

近藤誠司 敬呈

ISSN 0285-5631

第25卷 第2号

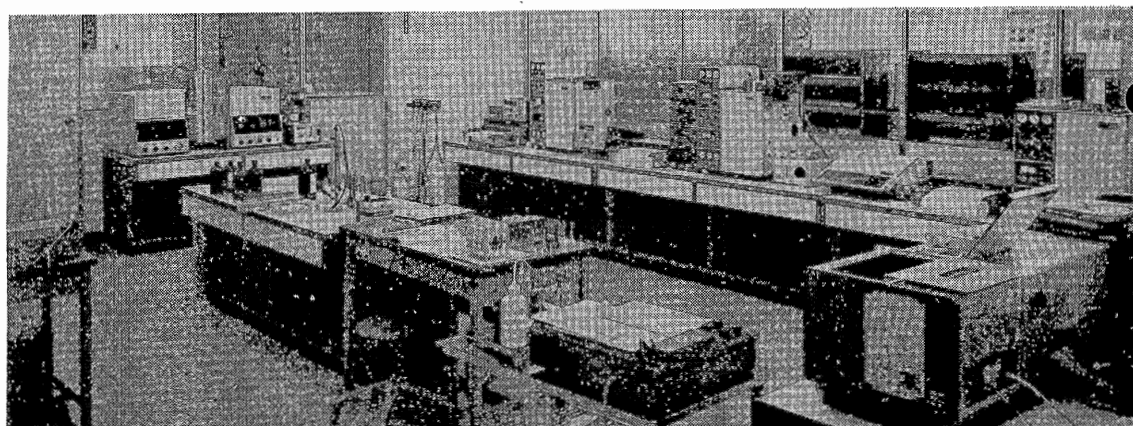
昭和58年 3 月

●日本畜産学会北海道支部会報

●
日本畜産学会北海道支部

技術で分析の世界をリードする 日立理化学機器

日立理化学機器センター



日立理化学機器特約店

(株) 木村器械店

札幌市中央区北3条西2丁目1番地

TEL <011> 代表 (221) 8247

支店 帯広市東1条南12丁目17番地

☎080 TEL <0155> (24)3163代表

目 次

総 説

北海道における乳用子牛の育成技術に関する最近の進歩.....	古 郡 浩.....	1
反すう家畜用飼料への緩衝剤の添加.....	西 埜 進.....	16
高泌乳牛に対するビタミンAの重要性.....	小 野 齊.....	27
塩蔵に代わる原皮保存法.....	大 杉 次 男.....	35

関連研究会の紹介.....	43
会 務 報 告.....	44
賛助会員名簿.....	45
役 員 名 簿.....	46
支部細則および諸規定.....	47



北海道における乳用子牛の育成技術に関する最近の進歩

北海道農業試験場 古 郡 浩

はじめに

北海道は広大な土地面積と草資源にめぐまれ、わが国酪農の中心地として、牛乳の生産地であると共に、都府県への優良な乳用雌後継牛や乳用種肥育素牛の供給基地となっている。とくに、昭和40年初頭から草地開発事業が目ざましい進展をとげ、道内各地に大規模公共草場が相次いで設置されて、預託育成が盛んになると、この傾向は、一層、強まり、昭和55年(1980)には、道内で育成された乳用雌子牛14.3万頭のうち約6万頭が乳用雌後継牛として都府県へ出荷され、また、乳用雄子牛では、54年度(1979)に育成された14万頭のうち約9万頭が乳用種肥育素牛として都府県送りとなっている。さらに、最近、道内の公共育成牧場に都府県からの預託育成牛が増加する傾向にある。

ところが、低乳価や生産調整のもとで搾乳牛の頭数増が余り期待出来ない最近の情勢下では、都府県の乳用雌後継牛に対する需要が低迷し、その一部が肥育素牛として利用される場面も見られる。しかし、今後の都府県の土地事情や粗飼料生産を考えると、北海道は将来ともに乳用雌後継牛や乳用種肥育素牛の供給基地としての役割が増大していくものと考えられる。とくに、今後、酪農経営の合理化と生産費の低減が強く要請される情勢下では、乳用雌後継牛の資質向上や高能力牛の導入に対する関心が高まり、それに呼応した子牛の育成技術への期待が大きくなっている。

子牛の育成技術は、この10年間に、早期離乳、集団哺育、屋外個別飼育、放牧育成、早期繁殖、代償成長などの研究成果を背景にして、目ざましい進展をとげた。本稿では、道内における、この約15年間の試験研究成果をもとにして、子牛の育成技術の進歩のあとをふりかえり、さらに、現状の問題点に触れてみた。

なお、本稿では、乳用雌子牛の育成技術を中心に述べたが、乳用雄子牛についても、育成技術の

共通部分では、出来るだけ触れることとした。

1. 哺育技術の進歩

哺乳技術は代用乳(ミルクリプレイサー)と人工乳(スターター)の品質向上とその給与法の改善による早期離乳法の定着および群、多頭数飼育のための集団哺乳の導入により低コスト・省力化が急速に進み、同時に、子牛の発育が向上するなど、画期的な進歩が見られた。しかし、舎内集団哺乳については、衛生問題に直面し、最近、カーフハッチ(子牛の哺育箱)を用いた屋外個別飼育が普及しはじめている。また、早期離乳法は乳用雌後継牛での普及率が比較的低いことが問題点として残されている。

1) 早期離乳法

従来の全乳と脱脂粉乳による数カ月間に及ぶ長期哺乳法にかわり、代用乳(全乳)と人工乳を用いて1~2カ月齢のうちに、子牛を離乳する早期離乳法が40年代初頭から実用化され、以来、道内においても、早期離乳法に関する試験研究が多数行なわれた。

北大と帯大では、子牛の消化能力や反芻胃の発達および栄養素の利用性など、子牛の栄養に関する基礎的な研究が長年にわたり巾広く行なわれ、代用乳や人工乳の品質やその給与法の改善に多大の貢献をした。一方、実際の哺育技術については摂取行動(永沢・鈴木徹, 1968)、代用乳への動物性油脂添加(杉原・堅田, 1969)、哺乳法の比較(大橋ら, 1969)、代用乳の適正濃度(西埜ら, 1970)、哺乳回数(小竹森ら, 1971, 1972; 檜崎ら, 1972)、自動哺乳器(鈴木徹ら, 1980)、全乳哺育(池滝ら, 1979)、発酵初乳の利用(岡田ら, 1977; 杉原ら, 1977; 鈴木徹ら, 1977; 1978; 三上ら, 1980)、飲水量(西埜ら, 1970a, 1970b; 西埜, 1972; Sekine et al., 1973, 1980 a, 1980 b, 1980 c)、人工乳の形状(大久保ら, 1981)、人工乳の給与日量(藤田裕ら, 1976; 関根ら,

幼牛期（0～6ヵ月齢）

表 1. 乳用雌子牛に対する全乳利用による早期離乳方式の給与基準（道農務部・1979）

月齡 週齡 目標 體重 T D N D M D C P 飼料名		1					2				3					4					5					6						給 与 日 数 (日)	給 与 量 (kg)	備 考	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26								
		45	47	50	54	58	63	67	71	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160								
		1.1 kg/日					1.8				2.4					3.2					3.6					4.1									
		0.9 kg/日					1.4				1.8					2.3					2.6					2.8									
		142 g/日					202				234					265					285					305									
全乳		初乳4.5 5.0 6.0 5.0 3.0 4.5																												35	164.5	(飼料成分表)			
人工乳		0.2 0.3 0.5 0.7 1.1 1.5 1.7 1.8 2.0 2.2 1.3 馴致 不 断 給 与 制 限 給 与																												84	99.2	% 全乳 12.0 16.0 3.0			
幼牛配合		1.0 2.0 1.8 1.6 制 限 給 与																												98	171.0	人工乳 87.0 75.0 16.1			
乾草		0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 1.0 2.0 2.8 3.5 不 断 給 与																												168	290.9	幼牛配合 87.0 71.0 13.7			
																																乾草 82.0 47.2 5.0			
給 与 量	DM	1.1					1.7				2.4					3.4					3.9					4.3									
	TDN	1.2					1.5				1.9					2.4					2.6					2.8									
	DCP	219					295				357					374					387					394									

注 1. 不断給与時の給与量は計算のための目安である。

2. 要求量及び給与量は、冬期間の平均値で示している。

1981), 人工乳への炭酸カルシウムの添加(西埜ら, 1981)など多彩な試験研究が行なわれた。これらの研究成果を通じて, 代用乳と人工乳の給与法の改善が急速に進み, それらの品質向上とあいまって, 6週齢の早期離乳や1日1回哺乳が現実のものとなり, 最近では, 3-4週齢の超早期離乳が検討されるまでになった。早期離乳法の一例として, 全乳による乳用雌子牛の早期離乳方式の給与基準を表1に示した。この方式は代用乳による哺育法を全乳におきかえたものである。人工乳の給与日量は25kgを最高限度とするが, 乾草の併給でやや少めに見込んである。

なお, 人工乳の形状については, 最近, ベレットから人工乳中の穀類を蒸気圧せん処理を行なう傾向にある。

離乳後の育成技術については濃厚飼料の節減と反芻胃の発達を目的とした粗飼料の給与法に関心が集まり, サイレージの利用性と飼料価値(藤田 鶴・橋立, 1970; 松岡ら, 1971a; 川崎ら, 1971; 藤田 鶴, 1973), 尿素の利用性(松岡ら, 1971b, 1972, 1973, 1975a, 1975b, 1976a, 1976b, 1976c), 乾草の質と濃厚飼料の給与量(西埜ら, 1967; 大久保 昶ら, 1980; 小林 鶴ら, 1982a; 1982b)が検討された。とくにサイレージの給与については, 3カ月齢以降, 乾草の1部を良質なサイレージで代替出来ることが示された(大橋ら, 1966, 1967), 今後, アルファ乾草の普及にともない, その組合せ利用が進行するものと考えられる。この他, ユニークな研究として, 粗飼料の代替品として発泡ポリエチレンベレットの利用が検討され, その利用の可能性が開かれたが, その排泄による環境汚染問題が検討事項として残されている。(浦上・太田, 1974)。

これらの粗飼料利用法に関する研究から, 早期離乳子牛の飼料給与における粗飼料の役割は, 人工乳との組合せを考える場合, 栄養源としてよりも反芻胃の発達に与える影響を重視する考え方が強まり, 乾草の質は中以下でも活用出来ることが示されている。

当初, 早期離乳法の導入にあたり, 早期離乳した子牛の発育と生産性(繁殖, 泌乳, 耐用年数)に対する懸念があり, 新得畜試では昭和42年(1967)

から47年(1972)の6年間にわたり9組の雌双子を用いて, 早期離乳子牛(49日齢離乳)と長期哺乳子牛(6カ月齢離乳)の発育比較試験を行なった。早期離乳子牛は長期離乳子牛に比べて6カ月齢まで発育低下が見られたが, 6カ月齢以降の放牧を含む標準管理のもとでは, 24カ月齢に達するまでに, 体重・体高, 胸囲ともに, その遅れを完全にとりもどし, 早期離乳は子牛の将来の発育に影響しないことが明らかにされた(大橋ら, 1970)。また, 北海道農試では, 1日1回定量哺乳(0.5kg/日)による3週齢離乳が検討され, 離乳時に著しい増体低下が見られたものの, 50日齢には, 標準体重にはほぼ回復し, 早期離乳の場合の一時的な発育の遅れは, 将来の発育に悪影響のないことが示された(岡本 昌ら, 1978b)これらの成績から, 早期離乳による将来の生産性への危惧は解消されたものと考えられる。

以上のような早期離乳法に関する試験研究の長足な進歩に比べて, 昭和47年(1972)以来, 道内で相次いで行なわれた雌子牛の育成技術に関する実態調査では, 哺育期の飼料給与法は代用乳と人工乳の普及率が向上しているものゝ, 哺育法は全乳, 代用乳, 人工乳, カーフミール, 脱脂乳を経験的に適宜組合せた多様な方式により行なわれていることが明らかにされた(岡本 昌ら, 1973a, 1973b; 西部ら, 1978a, 1978b, 1978c; 榎本・長沢, 1979; 伊藤, 1980)。なかでも, 液体飼料の給与期間が長く, 早期離乳法が系統的な技術として十分に活用されていないことが, くりかえし問題点として指摘されている。この傾向は子牛の個体販売を志向する場合に強く, 未だに, 早期離乳が子牛の発育や外観・体型に与える影響を懸念する向きがあることを伺わせる。

これに対して, 肉生産を目的とする乳用雄子牛の場合は, 早くから早期離乳法は集団哺育方式と共に省力的, 経済的な最新技術として広く導入されており, 最近では, 5-6週齢の早期離乳が一般化している。

なお, 昭和56年度から, 生乳計画生産対策の一環として, 道により全乳哺育事業が奨励されたのに伴い, 全乳哺育が再検討され, 全乳を利用した早期離乳法が, 道, ホクレン, 十勝農協連から相

次いで公刊された。また、合せて、余剰初乳を利用した発酵初乳による哺育法が普及された。

2) 飼育方式の検討

酪農経営の専業多頭数飼育が進行すると、従来、搾乳牛舎の片隅で行なわれていた少頭数の個別哺育から、哺育・育成牛舎で飼料費の低減と群・省力管理を目的とする集団哺育が行なわれるようになった。とくに、乳用雄子牛では、その肉利用生産方式が確立した昭和50年代初頭から、道内各地に大規模な集団哺育施設が出現した。

しかし、群・多頭数の舎内集団哺育は、一方で、呼吸器病や消化器病の多発を招き、正に深刻な事態に直面した。すなわち、個別飼育を主体とする乳用雌子牛の哺育期の損耗が数%以下にすぎないのに対し、乳用雄子牛の集団哺育施設では、肺炎や下痢による損耗が20%を超えることも少なくない。舎内集団哺育の際の衛生問題の解決には、家畜衛生側から、病原体である細菌やウイルスの撲滅に関する研究が精力的に行なわれているが、当面、ワクチンや抗菌性物質による防疫では、万全を期する状況にないため、子牛の抗病性と飼育環境や管理技術の両面からの対応を迫られている。

まず、新生子牛の疾病防止に母子免疫の重要性が注目され、道内では、新得畜試と北海道農試で、初乳による子牛の受動免疫機構に関する研究が行なわれた（八田ら、1972；工藤ら、1978；橋口ら、1978；木下らら1976, 1977, 1979）。また、帯大では、新生子牛の生後24時間の自然吸乳行動が調査され、出生後8時間以内に、81%の子牛が吸乳を開始することが明らかにされた（鈴木徹ら、1979）。初乳の給与は出生後、可及的すみやかに行なうことが望ましいが、その給与基準として、出生後2時間以内に1回目の哺乳を行ない、次いで、8時間位までに2回目の哺乳を行なうことが示された（1回量約1kg）。最近では、多くの集団哺育施設で、ぬれ子の導入に際して、初乳吸飲の有無をチェックするようになっている。

ついで、北海道農試では、ぬれ子の集団哺育施設への導入に際しての集荷と輸送の影響および導入時の処置に関する試験が行なわれ、集荷や輸送時には、疲労の問題のほかに、衛生対策が重要であることが指摘された（四十万谷ら、1979）。こ

のほか、帯大では、集団哺育時の乳用子牛の行動に関する研究が行なわれた（中島ら、1976）。

一方、哺育牛舎の飼育環境については、当初、ウインドレス（無窓畜舎）の採用が見られたが、建設費と運転・維持に多額の資金を要すること、および子牛の出入に伴う伝染性疾患の侵入を完全に防止することが出来ず、好成績をあげた事例は少ない。また、ウォームバーン（強制換気牛舎）の場合も、強制換気や断熱が不良だと、冬期間、舎内が低温多湿となり、呼吸器病の多発に悩まされる。とくに、哺育施設が搾乳牛舎に併設されている場合は、この傾向が強い。一方、コールドバーン（自然換気牛舎）の場合も、冬期間、保温のために密閉する傾向にあるため、同じ悩みをかゝえている。

このような舎内集団哺育での、やっかいな衛生問題に対する反省から、米国やカナダでは、すでに、広く実用化されているカーフハッチ（子牛の哺育箱）による屋外個別飼育が道内へ導入され、

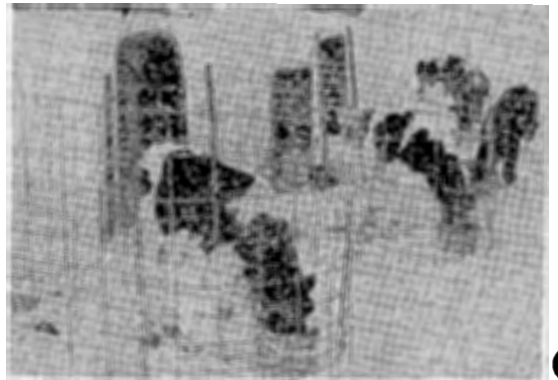


写真1 カーフハッチによる屋外個別飼育
（北海道農試）

子牛の育成率の向上に大きく貢献することになった。新得畜試と北海道農試では、いち早く、カーフハッチの地域適応性試験と子牛の寒冷生理に関する研究を発足させ、子牛をカーフハッチにより屋外の新鮮な飼育環境のもとで哺育すると、疾病の発生が少なく、育成率が向上することを確認した。とくに、冬期間の低温環境のもとでは、子牛の飼料摂取量が増加するものの、発育や生理、生態には、悪影響のないことが明らかにされた。（曾根ら、1979, 1980, 1981, 1982；岡本（全）ら、1982；岡本（全）・曾根、1981a, 1981b. 干場ら、

1980, 1980 ; 木下・杉原, 1981 ; 杉原・木下, 1981 ; 杉原ら, 1982a, 1982b)。また、帯大では、カーフハッチによる屋外個別飼育時の子牛の発育の季節差や季節別の行動パターンが明らかにされた(池滝ら, 1980, 1981)。

子牛の屋外個別飼育による哺育成績の向上は、哺育牛の飼養管理の基本が、①新鮮な空気、②乾燥した床面に加えて、③個体管理の徹底であることを再認識することとなった。カーフハッチによる子牛の屋外個別飼育は飼料費の節減と哺乳・給水など人の管理作業に難点があるものの、北大やホクレンで、その後、いくつかの改良が加えられて、子牛の衛生的で経済的な哺育施設として、道内に広く普及する気運にある。とくに、乳用雄子牛の集団哺育施設では、カーフハッチによる大規模な哺育管理方式を導入して、成功しているところが見られる。北海道農試では、屋外個別飼育のもとで、発酵初乳の1日1回哺乳により3～4週齢で超早期離乳する哺育方式が検討されている(杉原・木下, 1982a, 1982b)。

カーフハッチによる哺育期間は、おむね、2カ月齢までであり、その後、離乳子牛を舎内の群飼育成房に収容すると、疾病にかかり易くなるところから、最近、育成前期の施設としてスーパーカーフハッチ(写真2)の導入が検討されている。

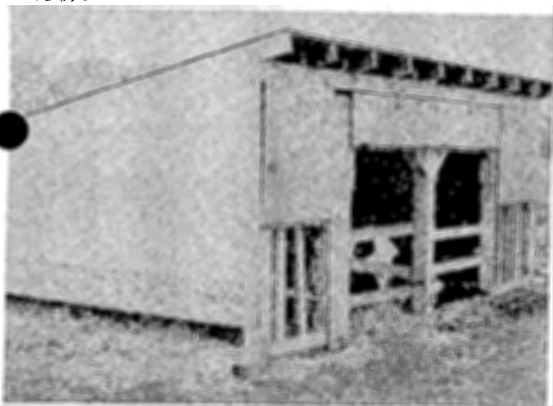


写真2 スーパーカーフハッチによる屋外群飼
(大成牧場)

スーパーカーフハッチは離乳した子牛を約6カ月齢まで、6～8頭ずつ、屋外群飼する施設であるが、哺育期のカーフハッチと育成後期のフリーストール牛舎やルースパーンと結び付ける低コスト

な簡易施設として、今後、カーフハッチと共に導入が進むものと考えられる。

また、最近、道内には、カラマツ材や古電柱を利用した簡易開放育成牛舎が出現している。このように、哺育・育成期の飼育施設は簡易化が可能であり、今後そのコストダウンが一層、進むものと考えられる。

このほか、飼育方式に関するものとして、北海道農試では、子牛の自家育成を目的とした乳母牛による子牛の複数哺育(杉原ら, 1981)や子牛の早期放牧の際に問題となる放牧ショックを回避するための放牧哺乳(早川・宮下, 1975a, 1975b)が検討され、各々、その後の育成方式に対応した哺育技術として、活用の道が開かれている。

2. 預託放牧育成の進展

北海道では、昭和40年代に公共育成牧場や大規模草地の設置が相次いで行なわれ、昭和60年には、公共育成牧場数は382カ所に及び、その面積は牧草地が約5万ha、野草地その他を含めると9万haに達している。しかも、酪農家による公共育成牧場の利用は、年々、増加し、昭和55年には、道内の2才未満の育成雌牛のうち、68.8千頭が夏季に預託放牧されている。6～24カ月齢の公共育成牧場利用可能な育成雌牛を24万頭とすると、そのうち、約30%が利用していることになる。これに対し、冬期の預託頭数は7.7千頭にすぎず、育成雌牛は、主に、夏期の預託放牧を利用した夏山冬里方式により育成されている。道内の夏期の預託期間は5カ月間余りにすぎないが、預託育成は酪農経営の育成部門の省力・低コスト化を可能とし、昭和40年代から50年代初頭の酪農経営の急速な規模拡大とその安定に大きく貢献した。

このような預託放牧育成の隆盛に呼応して、昭和45年以降、道内の試験研究機関において、公共育成牧場の実態調査と評価が相次いで行なわれた。しかし、預託放牧育成は、わが国独自の育成方式であり、しかも、放牧育成の歴史が浅いわが国では、放牧環境が比較的恵まれている北海道においても、放牧育成牛の発育がホルスタイン登録協会の正常発育値の下限値や日本飼養標準の発育基準値に比較して、遅れが目立ち、預託放牧育成の前

途に大きな問題を投げかけている。

1) 放牧育成牛の発育

昭和42年(1967)から45年(1970)にかけて上士幌町乳牛育成牧場の放牧育成牛を対象に行なわれた発育調査では、4年間の平均日増体量は0.65 kg(範囲 0.64～0.69 kg)であった(農林水産技合事務局, 1972)。ついで、同牧場で、池滝ら(1975)が昭和47年(1972)から48年(1973)にかけて実施した調査では、平均日増体量は、12カ月齢以下0.527 kg, 13～18カ月齢 0.600 kg, 19～24カ月齢 0.768 kgであった。米内山ら(1972)が昭和42年(1967)から45年(1970)にかけて幕別町営乳牛育成牧場で行なった実態解析の際の平均日増体量は0.7 kg前後であった。また、藤田(1971)が昭和46年(1971)に天北西部地区大規模草地育成牧場で行なった預託育成牛の発育調査では、草生産量 3～4 t/haの草地の日増体量は、低月齢牛群(6～10カ月齢) 0.5 kg, 高月齢牛群と人工授精牛群 0.7 kg, 妊娠牛群(18カ月齢以上) 0.8 kgであった。草地試の野本ら(1974)が昭和48年に全国の公共育成牧場の放牧育成牛の日増体量を調査した成績では、北海道(199カ所)で 0.71 kg, 全国(550カ所)で 0.59 kgであった。

最近の調査成績では、岡本(1980)が昭和53年(1978)から54年(1979)にかけて、道内の共同利用模範牧場5カ所を対象に行なった発育調査では、日増体量の平均値は0.57 kgであった。この数値は、同時に行なわれた全国22カ所の共同利用模範牧場の日増体量の平均値 0.44 kgに比べて高いが、昭和40年代に行なわれた調査成績よりもやや低い。同じく、野本(1982)が昭和55年(1980)に道内の共同利用模範的牧場6カ所で行なった育成牛の日増体量は0.709 kgであった。この数値は全国23カ所の日増体量0.542 kgより高いが、同氏の昭和48年(1974)の調査成績と余り変りない。

このように、放牧育成牛の日増体量は調査牧場による差異が大きく、また、放牧育成が定着した。現在でも、余り向上していない。北海道は都府県に比べて日増体量が高いものの、放牧育成においては、従来の舎飼を主とする育成牛の発育基準に比べて発育低下は免れ得ない実情にある。ところ

が、放牧育成牛の発育値や交配月齢の基準値は明確でなく、従来の舎飼を主とした発育基準値をもとに、育成効果の良否が論ぜられている。一般には、放牧育成牛の発育基準値として、日本ホルスタイン登録協会の正常発育値(1962)の下限値が用いられている。

北海道農試では、放牧育成牛の発育に照準をあて、子牛の育成期の成長率の遅速が牛乳生産と繁殖性に与える影響を明らかにする目的で、20組のホルスタイン雌子牛を用いて、日増体量が約0.7 kgと約0.6 kgの2区を設け、同月齢(15カ月齢)あるいは同体重(300 kg)で受胎させて、両区の3産までの乳量、乳質、繁殖成績、疾病発生などを調べた。初産までの日増体量の差異は、その後の牛乳生産量、体格、繁殖成績、疾病発生に影響せず、日増体量を約0.6 kgとして、成長速度をやゝ抑制した育成方式では、飼料構成が粗飼料主体となり、現行の日増体量を約0.7 kgとする場合より飼料量が約20%節減出来た(岡本昌ら, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978a)。

本成績をもとにして、岡本(1980)は放牧育成牛の発育目標値を日本飼養標準の発育基準におき、体重は、6カ月齢で160 kg, 12カ月齢で292 kg, 18カ月齢で400 kg, 24カ月齢で500 kg以上とし、この間の交配月齢は15ヶ月齢で体重350 kgを示した(図1日本草地協会, 1980)。また、実用上問題となる発育基準の下限値として、放牧時の日増体量0.5 kg以上、体重は交配期15カ月齢で300 kg, 初産月齢24カ月齢で500 kg以上を上げている。ただし、この場合は、交配期から初産月齢まで高い増体量を維持しなければならない。

しかし、昭和53年(1978)に紋別市で行なわれた乳用育成牛の飼養実態調査では、交配月齢は15～19カ月齢に分布しており、そのうち、94%が16～18カ月齢であり、上記の目標値より約2カ月間の遅れが見られた(榎本・長沢 1979)。また、北海道乳検成績によれば、初産月齢はこの数年間、平均29カ月齢で余り変わらず、初産目標月齢より4～5カ月間の遅れがある。

これらの調査牛の全てが放牧育成を経た牛でないことを、また、最近、後継牛に対して大型化志向が強く、交配月齢を意識的に遅らせる傾向があることなどを考え合えると、交配月齢の遅れは、一概に、

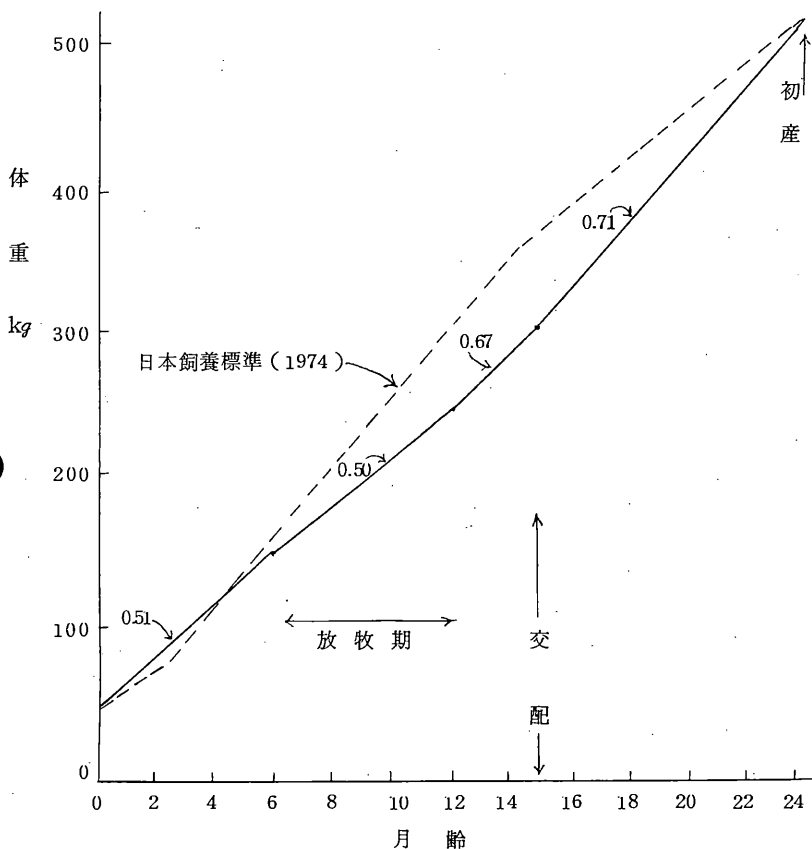


図1. 放牧育成牛の発育基準（草地協会、1980）下限値を示す。

放牧育成によるものとすることは出来ない。しかし、預託放牧を加味した場合、現行の目標値である月齢14~16カ月齢、体重350 kg以上、体高125 cm以上を交配時期とするのは、非常に難しいように思われる。したがって一般には、放牧育成による発育の遅れは、交配月齢を遅らせることにより調整していると見ていくことが出来る。

昭和40年(1965)から、集団放牧育成事業を実施している日高種畜牧場の放牧育成牛の発育成績を日本ホルスタイン登録協会のホルスタイン種牛の正常発育値（昭和37年1962）と比較すると図2に示

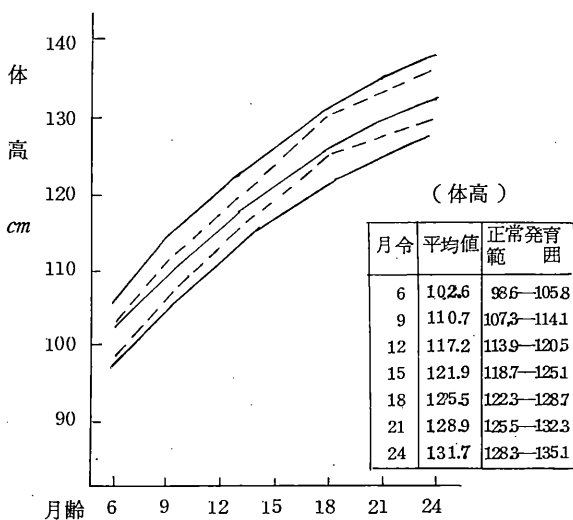
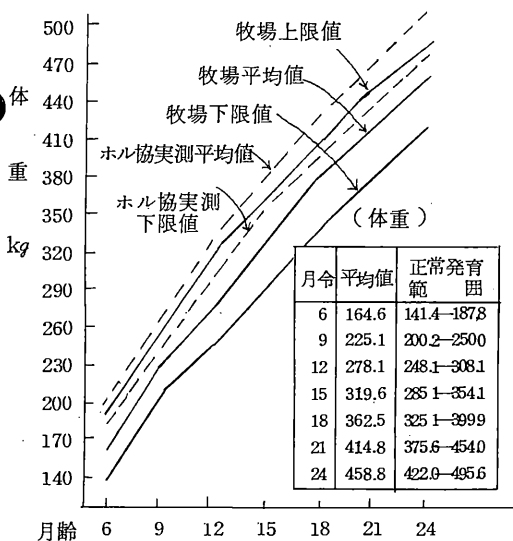


図2. 日高種畜牧場における放牧育成牛の発育成績（大久保和，1980）昭和48年から51年の平均値で示す。

すとおりである。昭和48年(1973)から昭和51年(1976)の平均値では、体重は実測下限値に及ばないが、体高は実測平均値と実測下限値の間を推移し、体格の点では、余り大きな遅れは見られない(大久保, 1980)。しかも、その後、年々、発育が向上し、昭和56年(1981)の成績は、6ヵ月齢で体重が182.3kg、体高が104.9cm、12ヵ月齢で体重が303.8kg、体高が119.7cm、24ヵ月齢で体重

が492.3kg、体高が134.8cmに達し、両者ともに実測平均値と余り変らなくなった。

日高種畜牧場における放牧育成牛の成績は、放牧一粗飼料主体の集団育成方式でも、飼養条件の改善をはかることにより、舎飼を主体とした育成牛の発育曲線を目指値とすることが可能であることを示している。

日高種畜牧場における飼料給与基準は表2に示

表2. 日高種畜牧場における飼料給与基準(日高種畜牧場, 1981b)

月令	基準量				舎飼期										放牧期									
	標準体重	給与DM	日本飼養標準		代用乳	人工乳	濃厚飼料	乾牧草	グレイスサジ	ヘイレージ	敷料	鈹塩	給与養分量		代用乳	人工乳	濃厚飼料	乾牧草	放牧草	敷料	鈹塩	給与養分量		
			DCP	TDN									DCP	TDN								DCP	TDN	
	kg	kg	g	g	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	g	g	g	kg	kg	kg	kg	kg	kg	g	g	g	
0	42	0.8	112	784	0.6	0.2		0.2			2.0		175	743	0.6	0.2		0.2		2.0		175	743	
1	61	1.8	227	1,450	0.9	0.8		0.3			2.0		358	1,475	0.9	0.8		0.3		2.0		358	1,475	
2	80	2.4	272	2,064	0.5	1.8		0.5			2.0		473	1,962	0.5	1.8		0.5		2.0		473	1,962	
3	100	3.3	306	0		2.5		1.5			2.0		550	2,550		2.5		1.5		2.0		550	2,550	
4	122	3.7	332	2,959		1.0	1.6	1.5		1.0	2.0	3	509	2,890		1.0	1.6	1.0	3.0	1.5	3	508	2,700	
5	145	4.2	360	3,288			2.6	2.0		1.5	2.0	3	493	3,270			2.6	1.5	6.0	1.5	3	531	3,290	
6	168	4.7	377	3,619			2.6	2.2		1.5	2.0	3	503	3,370			2.6	1.5	10.0	1.5	3	604	3,770	
7	191	5.3	391	3,950			3.2	2.5		2.5	2.5	4	629	4,240			2.0		21.0		4	646	3,920	
8	214	5.8	404	4,248			3.2	3.0		2.5	2.5	4	654	4,490			2.0		24.0		4	700	4,280	
9	236	6.4	418	4,512			2.9	3.5		4.0	2.5	4	684	4,980			1.8		28.0		6	745	4,620	
10	258	6.5	430	4,757			2.9	4.0		4.0	2.5	4	709	5,230			1.8		30.0		6	781	4,860	
11	279	7.2	440	4,958			2.9	4.5		4.5	2.5	4	749	5,630			1.8		33.0		6	835	5,220	
12	300	7.5	450	5,160			2.7	4.5		5.0	2.5	4	737	5,640			1.5		36.0		9	849	5,370	
13	321	8.0	465	5,311			2.5	4.5		6.0	2.5	4	740	5,800			1.0		41.0		15	872	5,620	
14	342	8.2	480	5,462			2.5	4.5		6.0	2.5	4	740	5,800			1.0		43.0		15	908	5,860	
15	362	8.3	496	5,606			2.5	5.0	12.0		2.5	4	765	6,050			1.0		45.0		15	944	6,100	
16	382	8.7	513	5,750			2.5	5.5	12.0		2.5	4	790	6,300			0.8		47.0		15	953	6,200	
17	402	8.8	530	5,894			2.3	5.5	13.0		2.5	4	778	6,310			0.8		48.0		15	971	6,320	
18	417	9.1	546	6,002			1.9	6.0	14.0		2.5	4	765	6,430			0.8		50.0		15	1,007	6,500	
19	431	9.1	561	6,103			1.9	6.0	14.0		2.5	10	765	6,430			0.5		52.0		18	1,003	6,590	
20	445	9.2	577	6,204			1.5	7.0	14.0		2.5	10	761	6,650			0.5		53.0		18	1,021	6,710	
21	458	9.2	584	6,240			1.5	7.0	14.0		2.5	10	761	6,650			0.5		54.0		18	1,039	6,830	
22	471	9.4	587	6,240			1.5	7.0	14.0		2.5	10	761	6,650			0.5		56.0		18	1,075	7,070	
23	483	9.4	590	6,240			1.5	7.0	14.0		2.5	10	761	6,650			0.5		56.0		18	1,075	7,070	
24	496	9.5	593	6,240			1.5	7.0	14.0		2.5	10	761	6,650			0.5		56.0		18	1,075	7,070	
25	512	9.6	583	6,173			1.5	7.0	15.0		2.5	10	776	6,800			0.5		58.0		18	1,111	7,070	

1. 標準体重は牧場とホル協発育値の平均値
2. 給与養分量は日本飼養標準の約20%増

すとおりである。標準体重は同場の発育値とホル協発育値の平均値であり、また、給与養分量は日本飼養標準の約20%増となっている。このように、放牧育成牛の発育の向上をはかるには、放牧管理

技術の向上、飼育環境の整備と共に、牧草地の適正な維持管理、越冬良質貯蔵粗飼料の確保など、長年にわたる、土一草一放牧育成牛を通じた総合的な飼養技術向上のための努力が必要である。(

日高種畜牧場, 1981a, 1981b)。

2) 放牧育成牛の評価

放牧育成牛は、体重のほかには外観や体型のうえで不利な評価を受けがちなため、優良後継牛や個体販売を志向する場合、放牧育成を避ける傾向がある。しかしながら、一方で、放牧育成を経た牛は採食性、健脚性、強健性に優れ、耐用年数が長いとする見解がある。乳用雄子牛で放牧育成を経験した肥育素牛は、①消化管が良く発達し、俗にいう腹が出来ている。②骨が太くて骨量に富み、骨格が充実している。そのため、肥育期の飼料利用性、産肉性に優れていることは良く知られている。すなわち、放牧育成牛は舎飼を主体とする育成牛に比べ、体重、体型、外貌などでは劣るが、数量的な評価が難しい、いくつかの長所を有している。そこで、放牧による育成効果を明確にするには、体構成を含めた形態とその機能的発達および将来の生産性などの発育生理に関する基礎的な検討が必要である。

放牧育成牛の体格や体型の特長については、池滝ら(1975)の放牧育成牛の発育実態調査で詳細にわたり検討され、放牧の影響は体重と腰角幅に現われ易く、体高や尻長には、現われにくいことが明らかにされている。北海道農試家畜第2研究室では、3年前から、ホルスタインの雌子牛と雄子牛を用いて、放牧育成を行ない、放牧育成牛の形態学的並びに生理学的な特性につき検討を加えている(宮田ら, 1981; 古郡ら, 1982)。ホルスタイン雌子牛の成績では、放牧育成DG 0.5 kg区は舎内育成を主体としたDG 0.7 kgに比べ、筋肉の発育や脂肪の蓄積は劣るものの心肺を中心とする内臓諸器官や反芻胃を中心とした消化管の発育は良好であった。体高や骨成長にやゝ抑制が見られるものの、骨重量、骨端部と骨幹部の幅、骨幹中央部の周囲長と皮質断面積に比較して骨長や骨化に対する影響は非常に小さかった。また、体重(kg)あたりの肢骨重量は、放牧区が舎内区より明らかに大きかった。すなわち、放牧育成牛は体重や日増体量で示される発育値に比べ、骨格や消化管を中心とする体構成が良く充実しており、舎内育成を主体とした育成牛とは、形態学的にも、生理学的にも異なる発育を遂げるものと考えられる。

しかし、乳用雌後継牛で最も関心が持たれるのは、放牧中の成長速度が繁殖機能と牛乳生産に及ぼす影響である。とくに、高能力牛への志向が高まっている現状では、これらの点につき、多くの成績を集積して、その詳細な検討が望まれる。また、短期的には、草地の季節生産性にもとづく7月下旬以降のサマースランプや9月以降の発育停滞が育成雌牛の発育や生産性に及ぼす影響も無視するとは出来ない。

放牧育成牛の評価に関わる当面の問題点として、放牧期間中の日増体量が0.4 kg以下の牛が相当数にのぼると考えられるので、この低増体が生産性、とくに、繁殖に及ぼす影響を早急に明らかにし、その対策を立てること、および放牧育成牛の栄養要求量と発育基準値の設定が上げられる。栄養要求量は日本飼養標準の約30%増という大づかみな数値が上げられているが、放牧地の立地条件や飼育環境条件を考慮した、さらに詳しい数値が必要である。また、放牧育成牛の発育基準値は、体重や日増体量のほか、骨格の成長を示す体尺測定値が強調されなければならない。とくに、体重測定については、放牧牛に適合した胸囲からの体重換算尺が早急に作成されることが望ましい。

3) 早期放牧育成

草地酪農地帯では、昭和40年代中頃から、早期離乳法の定着と草地開発事業の進展により、子牛の早期放牧で草地の利用効率を高めるとともに、子牛の経済的、省力的な育成を行なおうとする気運が高まり、根釧農試と天北農試で子牛の早期放牧育成に関する試験研究が行なわれた。

両場の成績から、補助飼料無給の昼夜放牧の安全限界は4カ月齢であるが、草生、放牧強度、補助飼料、気象条件に注意すれば、発育の良い子牛では、2カ月齢から若齢放牧が可能であることが示された(蒔田ら, 1968; 寒河江ら, 1971; 蒔田・前橋, 1971)。しかし、子牛の発育は、イネ科優占草地よりマメ科優占草地の方が良好であり、イネ科優占草地の場合、4~6カ月齢まで濃厚飼料の補給が必要ながことが認められた(蒔田ら, 1970; 寒河江, 1970)。

その後、新得畜試や根釧農試で、早期離乳と早期放牧との組合せが検討されたが、液状飼料の給

与期間や給与量と早期放牧中の発育との関係は認められなかった(小林箇ら, 1966; 吉田ら, 1968)。また, 新得畜試では, 草地の条件と濃厚飼料の補給効果や駆虫効果につき検討が行なわれた(西莚ら, 1969, 1970)。ついで, 早期離乳-早期放牧の育成体系が, その後の発育や繁殖性に及ぼす影響について検討され, 早期放牧は体重や体高および繁殖成績に悪影響を残さないことが明らかにされた(蒔田・蔦野, 1972)。

早期放牧の際, 常に問題となるのは, 入牧直後の放牧ショックとそれに伴う発育停滞である。帯大では, 幼齢子牛の乾草から多汁性飼料への急変が第1胃内性状に及ぼす影響を検討し, 初期増体量の低下と同時に, 急変直後に乾物摂取量, 第1胃内窒素成分濃度, VFA 濃度の経日変動幅が増大することを認めている(鷹津ら, 1979)。また, 北大では, 早期離乳した子牛を11週齢から早期放牧して, 第1胃粘膜および絨毛の発達を調べ, 早期放牧生は, 人工乳主体の子牛に比べて日増体量が低下すると同時に, 第1胃絨毛の発達が悪いことを明らかにした(Ohtani et al., 1976a, 1976b)。これらの成績は, 子牛の早期放牧に際し, 入牧前の放牧馴致とりわけ生草への馴致が非常に重要であることを示すものである。

このほか, 帯大では放牧による早期離乳(鈴木ら, 1963), また, 北海道農試では, 若齢放牧の開始時に見られる放牧ショックを回避する目的で, 放牧哺乳(早川・宮下, 1975a, 1975b)が検討され, 各々, 標準発育を示すことが明らかにされた。

公共育成牧場への入牧基準月齢は, 一般に6~7カ月齢が示されているが, これは, 入牧季節や放牧馴致により多少, 上下する。預託農家は, こうした安全度を見込み, 8~12カ月齢で入牧させる場合が多く, これより低月齢牛はパドック飼育あるいは半放牧としてサイレージや乾草による粗飼料主体の飼養を行なっている。早期放牧は気象条件が安定し, かつ草量の豊富な初夏に行なわれることが多いが, 補助飼料の給与や避難小屋の設置あるいは半放牧などを考慮すれば, 他の季節にも十分活用出来る。

4) 放牧育成牛の群管理技術

昭和40年代中頃から, 放牧育成が盛んになると, 放牧育成牛の群管理技術に関する研究が各試験研究機関で行なわれた。

新得畜試では, 放牧方式を異にした場合の濃厚飼料の無給が発育に及ぼす影響につき検討を行ない, 輪換放牧の場合, 良好な放牧地であれば, 7カ月齢位から濃厚飼料無給でも, 十分な発育が期待出来るが, 連続放牧で濃厚飼料を無給とすると, 発育に悪影響が認められた(西莚ら, 1966; 小林ら, 1967)。しかし, 濃厚飼料を補給した場合, 輪換放牧と連続放牧の間に発育差は認められなかった。また, 放牧前1カ月間の飼養条件の差異が放牧期の成長に及ぼす影響が検討され, 濃厚飼料無給で準備放牧を行った区が濃厚飼料給与区より良好な発育をとげることが認められた(裏・新名, 1981)。つぎに, 若齢牛を群飼育する場合, 濃厚飼料給与時の採食競合が問題となるが, 早齢放牧牛で濃厚飼料の採食速度と月齢経過(裏・峰崎, 1973)および放牧開始(蒔田・蔦野, 1970)との関係が明確にされた。

また, 若雌牛の放牧利用法に関するものとして, 天北農試では, 長草-弱放牧型で経過した粗放牧型放牧群が短草-強放牧型で経過した集約放牧群より良好な発育をすることが示された(寒河江, 1971a)。

北海道農試では, 放牧牛に対する環境温度の影響が検討され, 放牧牛が正常な採食行動が出来る高温限界として 27°C が示された(伊藤, 1970)。引きつづいて, 輪換放牧における育成牛の採食時間, 反芻時間, 休息時間, 採食量などの行動解析や体重の時刻的变化が詳細に調査された(鈴木箇ら, 1972)。また, 放牧育成牛のサマースランプにつき検討が行なわれ, サマースランプは良質牧草を豊富に給与することと外部寄生虫を駆除することにより防止出来ることが示された(沢村・鈴木, 1974)。この他, 晩秋放牧, 飛来昆虫と内部寄生虫の影響, 飲水量, 体重測定法が検討された(高野ら, 1968; 鈴木箇ら, 1968, 1971; 鈴木箇, 高野, 1970)。

これらの放牧育成牛の群管理技術に関する研究は, 主に, 昭和40年代に行なわれたものであり, その後, 放牧育成が定着したと見られる昭和50年以降, 放牧育成牛の群管理技術の研究は, どちら

かといえば低調となった。ところが、昭和 56 年（1981）5 月下旬に天北地方を襲った季節はずれの寒波により、折しも、大規模草地に入牧間もない牛が 50 頭余り、低温と寒風により死亡するという事件が発生し、関係者に大きな衝撃を与えた。本件は、多分に偶発的な要素が大きいとは云え、放牧管理技術では、栄養管理のほかに、気象環境への馴致と適応の問題、あるいは集団放牧時の牛群行動等に対する基本的な研究が必要であることを改めて提起することになった。

この他、北海道農試では昭和 45 年（1970）から 48 年（1973）にかけて、道内の火山灰地、泥炭地、重粘地などの特殊土地帯に立地する育成牧場を対象に、ホルスタイン種育成牛の被毛中の微量無機物含量の調査が行なわれたが、土壤類型の相違による無機物の過不足が予想出来る成績は得られなかった（四十万谷ら、1971、1972、1973、1975）。

3. 冬期飼養法と代償成長の活用

放牧をとり入れた夏山冬里の育成方式では、冬期舎飼期に良質な貯蔵粗飼料を十分に確保し、濃厚飼料を節減することが、育成経費を低減するうえでのポイントである。とくに、北海道は半年余にわたり寒冷環境におかれるので、冬期間の越冬飼料の確保が育成経費の低減と育成成績の良否を左右する重要な鍵となる。この際、冬期寒冷は子牛の発育を阻害する大きな要因となるが、これは給与飼料の栄養水準を適正に維持することにより、ある程度まで克服出来る。

そこで、預託放牧育成が定着するにしたいが、冬期の低コストな集団育成法に関する試験研究が多数行なわれた。これには、若雌牛に対する牧草サイレージの多給試験（和泉ら、1969）、トウモロコシ穀実とヘイウエハーによる育成試験（蒔田ら、1972）、恒温給湯プラントによる温水給与試験（新得畜試、1978）、冬期間の集団育成時の管理方式（蒔田・蔦野、1970）などがある。とくに、牧草サイレージの多給試験では、13～14 カ月齢には、濃厚飼料を日量 1 kg 程度を補給すれば、牧草サイレージの多給育成が可能なが示された。また、昭和 47 年（1972）には、預託育成牧場にお

ける冬期の飼料構造と育成効果につき調査が行なわれ、経済的な飼料構造として、体重 330 kg の育成牛で草サイレージ（水分 80 %）30～50 kg、乾草（2～3 番刈）15 kg、配合飼料 0.5～1.0 kg のサイレージ多給型の給与基準が示された（高野ら、1970）。しかし、現状では、このうち、サイレージの半量程度を乾草におきかえた粗飼料給与法が一般的に行なわれている。

越冬飼料として良質な貯蔵粗飼料を例年、安定的に確保することは、困難であり、これが子牛の良好な発育と育成経費の低減をはかるうえの阻害要因となっている。そこで、飼養条件の悪い冬期に子牛の発育をやゝ抑制し、草量の豊富な春から初夏にかけての放牧期間中に、その遅れをとりもどすという、いわゆる“代償成長現象”を活用した放牧—粗飼料主体の育成方式が検討された。

新得畜試では、雌子牛を用いて、冬期舎飼期の低栄養がその後の生産性に及ぼす影響につき検討を加え、7～13 カ月齢の場合、冬期舎飼期の平均日増体量を 0.34 kg として、放牧期の代償成長を調べたところ、冬期間の低栄養の影響は、その後の放牧

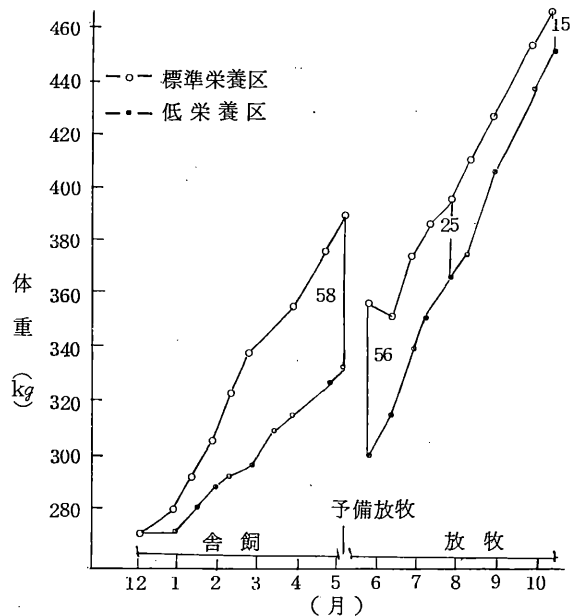


図 3 冬期間の低栄養区（舎飼期 DG 0.34 kg）と標準栄養区（舎飼期 DG 0.7 kg）の放牧期の体重の変化（裏、1972）
放牧期の体重測定は絶食 18 時間後に行なった。

期にほとんど取りもどしが見られた(図3)。しかも、30ヵ月齢には、発育、繁殖成績、牛乳生産量が標準栄養区(日増体量、0.70 kg)と差異がなく、冬期間の低栄養の影響は長く残らないことが明らかにされた(裏, 1972)。しかし、4-6ヵ月齢の低月齢牛では、放牧期の代償成長による回復率が7ヵ月齢の牛より劣ること、および、舎内育成の場合、月齢と栄養水準が高い程、発育は良好となるが、低月齢牛は高月齢牛と群飼すると、放牧期まで、その発育に悪影響が残ることを認めた(裏・峰崎, 1974; 裏, 1973)。また、天北農試では、夏期放牧-冬期舎飼の2シーズン反覆飼養において、放牧期に代償成長を期待した放牧-粗飼料主体の育成方式が可能なことを実証した(寒河江, 1971b)。一方、北海道農試では、子牛の育成時の成長停滞の限界と代償成長の発現機構につき、基礎的な検討を行ない、代償成長を活用した子牛の育成方式が子牛の生理と飼料経済性の両面から適用が可能であることを明らかにした(今泉, 1980; 今泉ら, 1979, 1980)。

これら代償成長に関する一連の研究成果から、比較的、高価な貯蔵粗飼料を多量に必要とする冬期間に子牛の発育を低く抑え、草の豊富な春から夏にかけての放牧期に発育の回復を図る育成方式を採用することは、飼料経済の上から、有利な生産技術であることが明らかとなった。北海道において、放牧期の代償成長を期待した乳用雌子牛の冬期舎飼期の日増体量と放牧期の日増体量の目標値は表3に示すとおりである。冬期舎飼期に、この日増体量を下廻らなければ、おむね発育や生産性(繁殖と泌乳)に影響しないものと考えられるが、子牛段階の低栄養が将来の生産性に与える影響は、未だ、不明確な点が多く残されており、放牧期に代償成長を期待する育成方式を後継雌子牛に適用することは、さらに、成績を追加して、慎重に検討を続けていかなければならない。当面、代償成長を活用した育成方式は乳用雄子牛の低コストな素牛生産に適用するのが最も適当である。乳用雄子牛の草地利用型の育成・肥育は、小竹森(1979)により、①牧草主体、②牧草育成・濃厚飼料肥育の2つの生産類型に分類されている。

表3 北海道における乳用雌子牛の放牧期と舎飼期の増体目標
(日本草地協会 1980)

(1) 放牧牛の増体目標(D・G)

月令 品種	低	中	高		摘 要
	7 12月	13 18	19 24	25 以上	
ホルスタイン種	0.5 kg	0.6	0.8	0.8	育成雌牛

- (注) (1) 月齢は入牧時、概ね155日程度の放牧。
(2) 日増体量(DG)は夫々代償成長分が含まれる。
(3) 体格は一般に府県より稍大きい。
(4) 成熟時の体重は北海道の改良目標(62年・680kg)とする。

(2) 舎飼牛の増体目標(D・G)

月令 品種	低	中	高		摘 要
	7 12月	13 18	19 24	25 以上	
ホルスタイン種	0.5 kg	0.4	0.5	0.5	育成雌牛

- (注) (1) 月齢は舎飼開始時、概ね210日間程度の舎飼。
(2) 中~高月齢牛は殆ど放牧からの移行牛とする。
(3) 体格は一般に府県より稍々大きい。
(4) 成熟時の体重は道の改良目標(62年・680kg)とする。

おわりに

以上で、北海道における最近10年間を主とした乳用子牛の育成技術の進歩のあらましを述べた。乳用子牛の育成技術は、個別技術は多様化が見られるが、系統的技術としては、早期離乳-放牧育成-冬期飼養法-低コスト施設を軸に展開されており、今後も、これに経済性と生産性を加味して進展していくものと考えられる。

なお、育成技術の先行分野である子牛の栄養や発育生理に関する進歩については紙面の都合で割愛した。これらの分野は日進月歩であり、育成技術面からも、絶えず注視していかなければならないことはいうまでもない。

文 献

- 1) 榎本博司・長沢滋, 畜産の研究. 33, 509-514(1979).
- 2) 藤田保, 日畜学会北海道支部会報. 14, 9(1971).
- 3) 藤田裕・橋立賢二郎, 日畜学会北海道支部会報. 13, 15(1970).
- 4) 藤田裕ら, 日畜学会北海道支部会報. 16, 12-13(1973).
- 5) 藤田裕・松岡栄・神部正路, 帯大研報. 10, 185-193(1976).
- 6) 古郡浩・宮田保彦・四十万谷吉郎, 第73回日本畜産学会講演要旨. 140(1982).
- 7) 早川康夫・宮下昭光, 北海道農試研報. 110, 59-69(1975a).
- 8) 早川康夫・宮下昭光, 北海道農試研報. 112, 101-110(1975b).
- 9) 八田忠雄ら, 第74回日本獣医学会大会記事. 243(1972).
- 10) 橋口裕治ら, 第86回日本獣医学会大会講演要旨. 18(1978).
- 11) 干場信司ら, 日畜学会北海道支部会報. 23(1), 28(1980).
- 12) 干場信司ら, 日畜学会北海道支部会報. 24(1), 39-40(1981).
- 13) 日高種畜牧場, 畜産技術. 311, 1-6(1981a).
- 14) 日高種畜牧場, 畜産技術. 312, 8-13(1981b).
- 15) 日本ホルスタイン登録協会, 日ホ資料7(1962).
- 16) 池滝孝・鈴木省三, 帯大研報. 9, 509-525(1975).
- 17) 池滝孝ら, 日畜学会北海道支部会報. 22, 9-10(1979).
- 18) 池滝孝ら, 日畜学会北海道支部会報. 23, 27(1980).
- 19) 池滝孝ら, 第72回日本畜産学会講演要旨. 62(1981).
- 20) 伊藤巖, 北海道草地研報. 4, 54(1970).
- 21) 伊藤鉄太郎“根室. 釧路地方における乳用雌子牛の哺育, 育成技術実態調査結果について”, 根室支庁根釧専技室. 1-18(1980).
- 22) 和泉康史ら, 北農. 36(8), 1-8(1969).
- 23) 今泉英太郎ら, 第70回日本畜産学会大会講演要旨. 84(1979).
- 24) 今泉英太郎, 北海道農試研報. 125, 85-159(1980).
- 25) 今泉英太郎・古郡浩・四十万谷吉郎, 日畜学会北海道支部会報. 23(1), 14(1980).
- 26) 川崎勉・藤田裕・橋爪徳三, 帯大研報. 7, 271-279(1971).
- 27) 小林道臣ら, 日畜学会北海道支部会報. 10, 41(1966).
- 28) 小林道臣ら, 日畜学会北海道支部会報. 10, 17(1967).
- 29) 小林泰男ら, 日畜会報. 53, 729-735(1982).
- 30) 小林泰男ら, 日畜会報. 53, 736-742(1982).
- 31) 小竹森訓央ら, 第59回日本畜産学会講演要旨. 36(1971).
- 32) 小竹森訓央・丸田正三・広瀬可恒. 第60回日本畜産学会講演要旨. 34(1972).
- 33) 小竹森訓央, 乳用雄子牛による肉生産の手びき北海道農業試験場編. p95-103(1979).
- 34) 木下善之・岡田清・杉原敏弘, 第65回日本畜産学会大会講演要旨. 68(1976).
- 35) 木下善之ら, 第67回日本畜産学会大会講演要旨. 99(1977).
- 36) 木下善之・岡田清・杉原敏弘, 第70回日本畜産学会大会講演要旨. 91(1979).
- 37) 木下善之・杉原敏弘, 日畜学会北海道支部会報. 24(1), 36-37(1981).
- 38) 工藤卓二ら, 新得畜試研報. 9, 37-41(1978).
- 39) 蒔田秀夫ら, 日畜学会北海道支部会報. 11, 12-13(1968).
- 40) 蒔田秀夫・岸晃司・牧野清一, 北海道草地研会報. 4, 53-54(1970).
- 41) 蒔田秀夫・蔦野保, 日畜学会北海道支部会報. 13, 27-28(1970).
- 42) 蒔田秀夫・前橋春之, 北海道草地研会報. 5, 49-50(1971).
- 43) 蒔田秀夫・蔦野保, 第60回日本畜産学会大会講演要旨. 100-101(1972).
- 44) 蒔田秀夫・及川寛・五十嵐義任, 第24回日本草地学会発表会講演要旨. 95(1972).
- 45) 松岡栄・藤田裕・橋爪徳三, 日畜学会北海道支部会報. 14, 12(1971a).
- 46) 松岡栄・藤田裕・橋爪徳三, 帯大研報. 7, 265-270(1971b).
- 47) 松岡栄・秋山明子・橋爪徳三, 日畜会報. 43, 598-602(1972).
- 48) 松岡栄・藤田裕・橋爪徳三, 日畜会報. 44, 512-516(1973).
- 49) Matsuoka, S., N. Kumase and T. Hashizume. Jap. J. Zootech. Sci. 46, 230-237(1975a).
- 50) Matsuoka, S. et al. Jap. J. Zootech. Sci. 46, 538-544(1975b).
- 51) Matsuoka, S., K. Negishi and T. Hashizume. Jap. J. Zootech. Sci. 47, 592-598(1976a).
- 52) 松岡栄ら, 日畜会報. 47, 711-718(1976b).
- 53) 松岡栄・橋爪徳三, 帯大研報. 10, 109-115(1976c).
- 54) 三上正幸・三浦弘之・山梨晃, 日畜会報. 51, 305-310(1980).
- 55) 宮田保彦・古郡浩・四十万谷吉郎, 第72回日本畜産学会大会講演要旨. 76(1981).
- 56) 永沢博敏・鈴木省三, 日畜学会北海道支部会報. 11, 14-15(1968).
- 57) 檜崎昇・安宅一夫・末吉邦康, 日畜学会北海道支部会報. 15, 28-29(1972).
- 58) 中島三博・左久・鈴木省三, 日畜学会北海道支部会報. 19, 31-32(1976).
- 59) 西埜進ら, 北農. 33(1), 29-32(1966).
- 60) 西埜進ら, 北海道立農試集報. 15, 131-137(1967).
- 61) 西埜進・塚本達・工藤卓二, 第17回日本草地学会発表会講演要旨. 97(1969).

- 62) 西埜進ら, 第19回日本草地学会発表会講演要旨. 72(1970)
- 63) 西埜進・塚本達・曽根章夫, 北農. 37(9), 18-23(1970a)。
- 64) 西埜進・塚本達・曽根章夫, 日畜学会北海道支部会報. 13, 22-23(1970b)。
- 65) 西埜進, 第60回日本畜産学会講演要旨. 34(1972)。
- 66) 西埜進ら, 第72回日本畜産学会講演要旨. 21(1981)。
- 67) 西部潤・及川博・稲村裕文, 畜産の研究. 32, 103-108(1978a)。
- 68) 西部潤・及川博・稲村裕文, 畜産の研究. 32, 1217-1221(1978b)。
- 69) 西部潤・及川博・稲村裕文, 畜産の研究. 32, 1330-1334(1978c)。
- 70) 日本草地協会, 昭和54年度草地管理指標策定調査委託事業実績報告書ー草地生産向上技術指標試案ー。(1980)。
- 71) 農林水産技術会議事務局, “大規模草地の利用管理技術の確立に関する研究”, 研究成果. 55, 46-49(1972)。
- 72) 野本達郎, 草地試験場草地管理研究室昭和48年度試験成績概要. 12-19(1974)。
- 73) 野本達郎, 草その情報. 34, 19-66(1982)。
- 74) 岡本昌三・今泉英太郎・四十万谷吉郎, 畜産の研究. 27, 37-40(1973a)。
- 75) 岡本昌三・今泉英太郎・四十万谷吉郎, 畜産の研究. 27, 325-328(1973b)。
- 76) 岡本昌三・今泉英太郎・四十万谷吉郎, 北海道農試集報. 103, 41-55(1972)。
- 77) 岡本昌三・四十万谷吉郎, 北農. 40(11), 28-37(1973)。
- 78) 岡本昌三・今泉英太郎・四十万谷吉郎, 北海道農試研報. 109, 131-148(1974)。
- 79) 岡本昌三・今泉英太郎・四十万谷吉郎, 北海道農試研報. 110, 45-58(1975)。
- 80) 岡本昌三・今泉英太郎・四十万谷吉郎, 北海道農試研報. 116, 25-34(1976)。
- 81) 岡本昌三・今泉英太郎・四十万谷吉郎, 北海道農試研報. 119, 9-20(1977)。
- 82) 岡本昌三・今泉英太郎・四十万谷吉郎, 北海道農試研報. 122, 1-12(1978a)。
- 83) 岡本昌三・今泉英太郎・四十万谷吉郎, 日畜学会北海道支部会報. 21, 14(1978b)。
- 84) 岡本昌三・草その情報. 25, 14-70(1980)。
- 85) 岡本全弘・曽根章夫, 第72回日本畜産学会大会講演要旨. 58(1981a)。
- 86) 岡本全弘・曽根章夫, 日畜学会北海道支部会報. 24(1), 38(1981b)。
- 87) 岡本全弘・曽根章夫・干場信司, 第73回日本畜産学会講演要旨. 61(1982)。
- 88) 岡田清・木下善之・杉原敏弘, 第66回日本畜産学会大会講演要旨. 38(1977)。
- 89) 大橋尚夫ら, 日畜学会北海道支部会報. 9. 41(1966)。
- 90) 大橋尚夫ら, 日畜学会北海道支部会報. 10, 19(1967)。
- 91) 大橋尚夫ら, 北農. 36(4). 20-26(1969)。
- 92) 大橋尚夫ら, 第58回日本畜産学会大会講演要旨. 28(1970)。
- 93) 大久保正彦ら, 第71回日本畜産学会講演要旨. 8(1980)。
- 94) 大久保正彦ら, 北大農場研報. 22, 56-65(1981)。
- 95) 大久保和人, 畜産技術. 301, 6-9(1980)。
- 96) Ohtani, S., Y. Asahida and Y. Hirose. Jap. J. Zootech. Sci. 47, 175-180(1976a)。
- 97) Ohtani, S., Y. Asahida and Y. Hirose. Jap. J. Zootech. Sci. 47, 218-223(1976b)。
- 98) 沢村浩・鈴木慎二郎, 北海道農試研報. 108, 75-88(1974)。
- 99) 寒河江洋一郎, 北農. 37(11), 39-41(1970)。
- 100) 寒河江洋一郎, 第22回日本草地学会発表会講演要旨. 15(1971a)。
- 101) 寒河江洋一郎, 日畜学会北海道支部会報. 14. 10(1971b)。
- 102) 寒河江洋一郎ら, 北農, 38(10). 18-32(1971)。
- 103) 関根純二郎ら, 北大農場研報, 22, 66-72(1981)。
- 104) Sekine, J., Y. Asahida and Y. Hirose. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 57, 51-60(1973)。
- 105) Sekine, J., M. Okubo and Y. Asahida. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 60, 63-74(1980a)。
- 106) Sekine, J., M. Okubo and Y. Asahida. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 60, 75-84(1980b)。
- 107) Sekine, J., M. Okubo and Y. Asahida. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 60, 85-99(1980c)。
- 108) 新得畜産試験場. 昭和53年度年報, 42-44(1978)。
- 109) 四十万谷吉郎・岡本昌三・今泉英太郎, 日畜学会北海道支部会報. 14, 25-26(1971)。
- 110) 四十万谷吉郎・岡本昌三・今泉英太郎, 日畜学会北海道支部会報. 15, 48-49(1972)。
- 111) 四十万谷吉郎・岡本昌三・今泉英太郎, 日畜学会北海道支部会報. 16, 24-25(1973)。
- 112) 四十万谷吉郎・岡本昌三・今泉英太郎, 日畜学会北海道支部会報. 18, 35-36(1975)。
- 113) 四十万谷吉郎ら, 第70回日本畜産学会大会講演要旨. 80(1979)。
- 114) 杉原敏弘・堅田彰, 北海道農試集報. 94, 43-52(1969)。
- 115) 杉原敏弘・木下善之・岡田清, 第66回日本畜産学会大会講演要旨. 37(1977)。
- 116) 杉原敏弘・木下善之・岡田清, 北海道農試研報. 130, 123-144(1981)。
- 117) 杉原敏弘・木下善之, 日畜学会北海道支部会報. 24(1), 37(1981)。

- 118) 杉原敏弘・木下善之・大森昭一郎, 日畜学会北海道支部会報. 25, 23-24(1982a).
- 119) 杉原敏弘・木下善之・大森昭一郎, 第73回日本畜産学会講演要旨. 137(1982b).
- 120) 鈴木省三ら, 帯大研報. 4, 74-81(1963).
- 121) 鈴木省三ら, 日畜会報. 48, 331-332(1977).
- 122) 鈴木省三ら, 帯大研報. 11, 85-92(1978).
- 123) 鈴木省三・中島三博・中村芳隆, 日畜会報. 50, 778-781(1979).
- 124) 鈴木省三ら, 帯大研報. 12, 9-13(1980).
- 125) 鈴木慎二郎ら, 日畜学会北海道支部会報. 11, 29-30(1968).
- 126) 鈴木慎二郎・高野信雄, 日畜学会北海道支部会報. 13, 29-30(1970).
- 127) 鈴木慎二郎ら, 北海道草地研報. 5.45(1971).
- 128) 鈴木慎二郎・高野信雄・山下良弘, 日草誌. 18, 103-113(1972).
- 129) 曾根章夫ら, 日畜学会北海道支部会報. 22, 17(1979).
- 130) 曾根章夫ら, 日畜学会北海道支部会報. 23, 28-29(1980).
- 131) 曾根章夫・岡本全弘・干場信司, 日畜学会北海道支部会報. 24(1), 38-39(1981).
- 132) 曾根章夫・岡本全弘・干場信司, 第73回日本畜産学会講演要旨. 61(1982).
- 133) 高野信雄ら, 北海道農試彙報. 92, 73-77(1968).
- 134) 高野信雄ら, 北海道草地研会報. 4, 61-63(1970).
- 135) 鷹津秋生・高橋潤一・松岡栄・藤田裕, 日畜学会北海道支部会報. 22, 10(1979).
- 136) 裏悦次, 日畜会報. 43, 684-690(1972).
- 137) 裏悦次, 第61回日本畜産学会大会講演要旨. 103(1973).
- 138) 裏悦次・峰崎康裕, 第62回日本畜産学会大会講演要旨. 73(1973).
- 139) 裏悦次・峰崎康裕, 第63回日本畜産学会大会講演要旨. 20(1974).
- 140) 裏悦次・新名正勝, 第72回日本畜産学会講演要旨. 23(1981).
- 141) 浦上清・太田三郎, 日畜学会北海道支部会報. 17, 15-16(1974).
- 142) 吉田悟ら, 日畜学会北海道支部会報. 11, 13-14(1968).
- 143) 米内山昭和ら, 新得畜試研報. 3, 43-114(1972).

反すう家畜用飼料への緩衝剤の添加

酪農学園大学 西 埜 進

過去10数年の間に、乳牛および肉牛の生産性は濃厚飼料の多給によって大幅な向上が示された。これは主として穀類が大量に、しかも安価に供給されるようになり、そのため粗飼料よりも濃厚飼料を多給した方がより一層経済的になるからであった。しかし、反すう家畜に対する過度な濃厚飼料の多給は、第一胃内の過剰な酸性によって、微生物相に異状をきたし、同時に第一胃内発酵が抑制され、そのため種々の代謝障害が発生する、としている。すなわち、穀類を多量に含有した高エネルギー飼料を摂取すると、反すう作用、唾液分泌および第一胃内発酵による正常な緩衝作用などが低下するからである。

したがって、第一胃内の緩衝物質が唾液からあまり供給されなければ、別になんらかの形で緩衝物質を補給することを考慮しなければならない。反すう家畜に緩衝剤を用いるという概念はそんなに新しいことではなく、すでに1909年頃に牛およびめん羊の飼料に緩衝剤を加えることの重要性は認識されていた¹⁾、との報告がある。その後はほとんど無視され1950年代に見直されるようになった。最近では多くの研究者が関心を持っているもののひとつに、反すう家畜の栄養および生理に対する緩衝剤の価値をあげることができる。

そこで、本稿では反すう家畜における炭酸カルシウムと重炭酸ナトリウムの役割および添加効果などに関するこれまでの研究の概要について総説することとした。

第一胃液 pH と緩衝剤添加

第一胃液の pH は、通常の飼養条件下では飼料の摂取によって急速に低下して、間もなく最低値に達し、その後はつぎの飼料を摂取するまでの間は徐々に上昇して、つぎの飼料を摂取する直前は大體もとの値に戻っている²⁾。和泉ら³⁾が第一胃液の pH は揮発性脂肪酸濃度の変化とは逆の関係にあるとし、Toppsら⁴⁾はこの両者の間に負の高い相関があ

ると報告している。さらに、これらの報告から第一胃液の pH と揮発性脂肪酸組成の間には明らかな関係がないものとみなされる。

第一胃内では、飼料の摂取にともなって大量の揮発性脂肪酸が連続的に生産され、これが第一胃内発酵の間に生産される量は、理論的には第一胃液をかなりの酸性に低下せしめるものであるにもかかわらず、第一胃液の pH が中性付近からあまり大きく変ることではない。その変動の範囲も比較的せまいものとなっている^{5,6,7)}。反すう家畜が第一胃液の pH を恒常に保つ要因には、唾液の流入量、揮発性脂肪酸の生産量と吸収量および飼料摂取量などがあげられている。唾液は分泌量が多く、その炭酸塩の濃度も高く、常に間断なく分泌されているから、唾液が第一胃内の酸度を緩衝する重要な役割をはたしている。

しかしながら、反すう家畜に対し濃厚飼料の給与量を増加すると、これにともなって粗飼料の摂取量が減少して、第一胃内の揮発性脂肪酸の生産量が多くなり、その結果、第一胃液の pH が著しく低下することになる。たとえば、Oshio ら⁸⁾は、第一胃内における揮発性脂肪酸の生産速度は、高穀類飼料を給与した方が同時に乾草を併給した場合に比べて速くなる傾向がみられ、第一胃液の pH も著しく低下し、その最低に約 4.5 が示された。矢野ら⁹⁾もめん羊の濃厚飼料多給時には揮発性脂肪酸の濃度が高くなり、第一胃液 pH も 5.5 ぐらいまで下った、などと報告している。さらに、去勢牛を粗飼料のみからトウモロコシ主体含有飼料へと切り換えると、第一胃液の pH はおよそ 2 週間ぐらい経過すれば有意に低下する¹⁰⁾、との報告がみられる。

以上の濃厚飼料多給時における第一胃内発酵に関する報告は、いずれの実験でも粗飼料には乾草が用いられている。このことについて、和泉は、乾草、牧草サイレージおよびトウモロコシサイレージと濃厚飼料の給与比率を変えて検討し、乾草では濃厚飼料の給与比率が増加するとともに第一

胃液のpHは直線的に低下したが、牧草サイレージでは一定の傾向はなかった、としている。すなわち、彼は粗飼料の種類により結果が必ずしも一致しないことを強調している。

また、穀類を多給した場合にもっとも多く生産される代謝最終産物が乳酸であって、この酸は易発酵性炭水化物を多く含む飼料を給与することにより多く生産される傾向がある。Irwin¹²⁾らはめん羊にブドウ糖を多く含む精製飼料を第一胃内に投与すると、第一胃液のpHは低下し、乳酸濃度が高くなった、としている。これと大体同じようなことを述べた報告が他にもみられる^{13, 14)}。

そこで、乳牛および肉牛の濃厚飼料多給時における第一胃内環境を変え、それによって第一胃内発酵を調節することができれば、乳および肉生産を最適のものに改善することが可能であろうとみなされるようになった。

反すう家畜飼料への炭酸カルシウム添加が第一胃液のpHに有効であるかを確認した報告は多くない。Russell¹⁵⁾らは、肉用去勢牛に粉碎トウモロコシを多給して炭酸カルシウムを1.8%添加すると、第一胃液のpHは有意に高くはなるが、揮発性脂肪酸の生産量に有意差はなく、その組成にも変化がなかった。Wheeler¹⁶⁾らも去勢牛にトウモロコシ主体飼料を給与し、これに石灰岩を添加すると、第一胃液のpHは酸性から中性へと有意に増加した。しかも小腸、結腸および糞pHの増加も大きかった。この場合の石灰岩添加区はいずれも中性に近かったが、これらは対照区の酸性から有意に増加したものであった、としている。

他方、重炭酸ナトリウムについては、Mcknight¹⁷⁾らが粉碎トウモロコシを多給している去勢牛に、重炭酸ナトリウムを飼料の約2.3%添加しても、第一胃液のpHに有意差はなかったが、揮発性脂肪酸における酢酸の割合は増加し、プロピオン酸のそれは減少する傾向にあったと報告している。第一内緩衝能は幼齢子牛の方が成牛に比べて低いものとされている。こういう乳用子牛に、Wheeler¹⁸⁾らは重炭酸ナトリウム含量5.0%の人工乳を無制限給与すると、第一胃液のpHに影響を与えることなく、揮発性脂肪酸の酢酸と酪酸は有意に増加し、プロピオン酸が減少する、としている。また、穀類を

多給している乳牛においても、重炭酸ナトリウムの給与は第一胃液のpHに差を生じないが、酢酸は有意に増加し、プロピオン酸の減少することが示されている¹⁹⁾。とくに、Kilmer²⁰⁾は分娩前の粗飼料多給から分娩後の高エネルギー飼料への切り換え時における重炭酸ナトリウムの給与は、体液の酸・塩基平衡を酸性側の方に傾くのを防ぐ効果がある、としている。しかし、Kellaway²¹⁾は離乳子牛を用いて、大麦主体の基礎飼料に重炭酸ナトリウムを60g添加しても、第一胃液のpHおよび揮発性脂肪酸における各酸の割合に差異はなかった。Russell¹⁵⁾も去勢牛でこれとほぼ同じような成績を認めている。

以上の限られた報告によって要約すると、穀類を多給している乳牛および肉牛に炭酸カルシウムを添加すると、第一胃液のpHは上昇するが、重炭酸ナトリウムを添加してもほとんど変化しないものと言える。この場合に重炭酸ナトリウムを給与すると、揮発性脂肪酸の酢酸割合は増加するが、プロピオン酸の割合は減少することを認めた報告が多かった、と結論づけられる。

下部消化管および糞のpHと緩衝剤添加

反すう家畜における消化管内のpHと給与飼料との関係については、まだ十分に知られていない。Kern²²⁾らは乾草給与時における第一胃、第四胃、回腸、盲腸および結腸のpHはそれぞれ6.9、3.1、7.3、7.0および7.2であった、としている。このことから、全消化管のうち第四胃内は明らかに酸性ではあるが、そのほかの消化管内は大体中性付近にあることが解かった。一方、穀類多給時には、第一胃、小腸および結腸内のpHは5.4から6.7ぐらいになり、乾草給与時に比べるといずれもかなり低くなったが、第四胃内は2.3から3.5の範囲にあった。しかも小腸内と糞の間には大きな差はなく、糞のpHが小腸内のそれのよい指標であることが示唆されている²³⁾。

反すう家畜に穀類を多給すると、第一胃内で発酵されないかなり量のデンプンが小腸の方へ移行し、そこで十分に消化されずに糞中へ排泄されることになる。これについて、Armstrong and Beaver²⁴⁾は、小腸内pHがデンプン分解酵素（アミ

ラーゼ) 活性が最適となるものよりかなり低くなると、小腸におけるアミラーゼ活性が低下し、そのためデンプン消化率が減少する、と説明している。

そこで、反すう家畜の濃厚飼料多給時に緩衝剤を添加して過剰な酸性を抑制すれば、飼料中のデンプンがよく利用されるだろう、という仮説が持たれた。この仮説は、Wheelerら²⁵⁾が高穀類飼料に石灰岩または石灰岩のマグネシウム塩を約27%添加することにより、糞のpHを高め、糞中へのデンプン損失量を減少したことによりたしかめられた。さ

らに、彼²³⁾は高水分のトウモロコシ飼料に石灰岩を添加して去勢牛に給与し、糞のpHと糞中デンプン含量との関係について検討した。その結果、糞のpHは対照区が酸性であったが、石灰岩添加区はほぼ中性となり明らかに高くなった。また、糞中デンプン含量は対照区が乾物中32.4%であったが、石灰岩添加区は9.2%と著しく減少した、と指摘している。このことについて、著者らも離乳子牛の人工乳主体給与時において、糞のpHは炭酸カルシウムを添加した方が無添加の酸性から有意に高くなったが、デンプン消化率には差異はなかった

Table 1. Apparent digestibility, fecal pH, calcium and phosphorus balance data obtained from calves fed added calcium carbonate

Items	Group ^a	Trial I	II	Trial I	III
		1	2	1	2
No. calves		6	6	4	4
DM intake, kg/day		3.3 7	3.3 2	3.2 4	3.2 0
Crude protein, % / DM		2 2.2	2 4.8	1 7.7	1 8.4
Calcium, % / DM		0.4 2	1.2 6	0.4 9	1.4 0
Digestibility, %					
Dry matter		7 2.4	7 4.2	7 0.2	7 0.9
Crude protein		7 3.8 b	7 9.6 c	6 8.6 b	7 2.7 c
Acid detergent fiber		5 2.2	5 4.6	4 7.1	5 1.0
Acid detergent cellulose		5 9.1	6 1.5	5 6.3	5 7.7
Cell wall		6 2.2	6 3.9	5 7.8	5 0.2
Starch				9 0.3	9 2.7
Fecal pH		6.0 b	7.4	6.6 b	7.5 c
Calcium balance, g/day					
Intake		1 3.9 1 b	4 1.7 4 c	1 5.7 1 b	4 4.5 7 c
Excretion					
Fecal		5 2.2 b	2 6.4 8 c	6 5.2 b	2 3.0 7 c
Urinary		0.1 6	0.0 8	0.0 4	0.1 9
Absorption		8.7 5 b	1 5.2 6 c	9.2 2 b	2 1.5 1 c
Retention		8.5 9 b	1 5.1 8 c	9.2 1 b	2 1.3 2 c
Phosphorus balance, g/day					
Intake		1 3.0 3	1 2.4 4	1 3.2 0 b	1 4.6 7 c
Excretion					
Fecal		6.4 5	5.8 3	7.3 6	6.2 0
Urinary		1.9 2 b	0.2 4 c	0.1 0	0.0 5
Absorption		6.5 9	6.6 1	5.8 5 b	8.4 7 c
Retention		4.6 7 b	6.3 7 c	5.7 5 b	8.4 2 c

a Group 1, no supplemental calcium carbonate; Group 2, calcium carbonate supplemented.

b. c Means on the same trial with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

(Table 1)。Rnssell²⁶⁾も肉用去勢牛に粉碎トウモロコシを多給すると、糞のデンプン排泄量は増加するが、デンプン消化率に有意差は認められなかった、と否定的な見解を述べている。さらに、泌乳牛および肉用去勢牛の生産におよぼす石灰岩添加の影響について飼養試験が行なわれている。たとえば、Wheeler²⁷⁾は、泌乳牛に石灰岩を2.7%添加した完全飼料を給与すると、乳量は石灰岩を添加した方が無添加に比べて有意に多かったが、飼料摂取量はほぼ同じであった。しかも糞のpHは石灰岩の添加により有意に増加した、と言っている。このほか他の研究者によってもいくつか報告されている。

以上のことから、過剰な炭酸カルシウムは消化管で吸収されることが比較的少ないので、その大物分が下部消化管の方へ移行し、下部消化管内で有効な緩衝剤として作用するようだ。それでは濃厚飼料多給時に消化管内のpHを変えるのに必要な炭酸カルシウムがどれほどの量になるかといえば、これは第一胃内における炭水化物の発酵程度、あるいは第一胃内で吸収されずに下部消化管へ達する揮発性脂肪酸の量によって変るから、これは一概に言えることではないだろう。

これに対し、重炭酸ナトリウムは反すう家畜の唾液に含まれている緩衝物質であり、そのナトリウムは上部消化管で非常に速く吸収され、過剰な分は尿を通じて急速に排泄されるため、重炭酸ナトリウムは小腸のpHにあまり大きな影響を与えないものとされている。すなわち、Kilmer²⁸⁾は乳牛用配合飼料に重炭酸ナトリウムを0.8%添加したが、糞のpHは重炭酸ナトリウムの有無に関係なく一定であった。糞のデンプン含量にも重炭酸ナトリウム添加の差がなかった。Erdman²⁸⁾も濃厚飼料60%の乳牛用完全飼料に重炭酸ナトリウムを1.5%添加しても、糞のpHおよびデンプン含量に対する影響はなかった。また、Wheeler¹⁸⁾の報告によれば、幼齢子牛に重炭酸ナトリウム5.0%含有している人工乳を自由摂取せしめても、いずれの飼料のデンプンも完全に消化され、糞へのデンプン排泄も微量であった。重炭酸ナトリウムの給与は糞のpHを高めるが、その範囲は中性付近を越えるものでなかった、などとしている。これらの報告が消化管

内における重炭酸ナトリウムの緩衝作用を裏書きしている。

飼料の消化率と緩衝剤添加

穀類の主要な炭水化物はデンプンであって、古くから反すう家畜に濃厚飼料を多給すると、飼料の消化率が低下する、としている。Nelson²⁹⁾らが、泌乳牛に粗飼料対濃厚飼料の割合を変えた完全飼料を与えた結果は、濃厚飼料の給与割合が高くなるにつれて、エネルギーと蛋白質の消化率は直線的に増加した。これに対する酸性デタージェント繊維の消化率も直線的に減少した。繊維成分のセルロースとヘミセルロースも同じような傾向で減少し、従来の成績に一致するものではあったが、濃厚飼料の割合との関係は明確でなかった。Price³⁰⁾も去勢牛を用いて、濃厚飼料の給与割合を高めると酸性デタージェント繊維の消化率が明らかに減少する、としている。このほかにもCampling³¹⁾、Depeters³²⁾およびHorton³³⁾の研究者によっても同じような成績が認められている。こうした消化率の低下は、(1)第一胃内の環境がセルロースやデンプンのような飼料中の炭水化物の発酵に対し好ましくない状態になる、さらに、(2)下部消化管内の環境も不適当になり、小腸における酵素活性が低下する、などいくつかの原因が複合した結果によって起る消化管内環境の変化に関係したものとみなされている。

さらに、Wheeler³⁴⁾は、乳牛に粗飼料対濃厚飼料の割合を変えた完全飼料を給与し、飼料摂取量が維持の水準では各飼料のデンプン消化率に差はなかったが、泌乳期に飼料摂取量を維持量の約2.5倍から3.2倍にすると、デンプン消化率が低くなった、と述べている。このように飼料摂取水準が高くなると、とくに飼料中のデンプンが反すう胃と小腸の消化を逃れて糞中に排泄されることがわかった。

そこで、消化管内環境を変えるため、飼料に緩衝剤を添加することが比較的古くから行なわれていた。Warner³⁵⁾は、肉用去勢牛の濃厚飼料多給時に、炭酸カルシウムを0.74%添加給与すると、有機物、セルロースおよびエネルギーの各消化率が改善されるとしている。この場合はとくにセルロース消

化率の向上が著しく、これが有機物の消化率の改善に大きく寄与したものと推察されている。これと同様に、Wheeler²⁷⁾も泌乳牛の濃厚飼料多給時に石灰岩を約2.7%添加することにより、乾物、粗蛋白質、エネルギー、細胞壁構成物質およびデンプンの消化率は高まるとしている。著者らも離乳子牛の人工乳主体給与時に炭酸カルシウムを人工乳に3.5%添加し、乾物、繊維成分およびデンプンの消化率に影響はなかったが、粗蛋白質消化率は有意に高くなることを認めた (Table 1)。Trenkle³⁶⁾は酸・塩基の不均衡は蛋白質の代謝に悪影響をおよぼすとしている。おそらく第一胃内が酸性から中性以上になると、飼料中の蛋白質が分解されやすくなり、第一胃内微生物の成長も促進され、したがって消化率も高くなるのであろう。このように蛋白質の利用性が改善されるのは、濃厚飼料を多給している場合であって、粗飼料を相当含むものに緩衝剤を添加しても蛋白質の節約作用は認められない。

以上述べてきた炭酸カルシウムの給与効果も、緩衝剤としての物理的、化学的な性質によって一様でないことが考えられる。たとえば、Wheeler³⁷⁾は、炭酸カルシウムの反応速度とカルシウム摂取水準の影響をたしかめるため、飼養試験を3回行なった。その結果は炭酸カルシウムの反応速度が速くなり、カルシウムの摂取水準が高くなるにつれて、乾物、有機物、細胞壁構成物質およびデンプンの消化率が有意に高くなることを認めている。また、濃厚飼料8.5%を含む完全飼料を給与している去勢牛に、反応速度の速い炭酸カルシウムを飼料に1.8～2.2%添加すると、乾物、有機物、粗蛋白質、細胞壁構成物質およびデンプンの消化率が増加する¹⁶⁾、としている。

他方、重炭酸ナトリウム添加飼料の消化率に關してもいくつかは報告されている。Lassiter and Cook³⁸⁾は、肉用雄子牛および去勢牛を用いて、ペレット飼料に重炭酸ナトリウムを0.5%添加した飲水を与えても消化率には影響しなかった。しかし、めん羊では飼料の粗繊維と粗脂肪の消化率が高くなった、としている。また、Nicholson³⁹⁾は、大麦、エンバク主体の飼料を粉碎か圧べんにして、重炭酸ナトリウムを5.7%添加して去勢牛に給与し

消化試験を行なったが、有機物および窒素の消化率には明らかな差異は認められなかった。さらに、トウモロコシ主体の肥育飼料に重炭酸ナトリウムを5.0%添加しても、乾物、粗蛋白質、酸性デタージェント繊維およびデンプンの各消化率に差異はなかった⁴⁰⁾、としている。このような報告に対し、Preston⁴¹⁾らが育成子牛に給与している完全飼料に、重炭酸ナトリウムをL25、2.50および7.50%添加すると、重炭酸ナトリウム添加量の増加にともなわずに乾物消化率のみが高くなることを認めている。しかし、これを支持する他の研究者の報告はほとんど見あたらない。

以上の報告から、反すう家畜用飼料に重炭酸ナトリウムを添加しても、その消化率にはほとんど影響しないものと考えられる。

ミネラル代謝と緩衝剤添加

反すう家畜において、第一胃内発酵が正常に行なわれるためには、第一胃内に各種ミネラルが適当量含まれていなければならない。第一胃内に存在する各種ミネラルは、第一胃内に棲息する細菌やプロトゾアの栄養源になると同時にそれらが第一胃内微生物の生育環境を構成する因子として重要な役割をはたしているからである。これに関して、古くはHubbert⁴²⁾とかChamberlain⁴³⁾がin vitroで第一胃内微生物の活性に対する各種ミネラル添加の影響とか、あるいはこれに対する各ミネラルの相互作用を検討している。

通常の飼養条件下における第一胃液のミネラル濃度の変化については、つぎのような報告がある。矢野⁴⁴⁾は、飼料摂取後にカルシウム、マグネシウムおよび塩素濃度はいくらか増加して、最高値はその後2～4時間目に達し、以後漸減する傾向を示す。これに対しカリウムおよびリン濃度にはとくに変化なく、ナトリウム濃度は逆に減少する傾向がある、としている。さらに、沢ら⁴⁵⁾はめん羊にミネラル組成の異なる飼料を給与した場合に、第一胃液のミネラル濃度の経時変化は、カルシウムとマグネシウムが主としてそれぞれ摂取量の影響を受けるのに対し、ナトリウムは唾液の影響を受け、カリウムおよび塩素は両方の影響を受ける、としている。第一胃液のカルシウムおよびマグネシウ

ム濃度が、このように飼料の摂取により上昇するのは飼料からの溶出によるものとされている。したがって、第一胃液のカルシウム濃度は、給与飼料の種類、あるいはカルシウム摂取量に強く影響されることになるであろう。

第一胃液のミネラル濃度におよぼす炭酸カルシウム過剰摂取の影響についての報告はつぎのとおりである。著者らは、離乳子牛の人工乳主体給時における第一胃液のカルシウム濃度は、炭酸カルシウムを添加した方が無添加に比べて有意に高く

Table 2. Ruminal mineral concentrations in calves fed added calcium carbonate

Time after feeding	Group ^a	Trial 1	II 2	Trial 1	III 2
Calcium, <i>mg/dl</i>					
0 hr		1.6 b	3.6 c	3.2 b	5.6 c
1		3.6 b	5.6 c	6.5 b	10.6 c
3		2.3 b	4.0 c	4.7 b	7.2 c
6		1.9 b	3.5 c	3.7 b	7.9 c
Av.		2.4 b	4.2 c	4.5 b	7.8 c
Phosphorus, <i>mg/dl</i>					
0				27.9	19.3
1				28.4	18.6
3				27.3	19.4
6				28.3	20.8
Av.				28.0 b	19.5 c

a Group 1, no supplemental calcium carbonate ; Group 2, calcium carbonate supplemented.

b, c Means on the same trial with different superscripts are significantly different (P < 0.05).

なったのに対し、リン濃度のそれは逆に低下する傾向がみられた (Table 2)。このことについて、矢野⁴⁶⁾は、めん羊に濃厚飼料を80%含む飼料のカルシウム含量を乾物中で約0.4, 1.2および1.9%にして食べたところ、第一胃液のカルシウム濃度は上昇したが、リン濃度は逆に減少する傾向にあったとし、大体において著者らと同じようなことを言っている。このようなことは、反すう家畜にカルシウムを過剰摂取せしめると、リンが欠乏しやすくなるという一般的な相互作用が、第一胃内のミネラル間にも存在していることのあらわれであろう。

反すう家畜のカルシウム吸収機序に関する見解は必ずしも一致していないが、おおかたの意見はカルシウムも第一胃から吸収されるが量的にはあまり重要でない、としている。反すう家畜が摂取する粗飼料その他飼料中のカルシウム含量には非常に大きな幅があるため、家畜は常に変動するミネラル摂取量に対し生体恒常性による制御が働い

てその過不足を調節している。したがって、カルシウム摂取量が適切なある範囲を越えた場合には、家畜はなんらかの形でこの過剰に対応することになる。そこで、反すう家畜がミネラル摂取量の大きな変動に適応する主な径路は、(a)吸収、(b)尿への排泄、(c)組織への蓄積、(d)乳への分泌および(e)糞への内生的排泄などである、としている。カルシウムは2価の陽イオンであり、これの主要な調節径路は吸収量の変化であるという。このことについて、Chicco⁴⁷⁾は去勢牛に給与した半精製飼料のカルシウム含量を乾物中で0.13%から0.78%にあげたら、高カルシウム飼料の方がカルシウムの糞中排泄量および血漿中濃度が有意に増加した、としている。さらに Dunham and Ward⁴⁸⁾は分娩前後の泌乳牛に給与する飼料のカルシウム含量が1.0%以上であれば、これに関連して血漿中のカルシウム濃度が高くなる。志賀⁴⁹⁾はめん羊に対し炭酸カルシウムを添加給与すると、カルシウムの糞中排

泄量および尿中排泄量を著しく増加し、同時に血清中のカルシウム濃度も有意に高くなった、としている。

これに対し、Wheeler³⁷⁾は肥育去勢牛の濃厚飼料75%よりなる完全飼料に、炭酸カルシウムを0.6、2.4および2.4%添加給与すると、カルシウムの添加水準が高くなるにつれて、カルシウムの糞中排泄量と体内保有量は有意に増加したが、血清中のカルシウム、リン、マグネシウム、ナトリウムおよびカリウム濃度に影響があらわれなかった。

Davison and Woods⁵⁰⁾は去勢めん羊にトウモロコシ主体の基礎飼料を制限給与し、これに炭酸カルシウムを日量8~14g添加したところ、カルシウムの糞中排泄量は明らかに増加した。しかし、これと

血中ミネラル濃度との関係は不明であった。

Verdaris and Evans⁵¹⁾の報告におけるカルシウム出納成績もこれらと大体同じような傾向であった。しかも Kincaid⁵²⁾も泌乳牛の飼料カルシウム含量(乾物中)を炭酸カルシウムで1.0%から1.8%に高めても、血漿中のカルシウム、マグネシウムおよび無機リン濃度には影響しなかった、としている。著者らが離乳子牛に乾草を自由に摂取させ、1日に人工乳を2.0~3.0kg給与して、その人工乳に炭酸カルシウムを2.0~3.5%添加した2回の実験においても、血清中のカルシウムおよびリン濃度に対する炭酸カルシウム摂取の影響は明らかでなかった(Table 3)。

以上のように、これまでの報告によれば炭酸カ

Table 3. Serum mineral concentrations in calves fed added calcium carbonate

Period	Group ^a	Trial	I	Trial	III
		1	2	1	2
Calcium, mg/dl					
35	day of age	9.13	10.32		
49		9.61	10.81		
63				7.91	9.59
70				5.94 b	7.10 c
77		9.73	10.29	5.50 b	8.35 c
84				6.37	6.98
91		10.20	9.37	6.38	7.61
98				8.38	8.70
105		9.59	8.92	8.48	8.55
126		8.59	9.03		
Av.		9.47	9.79	6.99 b	8.17 c
Inorganic phosphorus, mg/dl					
35		8.12	8.06		
49		7.86	7.53		
63				4.61	5.22
70				7.00 b	4.62 c
77		7.77	7.03	4.06	3.90
84				6.78 b	4.34 c
91		7.17	6.95	6.44 b	4.75 c
98				7.11	6.72
105		7.83	7.64	6.97	6.45
126		8.12 b	6.79 c		
Av.		7.81	7.33	6.14 b	5.14 c

a Group 1, no supplemental calcium carbonate; Group 2, calcium carbonate supplemented.

b. c Means on the same trial with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

ルシウム摂取が血清中のミネラル濃度におよぼす影響については、必ずしも同一の傾向を持った成績ではなく、炭酸カルシウム摂取が少量でもカルシウム濃度が上昇したかと思うと、他方、極めて大量の給与でもカルシウム濃度が増加しないということが示された。このような差異を生ずるのは、これに炭酸カルシウム摂取以外の因子が関与していることの示唆であろう。

家畜のミネラル代謝は、その様式が個々のミネラルによって異なっている。反すう家畜が重炭酸ナトリウムを摂取すると、第一胃内でナトリウムの多くが吸収され、過剰の分は急速に尿へ排泄される。すなわち、反すう家畜が過剰のナトリウム摂取に適応するのは主として尿排泄の径路と言える。

重炭酸ナトリウム摂取が第一胃液のナトリウム濃度に与える影響について、今泉らは、濃厚飼料に重炭酸ナトリウムを3.0%と6.0%の割合で添加し、乾乳牛に粗飼料と濃厚飼料を半分づつ給与した。その結果によれば、第一胃液のpHは重炭酸ナトリウム添加と無添加の間に顕著な差はなかった。これに対し、ナトリウム濃度は飼料摂取後1～2時間目が最高となり、その後は下降した。この場合にナトリウム濃度の上昇はナトリウム添加量に比例した、としている。

つぎに重炭酸ナトリウム添加飼料のミネラル出納成績についてみると、Hadjipanayiotou⁵⁴⁾は去勢めん羊に重炭酸ナトリウムを4.0%添加した飼料を維持量給与したところ、重炭酸ナトリウム添加はナトリウムの尿中排泄量を増加した。同時に飲水量も多くなり、これとナトリウムの尿中排泄量との間に正の相関が認められた、としている。矢野⁵⁵⁾もめん羊に重炭酸ナトリウムを飼料の1.5%および30%添加給与したら、重炭酸ナトリウムの給与はカルシウムとナトリウムの尿中濃度および尿中排泄量を増加したが、血清中の各ミネラル濃度には著明な変化はなかった、と報告している。

以上の成績から、重炭酸ナトリウム摂取が血中ミネラル濃度におよぼす影響はありえないものとみなされる。

結論と今後の問題

乳牛および肉牛の生産量を高め、その生産効率を改善するために泌乳牛と肥育牛の濃厚飼料には高エネルギー含量のものが推奨されてきた。しかし、一般に泌乳牛および肥育牛の生産能力があればあがるほど、濃厚飼料を多給してみても期待されるような飼料効率の得られないことが多い。

そこで、高エネルギー飼料の多給時に緩衝剤を添加すれば、濃厚飼料に対する家畜の適応も容易であり、またこれが穀類主体のものであれば消化率を改善する効果もあろう、と言われてきた。しかし、これまでの報告から、濃厚飼料多給時における緩衝剤とすれば、重炭酸ナトリウムは第一胃内および下部消化管内の過剰酸性を抑制する効果はほとんどないだろう。これに対し、炭酸カルシウムは飼料のカルシウム源になると同時に第一胃内および下部消化管内の両方の酸性を中和することができる2つの目的を持った緩衝剤と言えることなどがわかった。

このような緩衝剤の使用に際していくつかの問題が予想される。その潜在的問題のひとつに緩衝剤を長期間使用した時における微量ミネラルの利用についてはあるが、現在のところほとんど知られてない。したがって、第一胃内および下部消化管内の環境を飼料の利用にとって望ましい状態に維持できるような有効な緩衝剤を見出すため、さらに多くの研究が必要になろう。

文 献

- 1) Wheeler, W. E., Gastrointestinal tract pH environment and the influence of buffering materials on the performance of ruminants. *J. Anim. Sci.*, 51: 224 - 235. 1980.
- 2) Fenner, H., F. N. Dickinson and H. D. Barnes, Relationship of digestibility and certain rumen fluid components to level of feed intake and time of sampling after feeding. *J. Dairy Sci.*, 50: 334 - 344. 1976.
- 3) 和泉康史, 西埜進, 乾草の摂取量がウシ第一胃内揮発性脂肪酸の産生に及ぼす影響. 日畜会報 45: 29 - 35. 1974.
- 4) Topps, J. H., W. D. C. Reed and R. C. Elliott, Studies of the metabolism of cattle given high concentrate diets. *J. Agric. Sci.*, 66: 233 - 240. 1966.
- 5) 和泉康史, 各種飼料の給与がウシ第一胃内揮発性脂肪酸の産生に及ぼす影響. 日畜会報 46: 11 - 18. 1975.
- 6) 和泉康史, 窒素施用水準および刈取時期を異にする乾草およびサイレージの給与がウシ第一胃内揮発性脂肪酸の産生に及ぼす影響. 日畜会報 46: 24 - 28. 1975.
- 7) Fujita, H., Effect of different carbohydrates on the rumen fermentation and nitrogen utilization in silage - fed ruminants. *Jap. J. Zootech. Sci.*, 49: 40 - 46. 1978.
- 8) Oshio, S., I. Tahata, H. Kobayashi and T. Ami, Volatile fatty acids production in the rumen of young heifers given diets containing a large proportion of concentrate. *Jap. J. Zootech. Sci.*, 48: 545 - 553. 1977.
- 9) Yano, H., K. Miyoshi and R. Kawashima, Relationships between mineral metabolism and rumen fermentation in sheep. *J. Zootech. Sci.*, 47: 270 - 276. 1976.
- 10) Lyle, R. R., R. R. Johnson, J. V. Wilhite and W. R. Backus, Ruminant characteristics in steers as affected by adaptation from forage to all - concentrate diets. *J. Anim. Sci.*, 53: 1383 - 1390. 1981.
- 11) 和泉康史, 粗飼料と濃厚飼料の給与割合がウシ第一胃内揮発性脂肪酸の産生に及ぼす影響. 日畜会報 50: 443 - 452. 1979.
- 12) Irwin, L., G. E. Mitchel, Jr., R. E. Tucker and Schelling, Histamine, tyramine, tryptamine and electrolytes during glucose induced lactic acidosis. *J. Anim. Sci.*, 48: 367 - 374. 1979.
- 13) Koers, W. C., R. Britton, T. J. Klopfenstein, and W. R. Woods, Ruminant histamine, lactate and animal performance. *J. Anim. Sci.*, 43: 684 - 691. 1976.
- 14) Horn, G. W., L. Gordon, E. C. Prigge and F. N. Owens, Dietary buffers and ruminal and blood parameters of subclinical lactic acidosis in steers. *J. Anim. Sci.*, 48: 683 - 691. 1979.
- 15) Russell, J. R., A. W. Young and N. A. Jorgensen, Effect of sodium bicarbonate and limestone additions to high grain diets on feedlot performance and ruminal and fecal parameters in finishing steers. *J. Dairy Sci.*, 51: 996 - 1002. 1980.
- 16) Wheeler, W. E., C. H. Noller and J. L. White, Comparison between limestone and cement kiln dusts of similar rates of reactivity used in high concentrate diets for beef steers. *J. Anim. Sci.*, 52: 873 - 881. 1981.
- 17) McKnight, D. R., G. S. Hooper, L. A. Drevjany and W. E. Pollock, Effect of sodium bicarbonate all - concentrate rations fed to Holstein steers. *Can. J. Anim. Sci.*, 59: 805 - 807. 1979.
- 18) Wheeler, T. B., P. J. Wangness, L. D. Muller, and L. C. Griel, Jr., Addition of sodium bicarbonate to complete pelleted diets fed to dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 63: 1855 - 1863. 1980.
- 19) Miller, R. W., R. W. Hemken, D. R. Waldo, Okamoto and L. A. Moore, Effect of feeding buffers to dairy cows fed a high - concentrate, low - roughage ration. *J. Dairy Sci.*, 48: 1455 - 1458. 1965.
- 20) Kilmer, L. H., L. D. Muller, and T. J. Snyder, Addition of sodium bicarbonate to rations of postpartum dairy cows: Physiological and metabolic effects. *J. Dairy Sci.*, 64: 2357 - 2369. 1981.
- 21) Kellaway, R. C., D. E. Beever, D. J. Thomson, A. R. Austin, S. B. Cammell and Marian L. Elderfield, The effect of NaCl or Sodium bicarbonate on digestion in the stomach of weaned calves. *J. Agric. Sci., Camb.* 91: 497 - 503. 1978.
- 22) Kern, D. L., L. L. Slyter, E. C. Leffel, Ponies vs Steers: Microbial and chemical characteristics of intestinal ingesta. *J. Anim. Sci.*, 38: 559 - 564. 1974.
- 23) Wheeler, W. E., and C. H. Noller, Gastrointestinal tract pH and starch in feces of ruminants. *J. Anim. Sci.*, 44: 131 - 135. 1977.
- 24) Armstrong, D. G., and D. E. Beever, Post-abomasal digestion of carbohydrate in the adult ruminant. *Proc. Nutr. Soc.*, 28: 121. 1969.
- 25) Wheeler, W. E., and C. H. Noller, Limestone buffers in complete mixed rations for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 59: 1788 - 1793. 1976.
- 26) Russell, J. R., A. W. Young and N. A.

- Jorgensen. Effect of dietary corn starch intake on ruminal small intestinal and large intestinal starch digestion in cattle. *J. Anim. Sci.*, 52:1170-1176. 1981.
- 27) Wheeler, W. E., Effect limestone buffers on digestibility of complete diets and performance by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 63:1844-1854. 1980.
 - 28) Erdman, R. A., R. L. Botts, R. W. Hemken and L. S. Bull, Effect of dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide on production and physiology in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 63:923-930. 1980.
 - 29) Nelson, B. D., H. D. Ellzey, E. B. Morgan. and M. Allen, Effect of feeding lactating dairy cows varying forage-to-concentrate rations. *J. Dairy Sci.*, 51:1796-1800. 1968.
 - 30) Price, M., S. D. M. Jones, G. M. Mathison. and R. T. Berg, The effects of increasing dietary roughage level and slaughter weight on the feedlot performance and carcass characteristic of bulls and steers. *Can. J. Anim. Sci.*, 60:345-358. 1980.
 - 31) Campling, R. C., The effect of concentrates on the rate of disappearance of digesta from the alimentary tract of cows given hay. *J. Dairy Res.*, 33:13-23. 1965.
 - 32) Depeters, E. J. and E. M. Kesler, Partial replacement of concentrate by high quality hay for cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 63:936-944. 1980.
 - 33) Horton, G. M. J., K. A. Bassendowski and E. H. Keeler, Digestion and metabolism in lambs and steers fed monensin with different levels of barley. *J. Anim. Sci.*, 50:997-1008. 1980.
 - 34) Wheeler, W. E., C. H. Noller, and C. E. Coppock, Effect of forage-to-concentrate ratio in complete feeds and feed intake on digestion of starch by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 58:1902-1906. 1975.
 - 35) Varner, L. W., and W. Woods, Effect of calcium and starch additions upon ration digestibility by steers. *J. Anim. Sci.*, 35:410-414. 1972.
 - 36) Trenkle, A. H., The relationship between acid-base balance and protein metabolism in ruminants. Regulation of acid-base balance. Church and Dwight Co., Inc., Piscataway. NJ.
 - 37) Wheeler, W. E., C. H. Noller and J. L. White. Effect of level of calcium and rate of reactivity of calcitic limestone on utilization of high concentrate diets by beef steers. *J. Anim. Sci.*, 52:882-894. 1981.
 - 38) Lassiter, J. W. and M. K. Cook, Effect of sodium bicarbonate in the drinking water of ruminants on the digestibility of a pelleted complete ration. *J. Anim. Sci.*, 22:384-387. 1963.
 - 39) Nicholson, J. W. G., H. M. Cunningham and D. W. Friend, The addition of buffers to ruminant rations. II Additional observations on weight gains, efficiency of gains and consumption by steers on all-concentrate rations. *Can. J. Anim. Sci.*, 42:75-81. 1962.
 - 40) Rogers, J. A. and C. L. Davis, Rumen volatile fatty acid production and nutrient utilization in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. *J. Dairy Sci.*, 65:944-952. 1982.
 - 41) Preston, T. R., F. G. Whitelaw, W. A. MacLeod and Euphemia B. Charleson, The effect of sodium bicarbonate in all-concentrate diet for early weaned calves. *Anim. Prod.* 4:299. 1962.
 - 42) Hubbert, F. Jr., E. Cheng and W. Burroughs, The influence of potassium, sodium, rubidium, lithium and cesium on in vitro cellulose digestion by rumen microorganism with observations upon sodium and potassium influences in lamb fattening rations. *J. Anim. Sci.*, 17:576-585. 1958.
 - 43) Chamberlain, C. C. and W. Burroughs, Effect of fluoride, magnesium and manganese ions on in vitro cellulose digestion by rumen microorganisms. *J. Anim. Sci.*, 21:428-432. 1962.
 - 44) 矢野史子・川島良治・上坂章次, 家畜飼養における微量元素の重要性に関する研究. 第44報. 反すう家畜の第一胃内容液中のミネラル含量に関する in vitro の研究 (その1) 給飼後の経時的変化および第一胃内の部位による差. 食糧研報, 34:1-8. 1971.
 - 45) 沢明・千秋達道・松本達郎, めん羊の第一胃内液のマクロミネラル濃度. 日畜会報. 45:387-395. 1974.
 - 46) Yano, F., and R. Kawashima, Effect of calcium, phosphorus and magnesium administration on mineral concentration in rumen fluid of sheep. *Jap. J. Zootech. Sci.*, 50:646-652. 1976.
 - 47) Chicco, C. F., C. B. Ammerman, J. P. Feaster and B. G. Dunavant, Nutritional interrelationships of dietary calcium, phosphorus and magnesium in sheep. *J. Anim. Sci.*, 36:986-993. 1973.
 - 48) Dunham, J. R., and G. Ward, Influences of calcium intake and vitamin D supplementation

on the composition of lactating cows blood.

J. Dairy Sci., 54:863-866. 1971.

- 49) 志賀龍郎・篠崎謙一, 反すう動物のカルシウムおよびマグネシウムの代謝に関する研究. 1めん羊に対する炭酸カルシウムまたは塩酸ナトリウムの経口投与がマグネシウムとカルシウムの利用と排泄に及ぼす影響. 岩手大農報, 12: 379-388. 1975.
- 50) Davison, K. L., and W. Woods, Calcium and corn oil interrelationships as influencing ration utilization by lambs. J. Anim. Sci., 20:532-536. 1961.
- 51) verdaris, J. and J. L. Evans, Diet calcium and pH versus mineral balance in Holstein cows 84 days pre-to 2 days postpartum. J. Dairy Sci., 59: 1271-1276. 1975.
- 52) Kincaid, R. L., J. K. Hillers, and J. D. Cronrath, Calcium and phosphorus supplementation of rations for lactating cows. J. Dairy Sci., 64: 754- 758. 1981.
- 53) 今泉英太郎・浅沼昭三・小松芳郎・宮谷内留行・大森昭一郎, 重炭酸ナトリウム添加にともなう牛ルーメン内容の変化. 日畜北海道支部会報, 25: 19. 1982.
- 54) Hadjipanayiotou, M., Effect of sodium bicarbonate and of roughage on milk yield and milk composition of goat and on rumen fermentation of sheep. J. Dairy Sci., 65: 59-64. 1982.
- 55) Yano, H., S. Sakurai, and R. Kawashima, Effect of oral administration of sodium bicarbonate on urine and serum mineral concentrations in sheep. Jap. J. Zootech. Sci., 49: 104-109. 1978.

高泌乳牛に対するビタミンAの重要性

帯広畜産大学 小 野 齊

はじめに

ビタミンは蛋白質、糖質、脂肪などと並んで、動物の生命維持には欠くことのできない物質である。現在、ビタミンは約14種のものが確認されている。これらはホルモンと同様に僅かな量で生命現象の調整に関係しており、このうち一つでも不足すると特有の欠乏症状がおこり、生存、発育、繁殖あるいは日常の活動に重大な障害がおこる。

乳牛のような反芻動物はビタミンB群のように、第一胃がまだ未発達の子牛は別として、第一胃内の微生物によって合成されるもの、あるいはビタミンC、E、Kなどのように、飼料中あるいは消化管内で合成されるものがあり、これらの欠乏症は一般におこりにくいとされている。しかし、ビタミンAは体内で合成されないで、必ず外から補わなければならない。ビタミンAは植物にはほとんど含まれておらず、この前駆物質であるカロチンを牧草や粗飼料からとるのであるが、この含量は変動が非常に大きい。このため、ビタミンA欠乏症はカロチンの絶体量の不足による原発的なものと、またこれが十分であっても消化、吸収、代謝の障害によって、二次的に欠乏を生ずるものが知られている。

従来からともすると、北海道はわが国では代表的な大規模草地酪農地帯として知られ、草資源に恵まれているということから、ビタミンA不足の問題を等閑視する傾向がみられる。しかし、近年、酪農の飼養形態は大きく変化し、また乳牛個体当りの産乳量も一段と向上してきている。自給飼料基盤の充実、土地面積の有効利用あるいは管理の省力化、栄養充足の目的で、放牧地を減らして採草利用に力を入れる酪農家が急増してきている。放牧の時間短縮あるいは全廃、長期貯蔵の粗飼料給与、濃厚飼料給与量の増加、これらはいずれもビタミンA不足との関連から注目しなければならず、ビタミンAに関する問題は今後関心を寄せなければならない課題の一つと考える。

飼料中のカロチン含量

植物中のカロチンには β カロチン、 α カロチン、 γ カロチンなどがあり、その含量はそれぞれ80%、20%、極微量で、ビタミンAへの転換の割合、生物学的力価はそれぞれ100、53、28といわれ、¹⁾ β カロチンは他のカロチンに比べ高い活性を持っており、最も重要なビタミンAの供給源である。

カロチンの含量は新鮮な緑色を呈している牧草、特にアルファルファなどに多く、葉部に集中しており、青刈、サイレージあるいは乾草のいづれにおいても葉が脱落すると極端に減少する。²⁾ また新鮮な牧草中の蛋白質含量とも比例し、成育過程によって変化することが知られ、この現象は禾本科、豆科でともに観察されている。³⁾

乾草のカロチン含量は生草より著しく少ない。例えばオーチャードグラスの出穂期の生草は215 mg/kgであるのに対し、その乾草は30 mg/kgと激減する。また乾草は調整法や貯蔵中の条件によって著しく異なる。6カ月貯蔵後の乾草のカロチン含量の比較で、圃場乾草で雨にあたらないもののカロチン含量が2.7%であるのに対し、雨にあたったものは0.6%と著明な減少が認められている。これに対し常温通気乾燥のものは7.8%、熱風通気乾燥のものは1.8%と高い値が示されている。⁴⁾ このことは特に北海道のような乾草調製時期に雨の多い気象条件下にある地域では留意しなければならない。

サイレージではグラスサイレージは一般に含量が高く、オーチャードグラス（開花期）のものは150 mg/kgであるが、コーンサイレージ（黄熟期）のものは僅かに16 mg/kgと極端に低い。²⁾ しかし、グラスサイレージでも品質（pHや温度）によって大きく差のあることが、最近、実験によって示されている。⁵⁾ レッド・クロバー中の β カロチン含量が、好氣的条件下で酸添加によって、40～50時間という比較的早い時間に、pH 3.7～4.2で最も大きく20%以下に減少することが認められている。また

温度上昇によっても、その減少は大きく、23℃で75.5%のものが、52℃で14.4%に減少することが報告されている。pHの面からは望ましいもののほどカロチンの損失が大きく、また二次醗酵による温度上昇による影響も大きいことに注目しなければならない。また醗酵によってコーンサイレージ中に生成するエタノールが、貯蔵中のビタミンAを大量に減少させるという報告もみられる。^{6,7,8,9)}しかし、この問題はコーンサイレージ中のエタノール含量は一般に1.5%以下であり、実際的にはおこりにくいとする報告もみられる。¹⁰⁾

穀類では黄色トウモロコシは4.8 mg/kgと極端に少なく、濃厚飼料からは一般にカロチン補給は多くを望めない。

カロチンおよびビタミンAは酸化により容易に分解され、また、光、高温、酸敗した脂肪あるいは水にさらすと分解することが知られている。近年、飼料のペレット化、キューブ化が増加しているが、この工程での高圧、高温あるいは蒸気での影響もあることが報告されている。¹¹⁾

現在、わが国では飼料中のビタミン含量については日本標準飼料成分表の数値を用いているが、この数値はわが国での調査成績によるものは極めて少なく、ほとんどが文献値によっており、しかもすでに10年以前のものである。最近、北海道の各地で、各種の民間の酪農指導機関が国の機関と共同あるいは独自で飼料分析事業をとりいれた指導体制の整備に取り組みを開始している。この際、飼料中のカロチン含量の調査もあわせて検討する必要があると考える。

カロチンの吸収・利用と生理

β カロチンはカロチノイドの一つで、脂質としての性質を持ち、飼料中の β カロチンは体内に入り小腸で他の脂質と同様に上皮細胞にとり入れられ、その一部は一連の酵素系によってビタミンAに転換される。¹²⁾転換されなかった β カロチンは他の脂質のトリグセライド、レンチン、コレステロールなどとともカイロミクロンを形成して、リンパ管に放出される。循環血液中ではコレステロールと同様に、主にリポ蛋白質中のLDL、HDLの分画に入っていることが知られている。¹³⁾しかし、

循環血液中に入った β カロチンの生理作用や代謝については、まだほとんど明らかにされていない。カロチノイドの小腸における吸収は動物種により大きく異なり、ヒツジ、ブタ、ウサギなどではカロチノイドはほとんど循環血液中には含まれていない。ニワトリではキサントフィルのような水酸基を持つカロチノイドを選択的に吸収する。これに対して牛では炭化水素系のカロチノイドをよく吸収するため、血液や組織中のカロチン含量が高いことが考えられている。¹⁴⁾血液中の β カロチン含量は総コレステロール含量と有意な相関関係があることが報告されており、¹⁵⁾著者らの十勝地方における乳牛の調査でも同様な結果を得ている。^{16,17)}

カロチンからビタミンAへの転換は飼料の種類、牛の品種や年齢によって異なる。

コーンサイレージのカロチンよりもアルファルファ乾草のカロチンがビタミンAに転換されやすいという報告がある。¹⁸⁾この実験は去勢牛で行なわれ、血漿中のビタミンA含量は両者間に差はみられなかったが、血漿カロチン含量はコーンサイレージ給与の方が多く、一方、肝臓のビタミンA含量はアルファルファ乾草給与の方が多かったと述べられている。これはアルファルファ乾草中のカロチンがコーンサイレージのカロチンよりもビタミンAに転換されやすいことを示すものであるとしている。

牛の品種については、ホルスタイン種とジャージ種ではジャージ種の方が転換力が弱く、このため乳汁にカロチン含量が多く、黄色が強く、体脂肪にもその影響が現われているという。¹⁹⁾年齢については、年齢、月齢の若い牛はビタミンAの欠乏症が早くおこることが実験によって示されているが、これは肝臓の貯蔵量が少ないことが関係すると考えられている。²⁰⁾

飼料中のカロチン含量の変化は乳牛の血液および乳汁中のカロチン、ビタミンAの含量にも明らかに影響が現われてくる。放牧期の乳汁中の脂肪は舎飼期のものに比べ、カロチンで約60%、ビタミンAで約50%多いことが示めされている。¹⁹⁾わが国における調査でも、乳脂肪中の総ビタミンAに占めるカロチンの割合は春、夏、秋、冬の各季に、それぞれ13.2%、20.0%、21.7%、11.6%あったと報

告されている²¹⁾。また北海道の乳牛について放牧期と舎飼期の違いが上月²²⁾によって報告されている。放牧期9月には血液中のカロチンおよびビタミンAが、それぞれ $538\text{r}/100\text{ml}$ 、 $139\text{IU}/100\text{ml}$ のものが、舎飼中期2月には $218\text{r}/100\text{ml}$ (40%)、 $74\text{IU}/100\text{ml}$ (54%)と減少がみられ、牛乳においても9月にはカロチンおよびビタミンAが、それぞれ $48\text{r}/100\text{ml}$ 、 $166\text{IU}/100\text{ml}$ のものが舎飼末期5月には $8\text{r}/100\text{ml}$ (18%)、 $71\text{IU}/100\text{ml}$ (42%)と同様に減少が認められている。最近、著者らが行なった大学附属農場の未經産牛を用いての調査では、血中ビタミンA含量は放牧期、舎飼期では大きな差はみられなかったが、血中カロチン含量では舎飼期は放牧期の40%以下に減少することを認めている。

注目される報告として、ビタミンA不足の飼料を給与している乳牛の肝臓貯蔵のビタミンAは、月平均34.8%ずつ消耗されたという報告がある^{24,25)}。このことは放牧期に十分にビタミンAを肝臓に貯えたとしても、ビタミンA不足の飼料を給与した場合には約3カ月たらずで貯えは無くなることを意味し、舎飼期中期以降のビタミンAあるいはカロチン補給の必要性を物語るものといえる。

分娩前後には生理的に血中ビタミンAが低下することが知られており、この時期のビタミンAの補給の必要性が強調されている。Sutton²⁶⁾の報告によると、冬期貯蔵飼料給与下における分娩3週間前から分娩時にかけての血液中ビタミンAの減少は、平均52%(36~87%)であったと述べている。またWise & Atheson²⁷⁾は分娩12週間前より125万単位のビタミンAを投与しても分娩時のビタミンAの低下を防ぐことができなかったと述べている。著者ら¹⁶⁾の最近行なった試験においても、分娩前約10日前より分娩時にかけて血中ビタミンAは急速に低下し、約30~40%の減少がみられ、分娩後20~50日間は急速に、その後は緩やかに上昇することを認めている。

また疾病やストレスによってビタミンAが大量に消費されることが知られている。吉田²⁸⁾はいくつかの実験を行ない、ストレス時、一過性に血中ビタミンAの上昇がみられることから、肝臓貯蔵のビタミンAが極めて短時間内に血中に放出される

が、相当の強さの感作が生体に加わった場合でもビタミンAの復元は早いことを認めている。しかし、感作が長期にわたると血中ビタミンAが減少することから、一般に血中ビタミンAの低下は、ある程度のビタミンA欠乏状態が進むまでおこらないと考えられると述べている。また高井²⁹⁾は血中ビタミンAの低下現象は一種の生体の適応反応で、主にエステル型として貯蔵されているものをアルコール型に変化放出し、血中濃度を維持する。ストレス時にはカロチンの腸からの吸収能力も障害をうけ、長い感作によってカロチンからの転換も弱まり、ますます体内のビタミンAを消耗させる結果となると推論している。Kogan³⁰⁾およびDeadrick³¹⁾は薬物による無菌化膿巣および角質増多症作出時の血中、肝臓中のビタミンAやカロチンの消長も明らかに系統的ストレスによることを認めている。

乳房炎は乳牛の疾病の中でも繁殖障害と並び、多発する問題の疾病である。乳房炎と血中ビタミンAに関して、最近、Chew³²⁾はCMT反応の陽性度の高いものほど血中ビタミンAおよび β カロチンが低いことを報告している。同様な調査が釧路地区において瀬田³³⁾によつてなされている。乳房炎罹患牛は同一飼養条件下にある正常な対照牛と比較して、血中ビタミンAおよび β カロチンが20~40%低値を示し、PLテスト陽性度が高くなるにつれ低値を示すことが認められている。著者らも道南地区の乳房炎多発農家における乳房炎牛と正常な対照牛の血中ビタミンAと β カロチンについて測定を行なったが、血中ビタミンAは対照牛はほとんどのものが $100\sim150\text{IU}/\text{dl}$ を示していたのに対し、乳房炎牛は全例 $100\text{IU}/\text{dl}$ を下廻り、 $30\text{IU}/\text{dl}$ を示すものもあり、明らかに低いことを認めている。

この他、摂取したカロチンの吸収とビタミンAへの転換に影響をおよぼす要因として次のようなものがあげられている。

飼料中にヨードが欠乏した場合、甲状腺の活性との関連からチロキシンの生産が減少し、カロチン転換が阻害されることが知られている。また飼料中のリンがカロチンをビタミンAに転換する上で重要な役割を果たすという報告もみられる³⁵⁾。さら

に低リンの場合、高カルシウム、低カロチンの飼料給与で、肝臓からのビタミンAの流出が減少し、ビタミンA欠乏症が発生することが報告されている。³⁶⁾飼料中あるいは飲水中の硝酸塩や亜硝酸塩もカロチン転換に大きな影響を与えることが知られており、硝酸塩中毒を発生させる濃度より低い場合でも転換阻害や代謝阻害がおけるとされている。これに関する報告は乳牛、³⁷⁾肉牛、³⁸⁾めん羊³⁹⁾などにおいて数多くみられる。

カロチンはビタミンAよりも吸収はよくなく、ARCではビタミンAアルコール1 μ gに相当する飼料中の β カロチン量として、反芻獣では5 μ gという数値を推奨している。⁴⁰⁾

小腸で吸収されたビタミンAの大部分が肝臓に貯えられることは古くから知られていたが、肝臓のどの部分に、どの細胞に貯えられているかが実証されたのは最近で、約10年前である。電子顕微鏡を用いた観察によってビタミンAを特異的に貯える細胞が突き止められ、現在、ビタミンA貯蔵細胞と呼ばれている。この細胞は肝臓のほか肺臓、消化管、リンパ節、脾臓、子宮などにも広く分布し、その最大の特徴はビタミンAの量に応じて数が増減する脂質滴をもっていることがあげられている。⁴¹⁾しかし、ビタミンAの代謝のメカニズム、欠乏症や過剰症がなぜおこるのかは、依然明らかにされていない。近年、ビタミンAの代謝について蛋白質栄養との関係からの研究が数多くなされ、ビタミンA結合蛋白 (retinol binding protein; RBP) が発見され、めざましい進展がみられている。^{42,43,44)}

関心がもたれる報告として、ビタミンA欠乏症に関して蛋白質栄養を重視するものがある。⁴⁵⁾開発途上国におけるヒトのビタミンA欠乏症が今なお絶滅できないのは、単純なビタミンA欠乏症ではなく、低蛋白質栄養を伴っていることに原因があると、開発途上国は主としてビタミンAはカロチノイドに60~100%と大きく依存しており、その吸収の面に問題があり、食物中の蛋白質はもちろん、脂肪の含有量がより重要であると述べている。また肝臓のビタミンA貯蔵が十分であれば、食物蛋白質の補充のみで血中ビタミンAの上昇がみられたという報告もみられる。⁴⁶⁾これは肝臓からのビ

タミンAの血中放出に、その結合蛋白であるRBPが特異的な役割をもつことを考慮すれば説明が可能となる。一方、肝臓貯蔵のビタミンAが境界域にある症例では、急激な蛋白質の補給がむしろビタミンA欠乏症状を顕在化するといわれ、治療対策の上で注意を要するとも述べられている。またこれはおそらく蛋白質摂取に伴う体内ビタミンAの要求量が増加することが一因であろうとする報告もみられる。⁴⁷⁾

乳牛のビタミンA欠乏症

ビタミンA欠乏の症状は大別すると二つに別けられる。一つは夜盲症に関係した眼の変化で、もう一つは粘膜上皮の角化によって粘膜上皮の保護作用が低下することである。

Zintzen⁴⁸⁾はビタミンA欠乏の症状を次のようにまとめている。

- 1) 視覚の正常な維持ができなくなるという症状
- 2) 上皮組織の膜の変化や、あるいはそれらの機能が阻害され、それによって呼吸器系や消化器系の上皮粘膜の感染に対する抵抗性が低下したり、あるいは子宮内膜や内分泌腺、外分泌腺の機能低下などの症状
- 3) 骨形成異常や運動失調などの骨成長過程の変調という症状
- 4) 飼料の利用性の低下により、蛋白質の蓄積量の減少、成長低下、体重減少といった症状である。

子牛や若齢牛はビタミンA欠乏にかかりやすい。子牛はDomanskiらの実験的な研究によるとカロチンをビタミンAに転換できるようになるのは生後14日以上であると述べている。また6週齢まで転換できないともいわれている。⁴⁹⁾この間、子牛は全面的に外からのビタミンAの供給に依存することになる。このためビタミンA欠乏になりやすく、特に分娩後間もない子牛は細菌感染に対する抵抗力が著しく低く、鼻咽腔や呼吸器、消化器の粘膜の弱化によって感染をおこしやすい。また成牛に比べ若齢牛はビタミンAの体内での貯蔵量が少なく、成牛より早くビタミンA欠乏を起すことが知られている。Riggs⁵⁰⁾の実験によると3~5カ月齢

の子牛は56～79日、9～8カ月齢の子牛では平均137日、1歳牛では平均178日であったと述べている。

また成牛がビタミンA欠乏時には抗体の形成が低下し、その結果、初乳中のガンマーグロブリン含量が減少し、子牛への抗体の移行が不十分となる。同時に初乳中のビタミンA含量についてみても、母牛がビタミンA欠乏状態の場合、分娩後3時間の初乳には乳脂肪1g当り133IU、3日後には59IUであるのに対し、ビタミンAの豊富な状態の場合は、それぞれ535IU、155IUと高いことが知られている。Branstetterらは母牛の肝臓中のビタミンA含量が平均 $272\mu\text{g/g}$ あり、ビタミンAおよび β カロチンの摂取量も十分であったが、出生時の子牛の肝臓中のビタミンA含量は平均 $7.3\mu\text{g/g}$ であったと報告している。また共同研究者の石田¹⁷⁾は胎児肝臓1g当りのビタミンA含量は臍帯血液1ml当りの約29倍あることを認め、胎児の肝臓にビタミンAが貯蔵されることが考えられるとしている。しかし妊娠後期、体長70cm以上の胎児の肝臓中のビタミンA含量は $6.09 \pm 2.42\mu\text{g/g}$ であり、母体肝臓中のビタミンA含量の4%にすぎないとしている。

成牛では子牛に比べ、盲目症、浮腫あるいは神経症などの典型的なビタミンA欠乏症は現われにくく、低ビタミンA血症の場合の繁殖能力の低下が一般に重視されている。Ronning⁵²⁾は妊娠期間中のカロチン摂取量と繁殖成績について、数多くの症例を統計的にまとめ、次のように述べている。妊娠初期の胎児の早、流産の発生、死産あるいは分娩子牛の眼障害、虚弱で死亡するものが多く、発育も遅延することがあげられている。またこの他に子牛の脳水腫の発生も報告している。Jaskowski⁵³⁾らは6カ月半、カロチン欠乏飼料を給与し、発情周期が2カ月目から不規則となり、発情持続、卵巢機能障害がその数週間後に観察され、試験終末には不受胎となり、また正常飼料にもどしたら少数のものが受胎したと述べている。この間、全牛とも試験4カ月目に乳房の腫大を認めている。

最近、西ドイツのLotthammer⁵⁴⁾らは乳牛の繁殖に対する β カロチンの役割を調べる目的で一連の

実験を行ない、 β カロチンはビタミンAの前駆物質としての役割だけでなく、牛に対して β カロチン自体が直接に繁殖生理に関係をもち、ビタミンAでは得られぬ特別の効果があることを報告した。それによると β カロチン不足は微弱発情、無発情、排卵遅延および卵巢囊腫が多発し、妊娠初期の早期流産の増加、乾乳期での不足で子牛の下痢が多発することが指摘されている。

またカナダにおける野外試験においても、 β カロチン投与により繁殖成績が向上したことが報告されている。⁵⁵⁾

これに対してイスラエルのFolman⁵⁶⁾は実験的に低カロチン飼料を給与した乳牛の繁殖成績は β カロチン投与の有無により影響されなかったことを報告している。田島¹⁶⁾も十勝地区においてコーンサイレージを主体とした冬期貯蔵飼料給与下にある妊娠末期の未經産牛を用い、分娩予定日の10日前からビタミンAと β カロチンを組合せて投与した場合とビタミンAを単独で投与した場合の分娩後の繁殖成績への影響および血中ビタミンA、 β カロチンの経時的变化を検討した。その結果、繁殖成績は分娩から初回発情までの回数、受胎当り授精回数、空胎日数、初回授精受胎率および最終受胎率について検討したが、いずれも試験群間に有意差は認められずLotthammerらの成績と異なる結果を得た。しかし、試験開始時点のビタミンAおよび β カロチン含量の高低による相異によることが考えられ、この問題は今後さらに検討が必要であると考えられる。

乳牛のビタミンA要求量

ビタミンAは乳牛にとって非常に重要なビタミンであり、ビタミンDとともに、米国や英国の公認の飼養標準(NRC, ARC)にも要求量が詳細に記載されており、日本飼養標準もビタミンについてはNRCに準拠して作られている。

NRC(1978)によれば体重650kgの泌乳牛の維持に要するビタミンAは日量50,000IU、体重750kgのものは57,000IUとしている。現在用いられている日本飼養標準(1974)は改定前のNRC(1971)をもとに作られているため、体重650kgのものは28,000IU、体重750kgのものは32,000

IUと低い値が示されている。これに対し、ARC は、乳牛、肥育牛および若牛について、それぞれ50,000～150,000、40,000～70,000および30,000～50,000と一般に高い数値を示している。

要求量という言葉は曖昧で混乱をおこしやすいが、これは最小許容量を示すものと解すべきである。要求量に影響を与える因子は非常に多様であり、これを決定する方法にも様々なものがあり、また生体での利用性には内的、外的因子が複雑に相互に関係している。さらに年齢、性、生産水準あるいは維持、成長、泌乳、繁殖、環境などの影響もあげられる。このため実際には乳牛の飼養においては安全率を見込む必要がある。

NRCの解説によると、ビタミンAの要求量は安全率を見込んで産乳のためには維持要求量の150%、妊娠後期には維持量の180%、また肥育牛には2倍量を給与すると良いとしている。

泌乳牛に対しては特に乳汁中へのビタミンAの流出の大きいことに注目しなければならない。従来からわが国の市乳のビタミンA含量は津郷の報告⁵⁷⁾から100ml中100IUとされてきている。最近改訂された日本食品成分表四訂(1982)では生乳について、レチノール30 μ g/100g、カロチン12 μ g/100g、ビタミンA効力120IU/100gと記載されている。

中西⁵⁸⁾によると昭和28年、東北地方の市乳中のビタミンA含量は市乳100ml中、3月が最高で86IU、2月は最低で18IUであったと述べている。この値は当時のアメリカ市乳⁵⁹⁾の100ml中180IU比較して著しく少ないことを指摘している。北海道での測定結果については上月²²⁾の報告があり、放牧期(9月)100ml中166IU、舎飼末期(5月)71IUという値が示されている。いずれも飼料中のカロチン含量の少ない冬季においては夏季に比較して著しく低い。

大原⁶⁰⁾はいくつかの文献をもとに、牛乳に含まれるビタミン含量を一括表示している。ビタミンAについて牛乳1g当りの含量(IU)は分娩後1週・11.60、2週・7.76、3週・4.30、4週・3.26、5週・2.14および泌乳中期・0.69と記載している。

この数値をもとに計算をすると、体重650kg、分娩後1週、日乳量25kgの乳牛は1日約30,000

IUのビタミンを乳汁中に流出することになり、維持必要量の50,000IUを加え、1日約350,000IUが最低必要となる。また泌乳中期のものは約67,000IUとなる。

またHansen⁶¹⁾はNRC標準から、体重1,400ポンド(636kg)の妊娠牛には1日48,370IU(121mgカロチン相当)が必要とされ、これは1日1～3ポンドの早刈牧草、3～8ポンドのサイレージまたは1ポンド以下のアルファルファ乾草の給与で十分であるとしている。しかし通常の牛乳(脂肪4%、ビタミンA1,500IU/l)を生産しようとする場合には20～25倍のカロチンまたはビタミンAを必要とすると述べている。

近年、ビタミンAの投与方法に関して、肝臓内にビタミンAを十分に貯蔵させ、それを維持して行くことの利点を多くの実験から証明し、1回大量投与の方法が注目されている。⁶²⁾

この利点は肝臓のビタミンが長期間血中濃度を維持して、日々の要求量を満すことができ、また感染などによりビタミンAの要求量が増加した時、直ちに有効に働く、さらに妊娠後期の投与によって貯蔵されたビタミンAはガンマーグロブリンとともに母体から胎児への移行、初乳への移行の面でも著しく効果があると考えられている。

ビタミンAは過剰に給与しても牛では安全性は高いとされている。NRC要求量の120倍を給与しても悪影響はみられず、457倍で初めて中毒状態が認められたという報告がある。また肥育牛に日量168,000IUのビタミンAを280日間与えた例や、日量2,500,000IUを168日間与えた例でも悪影響はみられなかったという報告もある。⁶³⁾しかし、子牛に連日大量投与すると(正常の約100倍)、成長率の低下、運動器障害、脳脊髄液圧の低下をもたらすという報告もみられる。⁵⁾

これらのことから成牛では1回の給与量は1,500万IU程度までは安全量と考えられ、4,000万IU以上の給与は避けるべきであると考えられる。

乳牛の疾病発生状況に注目

北海道における乳牛(生後6ヵ月以上の雌牛)の死亡・廃用状況を家畜共済頭数被害率でみると、⁶⁴⁾昭和47年以降、多少の変動はあるが増加の

傾向がみられ、52年以降はその割合を増し、56年には40%に達し、47年の22%に対しほぼ倍増している。これを家畜共済掛金に対する国庫負担金でみると、56年には遂に50億円を越え、農家に対する支払い共済金も死亡・廃用事故で47年5億円に対し56年45億円、また病傷事故では8億円に対し44億円と著明な増加がみられる。

疾病の内訳を草地酪農地帯の十勝、根釧、北見の三地区でみると、いずれの地区も繁殖障害と乳房炎によって死亡・廃用の約50%、病傷事故の約70%が占められている。

十勝地区N村の疾病発生の年次推移と経産牛1頭当りの産乳量の年次推移とを対比してみると、4,000 kg台で乳量が小幅な伸びを示した47年から51年にかけては疾病発生は抑えられていたが、52年以降5,000 kgを越え6,000 kg台に近づくにつれ、一斉に疾病発生が増加している。このような現象はN村にかぎらず北海道草地酪農地帯全域においてみられる。

N村の酪農家ごとの経営技術診断報告によると、酪農家ごとの年間産乳量は購入飼料費との間には正の相関関係がみられるが、疾病発生率との間には一定の関係がみられず、また疾病発生率は購入飼料費の多い酪農家では少ない傾向にあることが指摘されている。このことは高産乳量の乳牛飼養頭数は急速に増加してきているが、給与粗飼料の量および質あるいは飼料給与技術の面で問題のある酪農家が多いことを物語るものといえよう。

Sommer⁽⁶⁵⁾は西ドイツにおいて1950年から1973年の間に、乳牛1頭当りの産乳量が3,785 kgから4,600 kgに増加したが、この20%の生産増加もこの間に不妊症が167%、乳房炎が217%と著しく増加し、乳牛の疾病発生増加による損失によって相殺されたと述べている。疾病のほとんどは分娩前後に発生し、代謝異常によるものであり、分娩前後の飼料給与、栄養充足の問題と密接な関連があり、エネルギー代謝の面から第一胃機能と肝臓機能の問題を重視すべきであるとしている。

遺憾ながら北海道草地酪農地帯においても、乳牛の健康の面から眺めた場合、同様な現象が、現在、高泌乳牛の一部ですでにおこっているといわざるを得ない。今後の酪農は、なにをさておいて

も経営の安定をはからなければならない。そのためには乳牛1頭当りの産乳量の増加をはかるとともに、乳牛の疾病による事故率を極力抑えなければならない。高泌乳牛に対してはまづ第一に、第一胃機能と肝臓機能の異常に注目すべきであり、これらと密接な関係をもつビタミンAの問題にも関心を寄せなければならないと考える。

文 献

- 1) ZECHMEISTER, L. (1949); Vitams. Horm. 7, 57.
- 2) NRC. (1978); National Academy of sciences.
- 3) WAITE & SASTRY. [WATSON, S.J. (1951); Grassland and Grassland Products]
- 4) SWANSON, E. W. & HISTON, S. A. (1951); J. Dairy Sci. 34, 419.
- 5) PAVEL KALAC & VLADIMIR KYZLINK. (1979); Animal Feed Science & Technology. 4, 81.
- 6) MILLER, R. W. et al (1969); J. Dairy Sci. 52, 1998.
- 7) JORDAN, H. A. et al. (1963); J. Animal Sci. 22, 738.
- 8) ZIMMERMAN, J. E. et al. (1963); J. Animal Sci. 22, 1133.
- 9) SMITH, G. S. et al. (1961); J. Animal Sci. 20, 952.
- 10) FENNER, H. (1968); Pers. com. (J. Dairy Sci. 52, 1998, 1969 より引用)
- 11) SHIELDS, Jr. R. G. et al. (1982); Feedstuff. Nove. 15.
- 12) LORING, B. J. et al. (1976); J. Lipid Research. 17, 343.
- 13) 川崎近太郎(1955); ビタミン. 9, 235.
- 14) 橋本正之ら(1981); 日本ロシユ技術本部管理部 (未発表).
- 15) LOTTHAMMER, K. H. & AHLSEWEDE, L. (1977); Dtsch. Tierärztl. Wschr. 84, 220.
- 16) 田島淳史(1982); 帯広畜産大学修士論文.
- 17) 石田聡一(1982); 帯広畜産大学修士論文.
- 18) MILLER, R. W. et al. (1967); J. Dairy Sci. 50, 997.
- 19) KRUKOVSKY, V. N. et al. (1950); J. Dairy Sci. 33, 791.
- 20) RIGGS, J. K. et al. (1940); J. Nutrition. 20, 491.
- 21) 佐々木林治郎ら(1955); 農化. 29, 234.
- 22) 上月操一ら(1952); 北海道農試彙報. 63, 132.
- 23) 大谷雅之. (1982); 帯広畜産大学家畜生産学科卒業論文.
- 24) HAYES, B. W. et al. (1966); J. Animal Sci. 25, 901.
- 25) SWANSON, G. G. et al. (1968); J. Animal Sci. 27, 541.
- 26) SUTTON, T. S. et al. (1945); J. Dairy Sci. 28, 933.
- 27) WISSE, G. H. & ATHESON, F. W. (1947); J. Dairy Sci. 30, 279.
- 28) 吉田信行(1957); 日獣会誌. 10, 12.
- 29) 高井俊夫(1956); ビタミン. 10, 399.
- 30) KAGAN, D. M. & KAISER, E. (1956); J. Nutr. 57, 287.
- 31) DEADRICK, R. E. et al. (1955); J. Nutr. 57, 287.
- 32) CHEW, B. P. et al. (1982); J. Dairy Sci. 65, 211.
- 33) 瀬田俊志(1982); 北海道臨床獣医学会発表.
- 34) SMITH, A. M. et al. (1966); J. Dairy Sci. 49, 1.
- 35) JONES, J. R. et al. (1966); J. Dairy Sci. 49, 491.
- 36) GEURIN, H. B. (1981); J. Animal Sci. 53, 758.
- 37) GARNER, G. B. (1958); Mo. Agr. Exp. Sta. Bul. 708.
- 38) JORDAN, H. A. (1963); J. Animal Sci. 22, 738.
- 39) GOODRICH, R. D. et al. (1964); J. Animal Sci. 23, 100.
- 40) MCDONALD, P. et al. [神立誠(監修)(1981) 家畜栄養学. 国立出版]
- 41) HIROSAWA, K. & YAMADA, E. (1973); J. Elect. Microsc. 22, 337.
- 42) OLSON, J. A. (1969); Fed. Proc. 28, 1670.
- 43) ROELS, O. A. (1970); J. Amer. Med. Ass. 214, 1097.
- 44) WASSERMAN, R. H. & CORRADINO, R. A. (1971); Ann. Rev. Biochem. 40, 501.
- 45) ROELS, O. A. (1970); J. Amer. Med. Ass. 214, 1097.
- 46) ARROYAVE, G. et al. (1963); J. Pediat. 62, 920.
- 47) 武藤泰敏(1973); 代謝. 10, 884.
- 48) ZINTZEN, H. (1975); ロシユ飼料セミナー講演集. 6, 58.
- 49) DOMANSKI, E. et al. (1957); Vet. Bull. 27, 136.
- 50) RIGGS, J. K. et al. (1940); Nutrition. 20, 491.
- 51) BRANSTETEER, R. F. et al. (1973); J. Vit. Nutr. Res. 43, 142.
- 52) RONNING, M. & KNOT, C. B. (1952); J. Dairy Sci. 35, 283.
- 53) JASKOWSKI, L. et al. (1957); Vet. Bull. 27, 136.
- 54) LOTTHAMMER, K. H. (1969); Feedstuffs. 51, 36.
- 55) Roche Canada Quarterly Technical Report. (1979); Dec. 31.
- 56) FOLMAN, Y. et al. (1979); Br. J. Nutr. 41, 353.
- 57) 津郷友吉(1949); 畜産の研究. 3, 9.
- 58) 中西武雄(1956); 畜産の研究. 10, 1343.
- 59) HOZM. (1954); U. S. Dept. Agr. B. D. I. M. Inf. 25.
- 60) 大原久友(1977); 酪総研資料. 7号. 40.
- 61) HANSEN, P. (1980); Feedstuffs. 52, 50, 18.
- 62) ファンベルス, G. W. (1980); ファンベルス講演集.
- 63) 松下維浄(1980); 農業技術大系. 畜産3, 366.
- 64) 家畜共済事業統計表(昭和56年度); 北農共連.
- 65) SOMMER, H. (1975); Veterinary Medical Review. Bayer. 1, 42.

塩蔵に代わる原皮保存法

北大農学部 大杉次男

集中と大型化はすでに一部の地域に水不足を発生させ、それに伴う自然回復力を上廻る河川、沼湖の汚濁は生態系の破壊を憂慮させる様相を呈し始めている。

動物皮は、タンパク質35%、水分60~70%を主成分とし、これに少量の脂質、炭水化物、鉱物質が加わる。この化学的組成から察せられるように、皮は腐り易い。屠体より得られる皮を有用な物質に転換する原料として確保するためには、剥皮後ただちに皮に防腐処置を施さねばならない。皮の保存のために、一部スキン（小動物の皮）は乾皮に仕立てられるものの、ハイド（成熟した大動物の皮）では塩蔵が一般的である。

塩蔵法の目的は皮の水分を少くすると共に皮内の水分に食塩を飽和させて、細菌の作用から皮を守るにある。長期の保存に耐える健全な塩蔵皮の基準は、水分48%以下、灰分（塩分）14%以上、食塩飽和度で示せば80%以上である。

塩蔵コストの上昇を抑えるために塩蔵方法は進歩してきているが、皮に岩塩を散布し皮を積み上げて塩蔵皮を仕立てる在来のソルトバック法にあっては、施塩量は生皮重量に対して米国では100%、欧州では60%が慣習的である。25kg重量の生皮（水分65%）に対して生皮重量の50%量の食塩（125kg）を施塩したとする。収縮率17%とみて、塩蔵皮重量は約21kg、水分48%の塩蔵皮中の水を飽和させるに必要な食塩量は $21\text{kg} \times 0.48 \times 0.36 \div 3.6\text{kg}$ で、施塩量全体の29%に過ぎない。また、塩蔵期間中に皮から滲出する水に溶失する塩量は $6.17\text{kg} \times 0.36 \div 2.2\text{kg}$ で、全施塩量の18%。残余の食塩は厳密な意味では塩蔵に直接役立っていない。皮から流失する飽和食塩水量に限ってみても、皮一枚当り6ℓ余である。これを $\text{NaCl } 1,000\text{mg}/\ell$ の濃度の排水量に換算するなら、塩蔵皮仕立場において牛皮一枚当り $\text{NaCl } 1,000\text{mg}/\ell$ の排水が約2トン発生する。また、塩蔵皮を使用する製革工場では、塩蔵皮一枚から $\text{NaCl } 1,000\text{mg}/\ell$ の排水

3.6トンが発生する。

我国では製革用に牛皮を年間1,100万枚消費する。その90%は輸入塩蔵皮である。したがって、我国製革業は塩蔵皮に由来する $\text{NaCl } 1,000\text{mg}/\ell$ の排水を年間3,600万トン流出する。実際の塩蔵皮には過剰の固型塩が附着しているから、食塩の流出量はさらに多くなる。

世界の原皮生産は推定成牛皮（含む小牛皮）2.8億枚、緬羊皮4.3億枚、山羊皮2億枚である。全部が全部塩蔵皮に仕立てられていないが、皮の塩蔵がもたらす水の食塩汚染は大きい。自然保護のため、製革工場排水中の可溶性固型物を極力少くしなければならない。

食塩はすぐれた保存剤であり、塩蔵には複雑な設備、機械を要せず、塩蔵作業は単純で、しかも塩蔵皮は1~2年の長期保存に耐える。しかしながら、排水からの食塩の除去は技術的に手数を要し、経済的に成立しない。このような背景のもとに、塩蔵法に代わる皮の保蔵法が必要となる。原料皮の保存形態の変化は原料皮の流通機構に反映し、さらに、鞣製工程の変革を促す要因と考える。この意味から、塩蔵以外の原皮保蔵法の研究状況に注目したい。

1. 少量塩・防腐剤併用による保蔵法

長期間にわたって培われてきた塩蔵皮の保存性に対する安心感は固定観念化していると思える程に強固で、これを打破することは容易でない。また、現行製革工程の全面的組換えを伴うような新しい方法は、技術的にも経済的にも優れていることの証明なしには、現実に入入れられない。排水中の食塩量を少くするために、できるだけ少ない施塩量で、製品革に悪影響をおよぼすことなく、原皮を保存しうる方法はないか、と考えるのは自然な成行きである。この観点から防腐剤を併用した少量塩保蔵法の研究がある。そこでは、半飽和までの4段階の食塩濃度に防腐剤を添加し、市販防腐剤8種類の保存効果を試験している。牛皮片

を皮重量の2倍量の溶液に20時間漬けた後3時間水切りし、これをビニール袋に入れて26℃で保存。0.5%防腐剤単独液に漬けた皮片の保存日数は平均7日間にすぎず、さらに防腐剤の種類によっては10%程度膨潤する。この結果は、市販防腐剤だけでは皮に一時的な保存性しか与えられないことを意味している。食塩単独液に漬けた皮片のヘアスリップを起こすまでの保存期間は、6%液では2日、12%液では12日、18%液（半飽和）では34日。半飽和の場合の皮片の水分は約55%、収縮率は7%程度で、脱水不十分となる。

防腐剤を0.5%濃度で食塩と併用すると、食塩濃度12%水準で処理皮片の保存日数は70日に延長。すなわち、この実験室規模の試験結果は防腐剤の併用により慣習的な施塩量を減らすことができる可能性を示す。静止状態での浸漬では保蔵処理皮の脱水が不十分なため、含水量を低くする意図でハイドプロセッサーを使用し、実際規模で少量塩、防腐剤併用による保存試験を実施。その手順は、牛皮250枚収容能力のハイドプロセッサーにフレッシュした新鮮皮を入れて水洗、30分間静止して水切り、防腐剤と食塩とを少量の水に溶かして添加、1分当たり2回転の低速で1~1.5時間廻転、皮を引出して床上で水切り、網状ビニル製袋に入れてタンナーに輸送、大気温で所定期間保存して革に仕上げた。この方法で生皮重量に対して防腐剤1.0%と食塩15%とで保存処理した牛皮は7週間保存可能である。28℃（夏気温）における貯蔵期間4週間（涼しい季節では7週間）を目標とした短期保存では、防腐剤1%混用で食塩量を10%にまで減らすことができる。

2. 低温保蔵法

皮の冷蔵試験報告は少い。皮の低温保存費用は塩蔵より安くなる可能性があり、冷気温度を-1.0℃と-9.5℃、また、風速を100 m/分と225 m/分と定め、剥皮後2時間経過した牝牛皮片（厚さ5 mm）を-1.0℃まで冷却し、-1℃で4週間保存試験した報告がある。皮は皮質部の温度が-2℃になったときに氷り始める。冷却による氷戻し困難な過度の乾燥は認められていない。皮の温度降下は3℃まで直線的で、それ以降はゆるやかになる。風速の違いは冷却速度にほとんど影響しない

が、冷気温度が低いほど冷却速度は早い。しかし、-9.5℃の冷気温では、皮の厚い部分が3℃に達しないうちに薄い部分が凍結する。凍結を避けるために、冷気温-1.0℃、風速100 m/分の条件で3℃まで冷却し、その皮を肉面を内側に折りたたみ、-1.0℃の低温室に入れて保管する手順が実際的である。剥皮直後の皮（温度33~35℃）を上記の条件で3℃まで冷却するに要する時間は約24分。この冷却時間だと屠殺数300頭/日の屠場における皮の冷却に、牛皮25枚を吊るすことのできる冷却室を設備すればよい。この方法で3週間の保存が可能である。

冷凍による牛皮の保存に関して、剥皮後2~3時間経過の牛皮（20~30 kg、厚さ9~11 mm）を取扱い易い大きさ（90×60 cm）に肉面を肉側に折りたたみ、ビニールでくるんで、風速2~3 m/秒、温度-30℃および-10℃で冷凍した報告³⁾がある。皮の凍結開始時から終了時までの所要時間は-30℃で約10時間、-10℃では50時間、また、剥皮直後の皮の温度が-30℃に平衡するまでに約35時間、-10℃に平衡するのに90時間を要した。-30℃冷凍皮から製造した革質と塩蔵皮からの革質との間に有意差はない。-10℃での冷凍は-30℃での冷凍より経済的であるが、氷による皮組織の損傷が心配される。試験の結果、氷による銀面の損傷、弱化は認められていない。しかし、凍結皮からの革では、塩蔵皮からの革におけるよりも、線維が、ことに銀面層と真皮層との接合部における線維が細かく分離しているのを観察している。これが、冷凍皮からの革が塩蔵皮よりの革に比べて幾分柔かく、かつ、僅かに抗張力が弱い原因である。面積の歩止りや、その他の物理性、感触には有意差がない。毛付皮を冷凍しても、實際上製品革に悪影響がない、と結論している。解凍から糺し始めるまでの時間は理想的には12時間以内、最大限48時間にとどめるべきである。パレットのまま冷凍皮を+10℃のコンテナ内で解凍する方法は解凍に20日を要し、内部の皮が解凍する以前に外側の皮が腐敗するので不適当。パドルで水漬すると24時間以内に完全に解凍する。塩蔵コストと同じ程度のコストの防腐剤処理では26℃で6日間の保存が精一杯である。現在の皮の流通状況のもとでは最

表 1. 山羊皮に対する各種防腐剤の保存性⁴⁾

防 腐 剤	使用量 (皮重量に対する百分率)									
	0.5		1.0		2.0		3.0		5.0	
	皮の状態	保存日数	皮の状態	保存日数	皮の状態	保存日数	皮の状態	保存日数	皮の状態	保存日数
1. Zinc borate	P	1	P	1	P	2	G	7	VG	7
2. Zinc carbonate	P	1	P	1	P	1	P	1	P	1
3. Zinc chloride	P	4	P	4	G	7	G	7	VG	7
4. Zinc oxide	P	1	P	1	P	1	P	1	P	3
5. Zinc phosphate	P	1	P	1	P	1	P	3	P	3
6. Zinc sulfate	P	3	P	4	P	3	P	6	F	7
7. Sodium chloride	P	1	P	1	P	1	P	1	P	1
8. Sodium borofluoride	P	2	P	2	G	7	G	7	G	7
9. Sodium chlorite	P	3	F	7	G	7	G	7	G	7
10. Sodium silicofluoride	P	5	P	5	G	7	G	7	G	7
11. <i>para</i> -Chloro- <i>meta</i> -cresol	G	7	G	7	G	7	G	7	VG	7
<i>para</i> -Dihloro- <i>meta</i> -cresol (solvent)	G	7	G	7	VG	7	VG	7	VG	7
12. <i>para</i> -Dichlorobenzene	P	1	P	1	P	1	P	1	P	1
<i>para</i> -Dichlorobenzene (solvent)	G	7	G	7	G	7	G	7	G	7
13. D. C. M. X. (2 % Solution)	P	1	P	1	P	1	P	1	P	1
14. Sodium pentachlorophenate	F	7	G	7	G	7	G	7	G	7
15. Sodium trichlorophenate	P	2	P	3	G	7	G	7	G	7
16. Sodium <i>ortho</i> -phenylphenate	P	1	P	1	G	7	G	7	G	7
17. Nickel chloride	G*	7	G*	7	VG	7	VG	7	VG	7
18. Mercuric chloride	F*	7	G*	7	VG	7	VG	7	VG	7
19. Phenyl mercuric nitrate	G	7	G	7	G	7	VG	7	VG	7
20. Zinc dimethyldithiocarbamate	P	7	P	7	G	7	G	7	G	7
21. Streptomycin	G*	7	G*	7	G	7	VG	7	VG	7
22. Boric acid	P	2	P	2	P	2	P	2	P	2
23. Benzalkonium chloride	P	1	G*	7	G*	7	G*	7	VG	7
24. Cetrimide (BP)	P	1	G	7	G	7	G	7	G	7
25. Cetyl pyridinium chloride	P	1	P	2	P	2	F	7	G	7
26. Cetyl trimethylammonium bromide	P	1	P	1	G	7	G	7	G	7

VG - Very Good ; G - Good ; F - Fair ; and P - Poor

* Colored stains developed.

少限3週間の保存期間が必要であり、休日や機械故障、同じ等級の皮の集荷、屠殺速度の遅速などを考慮すれば、3週間でも不足である。塩蔵法以外で、4週間以上皮を腐敗から守る保存法としては冷凍法しかない、と Heines³⁾は考えている。

3. 防腐剤による保蔵法

皮保存のための防腐剤の検討に当って、一般に知られている26種類の防腐剤の皮に対する保存効果についての試験結果⁴⁾が参考になる。表1は、皮重量の4倍量の溶液に24時間漬けた後、水切りした皮片を幾分湿気た環境のもとに30℃で7日間保管した場合における、防腐剤使用量と保存日数との関係、ならびに、その時点における皮の状態を示している。

この表では、最も効果的な防腐剤は11,14,17,18,19,21である。全く効果のない防腐剤は、2,4,5,6,7,12,13,22で、残りは温和な防腐性をもつ。この表にみられる相対的に細菌増殖阻止効果の強い防腐剤は毒性や価格の関係から実際に適用されていない。

防腐剤のみによる保蔵法の研究はかなりある。Cooper⁵⁾の報告についてみると、ソルトバック法にあつては、表2の施塩後の経過時間における皮内の食塩分布状況にみられるように、皮に散布した食塩は除々に肉面から内部に滲透すること、12時間経過後も銀面下部の食塩量は肉面層のそのの半分に達してないこと、がわかる。

他方、ある種のコラーゲン分解細菌は25℃、食

塩濃度24%の培地で3時間ごとに増殖する。したがって、まだ塩が充分浸透していない塩蔵初期における皮の保護が重要であるとして、2種類の防腐剤を組合せた混合防腐剤による綿羊皮の保存試験を行っている。供試した混合防腐剤の中では、次の2種類、すなわち、(0.3% Na-Chlorite + 0.3% Na-pentachloro phenate) ならびに (1.0% Na-silicofluoride + 0.5% Na-pentachlorophenate) の防腐効果が良く、それらの保存処理羊皮は21℃で21日間保存可能であることを見出している。しかし、この革を衣料革に仕上げたところ、亜塩素酸ナトリウムは革の強度を弱める欠点が認められ、3週間の保存には無理がある。しかし、この防腐剤を肉面に噴霧、また、溶液をくぐらせて、新鮮なハイドを数日間細菌の作用から守る一時的な保存法としては実用性をもつ。

Money⁶⁾は、Na-chloriteでは1.0%液に皮を漬けるか、また、20%液を肉面に噴霧する、② Na-pentachlorophenateでは0.7%液を噴霧する、③塩化亜鉛では10%液を噴霧する、④安息香酸では0.5%液に漬ける、⑤アジ化ナトリウムでは5%を噴霧する、ことにより皮に6日間(25℃)の保存性が与えられたが、⑥硼酸では0.25%液に漬けた場合も、5.0%液を噴霧した場合も4日程度の保存性しか得られなかった、と報じている。このうち塩化亜鉛は高濃度(10%)で使用しないと効果が無い。アジ化ナトリウムは価格が高い欠点のために除外し、実用性のある Na-chlorite と Na-penta

表2 ソルトバック法における食塩の皮内への滲透状況⁵⁾

層	塩蔵時間(時)	食塩の皮内層別分布量(塩蔵皮重量に対する%)						
		0	2	6	12	18	24	48
第1層(銀面)	1	1.4	2.4	3.9	8.1	10.0	12.7	14.4
	2	1.5	2.3	3.6	7.6	9.3	11.4	14.2
	3	1.3	2.4	3.5	7.3	8.9	10.4	12.7
	4	1.3	2.9	3.9	7.3	8.7	10.0	12.1
	5	1.0	3.5	4.9	7.5	8.7	9.9	12.3
	6	1.0	4.3	5.9	8.2	9.6	10.3	13.1
	7	2.0	5.4	7.3	9.5	10.8	11.4	13.8
	8	1.2	6.7	8.6	10.9	12.3	12.7	14.3
	9	1.1	8.9	10.7	12.9	13.8	14.5	14.5
第10層(肉面)		1.1	11.2	12.8	14.8	15.5	15.7	16.3

chlorophenate の混液の保存効果を試験。6 日間の短期保存法として、皮重量に対して Na-chlorite 0.375%, Na-pentachlorophenote 0.05% を浴比 100% で使用し、皮をこの混液に 16~24 時間浸漬する方法を推奨している。

20% 亜塩素酸ナトリウム溶液を肉面に噴霧する短期保存処置は、ハイドの場合には革質に悪影響しないが、緬羊皮の場合には革質を弱くするので亜塩素酸ナトリウムの代替品として開発された Vantocil IB の保存効果が緬羊皮について試験されている。その 10% 溶液を一枚 400 ml 剥皮後 4 時間以内に緬羊皮の肉面に噴霧し、肉面を向い合せて皮を積み、革質をいためることなく、3~5 日間の保存が可能である。噴霧法では、亜塩素酸ナトリウムの代りに Vantocil IB を使用するよう推薦している。また、皮の劣化を予防して品質のよい原皮を確保するために、屠場に噴霧装置を導入し、ハイド、スキンいずれに対しても、剥皮後すぐ Vantocil IB を噴霧した後、20℃ 以下の温度に皮を冷やす作業を取入れるよう勧告している。

Benrud⁸⁾ は、屠場からタンナーまで皮が運搬される期間の皮の腐敗進行を防ぐために、Benzalkonium chloride を皮に散布する提案を行っている。

安くて保存効果があり、かつ、入手し易い薬品による短期保存法として、硼酸による保存試験がある。生皮は 30℃ で 2 日、29℃ で 2.5 日を越えると、製革用原料として不適当な状態にまで劣化する（揮発性 N 1% / 全 N）。100% の浴比で、飽和硼酸溶液に 15 分間浸漬した皮は 30℃ で 5 日間の保存に耐え、上記硼酸液に食塩を飽和させた液に漬けると、その皮の保存日数は 7.7 日となる。

表 3 にみられるように、浸漬時間を延長すると保存性は増す。保存温度が低いと保存期間が長く

表 3 浸漬時間と皮に吸収された硼酸量ならびに貯蔵可能日数の関係⁹⁾

浸 漬 時 間 (分)	皮 の 吸 収 硼 酸 量 (%)	保 存 可 能 期 間 (日) (27℃)
0		3.5
7.5	0.7 5	9
1 5	0.7 9	1 2
3 0	0.9 2	1 3
6 0	1.2 0	1 5

なることは言うまでもない。

14℃ で 29 日間保存の後、革として異常のないことを見出している。現場では、剥皮後ただちに皮を水で冷やし、原皮処理場へ送って翌日、水洗、フレッシュして硼酸溶液に漬ける手順をとる。Money⁶⁾ の試験で、硼酸の保存性がみとめられなかったのは低濃度 (0.25%) で使用したためである。

亜塩素酸ナトリウムは、緬羊皮に適用した場合その革を弱める他、固体の形状で購入して原料倉庫に保管している場合には、有機物の共存で衝撃により爆発する危険がある。塩化亜鉛に防カビ剤として Na-pentachlorophenate を加えた系は懸濁液となり静置浸漬法には不向きである⁶⁾。しかし、ドラムなど攪動を伴う浸漬法には適用できる。次亜塩素酸カルシウムは亜塩素酸ナトリウムより酸化力が弱く、危険性が少ない。これらに Benrud⁸⁾ が提案している Benzalkonium chloride を加え、亜塩素酸ナトリウムに代わる保蔵法として、塩化亜鉛、次亜塩素酸カルシウム、ベルザルコニウムクロライドによる保存試験¹⁰⁾が行われている。その結果、25℃ で 6 日間の保存を可能にする方法として、次の処方がある。

①皮重量に対し塩化亜鉛 0.3~0.5% に Na-pentachlorophenate 0.05% 加え、浴比 20~100% で 2 時間ドラミングする。排水に亜鉛が排出してはならない環境では、②液状の亜塩素酸ナトリウムを原料として、皮重量に対し亜塩素酸ナトリウム 30% 含有液 1% に 0.05% の Na-pentachlorophenate を加え、浴比 20~100% で 2 時間ドラミングする。あるいは、③純度 70% の次亜塩素酸カルシウム 0.4% に Na-pentachlorophenate 0.05% 加え、同じ条件でドラミングする。これらのうち、コストは①の場合が安い。

現場の作業日程の面から言うなら、少なくとも 3 週間の保存性が必要である。この条件を満たす短期保存法を見出そうとして、市販防腐剤 9 種類とこれまで試験されている 4 種類の防腐剤の保存性が調べられている。²⁾

表皮細胞は崩壊しているが表皮および毛はいぜん真皮に付着している状態になるまでの、26℃ における保存日数によっ

て保存性を比較。いずれの場合も目標の3週間保存を達成していない。8日間保存し得たのは、Vantocil B (0.4%) + Vantoc CL (0.2%) の混液に浸漬した場合のみである。

6日間の保存が可能であった防腐剤として下記の処方方を挙げている。

噴霧法では、① Na-chlorite 5% 液、② Gloquat C (15%) + Glokill 77 (10%) の混液、浸漬法 (1時間浸漬、浴比100%) では、① Vantocil IB 0.4% 液、② Gloquat C (0.3%) + Glokill 77 (0.2%) の混液、③ Na-chlorite 0.4% 液、④ Na-pentachlorophenate 2%、⑤ Meta bisulphite 2% 液、⑥ Na-Sulphite + Acetic acid 2% 混液。上記に関連して、Na-pentachlorophenate 0.1% を含む Na-chlorite 0.75% (浴比50%) に16~24時間浸漬して、25℃で6日間保存できた、というMooneyの結果がある。^{⑥)}

Na-pentachlorophenateはDL 50値211で、その毒性のために好ましくない。

Hopkins¹¹⁾は低コストの短期保存法を目的に、価格が安く防腐性のある亜硫酸水素塩に着目し、短浴ドラム処理による保存効果を検討している。皮重量に対し、①亜硫酸水素ナトリウム2%、②Na-bisulfite 1% + 酢酸2%または硫酸水素ナトリウム2%、③Dextraset UN (50% N.N. Bismethoxymethyl) 0.4% + 酢酸2%または硫酸水素ナトリウム2%混合に、それぞれTergitol 15-S-9を0.03%添加した3種類の処方で、浴比20%に定め、ドラムにより30分間15r. p. m. で廻転した皮の保存試験(室温)を実施。その結果、③の場合に脱毛後毛根の残存が認められたが、いずれの保存処理も、水洗ならびにフレッシュした皮では10日間の、また、剥皮したまゝの皮では14日の保存が可能であった。

続いて、食品の防腐剤である亜硫酸ナトリウムの皮に対する保存効果が試験されている。¹²⁾牛皮片を浴比20%、200 r. p. m. 15分間振騰、室温で33日間にわたって調べた皮の保存期間と亜硫酸ナトリウムの濃度との関係では、皮重量に対して0.25%と0.5%使用の場合は保存効果がない。1%で或る程度の保存性を示し、1.5%と2.0%の場合には1ヶ月間防腐した。酸性化剤として酸性硫酸ナトリ

ウムを2%加えると亜硫酸ナトリウムの濃度0.25%で7日間、また、1%で30日間の保存が可能となる。酢酸を1%加えると、亜硫酸ナトリウム0.25%で7日間、また、0.5%で30日間保存できる。この実験室規模の試験結果は酸性化剤の添加が亜硫酸ナトリウムの保存性を強化することを実証している。酢酸は硫酸水素ナトリウムより保存性強化効果が強いほか、SO₂ガス臭を少なくする利点がある。薬品価格の比較では亜硫酸塩・硫酸水素塩の系が相対的に安い、硫酸水素ナトリウムは酢酸より系のpHを低くして、亜硫酸をガス化し、保存性を弱めめる。

亜硫酸ナトリウムの防腐効果は少量を(1.0%・15%)、短浴で使用した場合(浴比10% > 20%)が良い。重要な知見は、亜硫酸塩の保存性が亜硫酸水素塩よりすぐれていること、皮重量に対して、亜硫酸ナトリウム1.5%、酢酸1.0%、浴比20%、Tergitol 15-S-9 0.03%の処方により、10 r. p. m. で1時間ドラミング後、プラスチック製箱に密封保存すれば、大気温で28日間、皮の保存が可能となる、点にある。

上記の実験室における試験結果に基づいて、亜硫酸ナトリウム・酢酸系による牛皮の保存効果が鞣製工場で検討されている。¹³⁾①、半裁皮25枚を皮重量に対し亜硫酸ナトリウム1%、酢酸1%、浴比20%の処方で、試験用ドラムにより1時間連続廻転し、それをそのままドラム内に1週間保存後甲革に仕上げて、塩蔵皮よりの甲革の品質と有意差のないこと②、また、丸皮250枚を浴比だけ2%に変えた同じ処方で、コンクリートミキサー型ドラムにより2時間処理し、フレッシュ後皮を積上げて室温で1週間保存後、野球グローブ用革に仕上げて問題のないこと、③、①の処方で剥皮後の皮をそのまま1時間ドラミングし、ビニール袋に入れて30日間保存後、衣料革に仕上げて、むしろ品質のよい革が得られたこと、が明らかにされている。上記処方による亜硫酸ナトリウム・酢酸保存法は実際に適用しうることを示している。また、細菌だけの試験結果ではあるが、上記皮片は1ヶ年の保存に耐えた。更に大規模実験において、¹⁴⁾皮2,000 kgを木製ドラムで、4,800 kgならびに6,800 kgをハイドロセッターで処理して、3日

間の保存性を確認するとともに、大量処理の場合には皮と浴液とを平衡に達せさせるための運転条件を見出すこと、SO₂ガスおよび酢酸が消散しない管理方法を考案する必要を指摘している。亜硫酸塩+酢酸による皮の保存法は1ヶ年の長期保存の可能性を示しつつ、実際の試験では3日までの保存性が確認された段階にある。

SO₂ガスによる保蔵法が研究されている。^{15,16)} 亜硫酸ナトリウム・酢酸系の防腐成分は亜硫酸であるから、皮をSO₂ガスに直接さらして、皮に保存性を与えようとする考えが成立する。実験では、亜硫酸水素ナトリウムを希硫酸(2:1)に加えて発生するSO₂ガスを使用している。NaHSO₃ 1%はSO₂ 0.66%と対応する。

デシケーターによる実験結果によると、皮重量に対してNaHSO₃ 0.5%使用の場合、ガスに4時間接触させて保存期間は5日、接触時間をそれ以上延長しても保存期間は延びない。0.75%使用の場合、接触時間3時間における保存期間は28日、1%使用の場合、ガスに1時間接触させると、皮は新鮮皮と同じ状態で28日間保存できた。細菌試験とゼラチンフィルムテストの結果だけでは、

NaHSO₃ 10%、接触時間3時間で4ヶ月保存の可能性を示している。

丸皮を供試して箱による実験結果では、NaHSO₃ 1%から発生するSO₂ガスに3時間接触させて7日間の、また、6時間接触させて21日間の保存性であった。デシケーター内処理の場合に較べて、保存期間が短縮している。この原因は、ガス処理箱から貯蔵コンテナに移す際に細菌汚染したこと、また、皮からSO₂ガスが放散したこと、にあると考えられる。本法は気体を扱う意味で従来の方法と趣が異なる。気体処理であるため、ガス処理システム、貯蔵、運搬の方法についての工夫が今後の展開の鍵となる。

亜硫酸の強みは、従来の防腐剤のように単に細菌の増殖を阻止するだけでなく、皮に含まれている自己分解酵素の働きを失活させる点にある。しかし、pHが低いと亜硫酸ガスに、また高いと硫酸に変わるから、皮のpHのコントロールが重要である。

以上が1970年以降にみられる、塩蔵法に代わ

る、主な毛付原皮の短期保存法である。

タンナーにおける革製造コスト上昇要因は多い。よく言われる人件費の上昇は当然としても、原皮価格の最近の上昇は著しい。加えて、排水処理経費は今後益々増加してタンナーの経営に重圧を加える。経費上昇分をそのまま製品価格に転嫁すれば、業界全体としては合成品に対する、また、個々の企業としては国内外の他の企業に対する競争力を失って衰退することになる。可能な限り製革工程の合理化によって吸収せざるを得ない。その1つの対策として、屠場に近いタンナーは塩蔵皮の代りに塩蔵経費のかかっていない生皮を導入しようとする。その場合屠場に隣接していても、鞣製工程に入れるに必要な原料皮が種類、等級別にある一定量まとまるまで数日を要するし、工場の作業計画に合わせるために、剥皮後すぐ皮を鞣し始めることは実際上できない。剥皮してから鞣製工程に入れるまでどうしても時間差を生ずる。その期間、腐り易い皮を新鮮な状態に保つのが短期保蔵法の役割であり、目的でもある。したがって短期保存処理コストは塩蔵コストより低くしないといけない。

原皮生産国では、塩蔵皮を用いなくて、生皮から直接鞣し始める指向を強めてきている。これが短期保存法研究の背景であり、保存有効期間が長くなればそれだけ、屠場より遠距離にあるタンナーも生皮の導入が可能となる。

保存有効期間が1ヶ月以内の保存法を短期保蔵法と呼んでいる。塩蔵コストより安くて、しかも長期保存性を与える実用的な防腐剤による原皮保存法はまだ確立していない。原皮供給源から遠くはなれたタンナーに対する原料皮供給形態が問題となる。それには、屠場近くで生皮よりも安定な状態にまで製革工程の一部の作業を進めてはどうか、ということになる。この発想から、脱毛した裸皮状態での各種の保存形態が研究されている。その代表的なものが浸酸皮であり、さらに軽く鞣を施したものがウェットブルー、クラストレーザーである。これらについては割当紙数が尽きたので別の機会にゆずるが、環境保全を基軸とし、これに原皮生産国、輸入国の社会的、経済的情况が加わり、製革用材料皮は多様化して来ている事態に留意を要する。

文 献

- 1 Russell, A. E. and Galloway, A. C. : J. S. L. T. C., 64, 1 (1980)
- 2 Haffner, M. A. and Haines, B. M. : J. S. L. T. C., 59, 114 (1975)
- 3 Heines, B. M. : J. S. L. T. C., 65, 41, (1981)
- 4 Sivaparvathi, M. and Nandy, S. C. : J. A. L. C. A., 69, 349, (1974)
- 5 Cooper, D. R. : J. S. L. T. C., 57, 19 (1973)
- 6 Money, C. A. : J. A. L. C. A., 65, 64 (1970)
- 7 Heines, B. M. : J. S. L. T. C., 57, 84 (1973)
- 8 Benrud, N. C. : J. A. L. C. A., 64, 258, (1969)
- 9 Hughes, I. R. : J. S. L. T. C., 58, 100 (1974)
- 10 Money, C. A. : J. A. L. C. A., 69, 112 (1974)
- 11 Hopkins, W. J., Bailey, D. G., Weaver, E. A. and Korn, A. H. : J. A. L. C. A., 68, 426 (1973)
- 12 Hopkins, W. J. and Bailey, D. G. : J. A. L. C. A., 70, 248 (1975)
- 13 Bailey, D. G. and Hopkins, W. J. : J. A. L. C. A., 72, 334 (1977)
- 14 Hopkins, W. J. and Bailey, D. G. and Siegler, M. : J. A. L. C. A., 76, 134 (1981)
- 15 Hopkins, W. J. : J. A. L. C. A., 75, 389 (1980)
- 16 Hopkins, W. J., Bailey, D. G. and Siegler, M. : J. A. L. C. A., 76 (1981)

関 連 研 究 会 の 紹 介

昭和57年4月～12月に行われた関連研究会の主な活動は、次のとおりである。

1. 北海道家畜管理研究会

第32回現地研究会（9月1、2日）：上川生産連白金模範牧場（乳雌牛育成牧場）およびイチヤン農協グリーンクロップ施設（牧草よりLPC、グリーンウエハー、ブラウンジュースを製造する施設）見学

第33回研究会

シンポジウム「家畜管理の情報システムとその方向」

報告：鈴木省三（帯畜大）「家畜管理の情報システムとその方向」、佐々木久仁夫（ホクレン）「乳牛飼養管理情報システムについて」、船本末雄（根釧農試）「根釧地方の酪農情報システムの現状とその問題点」、徳田誠（道農務部）「酪農情報システムの開発について」

会報：第17号発行

会員数：357名（11月現在）

2. 北海道草地研究会

第17回研究発表大会（12月6、7日）

一般講演 39題

シンポジウム「草地を主体とした肉用牛飼養と問題点」

報告：清水秀三（道農務部）「肉用牛飼養の現況と行政上の問題点」、清水良彦（新得畜試）「品種の特性と草主体による育成肥育」、手島道明（北農試）「野草地の利用」、鈴木昇（えりも肉牛牧場）「生産の現状と問題点」

第3回北海道草地研究会賞受賞記念講演

石栗敏機（滝川畜試）「貯蔵飼料の飼料価値に関する研究」

会報：第16号発行

会員数：539名（12月現在）

3. 日本養豚研究会北海道支部

第27回研究大会（6月24、25日）

試験研究紹介 研究体験発表

シンポジウム「豚の内臓廃棄をめぐる諸問題」

報告：横野徳治（全道畜産公社協議会）

「と畜検査の意義と過去の実態」、須田照雄（ホクレン）「肉豚の臓器別廃棄原因分析について」、工藤幸也（江別食肉検査所）「江別食肉検査事務所の豚の検査時にみられる疾病の実態について」、広瀬公人（石狩家畜保健衛生所）「家畜保健衛生所の立場からみた実態」

会報：第14巻1、2号発行

4. 育成問暖研究談話会

第7回談話会（9月8日）

話題提供：裏悦次（新得畜試）「トウモロコシサイレージを主体とするホル雄の育成肥育」、熊谷牧男（道肉用牛協会）「肉専用種の発育と育成について」松原守（雪印種苗）「ホル雄の育成と肥育の実際」

5. 北海道家畜人工授精師協会

第38回技術研修大会（10月28、29日）

研究発表 21題

特別講演

光本孝次（帯畜大）「ホルスタインの最近の血統情報と改良戦略」

会 務 報 告

1. 昭和57年度第2回評議員会

9月9日(木)、北海道農業試験場で開催された。
出席者：正副支部長、評議員20名、監事1名、幹事3名。

- (1) 昭和58年4月以降の支部役員および本会評議員の選出について、役員選考委員会(委員長、平沢一志)より、総会に諮る案が報告された。
- (2) 支部表彰規定申し合せ事項第1項の推薦期日を3月末までに改定する件については、第1回評議員会確認通り、総会に諮ることとした。
- (3) 支部会報第25巻第2号に掲載する解説的総説は4編とし、大杉次男、小野齊、西埜進、古郡浩の各氏に執筆を依頼することとした。

2. 昭和57年度(第38回)支部大会

9月9日(木)、北海道農業試験場で開催された。
一般講演は44題(1題取り消し)、また特別講演として「最近の乳質をめぐる諸問題」(有馬俊六郎氏、北大農)が行われた。大会参加者は、約130名であった。

3. 昭和57年度支部総会

9月9日(木)、北海道農業試験場で開催され、議長として大森昭一郎氏(北農試)を選出し、以下の議事を行った。

- (1) 昭和56年度庶務報告、会計報告、会計監査報告および昭和57年度事業計画、予算が、いずれも承認された。
- (2) 昭和58年4月1日～昭和60年3月31日を任期とする次期支部役員が、役員選考委員会(委員長、平沢一志)より推薦され、決定した。
- (3) 支部表彰規定申し合せ事項第1項が改定され、推薦期日が3月末日までとなった。
- (4) 朝日田康司氏(北大農、WCAP組織委員会)より、WCAPの準備状況が報告され、協力要請があった。

4. 日本畜産学会正会員による総会

上記支部総会に引き続き開催され、昭和58年4月1日～昭和60年3月31日を任期とする北海道選出の本会評議員(定員10名)が選出された。

新 入 会 員 (昭和57年8月1日以降入会)

浅野昭三(北農試畜産部)、江連康行(帯広畜大)、江川尚人(帯広畜大)、影浦隆一(雪印種苗)、菊池敏文(広洋牧場)、小林亮英(北農試草地開発第1部)、三浦祐輔(ホクレン)、武藤浩史(帯広畜

大)、小原嘉昭(家畜試道支場)、岡一義(南根室地区農改)、奥村純一(根釧農試)、佐々木久仁雄(ホクレン)、佐藤博(北農試畜産部)

以上13名

賛 助 会 員 名 簿

(5 口)

ホクレン 農業協同組合連合会
雪 印 乳 業 株 式 会 社

(4 口)

ホクレン く み あ い 飼 料
サ ツ ラ ク 農 業 協 同 組 合

(3 口)

北海道ホルスタイン農業協同組合
明治乳業株式会社 札幌工場
全 農 札 幌 支 所

(2 口)

旭 油 脂 株 式 会 社
デ ー リ イ マ ン 社
北海道家畜改良事業団
北海道農業開発公社
北 斗 工 販 株 式 会 社
井関農機株式会社 営業札幌支店
北 原 電 牧 株 式 会 社
森永乳業株式会社北海道酪農事業所
MSK東急機械株式会社北海道支社
ニ チ ロ 畜 産 株 式 会 社
日 優 ゼ ン ヤ ク 株 式 会 社
日本農産工業株式会社北海道支店
小 野 田 化 学 工 業 株 式 会 社
十 勝 農 業 協 同 組 合 連 合 会
有限会社 内藤ビニール工業所
雪 印 食 品 株 式 会 社 札 幌 工 場
雪 印 種 苗 株 式 会 社
全国酪農農業協同組合連合会札幌支所

(1 口)

安立電気株式会社 札幌支店
安積紙株式会社 札幌出張所
エーザイ株式会社 札幌支店
富士平工業株式会社 札幌営業所
北海道日東株式会社
北海道草地協会
株式会社 木 村 器 械 店
株式会社 土 谷 製 作 所
株式会社 酪農総合研究所
三井農林株式会社 斜里事業所
森永乳業株式会社 札幌支店
長瀬産業株式会社 札幌出張所
日本牧場設備株式会社 北海道事業所
日本配合飼料株式会社 北海道支店
ニ ッ プ ン 飼 料 株 式 会 社
オリオン機械株式会社 北海道事業部
酪 農 振 興 株 式 会 社
理工協産株式会社 札幌営業所
三 幸 商 会
三楽オーシャン株式会社 札幌工場

以上 45 団体 83 口

日本畜産学会北海道支部役員

任期：昭和58年4月1日～昭和60年3月31日

○印：日本畜産学会評議員（定員10名）

支部長 ○ 鈴木 省 三

副支部長 ○ 安 井 勉

評 議 員 ○有 馬 俊六郎 ○朝日田 康 司 藤 田 裕 後 藤 計 二
 八 戸 芳 夫 入 沢 充 穂 小 崎 正 勝 工 藤 規 雄
 松 井 幸 夫 松 村 宏 ○光 本 孝 次 ○三 浦 弘 之
 西 埜 進 越 智 勝 利 岡 田 光 男 奥 村 純 一
 小 野 齊 ○大 杉 次 男 大 浦 義 教 首 藤 新 一
 杉 山 英 夫 ○祐 川 金次郎 田 辺 安 一 薦 野 保
 上 山 英 一 渡 辺 寛 ○遊 佐 孝 五 吉 岡 八州男
 (幹事より1名, 欠員1名)

監 事 平 沢 一 志 及 川 寛

幹 事 (4月以降, 新支部長が委嘱)

日本畜産学会北海道支部細則

- 第 1 条 本支部は日本畜産学会北海道支部と称し、事務所を北海道大学農学部畜産学教室に置く。
ただし、場合により支部評議員会の議を経て他の場所に移すことができる。
- 第 2 条 本支部は畜産に関する学術の進歩を図り、併せて北海道に於ける畜産の発展に資する事を目的とする。
- 第 3 条 本支部は正会員、名誉会員、賛助会員をもって構成する。
1. 正会員は北海道に在住する日本畜産学会会員と、第 2 条の目的に賛同するものを言う。
 2. 名誉会員は本支部会に功績のあった者とし、評議員会の推薦により、総会において決定したもので、終身とする。
 3. 賛助会員は北海道所在の会社団体とし、評議員会の議を経て決定する。
- 第 4 条 本支部は下記の事業を行なう。
1. 総 会
 2. 講演会
 3. 研究発表会
 4. その他必要な事業
- 第 5 条 本支部には下記の役員を置く。
- | | | | |
|---------------|-----|------|-----|
| 支部長（日本畜産学会会員） | 1 名 | 副支部長 | 1 名 |
| 評 議 員 | 若干名 | 監 事 | 2 名 |
| 幹 事 | 若干名 | | |
- 第 6 条 支部長は会務を総理し、本支部を代表する。副支部長は支部長を補佐し、支部長に事故ある時はその職務を代理する。評議員は本支部の重要事項を審議する。幹事は支部長の命を受け、会務を処理する。監事は支部の会計監査を行なう。
- 第 7 条 支部長、副支部長、評議員及び監事は、総会において支部会員中よりこれを選ぶ。役員選出に際して支部長は選考委員を選び、小委員会を構成せしめる。小委員会は次期役員候補者を推薦し、総会の議を経て決定する。幹事は支部長が支部会員中より委嘱する。役員の任期は 2 年とし、重任は妨げない。但し、支部長及び副支部長の重任は 1 回限りとする。
- 第 8 条 本支部に顧問を置くことが出来る。顧問は北海道在住の学識経験者より総会で推挙する。
- 第 9 条 総会は毎年 1 回開く。但し、必要な場合には臨時にこれを開くことが出来る。
- 第 10 条 総会では会務を報告し、重要事項について協議する。
- 第 11 条 本支部の収入は正会員費、賛助会員費および支部に対する寄附金等から成る。但し、寄附金であって、寄附者の指定あるものは、その指定を尊重する。
- 第 12 条 正会員の会費は年額 2,000 円とし、賛助会員の会費は 1 口以上とし、1 口の年額は 5,000 円とする。名誉会員からは会費を徴収しない。
- 第 13 条 会費を納めない者及び、会員としての名誉を毀損するような事のあった者は、評議員会の議を経て除名される。
- 第 14 条 本支部の事業年度は、4 月 1 日より翌年 3 月 31 日に終る。
- 第 15 条 本則の変更は、総会の決議による。（昭和 56 年 9 月 3 日改正）

日本畜産学会北海道支部表彰規定

- 第 1 条 本支部は本支部会員にして北海道の畜産にかんする試験・研究およびその普及に顕著な業績をあげたものに対し支部大会において「日本畜産学会北海道支部賞」を贈り、これを表彰する。
- 第 2 条 会員は受賞に値すると思われるものを推薦することができる。
- 第 3 条 支部長は、そのつど選考委員若干名を委嘱する。
- 第 4 条 受賞者は選考委員会の報告に基づき、支部評議員会において決定する。
- 第 5 条 本規定の変更は、総会の決議による。

附 則

この規定は昭和54年10月1日から施行する。

申し合わせ事項

1. 受賞候補者を推薦しようとするものは毎年 3 月末日までに候補者の職、氏名、対象となる業績の題目、2,000字以内の推薦理由、推薦者氏名を記入して支部長に提出する。
2. 受賞者の決定は5月上旬開催の支部評議員会において行なう。
3. 受賞者はその内容を支部大会において講演し、かつ支部会報に発表する。

日本畜産学会北海道支部旅費規定

(昭和55年5月10日評議員会で決定)

旅費規程を次のように定める。

汽 車 賃 : 実費(急行または特急利用の場合はその実費)

日 当 : 1,500円

宿 泊 料 : 5,000円

昭和55年度より適用する。ただし適用範囲は支部長が認めた場合に限る。

日本畜産学会北海道支部会報 第25巻 第2号
会員領布(会費年 2,000円)

昭和58年3月15日印刷

昭和58年3月20日発行

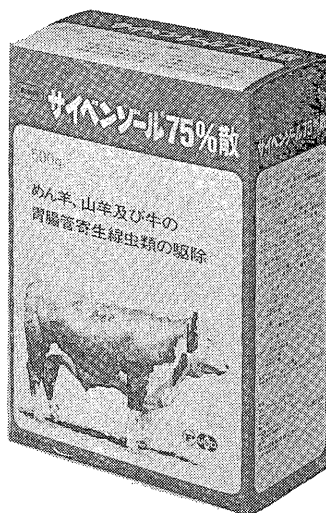
発行人 八戸芳夫

発行所 日本畜産学会北海道支部
〒060 札幌市北区北9条西9丁目
北海道大学農学部畜産学科内
振替口座番号 小樽 5868
銀行口座番号 たくぎん札幌駅北口支店
0012-085216

印刷所 楡印刷株式会社
〒001 札幌市北区北8条西1丁目
電話 札幌(742)2513



‘サイベンゾール75%散’
を用いて
より大きな利益を
得るために
あなたの牛を
駆虫しましょう



サイベンゾール®75%散

販売 大日本製薬株式会社

大阪市東区道修町3-25



マルピー・ミルク シャープ アンドドーム株式会社
大阪市南区順慶町通4-17-1 武田ビル

サイレージ
添加用

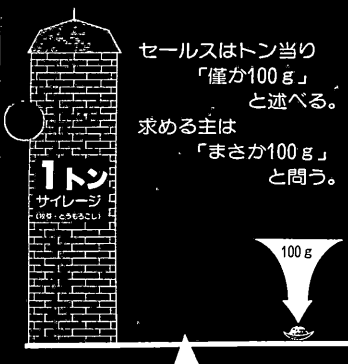
Cultac

カルバック 飼料
添加用

カルバックフォーレージは
サイレージ(牧草、とうもろこし)調整の
腕利きの補佐役

米
国
製

カルバックアニマルは
腸内革新のリーダー
飼料栄養吸収の実直な先導役



セールスはトン当り
「僅か100g」
と述べる。

求める主は
「まさか100g」
と問う。

- 微量添加のため扱いが簡単です。
- 安全なため飼料添加も可能です。牛も喜んで食べます。
- 開封後の変質、効力低下がないため長期保存が可能です。
- 価格も経済的です。

分析試験成績(リキッド) (日本食品分析センター)

水分	65.0 %	ビタミンB ₁	26 μg%
粗蛋白質	5.5 %	ビタミンB ₂	0.31 μg%
粗脂肪	0.3 %	ビタミンC	検出せず
粗繊維	0 %	ビタミンE	検出せず
粗灰分	2.0 %	ビタミン	5.9 μg%
可溶性無氮素	27.2 %	パントテン酸	0.60 μg%
カリウム	488 mg%	葉酸	1 μg%
ナトリウム	146 mg%	ナイアシン	0.16 mg%
塩素	353 mg%	乳酸	14.8 %
カルシウム	118 mg%	酢酸	0.17 %
コバルト	53.5 mg%	硝酸根	検出せず
イオウ	0.03 %	亜硝酸根	検出せず
鉄	22.0 mg%	アフラトキシンB ₁	検出せず
レチノール	検出せず	パツリン	検出せず
ビタミンB ₁₂	0.08 mg%	ステリクダラキシン	検出せず
ビタミンB ₆	0.40 mg%	不活性乳酸菌	5.3 x 10 ⁷ /ml

アミノ酸組成(%)

アルギニン	0.06	アラニン	0.16
リジン	0.21	グリシン	0.06
ヒスチジン	0.05	プロリン	0.16
フェニルアラニン	0.07	グルタミン酸	0.38
チロシン	0.06	セリン	0.12
ロイシン	0.23	スレオニン	0.13
イソロイシン	0.14	アスパラギン酸	0.23
メチオニン	0.05	トリプトファン	0.04
バリン	0.12	シスチン	0.05

●試料品100g中のアミノ酸含有率 トリプトファン：微生物法
シスチン：過酸化法
●ドライの試験成績については別途お問合せ下さい。

「どの子も育つ 育て方一つ」

- 子牛** 初生後2〜3日目より3週間
リキッド6ml/日を終口投与或いはミルクに
混ぜて給与して下さい。
- 導入** 導入時第1日目、リキッド15ml終口投与、
2日目より1ヶ月ドライ15g/日を給与して
下さい。
- 搾乳牛** 随時リキッド6〜12ml または
ドライ15〜30g/日を給与して下さい。

Cultac(液体・粉体)とは

不活化乳酸桿菌を濃縮し必須アミノ酸を主成分とし、酸化脂、
電解質、灰分、ミネラルを少量含んでいます。

総発売元 岡田工業株式会社 農畜資材部
神戸市東灘区御幸中町1丁目2-9 TEL(078)882-2345(代)

営業所 東京・名古屋・広島

製造元 TransAgra Corporation(米国)

業界に貢献する のマーク

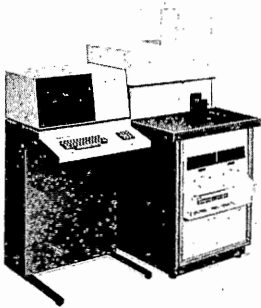
富士科学株式会社

本社 旭川市豊岡7条1丁目4番3号 TEL0166-32-5531 帯広営業所 帯広市西14条南14丁目12番地 TEL0155-26-1407
札幌営業所 札幌市北区篠路3条3丁目6025 TEL011-772-5720 北見営業所 北見市緑ヶ丘1丁目1番地 TEL0157-23-3999

ネオテック近赤外定量分析

非破壊・迅速

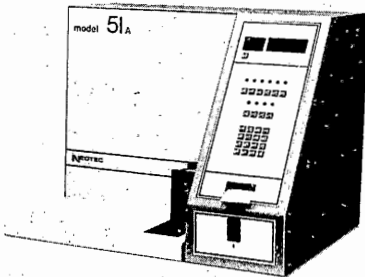
MODEL 6350



食品・農産物・化学製品・医薬品等の各種目的物質の定量測定及び基礎研究

- 研究開発用のスキャンニングモノクロメータ。成分に対するすべての波長が分析用に評価かつ最適化できる。
- 9種のASTが可能である。
- すべてのネオテック ティルティング フィルタ計器にすぐにインタフェースできる。
- すべてのプログラムが可能なミニコンピュータを備えている。

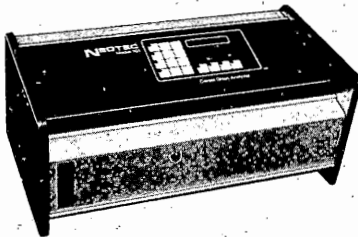
MODEL 51A



配合飼料などの複合製品のタンパク質・油分・水分・繊維等の定量測定

- 回転式サンプルカップ：均質でない製品に見られるサンプルのばらつきを大幅に消去できる。
- 768の波長ポイントを選択できる。
- 5種のASTが可能である。
- フロッピーディスクを装備しているマイクロコンピュータ—ミナル（オプション）とインタフェースできる。

MODEL 101, 102



単体穀物のタンパク質・油分・水分等の定量測定

- ネオテックのASTを使い事前校正された日常分析用。
- ポータブルで軽量。12V電源の選択も可能。
- グレイン分析用にFGISで承認済み。
- 完全にダストシールされており、ファンを使用していない。

近赤外計器のバイオニア

Neotec Corporation

北海道地区代理店



フジヤ矢野科学株式会社

〒065 札幌市東区北6条東2丁目 札幌総合卸センター
電話 (011) 直 通 代表 741-1511 番
センター 代表 721-1161 番

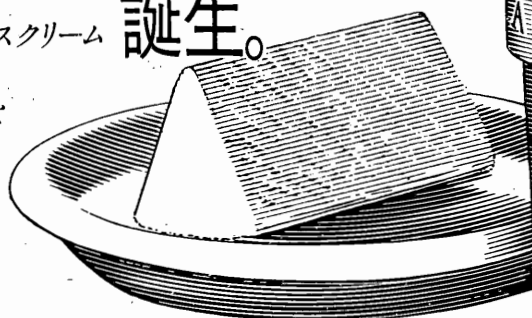
バラエティ&クオリティ
雪印アイスクリーム

LIEBENDER

雪印の良心 リーベンデル

誕生。

よい原料なしに、よいアイスクリーム
は生まれません。
雪印は、北海道の新鮮な
牛乳を原料とした
濃縮乳と生クリームを
つかって
本格的につくりました。



甘さを押えた、さわやかな味。

リーベンデル アイスクリーム

品質及び生産性の向上に

ハム・ソーセージ用ケーシング

ユニオンカーバイド社

食品添加剤

グリフィス社

各種食肉加工機械

ソーセージ自動充填機他

——タウンゼント社

スモークハウス——アルカー社

自動整列機——ウォーリック社

ハム結紮機——本州リーム社

冷凍肉プレス——ベッチャー社

その他

ハム・ソーセージ

造りに貢献して20年



極東貿易株式会社

食品工業部・食品機械部

本店：東京都千代田区大手町2-1-1(新大手町ビル) ☎03 (244)3939
大阪支店：大阪市北区堂島1-6-16(毎日大阪会館北館) ☎06 (244)1121
札幌支店：札幌市中央区南1条西3丁目2 (大丸ビル) ☎011(221)3628

飼育から販売まで
明日をめざす企業

 日本製粉グループ

ニッポン・ファーム(株)

本社	栃木県小山市	TEL(0285)24-4321
久住牧場	大分県久住市	TEL(09747)6-1133
栃木牧場	栃木県市貝町	TEL(02856)8-0168
北海道事業所	北海道江別市	TEL(01138)4-5151
道東集荷センター	北海道幕別町	TEL(01555)4-4409

系列会社

(有)道南ファーム 北海道鹿部村
丸メ中央ミート(株) 北海道江別市

ニチイ江別店・中央デパート店
ニチイ千歳店・江別農協店



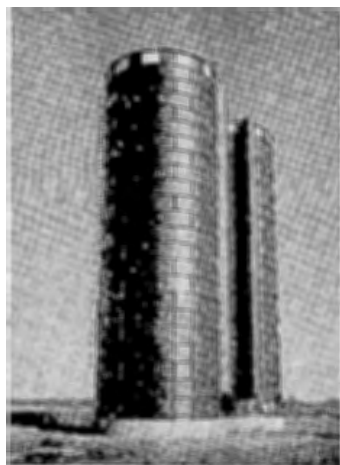
豊かな生活を願って……。

●人々の健康、環境を考えた農薬をつくり続けます。

北海三共株式会社



酪農と共に50余年 土谷の酪農施設酪農器具



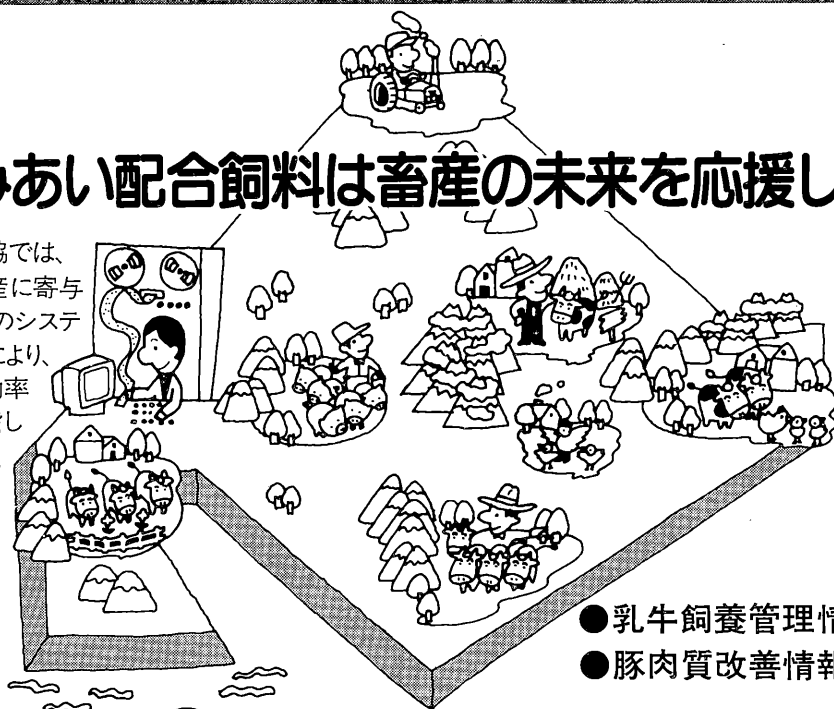
営 業 品 目

スチールサイロ、バンクリーナー、バルク・クーラー
パイプラインミルクカー、ヘーコンベアー、サークルトレーナー
パイプストール各種、スタンション、ウォーターカップ

株式会社 **土谷製作所** 営業所 中標津
出張所 幌延・大樹・美深・北桧山
札幌市東区本町2条10丁目2番35号 TEL(011)781-5883番

くみあい配合飼料は畜産の未来を応援します。

系統農協では、
畜産生産に寄与
する独自のシステ
ム開発により、
経営の効率
化を目指し
ています。



●乳牛飼養管理情報システム

●豚肉質改善情報システム



農協・ホクレン・全農

◇営業品目◇

汎用理化学機器・器具類
試験分析用機器・計測器
硬質硝子器及加工・化学薬品

実験台・ドラフトチャンバー・汎用理化学機器

ヤマト科学株式会社

共通摺合器具・分析機器・環境測定器

柴田化学器械工業株式会社

高感度記録計・pH計・電導度計・温度滴定装置

東亜電波工業株式会社

藤島科学器械株式会社

〒061 札幌市豊平区月寒東2条18丁目6番

電話 (011) 代表 852-1177

851-2491

北海道産業貢献賞受賞 マルヨシフレーク飼料

乳牛、肉牛、豚配合飼料製造、販売
畜産農場、食肉、加工、販売

吉川産業株式会社

取締役社長 吉川 吉松

本社：紋別郡遠軽町大通北2丁目 ☎01584②3121
十勝出張所：中川郡幕別町明野204 ☎01555④3229
直営農場：紋別郡遠軽町向遠軽 ☎01584②5313

