ビートトップサイレージ偏用時における サポニンおよび蓚酸の生理作用について

坪松戒三† 斎藤久幸††
谷口隆一† 岸 昊司†

INFLUENCES OF SAPONIN AND OXALIC ACID ON THE PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO THE RUMINANTS WHEN FED BEETTOP SILAGE ONLY

Kaizo TSUBOMATSU, Hisayuki SAITO,
Ryuichi TANIGUCHI & Koji KISHI.

I 緒 言

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[20]において，日量70～80 kg の乳牛の多給偏用によっておきる生理作用を調査したのであるが，摂取されたビートトップ中の蓚酸は，水溶性蓚酸の一部は分解し，一部は Ca と結合して不溶性蓚酸となり，水溶性蓚酸は全く糞中に現われないことが認められた。そしてこの蓚酸分解や蓚酸沈澱量は，ビートトップ中の蓚酸と Ca 含量の割合で異なるもので，不溶性蓚酸中の一部も分解することが確認されたが，この蓚酸分解によって蓚酸の生理作用は全く防止されるものでなく，蓚酸の分解による間接作用によって，Ca 吸収阻害作用があらわれるし，ビートトップ中の Ca 含量が多くないと，遊離の Ca が少ないことから，Ca 添加をしないと脱灰作用があることが認められた。

しかし，Ca 添加の場合 Ca と P の比を適度の割合にするようP含量を考慮しないと，この脱灰作用は著しいので，P欠乏飼料であるビートトップを多給する場合は，骨軟症予防上濃厚飼料や燐剤の補給の必要性が認識されたのである。

ビートトップの多給によって，根菜類葉性下痢症が発症するが，この原因は従来の蓚酸説のみでなく，汚物の刺戟による腸壁炎症とサポニンの吸収によるものであることを明らかにし，ビートトップ中のサポニン含量はアルファルファとならんで多く，根釧地方の乳牛産褥性血色素尿症の発生は，分娩直後のビートトップ偏用によるサポニンの溶血作用と，燐欠乏飼養にあることを指摘した。さらにサポニン作用としての脂肪の消化率の低下についてもふれておいた。ビートトップ中の硝酸含量は，ほかの飼料より多いが，湿潤地帯のせいもあって，単位含量は少なく，多給しても中毒量に達しなかったし，臨床的にも生理作用が認められなかった。また，ビートトップの多給によって，分娩直後の高産乳牛にケトージスを発症することが認められた。

以上の生理作用はサポニンや蓚酸によるものであって，給与量の制限，ほかの飼料との組み合わせで十分予防できる程度のものであることを考察したが，一方ビートトップをサイレージにした場合，蓚酸のサイレージ醗酵中の分解による減少とサポニンの減少についても報告したので，上述の生理作用の軽減の有無を確かめようとして，綿羊を供試してビートトップサイレージ（以下B.T.S.と略称する）を給与し，これに各種の添加物を給与して消化率，灰分出納，蓚酸と Ca の生理的な関係を調査し，乳牛飼養試験では蓚酸作用，サポニン作用，硝酸作用，ケトージス，下痢症などについて調査した。また，ビートトップサイレージの

† 根室支場
†† 元根室支場

調製法についても追試し，サイレージ醗酵中の蓚酸減少についても究明して，ビートトップサイレージ調製時の基礎資料をえようとしたものである。

II 試 験 方 法

A．B.T.S. 給与による綿羊の消化率と灰分出納

昭和36年3月1日より4月28日までの56日間B.T.S. を代謝試験箱中の3頭の綿羊に個別に給与し，予備期1週間，試験期1週間の計2週間ずつを1試験期間とした。第1期は B.T.S. 単用，第2期は B.T.S.+$CaCO_3$ 5g，第3期 B.T.S.+$CaCO_3$ 5g+Na_2HPO_4 15g，第4期 B.T.S. + 麩 300g+$CaCO_3$ 5g を給与した。

つぎに乾草給与時と B.T.S. 給与時の灰分出納を比較するために，5月1日から5月28日まで乾草を給与し，第5期乾草+麩 300g +$CaCO_3$ 5g，第6期乾草+燕麦 300g+$CaCO_3$ 5g の飼料給与を行なった。B.T.S. ならびに乾草はほとんど飽食量程度を一定給与したほか，各羊に毎日 NaCl 15g を添加し，給水は自由飲水とした。

採糞，採尿は毎日行ない，試料の採取は毎日糞では糞量の1/10を，尿では尿量の1/20を貯蔵し，混合試料を分析して分析値とした。

分析法は P, Ca, Mg は A.O.A.C. 法に従い，一般組成分は常法に従った。

上述の方法によって，B.T.S. の蓚酸過剰，Ca過剰の検討と，Ca と P の比，B.T.S. の消化率と P, Ca, Mg の出納を算出し，蓚酸分解と Ca との生理的な関係などについても，前報[20]の方法と同様に比較考照したものである。

B．乳牛の B.T.S. 多用の臨床症状におよぼす影響

B.T.S. の多用 (60 kg 程度) が乳牛の臨床症状におよぼす生理的な影響から，蓚酸，サポニン，硝酸の作用と，下痢症，ケトージスなどの関係をビートトップを給与したときと比較考照するために昭和36年3月13日から4月8日まで，乳牛6頭を供試し，牧草サイレージ群3頭，B.T.S. 群3頭に分けて比較検討した。

血液分析法としては血色素量は Sahli 法，Hematocrit 値は Wintrobe 法，肝機能検査法として Gros 法，Total protein は蛋白計法，P, Ca, は Fiske-Subba Row 法，Acetone は Thin 法，血糖量は Folin-Wu 法であった。

その供試牛の概要と飼料給与量は第1表のとおりである。

第 1 表　B.T.S. 給与時の供試牛の概要 (kg)

群別	供試牛名	年令	最終分娩 (分娩予定)	試験前		飼料摂取量			試験後	
				生体量	産乳量	B.T.S.	草 S	配 合	生体重	産乳量
試	ベッシー	8	(36. 8.12)	781	—	62	—	—	781	—
	MBB	10	35. 8.14	565	5.6	63	—	—	549	5
験	スノークイン	7	36. 2. 3	510	17.4	60	—	2	466	19.3
対	春光	11	(36. 5.15)	705	—	—	56	—	695	—
	初雪	6	35.11.27	445	8.2	—	48	—	438	7.7
照	スノーシーナリ	8	36. 2.18	590	24.7	—	59	2	565	23.9

C．B.T.S. 調製時の損耗と蓚酸分解について

ビートトップの飼料化の場合，サイレージ調製が奨励されているが，その損失が過大では生理作用を軽減できても飼料としての優位性を失うので，貯蔵中の損耗を表面腐敗，排液，呼吸醗酵などに分け，添加物の影響などについても明らかにし，また，蓚酸分解量の多いサイレージ調製法についても検討しようとしたものである。

原料ビートトップを11月中旬サイレージカッターであらかじめ細切し，S.M.S. (Sodium metabisulfite) 0.5%添加，過燐酸石灰1%添加，無添加の3処理を行ない，排水孔に排液採取器具をとりつけた1万分の1ワグナーポットに充塡し，ビニールカバーの上に押蓋をして，各ポットごとに約50

kgの重石をのせた。排出液の採取および分析は排出に応じて随時行ない，サイレージの試料は埋蔵後3カ月目の2月中旬に各ポットの上，中，下層の中心部より採取し，外観調査，醗酵成分と一般成分の分析を行なった。

III 試 験 成 績

A. B.T.S. 給与による綿羊の消化率と灰分出納

B.T.S. を給与した場合，ビートトップを給与したときのように，蓚酸やサポニンの作用によって灰分の代謝障害が認められるだろうか，さらにサポニンによる脂肪消化率の低下が認められるだろうか，蓚酸と Ca の関係は依然として密接な関係にあるのだろうかとの疑問を解明するために，綿羊に B.T.S.を給与したときの灰分出納や有機物の消化率，蓚酸分解と Ca の関係について調査してみた。

また，乾草給与時の灰分出納を対照として比較するためにこの成績を付加したが，それらの成績は第2～10表のとおりである。

第 2 表　飼料および糞成分分析表

試料名＼成分		風乾率	風乾物中 (%) 水分	蛋白質	脂肪	NFE	繊維	灰分	P	Ca	Mg	尿中 (mg/dl) P	Ca	Mg
B. T. S.		17.47	3.12	11.82	6.62	53.59	17.04	7.81	0.141	2.102	0.583	—	—	—
乾牧草		—	9.46	4.86	4.31	43.71	31.81	5.85	0.117	0.458	0.151	—	—	—
乾牧草		—	8.74	5.94	4.03	42.16	34.79	4.34	0.122	0.286	0.227	—	—	—
乾草残草		—	12.02	4.33	3.67	44.97	30.26	4.75	0.122	0.187	0.125	—	—	—
燕麦		—	10.13	15.64	3.87	55.30	9.80	5.26	1.220	0.093	1.273	—	—	—
燕麦		—	8.74	10.03	3.09	65.44	9.95	2.75	0.350	0.068	0.358	—	—	—
I期	1 号糞	22.70	2.69	15.42	4.17	39.48	11.67	26.57	0.538	4.226	0.917	0.540	0.740	41.2
	2 〃	19.74	3.06	15.72	3.79	37.86	13.48	26.09	0.601	4.012	0.865	0.490	1.440	44.6
	3 〃	26.29	2.60	14.69	4.37	38.45	11.56	28.33	0.510	4.129	0.778	0.540	5.098	38.5
II期	1 〃	26.33	2.05	13.62	4.97	33.65	10.03	35.68	0.496	4.051	0.983	0.615	4.396	8.9
	2 〃	30.51	2.33	14.92	3.30	41.33	11.44	26.68	0.555	4.089	0.887	0.450	4.046	15.0
	3 〃	34.64	0.61	14.18	4.49	33.95	10.95	35.82	0.487	4.187	0.899	0.325	2.334	13.6
III期	1 〃	31.86	6.76	8.91	7.45	47.82	21.60	7.46	0.783	3.697	1.110	0.615	1.518	20.8
	2 〃	36.88	6.76	9.97	8.12	49.89	18.57	6.69	1.045	3.774	1.193	0.525	2.724	9.0
	3 〃	32.11	6.76	13.18	5.68	47.17	20.94	6.27	0.955	3.735	1.048	0.325	3.502	18.2
IV期	1 〃	31.3	—	—	—	—	—	—	0.830	3.152	1.166	0.370	2.762	8.8
	2 〃	25.3	—	—	—	—	—	—	0.992	3.035	1.136	0.325	3.152	22.1
	3 〃	25.0	—	—	—	—	—	—	0.783	3.191	0.996	0.350	5.526	14.4
V期	1 〃	—	9.53	8.13	4.62	41.08	23.96	12.65	0.825	1.287	0.367	2.050	25.25	0.6
	2 〃	—	9.52	7.12	5.72	38.45	27.44	11.75	1.280	0.862	0.013	2.175	26.00	1.7
	3 〃	—	8.61	6.69	3.21	44.92	24.68	11.89	0.992	1.184	0.006	6.150	16.55	13.0
VI期	1 〃	—	9.16	9.64	4.06	34.40	28.85	13.89	0.313	0.862	0.061	1.410	13.11	99.2
	2 〃	—	9.25	10.74	4.10	44.51	22.07	9.33	0.370	1.069	0.166	1.375	49.57	85.9
	3 〃	—	9.22	7.53	3.82	43.01	28.01	8.41	0.388	1.056	0.332	1.375	102.0	123.9

注) 1. B.T.S.の DCP は 1.25，TDN は 9.28 である。
2. 第III期の一般成分のみは Beettop のものである。

第 3 表　飼料摂取量と排糞尿量

期別	羊名	飼料摂取量 (g)					排糞量 (g)		排尿量
		B.T.S.(乾草)	乾燥量	麩	P	Ca	原量	乾糞量	
I	1	8,290	1,448	—	—	—	2,190	497	3,220
	2	6,470	1,130	—	—	—	1,610	318	2,980
	3	4,810	810	—	—	—	1,300	343	2,030
II	1	8,060	1,408	—	—	5	1,690	445	3,490
	2	6,390	1,116	—	—	5	1,380	421	2,920
	3	5,010	875	—	—	5	1,155	500	2,330
III	1	9,610	1,679	—	15	5	2,220	707	3,830
	2	6,880	1,202	—	15	5	1,380	509	3,280
	3	6,360	1,111	—	15	5	1,590	511	2,620
IV	1	7,450	1,302	300	—	5	2,100	657	3,230
	2	5,070	886	300	—	5	1,730	438	2,290
	3	4,730	826	300	—	5	1,870	468	2,150
V	1	800	—	300	—	5	1,190	430	320
	2	650	—	300	—	5	1,110	421	320
	3	390	—	300	—	5	475	179	290
VI	1	2,145	(450)	(300)	—	5	1,220	543	470
	2	1,250	(570)	(300)	—	5	1,000	462	440
	3	1,180	(620)	(300)	—	5	1,090	433	200
ビートトップ	1	4,926	772	487	—	—	—	323	2,216
	2	4,781	772	496	—	—	—	336	2,076
	3	5,394	772	359	—	—	—	387	2,289

第 4 表　B.T.S.乾牧草給与時の消化率

期別	摂取排泄	乾燥量	有機物	蛋白質	脂肪	NFE	繊維	灰分
B.T.S.単用期	B.T.S.	1,139	1,014.5	134.6	75.4	610.4	194.1	89.0
	糞	386	271.3	59.0	15.9	149.5	46.9	104.0
	消化量	—	743.2	75.6	59.5	460.9	147.2	−15.0
	消化率	—	73.3	56.2	78.9	75.5	75.8	—
B.T.S.+Ca	B.T.S.	1,133	1,009.2	133.9	75.0	607.2	193.1	88.5
	糞	455	298.0	64.8	19.5	164.5	49.2	150.1
	消化量	—	711.2	69.1	55.5	442.7	143.9	−61.6
	消化率	—	70.5	51.6	74.0	72.9	74.5	—
B.T.+麩	B.T.	772	647.0	89.40	12.00	471.3	74.3	73.3
	麩	447	378.2	69.90	17.3	247.2	43.8	23.5
	計	—	1,025.2	159.1	29.3	718.5	118.1	96.8
	糞	347	300.4	37.6	24.4	167.6	70.8	23.5
	消化量	—	724.8	121.7	4.9	550.9	47.3	73.3
	消化率	—	70.7	76.4	16.7	76.7	40.1	75.7

期別	摂取排泄	乾燥量	有機物	蛋白質	脂肪	NFE	繊維	灰分
乾草+燕	乾草	613	519.1	29.8	26.4	267.9	195.0	35.9
	燕	300	253.8	46.9	11.6	165.9	29.4	15.8
	計	—	772.9	76.7	38.0	433.8	224.4	51.7
	糞	343	269.4	25.6	16.6	139.6	87.6	41.7
	消化量	—	503.5	51.1	21.4	294.2	136.8	10.0
	消化率	—	65.1	66.6	56.3	67.8	61.0	19.3
乾草+燕麦	乾草	978	1,022.7	66.9	41.4	396.9	517.5	40.2
	燕麦	300	265.6	30.1	9.3	196.3	29.9	8.3
	計	—	1,288.3	97.0	50.7	597.2	547.4	48.5
	糞	479	383.4	44.8	19.1	192.9	126.6	51.6
	消化量	—	904.9	52.2	31.6	404.3	320.8	−3.1
	消化率	—	70.2	53.8	62.3	67.7	58.6	6.4
B.T.（牛）	TSUBOMATSU	—	78.1	57.6	26.9	85.3	63.5	−12.4
Troblako	BRUNE	—	76.6	61.2	32.2	84.9	66.5	48.2
B.T.S.	〃	—	68.4	59.6	53.5	69.0	72.0	29.0
B.T.S.+Ca	〃	—	63.4	59.8	54.5	74.4	61.0	29.2
B.T.S.	平均	—	69.0	56.8	65.2	73.0	70.8	—
B.T.	平均	—	74.4	67.0	21.8	81.0	51.8	—
乾草	平均	—	67.6	60.2	59.3	67.7	59.8	—

第5表 B.T.S.乾牧草給与時の P, Ca, Mg の代謝

灰分	期別	摂取量（g）					排泄量（g）			出納	消化率
		B.T.S.	乾草	濃飼	Ca	計	糞	尿	計		
P	B.T.S.	1.61	—	—	—	1.61	2.11	0.02	2.13	−0.52	32.3
	B.T.S.+Ca	1.60	—	—	—	1.60	2.33	0.01	2.34	−0.74	46.3
	B.T.S.+Ca+P	1.88	—	—	486	6.74	5.25	0.01	5.26	1.48	22.0
	B.T.S.+燕+Ca	1.42	—	3.66	—	5.08	4.48	0.01	4.49	0.59	11.6
	乾草+燕+Ca	—	0.72	3.66	—	4.38	3.57	0.02	3.59	0.79	18.0
	乾草+燕麦+Ca	—	1.09	1.05	—	2.24	1.70	0.01	1.71	0.53	23.7
	乾草	—	0.90	—	—	0.90	2.55	0.02	2.57	−1.67	18.6
	B.T.	2.42	—	—	—	2.42	3.37	0.02	3.39	−0.97	40.0
	B.T.+燕	1.66	—	5.37	—	7.03	7.36	0.01	7.37	−0.34	14.8
	B.T.+燕+Ca	1.58	—	5.37	—	6.95	6.62	0.01	6.63	0.32	4.5
Ca	B.T.S.	23.94	—	—	—	23.94	15.97	0.06	16.03	7.91	33.0
	B.T.S.+Ca	23.82	—	—	2.0	25.82	18.73	0.10	18.83	6.99	27.1
	B.T.S.+Ca+P	27.98	—	—	2.0	29.98	21.48	0.08	21.56	8.42	28.3
	B.T.S.+燕+Ca	21.10	—	0.28	2.0	23.38	16.31	0.09	16.40	6.98	29.7
	乾草+燕+Ca	—	2.81	0.28	2.0	5.09	3.76	0.07	3.83	1.26	24.8
	乾草+燕麦+Ca	—	3.34	0.20	—	5.54	4.73	0.16	4.89	0.65	11.7

灰分	期別	摂取量 (g)					排泄量 (g)			出納	消化率
		B.T.S.	乾草	濃飼	Ca	計	糞	尿	計		
	乾草	—	2.54	—	—	2.54	3.15	0.07	3.22	−0.68	26.8
	B.T.	8.68	—	—	—	8.68	9.23	0.08	9.32	−0.63	7.3
	B.T.+麩	7.05	—	0.89	—	7.94	7.66	0.14	7.80	0.13	1.6
	B.T.+麩+Ca	6.70	—	3.09	—	9.79	9.01	0.10	9.11	0.68	7.0
	B.T.S.	6.61	—	—	—	6.61	3.33	1.14	4.47	2.17	32.7
	B.T.S.+Ca	6.61	—	—	—	6.61	4.20	0.36	4.56	2.05	31.0
	B.T.S.+Ca+P	7.76	—	—	—	7.76	6.43	0.52	6.95	0.81	10.4
	B.T.S.+麩+Ca	5.85	—	3.82	—	9.67	5.77	0.36	6.13	3.54	36.6
	乾草+麩+Ca	—	0.93	3.82	—	4.75	0.55	1.16	1.71	3.04	64.0
Mg	乾草+燕麦+Ca	—	2.48	1.07	—	3.85	0.85	0.36	1.21	2.64	68.6
	乾草	—	1.86	—	—	1.86	0.81	0.21	1.02	0.84	45.2
	B.T.	4.05	—	—	—	4.05	3.14	0.44	3.58	0.47	10.3
	B.T.+麩	4.53	—	2.15	—	6.68	5.26	0.76	6.02	0.66	9.9
	C.T.+麩+Ca	4.31	—	2.15	—	6.46	4.90	0.98	5.88	0.58	8.9

注) 1. P は Na_2HP_4 であり，Ca は $CaCO_3$ の重量である。
2. 乾草，B.T.，B.T.+麩，B.T.+麩+Ca の数字は比較のため掲載した。

第 6 表　B.T.S. の遊離 Ca と P の比

期別	灰分摂取量 (g)				$\frac{Ca}{P}$	$\frac{遊離Ca}{P}$	遊離 Ca:P:Mg
	Ca	遊離 Ca	P	Mg			
B.T.S.	23.94	15.51	1.61	6.64	14.9	9.6	9.6: 1 :4.1
B.T.S.+Ca	25.82	16.20	1.60	6.61	16.1	10.0	10.0: 1 :4.1
B.T.S.+P+Ca	29.98	16.78	6.74	7.76	4.4	2.5	2.5: 1 :1.1
B.T.S.+麩+Ca	23.38	14.74	5.08	9.67	4.6	2.9	2.9: 1 :1.9

第 7 表　B.T.S. の蓚酸度

飼料名	Ca % ①	不溶性蓚酸量 % ②	②に当量する Ca % ③	遊離 Ca ① − ③	総蓚酸 % ④	④に当量する Ca % ⑤	① − ⑤	過剰性
牛用 B.T.S.	1.356	1.779	0.790	0.666	2.781	1.235	0.121	Ca 過剰
羊用 B.T.S.	2.060	1.638	0.727	1.333	2.141	0.951	1.109	〃
〃	2.056	1.911	0.848	1.208	2.684	1.192	0.864	〃
〃	2.191	2.232	0.991	1.241	3.165	1.405	0.786	〃
〃	2.011	1.586	0.704	0.882	2.965	1.316	0.695	〃

第 8 表　蓚酸と Ca 代謝の生理的な関連性 (g)

蓚酸と Ca ＼ 期別		B.T.S. 単用期				B.T.S. + Ca			
		1	2	3	平均	1	2	3	平均
1 飼料中不溶性蓚酸		23.71	18.50	13.76	18.66	26.92	21.34	16.74	21.66
2 飼料中不溶性 Ca		10.97	8.21	6.11	8.44	11.95	9.47	7.43	9.61
3 糞中不溶性蓚酸		11.19	8.34	10.08	9.87	13.10	15.30	13.66	14.02
4 糞中不溶性 Ca		5.29	3.70	4.48	4.49	5.82	6.79	6.07	6.22
5 糞中総 Ca		21.00	12.76	14.16	15.97	18.03	17.21	20.94	18.73
6 糞中遊離 Ca	5 − 4	15.71	9.06	9.68	11.48	12.21	10.42	14.87	12.51
7 飼料中総 Ca		30.44	23.75	17.66	23.95	31.60	25.46	20.39	25.81
8 飼料中遊離 Ca	7 − 2	19.47	15.54	11.55	15.51	19.65	15.99	12.96	16.20
9 腸　内 Ca		3.76	6.48	1.87	4.03	7.44	5.57	−1.91	3.69
10 糞中非排泄不溶性	2 − 4	5.68	4.51	1.63	3.95	6.13	2.68	1.36	3.39
11 利用可能 Ca	8 +10	25.15	20.06	13.18	19.46	25.78	18.67	14.32	19.59
12 水溶蓚酸を不溶性にした Ca	4 − 2	−5.68	−4.51	−1.63	−3.95	−6.13	−2.68	−1.36	−3.39
13 飼料水溶性蓚酸当量 Ca		3.24	2.53	2.32	2.70	4.83	3.83	3.00	3.89
14 分解蓚酸量に当量する Ca	13−12	8.92	7.04	3.95	6.65	10.96	6.51	4.36	7.28
15 上記の蓚酸量		20.07	15.84	8.89	14.96	24.66	14.65	9.81	16.38
16 蓚酸消化率		62.70	65.50	46.80	59.70	65.20	48.90	41.80	53.08
17 吸　収 Ca	9 −12	9.44	10.99	3.50	7.98	13.57	8.25	−0.55	7.08

蓚酸と Ca ＼ 期別		B.T.S. + Ca + P				B.T.S. + 燐 + Ca			
		1	2	3	平均	1	2	3	平均
1 飼料中不溶性蓚酸		37.48	26.84	24.80	29.71	25.25	17.18	16.03	19.48
2 飼料中不溶性 Ca		16.64	11.92	11.01	13.19	11.21	7.63	7.12	8.65
3 糞中不溶性蓚酸		28.82	23.05	26.78	26.22	21.19	14.83	22.47	19.50
4 糞中不溶性 Ca		12.80	10.23	11.89	11.64	9.41	6.58	9.97	8.66
5 糞中総 Ca		26.14	19.21	19.09	21.48	20.71	13.29	14.93	16.31
6 糞中遊離 Ca	5 − 4	13.34	8.98	7.20	9.84	11.30	6.71	4.95	7.65
7 飼料中総 Ca		37.29	27.27	25.35	29.97	29.65	20.90	19.64	23.39
8 飼料中遊離 Ca	7 − 2	20.65	15.35	14.34	16.78	18.44	13.27	12.52	14.74
9 腸　内 Ca	8 − 6	7.31	6.37	7.14	6.94	7.14	6.56	7.57	7.11
10 糞中非排泄不溶性 Ca	2 − 4	3.84	1.69	−0.88	1.55	1.80	1.05	−2.85	0
11 利用可能 Ca	8 +10	24.49	17.04	13.46	18.33	20.24	14.32	9.67	14.74
12 水溶蓚酸を不溶性にした Ca	4 − 2	−3.84	−1.69	0.88	−1.55	−1.80	−1.05	2.85	0
13 飼料水溶性蓚酸当量 Ca		6.95	4.98	4.60	5.51	5.92	4.03	3.76	4.57
14 分解蓚酸量に当量する Ca	13−12	10.79	6.67	3.72	7.06	7.72	5.08	0.91	4.57
15 上記の蓚酸量		24.28	15.00	8.37	15.89	17.37	11.43	2.05	10.28
16 蓚酸消化率		45.70	39.50	23.90	37.70	45.00	43.60	8.40	34.50
17 吸　収 Ca	9 −12	11.15	8.06	6.26	8.49	8.94	7.61	4.72	7.11

第 9 表　B.T.S.給与時の NO_3-N の出納

期別	供試牛名	摂取量 NO_3-N	尿中排泄量 乾糞量	尿中排泄量 NO_3-N 量	尿中排泄量 尿量	尿中排泄量 尿 100cc 中 NO_3-N	尿中排泄量 NO_3-N 量	排泄量合計	出納量 量	出納量 %
B.T.S.	1	550	497	13.06	65	3,220	4.72	152	217	333	60
	2	429	318	14.79	47	2,980	4.79	143	190	239	56
	3	319	343	12.85	44	2,030	4.27	87	131	188	59
B.T.S.+Ca	1	535	445	15.64	70	3,490	9.44	329	399	136	25
	2	424	421	16.57	70	2,920	8.80	257	327	97	23
	3	333	500	14.91	75	2,330	8.50	198	273	60	18
B.T.S.+Ca+P	1	638	707	10.83	77	3,830	1.86	71	148	490	77
	2	457	509	11.73	60	3,280	3.88	127	187	270	59
	3	422	511	12.56	64	2,620	9.58	251	315	107	25
B.T.S.+麩+P	1	495	657	10.03	66	3,230	3.64	118	184	311	63
	2	337	438	9.58	42	2,290	3.04	70	112	225	67
	3	314	468	11.31	53	2,150	9.44	203	256	58	18

注) B.T.S.の乾物中 NO_3-N 含量 0.38%である。

第 10 表　B.T.S.給与時のサポニンの消長

期別及供試牛	摂取日量 (g) B.T.S.量	摂取日量 (g) サポニン	排泄量 糞中サポニン	結果	消長
B.T.S.	6,523 (1,139)	14.2 (2.8)	0	消失	saponin
B.T.S.+Ca	6,486 (1,133)	14.2 (2.8)	0	〃	sapogenin
B.T.S.+Ca+P	7,617 (1,331)	16.6 (3.3)	0	〃	加水分解
B.T.S.+Ca+麩	5,750 (1,004)	12.6 (2.5)	0	〃	細菌分解
ベッシー号	62,000 (10,521)	115.1 (23.0)	0	〃	吸収
MBB号	63,000 (10,691)	117.0 (23.4)	0	〃	
スノークイン号	60,000 (10,182)	111.4 (22.3)	0	〃	

注) 1. 半用 B.T.S.サポニン量乾物中1.25%，牛用 B.T.S.乾物中1.094%である。
2. サポニンの ( ) 内数字は Gypsophilasaponin 当量である。

ビートトップサイレージの有機物の消化率

綿羊にビートトップサイレージを給与したときの消化率と，ビートトップ生葉を給与したときの消化率の比較，およびサポニンの減少による脂肪の消化率の増加の有無について確かめるために，第2表と第3表から計算したのが第4表である。

比較対照のために，乾牧草に麩や燕麦を給与した場合の消化率を列挙すると，有機物 65.1, 70.2%，蛋白質 66.6, 53.8%，脂肪 56.3, 62.3%，可溶無窒素物 67.8, 67.7%，繊維 61.0, 58.6%であって，麩を添加することによって蛋白質は著明に，繊維はわずかに消化率が向上するようであるが，燕麦の可溶無窒素物含量が多いために有機物の消化率は燕麦添加がよいことが認められた。

ビートトップ生葉を単用した場合を前報[21]の牛の成績から引用し，さらに綿羊を用い，ビートトップに麩を添加した場合の消化率を順序に列挙すると，有機物 78.1, 70.7%，蛋白質 57.6, 76.4%，脂肪 26.9, 16.7%，可溶無窒素物 85.3, 76.7%，繊維 63.5, 40.1%である。これによって牛の消化率が綿羊の消化率より蛋白質を除いてやや高くなっている。しかし，ここで特に注目したいことは

脂肪の消化率が顕著に低いことで，これは前報でのべたようにビートトップ中のサポニンが胆汁中に存在するコレステリンと結合し，コレステリン含量が低下するために脂肪の消化率が低下したためと考えられる。

ここで BRUNE[2] の Troblako(乾燥てん菜頭葉)と比較すると，これは前報[21]の牛の消化率とほとんど同率であったので，乾燥処理だけでは生葉給与時の消化率と差がないことが推察された。

このビートトップをサイレージにした場合の変化を比較するために，今回の成績の B.T.S. 単用，B.T.S.+Ca と BRUNE[2] の成績の B.T.S. 単用，B.T.S.+Ca を列挙すると有機物 73.3, 68.4, 63.8%，蛋白質 56.2, 51.6, 59.6, 59.8%，脂肪 78.9, 74.0, 53.5, 54.5%，可溶無窒素物 75.5, 72.9, 69.0, 74.4%，繊維 75.8, 74.5, 72.0, 61.0%である。B.T.S. に Ca だけを添加すると，有機物の消化率は低下の傾向を示している。顕著な変化は脂肪消化率の向上であって，本試験では 16.7%のものが 74～79% に上昇し，BRUNE[2] の成績では 32%のものが 54% 程度に上昇していることである。

すべて飼料をサイレージにした場合，粗脂肪含量は増加し，この粗脂肪は脂肪酸の生成によることが多く，この脂肪酸の消化率がよいことが考えられる。しかし，一般に消化率で 10% 程度上昇するもので，B.T.S. の場合，サポニンの分解減少による脂肪の消化率の向上と理解してよいと思う。蛋白質，可溶無窒素物，繊維の Ca の有無による消化率は著者と BRUNE 間にも顕著な差は認められなかった。

結果を明確にするために，B.T., B.T.S., 乾草などを平均して比較すると，有機物では Troblako, B.T., B.T.S., 乾草の順になり，蛋白質では B.T., Troblako, 乾草，B.T.S. の順，脂肪は B.T.S., 乾草，Troblako, B.T，可溶無窒素物は Troblako, B.T., B.T.S., 乾草，繊維は B.T.S., Troblako, 乾草，B.T. の順になる。

ビートトップをサイレージにした場合，有機物，蛋白質，可溶無窒素物の消化率は低下するが，脂肪と繊維の消化率は向上の傾向を示した。この脂肪消化率の向上ということがサポニン作用の軽減の一論拠になりうるものと思考される。

B. T. S., 乾草給与時の P, Ca, Mg の代謝

第2表と第3表から，B.T.S. や乾草を給与したときの P, Ca, Mg の出納を算出したのが第5表である。さらに P, Ca, Mg の代謝を支配する因子として Ca と P の比が重要になるので，これについては第6表に表示した。

B.T.S. の出納を理解しやすくするため，ビートトップ給与時の灰分出納の表を併載して比較考照した。

P：MORRISON の飼養標準[10]では，Pは3.0g必要であるが，乾草給与時は 0.9g であって，もちろん不足のためにその出納は陰性である。これに麩や燕麦を $CaCO_3$ とともに給与すると，P の摂取量は 4.38～2.24g であるが，ともに出納は陽性で 18～23.7% 吸収することが認められた。ビートトップの場合は，P 2.42g の摂取量ではその遊離 Ca と P の比が 0.4 のためか，その出納は陰性。B.T.＋麩の場合は 7.03g あっても遊離 Ca と P の比が 0.4 のため陰性を示した。しかしこれに $CaCO_3$ を添加すると，灰分比が 0.73 となって，P の出納は陽転するために P の摂取を向上するためには適度な Ca と P の比を維持する方策が望まれた。

B.T.S. の場合は P の摂取量は $CaCO_3$ の添加の有無に無関係に 1.6g 程度で，絶対量の不足と遊離 Ca と P の比が 10 前後であるために，ともに出納は陰性であった。しかるに B.T.S. に $CaCO_3$ と Na_2HPO_4 を添加して遊離 Ca と P の比が 2.5 になると，摂取量 6.74g の22%，1.48g が吸収された。麩と Ca を添加した場合は摂取量 5.08g の 11.6%，0.59g が吸収された。

このように P の吸収率は絶対量の不足と Ca と P の比の不均衡によって左右され，その傾向が乾草や B.T. や B.T.S. で同様であるところから蓚酸の影響は強くないものと考えられた。したがって P 資源としての濃厚飼料または P を主剤とする灰分製剤の利用が，B.T.S. 利用時でも必要であることが認められたのである。

Ca：MORRISON の飼養標準[10]では日量 Ca 3.5g が必要であるが，乾草給与時では 2.54g であってその出納は陰性であった。これに麩や燕麦をとも

に $CaCO_3$ を添加すると5.09～5.54 g の摂取量を示し，その出納は摂取量の25～12% の吸収率で，1.26～0.65 g の吸収量であった。

ビートトップの場合8.68 g の摂取日量に対し遊離Caは3 g，遊離CaとPの比が0.4であるためその出納は陰性であった。これに蓚を添加した場合7.94 g の摂取量に対し遊離Caは2.96 g であってCaとPの比が0.4であったが，その出納はようやく均衡を保った。これに $CaCO_3$ を添加すると出納量は陽性量が多くなった。しかし吸収率は1.6～7% の微細なもので，蓚酸の影響と解してよいだろう。

そこでB.T.S. の場合をみると，その出納はいずれも陽性で，遊離Ca 15.5～16.2 g で，遊離CaとPの比が10程度であった。B.T.S. 期，B.T.S.+Ca期とも7.9～7 g (33～27%)の吸収量を示し，B.T.S.+Ca+P期では遊離Ca 16.78 g，遊離CaとPの比が2.5であって，8.42 g (23.3%) の吸収量を示した。B.T.S.+蓚+Ca期は遊離Ca 14.74 g，遊離CaとPの比が2.9であって6.98 g (29.7%)と大量のCaがそれぞれ吸収され，その吸収量も30% におよんだのである。B.T.S. 飼料は一般にCaの量が多く，サイレージ醗酵の間に蓚酸が分解して遊離Caが多くなるために，Ca添加の効果は全く認められず，有機物の消化率の低下，BRUNEのいう下痢症の発現など大量の補給はかえって不良の結果をもたらすことは明らかである。

Mg：Mgは乾草，B.T.，B.T.+蓚，B.T.+蓚+Caいずれもその出納は陽性であって，摂取量の多少にかかわらず0.5～0.8 g 吸収していた。乾草の場合は摂取量が少ないために吸収率は高いが，吸収量では同じであった。

B.T.S. の場合や乾草に蓚や燕麦を給与した場合は日量2～3 g の吸収量を示す。この場合も摂取量が異なるので，乾草で吸収率高く (64～68%)，B.T.S. では30% 程度の吸収率であった。このように，B.T. 給与の場合に比較してB.T.S. の場合のMgの吸収量の多いのは前報[21]でもふれたように大量のCa摂取があったからであろう。

以上のP, Ca, Mgの代謝試験からB.T.S. 給与の場合，ビートトップの給与時に比較してサイレージ中の蓚酸分解による多量の遊離Caによって，Caの補給は十分であり，そのためにかえって遊離CaとPの比が大きくなるので，$CaCO_3$ の添加は必要でないが，Pの補給の必要性が一層増大するものと思われる。この意味での濃厚飼料の添加は必須条件となるようである。

B.T.S. 給与時の蓚酸とCaの生理的な関連性

B.T.S. はサイレージ醗酵中に反芻獣の第1胃内蓚酸分解菌 (*Proactinomycetes citreus*属) と同様の細菌で蓚酸が分解され，遊離Caが多くなることが考えられる。この蓚酸の分解減少によって，ビートトップ給与時のようなCaの吸収量が改善されるだろうか，蓚酸作用の生理的影響が認められるだろうかということが本項の課題である。

ビートトップ飼料では年変異，処理変異によって飼料中の蓚酸含量の多少が認められたが，B.T.S. 飼料では第7表のようにすべてCa過剰であって，遊離Caの高含量が認められた。

B.T.S. 給与時の蓚酸とCaの生理的な関係については第8表に掲載されている。飼料中の不溶性蓚酸 (不溶性Caも同様) 摂取量はB.T.S. の場合もビートトップと同含量で，その摂取量は，ビートトップ給与時よりB.T.S. を倍量近く採食しているために，いずれの期も倍量近くの不溶性蓚酸を摂取した。糞中の不溶性蓚酸量 (糞中不溶性Caも同様) はB.T.S. 期やB.T.S.+Ca期は飼料中の不溶性蓚酸が7～8割程度糞中にあらわれ，これはB.T.+蓚期，B.T.+蓚+Ca期と同傾向であるが，B.T.S.+Ca+P期，B.T.S.+蓚+Ca期はほとんど飼料中の不溶性蓚酸量と糞中不溶性蓚酸量と同量で，そのまま分解をうけず直行したことが推察された。そしてこの傾向はCaとPの比が適度な場合に認められたので，濃厚飼料やPを主剤とする灰分製剤の添加によって，蓚酸分解の防止が可能であることが確かめられた。

飼料中の遊離Caはビートトップの場合 (日量3～5 g) に比較して，B.T.S. の場合は大量あるためにこれにCaを添加する必要は全く認められなかった。

糞中の遊離Caは B.T. 給与時 (牛) のCa過剰の場合蓚酸との沈澱作用があるので少なく，蓚酸

過剰の場合には不溶性蓚酸からの遊離 Ca によってかえって多くなり，綿羊の場合はビートトップ給与期と B.T.S. 期，B.T.S.＋Ca 期とは同様の傾向を示したが（しかし量的には B.T.S. 給与期が多い）B.T.S.＋P＋Ca 期，B.T.S.＋麩＋Ca 期の場合は摂取量の割合に少なかった。このことが腸内 Ca を比較すると明らかである。

腸内 Ca は B.T. 期には陰性で，蓚酸 Ca の蓚酸が細菌分解され，遊離 Ca が多くなったのであるが，B.T.S. 給与の場合はいずれも陽性となって蓚酸 Ca の分解がないと考えられた。B.T.S. 期，B.T.S.＋Ca 期に比して B.T.S.＋Ca＋P 期，B.T.S.＋麩＋Ca 期の腸内 Ca 量が多いことは，遊離 Ca からの体内吸収量は後者が多いことを示すものである。

糞中非排泄不溶性 Ca から，蓚酸 Ca からの蓚酸分解が推量されるが，B.T. 期は麩を添加したときでも 4 g の蓚酸 Ca の分解があり，B.T.S. 期，B.T.S.＋Ca 期は 7～8 g 程度，B.T.S.＋Ca＋P 期で 3 g 程度の蓚酸 Ca からの分解があったが，B.T.S.＋麩＋Ca 期では全く蓚酸 Ca からの蓚酸分解は認められなかった。

利用可能 Ca からは B.T. 期より B.T.S. 期が多く，B.T.S. 各期の差はなかった。また B.T. 期には水溶性塩を不溶化する量が認められたが，どの B.T.S. 期にもこれが認められないことからも Ca 添加の効用は認められなかった。

蓚酸分解量は，その摂取量からの割合でみると B.T. 期より B.T.S. 期の方が少なく，麩添加時は一層少なくなることが認められた。したがって蓚酸消化率でも B.T.S. に麩や P を添加した方が少なかった。

吸収 Ca 量をみると，B.T. 期はきわめて少なく摂取量の 2～7％であるが，B.T.S. 期は各期とも 30％程度の吸収率を示した。

この蓚酸分解と Ca 吸収率の関係から，密接な相関性がうかがえるので，蓚酸分解を少なくして Ca 吸収を高める方策を講ずることが必要で，それには B.T.S. に濃厚飼料や P を給与することが良策と確認された。しかし，ビートトップ給与時の Ca 吸収阻害作用は，サイレージ化によって著しく軽減されることが認められた。

B.T.S. 給与時の NO_3-N の代謝

B.T.S. 給与時の NO_3-N の出納をみるために，その摂取量と糞尿排泄量から第 9 表のように計算した。B.T.S. 給与時の摂取量の程度をみることが目的であるために，B.T.S. の NO_3-N 含量の高い方を計算に用いた。これによると NO_3-N で 314～638mg（KNO_3 含量で 2.2～4.5 g）の摂取量に対し，糞尿排泄量は 112～399mg（KNO_3 含量で 0.8～2.8 g）であった。糞中量より尿中排泄量が多く，前報[24]でも認めたように内因性のものが多いので，代謝によって推論できる意義は少ない。綿羊は硝酸中毒症の発症が少ないが，これは NEWSON[13], FRANK[7], BRADLEY[1] らによると，綿羊は消化管内で硝酸塩を亜硝酸塩に化成する細菌が少ないためか，hemoglobin を methemoglobin に変化させ，血液の酸素運搬能力を喪失させることが，牛に比較して少ないためであるといわれている。したがってこの代謝試験でも硝酸の生理作用は認められなかった。この程度の B.T.S. 中の含量では B.T.S. を乳牛に 60kg 給与したとき，KNO_3 量で 20 g 程度であるので，生理作用は認められないであろう。やはり硝酸の生理作用を追究するには MUHRER[11] らののべた症状に注意しなければならない。

B.T.S. 給与時のサポニンの代謝

綿羊の B.T.S. 各期のサポニン摂取量と乳牛の B.T.S. 採食時のサポニン摂取量を示すと第 10 表のとおりである。綿羊の場合はサポニンの摂取日量が Gypsophilasapon 当量で 2.5～3.3 g であって，BRUNE[3] の成績の 8 g の中毒量に比較すると 1/3 程度で中毒症状は観察されず，牛の摂取量も 22～23 g で，その中毒量（80 g 位）と比較しても少なく，この代謝試験からはサポニンの中毒は認められなかった。

B． 乳牛の B.T.S. 多用の臨床症状におよぼす影響

前報[24]で乳牛に対するビートトップの多給偏用による試験で，ケトージス，下痢症，低 P 血症などが観察されたが，この症状の軽減の有無と蓚酸，サポニン，NO_3-N の生理作用の有無について調査するため，B.T.S. 群と草サイレージ群を比較し

た成績は第11，12表のとおりである。

第 11 表　B.T.S.給与試験における群別血液性状の変化

群別	項目	期 a	試験前期	ビートトップサイレージ期 1週後	2週後	3週後	4週後	期平均	試験後期
B.T.S.群	赤血球数	万	556	574	632	625	604	609	548
	白血球数		5,757	6,000	7,467	6,633	5,733	6,418	6,667
	血色素量	%	73	72	71	64	67	69	74
	血清蛋白	g/dl	7.5	6.9	7.3	6.8	6.9	7.0	6.8
	グロス反応	cc	1.96	1.89	2.00	2.00	2.00	1.97	2.00
	Ca	mg/dl	10.93	11.34	10.80	9.40	10.07	10.56	8.53
	P	〃	3.93	3.32	3.00	3.93	3.57	3.42	3.87
	Mg	〃	2.40	2.95	2.77	2.90	2.02	2.66	2.66
	血糖値	〃	49	65	59	66	69	65	64
	血中アセトン	〃	6.08	3.25	1.37	0.50	0.08	1.30	0
	尿中アセトン	〃	6.46	7.33	5.40	0.83	0.77	0.80	0.90
草サイレージ群	赤血球数	万	530	530	513	557	533	534	573
	白血球数		6,600	6,000	5,467	6,800	5,400	5,902	7,800
	血色素量	%	71	74	70	73	70	72	72
	血清蛋白	g/dl	7.6	7.6	7.5	7.4	7.3	7.4	7.6
	グロス反応	cc	1.25	1.75	1.61	1.70	1.71	1.70	1.90
	Ca	mg/dl	11.30	12.40	12.33	10.62	10.67	11.51	8.80
	P	〃	4.40	3.77	3.83	4.23	4.70	4.13	3.67
	Mg	〃	2.35	2.52	2.95	2.77	2.02	2.56	2.35
	血糖値	〃	58	64	58	63	64	62	61
	血中アセトン	〃	0.75	0.25	2.25	0.36	0.08	0.74	0.17
	尿中アセトン	〃	2.23	4.73	3.23	0.10	2.13	0.97	1.30

注）B.T.S.群の1頭は分娩後38日目にケトージス症を示し，試験前すでに低血糖と過アセトン血症であつた。

第 12 表　採食量と飼料養分摂取量

群別	供試牛	体重 前	体重 後	産乳量 前	産乳量 後	飼料摂取量 サイレージ	飼料摂取量 配合	DCP (g)	TDN (g)	乾物量	要求養分量に対する% DCP	要求養分量に対する% TDN
B.T.S.群	ベッシー	781	781	—	—	62	—	775	5,754	8.0	194	120
	M B B	565	549	5.6	5.0	63	—	788	5,846	8.2	120	101
	スノークイン	510	466	17.4	19.8	60	2	1,006	6,988	9.6	78	78
G.S.群	春光	705	695	—	—	56	—	907	8,277	14.6	236	180
	初雪	445	438	8.2	7.7	48	—	778	7,094	12.6	108	126
	スノーシーナリ	590	565	24.7	23.9	59	2	1,212	9,630	17.2	72	84

注）配合飼料　DCP 12.81　TDN 71.01　乾物量 90.25
B.T.S.　DCP 1.25　TDN 9.28　乾物量 12.93
G.S.（草サイレージ）　DCP 1.62　TDN 14.78　乾物量 26.18

採食量と飼料養分摂取量

乳牛に B.T.S.を飽食させた場合，乾物摂取量は8～9.6kgで少なかったが，低乳量のものは養分摂取量は十分で，高乳量のものは飼養標準量の8割程度であった。これで産乳増加の傾向があるのは，ケトージスが回復したからである。これに対して草サイレージを飽食させた場合，採食量は少ないが，乾物摂取量は12.6～15kg程度で 低乳量のものは飼養標準量より多く，24kg 程度の高産乳牛では8割程度の養分摂取量であったが，産乳減少はなかった。飼養標準に対する摂取量の割合は同率程度であった。

B.T.S. 多給併用による乳牛の臨床症状への影響

第11表の群別の血液性状の比較によると，赤血球数，白血球数では草サイレージ群と比較しほとんど差がなかった。血色素量は，B.T.S. 群の給与開始後2～3週間後にわずかに低下するが，顕著な差ではなかった。グロス反応は肝臓機能を検査する方法であるが，B.T.S. 群は草サイレージ群に比較してやや HYEM 氏液の消費量が多く機能障害の傾向であった。草サイレージ群の高乳量のものも，この程度の消費量を示すので，陽性の範囲内には至っていないと認められる。Ca 含量はビートトップ給与時には試験の初期に血清 Ca の上昇を示し，試験期間中の平均でもやや上昇しのであるが，B.T.S. 給与の場合はその傾向を示さず，比較的一定の含量変化であるので，この点でもビートトップ飼料の影響が少ないことが推察された。P 含量は対照期から B.T.S. 群は低値を示していたので，草サイレージ群に比較すると相当低い値を示す。これは草サイレージより B.T.S. の方が P 含量に乏しいことを示す証拠であろう。個体値でみると配合飼料の給与で高乳量牛でも高くなるのをみると，P 摂取量の差異の影響とみるべきであろう。Mg は B.T.S. 群と草サイレージ群間に差がなく蓚酸吸収が大量でないことを示すもので蓚酸中毒症が認められなかった証拠である。血糖量の B.T.S. 群の試験前の低下とアセトン量の増加は，分娩直後の1頭がケトージスに罹患していたためで，その他は全く正常値内の変化であった。このケトージスは B.T.S. 給与期間中に回復しているので，前報でビートトップがケト因飼料との考察をしたが，B.T.S. の場合はケト因性が消失したものと思われる。このケト因性は，大量の蓚酸分解がおこる蓚酸分解菌の増殖によって，繊維分解菌の増殖異常に基因すると察せられるが，B.T.S. の場合はこの大量の蓚酸分解が防止されるからであろう。サポニンの中毒症[3] としては灰分平衡障害，無気力，下痢，食欲不振，運動障害，第1胃運動の頻数，口泡，反芻廃絶，嘔吐，流涎，黄色鼻汁などがあげられているが，これらの臨床症状は確認されなかった。また，硝酸態窒素中毒症状の促脈，弱脈，不安騒擾，歩様跼蹐，盲目，チアノーゼなどの諸症状も認められず，体温，脈搏，呼吸にも著変はなかった。しかし，B.T.S. 給与後3日目ころから軽度の軟便化がみられた程度で，落下した便は固結し，根菜性下痢症状は観察されなかった。

以上の臨床症状からビートトップの生葉給与に比較して B.T.S.給与は下痢症の軽減，低燐血，ケトージスの改善など，蓚酸，サポニンなどの生理作用の消滅など顕著な効果が認められた。したがってビートトップの利用法として，サイレージ給与が生葉給与より有利なことが実証された訳である。

C．B.T.S. 調製時の損耗と蓚酸分解について

ビートトップの飼料化の場合，サイレージ処理法が生理上有利なことが前述の成績で認められたが，飼料成分の損耗量が過大では利用価値を失うので，損耗量の把握とサイレージ処理によって減少する蓚酸塩の消長から，B.T.S. の調製法上の基礎資料をうるため本試験を行なった。また，草サイレージ調製法の添加物として，SMS が奨励されているが[1)5)6)12)22)] ビートトップのサイレージにもその添加を奨励する成績も多い[12)14)15)16)17)18)19)20)21)23)25)]。しかしそれは調製品質から論じているものが多いので，生理作用との関係から今回は論じてその効果を判定しようとしたものである。その成績はサイレージの醗酵成分，成分回収率，損耗分類と蓚酸塩の消長について処理別に一括したものを第14～17表に掲載した。

第 13 表　原料およびサイレージの酸組成

処　理	pH	総　酸	揮発性塩基	アミノ酸	アミノ酸/揮発性塩基	揮発酸	不揮発酸	乳　酸
原　料	6.60	38.3	3.5	5.8	1.7	12.8	19.6	—
無添加	4.25	178.8	14.8	15.6	1.0	72.3	91.0	0.92
SMS 添加	5.00	106.9	13.6	29.9	2.2	38.9	38.1	0.17
過石添加	3.93	193.6	10.1	24.5	2.4	71.5	97.6	0.90

注）1. 数値は新鮮サイレージ 100g 中和に要する N/10 NaOH, N/10 HCl cc 数
2. 乳酸は p-hydroxy diphenyl の比色法による新鮮物中%
3. SMS とは Sodium metabisulfite のことである。

第 14 表　原料・サイレージの成分組成と回収率（原物中）

試　料	処　理	水分(乾物)	蛋白質	脂肪	繊維	NFE	灰分	カロチン mg %	総蓚酸	水溶性蓚酸	不溶性蓚酸
原	原料	85.47	1.61	0.37	1.61	7.51	3.43	1.94	0.53	0.17	0.36
	SMS	30.70	—	—	—	—	69.30	—	—	—	—
料	過石	4.80	—	—	—	—	80.72	—	—	—	—
サイレージ	無処理	84.94	1.77	0.38	1.85	7.11	3.95	0.77	0.40	0.05	0.35
	SMS	84.10	1.71	0.41	1.95	7.58	4.25	1.55	0.50	0.07	0.43
	過石	83.33	1.78	0.38	2.01	7.69	4.81	0.82	0.53	0.01	0.52
回収率	無処理	84	89	83	94	77	94	32	52	24	80
	SMS	83	87	90	99	83	92	66	78	33	99
	過石	85	87	81	99	81	90	30	78	5	114

注）サイレージ中の還元糖　無処理 0.20　SMS区 1.21　過石区 0.77である。

第 15 表　サイレージ調製中の損耗率

成　分	分　類	無添加	SMS 添加	過石添加
乾　物	全損失	15.91	12.46	14.88
	排出損失	9.03	9.49	8.55
	呼吸醗酵損失	6.88	2.97	6.33
有機物	全損失	18.73	13.96	15.33
	排出損失	10.15	10.11	8.01
	呼吸醗酵損失	8.58	3.85	7.52
粗蛋白質	全損失	10.98	13.10	12.58
	排出損失	10.51	12.04	10.37
	呼吸醗酵損失	0.47	1.06	2.21
粗灰分	全損失	6.50	8.09	10.29
	排出損失	6.42	7.67	10.37
	呼吸醗酵損失	0.08	0.42	—

注）上記の損失率は埋蔵量に対する損耗の%

第16表　サイレージ中の蓚酸塩の消長

蓚酸	減少の分類	無添加	SMS添加	過石添加
全蓚酸	総減少率	48.46	22.01	21.16
	排出による減少	4.13	3.38	2.29
	分解による減少	44.33	18.63	18.87
水溶性蓚酸	総減少率	76.52	67.43	96.26
	排出による減少	11.48	9.93	1.54
	分解による減少	65.04	57.50	59.10 *
	不溶化による減少			35.62 *
不溶性蓚酸	総減少（増加）率	20.61	0.66	+ 14.07
	排出による減少	0.66	0.31	2.64
	分解による減少	19.95	0.35	0 *
	不溶化による増加			+ 16.71 *

注）1. 数値は埋蔵量に対する減少量の%

2. * 印は不溶性蓚酸塩の「分解による減少」を0と仮定した場合の数値

サイレージの醗酵成分について：第14表に各処理別の酸組成を示している。SMS添加によってpHは高く，揮発酸，不揮発ともに少なく，酸醗酵の抑制効果が認められた。アミノ酸と揮発酸性塩基の比は蛋白分解がない場合3～4であるが[22]，SMSの場合2.2であって少々揮発性塩基が多いようである。

過石添加の基本方針はサイレージ酸度の低下と蓚酸の不溶化を狙ったものである。したがってpHの低下，高酸度の加酸法と同じ作用を示した。揮発性塩基も最少で，蛋白分解を防止した。また各処理の中では不揮発酸と揮発酸の割合が最良であったが，3処理とも従来の品質鑑定上は良質なものではなかった。

SMS添加サイレージの不揮発酸が，乳酸のほかに硫酸根の存在とを考えあわせると一層良質でないことが推察される。

サイレージの養分回収率について：第15表に示されているように，SMSや過石の添加によって乾物，可溶無窒素物，粗繊維の回収率は向上したが，粗蛋白の回収率は低下し，カロチンはSMSの添加によって損失量は半減するなど添加物によって損失量をやや軽減することが認められた。

サイレージ調製中の損耗率：サイレージの損耗を，排出による損失と呼吸醗酵による損失にわけた成績を第16表に表示した。

サイレージ調製時の損耗中，排出による損失は呼吸および醗酵による損失より大きく，蛋白質の損耗量はその80%以上が排出によるものであった。SMSの添加によって乾物，有機物の醗酵による損失は無添加の場合の50%以下に減少したが，過石添加では差がなかった。蛋白質はSMS，過石添加とも無添加サイレージより損耗量は大きくなった。このSMS添加による蛋白質の損失量はpHが高いため，蛋白分解とともに揮発性塩基が多くなり，これらの分解生成物が流出し，さらに蛋白分解が促進したものと考えられる。このように水分過多による排出によって養分損失が高騰するので，予乾による水分調節，添加物による水分調節などが考えられる。

サイレージ中の蓚酸塩の消長：第16表にサイレージの蓚酸塩の消長について表出した。ビートトップをサイレージにすると水溶性蓚酸塩は不溶性塩より減少率が大きく，原物中の70%以上が消失した。蓚酸塩の減少の大部分は分解によることが多く，排出液中の流出量は減少量の10%程度にすぎなかった。この蓚酸塩の減少が排出量より多いことから，蓚酸塩の減少には，細菌による蓚酸分解作用が多いこと，換言すると醗酵サイレージがよいことになる。SMSサイレージをみると細

菌の醗酵を抑制するために蓚酸分解量が少なく，この点からいって SMS 添加は好ましいことではない。過石の添加によって水溶性蓚酸塩の大部分が消失するが，これは過石中の石灰と不溶性蓚酸を生成し，蓚酸塩としてサイレージ中にとどまるのである。これは不溶性塩であるために SMS 処理よりも良好であるが，この不溶性塩も第1胃内において分解されるので，ほかの醗酵サイレージの方が有利なことが考察されるところである。以上のように水分含量の多い B.T.S. を調製する場合，飼料養分の損失量は排出液によって流出するものが大部分であるので，積極的な予乾と水分調節を目的とした添加物の利用が望ましい。SMS の利用は醗酵損失を幾分減少させるが，無添加処理に比して効果は著しくないばかりか，ビートトップのサイレージ化によって蓚酸分解を高めようとする目的にそわないため，ビートトップサイレージの添加物としては不適と認められた。過石の1％添加は酸生成，養分回収率を高め，水溶性蓚酸塩を不溶化してほとんど消失させる効果があるので SMS 添加より良好であるが，ビートトップのサイレージ処理法としては蓚酸分解を高める醗酵サイレージより劣ると思われる。

IV 考　　察

畑作におけるビートの作物としての意義は地域農業の経営経済を超えて消費動向からくる行政的色彩が強い。しかし，道の方針として強い決意をもった今後の成長作物の1つであることは間違いない。したがってビート生産に伴う副産物としてのビートトップが肥料化または飼料化の道を辿ることは必然的な帰結である。

著者らは前報[21]において，ビートトップ飼料化対策協議会の一員として，ビートトップ生葉の多給偏用が乳牛におよぼす生理作用について考究した。その結果ビートトップ中の蓚酸は，乳牛の第1胃内で分解され，その蓚酸分解の大部分は水溶性蓚酸であり，一部は不溶性蓚酸からであることを認めた。しかし，第1胃内で蓚酸分解量を多量にする飼養法は炭酸塩，重炭酸塩の生成による間接作用の結果，Ca の吸収阻害作用を認め，さらに蓚酸分解菌のおう盛な活動によって第1胃内繊維分解菌の活動を低下させ，粗繊維の消化率の低減することを考察した。

ビートトップ中の蓚酸当量 Ca 量が，Ca 量より多い蓚酸過剰の飼料の場合は，この蓚酸分解量が高くなるため，乳牛に好ましい飼料とはならず Ca 添加によって蓚酸沈澱をはかるか，蓚酸分解をはかる手段として，ビートトップをサイレージにする方策についても考究された。蓚酸過剰飼料では遊離 Ca が少ないため，Ca の添加法が奨励されていたが，単なる Ca のみの添加は，Ca 吸収を高めないので Ca 吸収の向上のためには遊離 Ca と P の比を2対1程度（4～0.4の範囲内）に P の補給をするよう濃厚飼料や P 剤を添加すべきであることを指摘し，この P 剤の補給を併用しない場合骨軟症などの後遺症を残すことを警告した。

橋本[8)9)]らは蓚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，さらに練乳中の魚臭の原因はトリメチルアミンであって，ベタインから変化するとの推論を下した。このようにビートトップの多給によっておこされる生理作用を，蓚酸作用のみに帰結させることは困難であるため，トップ中の種々の配糖体のうちサポニンが生理作用が強いことを究明した。サポニンの定量法を確立し，トップやルーサン中に多いことを確認したが，西独のものに比して $^1/_5$ 程度の含量で，乳牛にトップを飽食させた場合，摂取日量は Gypso-philasaponin 量として50 g 程度で中毒量以下であった。しかし，中毒量以下でも生理作用が発現し胆汁の cholesterin 飼料脂肪と結合して脂肪の消化率を低下させたり吸収されて血中の cholesterin と結合し溶血作用の原因となることを考察した。元来ビートトップは P 欠乏飼料なので，ビートトップの多給と濃厚飼料の少給の飼養法の場合は，この P 欠乏とサポニンによる溶血作用と分娩直後の高産乳のストレスによって，乳牛の産褥性血色素尿症発症の危険性を包蔵するものであることを警告した。また，汚物などの刺戟による腸壁炎症や，サポニンによる毒素の腸吸収の促進，吸収サポニンの中毒などによって根菜頸葉性下痢症が発症するという BRUNE[3)] の説によって

サポニンの生理作用の強いことが認識された。その他分娩直後の高産乳牛にトップを多給すると，蓚酸分解による第1胃内菌叢の異常によってケトージスを発症させることなどが確認され，その予防対策としては給与量の制限，ほかの飼料との組み合わせによるべきことを提起した。

しかし，ビートトップをサイレージにすることで，蓚酸はサイレージ醗酵中に半分以下に分解減少し，サポニンも½に分解減少することを確認した。上述のように，トップの生理作用がサポニンや蓚酸に基因することが大きいことにもとづいてサイレージによる飼料化の方法が考慮されたわけである。そこで，ビートトップサイレージによって，上述の生理作用が軽減しうるものだろうかという問題の解決が本試験の課題になったわけである。

問題の第1点は，ビートトップのサイレージ化によるサポニンの生理作用の軽減の有無についてである。これに対しては，まず脂肪の消化率の向上が第4表のように顕著に改善されたのである。この消化率の向上は，サポニン作用の軽減のみでなく，脂肪酸の消化率が良好であることも関係あるが，いずれにしてもこれはサポニン作用の軽減の証拠である。

つぎにビートトップ中のサポニン含量が½に低減したことによって，乳牛に飽食させた場合(約60kg採食) Gypso-philasaponin 含量として23g綿羊では約3gしか摂取しないことから，生理作用が軽度なことが推察しうるが，臨床症状や血液性状に異常なく，低P，高Ca血症などの程度が著しく軽減したこと，下痢症が改善され軟便であるが正常整形便であることなど，サポニン作用が著しく軽減されることが認められた。

問題の第2点は蓚酸の生理作用の防止の有無についてであるが，ビートトップのサイレージ醗酵中の蓚酸分解によって遊離のCaが多くなり，Caが吸収しやすくなって，ビートトップの給与に比較して，Caの吸収量，吸収率が顕著に向上したのである。このことが蓚酸作用の軽減効果の証拠であるが，遊離Caが多いために炭酸Caの添加は不必要なことが認められた。

反芻獣にビートトップや，そのサイレージを給与した試験を比較すると，ビートトップ単用や，これにCaを添加した場合より適度なP剤や麩を添加した場合の方が蓚酸分解量が少なく，特に，不溶性蓚酸からの蓚酸分解はB.T.S.に麩を添加した場合は全く認められなかった。したがって蓚酸分解を生体内で減少させる方策として，サイレージに濃厚飼料を添加することが有効となる。このようにCa吸収率からみると，サイレージ調製によって顕著な改善効果が認められたが，濃厚飼料添加によって蓚酸分解と沈澱に変化があることは，まだ間接的な生理作用が残っているとみてよいことになる。しかし，臨床的にもMgの増量はなく，蓚酸の生理作用が顕著に改善されたことを観察した。

問題の第3点は灰分代謝障害であるが，ビートトップ自身P欠乏飼料であるため，乳牛に飽食させても，Pの摂取絶対量の不足からPの出納は常に陰性であって，これに麩だけを添加しても改善されず，麩とCaを添加して初めて陽性となった。つぎにB.T.S.単用と，これにCaを添加した場合はCaとの比が10倍になってPの出納は陰性であったが，P剤や濃厚飼料を投与した場合は陽性となり，その吸収量も多く，明らかにトップ給与時より灰分代謝障害の程度が軽減されたことが思考された。したがって，この灰分代謝の改善のためにはP剤の補給が絶対不可欠の鍵となる。

問題の第4点はその他の生理作用としてケトージスがあったが，今回は対照飼料で飼養していた分娩直後の乳牛にケトージスが発症していたため，この牛にB.T.S.と濃厚飼料を給与したところ，養分摂取量では要求養分量の8割程度で不足であったにもかかわらず，試験開始後2週間で回復していることから，ケト因性が消失したと考えられ，これは大量の蓚酸分解を阻止したための胃内醗酵の正常化に効果があったためと考察された。また硝酸態窒素の生理作用についても全くその症状を認めなかった。以上生理作用の軽減，改善にサイレージ処理が卓効あることを確認したが，サイレージ調製法上醗酵サイレージとSMS添加による醗酵抑制サイレージの優劣についても

検討してみた。

添加物のない醗酵サイレージに比較して，SMSや過石の添加は養分回収率をやや高めることを認めたが，この場合でも養分損失は漿汁排出による割合が多く，とくに粗蛋白質では顕著だったので水分調節が必要であることが明らかにされた。つぎにB.T.S.中の蓚酸塩の消長をみると（第16表）醗酵によって水溶性蓚酸の7割の分解消失の傾向を示した。蓚酸塩の減少は養分損失とは逆に漿汁排出からは少なく，大部分が分解減少であることが認められたので，蓚酸塩を多量に減少させるためには醗酵促進が前提となる。このことから醗酵を抑制するSMSサイレージは最も不良な方法となる。過石添加サイレージは水溶性蓚酸の減少率からは最良である。これは蓚酸の不溶化によるものでSMS添加法よりすぐれているが，醗酵法よりやや劣ることが考察されるわけである。このことからB.T.S.調製には糖蜜や濃厚飼料などの水分調節をかねた醗酵サイレージが有利であることが認められた。

以上のようにB.T.S.給与は，トップ生給与に比較して灰分代謝障害，脂肪，粗繊維の消化率，ケトージス，下痢症，臨床症状，蓚酸分解量などサポニンや蓚酸作用の顕著な改善が認められた。また，サイレージ調製法としては蓚酸分解量の多い醗酵サイレージがSMS添加法より有効なことを明らかにしたものである。

V 結　　論

ビートトップを一般農家が利用する場合，腐敗損失を危惧して短期の多給偏用の飼養法をとることが多い。これによって灰分代謝障害，低燐血，下痢症，ケトージスおよび産褥性血色素尿症の発生要因になるなどの生理作用がおこされる。これらの生理作用は主に蓚酸やサポニンの直接または間接的な原因作用に基因することを以前に指摘した。これら蓚酸やサポニンは，サイレージ化によって，その含量が低下することから，ビートトップサイレージを乳牛に多給偏用した場合の生理作用の軽減の有無を検討するのが本試験の目的であって，乳牛に対するビートトップサイレージ飽食の生理的影響の試験と，綿羊による灰分代謝試験と消化試験を行ない，さらにサイレージ調製時の添加物の効果試験なども実施した。

その結果，ビートトップ給与時にみられた生理作用は，すべて顕著に軽減され，ビートトップサイレージの多用は考慮されてよいことが認められた。しかし元来ビートトップサイレージはP欠乏飼料であるために，P剤（濃厚飼料・骨粉）の適度な補給が大切で，これを欠くとPの代謝障害が観察された。また，ビートトップサイレージは醗酵中の蓚酸分解によって遊離Ca量が多いので，Ca添加の必要性は認められなかった。

なお，サイレージにする場合Sodium metabisulfite添加法は醗酵を抑制し蓚酸分解量が少ないので，ビートトップ添加剤としては不適であり，過石添加法は醗酵サイレージ法より蓚酸分解量は劣るが水溶性蓚酸量の減少には最大の効果があった。

以上のことから，ビートトップサイレージを利用するには醗酵調製を行ない，量的制限よりもほかの飼料（濃厚飼料や乾草）との適度な組み合わせに注意が肝要であることが認められた。

文　　献

1) ALDERMAN G., R. L. COWAN, J. W. BRATZLER, & R. W. SWIFT 1955; Some chemical characteristics of grass and legume silage made with sodium metabisulfite. J. Dairy Sci., 37, 7, 805.
2) BRUNE, H., 1953; Fehlernährung mit Rübenblattsilage und Troblako. Experimenteller Rübenblattdurchfall beim Hammel unter Berücksichtigung von Adsorbentienbeifütterung. Arch. f. Tierernährung. Vol. 3, 281.
3) ————, 1956; Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung oraler Saponingaben beim Wiederkäuer. Zeitsch. f. Tierernährung u. Futtermittelkunde, 11, 267.
4) BRADLEY, D. V. M., H. F. EPPSON, & O. A. BEATH., 1939; Nitrate as the cause of oat hay poisoning. J. A. V. M. A., 94, 541.
5) BRATZLER, J. W., R. L. COWAN,& R. W. SWIFT, 1953; Sodium metabisulfite as a preservative for grass silage. J. Dairy Sci., 36, 1, 603.
6) COWAN, R. L., J. W. BRATZLER,& R. W. SWIFT, 1952; Use of Sodium metabisulfite as a preservative for grass silage. Science, 116, 154.
7) FRANK, T. J. & C. FORT, 1938; Further observation on oat hay poisoning. J. A. V. M. A., 45, 159.
8) 橋本吉雄，有馬俊六郎，1958：ビート類給与のRennet 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.
9) ————，斎藤喜一，1960；牛乳中のトリメチルアミレンに関する研究，日本畜産学会北海道支部報第

3号，17.
10) MORRISON, F. B.,1954; Feeds and Feeding. Ithaca. New York, 21ed.
11) MUHRER, M. E., A. A. CASE, G. B. GARNER, & W. H. PFANDER. 1955; Toxic forage produced in a drought area. J. Animal Sci., 14, 1251.
12) 三股正年，高野信雄，宮下昭光，渡会弘，1959；焦性亜硫酸ソーダ添加によるサイレージの調製利用に関する研究，Ⅲ.草及びビートトップに対する現地適応試験，日本畜産学会北海道支部会報，第2号，21.
13) NEWSON, I. E., E. N. STOUT, T. J. FRANK, C. W. BARBER, & A. H. GROTH, 1937; Oat hay poisoning. J. A. V. M. A., 90, 66.
14) 中広義雄，1961；暖地産ビートの飼料的特性とその利用，Ⅰ.Ⅱ. 畜産の研究，15.4.573—15.5.686.
15) 大原久友，吉田則人，1955；甜菜副産物の飼料的利用法に関する研究，Ⅰ.甜菜頭葉並にサイレージの飼料成分について，帯広畜産大学学術研究報告，2，1，43.
16) ————，————，高沢敏夫，1956；甜菜副産物の飼料的利用法に関する研究，Ⅱ，風乾甜菜頭葉の飼料成分について，帯広畜産大学学術研究報告，2，2，115.
17) ————，————，中島賢一，1958；甜菜副産物の飼料的利用法に関する研究，Ⅲ，甜菜頭葉各種利用法における可消化性について，帯広畜産大学学術研究報告，2，4，365.
18) ————，————，中村義一，1958；甜菜副産物の飼料的利用法に関する研究，Ⅳ，甜菜頭葉の乳牛給与による乳量及び乳質に及ぼす影響について，帯広畜産大学学術研究報告，2，4，371.
19) ————，————，高木昭一郎，1958；甜菜副産物の飼料的利用法に関する研究，Ⅴ，廃糖蜜のサイレージ添加物としての効果について，帯広畜産大学学術研究報告，2，4，380.
20) ————，————，中村義一，1961；甜菜副産物の飼料的利用に関する研究，Ⅸ，甜菜頭葉サイレージの給与が家畜の栄養乳量乳質に及ぼす影響，日本畜産学会，32巻別号，54.
21) ————，————，福永和男，1961；甜菜副産物の飼料的利用に関する研究，Ⅹ，十勝地方の甜菜頭葉給与乳牛に対する飼養調査について，日本畜産学会北海道支部会報，第4号，11.
22) 須藤浩，1960；サイレージの調製と利用法，養賢堂，103.
23) 首藤新一，細野信夫，1959；S.M.S.添加ビートトップサイレージ給与の豚に及ぼす影響，日本畜産学会北海道支部会報，第2号，23.
24) 坪松戒三，斎藤久幸，谷口隆一，岸昊司，1961；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，道立農試集報第8号，74.
25) 渡辺寛，工藤晧，高橋武，1958；S.M.S.添加ビートトップサイレージの調製と種鶏に対する給与試験，日本畜産学会北海道支部会報，第1号，18.

Summary

Farmers usually feed cows a great deal of beet top, before it would fall into decay. However, overfeeding of beet top causes mineral metabolism disturbance, aphosphaemia, diarrhea, ketosis, and parturient hemoglobinurea of dairy cows etc.

The writers have already reported that these physiological difficulties would be caused mainly by direct and indirect activities of oxalic acid and saponin. Oxalic acid and saponin in beet top decrease in silage fermentation.

Therefore, the purpose of the present study is to determine whether these difficulties can be overcome or not, when cows are fed with beet top as silage. Cows were fed beet top silage ad libitum, in comparison with mineral metabolism and digestion tests carried out at the same time in sheep. Furthermore, information was gained about addition of chemicals when ensiled.

As the results, physiological difficulties caused by feeding of beet top were all relieved, so it may be said that feeding of a great deal of beet top silage is satisfactory available.

However, beet top silage is an P-deficient feed, so it is necessary to supplement a moderate amount of P-rich feed (concentrate and bone-meal). Without it was observed P metabolism difficulty.

Because beet top silage richly includes free-Ca based on decomposition of oxalic acid during fermentation, there is no necessity to add Ca.

At filling beet top into silo, because sodium metabisulfite inhibits fermentation and so less amount of oxalic acid decomposed substance results. This is unsuitable.

In the case of the method of adding 1% superphosphate of lime, less oxalic acid decomposed substance is yielded than in the fermentation silage method, but it is the most effective to decrease the amount of water soluble oxalic acid.

From the facts above noted, it may be concluded that it is necessary to combine beet top silage with other feed (concentrate, hay etc.) rather than to limit the feeding amount of beet top silage.