

# 発酵TMRへの食品残さ・自給飼料の活用に向けて

## はじめに

わが国にTMR供給センターが本格稼働し始めたのは平成元年以降です。フロンティアである事業者の試行錯誤と努力によって、17年間余りの歳月のなかで食品残さを活用した「発酵TMR」の基本技術が着実に前進しています。

TMR供給センターの必要性として、①酪農家の労働力不足の解消、②食品残さを活用した飼料費の低減、③粗飼料・濃厚飼料の大量仕入れによる低額購入、④共同運営による低コスト飼料確保などがあり、農水省助成制度に支えられて近年、急速に増加しています。

ここでは、食品残さを活用した発酵TMRに関する技術および事例の紹介と今後の展開方向について整理してみます。

## 1 発酵TMRとはなにか

今回、定着しつつある「発酵TMR」という用語を使用しました。本用語は平成8年度の中央畜産会による調査、平成11年度の畜産技術協会による「TMRマニュアル」には登場せず、「ウェットタイプのTMRをサイレージ化」し、「トランスバック中で2週間の嫌気発酵」した「発酵飼料」として表記されているが、「発酵TMR」の技術内容が的確に捉えられています。

ウェットタイプTMRは夏場の足の早さが指摘され、関係者によるサイレージ化の試行錯誤が行われ、安定供給の道を開拓してきましたが、最大のメリットは、①製造作業と搬送間隔の弾力化、②高水分食品残さの利用拡大、③低嗜好性粗飼料の採食性向上などがあります。

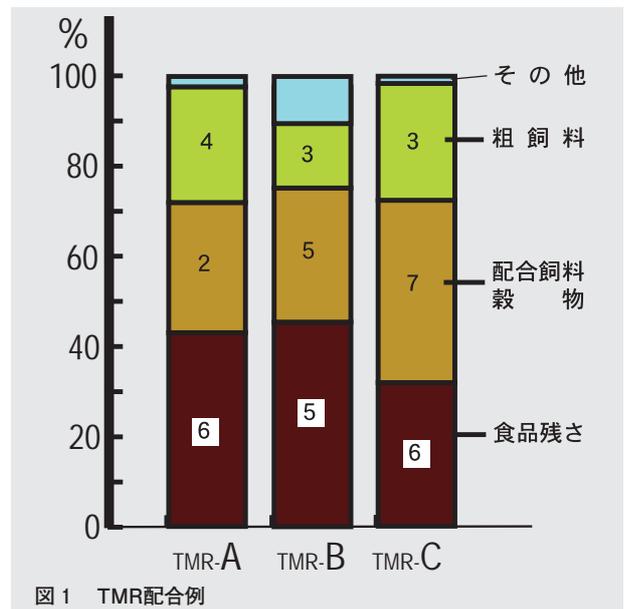
図1に発酵TMRの混合割合例（材料中数字は飼料数）を示しましたが、食品残さはビール粕、トウフ粕、きのこ廃菌床、醤油粕、米ぬか、パン屑などが使用されています。この他、地域の固有資源とし

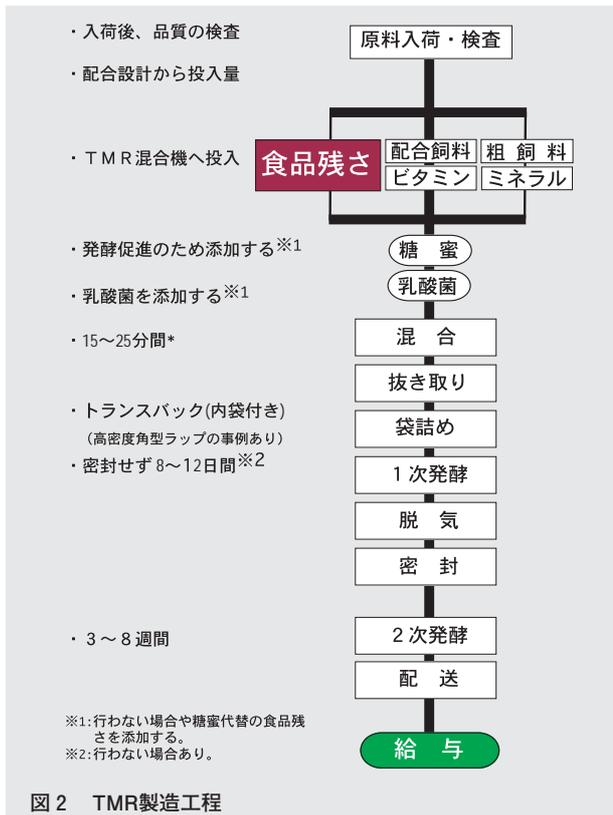
て、ジャガイモ屑、りんご・みかんジュース粕、みかん皮、焼酎粕なども貴重な素材となっています。こうした利活用は循環型地域社会の形成にも大きな役割を担っています。

### (1) 製造から搬送までのプロセス

図2に原料入荷、製造から給与までの工程を示した。乳牛用TMRに必要な食品残さ、配合飼料、粗飼料、ビタミン、ミネラル類が入荷され、水分含量、pH等の検査が行われます。ユーザーからの要望を受けた多様な配合設計に基づく混合割合が決定され、混合機（TMRミキサー）に投入します。この時、安定した発酵を促進するため、乳酸菌とその基質となる糖蜜などが添加され、水分率35～45%になるように加水が行われる場合もあります。混合時間は15～25分間、刃付き混合機により長ものの粗飼料は切断されます。

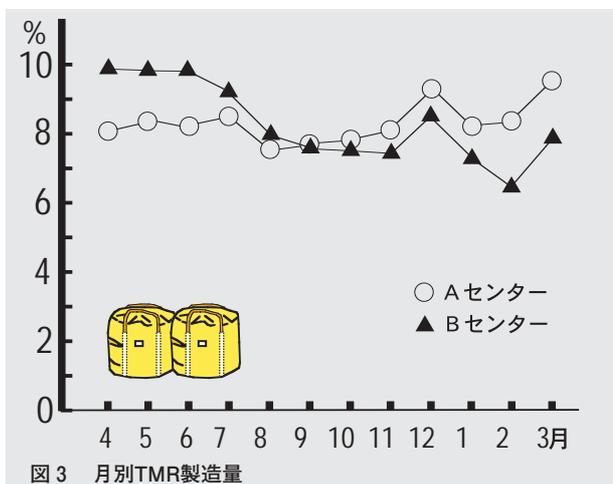
TMRはビニール内袋（外・トランスバック）に詰められ、脱気後に密封され嫌氣的発酵（乳酸発酵）を行います。トランスバックに代わって高密度角・丸型ラップ方式を導入する事例もあります。配送前後





に3～8週間保管し、給与します。センターによっては袋詰め直後に完全密封を行わず、仮止めして発酵ガスを逃がした後密封する事例があります。TMRが酪農家の庭先、センターに一定量が常にストックされており、豪雪など気象災害や不測時の対応が取られています。また、製品の品質管理のためにユーザーが給与終了するまでの期間、ロットサンプルを保管している事例もあります。

年間の製造ペースを見ると、図3に示したように月別生産量はバランスよく作られており、原料調達、発酵品質、雇用等の安定化が図られてきたことがわかります。



## (2) 発酵TMRの特徴

ウェットタイプTMRの課題として、配送後の品質安定性に不安がありました。特に夏場の好気的変敗が早く、採食性の低下、飼料廃棄が大きいことが指摘されてきました。表1に平岡らの研究結果を示しましたが、ウェットタイプTMR(表中「通常TMR」表記)が経時的にカビ(糸状菌)、酵母の菌数が増加し、蛋白質の変敗の指標となるVBN/T-N値が高くなり、TMRの乾物損失率は24時間後には10%を越えます。これに対し、細断型ロールペーラで調製した「発酵TMR」は乳酸含量4.3%/FM、pH4.0と安定した良質サイレージになっています。このため、好気条件下に置いても品質は安定しており、飼料損失も少ないことが特徴です。

## 2 TMRセンターの現状

### (1) 北海道および都府県の現状

北海道では道北、道東を中心にコントラクタ、TMR供給の組織化が急速に進んでおり、計画中も多数あります。特徴は自給飼料生産を行うコントラクタとTMRセンターが連動・一体化している点です。TMR飼料素材は自給飼料が中心であり、食品残さ・輸入粗飼料の使用は少なく(図4)、このためフレッシュタイプTMRが主流になっています。TMRのベースとなる発酵TMR(広域企業型)の展開も見られます。

都府県ではコントラクタの組織化は進んでいますが、TMRセンターとの連動・一体化は一部地域に限定されています。さらにTMRセンター設立は構想段階にあり、今後急増することが予測されます。現在、稼働中のTMRセンターが活用している飼料素材は食品残さ(5～7種類)、輸入飼料(4～9種類)に重点(購入飼料型)があり、自給飼料を活用する例はまだまだ少ないのが現状です。発酵タイプTMRが主流であり、食品残さ利用との関連から整理すると、1) TMRのベースとなる発酵TMR供給センター(広域企業型)、前者の供給を受けて購入飼料と混合する2) 購入飼料型と3) 一部自給飼料と混合する部分自給型、4) 北海道型とほぼ同じ自給飼料型の4タイプがあります。

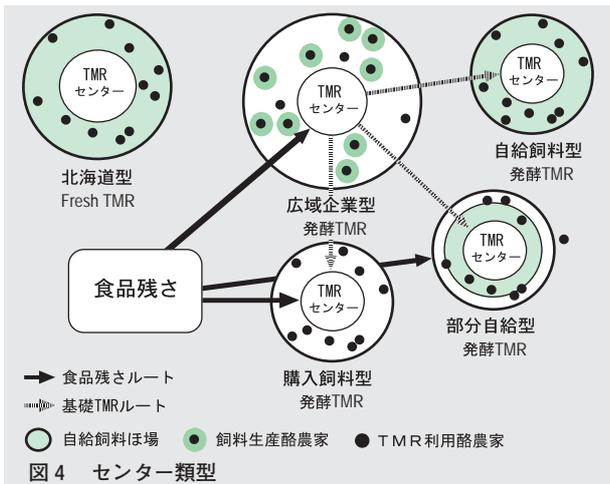
### (2) 流通の現状

北海道のコントラクタと結合したセンターでは、自給飼料はダンプトラックで搬送、TMRセンターでサイレージ貯蔵が行われ、TMR製品はバラもしくは圧縮梱包で日配、隔日配しています。搬送範囲は20km圏内で民間運送業者への委託が多く、TMR

表1 好氣的条件下での発酵および通常TMRの特性推移 (平岡ら 2005)

項目	水分 (%)	pH	乳酸 酢酸 酪酸			VBN/T-N (%)	微生物数 (cfu/gFM)			乾物損失率 (%)	
			——(FM%)——				乳酸菌	酵 母	糸状菌		
通常TMR	0 h	37.8	6.1	0.7	0.1	0.1	1.8	10 <sup>6</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	-
	3 h	41.1	5.2	1.1	0.2	0.5	2.5	10 <sup>6</sup>	10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	2.6
	6 h	42.5	5.1	1.2	0.2	2.0	2.4	10 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>	7.5
	12h	41.8	5.3	0.9	0.2	0.0	2.0	10 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>	6.4
	24h	44.0	5.3	0.9	0.1	0.1	2.8	10 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>	10.0
発酵TMR	0 h	40.8	4.0	4.3	0.5	0.0	2.1	10 <sup>6</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	-
	3 h	40.9	4.0	4.1	0.5	0.0	2.0	10 <sup>7</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	0.2
	6 h	42.1	4.0	4.2	0.5	0.0	1.8	10 <sup>7</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	2.1
	12h	42.2	4.0	3.7	0.5	0.0	1.4	10 <sup>7</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	2.4
	24h	42.8	4.1	4.4	0.5	0.0	1.5	10 <sup>6</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>2</sup>	3.4

※発酵TMRは細断型ロールペーラ調製 (22日間貯蔵後)、通常TMRは夏期調製。



の直接給餌を行うフィーダー車両を装備している事例もあります。

都府県では自給飼料の配送はロールペール、バラで行われますが、貯蔵施設(サイロ)、置き場の確保が難しいのが現状です。自給飼料生産コントラクターは業者委託によって3~75km圏内に配送します。発酵TMR製品はバラ、トランスバックもしくは圧縮梱包によって民間業者によって搬送され、間隔は日配~月1回の範囲です。搬送範囲は3~36km圏内で、広域企業の場合は250km圏内もあります。

### (3) 今後解決すべき技術課題

平成8年度の調査結果では、1) 供給量を確保し、安定供給、酪農家等の理解、リーズナブルな価格設定を行うこと、2) 低コスト生産のために、供給量の増大、食品残さの使用と情報網整備、入札購入、人件費削減とコンピュータ活用、3) TMRのメニュー拡大、4) 安定した品質確保等を上げており、多くの点で改善されてきました。

これらの指摘事項に加えて、今日的な課題として、第1に飼料品質の安定化と表示があります。現状では入荷した原料および製品の品質管理システムには改善の余地があり、分析機器の整備と製造履歴

表示が課題となります。第2は疾病防御の観点から、運搬機、デリバリー容器等のバイオハザード対策も必要となります。第3は発酵の安定化を図るための調製技術向上です。乳酸菌の活用、梱包密度の向上に向けて、高密度梱包新システムの導入、新規乳酸菌開発などの取り組みが行われていることは注目されます。第

4は物流の効率化を目指して、動線を考慮した自給飼料ロールペール、TMR製品等の運搬システムの再構築も課題であり、ユーザーの牛舎構造、運搬・給餌作業等の制約条件を克服する必要があります。第5は周辺技術として、鳥獣害対策、空袋・廃フィルムの管理、自給飼料活用に伴うコントラクターとの連携、ストックヤードの確保、クレーム処理方法などがあります。

### (4) 食品残さ利用の留意点

食品残さの飼料利用を図るうえで、最も重視しなければならないのが安全性の確保です。食品残さを含むすべての飼料が飼料安全法の規制を受けます。牛海綿状脳症(BSE)の発生防止のため、牛などへの動物性タンパク質の給与は基本的に禁止されています。従って、ビール粕、豆腐粕のような植物性の飼料資源を活用しますが、食品産業での製造前、さらに製造後の排出から利用までの各段階のチェックが必要です。点検項目として、原料中の農薬、重金属、カビ毒、飼料添加物、流通段階での細菌やカビの増殖、異物混入、家畜伝染病の媒介などがあげられます。これらの項目がHACCPシステムやトレーサビリティシステムによって管理されるべきです。食品残さを大量使用するTMRセンターは、食品会社と連携し排出直後から安全性および保存性の確保に努めなければならないでしょう。

## 3 事例紹介

都府県において、コスト低減と配送システムの弾力化をねらいとする発酵TMRの取り組みが広がっています。食品残さに自給飼料を組み入れた発酵TMRの品質向上、配送方式の改善を図りながら、ユーザーの期待に応える取り組みが行われています。那須TMR株式会社、JAらくのう青森TMRセンターについて紹介しましょう。

## (1) 那須TMR株式会社

同社は平成11年、栃木県北部の那須町に大規模酪農経営の労働軽減、飼料費の節減、地域産業との連携等を目的として設立されました。現在、食品製造残さ（ビール粕、豆腐粕、醤油粕、カカオ粕、健康飲料粕、きのご糞菌床、ジュース粕等）と輸入牧乾草（スーダングラス、オーツヘイ等）をベースとした発酵TMRを製造しています。混合後、3～5日間仮密封して発酵によるガスを脱気したのち、さらに2週間の乳酸発酵後に供給しています。供給先は栃木県北地域の15～25km圏の34戸酪農家へ2,500頭分、このほか岩手県、福島県（以上、地域の供給サブセンター経由で農家配送）、新潟県、群馬県の畜産農家へも配送されています。

発酵TMRは後述する高密度・角形TMRラップ（写真1）による供給、自走式フィーダー車による供給の2つの供給形態が取られています。後者は自給飼料基盤がしっかりした那須地域の酪農家の要望に応えたもので、約20戸に毎日搬送され、農家の庭先でサイレージをフィーダー車へ投入・混合して給与



写真1



写真2

されています（写真2）。この場合、供給されるTMRには配合飼料のほか農家独自のメニュー原料も加えることもできます。

那須TMR(株)では現在、3つの大きな課題の解決に向けた取り組みを行っています。第1は、従来トランスバックによる搬送を実施してきましたが、新たに高密度・角形TMRラップシステムを開発導入し、既に70%がこの方式に移行しています。本システムはトランスバックと同容積で重量が約2倍、角形であることから夏期の品質維持、コスト削減（人件費、運賃等）につながることから大きな期待を寄せています。第2は同システムへの変更によって、廃ラップフィルムの処理費用は事業体負担となりますが、フィルムの回収方法と合わせたTMRラップ配送システムを確立しています。第3として、輸入粗飼料に求めていた物理性の確保を自給飼料で置き換えること、資源の地域内循環の視点から堆肥の利用拡大を図るために、稲発酵粗飼料等の組み入れも検討されています。

## (2) JAらくのう青森TMRセンター

JAらくのう青森農業協同組合の事業所として、雪印種苗(株)の協力により、同社の製造施設、システムが採用され、平成15年4月に設立されました。従業員9名（派遣1名）で月産750～800tが発酵TMRとして製造されています。現在、製品として4種のTMRを生産しています。

敷地面積は14,191㎡、建物は工場300坪、テント原料倉庫150坪、事務所からなり、装備機械は混合機2台（25㎡）、ホイールローダ1台（1.6㎡）、フォークリフト3台（3t）、恒温乾燥機1台（製品乾燥用）、赤外線水分測定器1台（原料測定用）です。食品残さ原料はリンゴジュース粕、とうふ粕、しょうゆ粕、きのご糞菌床、ビール粕、乾草類としてオーツヘイ、小麦ストロー、チモシー乾草のほか、ビートパルプ、配合飼料、乳酸菌が使用されています。地域資源としてのリンゴジュース粕の使用は当センター独自の取り組みです。発酵TMRのpH、水分含量は毎日検査しています。pH基準を4.5に置いています。夏・冬季の気温差による発酵コントロールが課題だとしています。

当センターでも品質管理が重視されており、TMR、飼料原料を毎日それぞれ2点ずつ保管し、ユーザーの給与完了時期を待って廃棄しています（写真3、4）。また飼料分析は毎月、製品、原料とも雪印種苗(株)技術研究所等で行われており、分析項目は一般成分のほか、ADF、NDF、NFC、Ca、P、



写真 3



写真 4

Mg, Kです。分析値は1週間以内に返却されています。TMRの搬送範囲はセンターを中心に20km圏に集中し、青森市1戸(60km)にも搬送しています。搬送間隔は1週間~1ヶ月で、運送会社に全面委託

しています。

当センターでは現時点では、自給飼料を混合することは考えておらず、自給飼料生産を行う経営に対し、ベースとなるTMR供給に専念しています。現在、組合員による自給飼料生産組合によるTMRセンターが整備され(北栄自給型TMRセンター:平成18年1月稼働)、同センターへベースとなる発酵TMRを供給しています。北栄自給型TMRセンターは会員の土地で調製されたサイレージと上記発酵TMRを組み合わせ、良質なフレッシュTMRを毎日搬送する方式としています。

### おわりに

図5は現在の飼料イネの利用状況とTMRセンターを核とした自給飼料の生産・利用の未来図を示しました。現状の水田飼料作物(飼料イネ)の作付面積はまだまだ点と点を結ぶ利用です。収穫された飼料イネや他の飼料作物の吸収力を高め、飼料自給率を引き上げるシステムとしてTMRセンターの機能は極めて有効です。高齢化する畜産経営にとって、自給飼料の外部委託とTMR飼料の配達方式には大きな期待があり、飛躍的な技術開発とともに相互に補完し合いながら、地域コンプレックス(地域企業・団体の複合組織)形成に向けた取り組みが期待されます。

最後に、雪印種苗株式会社がこの分野で先駆的役割を果たされ、次世代TMRセンターのモデル提示を目指しておられることに敬意を表します。

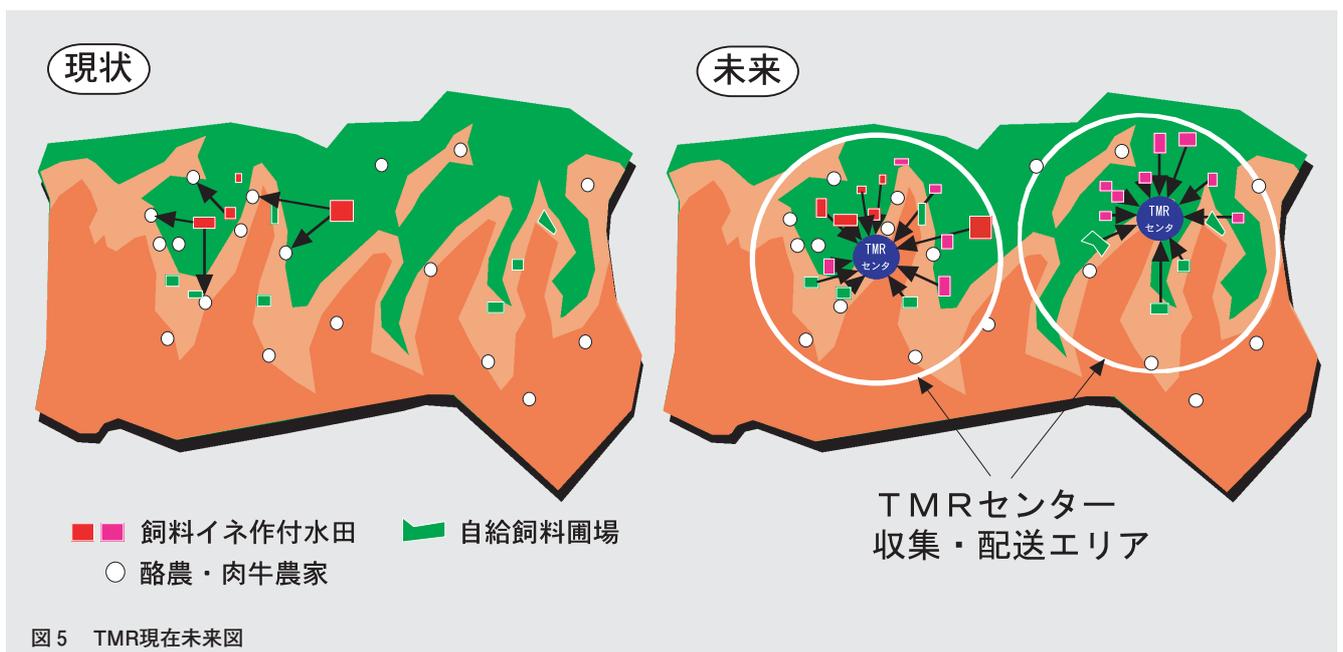


図5 TMR現在未来図