

特 集

北海道の農産副産物を利用した乳生産

名久井 忠

酪農学園大学短期大学部

1. はじめに

北海道酪農の飼料構造は牧草、トウモロコシなど自給飼料が豊富な反面、輸入穀物依存度が進行している。こうした中、農産副産物の生産量が多いことはあまり知られていない。副産物といえば広く普及しているビートパルプがよく知られているが、そのほかにも多くの未利用資源が存在する。ここでは主として未利用資源を取り上げ、その実態を見ながら今後の副産物利用について考えたい。

2. 農産副産物の生産状況

北海道で生産される農産副産物の推定 TDN 量は、稲ワラ・麦ワラ類が約 50 万トン、ビートパルプ 12.5 万トン、ポテトパルプ 1.9 万トン、フスマ、ヌカ類 10.5 万トン、小麦などの規格外穀類 7 万トン、合計約 110 万トンと試算されている。このほか、スイートコーン茎葉、ビートトップ、ビール粕、醤油粕、リンゴジュース粕などがある (表 1)。

3. 利用の現状と飼料特性

1) 食品製造副産物

北海道では十勝、網走の畑作地帯を中心にバレイショが約 6.5 万ヘクタール作付けされている。用途は生食・加工用とデンプン原料用それぞれ半々で、後者から副産物として大量のバレイショデンプン粕 (ポテトパルプ) が発生する。ポテトパルプ (写真 1) は乾燥物中粗蛋白質含量が 6%、総繊維 40.8%、TDN 69% のエネルギーに富んだ飼料であるが、水分が高いことと貯蔵中の品質が不安定なことが問題であった。しかし最近、十勝において乳酸菌製剤、尿素利用によるサイレージの安定貯蔵に関する研究が帯広畜産大学を中心に進展しており、長期貯蔵の実用化技術が開発されつつある。研究成果によると、乳酸菌を添加して貯蔵したポテトパルプは水分 80% と高いが、発酵品質は pH 3.4、乾燥物中乳酸含量が 3.6%、酢酸が 0.8% であり、酪酸、プロピオン酸は検出されず、VBN/TN も 4% 以

下と良質なサイレージに調製できる。また変敗試験の結果、開封後 4 日間は品質に変化がないことを認めている。

生ビートパルプは冬季の多汁質飼料として畑作地帯の製糖工場近辺で古くから利用されている。生パルプは高水分のため取り扱いが不便だが、乾燥物に比較してコストが安いことから、最近では TMR 原料として再び注目されている。飼料価値は乾燥パルプと同等で、乾燥物中 TDN 含量が 71% と高い。

道央地域のビール工場で生産されるビール粕は 100 年以上にわたって石狩の酪農家で使われている。生産量は年次変動があり 2.5~3 万トン見込まれている。酪農家では 10 kg 前後の給与量が多く、乳量増加と飼料採食量を高める目的で使う例が多い。最近では発泡酒が増えているため、大麦のほかに米、トウモロコシなどを原料に使っており、生産量は横ばいであるが TDN 含量が 70% と高い。ビール粕は水分 75% 程度で生のまま利用されることが多いので変敗しやすい欠点がある。しかし、乳酸菌の添加やビートパルプと混合貯蔵するなど工夫によりサイレージとして安定貯蔵でき、長期にわたって給与が可能になっている。道南、後志地域の果樹地帯ではリンゴジュース粕が生産される。乾燥物中の飼料成分含量は総繊維 36% であるが、TDN 含量 80% で消化性に優れた特徴がある (表 2)。

醤油粕は全国で約 10 万トン生産され、北海道でも 1 万トン以上利用されている。飼料成分は水分 30% 程度、蛋白質が 27%、総繊維 45%、TDN 含量 70%、塩分 2.6% を含み、濃厚飼料源として単味給与のほかに



写真 1 ポテトパルプ (乾燥物)

表1 北海道における主要圃場・農産副産物の推定資源量

作物	面積	副産物名	水分	乾物生産量	TDN生産量	利用状況
	万ha		%	万t	万t	
米	12	米ぬか	12	3.8	3.5	飼料, 肥料, 漬物
		稲ワラ	12	50.9	21.8	敷き料, 飼料, 焼却
小麦	11.3	フスマ	13	9.7	7	飼料
		規格外	11	7.6	6.8	飼料(8割), 醸造・加工(2割)
		ワラ	14	65	28.8	敷き料
甜菜	6.7	ビートバルブ	13	16.7	12.5	飼料
		糖蜜	27	0.8	0.6	食品, 添加物, 飼料
		ビートトップ	83	37.9	27.3	すきこみ
デンプン用						
馬鈴薯	2.9	ポテトバルブ	78	2.5	1.9	飼料(3割), 堆肥, 焼却
		ポテトプロテイン	10	0.9	0.7	飼料
大麦	0.2	大麦ヌカ	10	0.04	0.03	

(出岡2004から抜粋)

表2 北海道で生産される食品製造副産物, 規格外小麦の飼料成分組成と栄養価

	ポテトバルブ	ビートバルブ	醤油粕	リンゴジュース	小麦*	米ヌカ	ビール粕
水分%	83.7	13.4	26.5	81.6	9.5	12	74.3
粗タンパク質%	5.7	12.6	25	5.9	12	16.8	27.1
粗脂肪%	0.5	1.2	10.3	4.9	1.6	22.9	9.8
糖・デンプン類%	50.3	21.3	16.9	53.3	76.5	30.2	7.1
総繊維%	40.8	62.1	45.3	35.9	11.5	22	56.8
TDN%	69	71.2	70.6	80.5	87	91.5	70

(阿部2000, 日本標準飼料成分表より抜粋)

*エクストリユータ処理

TMRの原料やトウモロコシサイレージの水分調節材として使用されている。このほか、札幌圏を主とする都市部では製パンくず、規格外惣菜などかなりまとまった量が生産されている。しかしこれらの利用は一部の養豚農家が利用するにとどまっており、今後の課題である。

2) 作物茎葉, 根菜類のサイレージ利用

本道の畑作地帯を中心に生食用トウモロコシが約1万ヘクタール作付けされ、推定10万トンの残渣が飼料として利用されている。スイートコーン茎葉は水分含量83%と高いが、TDN含量は乾物中59%程度あり良質な粗飼料である。排汁処理を上手に行くと良質サイレージが調製できるので、十勝や後志地域の酪農家では貴重な飼料資源となっている。バンカーサイロで飼料調製する際は排汁が大量に発生するので、その処理を適切に行うことが要点である。本道のニンジン栽培面積は5,500ヘクタール、約15万トン生産され、生食用とジュース用に供給される。生食用ニンジンの商品価値は外観によって大きく影響を受け、規格外品の発

生率は30%近くにもなる。これらをサイレージに調製して家畜に給与すれば、嗜好性が高い飼料として利用できる。生ニンジン(根部)は水分含量90%と高いが、乾物中のTDN含量は80%を超え、β-カロチンを乾物中約900mg/kg含む。これをサイレージ化すると繊維は相対的に増加するが、β-カロチンは2/3程度に減少する。しかしβ-カロチン含有量が高いので、乳牛に給与すると血液中および牛乳中の含量が対照区より30%程度高まる。サイレージ調製時にはニンジンの泥を落とした後、切断せずに埋蔵した方が良好な発酵をすることもわかっている(表3)。またニンジンジュースカスはTDN含量が90%以上あり、良質な飼料資源である。このほか道内では大根19万トン、キャベツ8万トンなど重量野菜の生産があり規格外品が発生している。ダイコンは外観重視の流通体制の中で規格外品が15~20%発生するといわれる。これらは水分が90%以上と高いため、そのままでは飼料化は難しい。今後の技術開発を期待したい。

表3 ニンジンサイレージの発酵品質とβカロチン含量

pH	乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	VBN/T-N	βカロチン*
4.18	0.72	0.65	0.07	0.38	11.6	539

* mg/kg.DM

有機酸は新鮮物中%

3) 規格外穀物のエクストルーダ（加熱膨化）処理

北海道の小麦地帯では長雨が続きと穂発芽が起り5%近い規格外品が発生する。このような子実を摩擦熱利用によるエクストルーダで処理する技術を北農研センターが開発している。エクストルーダ処理は食品を加工する方法として約半世紀前に開発され飼料製造に応用されている。原理は材料がエクストルーダのスクリュウを通る時に発生する圧力と摩擦熱を利用して飼料を加工するものである。処理の工程で材料は圧力20-40気圧、温度150-320℃でおよそ30秒間加熱される。エクストルーダ処理の機能として脱水・膨化、ホモジネート、混合、圧縮、でんぷんの糊化、蛋白質の変性、微生物と有毒物質の破壊などが期待される。処理後の飼料成分は原料と同等だが、家畜に給与した場合、未消化子実の排泄が減少しTDN含量が向上する。小麦を処理した製品（写真2）のTDN含量は87%である。また規格外大豆をエクストルーダ処理するとCP含量が41%、粗脂肪含量が21%の製品が得られ商品化されている。製品の飼料成分や栄養価は原料と同等だが、家畜に給与した時にルーメン内でタンパク質の分解がゆっくり推移する特徴がある。

4) その他の副産物

馬鈴薯デンプン工場の廃液からポテトプロテインを回収する技術が実用化され、飼料成分が乾物中粗タンパク質含量82%の製品が商品化されている。このほかパレイショ、ナガイモをふすまと混合し生ゴミ製造機を利用した飼料調製技術が開発されている。材料をふすまと混合して装置に投入し80℃、5時間乾燥させることで大麦に近似した飼料価値の製品が得られ肉牛用飼料として利用される。さらに担子菌を利用して麦ワラを飼料化する技術も開発されている。これらの技術はまだ普及しておらず実用化に向けた今後の発展を期待したい。十勝、網走の豆類を作付けする地域では子実を収穫した後にマメ殻（茎、莢）が生産され、古くから飼料として利用されている。その飼料成分はADF含量40%、TDN含量は44%である。



写真2 エクストルーダ処理の小麦

4. 副産物給与上の特徴と留意点

副産物は水分が高く変敗しやすいため扱いにくい。また食品原料から一部の成分を抜き取ったカスなので、表2のとおり飼料成分が偏っている。したがってこれらの特徴を理解した上でその成分を上手に組み合わせる必要がある。乳牛の飼養試験に関する最近の研究を紹介したい。ポテトパルプサイレージを昼夜放牧の乳牛に給与した場合について、圧ペントウモロコシと比較した試験によると、乳量、乳脂肪、乳タンパク質、乳糖に差がないことを認めている。また、関東北陸地域の公立畜産試験場ではTMR給与を想定して、穀物をビール粕、トウフ粕、米生ヌカに置き換えた場合、飼料摂取量、泌乳にどのような影響があるかについて協定試験を行っている。それによると副産物を給与しても乾物摂取量は変わらないが、副産物の割合が高まると乳量は減少傾向を示すとしている。乳質への影響は乳タンパク質率では変わらないが、乳脂肪率は低下傾向を示すと指摘している。また留意すべきこととして副産物は脂肪含量が高いものが多いので飼料設計するときは配慮すること、粗飼料からの繊維(NDF)摂取量が全体の40%を下回らないことをあげている。これらは北海道で生産されるポテトパルプサイレージ、生ビートパルプ、ビール粕、醤油粕などについても適用できる知見である。

5. 北海道でも副産物を活用した飼料調製・利用が必要

北海道には副産物資源量が100万トン以上あることを前述した。これらを活用する方法のひとつにTMR飼料がある。副産物を混合して個別農家に配送しているTMRセンターは本州の酪農でかなり普及している。しかし北海道は一戸あたり飼養規模が大きいので個別農家で調製し給与する例が多い。この場合、副産物を収集する労力が個人レベルの努力に依存するので利用上の大きな隘路になっている。将来、副産物を活用する場合は本州のようなTMRセンターを参考にすべきであろう。荒木によると北海道のTMRセンターの中に「農場制型TMRセンター」と呼ばれる新たな動きが出ている。それはTMRセンターに参加する農家が農地のすべてを提供し、センターで飼料生産も同時に行う共同利用方式である。このシステムの中に近隣で発生する農産副産物を活用する可能性があるように思われる。しかし将来は広域利用に向けた貯蔵・配送システムの確立など解決すべき課題も残されている。

6. おわりに

資源循環型社会をめざす大きな潮流の中にあって、日本の畜産業が「人間の食べ物と競合しない」副産物の飼料利用を促進することは重要である。北海道で副産物利用を促進するには、コストが安い未利用資源を使用しても安定した品質の飼料が調製できること、それによって採食量を向上させうること、さらには給餌作業の省力化で労力にゆとりができることを目に見える形にすることであろう。そのための技術開発を期待したい。

参考資料

阿部 亮 (2000) 食品製造副産物利用と TMR センター。酪総研特別選書 No.65, 1-80.
荒木和秋 (2004) 農場型 TMR センターの成果と意義。

酪農ジャーナル 8, 24-26.

出岡謙太郎 (2004) 飼料自給率 100% を目指した生乳生産技術。北海道有機農業技術研究年報, 19-27.

花田正明ら (2004) 昼夜放牧時におけるポテトパルプサイレージの給与が乳生産に及ぼす影響。北畜学会報 60 回大会講演要旨, 19.

名久井忠 (1994) 畑作地帯における新しい飼料調製技術の開発。北農試研究資料 50, 63-73.

畜産技術協会 (2000) 家畜飼料新給与システム普及推進事業平成 11 年度報告書, 1-145.

中央畜産会 (2001) 日本標準飼料成分表 (2001 年版) 1-245.

日本有機資源協会 (2003) 有機性資源の餌・飼料化の現状と課題, 1-14.

農水省東京飼料肥料検査所 (1999) 飼料原料図鑑。1-120.