

てん菜製糖副産物（ビートパルプ）の高度利用

日本甜菜製糖株式会社 田 中 勝三郎

はじめに

てん菜は欧州で古くから栽培されており、蔬菜として人の食用に供せられたほか、家畜用として栽培されてきた。また、医薬用として用いられた記述も残されている。

てん菜糖業は18世紀にドイツで始まり、ビートパルプはてん菜から砂糖を製造する工程において、原料を洗浄、細切し温水で糖を抽出した残渣であり、副産物として広く利用されてきた。

ビートパルプに関する飼料学的研究は、地域あるいは時代の変遷に伴って変化している。わが国で生産されるビートパルプは、生パルプを脱水、乾燥後成型したペールパルプが主体であり、多汁質飼料としての研究が多くなされている。ビートパルプはその粗繊維が家畜に対して有効であると考えられていたが、近年、繊維組成の分画が出来る様になり、ビートパルプの特性がより明白になってきた。また、高泌乳牛の出現により乾燥ビートパルプの利用が盛んになっている。中国、アメリカ、カナダ等より輸入されるパルプの形態はペレットである。欧州では、省エネルギー化を図るため、生パルプの機械的脱水によるプレストパルプ（圧搾パルプ）に関する研究が進んでいる。

また、人の食生活の変化に伴い、植物繊維の重要性が高まり、てん菜から抽出した繊維成分（ビートファイバー）が機能性のある食品として研究されている。

そこで、繊維成分を主体としたてん菜製糖副産物

であるビートパルプおよびビートファイバーの利用について、研究の動向を紹介し、解説する。

1. てん菜栽培の歴史^{1) 2)}

てん菜は紀元前400～600年に欧州で栽培が始まったと言われている。紀元1、2世紀頃に医薬用として描写したてん菜の図が示されている。てん菜は蔬菜として葉および根を食することで欧州に広まったが、18世紀にはドイツでは飼料用としても用いられていた。

1747年、ドイツのA. S. MARGGRAF は、てん菜の甘味成分がサトウキビのそれと同じショ糖であることを証明し、その分離に成功した。1802年に後継者のF. C. ACHARD が工業的に砂糖を製造することに成功した。この様にてん菜糖業はドイツで始まり、フランスで発達を遂げ、オーストリア、北米へと伝わっていった。アメリカにおいては、1837年マサチューセッツ州に最初の製糖工場が建設されたが失敗し、その後、1870年にカリフォルニア州で成功して、著しい発展を遂げた。

砂糖原料用としてのてん菜が日本に導入されたのは明治3年（1870年）である。明治11年（1878年）内務省勸農局長であった松方正義（のち内閣総理大臣）は、フランスのてん菜糖業を視察し、北海道開拓の一助として、てん菜糖業を導入することを計画した。明治13年（1880年）伊達市に官営の製糖所が建設され、明治

21年（1888年）札幌市に民間の製糖所ができたが、いずれも原料不足と未熟な製糖技術のため、それぞれ明治29年（1896年）、明治34年（1901年）に解散した。

しかし、北海道農事試験場では栽培に関する研究を継続しており、大正8年（1919年）に松方正義の子・正熊により製糖会社が設立され、翌年帯広市に製糖所が建設され、現在に至っている。

てん菜は重要な甘味資源、寒冷地畑作物として発展し、併せてその副産物の有効利用が研究されてきた。

2. てん菜製糖副産物

てん菜糖業の副産物として、まず、圃場においてビートトップが得られ、飼料、緑肥として用いられている。北海道における飼料作物（1988年）³⁾は、牧草が面積約558千ha、収穫量19,081千トンであり、青刈とうもろこしは、約45千ha、2,273千トンである。ビートトップは栽培面積約70千haで根部との比率T/Rを1として試算すると、収穫量3,800千トンとなる。栄養的にも赤クロバーと同程度であることから、家畜飼料資源として、その有効活用が望まれている。しかし、現在ではてん菜栽培と家畜飼養が各々専門化し、ビートトップはほとんどが鋤込まれて緑肥として利用されている。

製糖工程からは糖蜜とビートパルプが得られる。糖蜜は製糖方法により大きく内容が異なるが、飼料、イーストやアルコール等の発酵原料および食品加工原料などに用いられている。また、最近では含有されているラフィノース、ベタインなどが抽出され、糖蜜の高度利用がなされ

ている。これについては佐山ら^{4) 5) 6)}の報告を参照にしていきたい。

ビートパルプは、飼料として、とくに反すう家畜に用いられて来た。北海道におけるビートパルプの生産量は約200千トンである。これまでは多汁質飼料として粗飼料的概念で用いられてきたが、高泌乳牛の出現により、高繊維のエネルギー飼料として乾燥ビートパルプの使用が盛んになってきた。飼料用穀類の大半を輸入により賄っているわが国の畜産において、てん菜の副産物の有効活用は、地域の特性を生かした畜産経営の確立の一助となるであろう。

また、ビートパルプと同様の繊維成分を主体としたビートファイバーは、製糖工程から極めて衛生的に調製された食物繊維（DF）で、副産物の高度活用として期待されている。

3. ビートパルプの飼料学的研究

ビートパルプはてん菜糖を生産する国および農民にとって、てん菜糖業の副産物の中で最も重要な副産物である。乾燥ビートパルプや糖蜜添加乾燥ビートパルプは濃厚飼料として使用され、生ビートパルプ、プレストパルプ、ビートパルプサイレージおよび乾燥ビートパルプを水で浸せきしたもの等は粗飼料として位置づけられて利用されている。

1) 多汁質飼料としての利用

わが国のビートパルプの形態は、本格的なてん菜糖業が始まった1902年以来、ベールパルプが流通の主体をなしていた。岩田⁷⁾は乾燥ビートパルプは多量の水を吸収するから給与量を適量にするか、あるいは予め数倍の水で湿らかすことが良いと述べており、また、飼料用根菜類

が極めて嗜好性が良く、且つ、泌乳に対して好影響をあたえることから、ビートパルプも多汁質飼料としての利用が研究されてきた。

飼料用根菜類は、乳量、乳成分向上に効果があるが、年々作付が減少していることから、西埜ら⁸⁾は、ビートパルプサイレージにこの代替効果があるかどうか試験した。その結果、嗜好性は根菜類（飼料用ビートとルタバカ混合）が良かったが、粗繊維摂取量、乳量、FCM乳量および乳蛋白質はビートパルプサイレージ給与区が明らかに増加した。乳脂率および無脂固形分含量は影響をうけなかった。

乾燥ビートパルプを水に浸したもの(WBP)が、飼料用ビートの代わりに利用出来るかどうかを、西埜ら⁹⁾が(1)化学組成および緬羊を供試した第一胃内揮発性脂肪酸(VFA)生成試験(2)泌乳試験を実施、比較検討した。その結果、WBPは飼料用ビートより粗繊維が多く、可溶性の蛋白質、炭水化物が少なかった。VFA生成では、第一胃において飼料用ビートと異なった様相を呈し、アンモニアを抑制し、徐々に高まったVFA濃度は長時間低くならなかった。さらに酢酸が増し、酪酸が著しく減少した。乳量はWBP給与時に最も高く、乳組成、体重に影響はなかった。よって、ビートパルプを水に浸せきすることにより、多汁質飼料として飼料用ビートの代わりに利用できると報告している。

和泉¹⁰⁾は、成牛を用いて、水に浸せきしたビートパルプの第一胃内VFAの産生ならびに性状におよぼす影響を乾草、牧草サイレージおよび濃厚飼料と比較検討した。その結果、ビートパルプ給与時には、アンモニア態窒素濃度は極めて少なく、PHは変化が少なかった。VF

A濃度は比較的高かった。なお、これらの傾向は先に緬羊を用いた試験と同じ傾向であった。

和泉ら¹¹⁾は、とうもろこサイレージ多給時における水に浸せきしたビートパルプおよび飼料用ビートの給与が、乳量および乳組成におよぼす影響を検討した。その結果、ビートパルプ、飼料用ビートおよびその両方の給与した区は、サイレージ摂取量が対照区よりも有意な減少を示したが、その減少はビートパルプ、飼料用ビートおよびその両方の乾物摂取量とほぼ等しかった。したがって、総乾物摂取量には各処理間にほとんど差がなかった。また、TDN、DCP摂取量にも各処理間に有意な差は認められなかった。ビートパルプ、飼料用ビートおよびその両方の給与により、乳量が増加する傾向が認められたが、いずれの処理間にも統計的有意差は得られなかった。また、乳組成においても各処理間に有意な違いは認められなかった。

2) プレストパルプ(圧搾パルプ)

てん菜から糖分を抽出した後は、約10%の乾物を持った生ビートパルプが残る。これをスピンドルプレスで機械的に脱水するとこの製品になり、これは元々製糖用語であって、プレストパルプと言う名を当てはめている。これは、乾燥ビートパルプが乾燥工程でエネルギー代金が非常にかかること、および生ビートパルプと比較して、プレストパルプの飼料価値が同等であること等から、1970年代の後半から欧州各国で研究され、1980年にはさらに脱水率の高いスーパープレストパルプのサイレージが広まってきた。

ドイツにおける飼料にプレストパルプを使用するに当たっての知見と推奨事項について、E.

T. HIERE の報告¹²⁾ がある。プレストパルプはドイツでは、1980/1981年製糖以来、新しい飼料として販売されている。競合する飼料は第一にとうもろこしサイレージ、次いで飼料用ビート、ビートトップサイレージ等である。成分は18%以上の固形物を有することが規定されている。その飼料価値は、基本的にその利用可能なエネルギー含量によって決定される。20%乾物のプレストパルプサイレージは、そのエネルギーと栄養内容から、25%乾物のとうもろこしサイレージに匹敵している。プレストパルプはリン酸含量が少ないのでこの点に注意すると、乾物7kg/day 給与が牛乳生産に対して最も良いとの結論を得ている。

J. HAAKSMA¹³⁾ によると、オランダでは反すう動物において、ビートパルプの飼料価値(蛋白の栄養価、エネルギー価)は乾物10%の生パルプを用いた飼養試験から、次式によって計算される。

$$\begin{aligned} \text{DCP/kg DM} = \\ (\text{roughages}) & : 0.91cp + 0.03ash - 30 = 62gr \\ (\text{concentrate}) & : cp * \text{digest. coeff.} = 63gr \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VEM/kg DM} = \\ (\text{roughages}): \\ 1.4dcp + c. \text{ fat} + 1.12\text{NFE} - 0.06\text{sugar} = 987 \\ (\text{concentrate}): \end{aligned}$$

$$0.6 \left\{ 1 + 0.004 \left(\frac{\text{NE} \cdot 100}{\text{GE}} - 57 \right) \right\} * 0.972 * \frac{\text{ME}}{1.65} = 1063$$

* VEM=Feed Unit lactation

この計算式によると、DCPでは粗飼料としてのビートパルプ(生パルプ、プレストパルプ)と濃厚飼料としてのビートパルプ(乾燥ビート

パルプ)には差がないが、エネルギー価値(VEM)では差があり、濃厚飼料としてのビートパルプの方が高い。

また、プレストパルプのエネルギー価を他の飼料と比較し次に示した。この結果より、プレストパルプは、大麦と同等のエネルギー価を有するものと考えられる。

The energetic distribution in body processes
in kcal/kg DM

	pulp	mais-	barley
	silage	grain	
GE(Gross Enr.)	4114	4260	4367
-fecal energy	% 100	100	100
DE(Digestible Enr.)	3464	3016	3790
-urinary energy	% 84.2	70.8	84.8
-gaseous energy			
ME(Metabolizable Enr.)	2816	2502	3023
-thermic energy	% 68.6	58.7	67.6
NE(Net Enr.)	1723	1510	1858
	% 41.9	35.4	41.6
maintenance (NEm)			
production(NEp)			
meat			
milk			

スーパープレストパルプに添加する補足物質について、R. VANSTALLENら¹⁴⁾が次の報告をしている。プレスパルプをベースとして、完全飼料(TMR)を作製する場合、蛋白、リンそして微量要素を考慮しなければならない。糖蜜、尿素、ミネラルあるいはビタミンを補足したもの、しないものについて、工場でパルプをプレスした後で、これらの補足物をスプレーして製造した。このビートパルプと麦かんによって肉牛を飼養したが、効果が得られた。

その他、スーパープレスサイレージの品質とパラメーターの推定¹⁵⁾、工場規模のサイロに

よるサイレージ化技術¹⁶⁾，貯蔵期間中の温度の影響¹⁷⁾などの研究が行われている。

この様にスーパープレストパルプは，省エネルギー化され，地域と密着した飼料として利用されているが，さらに脱水方法，サイレージ技術の研究が必要であろう。

3) 糖蜜添加の効果

ビートパルプに対する糖蜜添加は，ビートパルプの嗜好性向上と不足養分の補足を目的として，実施されている。

E. PFEFFER¹⁸⁾ は，ドイツでは乾燥ビートパルプは消化性が良いにも拘らず，エネルギー面で低価値のものと考えられており，さらに反すう動物は糖を充分利用できないとの考えから，糖蜜添加は飼料価値を低下させると思われていたが，糖蜜添加ビートパルプがエネルギー面で，無添加のものより劣るという考えは正しくなく，どちらのタイプのビートパルプも大麦と同程度のエネルギーを供給することを明らかにした。さらに，乳牛，肉牛についての他の研究者の報告も考え合わせ，乾燥ビートパルプは糖蜜添加の有無に拘らず，反すう動物に対するエネルギー源として高い価値があることを報告した。

ビートパルプはルーメン中で分解される蛋白(RDP)の割合が低く，糖蜜含量によりルーメン中で分解されない蛋白(UDP)とRDPの割合は変化する。このため糖蜜含量を変えた場合のRDPとUDPの影響について，R. G. HEMINGWAY¹⁹⁾が検討している。試験区分は，糖蜜無添加ビートパルプ(SBP)，糖蜜20%添加ビートパルプ(SBP200)および糖蜜40%添加ビートパルプ(SBP400)の3区

とし，グラスサイレージ20kg，乾草3.2kgおよび配合飼料を給与した。20kgの乳量の牛ではSBPは3.6kg，配合飼料は5.4kgであった。その結果は次に示す通りであり，糖蜜無添加ビートパルプは，嗜好性が他よりやや劣ったが，糖蜜添加の有無，UDPとRDPの割合の違いは乳量，全固形率，乳脂肪，乳蛋白質，脂肪量および蛋白量に影響を与えなかった。

Estimated intake of nutrients for a milk yield of 20kg/day

	ME (MJ)	DCP (g)	UDP (g)	RDP (g)
SBP	158.0	1359	563	1480
SBP 200	157.6	1379	509	1568
SBP 400	157.6	1405	420	1669
Requirements	161	1345	320	1210

Mean daily yield and composition of milk

	SBP	SBP200	SBP400	S. E
Yield (kg/day)	19.2	19.6	19.3	0.23
Total solids (g/kg)	134	133	133	1.90
Fat (g/kg)	42.8	42.5	42.7	0.41
(kg/day)	0.82	0.83	0.82	
Protein (g/kg)	35.3	35.2	34.4	0.37
(kg/day)	0.68	0.69	0.67	

J. J. PARKINS²⁰⁾らの研究によると，イギリスで生産されるビートパルプは，一般に乾物1kg当り400gの糖蜜を含有している。そこで，糖蜜無添加プレストパルプ(UPP)と乾燥糖蜜添加パルプ(MSBP)を比較した。試験1は，乾草をベースにビートパルプは各々乾物で2.6kg/day給与した。試験2は，グラスサイレ

ージを主体にし、ビートパルプは各々乾物で2.9 kg/day給与した。試験3は、グラスサイレージを主体とし、ビートパルプは各々乾物で7 kg/day給与した。その結果、乳量は試験1では両区に差がなく、試験2では有意ではないがUPP区が0.5kg高く、試験3ではUPP区が有意に1.0kg高かった。乳脂率は、3試験ともMSBP区が有意に高く、UPPとの差は試験1、2および3それぞれ0.09、0.07および0.27%であった。乳蛋白質、一日当り脂肪量および蛋白質には有意の差はみられなかった。

R. G. HEMINGWAYら²¹⁾は第一の試験では、グラスサイレージを主体として、プレストパルプ(UPP)とプレストパルプを乾燥したもの(DUPP)を乾物5 kg/day給与して比較した。その結果、乳量、乳成分には差がなく、UPPを乾燥してもUPPの相対的な飼料価値には影響しないことが判った。第二にプレストパルプ(UPP)とUPPに糖蜜40%添加したMUPPについて、乾物5 kg/day給与で試験した。その結果、UPPはMUPPに比べて乳量は1日当り0.8kg有意に多かったが、乳脂率は0.17%有意に低かった。1日当りの乳脂肪量は飼料による差はなかった。

4) 乾燥ビートパルプ

酪農経営の向上のためには、一戸当りの飼養頭数の増加と、一頭当り乳量の増加および良質乳の生産が必須である。乳牛の遺伝的改良、飼養管理技術の向上に伴い、年々個体能力は上がり、いわゆる高泌乳牛が定着しつつある。しかし、能力向上に伴い、泌乳初期における養分要求量と摂取量の差が生じ、乳牛の健康を損なうことがあり、場合によっては繁殖成績の低下に

波及することがある。反すう動物では、高エネルギーとともに一定の良質な繊維質が必要である。

乾燥ビートパルプは、(1)炭水化物が多く、且つペクチン、ヘミセルロース、セルロースがほぼ均等に含まれている(2)ペクチンは天然の飼料原料の中で最も多い(3)リグニンが少なく、消化性が高い等から、高泌乳牛にとって最適の飼料の一つにあげられ、その有効活用が期待される。

Carbohydrates^{1,2)}

sugar	:	10-15% in dried pulp
pectins	:	22
hemicellulose	:	23
cellulose	:	22
lignin	:	≤ 2

べールパルプは、コンパクトであり、貯蔵性が比較的良いが、重量が大きいハンドリングが悪く、また、固くて粉碎が容易でない。そこで、一般酪農家ではこれを水に浸せきし、バラバラにしてから多汁質飼料として、牛に給与していた。近年、高泌乳牛の飼養にグラスサイレージが多く使われているので、サイレージの水分と乾物摂取量の関係からも多汁質は好まれない。また、べールパルプの粗砕方法も改善されてきた。

そこで、著者ら²²⁾は、ビートパルプの形態について、生パルプ(RBP)、べールパルプを粗砕した乾燥パルプ(DBP)およびDBPを水に浸せきしたパルプ(WBP)について、泌乳試験を実施した。各試験飼料は、ビートパルプ乾物で約5 kg/day給与した。

その結果、乳量、乳質において各処理間に有意な差は認められなかった。ただし、DBP区の

乳脂率がやや高い傾向を示した。

乳牛における高エネルギー飼養のための飼料構成の解明について、高椋ら²³⁾がビートパルプとハイキューブを組み入れた場合、乳量、乳成分、SNFのいずれも改善される傾向を示した。

著者ら²⁴⁾も繊維源を充分有し、且つ、蛋白質の高いアルファルファキューブ(ALC)と乾燥ビートパルプ(DBP)を比較した。ALC、DBPとも乾物で約5kg/dayを給与した。その結果、乳量、乳質ともDBPが良い傾向を示した。

次に、エネルギー飼料としてのとうもろこしと比較するため、配合飼料中のとうもろこしと乾燥ビートパルプ(DBP)の割合を50%:0%、25%:25%および0:50%とし、配合飼料を約10kg/day給与して試験を実施した。その結果、乳量、乳質について、各処理間に有意の差は認められなかったが、25%:25%区が若干良い傾向を示した²⁵⁾。

乾燥ビートパルプが泌乳牛に有効である1つの理由はペクチンにあると推定される。杉本ら²⁶⁾は、油粕、製造粕類のin vitro発酵特性試験において、ビートパルプはA/P比が高いことを報告している。

ビートパルプの炭水化物をペクチン、ADFおよびNDFに分画し、in vitro酸組成に及ぼす影響を検討した結果、ペクチンが酢酸産生に大きく関与していることが明かになった²⁷⁾。

さらに、ビートパルプは特異な物理・化学性を有しており、とくに保水性、水中沈定体積が高いことが知られている²²⁾。

また、ビートパルプは同時に給与した他の飼

料にも影響を及ぼすと考えられるが、桂ら²⁸⁾は、ビートパルプの栄養価を求めるため、ビートパルプ単飼、とうもろこしサイレージおよびオーチャード乾草を基礎飼料とした3つの消化試験を実施した結果、単飼あるいは乾草との混合では差がないが、とうもろこしサイレージをベースにした場合、5~6%高い消化率を示した。しかし、種々の検討を加えた結果、これはとうもろこしサイレージの消化率がビートパルプを混合することによって上昇し、それにより計算上ビートパルプの栄養価に上積みされたという推測を行っている。言い替えば、ビートパルプは、同時に給与したとうもろこしサイレージの消化率を高めたと推定される。

J. J. MURPHY²⁹⁾は、春期放牧後の乳牛に対して、試験1では、大麦、大麦+重曹および糖蜜添加乾燥ビートパルプ(DMBP)、試験2では、DMBPとDMBP+重曹を比較した。その結果、大麦に重曹を46g/kg含む飼料は、大麦単独のコントロールに比べて、乳量、乳成分に差をもたらさないが、DMBPは乳量、乳脂率および乳脂量をコントロールより有意に高めた。試験2において、ビートパルプに対する重曹添加(50g/kg)は乳量、乳質に影響を及ぼさなかった。このことは、ビートパルプの有する特異な物理・化学性が、ルーメン内において緩衝作用を起こしたものと考えられる。

4. ビートパルプの微生物学的利用および食物繊維(DF)としての利用

ビートパルプの微生物学的利用については、J. K. JAERGAARDの総説³⁰⁾を参照されたい。

ここでは、有塚らの食物繊維に関する研究を

紹介する。

ビートファイバー（てん菜製糖副産物から製造した食物繊維：BDF）は、ビートパルプとその源を同じくし、てん菜の豊富で良質な繊維あるいは炭水化物を主体とするものである。

Composition of beet dietary fiber

Moisture	4.5 %		
Protein	9.0		
Lipid	0.6		
Sucrose	1.5		
Ash	3.0		
Unidentified	14.4		D. F 81.4 ↓
Pectin	19.0		
Hemicellulose	22.0		NDF ↓
Cellulose	23.0	AD ↓	
Lignin	3.0		

1) 脂質代謝³¹⁾

コレステロール、コール酸無添加の基本飼料を用い、これまで検討されていないBDFを中心とする食物繊維（DF）の種類、飼料交換、混合量、粒度の、ラットの脂質代謝におよぼす影響を検討した。その結果、DF源の種類により脂質代謝におよぼす影響は大きく異なる結果となった。BDFは顕著な脂質代謝改善効果を示したが、これまで血清コレステロール上昇抑制効果が強いとされていたペクチンには、持続的抑制効果は認められなかった。飼料交換法によると、給与飼料中のBDFの有無により、ラットの血清脂質、肝脂質、消化管重量%が容易に変化することが確認された。また、BDFの持続的な血清脂質上昇抑制効果は、給与飼料への混合量および粒度差と関連がなさそうである。

2) アマランス毒性阻止³²⁾

BDFのアマランス（Am, 着色剤：食用赤色2号、過剰摂取した場合毒性がみられる）毒性阻止効果を調査した。その結果、精製基本飼料への、Am5%添加毒性に対して、BDF5%混合によって成長は完全に回復した。BDFの粒度差は影響がなかったが、BDFを構成する繊維質分画物（NDF, ヘミセルロース, ADF）は、いずれもBDF全粒よりもAm毒性阻止能力は劣った。また、DFのAm毒性阻止能力は、DFの小腸腔内移動速度（SITS）と高い負の相関を示し、体重（X）とSITS（Y）の間の関係式、 $Y = -1.401X + 154.87$ （ $r = 0.842$ ）が得られた。

3) DMH誘発ラット腸腫瘍の発生抑制効果³³⁾

各種のDF源の1, 2ジメチルヒドラジン（DMH）誘発ラット腸腫瘍の発生に対する抑制効果を比較検討した。その結果、DMH誘発ラット腸腫瘍の発生に対して、DFの抑制効果はそのDFの種類によって異なり、なかでも複合型DF源であるBDFは強い抑制作用を示した。また、DMH誘発ラット腸腫瘍の発生に対するDFの抑制効果は、DMH投与時に胃および小腸腔内にDFが存在しているかどうかが大きく関与しており、DFのDMH吸着排泄作用が腸腫瘍発生抑制している可能性が強い。

おわりに

てん菜はその栽培の歴史から、人と家畜の栄養源として深く係わってきた。現在も、蔬菜として人の食用に供するテーブルビート、家畜用根菜類として家畜ビートおよび砂糖生産を目的としたシュガービートが栽培されており、シュ

ガービートの副産物もいろんな方面で活用されている。

製糖副産物としての糖蜜は、イースト、アルコール等の発酵原料となり、ラフィノースは、人の大腸におけるビフィズス菌の増殖に効果を発揮している。

ビートパルプの高泌乳牛ルーメンにおける利用、さらに、ビートファイバーの人の大腸における働きなど、てん菜副産物と微生物との係わりが深く、その微生物の働きによって、よく利用されている。また、ビートパルプの有する物理・化学性では、保水性が非常に高く、この性質が種々の効果をあげている。

ビートパルプの研究については、人の健康と飼料資源の効率的利用のため、ビートパルプの微生物との係わり、物理・化学性と栄養・生理との関連等について、今後、さらに基礎的な掘下げが必要であると思う。

文 献

1) 三田村健太郎, 甜菜—栽培と管理—, 家畜飼料としての甜菜副産物の利用の項執筆, 北海道大学甜菜研究会, 2版:179-191. 博友社. 東京. 1960.

2) 細川定治, 甜菜, 初版:1-12. 養賢堂. 東京. 1980.

3) 農林水産省北海道統計情報事務所, 北海道農林水産統計年報 昭和62年—63年:44-45. 1988.

4) 佐山晃司, フードケミカル, 2:53-58. 1988.

5) 佐山晃司, ジャパンフードサイエンス, 11:38-42. 1989.

6) YOSHIMI BENNO, KIMIKO ENDOU, NOBUE SHIRAGAMI, KOUJI SAYAMA AND TOMOTARI MITSUOKA, *Bifdobacteria Microflora*, 6:59-63. 1987.

7) 岩田久敬, 飼料学, 7版:238. 1943.

8) 西埜 進, 大橋尚夫, 和泉康史, 北農, 38:1-7. 1971.

9) 西埜 進, 和泉康史, 小林道臣, 大橋尚夫, 新得畜試研究報告, 2:5-10. 1871.

10) 和泉康史, 日畜会報, 46:11-18. 1975.

11) 和泉康史, 裏 悦次, 岡本全弘, 渡辺 寛, 日畜会報, 47:588-591. 1976.

12) E. THIER, *Zuckerindustrie*, 107:223-230. 1982.

13) J. HAAKSMA, *Proceedings of International Institute for Sugar-beet Research(IIRB.) 45th winter congress*, p119-132. 1982.

14) R. VANSTALLEN and J. P. VANDERGETEN, *Proceedings of IIRB. 45th winter congress*, p133-152. 1982.

15) G. COTTO, *Proceedings of IIRB. 45th winter congress*, p153-164. 1982.

16) A. GIARDINI, A. CASTELLARI, F. GASPARI and M. VECCHIETTINT, *Proceedings of IIRB. 45th winter congress*, p189-197. 1982.

17) J. BECKHOFF and C. HELLER, *Proceedings of IIRB. 45th winter congress*, p199-210. 1982.

18) E. PFEFFER, *Zuckerindustrie.*, 103:203-205. 1978.

19) R. G. HEMINGWAY, J. J. PARKINS,

- and J. FRASER, *Anim. Prod.*, 42:417-420. 1986.
- 20) J. J. PARKINS, R. G. HEMINGWAY, and J. FRASER, *Anim. Prod.*, 43:351-354. 1986.
- 21) R. G. HEMINGWAY, J. J. PARKINS, and J. FRASER, *Animal Feed Science and Technology*, 15:123-127. 1986.
- 22) 田中勝三郎, 有塚 勉, 佐渡谷裕朗, 岡本明治, 吉田則人, 第45回日畜道支部大会講演要旨, p25. 1989.
- 23) 高棕久次郎, 野見山敬一, 竹原 誠, 深江義忠, 森 昭治, 須永 武, 井辺勝文, 福岡農試研報, C-4:1-7. 1984.
- 24) 田中勝三郎, 佐渡谷裕朗, 岡本明治, 吉田則人, 第82回日畜大会講演要旨, p100. 1989.
- 25) 田中勝三郎, 佐渡谷裕朗, 岡本明治, 吉田則人, 第46回日畜道支部大会講演要旨, p25. 1989.
- 26) 杉本 裕, 阿部 亮, 第81回日畜大会講演要旨, p154. 1989.
- 27) 田中勝三郎, 佐渡谷裕朗, 岡本明治, 吉田則人, 第82回日畜大会講演要旨, p100. 1989.
- 28) 桂 栄, 阿部 亮, 畜産試験場研究報告, 49:33-38. 1989.
- 29) J. J. MURPHY, *Ir. J. Res.*, 24:143-149. 1985.
- 30) J. KJAERGAARD, *Sugar Technology Reviews*, 10:183-237. 1984.
- 31) 有塚 勉, 田中勝三郎, 桐山修八, 日本米養・食糧学会誌, 42:295-304. 1989.
- 32) 有塚 勉, 田中勝三郎, 桐山修八, *Nippon Nogeikagaku Kaisi* 63:1213-1219. 1989.
- 33) 有塚 勉, 田中勝三郎, 桐山修八, *Nippon Nogeikagaku Kaisi* 63:1221-1229. 1989.