）

熊本県は西日本一の酪農地帯です。近年、牛の飼料となる輸入穀物の価格が上がり、酪農経営を悪化させるようになりました。そこで、飼料の低コスト化や各農家での給餌作業の負担軽減を目指し、八代 TMR センター（熊本県酪農業協同組合連合会）がつくられました。八代 TMR センターは、1日当たり最大 55トンの TMR を製造できる飼料混合設備（写真参照）を備え、搾乳牛用、育成牛用の TMR を熊本県内各地の農家に供給しています。八代地域は水田が多いことから周辺地域で作られる飼料用イネ（籾と茎葉を同時に飼料として利用するもの）や飼料用米（籾または玄米を濃厚飼料として利用するもの）、イタリアンライグラス、さらに果汁や豆腐の残り粕などの食品副産物も使用し、国産飼料にこだわった TMR の生産を行っています。

飼料用イネは、熊本県内で多く栽培されています。熊本県の飼料用イネの作付面積は5,034ha(平成24年度)で、全国生産量の2割近くが熊本県で生産されています。飼料用イネは牛が好んで食べ、栄養価も高いことから、輸入している乾草の代替のえさになります。

飼料用米は、平成20年頃から熊本県で本格的に作付けが始まり、生産量は年々増えています。飼料用玄米は嗜好性が良く、輸入トウモロコシとほぼ同等の栄養価があるので、乳牛用の濃厚飼料として有望視されています。今後の普及には、低コスト化と牛への給与技術の開発が必要といわれ、TMR の活用が期待されています。

また、熊本県ではみかんなどの柑橘類の生産も多く、特に冬は果汁の絞り粕が多くです。この果汁絞り粕の飼料化については、九州沖縄農研や熊本県などが取り組んでおり、この絞り粕が牛にエネルギーを供給する良質な飼料として利用できることが明らかになってきました。みかんの絞り粕は酸化ストレスを和らげる成分「βクリプトキサンチン」が豊富に含まれていることから、夏の暑さの厳しい熊本で牛の夏ばてを防ぐ飼料としても期待されています（センターニュース No.37 参照）。

八代 TMR センターでは、これからも国産飼料とエコフィードを活用し、コスト面でも国際競争に負けない TMR 飼料の安定供給に努めていくそうです。

【畜産草地研究領域 神谷 裕子】



八代TMRセンター飼料混合設備



飼料用イネの刈り取り



破砕した飼料用玄米



みかん果汁粕

TMR 施設事例 3

徳之島町 TMR センター（事例：飼料用サトウキビを活用した TMR）

南西諸島はサトウキビと畜産が主要な産業で、特に繁殖牛と育成牛を飼育する肉用牛繁殖経営が盛んで、全国の13%の肉用子牛が生産されています。しかし、島の畑地面積は狭く、自給粗飼料を十分に確保できないことが問題になっています。

徳之島は南西諸島の奄美群島で最も肉牛飼育頭数が多く、南西諸島の中でも自給粗飼料が不足している地域です。そのため、一部農家では冬期の飼料として繁殖牛にサトウキビのハカマ（サトウキビの収穫残渣）やバガス（サトウキビの絞り粕）など栄養価の低いものを与えています。そのことが、この地域の繁殖成績を下げる原因の一つともいわれています。そこで、年間を通じて栄養価の良い飼料を供給するため、徳之島町 TMR センターが設立されました。このセンターでは繁殖牛用と育成牛用の TMR を生産し、島内の畜産農家に供給していく予定です。

徳之島町 TMR センターの特徴は自給粗飼料として飼料用サトウキビなどとともにバガスやハカマ、濃厚飼料と

して黒糖焼酎粕や糖蜜などを利用していることです。飼料用サトウキビは九州沖縄農研が開発した飼料作物で、生産力が高く、台風や干ばつに比較的強い特徴があります。これまでに鹿児島県や沖縄県と協力し、栽培方法やサイレージ調製、給与技術の検討を行い、繁殖牛だけでなく育成牛や搾乳牛にも飼料用サトウキビを利用できることを明らかにしてきました。現在、九州沖縄農研は鹿児島県および徳之島町と連携しながら飼料用サトウキビと副産物を混ぜた TMR の開発をしています。

徳之島町 TMR センターは始動したばかりですが、今後、国産飼料を安定的に供給できる重要な施設になるものと考えています。この取り組みが南西諸島に拡大し、島の自給飼料不足が解消することを期待しているところです。

【畜産草地研究領域 神谷 充】



飼料用サトウキビの栽培圃場



徳之島の畜産農家の畜舎



TMR 作製作業



調整してできあがった TMR

最近の研究成果

焼酎粕濃縮液を活用した発酵 TMR の牛への給与技術

最近の濃厚飼料価格高騰を背景に食品製造副産物などの飼料利用（エコフィード）に関心が高まっています。九州地域における代表的な食品製造副産物である焼酎粕は腐敗しやすく飼料としての利用が限られていました。しかし、焼酎メーカーなどが濃縮等をするための処理工場を新設したことで保存性が高まり、利用価値も高くなってきました。

そこで、私たちは焼酎粕濃縮液を原料にした TMR（混合飼料）の調製および給与方法についての技術を検討しました。TMR を密封・発酵させて保存性を高めたものを発酵 TMR と呼びます。発酵 TMR は栄養価も高いので、開封してから牛が食べるまでに糸状菌等（いわゆるカビ）が発生し飼料価値や嗜好性が低下することがあります。ところが、米や麦の焼酎粕濃縮液を乾物で 20% 以下で混合した発酵 TMR は、開封後のカビの生育を示す発熱が抑制されることがわかりました（図1）。カンショ焼酎粕の場合、米麦ほどの発熱抑制効果は期待できないようですが 30% 程度まで加えても問題ないようです。

泌乳牛に発酵 TMR を与えた試験では、焼酎粕濃縮液の添加が 20% 程度までは牛乳の風味などに影響はなく、10% 程度の発酵 TMR が適当なようです。肥育牛では、仕上げ期の 5 ヶ月間あるいは肥育中後期の 12 ヶ月間、カンショ焼酎粕濃縮液を使った発酵 TMR を慣行

飼料に混ぜて与える試験を行いました。混ぜた割合は、発酵 TMR が 6 割、慣行飼料が 4 割でカンショ焼酎粕の割合が 18% あるいは 15% になるようにしました。その結果、ともに良好な枝肉成績が得られ、牛肉のビタミン E 含量も高まることわかりました（図2）。

【畜産草地研究領域 服部 育男】

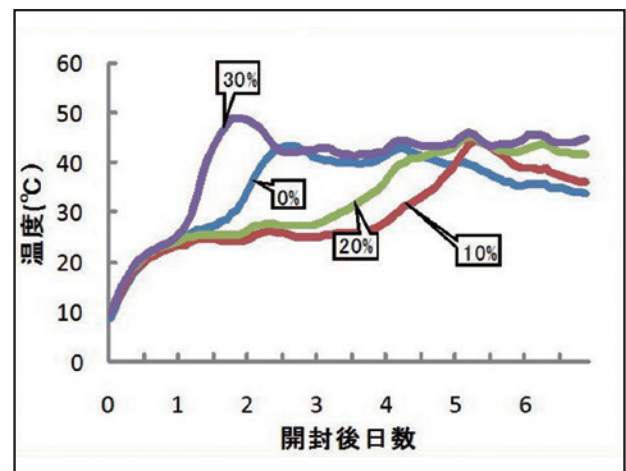


図1. 発酵 TMR の開封後の温度変化

注：調製日は 2007 年 1 月 31 日で 7 週間後に開封し、25℃ の温度条件下で測定。焼酎粕濃縮液は麦由来。混合割合は乾物あたり

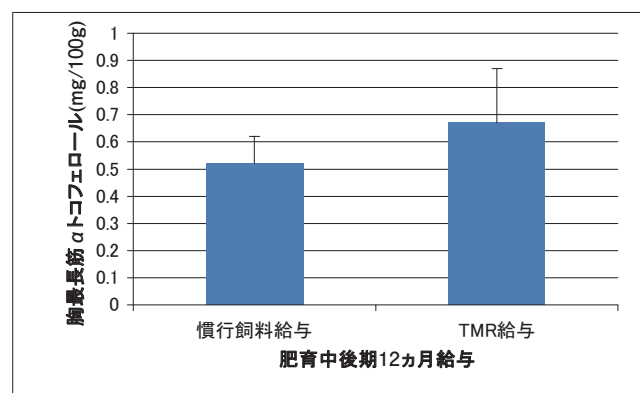
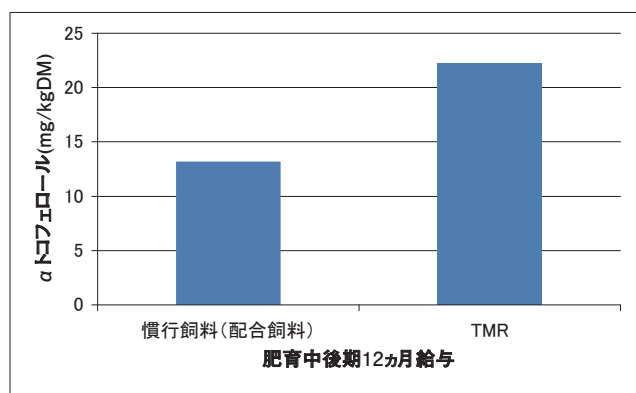


図2. カンショ焼酎粕の発酵 TMR を与えた牛肉のビタミン E（トコフェノール）含量

注：αトコフェノールはビタミン E（トコフェノール）の中で最も活性の高い物質。
飼料中のカンショ焼酎粕濃縮液の割合は乾物当たり 15%

豆知識

TMRとは ーさらに興味ある方にー

TMRとは牛のえさの与え方の一つです。日本語では完全混合飼料と言います。

牛のえさは大きく分けて2種類あります。

一つは「粗飼料」と呼ばれるもので、植物体全部をえさとする牧草やサイレージなどのようなものです。「がさ」が大きく、繊維質が多く、家畜が消化できる養分量が比較的少ないといった特徴があります。もう一つは「濃厚飼料」と呼ばれ、トウモロコシや大豆などの穀物です。「がさ」が小さく、繊維質が少なく、でん粉やタンパク質などの養分量が多いという「粗飼料」と反対の特徴があります。

えさの与え方にも2種類あります。分離方式と混合方式です。

分離方式は粗飼料と濃厚飼料を別々に与えるやり方で、人間の食事にたとえると“ご飯（主食）とおかず（副食）に分かれている食事”です。混合方式は粗飼料と濃厚飼料を混ぜ合わせて与えるやり方で、人間の食事にたとえると“丼物”になるでしょうか。この混合方式で与えるえさをTMRと言います。TMRは牛の好き嫌いに関係なく必要な栄養を無駄なく食べさせることができます。ニンジン嫌いの子供もカレーにするとよく食べるのと同じですね。

これまでのTMRは、畜産農家が自分の牛のえさ用に自分で毎日つくっていました。しかし、えさを購入する際、農家が個別に買うよりも、まとめて大量に買った方が安く買え、しかも、まとめてつくった方が効率も良いことから地域の農家が集まったり、協同組合でまとめてTMRをつくって配送する形が増えてきました。人間に例えると“学校給食を学校単位でつくっていた”ものを“給食センターでまとめてつくって、学校に配る方式”に変えたようなものです。

センター方式にすると上記の他にも多くのメリットがありま

す。その一つに食品製造副産物の利用があります。トウモロコシ（おから）や焼酎粕などは食品ができあがる直前までは食品と同様に衛生的に管理されています。また、タンパク質や糖分などの栄養分が多く残っており、牛のえさとしては濃厚飼料の代わりに利用でき、資源の少ない日本ではとても有用なものです。以前は周辺の畜産農家さんが工場に毎日取りに行くなどして利用していました。しかし、最近は食品工場が大規模化しているため、1か所での副産物が大量に産出されるようになり、周辺の農家さんだけでは使い切れず、大量に廃棄されるようになりました。TMRセンターの場合、数千頭分のえさを毎日つくるので、大量の副産物でもえさに盛り込むことができます。副産物は濃厚飼料よりも安価に入手できるので、えさ代も安くできます。また、粗飼料についても畜産農家さんがそれぞれに作ると効率が悪くなります。しかし、TMRセンターがあれば畜産以外の農家さんが集まり、畑や水田でえさ用の草を大量に作っても、大口の購入者となるTMRセンターに販売できるようになり、畜産農家さんにもメリットとなります。

一方で給食のように毎日配送することが大変なときもあることから、TMRを保存させることも必要になります。牛のえさの保存方法としては乳酸菌の発酵を利用して漬け物のようなものを作るサイレージというやり方が一般的です。TMRもこのように発酵させることで保存性が高まり、そのようなTMRを発酵TMRと呼びます。

TMRセンターはシビアなコスト管理が必要な酪農（乳牛）を中心に広がってきましたが、最近は農家さんの高齢化が原因の一つとなって肉牛向けのTMRセンターもではじめています。

【畜産草地研究領域 服部 育男】



飼料イネの収穫風景（熊本県御船町）

九州沖縄農研所長キャラバン

2013年度に実施した所長キャラバン

農研機構 九州沖縄農業研究センターは関係者との意見交換を通じた研究成果のフォローアップ、普及現場における新たな技術ニーズの探索などを目的に「所長キャラバン」を行っています。

本年度は、4回の所長キャラバンを行いました。

畑輪作生産システム実証圃場キャラバン

2013年7月3日 宮崎県東諸県郡国富町

焼酎原料用サツマイモを小苗で機械挿苗する省力栽培実証圃場とパリセードグラスによる線虫抑制実証圃場を見学しました。小苗の機械挿苗では育苗方法で生育に差が生じることがありましたが、省力栽培につながる有望な技術と期待されています。パリセードグラスは牛のえさとして利用しながら後作の線虫被害も軽減できる新しい作付体系につながることを期待されています。



【URL】 http://www.naro.affrc.go.jp/project/research_activities/laboratory/karc/047837.html

大菊(おおきく) 土地改良区水利システムの現状と課題、今後の研究展開

2013年9月18日 熊本県大津町、菊陽町

熊本市は白川中流域の転作田での湛水活動を助成し、地下水の涵養をすすめています。九州沖縄農業研究センターも湛水圃場の地力維持や圃場管理などの研究を関係機関と協力しながら取り組んでいます。「農を護る」ということが「環境を護る」ことにつながり、地域との連携した取り組みが「熊本の水を護る」活動の一翼を担うものと実感できるキャラバンでした。



【URL】 http://www.naro.affrc.go.jp/project/research_activities/laboratory/karc/048919.html

べんがらモリブデンを用いた水稻湛水直播技術の現地試験

2013年7月31日 福岡県筑後市、佐賀県上峰町

水稻の低コスト栽培の鍵となる直播(直まき)栽培で苗立ちの改善を期待できる「モリブデン」を用いた現地試験圃場を見学しました。試験ではモリブデン化合物を酸化鉄(べんがら)とともにコーティングした「べんがらモリブデン」を使っています。見学した2カ所の現地ではともに良好な苗立ちでした。べんがらモリブデンコーティング種子を用いた直播栽培は発展途上の技術ですが、生育もおしなべて良好で生産者の期待も高いようです。



【URL】 http://www.naro.affrc.go.jp/project/research_activities/laboratory/karc/048247.html

「おいCベリー」を栽培しているイチゴ生産組合との意見交換

2014年2月6日 長崎県南島原市加津佐町

いちごの生産性を向上させるクラウン温度制御装置を導入した実証圃場と「おいCベリー」を栽培している生産者の圃場を見学しました。圃場条件に合わせた低コスト型クラウン温度制御装置は暖房コストの削減などに効果的なことを確認できました。また、「ビタミンCが豊富」という特徴のある「おいCベリー」も販売が好調とのことでした。キャラバンでは、普及の鍵になりそうなコメントも聞くことができました。今後の技術開発に活かされることと思います。



【URL】 http://www.naro.affrc.go.jp/project/research_activities/laboratory/karc/050684.html

九州沖縄農業研究センター
ニュース No.47
平成26年3月31日発行

編集・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広報普及室
〒861-1192 熊本県合志市須屋2421
TEL.096-242-7780,7530 FAX.096-249-1002
公式ウェブサイト <http://www.naro.affrc.go.jp/karc/>