

ビートトップの飼料的特性とその偏用飼養 による生理的影響に関する試験

—特に蓆酸, saponin, $\text{NO}_3\text{-N}$ などの生理作用と灰
分代謝, 下痢症状, ketosis, 産褥性血色素尿症との関
係について—

坪 松 戒 三† 齋 藤 久 幸†
谷 口 隆 一† 岸 吳 司†

CHARACTERISTICS OF BEETTOP AS FORAGE AND ITS EFFECTS ON PHYSIOLOGICAL CONDITIONS OF RUMINANTS WHEN SINGLY FED

— Especially Relationships among Physiological Responses
caused by Oxalic acid, Saponin, Nitrate etc., and Mineral
Metabolism, Diarrhea, Ketosis, Parturient Hemoglobinuria of
Dairy Cows —

Kaizo TSUBOMATSU
Ryuichi TANIGUCHI

Hisayuki SAITO
Koji KISHI

I 緒 言

畑作振興の政策が標ぼうされて各地にビートの作付けが増大し、畜産物の消費拡大は刺激されて乳牛の飼養頭数も著増してきたので、ビートトップの飼料化によつて酪農とビート耕作との結びつきが強く喧伝されるようになった。しかし急増するビートトップの処理のためにその多用による悪影響が報告されるようになってきた。

たとえばチーズのレンネット凝固作用が遅延したり、煉乳中に魚臭を発するものがあつたりしたために、北海道では北海道大学、帯広畜産大学、農林省北海道農試畜産部、酪農検査所、道立農試などの諸機関とこの対策を協議し調査研究することにした。

これら乳質への悪影響に対しては橋本ら¹⁴⁾¹⁵⁾は蓆酸がチーズのレンネット凝固を遅延する作用のあることを認め、更に魚臭の原因はトリメチルアミンであつて、このトリメチルアミンはビートト

ップ中のベタインが変化するのではないかとの推論を下している。

既に当场では^{39) 40)} ビートトップの飼料的利用法の報告の中で、ビートトップサイレージ (以下 B. T. S. と略称する) としての利用が有利なことと、その調製方法、飼料の栄養組成、蓆酸含量の変化、カロチンの処理別変化などについて調査し、更にビートトップ (以下 B. T. と略称する) とそのサイレージの乳牛飼養試験から、生葉、サイレージともに40kg程度が適量であることを指摘した。(BRUNE⁴⁾ の調査によると50kg近く給与しているところも多いという)。しかし B. T. の弊害が出ている地方ではサイレージにする暇がないため、損耗が著しい年には多給偏用によつて短期に消費する傾向が強く、日量70~80kgの摂取量を示すといわれている。従つてこの70~80kgの偏用がどんな生理障害を示すかを調査することが本試験の第1の目的である。

また WEHMER⁴²⁾ によると B. T. 中には蓆酸の

ほかにサポニン、ペタイン、アスパラギン、コフェリンなどの配糖体があるといわれ、今回はこのうち蔞酸、サポニン、硝酸態窒素、蔞酸と灰分関係などの家畜に及ぼす生理的な有害作用について調査し、B. T. の飼料的特性を把握することが第2の目的である。

従来 B. T. 飼養によつて下痢症状があらわれるが、これは蔞酸作用によるものとしてこれを沈澱させるために炭酸石灰の使用を推奨する報告^{1) 25) 31) 36)}が多い。更に蔞酸と Ca の関係から B. T. 飼養によつて Ca 吸収が阻害され、一部には骨軟症の発生がおこるといふ報告^{3) 5) 6) 12) 24)}もある。しかし蔞酸は反芻胃内で大量分解されるとの報告^{7) 8) 23) 31) 37)}もあるために、従来考えていたように B. T. 飼養による生理作用がすべて蔞酸に基因するという推論についてあらためて追究しなければならないことが本試験の第3の目的である。

これらの諸点を明らかにするために蔞酸分解の有無については、*in vitro* ならびに B. T. 単用試験から判定し、蔞酸分解と灰分代謝、蔞酸と Ca の生理的な関係、臨床的な諸症状について B. T. 単用試験を乳牛、綿羊を供して実施することにした。また B. T. 中のサポニン含量については定量法が確立していないので、私法を案出し、牧草中のそれと比較考照し代謝試験も実施した。

II 試験方法

A. 飼料の特性調査

本試験の目的の項でのべたように、飼料の特性については B. T. 中の蔞酸の生育時期別変化、サポニンの生育時期別変化とその各種飼料中の収穫時の含量、硝酸態窒素の生育時期別変化を調査し、更に乳牛、綿羊の B. T. 単用試験から蔞酸、サポニン、NO₃-N、灰分代謝などの試験から総合判定しようとした。

蔞酸の定量：BAKER²⁾の方法に従つて、総蔞酸量は細切新鮮材料60gを少量の水で homogenise し、その容量10に対し稀 HCl (1:1) 2容を加え、抑泡剤を加え煮沸、冷却後 500cc にして1晩放置する。濾液25ccをとり燐タングステン酸溶液(タ

ングステン酸ソーダ24gをとかし燐酸40ccを加え1,000ccとする) 5ccを加えて振盪5時間放置する。これを遠心分離したのち、上澄液20ccを50cc容遠心管にとり、アンモニヤ水で塩基性とする。これに CaCl₂ 緩衝液 5 cc (50%酢酸 500cc に CaCl₂ 25 gをとかし、これを酢酸ソーダ 330 gを含む 500cc 水溶液中に加える) を加えて攪拌し、1晩冷蔵庫内に放置する。遠心後上澄液を冷却し、蔞酸 Ca で過飽和にした 5% 酢酸洗滌液で洗滌し、冷却後 10% 硫酸液で溶解し、重湯瓶上で温めたのち 0.02N KMnO₄ 液で滴定する。

水溶性蔞酸は同様水で煮沸抽出して 500cc にし1晩放置、濾液 25cc に 2.5cc の稀 HCl と 2.5cc の燐タングステン酸溶液を加え、以後総蔞酸と同様に定量する。

サポニンの定量：本定量法は一部 BRUNE⁹⁾ の報告と農芸化学分析書³⁸⁾にあるのみで、ほとんど見当たらないので、定量法を成績の項にのべるように確立し、試料の分析に供した。

NO₃-N の定量：NELSON³²⁾ 法、SCHLENKER³³⁾ 法などを検討したが、青草植物には適当でなかつたので Alminium-reduction²³⁾ 法に従つた。しかし青草分析でなければならぬのに実験の都合上乾燥材料を供したため低値を示していた。

一般分析は常法に従い、P, Ca, Mg 分析は A. O. A. C. 法に従つた。

B. 反芻胃内における蔞酸分解の有無について

次に蔞酸が反芻獣体内で分解されるのかどうかについて確かめるために、*in vitro* 試験と乳牛、綿羊の B. T. 単用試験から飼料として摂取された蔞酸量と排泄蔞酸量、更に血中蔞酸吸収量などから代謝量を計算して推量した。

in vitro 試験：屠殺直後の綿羊反芻胃内の内容 50~100g を 300cc フラスコにとり、蔞酸カリ (水溶性蔞酸)、蔞酸 Ca (不溶性蔞酸) を添加攪拌した直後蔞酸の定量を行ないその回収率を検討した。一方水溶性蔞酸である蔞酸カリを添加攪拌して CO₂ を通気し、38°C の恒温槽に保温し 9~24 時間後に総蔞酸、水溶性蔞酸を定量した。

乳牛による蔞酸代謝試験：B. T. 70~90kg を乳牛に給与し、後述の飼養試験を行ない、飼料蔞酸量

と糞尿尿酸量の差から分解量を推定した。また尿酸分解が水溶性塩、不溶性塩のいずれから分解するかにつき考究した。

C. 尿酸分解とCa代謝の生理的な関係

尿酸分解がCaの吸収にどう影響するかについて、飼料および糞中尿酸、飼料および糞中Caから次の項目に分けて考察した。

飼料中不溶性尿酸：総尿酸から水溶性尿酸を差し引いたもの。

飼料中不溶性Ca：飼料中不溶性尿酸に当量するCa量($\times 0.444$)のことである。

糞中不溶性尿酸：総尿酸から水溶性尿酸を差し引いたものであるが、これは総尿酸と一致する。

糞中不溶性Ca：上記に当量するCa量である。

糞中総Ca：分析値

糞中遊離Ca：糞中総Caから糞中不溶性Caを差し引いたものである。

腸内Ca：飼料中遊離Caから糞中遊離Caを差し引いたもの。この値は飼料の遊離Caを超過することがあり陰性となるが、これは尿酸Caの尿酸が細菌分解されてCaの遊離が大きい場合にみられる。

糞中非排泄不溶性Ca：飼料中不溶性Caから糞中不溶性Caの差であつて、これから不溶性の尿酸Ca中の尿酸の分解量が算定される。

利用可能Ca：飼料中の遊離Caと飼料中の不溶性Caのうち糞中に排泄されていない不溶性Ca(尿酸Caから遊離したCa)との計でこれが大腸から吸収される量を示す。

水溶性から不溶性塩に沈澱したCa：糞中不溶性Caと飼料不溶性Caの差である。

分解尿酸量Ca：飼料水溶性尿酸当量Caから上記量を差し引いたもの。

吸収Ca：腸内Caから水溶性塩から不溶性塩にしたCa量を差し引いたもので体内吸収量。

D. B. T. 給与と有機物, P, Ca, Mg の代謝

乳牛に対するB. T. 単用試験は代謝試験室がないため実験Ⅰは昭和34年10月20日より実施、給与

開始後2週間目と3週間目に2日間人手で糞尿を採取した。B. T. 単用群2頭のほかに牧草サイレーン群1頭および慣行飼料による対照群3頭の泌乳牛を供試して代謝量を測定した。実験Ⅱは昭和35年10月24日から開始し2週間目に2日間糞尿を採取した。B. T. 群3頭の中乳牛対照群2頭の泌乳牛を使用した。供試牛の概要、飼料給与量は第1表のとおりである。

乳牛では手間がかかるので、同じ反芻獣である綿羊で実施して同傾向がみられればB. T. 給与時の灰分添加量の参考にするために、Pの添加剤として麩、Caの添加剤としてCaCO₃を加えた場合のP, Ca, Mgの代謝を調査した。綿羊の代謝試験は1週間同一飼料によつて飼養後1週間の採糞採尿を行ない1日平均量であらわし3頭平均値で成績を検討した。期間は昭和35年10~11月実施したものである。

E. B. T. の多給偏用による乳牛の臨床症状への影響

生理障害の有無を調査するために代謝試験時の期間を延長し、B. T. 給与期前後を長期間観察したものである。この試験は昭和34年、35年に実施し、前年は臨床所見について毎日観察し、翌年は血液成分に重点をおいて観察した。この供試牛の概要と飼料摂取量は第2表、第3表のとおりである。

III 試験成績

A. B. T. の飼料的特性

i) B. T. 中の尿酸含量の変化

B. T. の生理作用について別に詳細に検討するため、ここではB. T. 中に含有する尿酸含量の変化について第4~7表に掲載する。

新鮮葉中の尿酸量の推移をみるため7月6日より20日ごとに5株ずつ採取し、前述のBAKERの方法で総尿酸、水溶性尿酸を分析し、その差で不溶性尿酸量を算出した。処理による尿酸量の変化をみるため、株を等分に分割し異なつた処理をした。第4表に示すように総尿酸、水溶性尿酸塩は生育時期の推移とともに減少し、収穫期には総尿酸で $\frac{2}{3}$ 以下、水溶性尿酸で $\frac{1}{2}$ に減少した。総尿酸

第 1 表 供試牛の概要と飼料摂取養分量

実験別	群別	供試牛名	飼料給与日量 (kg)					DCP	TDN	要求量に対する割合		平均乳量(kg)
			B.T.	干草	Sil.	根菜	配合			DCP	TDN	
I	B.T.群	A 第3ウオーカー	80	—	—	—	—	1.064	8.616	105%	102%	15.8
		B 第3フラワー	80	—	—	—	—	1.064	6.616	92	92	19.4
	Sil.群	C 第4グレン	—	—	45	—	1.5	0.785	6.358	120	102	6.8
	対照群	D M B B	—	17	—	—	3	1.253	10.893	114	121	17.9
		E ヘンドリック	—	4.5	20	20	2	1.045	7.736	101	85	9.9
		F ベツシー	—	4.0	20	20	2	0.968	7.582	96	80	8.4
II	B.T.群	a 初雪	71	—	—	—	—	0.590	6.890	97	103	—
		b ベツシー	90	—	—	—	—	0.747	8.730	170	174	—
		c 春光	78	—	—	—	—	0.647	7.570	154	157	—
	対照群	d 第3ウオーカー	—	6	—	60	5	1.362	11.790	93	114	20
		e 第2クイン	—	8	—	—	1.8	0.673	5.304	150	115	2

- (注) 1. 実験Iの配合飼料は燕麦40%, 米糠20%, 糠40%, コロイカル1.8%, NaCl 1% DCP 9.5%, TDN 69.0%のものである。
 2. 実験IIでは燕麦50%, 糠30%, 大豆粕20%, コロイカル1.5%, NaCl 1%, DCP 12.81%, TDN 71.01%のものである。
 3. Sil. は Silage の略語

第 2 表 昭和 34 年度の供試牛の概要

群別	供試牛名	期	年令	最終分娩	飼料給与量 (kg)					生体量	産乳日量		
					B.T.	干草	Sil.	青草	根菜			配合	
ビートトップ群	春光	対試	9	34. 1.17	—	5	30	15	—	2	631	18.5	
		対試	—	—	—	10	—	—	50	—			
	初雪	対試	4	34. 7.27	—	4	25	15	—	2.5	457	15.5	
		対試	—	—	—	10	—	—	40	—			
	ロメオ	対試	6	34. 1.30	80	—	—	—	—	—	630	14.6	
		対試	—	—	—	10	—	—	15	—			
対照群	第3ウオーカー	対試	5	34. 9. 5	—	4	30	15	—	4	536	19.8	
		対試	—	—	—	4	20	—	30	4			
	第3フラワー	対試	9	34. 9.28	80	—	5	20	15	—	3	570	20.3
		対試	—	—	—	5	20	—	30	4			
	M B B	対試	8	34. 8. 5	—	7	15	15	—	3	540	21.6	
		対試	—	—	—	—	15	—	—	4			
第4グレン	対試	7	34.10.24	—	—	—	45	—	—	1.5	602	7.9	
	対試	—	—	—	—	—	45	—	—	1.5			

第3表 昭和35年度の供試牛の概要

群別	牛名	年令	最終焼	試験前			試験期			ルタバガ期			試験後			生体量 (kg)	産乳 日量 (kg)
				9.27~(50日)			10.25~(14日)			11.9~(21日)			12.1~(30日)				
				干草	配合	根青 葉草	B. T.	干草	配合	根 葉	干草	配合	干草	配合	根 葉		
ビト ツプ ト群	a	6	34.7.27	15	--	--	73.5	--	--	30	4	--	5	2	--	559	--
	b	8	34.1.30	19	--	--	75.8	--	--	40	6	--	5	2	--	716	--
	c	10	34.1.17	17	--	--	70.6	--	--	40	6	--	5	2	--	665	--
対 照 群	d	7	34.10.2	6	5	60				30	7	3	7	3	30	611	20
	e	10	36.2子	4	1	35	--	8	1.8	--	8	1.8	5	2	5	546	2

(注) 分析法: 血液所見は一般検査法, 血色素量は Sahli 法, Hematocrit 値は Wintrobe 法, 肝機能検査は Gros 法, Total protein は蛋白計法, P, Ca は Fiske-Subba Raw 法, Acetone は実験 I Engfeld Pincussen 法, 実験 II Thin 法, 血糖は Folin-Wu 法

第4表 新鮮葉中の蓆酸含有率

採取 月日	平均重 量(g)	葉根比	不溶性 蓆酸	水溶性 蓆酸	総蓆酸	水溶性 総蓆酸	水分 %	最初を100とした比		
								不	水	総
7.6	26	100:830	0.264	0.614	0.878	70	91.49	100	100	100
7.29	380	100:428	0.127	0.523	0.650	78	91.88	50	89	78
8.20	1,050	100:275	0.308	0.292	0.600	49	91.27	114	46	67
9.12	1,544	100:286	0.523	0.309	0.832	37	89.16	156	40	74
10.3	2,022	100:223	0.340	0.296	0.636	47	70.71	118	44	66
10.25	1,720	100:185	0.387	0.286	0.673	43	85.89	88	28	46
11.14	1,728	100:159	0.378	0.280	0.658	43	84.71	80	25	42

第5表 収穫後の処理による蓆酸含有率

処 理	調 査 月 日	水分	不溶性 蓆酸	水溶性 蓆酸	総蓆酸	水溶性 総蓆酸	無処理を100とした比		
							不	水	総
新 鮮	10.25	85.89	0.387	0.286	0.673	43	100	100	100
人 工 乾 燥	10.25	9.08	2.286	1.179	3.465	34	92	64	80
室 内 乾 燥	11.10	70.61	0.720	0.585	1.305	45	92	92	93
曝 霜	11.10	77.42	0.279	0.342	0.621	55	45	74	58
凍 結	2.1	48.35	0.552	0.792	1.314	60	37	75	53
埋 藏	2.1	84.37	0.433	0.149	0.592	25	103	47	79

第 6 表 新鮮茎葉中の修酸塩の分布(9月30日)

部 位	重量	水分	不溶性			水溶性		水溶性 総修酸
			g	%	%	%	%	
外側葉	220	85.35	1.263	0.896	2.159		42	
葉	620	93.70	0.273	0.136	0.409		33	
全	840	91.51	0.532	0.335	0.867		39	
内側葉	180	86.81	0.268	0.468	0.736		64	
葉	620	91.68	0.259	0.127	0.386		33	
全	800	90.58	0.261	0.204	0.465		44	

に対する水溶性修酸の割合は8月以降一定し、40%内外である。この年の原物中の修酸含有率は8月以降一定し、総修酸0.6%内外、水溶性修酸0.28%内外であつた。

収穫後の処理による修酸含有率は第5表のように乾燥によつても幾分減少する。曝霜、凍結によつて不溶性修酸が著しく減少するが、水溶性修酸の減少度は低い。水溶性修酸の最も減少度の高いのが埋蔵(Sil.)処理であつて $\frac{1}{2}$ 以下になる。BAKER¹⁾が指摘したように水溶性修酸のみが家畜

第 7 表 各年における修酸含有率(原物中)

年 度	水 分	不 溶 性 修 酸	水 溶 性 修 酸	総 修 酸	風 乾 物 中 (%)			
					水溶性 総修酸	P	Ca	Mg
1956	85.89	0.387	0.286	0.673	43	0.250	1.350	0.43
1957	85.47	0.360	0.170	0.530	22	—	—	—
1958	86.67	0.223	0.107	0.330	33	0.207	0.985	0.481
1959	84.22	0.247	0.171	0.418	41	0.164	1.276	0.309
1960	86.47	0.250	0.157	0.407	39	0.173	0.916	0.535
平均	85.76	0.293	0.178	0.471	38	0.199	1.131	0.439

(注) 1956年は採取時、その他は2-3週圃場放置のもの

に有害に作用するものとすれば、埋蔵(Sil.)処理は最も適切な貯蔵法といえよう。

新鮮茎葉中の修酸の分布をみると、第6表のように総修酸、水溶性修酸ともに茎葉の外葉に多く、内葉に少ないので、収穫期における減少は生育期による変化とともに外葉枯損による減少も考えられるわけである。したがつて汚染度の高い外葉を捨てて飼料化する場合、修酸摂取を少なくする手段ともなりうるものである。

第7表に各年度の平均修酸含有率を掲載したが、修酸含有率はその年の天候に基因するようで、総修酸も0.39~0.6%まで種々であり、水溶性修酸も0.1~0.28%と変化が著しい。この少ない年の減少原因としては、ほかに枯損、損耗葉を除去し、畑に長く放置したことにもあるだろう。しかし水溶性修酸と総修酸の比は40%前後で

それほど著しい変動はなかつた。

この修酸と灰分中のCaとの関係をみると、PやMgに比して相関関係があるようで、その含量の変異が大であつた。したがつてこの修酸とCa含量の変化でB.T.の修酸とCaの比が変わりその飼料的特性が著しく異なることが考えられる。

ii) B.T.中のサポニン含量とその生理作用

WEHMERによる根葉茎葉中のサポニンその他の配糖体の確認、GESSNER¹³⁾による各種植物中のサポニンは30属150種にのぼる確認がなされているが、家畜に及ぼす生理作用を検討する場合、量的な把握がない限り推論が難しいために、根葉頸葉中の定量が必要である。しかしこれがほとんど見当たらないために、配糖体の抽出法とサポニンのもつ溶血性とを組み合わせて定量法を確立し、

茎葉中の含量変化や、ほかの牧草中の含量を比較したものである

1) サポニンの定量法について

1. サポニンの抽出法

配糖体の抽出は分析書²⁶⁾によると、水抽出法、alcohol (以下alc.と略す)抽出法、水抽出後alc.抽出法など種々あるが、これを比較すると第8表のとおりである。

第8表 サポニン抽出法の比較

抽出剤	抽出方法	溶血度
水	草汁+sap.を水抽出、抽出、蒸発、生食溶解	8,000倍
alc.	- alc. - - -	12,800%
水,alc.	- 水抽出後蒸発alc.抽出 - - -	8,000%

また配糖体を水またはalc.で抽出したのち、エーテルで saponin (以下 sap. と略す) は沈澱するとの書²⁷⁾もあるが、sap. の alc. 溶液にエーテルを添加したが、沈澱はわずかで実用できなかつた。次に抽出alc.濃度を決定するために sap. を100%、95%……とalc.濃度を下げてゆくと70%alc.で全溶解するので、この濃度を用いた。また抽出率を検討するため、草汁に sap. を添加したものを基礎として溶血度を測定し、これと始めから粉末草に sap. 1g を添加、alc. 抽出を行なつたものなどを比較した。その結果第9表のように100%もしくはそれ以上の成績を得たので、抽出率を100%とみなした。

第9表 sap. 抽出率の検討

抽出方法	溶血度
草汁+sap. 1gを直接溶血検定したもの	12,800倍
生食緩衝液に sap. を直接溶解したもの	14,400%
粉末草+sap. 1g alc. 抽出、溶血検査	12,800%
B. T. + sap. 1g % %	16,000%
B. T. alc. 抽出 %	1,800%

2. サポニン液の調製

KH₂PO₄ 2.25g, Na₂HPO₄ 12H₂O 22.5g, NaCl 9g を蒸溜水 1ℓ に溶解し pH 7.4 程度のものを調製、これにサポニンを溶解した。

3. 倍数稀釈法による試験管系列

100倍、300倍、500倍、700倍、900倍を基にして各列30,000倍程度まで試験管をつくつた。試験法検時時は各列とも多くつくつた。

4. 生食磷酸緩衝液容量と血量

小試験管使用のため2cc位の生食緩衝液をとり、血量1滴では充分溶血が多くなるので、2滴(2ccメスピペット)に一定した。

5. 標準サポニン

関東化学サポニンが純正化学製品より溶血度が高いため前者を用いた。標準サポニンが変われば溶血度とその計算は全く異なる。

6. 溶血度の判定

完全溶血度は滴加血量に著しく左右されるので、部分溶血を基とし、しかも溶血判定は肉眼的に少しでも溶血の認められる最終点で行なうが、試験管を傾斜した場合血沈が直ちに流れない点で行なう。ただし糖分の多いもの、試料を余計とつて濃度の濃い場合はこの血沈不流点が多くなるので、この場合は肉眼的に溶血が認められる最終点で行なう。

7. サポニン濃度と溶血度との関係

第10表 サポニン濃度と溶血度

サポニン濃度	溶血度	溶血度
草汁抽出液+sap. 1.5 ^g	19,200~22,600 ^倍	19,200 ^倍
% 0.1	12,800	12,800
% 0.75	8,000~9,600	9,600
% 0.5	6,400	6,400
% 0.4	5,200~5,600	5,200
% 0.3	3,900~4,000	3,900
% 0.2	2,400~2,800	2,600
% 0.1	1,200~1,400	1,280
% 0.075	900~1,000	960
% 0.05	600~700	640

(注) 640倍以下は濃色となり溶血不明

第10表から溶血度はサポニン量に比例することがわかるので次の計算法による。

8. サポニン量の計算

$$X = \frac{b \times 100}{12,800 \times a} \quad (\text{風干物中}\%)$$

a = 風干試料採取量
b = 部分溶血価の最終点

9. サポニン添加の回収

第 11 表 サポニンの回収率

試料名	試料量	sap. 添 加 量	溶血度	sap. 風干 物中 %	差 引 % sap. 量	回収率 %
B.T.	20	—	5,200	2.03	—	—
ク	10	0.3g(3%)	6,400	5.00	2.97	99

10. 分 析 方 法

試料を速かに乾燥し、この乾燥試料を 10～15g採取し逆流冷却器を附して70% alc. で抽出し濾過する。濾液を冷却管を附して重湯煎上に煮沸し、alc. の一部を回収し残りは蒸発させる。これは 100cc の生食燐酸緩衝液に溶解させ、倍数稀釈法で (100～32,000倍) 生食緩衝液 2cc 容量の小試験管系列をつくり、その全部に血液 2 滴を滴加し、よく振盪して 1 晩室温放置 (寒冷溶血をさける) 後溶血度を判定する。溶血度の判定は溶血の肉眼的判定の終りまたはその後の血沈の凝固して流れ難くなつた点で行なう。

3) B. T. 中のサポニン量の変化と牧草中のサポニン量

乳牛の産褥性血色素尿症 Parturient Hemoglobinurea の血色素は溶血して、血色素が尿中に出るものであるが、この原因は当場の以前の生化学的研究^{16) 17)} および MADSEN & NIELSEN,²⁶⁾ SjöBERG, KNUT²⁷⁾ らの研究によつて P 欠乏症に基因し、おそらく赤血球中の磷脂質の欠乏から赤血球膜が脆弱となり、個体的に体内中毒によつて滲出溶血するのではないかと推論を下した。さらに P 少給時と P 多給時の赤血球抵抗力の試験から P 欠乏によつて赤血球膜が脆弱になることを確かめた。しかしその溶血機転については充分納得のゆかぬ点も多かつたので、本症発生地帯の飼料構造との関係を追求し、土著的に P 欠乏地帯で alfalfa およびてん菜副産物を主飼料とする地帯に多いことを明らかにした。これらの飼料の共通成分としてのサポニンを考えたので、ほかの飼料との含量を比較したのが第12表である。

B. T. 中のサポニン量の変化は時期ごとに増量

第 12 表 B. T. 中の量の変化と牧草中の sap. 量

B. T. 中のサポニン量			牧草中のサポニン量				
種 類	風干物 中 %	種 類	風干物 中 %	種 類	風干物 中 %		
てん菜頭葉	8.10 1.484	ビート茶葉	10.20 2.813	ルーサン (デュビユイ)	2.343	ベレニアルライグラス	0
ク	8.20 1.560	ク	10.25 2.813	ク (グリム)	2.187	オーチャードグラス	0
ク	8.30 1.484	ビート根	10.25 0.585	アルサイクロパー	0.566	チモン	0
ク	9.10 1.563	B. T. 畑放置	1.875	ラジノクロパー	0.469	メドーフエスク	0
ク	9.20 1.979	B. T. S.	1.094	バズフットトレフオイル	0	家畜ビート頭葉	0
ク	9.30 2.344	B. L. S.	1.250	赤クロパー 1 番	0	シニガーマンゴールド	1.172
ク	10.10 2.500	ク	2.031	ク 2 番	0	パーレスストリーネ	2.969

の傾向を示し、収穫時には関東化学サポニン量として風乾物中の 2.8% となる。したがつて相当量のサポニン量を動物は摂取することになる。BRUNE⁹⁾ によると西独の B. T. 中には 25 万倍の溶血度を示す Gypsophilasaponin として 0.7% 程度風乾物中に含有していると報告しているが、これと比較すると当地の B. T. 中のサポニン含有量は西独のもの^{1/2}程度の溶血度をもつものと考え

られる。このことが西独より本症の発生数の少ない原因であろう。

次にこの B. T. が畑に放置された場合やサイレージにした場合加水分解され、含有率が低下することに注目したい。これらの処理で 1/2～1/3 に減少することが認められた。

その他の飼料では B. T. と同程度あるのが alfalfa と飼料用てん菜の頭葉である。その他牧

草中ではラジノクロバー、アルサイクロバーがビート根程度含有されているが、その他はほとんどみられない。

このことから乳牛の産褥性血色素尿症 (parturient hemoglobinuria) の発生地帯の飼養管理を調査すると、諸外国^{11) 27)}ではルーサンおよびん葉副産物を主体としている地方に多いのであるが、これがサポニン含有の多い飼料と全く一致することからP欠乏の原因のほかに溶血原因としてのサポニン作用を忘却するわけにはいかない。ここでP欠乏とサポニン作用の協同作用で本症が発生するという FREUDENBERG¹²⁾の説と全く一致するのである。

3) 乳牛に対する B. T. 単用時の saponin 代謝

サポニンの生理作用については溶血作用が最も

大きなもので、これは血球中の Cholesterin と親和性が強く、sterin と二重結合することによって組織細胞が脆弱になり、その間隙から血液成分が漏出して溶血するといわれる。さらにラジノクロバーなどに含有され食道溝部をまひしたり、水の表面張力を減ずるために発泡性が強く泡沫性の鼓脹症の原因になるのではないかという FALASCHINI (1935) の報告もある。

しかし B. T. 給与時にみられる下痢症は根葉葉の汚物含量や細菌毒素によるとするもの、修酸 Ca の結晶が腸を刺戟するからであるとするものなどが多いが、サポニンの薬理作用の影響とみることもできる。これらのことを把握する意味で乳牛の B. T. 単用時のサポニン代謝について量的に調査したのが第13表である。

これによるとサポニンの摂取日量は 250g の大

第 13 表 B. T. 給与時のサポニンの消長

供試牛	摂 取 量		排 泄 量 糞中サポニン	結 果	消 長 (推定)
	B. T. 給 与 量	サポニン			
1	73.5 (10.7) ^{kg}	251.3 ^g	0	消 失	sap.-sapogenin
2	75.8 (11.1)	259.0	0	〃	加 水 分 解
3	70.6 (10.3)	241.2	0	〃	細 菌 分 解
4	73.3 (10.7)	250.6	0	〃	吸 収

(注) () 内風乾重 sap. 含量は生葉放置の平均

量に達するが、西独の Gypsophilasaponin 当量にすると50gくらいであろう。綿羊で8g、乳牛では70g~80gが種々の経験から中毒量と考えられるが、中毒量には達していない。しかし臨床的には生理作用が軽度に認められよう。

糞中にはこのサポニンは全く発見されなかつた。このことは加水分解されるもの、サポニンが腸内で胆汁中の Cholesterin や飼料脂肪中の sterin と結合したり、saponin が sapogenin になつて溶血性を消失することのほかに吸収されることが考えられ、さらに細菌分解も考えられよう。しかし BRUNE⁹⁾は糞中にもサポニンを認め第1胃細菌によるサポニン分解が完全でないことを指摘している。とにかくサポニンが体内に摂取

された場合大量のものが分解、吸収、変化によって消失するわけであるが、その間に種々の生理障害を生体を与えていることは確かであろう。家畜はこのサポニンを第1胃内で細菌分解すれば菌叢の異常がおこるであろうし、腸壁を損傷して下痢性に働いたり、吸収されて血球中の Cholesterin と結合して溶血性に働いたり、腸内の胆汁中の Cholesterin と結合して脂肪消化を低下させたり、分娩後低給与と協同して parturient hemoglobinuria の原因となつたりその生理障害の程度は大きいものがうかがわれる。

iii) B. T. 中の NO₃-N の変化とその生理作用

B. T. 給与時の生理障害の原因として硝酸態窒素をあげている人もいる。たとえば KLIMMER は

根菜給与時の下痢症は硝酸ととも硝酸態窒素含量にあるのではないかと考えている。

硝酸中毒の定型的な臨床症状は DAVIDSON²⁹⁾(1941)、MUHRERら³¹⁾(1955) は不安騒擾、促脈、弱脈、歩様蹠踏、盲目、チアノーゼなどであるといひ、硝酸は消化管内で無硝酸に変化し、血流中に吸収されて hemoglobin を methemoglobin に変化させ血液の酸素運搬能力を喪失させるといふ。

硝酸態窒素 (NO₃-N) の中毒量については、HYMAS & MESLER²¹⁾(1960) は KNO₃ 含量として飼料乾物中 2% 以上の場合中毒または死因となり、1.8% 以下の場合中毒症状が認められなかつたといひ MORRIS et al²⁹⁾(1958) は栄養摂取量が標準以下で著しく少ない場合は飼料中 1% 以下でも中毒死因となりうるが、栄養摂取量が充分な場合、KNO₃ 含量 3% 程度でも中毒症状を示さな

いといつている。一般には飼料固形分中 NO₃-N 含量として 1.5% 以上の飼料を摂取した場合中毒するといわれその意見はまちまちである。

試験方法の項でのべたように NO₃-N の生理作用を追究するには厳密な試験が必要だが、本調査では B. T. 給与によつてどの程度の硝酸が摂取されるか、従来の文献の中毒量を含有するかどうかを確かめるために行なつたもので、B. T. の時期別 NO₃-N の変化と NO₃-N の代謝について第14~15表に表出した。

NO₃-N 含量は乾燥試料で実施したため、著しく低く出ているが、このままで考察すると、B. T. 中の含量で初期 2.5% から徐々に減少し10月に入つてから急減するようである。収穫期には 0.6% 程度であるので、この含量では大量摂取しても硝酸中毒はあらわれない。

次に代謝量をみると飼料、糞とも乾燥材料であ

第 14 表 B. T. の時期別飼料成分と NO₃-N 量

飼料名	期日	一般組成分 (原物中%)						風乾中%		風乾率
		水分	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	灰分	NO ₃ -N	KNO ₃	
てん菜頭菜	8.1	91.58	1.86	0.27	0.70	3.99	1.60	0.355	2.485	9.03
〃	8.10	92.74	1.43	0.22	0.82	3.61	1.18	0.342	2.394	7.78
〃	8.20	92.22	1.59	0.21	0.97	1.03	1.00	0.313	2.191	9.35
〃	8.30	92.94	1.68	0.20	1.14	3.17	0.87	0.261	1.827	7.55
〃	9.10	91.90	1.52	0.18	0.95	4.23	1.22	0.206	1.442	8.54
〃	9.20	89.48	1.96	0.27	1.45	5.55	1.30	0.198	1.246	8.29
〃	9.30	89.39	1.40	0.25	1.23	6.16	1.57	0.166	1.162	11.30
〃	10.10	90.60	1.62	0.15	1.01	5.62	1.00	0.148	1.036	11.15
〃	10.20	86.55	1.77	0.22	1.33	8.98	1.15	0.091	0.637	12.70
〃	10.25	88.21	1.50	0.16	1.04	8.09	1.00	0.083	0.581	13.40
〃	10.25	85.73	1.58	0.23	1.49	9.29	1.68	0.087	0.609	13.70
飼料用てん菜頭菜	〃	89.30	1.81	0.21	0.98	6.39	1.31	0.118	0.826	12.14
〃	〃	89.93	2.27	0.25	1.01	4.84	1.70	0.084	0.588	11.00
てん菜根	9.20	84.73	0.98	0.09	1.03	12.40	0.77	0.048	0.336	15.80
〃	9.30	82.58	0.79	0.04	0.85	15.35	0.24	0.017	0.119	17.80
〃	10.25	76.88	1.18	0.07	0.93	20.45	0.49	0.009	0.063	25.00

るので、おおよその目安となるが、尿中硝酸排泄量からみると試験群、対照群とも同量で内因性のものであつて B. T. 中から大量に吸収されている

とも思われな。B. T. 群が対照群より糞中排泄が多いが、これも摂取量からみると10~15%に過ぎず、ほとんどが吸収変化している。この量は中

毒するまでではなく、下痢の原因としてもこの程度では結論づけられない。中毒症状としては出血性胃腸炎または心臓病変があるがこれらは認められなかつた。MORRIS et al²⁰⁾の研究では日量 KNO₃ 300g 以上を摂取しているし、HYMAS & MESLER²¹⁾の研究では中毒量は KNO₃ 350g 以上であるとしているので、本試験のように KNO₃ 70g (NO₃-N 10g) 程度の摂取量ではこのような生

理障害がおこることは考えられない(低目に出ているので KNO₃ 100g 位は摂取していたと思われる)。

したがって生理作用の程度は今回は認められなかつたが、B. T. 中の NO₃-N の本質的な有害作用については結論をえなかつた。

B. 反芻胃内における硝酸分解の有無について

i) 人工消化法による硝酸塩の分解について

反芻獣では大量の硝酸塩を摂取するにかかわら

第 15 表 B. T. 給与時の NO₃-N の代謝 (昭和35年)

群別	供試牛名	摂取量 NO ₃ -N mg	尿中排泄量				尿中排泄量			排出量	
			乾糞量 g	乾糞中 NO ₃ -N mg%	NO ₃ -N 量 mg	尿量 cc	尿100cc中 NO ₃ -N mg	NO ₃ -N 量 mg	合計 mg	排出量 mg	納量 %
試験群	a	9.326	2.760	10.06	278	33.340	1.50	500	778	8.548	92
	b	9.614	3.827	11.79	451	40.190	2.73	1,097	1,548	8.066	84
	c	8.952	3.123	8.44	264	26.215	3.56	933	1,197	77.55	87
	平均	9.300	3.237	10.10	331	33.248	2.60	843	1,174	8.123	87
対照群	d	—	4.944	2.33	115	11.960	7.25	867	982	—	—
	e	—	2.960	2.38	70	6.235	9.10	567	637	—	—
	平均	—	3.952	2.36	93	9.097	8.17	717	810	—	—

(注) NO₃-N 定量は乾燥試料を使用したため著しく低値である。

ず非反芻獣にみられるような硝酸中毒は認められない。これは Ca 剤の添加または飼料中の Ca と不溶性塩をつくり消化管を通過するからだと考えられ、Ca の補給が強調された。しかし一方 Ca をそれほど給与しなくても硝酸中毒を免れうるのは反芻胃内で硝酸が分解されるからではないかとして、TALAPATRA ら²²⁾ (1948) や MORRIS ら²³⁾ (1955) が報告している。したがって硝酸分解の有無について硝酸塩を綿羊の胃内容に添加試験管内試験をしたのを第16~18表に表出した。

第16表のように第1胃内容に硝酸カリ、硝酸 Ca を添加した直後の分析結果によると、総硝酸ではほとんど 100% 回収されるにかかわらず硝酸カリでは水溶性硝酸として平均56%程度しか回収されなかつた。これは添加した硝酸カリの一部が胃内容中の Ca と結合し、不溶性硝酸になるためと考えられた。さらに使用した第1胃内容中に酸

溶性硝酸が既存していたため、成績の判定にはこれを差し引いて検討したのが第17~18表の成績で

第 16 表 胃内容に添加した硝酸塩の回収率について

添加した硝酸塩	胃内容	添加硝酸塩量	回収硝酸塩量		回収率
			区別	平均量	
無添加	50	—	総硝酸	—	—
	〃	—	水溶性	—	—
硝酸カリ	〃	148	総硝酸	152	103
	〃	148	水溶性	82	56
硝酸 Ca	〃	275	総硝酸	273	99
	〃	275	水溶性	—	—

ある。これによつても、添加された水溶性硝酸の一部は直ちに Ca と結合して不溶性になると、分解されてしまうものとあることが認められる。

水溶性尿酸の分解量と総尿酸の分解量の差から尿酸 Ca の尿酸イオンの分解もわずかではあるが分解することが認められた。

消化時間の経過につれて尿酸酵がおう盛となり、pH が低下するので、第1胃内細菌による分解能は低下することが考えられる。したがってその分解量については本結果から推定できなかつた。(この分解量によると乳牛1日当り50g程度となる) また尿酸塩添加胃内容は pH の低下が無添加より少なかつた。これは酸生成量が減少したためか、尿酸分解による重炭酸塩の中和作用によるのかは明らかにできなかつた。

とにかく尿酸と Ca の結合作用のほかに尿酸イオンの分解が反芻獣の尿酸中毒の発生を予防している大きな原因の1つであることは間違いない。

ii) Beettop 単用時の尿酸の分解について

人工消化法によつてその分解量は推定できなかつたので、尿酸代謝試験から推定しようとした。

尿酸は体内に吸収されるものもあるため、血中、乳中の尿酸量も勘案してその出納を計算した。尿酸分解量は Ca との関連で大分変わると思われるが、これは後述し本項では B. T. の尿酸量と Ca 量の割合から尿酸過剰飼料と Ca 過剰飼料とに分けて検討した。

第19表のように B. T. 中の尿酸度を検討した。これは飼料中の Ca 含量と飼料中の総尿酸に当量する Ca 含量との差をもつてあらかし、飼料 Ca の多い場合を Ca 過剰飼料、尿酸当量 Ca の多い飼料を尿酸過剰飼料と BRUNE⁵⁾ が命名したのに従つた。実験 I の場合は Ca 過剰であつて尿酸度少なく実験 II では尿酸過剰であつて尿酸度が高かつた。この場合の尿酸の出納を比較すると尿中、血中、牛乳中の尿酸量はきわめて微量であるので吸収量は極く少ないものとみなした。尿中、血中、乳中尿酸量をみると対照群より B. T. 給与群が高

第 17 表 綿羊の第1胃内容物による尿酸塩の試験管内変化

経過時間	胃内容量	添加尿酸塩及量	区 別	回 収	取 量	差 引	回 収	回 収 率	pH
		mg		尿酸	mg	尿酸	尿酸		
0	100 ^R	—	水 溶 性 尿 酸	—	—	—	—	—	6.7
0	〃	—	総 尿 酸	221	—	—	—	—	6.7
0	〃	尿酸カリ 297	水 〃	219	219	74	—	—	6.7
0	〃	〃	総 〃	529	306	103	—	—	6.7
12	〃	〃	水 〃	—	—	—	—	—	5.5
12	〃	〃	総 〃	203	—	—	—	—	5.5
12	〃	〃	水 〃	165	765	56	—	—	5.9
12	〃	〃	総 〃	451	248	84	—	—	5.9
24	〃	〃	水 〃	—	—	—	—	—	8.3
24	〃	〃	総 〃	194	—	—	—	—	8.3
24	〃	〃	水 〃	149	149	50	—	—	5.8
24	〃	〃	総 〃	419	225	76	—	—	5.8
0	〃	—	水 〃	—	—	—	—	—	
0	〃	—	総 〃	—	—	—	—	—	
0	〃	尿酸カリ 148	水 〃	96	96	65	—	—	
0	〃	〃	総 〃	140	140	95	—	—	
6	〃	〃	水 〃	—	—	—	—	—	
6	〃	〃	総 〃	5	—	—	—	—	
6	〃	〃	水 〃	55	55	37	—	—	
6	〃	〃	総 〃	96	91	62	—	—	

第18表 綿羊の第1胃内容物による遊離塩の試験管内分解量

試験別	経過時間	区別	開始時量 開修酸	終了時量 終修酸	分解したと考 えられる遊酸 量	Caと結合し た遊酸 量	遊酸中の遊酸 が分解したと考 えられる量
			mg	mg	mg	mg	mg
I	12	水溶性	219	165	54	78	4
		総遊酸	306	248	58		
	24	水溶性	219	149	70	78	11
		総遊酸	306	225	81		
II	6	水溶性	96	55	41	52	8
		総遊酸	140	91	49		

第19表 B. T. 中の遊離Caと遊酸またはCaの過剰性

試験区別	飼料名	Ca % ①	不溶性遊酸 量% ②	③に当量する Ca% ③	遊離Ca ①-③	総遊酸 % ④	④に当量する Ca% ⑤	①-⑤	過剰性
実験 I	B.T. 1	1.275	0.702	0.312	0.863	2.719	1.208	+0.067	Ca 過剰
	〃 2	1.873	2.030	0.902	0.971	2.819	1.253	+0.620	〃
	〃 3	1.003	1.428	0.635	0.368	2.514	1.117	-0.114	遊酸過剰
	〃 4	0.952	1.945	0.864	0.088	2.723	1.210	-0.258	〃
	〃 平均	1.275	1.526	0.678	0.572	2.694	1.197	+0.315	Ca 過剰
実験 II	B.T. 1	0.928	2.021	0.898	0.030	3.370	1.497	-0.569	遊酸過剰
	〃 2	0.880	1.905	0.846	0.034	3.102	1.378	-0.498	〃
	〃 3	0.891	1.438	0.639	0.252	2.474	1.099	-0.208	〃
	〃 4	0.967	1.445	0.642	0.325	2.314	1.028	-0.061	〃
	〃 平均	0.916	1.727	0.756	0.160	2.815	1.251	-0.335	〃

(注) 実験 I の B. T. の遊離 Ca : P = 79.6 : 21.5 = 3.73 : 1
 実験 II の B. T. の 〃 = 18.8 : 20.3 = 0.93 : 1

第20表 遊酸の出納

試験別	出納 遊酸区分	B. T. 給与群						対照群					
		遊酸 摂取量	遊酸吸収および排泄量				差 引	遊酸吸収および排泄量					
			糞中	尿中	血中	乳中	計		糞中	尿中	血中	乳中	計
実験 I	試料総量	80.000	34.738	29.910	40.000	17.620	—	—	39.922	9.542	40.000	11.510	—
	総遊酸	334.4	235.11	0.2	1.4	0.07	236.78	97.62	6.45	0.07	0.95	0.04	7.51
	水溶性遊酸	136.8	1.97	—	—	—	1.97	134.83	—	—	—	—	—
	不溶性遊酸	197.6	233.14	0.2	1.4	0.07	234.81	37.21	6.45	0.07	0.95	0.04	7.51
実験 II	試料総量	79.666	20.565	33.255	—	—	—	—	23.727	9.098	—	—	—
	総遊酸	324.24	132.0	0.28	—	—	132.28	191.96	0.50	0.05	—	—	0.55
	水溶性遊酸	152.07	0.06	—	—	—	0.06	125.01	0.02	—	—	—	0.02
	不溶性遊酸	199.17	131.94	0.28	—	—	132.22	66.95	0.48	0.05	—	—	0.53

(注) 本表の基礎数字は第24~26表からとつた。

く体内吸収がやや多いことが認められたが、全体の代謝量を検討する場合問題にするほどの量ではないので考慮しないことにすると、第20表の蓆酸の摂取量と糞中排泄量から1日に約300g程度の蓆酸が摂取され、そのうち水溶性蓆酸は140gであつたが、これが全く消失し、40gが遊離のCaと沈澱して蓆酸Caとなり不溶性蓆酸に変わるが、100gが第1胃内で分解されることが認められた。

実験Ⅱの蓆酸過剰の場合は第20表のように矢張り1日125g摂取した。そのうち水溶性蓆酸は125gであつたが190gの蓆酸が1日に分解しているので65g程度は不溶性蓆酸の蓆酸が分解していることになる。このことは実験Ⅰでは認められないことであつた。要するにCa過剰の場合は水溶性蓆酸とCaの沈澱作用があつて不溶性蓆酸からの蓆酸分解が認められないが、蓆酸過剰の場合は水溶性蓆酸と不溶性蓆酸の蓆酸の一部を分解することが認められる。このことは大量の蓆酸過剰に対する第1胃内菌叢の相異によることと思われる。BRUNE⁵⁾も綿羊の試験で蓆酸含有飼料にCa塩を併用すると不溶性の蓆酸の分解は減少するし、Ca、Pとを併用すると分解量は多くなることを認めているので大体一致している。

蓆酸の分解量は本試験では100～200gであつたが、MORRIS²⁸⁾はin vitro試験で1日量250gと算出している。in vitroでは吸収量がない場合の計算であつて、本試験の場合は分解量が100～200g程度であるので、吸収量としての消長はほとんど考えられない。また蓆酸分解量は給与開始当初に少なく、後期に多くなつていようである。このように実際の飼養時と試験管内蓆酸分解の傾向は一致することが認められた。

C. 蓆酸分解とCa代謝の生理的な関係

前述のように反芻胃内で蓆酸が分解されるわけであるが、蓆酸分解によつて蓆酸作用と考えられているCa吸収阻止作用が免れうるのだろうか。この点を明らかにするため蓆酸とCaの生理状態を考察したのである。

第21表のように蓆酸の代謝とCaの代謝を比較検討し、これに飼料および糞中の不溶性蓆酸と不

溶性Ca、飼料および糞中の遊離Caなどを考慮すると蓆酸分解や沈澱の状況とCaの吸収の状況がうかがわれる。

実験ⅠのCa過剰のB. T. は蓆酸Caになつていない遊離のCaは80gもあるのに、実験Ⅱの蓆酸過剰のB. T. では20g程度で著しく差があつた。一般にこれほどの差のないのが普通で、両極端に近い場合成績検討に都合がよかつた。

糞中の遊離Caは逆に前者が14g、後者が45gとなつて前者が著しく低い。これは前者のB. T. 中の遊離Caが体内吸収が容易で大量吸収され、さらに残部は水溶性蓆酸を沈澱したためであつて、後者では遊離のCaが少ないため水溶性蓆酸と沈澱することなく、体内吸収量もすこぶる少ない。したがつてCa出納も陰性に近くなつていよう。この原因としては蓆酸Ca中の蓆酸分解によるCaの利用につとめる第1胃内細菌叢の移動によるのではないかと思われる。このことは、BRUNE⁵⁾が蓆酸Ca中の蓆酸分解を認められている綿羊の粗繊維の消化率が低下するということを考えあわせると第1胃内細菌中蓆酸分解菌(*Proactinomyces citreus* 属)の増殖によつて普通の繊維分解菌の分解能を低下することが考えられ、この間の事情が説明される。糞中非排泄不溶性Caからこの蓆酸Ca中の蓆酸分解の有無がわかるが、実験Ⅱでは30g(蓆酸量で66g)の分解を認め、綿羊実験では4gの蓆酸量が分解され、実験Ⅰでは陰性を示し蓆酸Caからの蓆酸分解は認められなかつた。

糞中遊離Caの増量と腸内Caの陰性は蓆酸Ca中の蓆酸分解によるCaの遊離があつたと考えられる。内因性のCaの分泌ともみられるが尿中のCa排泄量の増量はわずかであるので、蓆酸Caの分解と考えてよいであろう。この糞中遊離Caが大量ある実験Ⅱおよび綿羊実験で水溶性蓆酸を沈澱させず、その上Ca吸収が少ないのは蓆酸Caの腸内分解が考えられるかも知れないが、Ca吸収阻害のほかの原因も考えられる。TALAPATRA³⁷⁾はCa吸収妨害は蓆酸作用によるものではなく、蓆酸分解によつて重炭酸塩、炭酸塩などに變化し、これが大量に尿中に排泄されるが、これら塩類によつてalkalosisが発症して胃液の分泌を抑

第21表 蔘酸とCa代謝の

蔘酸およびCa	供試 牛羊	実 験 I							
		B. T. 群			SiI 群	対 照 群			
		A	B	平均	C	D	E	F	平均
1. 飼料中不溶性蔘酸		197.6	197.6	197.6	5.6	—	—	—	—
2. 飼料中不溶性Ca		87.81	87.81	87.81	2.5	—	—	—	—
3. 糞中不溶性蔘酸		236.54	230.36	233.45	13.40	9.05	6.21	3.55	6.27
4. 糞中不溶性Ca		104.84	102.38	103.61	5.95	4.02	2.76	1.58	2.79
5. 糞中総Ca		111.44	123.56	117.50	71.39	72.02	64.72	103.31	80.02
6. 糞中遊離Ca	5-4	6.60	21.18	13.89	66.44	68.00	61.96	101.73	77.23
7. 飼料中総Ca		167.41	167.41	167.41	135.50	122.26	100.14	97.80	106.73
8. 飼料中遊離Ca	7-2	79.60	79.60	79.60	13.30	102.87	100.14	97.80	100.94
9. 腸内Ca	8-6	73.00	58.42	65.71	66.56	34.87	38.18	-3.93	21.94
10. 糞中排泄不溶性Ca	2-4	-17.03	-14.57	-15.80	-3.45	-4.02	-2.76	-1.58	-2.79
11. 利用可能Ca	8+10	62.57	65.03	63.80	129.55	118.24	97.38	96.22	103.94
12. 水溶性蔘酸を不溶性にしたCa	4-2	38.31	32.76	35.53	7.80	7.80	6.21	3.87	6.37
13. 飼料水溶性蔘酸当量Ca		60.79	60.79	60.79	—	—	—	—	—
14. 分解蔘酸量に当量するCa	13-12	22.48	28.03	25.26	—	—	—	—	—
15. 上記の蔘酸量		50.58	63.07	56.84	—	—	—	—	—
16. 吸収Ca	9-12	34.69	25.66	30.18	58.76	25.83	31.97	-7.80	16.66
17. Ca出納との比較		35.84	18.67	27.25	53.18	26.86	19.35	18.52	12.36

第22表 綿羊実験における蔘酸の出納(g/day)

群別	区 別	摂取量	排 泄 量	差 引	同定の極 取量に する%
B.T. + 絞	総蔘酸	16.61	7.57	9.03	54
	水溶性	5.39	0.17	5.21	97
	不溶性	11.32	7.40	3.82	34
B.T. 絞 Ca	総蔘酸	15.80	6.72	9.07	57
	水溶性	5.12	0.12	4.99	97
	不溶性	10.67	6.60	4.07	38

制し、腸からのCa吸収を阻害するといつてゐる。このことが実験IIおよび綿羊実験でいえるかも知れない。

実験IとIIを比較してみると、飼料中不溶性Ca、糞中総Caは同量であるが、飼料中総Caは実験Iが60g多いために遊離Caが60g、糞中不溶性Caが50g多くなつてゐる。これらの差はB.T.の蔘酸過剰、Ca過剰の性質によるものと思われる。

利用可能Caとは蔘酸の沈澱や体内吸収などに利用される遊離Ca量を示すものである。実験Iでは63.8g、実験IIでは48.7gで前者がやや大きいのがBeetop飼料の性質の割合には著しい差がなかつた。この中から蔘酸分解の少ない実験Iでは蔘酸沈澱に利用されたが実験IIでは利用されなかつた。

吸収Caとは遊離Caの出納から水溶性蔘酸を不溶性にするに要したCa量(実験Iでは35g実験IIで-30g)を差し引いたものであるが、これは糞尿によるCa出納とほとんど一致するようである。このように蔘酸とCaの関係からみたCa保持量と普通のCa出納からみたCa保持量が一致していることはCa代謝が蔘酸の間接的な作用によつて影響されているのではないかということを示唆している。さらに実験Iでは吸収Caが乳牛の必要量(30g)あるにかかわらず、実験IIでは吸収Caが3gで不足の傾向を示している。この

生理的な関連性 (g)

実 験				II			綿 羊 実 験							
B. T.		群		対 照 群		平均	B. T. + 麩				B. T. + 糞 + Ca			
A	B	C	平均	D	E		1	2	3	平均	1	2	3	平均
1775.0	225.0	195.0	199.17	--	--	--	10.98	10.66	12.03	11.22	9.85	10.91	11.26	10.67
78.88	99.99	86.66	88.51	--	--	--	4.88	4.74	5.35	4.98	4.38	4.85	5.00	4.74
121.33	138.46	136.02	131.94	0.72	0.24	0.48	5.43	6.77	10.00	7.40	4.80	6.37	8.62	6.60
53.92	61.53	60.45	58.63	0.32	0.10	0.21	2.41	3.01	4.44	3.29	2.13	2.83	3.83	2.93
76.82	131.80	104.47	104.36	61.20	31.49	46.34	7.35	6.95	4.84	7.71	8.61	8.75	10.06	9.14
22.90	70.29	44.02	45.73	60.88	31.39	46.13	4.94	3.94	4.40	4.42	6.48	5.92	6.23	6.21
97.55	120.18	104.15	107.29	75.14	33.19	54.16	7.88	7.68	8.27	7.94	9.41	10.25	9.71	9.79
18.67	20.19	17.49	18.78	75.14	33.19	54.16	3.00	2.94	2.92	2.96	5.03	5.40	4.71	5.05
-4.23	-50.08	-26.53	-26.95	14.26	1.80	8.03	-1.94	-1.00	-1.48	-1.46	-1.45	-0.52	-1.52	-1.16
24.96	38.46	26.21	29.88	-0.32	-0.10	-0.21	2.47	1.73	0.91	1.69	2.25	2.02	1.17	1.81
43.63	58.65	43.70	48.66	74.82	33.09	53.95	5.47	4.67	3.83	4.65	7.28	7.42	5.88	6.86
-24.96	-38.46	26.21	-29.88	0.32	0.10	0.21	-2.47	-1.73	-0.91	1.69	2.25	-2.02	1.17	-1.81
49.54	62.79	84.42	55.58	--	--	--	2.34	2.27	2.56	2.39	2.10	2.33	2.40	2.28
74.50	101.25	80.63	85.46	--	--	--	4.81	4.00	3.47	4.08	4.35	4.35	3.57	4.09
167.62	227.81	181.41	192.28	--	--	--	10.82	9.00	7.81	9.18	9.79	9.79	8.03	9.20
20.73	-11.62	-0.34	2.93	13.94	1.70	7.82	0.53	0.73	-0.57	0.23	0.80	1.50	0.35	0.65
15.51	-15.97	-6.84	-2.44	-8.02	3.15	5.58	0.48	0.61	-0.67	0.14	0.75	1.74	-0.55	0.68

ように酢酸の Ca 吸収阻害作用は酢酸分解の量が
大なるほど認められ、この分解量を少なくする意
味で、Ca 添加の考慮の意義があるのではないだ
ろうか。酢酸分解量は60~200gが認められ、そ
の差は環境条件によるものと思われる。

次に綿羊実験で B. T. に麩と Ca を添加し
た実験を行なったが、2回とも酢酸量を1日15~
16g 摂取したうち9g 分解した。この分解は乳牛
実験同様水溶性酢酸および酢酸 Ca 中の酢酸を分
解しており、酢酸分解を大量におこす環境に追い
こむことが第1胃細菌の増殖上異常をきたし、さら
に灰分吸収を不良にする遠因になつていと考
える。

1). B. T. 給与時の P, Ca, Mg 有機物の代謝

B. T. 給与によつて MORRISON²⁵⁾ の飼養標準に
適合するような栄養摂取量がえられるものだろう
か、分娩直後の乳量の増大期に P の要求量が充足
されるだろうか、また saponin の作用としての

脂肪消化率の低下が認められないだろうかなどの
点を確認するために行なつたものである。表出の
関係上乳牛の実験 I、実験 II を第23~28表に一括
し、綿羊実験を別表にした。

採食量と飼料養分摂取量：乳牛の飽食量を調査す
ると、一定量を採食する傾向がみえるため採食量
の見当がついた。実験 I では80~85kg 程度であ
り試験施行上80kgに制限給与した。しかし実験
II では B. T. の品質が不良であつたし、嗜好上個
体差が強く一定しなかつたので試験期間中飽食さ
せた。代謝試験給与開始後2週間までの飽食量は
70~90kg、平均80kg程度であつた。したがつて
個体差があつても飽食すれば80kg程度採食する
ことが第1表のとおり認められた。

次に飼料養分の摂取量をみると第1表からわか
るように実験 I では B. T. の DCP, TDN をその
時の消化率から計算すると、DCP. 133, TDN
10.77 であつて、これによつて摂取量を計算する

第23表 実験I～IIにおける排糞尿日量

試験別	群別	供試牛	排糞量			排尿量						
			1日目 排糞量 ^{kg}	1日目 風乾重 ^{kg}	回数	2日目 排糞量 ^{kg}	2日目 風乾重 ^{kg}	回数	1日目 排尿量 ^{cc}	回数	2日目 排尿量 ^{cc}	回数
実験I	B. T.	A	31.690	4.120	12	41.690	4.461	14	33.000	14	36.800	18
		B	38.430	5.111	14	27.140	4.288	10	26.320	8	23.520	8
	対照	SIL C	36.500	5.110	14	—	—	—	10.070	5	—	—
		D	49.605	6.647	20	47.290	6.290	20	7.370	7	6.530	6
		E	38.850	5.439	16	39.270	4.673	16	10.900	6	12.350	7
		F	—	—	—	32.260	5.516	15	—	—	10.500	6
実験II	B. T.	A	19.280	2.574	22	18.280	2.947	16	27.370	25	39.350	21
		B	27.090	4.359	12	18.660	3.295	9	40.920	22	39.460	17
		C	17.880	2.591	12	22.200	3.656	13	29.790	14	22.640	7
	対照	D	24.830	3.841	12	38.300	6.048	14	12.140	7	11.780	9
		E	18.387	3.106	12	13.390	2.815	8	5.170	3	7.300	3

と体重550kgで乳量15.8kg、19.4kgの場合大体飼養標準どおりの栄養摂取量であることがわかる。しかし実験IIでは体重は550～700kgであるが産乳していないため、この時のB. T.のDCP 0.83, TDN 9.70で計算すると、第1表のとおり飼養標準量に対し4～5割の増量であつた。なお対照群として草サイレージ群と乾牧草、サイレージ、ルタバガ、配合飼料給与の慣行飼料群をおいたが、これらはともに養分摂取量で適量またはやや不足気味であつた。

Beettopの有機物の消化率：乳牛では厳密な消化試験を実施したわけではなく、どの程度の消化率を示すか、さらにB. T.中の脂肪消化にsaponinが影響しているかどうかをみるため、簡単に第23表、第25表から計算したのが第24表である。実験I、実験II、平均の順で列挙すると次のとおりである。蛋白質62.8, 52.4, 57.6%, 脂肪47.2, 6.6, 26.9%, 繊維57.4, 69.6, 63.5%, 可溶無窒素物83.0, 87.7, 85.3%であつた。これはBRUNE¹⁶⁾のTroblako(乾燥てん菜葉)の32頭の成績、蛋白質61.21%, 脂肪32.15%, 繊維66.51%, 可溶無窒素物84.86%に比較すると蛋白質、脂肪、繊維ともやや低値を示している。青草であるにもかかわらず脂肪の消化率が牧草類に比較して低いのはBRUNEの成績とも一致するようで、これらの原

因としてB. T.中にはsaponin含量が高く、胆汁中に存在するcholesterinと結合しcholesterin含量が低下するために脂肪消化が低下するためと考えられる。このことはsaponin含量の多いalfalfaでもいえるようで、脂肪の消化率では25～35%程度である。B. T.群の消化率に比較して対照群の各飼料の平均消化率は蛋白質62%, 脂肪56.7%, 繊維64.0%, 可溶無窒素物75.7%であつた。

一般に下痢性の強いときや糞中水分の高いときには、腸管内の通過速度が速いために消化率が低下するので、B. T.生給与時の消化率が乾燥てん菜葉給与時より低いのは考えることである。したがつてこの消化率低下防止のためにも下痢症の予防のためにも乾草、吸収剤、濃厚飼料などの添加が考えられる。

産乳量とその他の生理作用：本試験のついでに乳牛の産乳量を調査して、B. T.単用期(12～36H)とその前後の対照期と比較したのであるが、いずれも産乳量は低下した。代謝試験では2頭を供試したが乳量調査では4頭で実施したのが第28表である。このうち代謝試験に供試した2頭は10%近く産乳量を減少しているが、これは産乳効果が低いということではなく、臨床的にケトージスの症状がこの2頭に顕著であつたということである。し

たがつてこの場合ケトージスを予防するような糖分の補給が必要だつたことになる。ところがこの時の摂取養分では飼養標準に比較し適量であつたことを考えるとおかしが、これは梅津²⁷⁾のいう第1胃内酸酵で偶数低級脂肪酸の生成過剰がおこり、大量の泌乳という生理的ストレスによつて皮質ホルモンの産生を減退させたと考えるべきであらう。

なお対照群のD号の乳量低下は、乾牧草飽食17kgに配合飼料3kgのため摂取養分量は多くても乳量で1割も低下し、乾牧草の泌乳効果の少ないことを明らかにしたのである。

次に第26表から血中、尿中アセトン量を見るとB. T. 給与群は分娩後の経過月数1~10カ月にかかわらずさらに後述のように妊娠、泌乳に関係ない牛でも増量した。しかし対照群では分娩直後のもので乳量の多いものだけに増量していた。このことから、もちろん生理的な内分泌異常が原因であるが、B. T. 単用がアセトン生成の大きな原因

であつたことは明らかである。つぎに低酸度2等乳がB. T. 給与群に1頭発生していたが、この牛乳のP含量が少なく、灰分の不均衡もこの1因になりうることを示していた。しかし乳質の影響についてはさらに正確な再試験が必要で、結論はえられなかつた。

飼料、糞、尿、牛乳などによるP, Ca, Mgの代謝：実験I, IIの乳牛試験の飼料の摂取量、糞尿排泄量、牛乳分泌量およびそれぞれの成分から(第1, 23, 25表) 灰分代謝を計算すると第27表のとおりである。

B. T. 80kg程度の摂取量によつてPは20g前後で年変異は少ない。Caは100~160g, そのうち碳酸と結合しない遊離のCaは20~80gと年変異が多く、Ca過剰の実験Iの場合は碳酸過剰の実験IIの場合の4倍もあるほどである。このように実験Iとの差が著しいのは極端な場合であらう。Mgは実験IIのみ分析したが60g程度摂取されていることになる。

第24表 有機物P, Ca, Mgの可消化性(%)

群別	試験別	牛名	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	NFE	P	Ca	Mg
	I	A	64.87	48.61	64.02	85.78	2.59	33.44	—
		B	60.85	45.83	50.87	80.29	-17.71	26.19	—
		平均	62.86	47.22	57.44	83.03	-5.00	29.81	—
	B. T.	II	A	21.46	14.08	66.05	89.92	-21.55	18.98
B			52.51	2.22	73.37	87.73	-47.53	-9.64	41.18
C			53.18	3.47	69.36	85.35	-37.66	-6.53	44.62
平均		52.38	6.59	69.52	87.66	-35.58	1.02	43.80	
群	平均	57.62	26.90	63.52	85.34	-20.29	15.41	43.80	
Sil.	I	C	56.44	58.50	55.70	65.29	31.11	47.31	—
		D	69.53	55.83	72.05	75.71	52.38	30.00	—
		E	58.63	51.49	54.55	67.39	20.10	35.38	—
対	I	F	50.63	71.40	51.97	78.99	38.73	-5.63	—
		平均	59.60	59.57	59.52	74.03	37.07	20.00	—
		照	II	D	54.65	51.92	60.71	80.38	53.74
E	54.12			55.80	76.17	74.32	21.16	5.15	27.22
平均	64.38			53.86	68.44	77.35	37.40	11.85	26.66
群	平均	61.99	56.71	63.98	75.69	37.23	15.92	26.66	

第25表 飼料および糞

組成分 試料名	一般組成分 (原物中%)					実験			I				
	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	NFE	粗灰分	DCP	TDN	風乾物中% P	Ca	糞酸 (原物中%) 総糞酸 不溶性 水溶性		
Beettop	84.22	2.12	0.27	1.44	10.02	1.92	1.33	10.77	0.164	1.276	0.418	0.247	0.171
干牧草	8.85	11.09	1.49	30.90	42.64	5.03	7.21	50.75	0.185	0.468	—	—	—
牧草 silage	80.62	2.44	0.97	5.69	8.89	1.39	1.44	11.66	0.196	1.292	0.007	0.007	0
ルタバガ	89.72	0.90	0.15	1.46	7.01	0.76	0.65	8.55	0.208	0.397	—	—	—
配合飼料	10.22	11.75	7.29	11.11	54.38	5.25	9.12	75.50	0.849	0.777	—	—	—
糞A	1	87.18	1.93	0.49	1.42	4.91	4.07	—	0.463	2.708	0.816	0.814	0.002
	2	89.88	1.39	0.16	0.91	1.74	5.92	—	0.463	2.495	0.516	0.513	0.003
〃B	1	87.04	1.95	0.43	1.85	5.31	3.42	—	0.538	2.679	0.663	0.660	0.003
	2	84.86	2.13	0.25	1.55	4.49	6.72	—	0.540	2.570	0.781	0.763	0.018
〃C	1	86.38	1.52	0.47	3.31	4.58	3.74	—	0.425	1.397	0.037	0.067	0.003
	2	89.70	2.06	0.38	4.30	3.89	5.67	—	0.413	1.873	0.012	0.011	0.001
〃D	1	87.14	1.31	0.47	3.34	4.53	3.21	—	0.545	1.145	0.022	0.218	0.002
	2	87.51	1.51	0.39	3.10	4.37	3.12	—	0.290	1.080	0.016	0.154	0.006
〃E	0	86.74	1.67	0.51	3.39	4.16	3.53	—	0.630	1.262	0.025	0.249	0.001
	2	86.98	1.30	0.32	3.69	6.16	1.55	—	0.570	1.301	0.007	0.007	0

(注) 実験IのC₁号は牧草 silage 群 C₂号は対照群である。

第26表 牛乳、血液、尿中の糞酸

試験別名 群名 牛名	牛乳			血液						
	総糞酸	P	Ca	総糞酸	アセトン	酪酸	計	P	Ca	
B. T.	A	0.38	90	105	2.7	0.20	3.50	3.70	2.2	12.28
	B	0.36	73	108	2.2	0.33	3.80	4.13	2.45	12.59
	G	—	—	—	2.5	1.26	5.40	6.66	2.10	12.51
	C	0.32	88	103	1.8	0.25	0.70	0.95	4.25	9.69
対照	D	0.37	85	111	3.2	0.08	1.40	1.48	4.23	11.43
	E	0.29	84	104	1.6	0.04	1.70	1.74	3.80	11.58
	F	0.33	88	103	2.2	0.04	1.95	1.99	4.63	11.38

(注) 1. 実験IのC号は牧草 silage 群である 2. 総糞酸定量は11月4日、アセトン

ところで供試牛の必要灰分量は MORRISON の飼養標準によると、泌乳牛ではP 30~40g, Ca 40~55gであり、非泌乳牛ではP 11g, Ca 11gである。したがってPは実験Iでは全く不足で、実験IIでは充分であることが認められる。Caでは遊離Caがそのまま利用されればともに充分であることがわかる。つぎにMgはB. T.ではPにくらべ普通の飼料より若しく多いことが認められる。このことがほかの灰分代謝に影響するかどうかにか

ついても検討してみたい。そこで灰分別にその出納を観察しよう。

Pは泌乳牛では摂取量が約20gで明らかに少ないが、糞中に摂取量以上の22~26gも排泄したほかに牛乳中にも14gも分泌するのでますます出納は陰性となる。これに比較して対照群では牛乳中への分泌を計算しても充分で、飼養標準量給与で出納が均衡するものと思われる。しかし非泌乳牛では摂取量では標準であるのかかわらず、糞中

成 分 分 析 表

一 般 組 成 分 (原物中%)						実 験		II			修 酸 (原物中%)		
水 分	粗 蛋 白	粗 脂 肪	粗 繊 維	NFE	粗 灰 分	DCP	TDN	風 乾 物 中 %			総 修 酸	不 溶 性	水 溶 性
								P	Ca	Mg			
86.47	1.64	0.20	1.36	9.00	1.33	0.83	9.70	0.173	0.916	0.535	0.407	0.250	0.157
8.85	8.49	1.87	32.15	44.50	4.14	5.52	50.33	0.121	0.252	0.122			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
89.72	0.90	0.15	0.46	7.01	0.76	0.65	8.70	0.207	0.397	0.147			
9.75	16.01	1.70	8.90	59.24	4.40	12.81	71.01	0.586	0.724	0.313			
87.34	2.90	0.54	1.11	1.78	6.33	—	—	0.790	2.911	1.107	0.585	0.5845	0.0005
84.76	3.12	0.76	1.33	5.17	4.86	—	—	0.805	2.671	1.077	0.711	0.711	—
84.84	3.15	0.65	1.46	3.10	6.86	—	—	0.815	3.191	1.024	0.617	0.6165	0.0005
83.37	2.94	0.95	1.47	6.15	5.12	—	—	0.955	3.778	1.151	0.589	0.589	—
86.30	2.60	0.65	1.55	2.90	6.00	—	—	0.815	3.271	0.963	0.679	0.6785	0.0005
84.45	2.89	0.73	1.46	6.21	4.26	—	—	0.790	3.397	0.976	0.679	0.679	—
85.59	2.29	0.45	4.01	5.95	1.71	—	—	0.405	1.170	0.441	0.003	0.0029	0.0003
85.39	1.93	0.43	4.07	6.22	1.97	—	—	0.492	1.281	0.583	0.002	0.002	—
84.24	1.97	0.47	3.86	7.68	1.78	—	—	0.665	1.110	0.380	0.002	0.0017	0.0003
80.51	2.44	0.56	4.43	7.19	4.84	—	—	0.400	1.012	0.377	0.001	0.001	—

アセトン、P、Ca 含量 (mg/dl)

I						実 験					II	
原 尿						尿					尿 中	
総 修 酸	アセトン	酪 酸	計	P	Ca	総 修 酸	P	Ca	Mg	尿 中	Ca 排泄量	日 量
0.54	6.74	12.46	19.20	0.462	10	0.9	1.037	15.51	2.47	—	36.68	—
0.86	3.42	17.86	21.28	0.675	17	8.8	1.287	10.86	2.49	—	60.05	—
0.76	5.92	16.44	22.36	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.58	2.48	3.86	6.34	0.875	37	0.8	0.862	25.37	2.80	—	35.18	—
0.76	5.78	13.16	18.94	1.40	51	0.6	1.230	7.93	3.73	—	22.65	—
0.76	2.85	6.25	9.10	1.00	52	0.6	1.580	38.71	7.91	—	26.05	—
0.70	3.34	9.86	13.20	1.00	32	—	—	—	—	—	—	—

定量は11月10日採取のもの

排泄量が泌乳牛と同量なので出納は陰性となつている。この陰性の原因はこの試験では明らかでないが、対照群をみると糞中排泄量は摂取量の多少にかかわらず一定しているようにみえるので、Pの摂取量を高めることによつて陽性に転化させようとする。

BRUNE⁹⁾も農家の飼料給与量からCaおよびPの摂取量を検討し、一般に標準量に比較してCaは多くPは少ないことを認め、冬季飼料の平均能

力の高い牛ではP含量の高い灰分製剤を100g程度給与するか、または製粉粕のようなPの多い飼料をてん菜主飼料飼養に用いるとよいことを指摘している。

Caは泌乳牛の場合大量のCaを摂取したために糞尿、牛乳からのCaを計算しても出納は陽性を示したし、実験IIの非泌乳牛でも均衡していた。Caの糞中排泄量はB.T.群は100~120gで対照群の40~80gに比較するとはるかに多い。し

かしこれは飼料摂取量に併行しているようである。このように Ca の大量摂取と大量排泄の機構は尿酸 Ca との関連性から容易に理解されるので、Ca 吸収が尿酸に影響されることは前述のとおりである。このように大量に Ca を給与したときは大量の Mg が必要であることが認められているが³⁰⁾、この点 Beettop は条件に適した好飼

料である。P, Ca が充分にある場合は Mg を大量に給与しても影響ないといわれている³⁰⁾。一方 P が少ない場合 Mg を大量に給与すると Ca の吸収が不良になるといわれている³⁰⁾。丁度 Beettop はこのような条件であるが、これらの関係があるかどうか明らかでない。しかし Ca 吸収量が少ないことは確かである。BRUNE²⁾は尿酸沈澱のため

第 27 表 飼料、糞尿、牛乳などによる P, Ca, Mg の出納

試験別	群別 灰分	試料	B.			T.		群			対照		群	
			A	B	C	平均	D	E	F	平均				
実 験	P	飼料	21.52	21.52	31.53	21.52	56.92	38.11	37.18	44.07				
		糞	19.86	25.33	21.72	22.59	27.23	30.45	22.78	26.82				
		尿	0.16	0.17	0.09	0.16	0.10	0.11	0.11	0.11				
		牛乳	14.27	14.16	5.98	14.22	15.19	8.29	7.45	10.31				
		出納量	-12.77	-18.14	9.81	-15.45	14.40	-0.73	6.84	9.83				
		同上%	59.36	84.29	31.11	71.82	25.30	1.92	16.24	15.43				
I	Ca	飼料	167.41	167.41	135.50	167.41	102.87	100.14	97.80	100.27				
		糞	111.44	123.56	71.39	117.50	72.02	64.72	103.31	80.01				
		尿	3.49	4.23	3.93	3.86	3.55	5.81	3.36	4.24				
		牛乳	16.64	20.94	7.00	18.79	19.83	10.26	8.72	12.94				
		出納量	35.84	18.67	53.18	27.25	7.47	19.35	-17.59	3.08				
		同上%	21.41	11.66	39.25	16.28	7.26	19.32	18.00	3.07				
実 験	P	飼料	18.42	22.70	19.67	20.26	48.98	20.23	—	34.60				
		糞	21.78	33.50	25.00	26.76	22.66	15.95	—	19.31				
		尿	0.33	0.52	0.23	0.36	0.15	0.10	—	0.12				
		牛乳	—	—	—	—	16.80	1.36	—	9.08				
		出納量	-3.69	-11.31	-5.55	-6.85	9.37	2.82	—	6.09				
		同上%	20.03	49.82	28.22	33.81	19.18	13.94	—	17.60				
験	Ca	飼料	97.55	120.18	104.15	107.29	75.14	33.19	—	54.16				
		糞	76.82	131.80	104.47	104.36	61.20	21.48	—	46.34				
		尿	5.22	4.36	6.52	5.77	0.95	2.30	—	1.62				
		牛乳	—	—	—	—	21.00	2.56	—	11.78				
		出納量	15.51	-15.97	-6.84	-2.44	-8.02	-3.15	—	-5.58				
		同上%	15.90	13.29	6.57	2.27	10.67	9.49	—	10.28				
II	Mg	飼料	56.98	70.19	60.83	62.66	31.79	15.39	—	23.59				
		糞	30.12	41.28	30.31	33.90	26.10	11.20	—	18.65				
		尿	0.82	1.01	0.72	1.27	0.45	0.49	—	0.47				
		牛乳	—	—	—	—	0.72	0.10	—	0.41				
		出納量	26.03	27.90	29.80	27.91	4.52	3.60	—	4.06				
		同上%	45.68	39.74	48.99	44.54	44.54	14.22	—	23.39				

(注) 実験IのC群は牧草 silage 群である。

Ca 添加を大量にするのは下痢症を強めるのでよくないといっている。

Mg は B. T. 群は 60g 以上、対照群の 24g に比較すると 2 倍以上の摂取量がみられるが、その吸収量をみると B. T. 群 30g、対照群 5g で圧倒的に B. T. 群が多い。これは前述のように大量の Ca 摂取があつたからである。摂取量の割合に排泄が

らわれであろう。

次に B. T. に麩や Ca を添加した場合を試験したが、この時の B. T. は Ca 過剰であつたために Ca 添加の効用はあらわれなかつた。

第 28 表 実験 1 における産乳量

群別	供試料	対照期	試験期	対照期	対照期	試験期	増減	同左%
B. T.	A	19,868	15,850	15,718	17,793	-1,943	10.92	
	B	21,837	19,391	20,386	21,108	-1,717	8.13	
	G	18,589	14,753	11,650	15,119	-0,366	2.42	
	H	14,653	10,946	7,305	10,979	-0,033	0.30	
	平均						-5.37	
Sil.	C	7,963	6,795	5,669	6,816	-0,021	0.31	
	平均							
対照	D	21,647	17,867	18,081	19,864	-1,997	10.05	
	E	12,268	9,868	6,538	9,403	0,465	4.94	
	F	11,110	8,470	6,280	8,695	-0,225	2.57	
	平均						1.18	

(注) 対照群中 D 号の試験期は干牧草多用期である

多いのは磷酸 Ca、磷酸 Mg などの沈澱作用も考えられるかも知れない。

次に乳牛の代謝と綿羊のそれと比較してその代替が可能かどうかをみて、綿羊の代謝から逆に乳牛の Ca および P の添加剤について推論しようと考えて灰分添加の試験を実施した。綿羊でも磷酸過剰飼料の場合 B. T. 単用によつて P, Ca の出納は陰性であつて Mg が陽性であつた。これは乳牛と大体同様の傾向である。この傾向はまた乾草期とも同様であるが、乾草期の P, Ca の摂取量は P 0.9g, Ca 2.5g であつて P 3.0g, Ca 3.5g の MORRISON の飼養標準量より少ないことから、このような同様な傾向が認められるのがうなづかれる。

B. T. 単用時の摂取量は P 2.4g, Ca 8.68g (この中遊離 Ca 0.97g) であつて、ともに絶対量の不足があげられる。したがつてこの時の P, Ca の出納は陰性で Mg のみが陽性であつた。この Mg 陽性は前述のように Ca 過剰に対する生理的欲求のあ

第 29 表 綿羊実験における採食量および排泄量

群別	供試牛	採食量			排泄量		
		乾草	B. T.	CaCO ₃	糞	尿	
干	1	520	—	—	582	350	
	2	470	—	—	990	136	
	平均	495	—	—	786	243	
草	1	—	5,003	—	995	1,800	
	2	—	4,750	—	1,538	1,518	
	平均	—	4,875	—	1,266	1,959	
B. T.	1	—	4,926	487	937	2,216	
	2	—	4,781	496	1,151	2,076	
	3	—	5,394	359	1,327	2,289	
平均	—	5,033	447	1,138	2,214		
B. T. + 数	1	—	4,417	477	5.7	990	2,317
	2	—	4,893	500	6	947	2,887
	3	—	5,050	367	4.4	1,257	2,910
平均	—	4,786	448	5.4	1,065	2,705	

B. T. に麩を添加した場合、Ca 出納は陽性になつたが、これは乳牛の Ca 過剰飼料の場合と同じである。この時の摂取量は遊離 Ca 3g, P 7.03g であつて、Ca 量は適量であるが P 量が過量であるにかかわらず P の出納は陰性を示している。このことは麩で P を補給したため、フィテン態 P の効用が低いための吸収阻害とも考えられるが、さらに Ca/P を考えてみなくてはならない。一般にこの比は 2~1 の場合に吸収が正常であるが、4 以上または 0.4 以下の場合吸収阻害をおこすとい

第 30 表 綿羊実験における飼料中の灰分比と磷酸度

群別	灰分比					Ca / P	遊離 Ca / P	磷酸度	
	Ca	P	Mg	Ca	P				
B. T.	1	4	1	2	1	1	2	4	1
	2	3.6	1	1.7	0.4	1	1.7	3.6	0.4
B. T. + 数	1.1	1	1	0.4	1	1	1.1	0.4	Ca 過剰
B. T. 数 Ca	1.4	1	1	0.4	1	1	1.4	0.7	Ca 過剰

(注) Beettop 1 は多数の平均値 B. T. 2 試験時使用のもの

第31表 綿羊実験におけるP, Ca, Mg 尿酸含量

期別	飼料名	灰分	（原物中%）			尿酸（原物中%）			同 比	
			P	Ca	Mg	総尿酸	水溶性	不溶性	水溶性	不溶性
干	B. T.	1	0.05	0.178	0.083	—	—	—	—	—
	〃	2	0.033	0.140	0.09	0.33	0.107	0.223	32	68
	干 牧 草		0.180	0.513	0.375	—	—	—	—	—
	敷		1.20	0.2	0.48	—	—	—	—	—
草	糞	1	0.459	0.574	0.316	—	—	—	—	—
	〃	2	0.245	0.299	0.084	—	—	—	—	—
	尿	1	0.006	0.011	0.077	—	—	—	—	—
	〃	2	0.015	0.066	0.110	—	—	—	—	—
B.T.	糞	1	0.358	1.000	0.34	—	—	—	—	—
	〃	2	0.207	0.554	0.189	—	—	—	—	—
	尿	1	0.001	0.003	0.029	—	—	—	—	—
	〃	2	0.001	0.007	0.022	—	—	—	—	—
B.T. + 敷	糞	1	0.780	0.784	0.520	0.597	0.018	0.599	3	97
	〃	2	0.650	0.604	0.410	0.602	0.014	0.588	2	98
	〃	3	0.550	0.666	0.460	0.768	0.014	0.754	2	98
	尿	1	0.007	0.0034	0.039	0.005	0.005	—	100	—
	〃	2	0.0066	0.0079	0.041	0.003	0.002	0.001	67	33
	〃	3	0.0065	0.0077	0.024	0.004	0.004	—	100	—
B.T. + 糞 + Ca	糞	1	0.7	0.890	0.530	0.495	0.010	0.485	2	98
	〃	2	0.67	0.884	0.480	0.984	0.011	0.673	2	98
	〃	3	0.51	0.8	0.39	0.698	0.012	0.686	2	98
	尿	1	0.0065	0.0021	0.034	0.003	0.002	0.001	67	33
	〃	2	0.005	0.0014	0.044	0.002	0.002	—	100	—
	〃	3	0.0046	0.007	0.03	0.002	0.002	—	100	—

(注) 1. B.T. 1はB.T. 期のもの, B.T. 2はそれ以外のもの, 3は sample 平均
 2. 糞尿試料は毎日の排泄を比例的に採取混合せるもの
 3. 糞尿中尿酸量も3回分析の平均値である

われ⁴¹⁾ この時の比が0.42であつたためにこういう結果をもたらしたと考えられる。

B. T. に糞とCaを添加した場合、遊離Ca 5.05g P6.65gで標準量に比較して適量以上あり、しかも遊離Ca:P=0.73と改善されたために出納量はいずれも陽性を示した。

このように灰分代謝からみると、まず飼養標準量のP, Caを給与すること、さらにB. T. 給与時には遊離Caを対照に考えること、またCa/Pを適量にすることに留意してP, Caの補給につとめ

ることが大切なことが認められ、これを怠るとP, Caなどの代謝障害をおこすことが明らかとなつた。

E. B. T. 多給偏用による乳牛の臨床症状への影響

Beetop 多給偏用による生理障害が臨床症状的に観察されるかどうかということ、前述の尿酸、サボニン、NO₃-Nなどの中毒性が臨床的に観察されるかどうかということ、その他の生理障害の有無を調査するため乳牛飼養試験を少しく長期に

臨床観察を行ない、その血液成分、血液所見、臨床所見について群別平均値で比較検討したのが第33～35表である。

第32表 綿羊実験における P, Ca, Mg の代謝

灰分	期 別	摂取量(g)		排泄量(g)		出納		
		B.T.飼料	計	糞	尿		計	
P	干 草	-0.90	0.90	2.55	0.02	2.57	-1.67	
	B. T.	2.42	-2.42	3.37	0.02	3.39	-0.97	
	B. T. + 莖	1.66	5.37	7.03	7.36	0.01	7.37	-0.34
	B. T. + 莖 + Ca	1.58	5.37	6.95	6.62	0.01	6.63	†0.32
Ca	干 草	-2.54	2.54	3.15	0.07	3.22	-0.68	
	B. T.	8.68	-8.68	9.23	0.08	9.32	-0.63	
	B. T. + 莖	7.05	0.89	7.94	7.66	0.14	7.80	†0.13
	B. T. + 莖 + Ca	6.70	3.09	9.79	9.01	0.10	9.11	†0.68
Mg	干 草	-1.86	1.86	0.81	0.21	1.02	†0.84	
	B. T.	4.05	-4.05	3.14	0.44	3.58	†0.47	
	B. T. + 莖	4.53	2.15	6.68	5.26	0.76	6.02	†0.66
	B. T. + 莖 + Ca	4.31	2.15	6.46	4.90	0.98	5.88	†0.58

第33～35表に示されるように乳牛の実験 I～II、綿羊実験を総括して検討する。臨床的な観察からその焦点を B. T. 多給飼用の生理障害の有無と尿酸、サポニンなどの中毒性にわけて表を観察しよう。

尿酸の中毒性：反芻家畜では明らかでないが、人や単胃獣の中毒症状をみると考察の項でのべているようなものである。本試験で臨床的に認められる症状としては、このうち下痢症状と多尿が認められる。この程度では中毒性とはいえないようで軽度に尿酸作用をうけて下痢症状が認められる程度である。吉川⁴⁾は人、単胃獣の尿酸中毒の場合血清中の Mg 量が増量すると知見のべているが、本試験では B. T. 投与初期にわずかに増量傾向が認められる程度である。これは B. T. 中の Mg の吸収量の大きることと一致し、尿酸中毒性の増量ではない、というのは別報でふれるが、B. T. silage にした場合尿酸減量があつても、こ

第33表 実験 I における群別血清成分の変化

群 別	項 目	給与前	B. T. 給 与 期							後 期
			5 日後	10 日後	15 日後	20 日後	25 日後	30 日後	35 日後	
20 日 給 与	P mg/dl	3.50	3.42	2.10	2.60	2.67	—	—	—	2.85
	Ca	12.45	12.07	12.65	12.65	12.74	—	—	—	12.23
	T.P g/dl	7.8	7.2	7.2	7.1	6.5	—	—	—	7.2
36 日 給 与	P mg/dl	4.23	3.99	2.95	3.17	3.24	3.35	2.74	2.48	2.98
	Ca	11.43	13.25	13.58	13.15	12.31	11.92	12.54	12.27	12.33
	T.P g/dl	7.7	7.2	7.1	6.8	6.8	6.9	6.8	6.9	7.3
対 照			全期平均	P. 4.18	Ca 12.12	T.P 7.2				

の程度の Mg 増量は認められるからである。結局臨床的な尿酸中毒性は認められなかつた。

saponin の中毒性：BRUNE⁹⁾は saponin 作用によつて N, P, Ca などの保持力が抑制されるとしているの、尿酸作用による Ca 吸収阻害と混同されやすいのであるが、saponin による灰分平衡障害を認め、さらに臨床症状として反芻獣の無気力、下痢、食欲不振、運動障害、第 I 胃運動の漸致、口泡、反芻廃絶、嘔吐、流涎、黄色鼻汁などを認めている。また斃死直前には溶血を認め、

P 含量は急騰するが、それ以前はやや低下もしくは正常値であり、Ca 含量変化も正常値であつた。

本試験では血清 Ca はやや初期上昇し、試験期間中を平均してもわずかに上昇する。血清 P は B. T. 給与後 3 日目ころより漸次低下するようである。このことは saponin 作用のみが灰分平衡に影響しているのではなく、P 摂取量などがこの血清 P の低下に影響するとのべた先の当場の報告¹⁰⁾を要付けるものと思われる。このように

第34表 実験Iにおける群別一般臨床と血液所見

群別	項目 期別	臨 牀			床 所			見				血 液 所 見				
		体重 (kg)	乳量 (kg)	体温 (°C)	脈数	呼吸数	元氣	食欲	被毛	糞状況	尿アセ	赤球 血(万)	白血球	血色素 量(%)	ヘマト クリット (%)	グ反 応 ス(%)
20日 給与群	給与前	550	20.0	38.0	60	24	有	正	良	良	—	589	6300	62	33	2.00
	5日後	555	22.6	38.0	60	16	〃	〃	〃	下痢	—	586	6100	66	32	1.83
	10日後	539	17.3	38.5	58	17	〃	〃	〃	〃	+	551	5500	65	35	1.84
	15日後	529	16.3	38.4	60	16	稍ナシ	〃	稍ナシ	不正	+	492	7600	69	32	1.99
	20日後	542	15.4	38.1	57	12	〃	〃	〃	正	+	543	4800	62	35	1.83
	後期	551	18.8	38.1	60	15	有	〃	良	良	—	543	6200	64	34	1.79
36日 給与群	給与前	560	15.7	38.2	60	17	〃	〃	〃	〃	—	578	6700	62	32	2.00
	5日後	581	13.9	38.3	60	20	〃	〃	〃	軟便	—	569	6600	68	32	1.95
	10日後	576	13.7	38.2	53	17	〃	〃	〃	下痢	—	593	5600	70	31	1.99
	15日後	580	11.7	38.5	60	20	〃	〃	光沢ナシ	〃	+	523	5300	68	34	2.00
	20日後	561	12.3	38.6	63	26	〃	〃	〃	〃	+	579	6500	66	35	2.00
	25日後	554	11.5	38.0	56	20	稍ナシ	〃	〃	〃	+	571	5800	68	33	2.00
	30日後	545	10.5	38.2	60	16	〃	〃	〃	〃	+	580	7600	68	34	1.92
	35日後	539	9.4	38.3	62	14	〃	〃	〃	〃	+	590	7400	69	36	1.92
後期	345	14.7	38.1	60	16	有	〃	〃	良	—	587	6700	65	33	1.95	
対照全期	569	12.2	38.2	60	18	〃	〃	良	〃	—	587	6800	66	33	2.00	

saponin 量が前述のように確かに大量摂取されているが、その症状からみると中毒量以下であつて臨床症状的に無気力、食欲不振を示すものもあり、さらに下痢症の原因となり（これについては考察の項でのべる）、低P状態に協同して溶血の原因になる可能性を常に蔵しているとみてよいだろうし、saponin 作用が幾分あるように考えられる。

硝酸態窒素の中毒性：乾燥試料で定量したため量的にも中毒するまでの摂取をしていなかった。さらに前述の臨床症状をみても脈数も正常で速脈、弱脈がみられず、不安騒擾、歩様踟躕、チアノーゼなどもみられなかった。赤血球数、血色素量からも影響をうけていることは考えられなかった。

その他の生理障害：外部臨床症状を総括するとB. T. 給与によつて体重の減少、乳量の減量が認められ、糞便状況が給与後3～4日以降より軟便となり下痢となつた。2週目以降は被毛無光沢、

無気力、食欲不振を示すものもあつた。またグロス反応の陽転を示すものもあつた。このほかに血中の遊離アセトンの増量を認め、分娩直後の産乳量の高いものでは強度のケトージスを示し血中、尿中、乳中にケトン体の増量が著しかつた。しかし非泌乳牛で非妊娠である牛でもB. T. の多用偏給によつて血中遊離アセトン量が平均1.9mg/dl、高いときには3mg/dl以上となつて増量を示し、逆に血糖量の低下が認められ分娩などの内因的なホルモン異常によることなく、糖分不足または脂肪酸生成異常などによるケトージスが発症することが認められた。したがつてB. T. 単用はケト因飼料といえるかも知れぬ。これに反シルタバガ、乾牧草期には速かに回復することから良質な乾牧草と澱粉質の多い多汁飼料が糖因飼料としてケトージスの消滅に有効なことが判る。

このようにB. T. の多用偏給によつてsaponin 作用、蔞酸作用（軽度）による下痢症状と、P 摂取不足による低磷血症と、ケト因性からくるケト

ージスなどの生理作用があらわれることが認められた。これらの生理作用も silage にすることによつて著しく軽減されるがこのことについては別報に譲る。

IV 考 察

Beettop の多用による生理障害が、その中に含有される尿酸によつて惹起されることは、人や単胃獣において認められたほうれん草などの尿酸の試験と同様に考えられるところである。しかし反芻獣ではその中毒作用が比較的少ないことは反芻胃内で尿酸が分解されるからである。そうするとこの尿酸分解によつて尿酸の生理障害が十分に防止しうるものであろうか、もし防止しうるとすれば、そして Beettop の害が尿酸だけに限定されるものであれば、Beettop の多給も牧草などの多給同様有害作用は考えられないわけである。

しかし実際にはその多給によつて乳質への悪影

響^{14) 15)}が認められ、さらに下痢症などの生理作用があらわれることは一般飼養家の経験するところである。しからばこれらの生理障害は尿酸分解が一部分であるために分解されない残部の尿酸作用または分解による副作用などによるものであろうか、それとも Beettop 中の Betain が牛乳の臭(trimethylamin 臭)の原因であるように、ほかの成分が生理障害の原因になつていのであろうか、これらの諸点を明らかにしようとして本試験を実施したのであるが、Beettop による生理障害がある特殊の成分だけによつて発生するとは考えられないので、Beettop 中に存在する種々の特殊成分の生理作用を Beettop 多給偏用によつて発生する生理障害と比較対照して、Beettop 多給偏用の生理的影響について考究し、その対策についても推論したいと思う。

尿酸の生理作用 から考究すると尿酸そのものは粘膜の腐蝕作用があつて、経口投与すると口腔

第 35 表 実験 II における群別血液性状の変化

群	項目	期 週	試 前 平	B. T. 単 用 期			ルタバガ、干 草 給 与 期			試 後 平	試 後 均
				1 週後	2 週後	期平均	1 週後	2 週後	3 週後		
B.T. 給 与	赤血球数	万	616	567	500	534	527	493	482	501	533
	白血球数		6100	5800	6900	6300	6400	7900	8500	7600	7200
	血色素量	%	77	76	83	80	78	72	61	70	70
	血清蛋白	cc	1.43	1.43	1.21	1.32	1.43	1.55	1.38	1.45	1.66
	グロス反応	%	6.80	5.96	6.07	6.03	6.67	6.84	6.93	6.80	6.97
	Ca	mg/dl	12.15	10.97	12.27	11.63	11.80	11.97	12.17	11.98	12.80
	P	〃	5.15	3.72	1.87	2.76	4.23	4.37	4.70	4.40	5.38
	Mg	〃	1.69	2.10	2.28	2.21	1.57	2.12	2.07	1.92	2.00
	血糖値	〃	47	43	32	39	44	44	45	44	48
	血中アセトン	〃	0.74	1.02	2.67	1.85	0.67	0.38	0.11	0.39	0.97
対 照	赤血球数	万	649	596	623	610	613	554	643	603	598
	白血球数		4900	5200	4700	4900	3800	5300	6700	5300	4600
	血色素量	%	79	80	89	83	82	68	69	79	83
	血清蛋白	%	7.35	7.40	7.60	7.50	7.60	7.20	7.50	7.40	7.45
	グロス反応	cc	1.92	1.74	1.81	1.50	1.66	1.66	1.86	1.73	1.93
	Ca	mg/dl	12.05	11.06	11.96	11.75	11.95	11.90	13.00	12.28	13.50
	P	〃	4.70	4.60	5.40	5.00	4.80	4.50	5.10	4.80	5.20
	Mg	〃	1.92	2.32	2.25	2.29	1.98	1.15	2.05	2.06	1.83
	血糖値	〃	45	43	48	46	48	42	44	45	48
	血中アセトン	〃	0.50	0.50	0.69	0.59	0.58	0.58	0.50	0.55	0.66

内、食道などの消化管の炎症作用が認められている。しかし一般に家畜が摂取する場合、尿酸塩の形で植物中に含有され、その中毒作用も単胃獣では嘔吐、流涎、下痢まれに呼吸困難、鬱血、血尿、尿酸尿、糖尿、尿閉、尿崩、尿毒症などが認められている。仔牛の場合でも第1胃機能の未発達のため中毒死するといわれている。しかしこの作用も尿酸塩の種類によつて異なることが考えられる。一般に反芻獣に摂取される尿酸飼料としては Beettop があるが、この Beettop 中の尿酸塩の形について考えると、TALAPATLA ら (1942) は paddy straw 中に不溶性塩と水溶性塩の両方の形で存在し、不溶性塩は尿酸 Ca として、水溶性塩は尿酸カリとして大半が存在しているという報告が参考になる。このことから BAKER²⁾の方法で Beettop 中の含量を測定したのが第4~6表で、生育期間の経過に伴つて尿酸含量は減少する。また不溶性尿酸塩が水溶性尿酸より多いこと、乾燥、凍結、埋蔵などの処理によつても減少することが認められている。BAKER は水溶性塩が Ca と結合し、Ca 吸収を阻害するものであるからこの水溶性塩を沈澱するための Ca 添加によつて、この作用を予防するものであるといつてはいるが、このほかに飼料の特性をみるため Beettop 中の尿酸量と Ca 量の割合を第19表のように考えると、尿酸過剰飼料と Ca 過剰飼料とに分けられる。この性質は silage にして尿酸分解をさせた飼料でも Ca 過剰にできるが、その年の天候に左右され第7表にみられるように外葉枯損の少ない年には尿酸過剰になるなどの差が出てくる。したがつてこの水溶性尿酸量による考え方と、尿酸過剰による考え方と両面から検討することも必要になつてくる。次に体内における尿酸塩の消長と尿酸の分解、沈澱と Ca の生理的な関係について考究してみよう。

不溶性尿酸(尿酸Ca)はほとんど水に溶解せず、家畜に吸収され難いことが認められるので、一般に中毒性はないと思われる。中毒の発症は尿酸塩の吸収の証拠である。したがつて反芻獣の中毒を調査する場合その吸収量をみるべきであるが、組織中の定量法としては本法も他法(MOIR 法、

BRUNK 法)同様信頼性に乏しいためその成績には疑問もある。しかし第26表によると乳牛の血中には1.6~3.2 mg%含有され試験群、対照群とも差がなかつた。BARBER (1940) らは0.4~0.6 mg%の含有を認め、さらに Beettop 給与による尿酸の大量の吸収は認められなかつたといつてはいるが、これはおそらく血中、組織中の尿酸は尿酸 Ca として溶解しているために常に微量しか存在しないものと思われる。

飼料として尿酸が導入された場合、器官は中期の尿酸を形成したものを存在させたり、ほかの飼料から消化管内で細菌によつて尿酸が形成されて吸収されることも考えられる。そしてこれら内因性、外因性の尿酸が組織中に併存するためにその鑑別は非常に困難である。そこで内因性の尿酸形成がどんな経路で行なわれるかについて文献を調べると、glycocoll, purin, sucrose などから形成されるという。Glycocoll からの尿酸形成は、RATNER (1944) は肝腎における酸化によつて amino 基が分解して glyoxylic acid と methylamin を形成し、さらに尿酸と glycolic acid に酸酵中に分解されるという。

purin からは LEHNARTZ (1952) によると Oxalur acid, 尿素をとおして尿酸形成されるという。また RIPPEN-BALDES (1952) によると繊維分解菌 Bacterium oxalatigenum によつて Cellulose - glucose - ethyl alcohol - acetic acid - oxalic acid の経路で尿酸が形成されるというが、これは本試験の対照群の乳牛の糞尿中、血中、乳中に尿酸が認められることからうなづかれることである。

試験管内尿酸分解試験、乳牛の代謝試験において認められたように尿酸(水溶性尿酸の大部分と不溶性尿酸の一部)の反芻胃内での分解は確実であるが、これら尿酸の分解菌としては MÜLLER (1951), RIPPEN-BALDES (1952) によると Proactinomyces citreus によるといわれている。

このように尿酸の摂取、分解、吸収、形式などが生体内で絶えず繰り返されているために、単なる分析結果から結論をうることは困難であるので、上記の考察や反芻獣の尿酸の排泄などについて

ての究明によつて尿酸作用を推察しなければならぬであらう。

尿中尿酸の排泄は微量で中間代謝によるものと思われ、外部素因によることが少ないので、Beettop 給与による尿中排泄量の増量はわずかであつて単胃獣のような尿酸尿はみられない。

糞中尿酸排泄量は飼料として摂取した量 (330g) の40~70%であつた。そしてこの尿酸は水溶性塩がほとんど認められず不溶性の尿酸 Ca であつた。また糞中尿酸排泄量は尿酸過剰飼料の場合の方が Ca 過剰飼料の場合より少なかつた。このことは水溶性塩が多いときも同傾向を示すと考えられる。そしてこれは第1胃内細菌による尿酸分解が行なわれたことが考えられる。したがつて尿酸分解によつて糞中尿酸排泄量は摂取尿酸量より少なく、さらに飼料中の不溶性尿酸量より少ないことが多い。(実験IIと綿羊実験) たゞし実験Iのように Ca 過剰の場合は飼料中の不溶性尿酸量より糞中尿酸量が多いことが稀れにあるが、この場合は不溶性尿酸からの尿酸分解は考えられず、かえつて Ca による尿酸沈澱作用が認められて糞中不溶性尿酸量が多くなつてくるものと考えられる。従来はこの不溶性塩の尿酸 Ca は細菌分解が難しく、したがつてこれと結合している不溶性の Ca もまたほとんど生体には利用不能であると信じられてきた。しかしこの尿酸 Ca も Mg ion があると溶解しやすくなるし、尿酸 Ca からの Ca も醋酸、塩化物、クエン酸、乳酸などの存在によつてその吸収、分解に影響されることが IRVING によつて報告されているので、前記の成績のように不溶性尿酸の分解とそれによる遊離 Ca の利用性については可能であると断定できる。このことは飼料中、糞中不溶性 Ca からもいえることで、尿酸過剰や Ca 過剰でも著しくない場合は不溶性 Ca が吸収されることが認められ、飼料中の遊離 Ca からのみ吸収利用されるものではない。また腸内 Ca からもこのことがわかるが、腸内 Ca 排泄と Ca 吸収排泄の関係から Ca の腸体内循環の程度を知ることができ、腸内 Ca の陰性の場合に尿酸 Ca の尿酸分解が考えられる。この時は腸内乾物量が少なく下痢症となるという。このほかに Ca

を多量添加して腸を刺激した場合も下痢症を示すといわれている。

以上の尿酸分解に伴う生理作用のほか飼料中の遊離 Ca が第1胃内で水溶性の尿酸を沈澱することは従来から報告されていることで説明を要しないが、本試験でも *in vitro* 試験と第20~22表から認められ、とくに Ca 過剰飼料時にあらわれる。このことは Ca を添加した場合にもいえることで、Ca 添加と Ca 過剰の生理的な関係を同一に考えてもよいと思われる。

要するに尿酸過剰の場合と Ca 過剰の著しくない場合は水溶性尿酸の分解が認められ、さらに不溶性尿酸からの尿酸分解も認められた。糞中不溶性 Ca は少ないために糞中遊離 Ca は多く、飼料中の遊離 Ca は少なくなつてゐるために一般に Ca 吸収は不良になつてゐる。尿酸過剰の場合のように尿酸が多量に分解すると、炭酸塩、重炭酸塩が多量に生成されて胃内の塩酸分泌を抑制するために alkalosis となつて、Ca 吸収が阻害されると TALAPATRA²⁾ ものべてゐるので、尿酸が大量に分解されても間接的に Ca 吸収阻害作用が認められるといつて差し支えあるまい。

Ca 過剰の場合は Ca による水溶性尿酸の沈澱があるために尿酸分解量は少なく、飼料中の遊離 Ca が多いために糞中の遊離 Ca が少なく、不溶性 Ca が多くても Ca の体内吸収は良好になつてゐる。しかし臨床症状的には Ca 過剰の場合の方が乳量の多い分娩直後のためか生理作用が強かつたように思われる。このことから Ca 過剰の方がよいか、尿酸過剰の方がよいかは結論の難しいところであるが、Ca 吸収阻害作用が残ると後遺症状として骨軟症が考えられるので、Ca 過剰の方、換言すると Ca を添加した方が安全と思われる。

この骨軟症の予防という考え方から Beettop 飼養時の灰分添加による灰分吸収の関係と灰分代謝の異常との関係について考察してみたい。

Beettop 飼養時に Ca を添加することによつて総尿酸、不溶性尿酸、不溶性 Ca の分解が減少したが、これは前述のように Ca 過剰飼料飼養時と同傾向を示した。このほか乾草、炭水化物などの

添加でも腸内尿酸分解は減少するようである。BRUNE は Ca 添加によつて糞中不溶性 Ca が増加するといひ、P および Ca を添加すると Ca のみを添加した場合より総尿酸分解を促進するといつてゐるが、これは P によつて細菌の活動性を高めえた結果ではないかと思われる。

Ca 吸収は尿酸過剰の場合より Ca 過剰の場合が乳牛では良好であつたので Ca 添加が必要ながことが推察される。しかし Ca 吸収もこの尿酸との関連性においてのみ論議されるものではなく、Ca と P の比も大切で、この比が4以上または0.4 以下の場合は灰分吸収が不良で、本試験でも P 吸収が不良であつた。さらに飼料中の遊離 Ca 量の不足、P 量の不足なども同様なことが認められるので、Beettop 偏用の場合は尿酸との関連性ばかりでなしに灰分の必要量ならびに比についても考慮せねばならぬことがわかる。また P が少量で Mg が大量の場合 Ca 吸収が阻害されるといわれ、P, Ca が充分な場合 Mg が大量に必要なともいわれてこれら灰分割合を満足させるためには各種の飼料の組み合わせが必要ながことが痛感される。これらの考慮を怠ると灰分の代謝障害があらわれ、ついには骨軟症などの後遺症を招くおそれがある。

Beettop 給与上の灰分代謝障害の予防について考察しよう。Beettop 尿酸過剰の場合はもちろん、Ca 過剰の場合でも遊離 Ca 量の少ないときは Ca の添加が必要となる。BAKER のいう水溶性尿酸 (Beettop 中の約0.15%) 量に当量する Ca 量で計算すると0.066g の Ca を添加することになり、これを炭酸 Ca になおすと0.16%となる。したがつて BAKER の主張は水溶性尿酸量と同様の炭酸 Ca を給与せよということになる。一方 SKUDERNE³⁷⁾ は給与 Beettop の0.1%の炭酸 Ca を添加するように奨励してゐる。前者の考え方で80kg の Beettop を給与した場合は100~120g の炭酸 Ca が必要になり、これに対応する P 量も Ca : P = 2 として計算しても50~60g となる。Beettop 中の P を差し引くと30~40 となつてこれを麩で補うと3~4g が必要となり不経済な飼養法となる。

本成績から乳牛の場合を考えてみると、尿酸過

剰の場合で遊離 Ca が20g あるので、飼養標準量 P 35g, Ca 40g に比べると Ca を20g (炭酸 Ca 50g) 添加し、これに対応する P 量は Ca : p = 1 とすると15~20g となる。したがつて麩では1.5~2 kg となる。灰分からいうと麩1.5~2 kg, 炭酸 Ca 50g ということになるが、栄養分からみると、産乳量15kg の牛に対し Beettop 65kg, 麩2 kg, 炭酸 Ca 40g でよいと思われる。

Ca 過剰の場合遊離 Ca 50g とみるとこれに対応する P 量40g とみて、やはり麩2 kg のみの補給でよいことになる。

一般には乾牧草を使用するので、乾牧草5 kg, Beettop 40kg, 濃厚飼料2 kg, 炭酸 Ca 30g 程度で、体重550kg, 乳量15~16kg の乳牛の飼料として考えられる。配合飼料給与の場合とくに Beettop のための Ca 添加は必要がない。

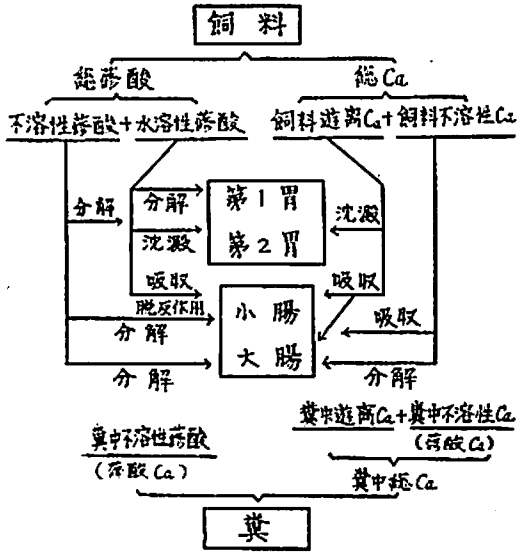
以上尿酸と Ca の分解、沈澱、吸収などの体内変化の模式図を掲げると第1図のようになる。

尿酸分解によつて第1胃内菌叢の変化が考えられ、そのために有機物の消化率に影響することが考えられる。ZUNTZ は大量の Beettop と乾草などの摂取によつて粗繊維の消化不良を示し、その原因として第1胃の菌叢の機能障害と認めてゐる。さらに尿酸分解の減少と粗繊維の消化率低下と併行するという人もゐる。粗蛋白質の消化率の低下も認められ、これは腸粘膜の粘液形成の増加や粘膜の剝離に帰せられてゐる。これはさらに胆汁の分泌増加とも関係あるように思われる。また大量の Ca の添加によつて有機物の消化率が低下することが認められるので、慎しむべきであろう。

Beettop の脂肪の消化率はほかの青草に比較しても低いことは alfalfa とともに saponin 含量が高く、胆汁中に存在する Cholesterin と結合し Cholesterin 量が低下して脂肪消化を低下させていると考えられ、有機物の消化率の低下に尿酸分解による間接作用、尿酸 Ca の刺激作用、saponin の生理作用など種々原因が考えられる。

Beettop 多用によつて生ずる下痢症の原因は文献によると多くの説がある。PLAAS (1951) は根葉葉偏用は大腸内で完全酵解せず炭水化物を吸収しな

第1図 蓆酸とCaの体内変化模式図



い。そこで乳酸菌が遊離の乳酸をつくり腸部のアルカリ性を酸性に変化させる。それから腸壁の粘膜を刺戟して水の排泄を増加させ下痢症状をあらわすという。また腸内菌叢中の炭水化物平衡がくずれ、1種の微生物の醗酵不全によるカクールの症状であるといひ、また摂取食粥がアルカリ性であると細菌が活気をまし下痢を発症せしめるといふ。LEHMANNは砂や汚物同様槍状の蓆酸Ca結晶による腸粘膜の機械的刺戟といひ、ZUNTZ(1914)は根葉葉の汚物含量が下痢の原因だとし、HANSSONは汚物とともに導入された細菌毒素が原因だとしている。しかし下痢症状は根葉葉をきれいに洗つて給与しても発症するので汚物だけによるものとは思われなひ。KLIMMER(1924)は下痢の原因として蓆酸とともに根葉の硝酸含量にあると考えている。このように蓆酸が下痢症の一部の原因にはなつてはいても全部でないことは確かである。多くの因子が協同的に作用し喚起されるものである。KOBERTは根葉葉中の saponin の局所刺戟によつて胃腸の蠕動や胃液、膵液の分泌が刺戟されるといひ、下痢症の原因になるといつている。BRUNE⁶⁾はその発生にいたる機序は汚物または角張つた摂取物による腸壁損傷について、saponin 自身の腸壁刺戟と毒素の腸吸収の促進に伴なつて吸収 saponin 量による中毒作用によつ

て下痢症が発生するといつている。

筆者らも大量の蓆酸分解に伴なつて下痢症が発生すると思ふより、saponin 刺戟によつて下痢症が発生するとする説をとりたい。何故ならば制痢剤として乾草などのように糞中の乾物量を高めるものや cholesterolin や乾草脂肪などのような saponin 作用を中和するものが効果があつて、蓆酸中和を目的とした石灰、灰分剤などはあまり効果がないという報告が多いし経験もしているからである。以前の当場の試験でも石灰添加だけでは下痢症がなほなかつたが、これに米糠を添加した場合下痢症をおさえたのである。

乳牛の産褥性血色素尿症との関係を考察すると、本症が当地方に発生することを當場が本邦で始めて報告¹⁹⁾してから10年近くなつたが、その原因については当時不明であつた。それまでの文献¹⁶⁾によると種々様々で、自家中毒説、代謝障害説、要素欠乏説などがあつた。飼料構造からみるとカブ、てん菜副産物、濃厚飼料少給などと密接な関係があると報告されていた。北米で FARGUHARSON & SMITH¹¹⁾は alfalfa および beetpulp だけの飼養農家に多いことを認め、MADSEN & NIELSEN²⁰⁾によつて磷酸の欠乏症に関係するとしてから筆者ら^{16) 17)}も同様磷酸欠乏が本症の原因であることを認めた。しかしその溶血機序については不明な点が多かつた。一方 THEILER(1933)は南阿の牛の Styfsiekte 病は骨軟症でP欠乏症なることを明らかにしたが溶血症状はなかつた。さらに GROENWALD(1935)も飼料中のP欠乏が血清低下と一致すると SjöBERG, KNUT²¹⁾と同様な結果をえているが、この場合も溶血症状がみられなかつた。そこで溶血症状を示す本症に関係のある飼料として alfalfa と beet 副産物などに共通して含有する特殊物質に関係があるのではないかと考えられた。試験成績の項でのべたように溶血毒としての saponin が考えられ、分娩直後で乳量の多い時期にP欠乏飼料で飼養されたときに saponin 含有飼料で飼養されるとその協同作用で本症が発症するという説が生まれたのである。本試験でも各種飼料中 Beettop、飼料用てん菜の葉、alfalfa などに大量の saponin 量を認めた。これは saponin

nin のもつ溶血作用で含量を定量したのであるが、産褥性血色素尿症発症地帯の飼料構成と saponin 含有飼料とが全く一致することから上述の発生機序が裏付けられたと思われる。LENKEITS²⁹⁾ は西独 Göttingen 附近の根菜耕作地域の普通の飼料の給与量は乾草 5 kg, Beettop 25kg, 飼料用てん菜 25kg が基礎飼料で、これに少量の濃厚飼料が給与されているが一般に P 欠乏飼料であるといひ、BRUNE⁹⁾ は一般的な飼養法として次のような飼料給与日量であるといっている。

- a) B. T. S. 35kg, 乾燥 B. T. 5 kg, 乾草 (麦稈) 5 kg, 麦稈濃厚飼料 2 kg
- b) B. T. S. 20kg, 乾燥 B. T. 2.5kg, 乾草 (麦稈) 8 kg, 根菜 30kg, 濃厚飼料 2 kg
- c) B. T. 35kg, 麦稈 6 kg, 豆科乾草 3 kg, 穀類 1 kg

いずれにしても基礎飼料は P 欠乏であることは間違いないが、濃厚飼料の給与量の多少で P 欠乏の有無が分かれる。本症発生時はおそらく濃厚飼料を無給にしているのであろう。なお saponin の溶血度含量としては西独のものが多いために発生率も根菜より多いものと思われ、これによつても saponin が如何に大きく働いているかがわかるものと思われる。とにかく分娩後の高泌乳時には P 要求が高く、この時 P 欠乏飼料で飼養され、しかも saponin 含量の高い飼料で飼養された場合に本症が発症するために Beettop 給与法には充分の注意が必要となる。

その他の生理障害との関係を臨床症状から考究すると Beettop の多用によつて分娩直後のもので乳量の多いものは強度の ketosis を示し、体重、乳量の減少、食欲不振、被毛無光沢、元氣沈衰などの臨床症状を呈し、血糖の低下、尿中、乳中、血中のケトン体の増量が著しかつた。非妊娠、非搾乳牛の場合 Beettop の多給によつて栄養成分では充分に間に合っているにかかわらずやはり血糖の低下、アセトンの増量など臨床的に重症ではないが ketosis の症状を発症した。これは第 1 胃内の脂肪酸生成異常 (たとえば偶数低級脂肪酸生成過剰) と大量の泌乳という生理的な stress によつて皮質ホルモンの産生を減退させたと考えべき

であろう。したがつてこの Beettop 単用はケトン飼料といえるだろうし、良好な乾牧草とルタバが給与は速かにこれらケトン体の消失に効果的なので糖因飼料といえるだろう。結局 Beettop 飼料との組み合わせにこれらの飼料を添加することが大切となる。

次に低 P 血症との関係について考えると、さきの當場⁴⁰⁾ の報告でも Beettop 給与によつて Ca 含量に変化ないが低 P 血になることを認めた。CARLENS (1927) は根菜葉飼養によつて 12~13mg% の Ca 含量が 10~6.6 mg% に低下することを報告し、尿酸によるものと考えた。また HÜTTEN U. UHLENBRUCK (1952) は根菜葉飼養によつて血清 Ca は 18.77 mg% まで上昇し、P は 2.9 mg% まで低下することを報告した。FREUDENBERG⁴²⁾ も赤血球数の低下、低 P 血 (最低 0.8 mg%) を示し Ca 含量は普通であることを報告している。このように根菜葉の P 含量が少ないための低 P 血症が発症することは確かである。BRUNE は飼料の少々の変化では血清中の P や Ca 含量は変化しないし、水溶性尿酸含量が多くても少なくとも大した変化をしないが、飼料の種類の変化で影響され、特に飼料の転換直後に変化することを報告している。さらに尿酸含有飼料に Ca を添加しても血清 Ca 含量に差のないことも認めているので、飼料中の P 含量が最もその変化に敏感なようである。

硝酸態窒素による生理的影響についてはよく把握できなかつたので、分析法の検討からもう一度試験を実施したい。

以上のように Beettop 中に含有されている尿酸、saponin、硝酸態窒素などの有害成分は直接反芻獣に中毒を発するまでの大量は含有されていないが、長期の飼養または多給偏用によつて種々の生理作用をあらわしている。

尿酸の分解が認められるがそれによつて第 1 胃内細菌の醗酵異常による ketosis、または間接的な alkalosis による Ca 吸収阻害に伴う灰分代謝と下痢症がおこり、P 欠乏症と相俟つて骨軟症などの原因となり、saponin によつて下痢症と灰分代謝異常、さらに低 P 血症と協同して乳牛の

産毒性血色素尿症の溶血原因になることなどが認められ、これが予防には乾草、濃厚飼料、炭酸石灰などの適度の給与が大切となる。

V 結 論

Beettop 飼料の成分と生理作用を充分把握し、多給偏用による生理的影響がどの程度のものか、生理作用を及ぼすのは Beettop 中のどの成分か、どのような機序でおこるのか、そしてその予防対策としてどのような方法をとつたらよいかなどを推論するために、乳牛に平均80kgの多給した試験と綿羊ではそれに髄と Ca を添加した試験を実施した。

Beettop 給与時の水溶性酢酸は第1胃内分解または Ca と沈澱して不溶性塩になり全く糞中であらわれない。不溶性酢酸中の酢酸も一部分解し、遊離した Ca は体内に吸収されうるようになるけれども、遊離のまま糞中に排泄される部分も多い。Ca 過剰 Beettop の場合は遊離の Ca が多いため酢酸分解量より沈澱量が多く、酢酸過剰飼料は遊離 Ca 量が少なく分解量が多く沈澱量は少ない。その上利用できる Ca 量が少ないために脱灰作用があると思われ、Ca 添加の効果は認められるが少量で改善されるようである。しかしこの Ca 添加は P との適度の割合と量を考慮しないとかえつて悪くなる。

反芻獣では酢酸分解が行なわれるために吸収量が少なく中毒症はほとんど認められないが、吸収された場合は脱灰作用が考えられる。Beettop は P の少ない飼料で単用では低 P 血症の原因になるので必ず P の補給を要するが、Ca との割合に注意せねばならず、これを怠ると骨軟症の遠因になると思われる。

Beettop 多給時の下痢症は従来酢酸作用のみといわれてきたが、汚物(酢酸塩を含む)の刺激と saponin の腸壁炎症、軽度の吸収 saponin の中毒性などから発症するものと考えられる。

saponin は Beettop, alfalfa 中に多く、これらを主体飼料としている地方に乳牛の産毒性血色素尿症が多いことから、その発生原因となつてることが考えられ低 P 血症との協同作用である。

しかしその溶血度含量は諸外国のものより少ないので、給与量の制限、ほかの飼料との組み合わせで充分予防できるものである。Beettop 中の硝酸態窒素の生理作用は今回は認められなかつたがこれについてはさらに追試したい。

また Beettop 多給偏用によつて ketosis の徴候があらわれるけれども、これはほかの飼料との組み合わせで予防できるものと思われる。以上の生理作用は Beettop を silage にすることによつて相当軽減しうるがこのことについては別に報告する。

以上のように Beettop 中の諸成分の生理作用について、おおよそ推論して Beettop 利用上の参考資料をえたが根本的な原因作用についてはさらに追究の予定である。

文 献

- 1) BAKER C. J. L. & EDEN A. 1954; Studies on the oxalate contents of the leaves of certain varieties of Beta Vulgaris J. Agr. Sc. Vol. 44. part 1. 394
- 2) ; 1952 The determination of oxalates infresh plant material. The Analyst Vol. 77 340
- 3) BECKER M.; 1955 Mineralstoffbedarf von Leistungskühen. Landbauforschung. 1
- 4) BRUNE H. & SIEKE K. H.; 1956 Ist die Calciumversorgung der Milchkühe durch den Oxalsäuregehalt der Futtermittel in Zuckerrübenbau-Betrieben gefährdet. Zeitsch. f. Tierernährung & Futtermittelkunde. 113. Bd. 11
- 5) BRUNE H.; 1955 Experimentelle untersuchungen am Wiederkäuer zur alimentären Wirksamkeit der Nativen Oxalsäure Zeitsch. f. Tierernährung & Futtermittelkunde Bd. 10
- 6) ; 1953 Fehlernährung mit Rübenblattsilage und Troblako. Arch. f. Tierernährung Vol. 3. 281
- 7) ; 1957 Zur Lokalisation des bakteriellen Oxalatabbaues in Verdauungstrakt von Kalben mit Hilfe des Schlundrinnenreflexes. zeitsch. f. Tierernährung & Futtermittelkunde. Bd. 12 48
- 8) , & KUDRICH O.; 1958 Zur Calciumverwertung aus Calciumoxalat unter dem Einfluss von Pektin beim Wiederkäuer Zeitsch. f. Tierernährung & Futtermittelkunde. Bd. 13 1
- 9) ; 1956 Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung oraler Saponingaben beim Wiederkäuer. Zeitsch. f. Tierernährung & Futtermittelkunde. Bd 11 267
- 10) DAVIDSON. W. B., DOUGHTY J. L. & BOLTON; 1941 Nitrate poisoning of livestock. Can. J. Comp. med. 5 303

- 11) FARGHARSON J. SMITH K. W.; 1938 Postparturient hemoglobinuria of cattle J. Amer. Vet. Med. Ass. 93 37
- 12) FREUDENBERG F.; 1955 Untersuchungen über die puerperale Hämoglobinurie Deutsche Tierärztliche Wochenschrift 62 Sonderheft-1
- 13) GESSNER O.; 1953 Die Gift- & Arzneipflanzen von Mitteleuropa. Verl. C. Winter. Heideberg.
- 14) 橋本吉雄, 有馬俊六郎, (1958), ビート類給与の Ren-net clotting に及ぼす影響について, 日本畜産学会北海道支部会報 第1号 26
- 15) , 齋藤善一, (1960), 牛乳中のトリメチルアミンに関する研究, 日本畜産学会北海道支部会報 第1号 26
- 16) 平賀即稔, 坪松成三, (1955), 乳牛の産褥性血色素尿症に関する研究, 獣医畜産新報153号
- 17) , 谷口隆一, (1955), 乳牛の産褥性血色素尿症に関する研究 日本獣医師会雑誌 8巻11号
- 18) , (1955), 根釧地方における乳牛の特殊疾病 北農22巻8号
- 19) , 谷口隆一; 1952 根室原野に発生した乳牛の産褥性血色素尿症様疾患について, 日本獣医会雑誌 5巻5号
- 20) 広瀬可恒; 1957 乳牛栄養と飼養 朝倉書店
- 21) HYMAS T. A. & MESLER R. J.; 1960 Effects of a synthetic nitrate concentrate administered orally to cattle. J. Amer. Vet. Med. Ass. 137 477
- 22) SJÖBERG, KNUT; 1938 Die chemische Zusammenhang des Blutes II Bei der Puerperalen Hämoglobinurie des Rindes Svensk. Vet. Tid. 43 335
- 23) 京大農学部編; 1959 農業化学実験書, 第1巻, 産業図書
- 24) LENKEIT W.; 1953 Einführung in die ernährung physiologie der haustiere Verlag. F. Enke. Stuttg- art.
- 25) MORRISON F. B.; 1954 Feeds and Feeding Ithaca Newyork 21 ed. 452
- 26) MADSEN D. E. & NIELSEN H. M.; 1940 The relation of parturient hemoglobinemia of dairy cows to aphosphorsis. N. Amer. Vet 21 81
- 27) , & ; 1939 Parturient hemoglobinemia of dairy cows. J. Amer. Vet. Med. Assoc. 94 574
- 28) MORRIS M. P.; & GARCIA RIVERA J.; 1955 The destruction of oxalates by the rumencontents of cows. J. Dairy Sci. Vol. 38 1169
- 29) MORRIS BARTOLOMÉ CANCEL P. M. & ALMA GONZÁLEZ-MÁS; 1958 Toxicity of nitrates and nitrites to dairy cattle. J. Dairy Sci. Vol. 41 694
- 30) 森本 宏; 1960 家畜栄養学 養賢堂
- 31) MEHNER, M. E. CASE, A. A. GARNER G. B. & PE- ANDER W. H.; 1955 Toxic forage produced in a d- rought area. J. Animal Sci. 14 1251
- 32) NELSON, J. L. KURZ L. T. & BRAY R. H.; 1954 Anal. Chem. 26 1081
- 33) OSLAGE H. J. HARRIES F. E. ZORITA E. & BECK- ER M.; 1960 Arch. f. Tierernährung Vol. 10 190
- 34) SCHEUNEKT KELLNER; 1952 Grundzüge der Futt- erungslehne. Parey Berlin-Hamburg.
- 35) SCHLENKER F. S.; 1943 Plant Physiologie 18 140
- 36) SKUDERNE A. W. & SHEETS E. W. 1940; Import- ant sugar-beet byproducts and their utilization 米 国国務省農民叢書1718号
- 37) TALAPATRA S. K. Ray S.C. & Son K. C.; 1948 Ca- lcium assimilation in ruminants on oxalates-rich diets J. Agr. Sci. Vol 38 163
- 38) 東大農学部編; 1950 農業化学分析書(旧版)朝倉書店
- 39) 坪松成三, 藤田 保, 齋藤久幸, (1956), 甜菜 頭葉 の飼料の利用法 北農23巻8号
- 40) , (1966), ビートト ヅブサイレーン調整試験並に乳牛飼養試験成績につい て, 改良普及員資料5巻3号
- 41) 梅津元昌; 1958 家畜の生理学 養賢堂
- 42) WEHMER, C.; 1933 Die Pflanzenstoffe Verlag. J Springer.
- 43) 吉川春寿; 1951 臨床医化学臨床篇 協同医書
- 44) ZENTZ N.; 1914 Zeitschrift der Vereins der De- utsche Zuckerindustrie. 64 643

Summary

Dairy cows and sheep were fed to present the degrees of the physiological responses caused by beettop over-fed and single-fed. Study was made of what ingredients of beettop effect them, how the ingredients operate, and how their toxic symptoms can be prevented.

Water soluble oxalate and a part of water insoluble oxalate are decomposed in rumen. When a ruminant fed with over-oxalate, Ca-free is deficient, in contrary to the case fed by too high contend Ca forage, therefore it is better to add calcium to the diet. Care must be taken to balance with phosphate as well as the dose required. Beettop is a P-deficient feed. Therefore, to give beettop to a ruminant without fortified P would cause Osteomalacie as well as decalcification of oxalates.

Upon diarrhea when fed beettop, the effect of saponin is more serious than that of oxalate. Furthermore, co-operative effect of aphosphataemia and hemolysis of saponin would cause parturient hemoglobinuria of dairy cows.

Over-feeding or single-feeding of beettop would cause ketosis, but the effect of nitrate could not be observed.

Physiological responses above mentioned may be prevented by limitation of beettop level and suitable combination with other feeds.