



Title	スチール製気密サイロによるサイレージの調製について
Author(s)	大久保, 正彦; 幾野, 良夫; 吉田, 正 他
Citation	北海道大学農学部附属農場報告, 18, 66-72
Issue Date	1972-03-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13323
Type	departmental bulletin paper
File Information	18_p66-72.pdf



スチール製気密サイロによるサイレージ の調製について

大久保正彦・幾野良夫・吉田 正
朝日田康司・広瀬可恒

I. 緒 言

近年わが国の酪農の発展はめざましいものがあるといえるが、しかしそのかげでは、配合飼料原料の90%、1000万t以上の濃厚飼料の輸入や、さらには昭和44年から流通粗飼料としてヘイキューブが輸入され、その輸入量が急速に増大していることなどに示されるように、飼料基盤がきわめて弱いことが大きな問題となっている。濃厚飼料の自給をはかることも勿論必要であるが、良質の粗飼料を充分確保することなしには真の酪農の発展はあり得ないといっても過言ではない。

こうした状況のなかで、とくに都市近郊酪農地帯を中心に大規模化の過程で生じている粗飼料不足対策として、ヘイキューブの国産化やサイレージの流通化など流通粗飼料の役割が強調されているが¹⁾⁶⁾、こうした考え方は、乳牛飼養地域と飼料生産地域の分離といった歪められた、わが国の酪農の現状に対して、なんら根本的解決にはならないであろう。あくまでも土地を基盤として、飼料生産から牛乳生産までを一つに結びつけ、総合的に考えるなかでこそ真の酪農の発展があるといえる。

従来、粗飼料の中心は乾草とサイレージであった。この乾草とサイレージを比較した場合、調製があまり天候に左右されない、養分損失が少ない、機械化し易いなどの理由からサイレージの有利性がとかれ、サイレージに関する多くの試験研究が行われてきた。そうしたなかで、従来の高水分サイレージのもつ欠点を克服した予乾サイレージ、低水分サイレージの技術が発達してきた。サイレージの水分含量を下げることは、不良発酵の抑制、浸出液による養分損失の防止、家畜の乾

物摂取量の増加、運搬労力の節減などの効果があるとされている。しかし一方、詰め込み時の空気の排除、貯蔵中の空気流入の防止の点から難点があり、しばしば不良発酵が生じた。こうした欠点を克服するために開発されたのが気密サイロであって、ビニール等を利用したものとスチール製の2種類にわかれている。ビニールサイロは安価で簡便であるが、破損し易く耐久性がない、機械化し難いなどが欠点であり、スチール製気密サイロは逆に高価で、大規模経営でないと導入できないという難点がある。

北大農場第二畜産部では、昭和43年、牛舎の新築にともない米国 A.O. スミス社製スチール製気密サイロ“ハーベストア”(17×40 フィート、容量:水分70% コーンサイレージで222t、水分50% 牧草サイレージで115t)2基を導入し、粗飼料生産・貯蔵の中心として位置づけ、牧草およびデントコーンを詰め込み利用してきている。“ハーベストア”の特徴、利点については、すでに多く述べられており、わが国にも各所に導入され、その利用状況についても発表されてきている¹¹⁾。

本報では、当農場における3年間の気密サイロ利用状況をまとめて報告するものとする。

II. サイレージ調製・利用状況と調査方法

1. 詰め込み原料と詰め込み作業

牧草サイレージ 44年、45年の詰め込み原料は、昭和42年造成の混播牧草地(第二畜産部圃場8、10、11区)7.5haのもので、播種牧草の種類および量は次の通りである。

オーチャードグラス(在来種)	30 kg/ha
イタリアンライグラス	10 kg/ha
赤クローバー(メデュウム在来種)	5 kg/ha

ラジノクローバー (カリフォルニア種) 2 kg/ha
牧草は刈取り後、天候と作業状況により1~4日間予乾を行ない、サイロ(1基のみ)に詰め込んだ。刈取り、予乾、詰め込みは、44年では6月9日から27日まで15日間、45年は6月9日から11日まで4日間で行なった。

なお、45年10月には、デントコーンを詰め込んだうえに、追い詰めとして3番刈牧草を一部詰め込んでいる。

デントコーンサイレージ 43年、44年、45年に詰め込みにつかったデントコーンは、第二畜産部圃場で生産したもので、その品種と播種面積は次の通りである。

	43年 (ha)	44年 (ha)	45年 (ha)
交3号 (TC-5号)	4.0	1.0	2.3
交8号	—	5.8	—
イエローデント	4.7	2.3	4.7
ウイスコンシン120	—	1.0	1.1
ハイデント	—	—	1.5
合計	8.7	10.1	9.6

刈取り、詰め込みは、43年は10月14日から22日まで9日間、44年は10月13日から27日まで15日間、45年は10月2日から31日まで30日間にサイロ2基に対して行なわれた。

2. サイレージの取出し、給与

牧草サイレージは、詰め込み終了後20~25日経過した7月上旬より10月中旬まで約3カ月間、デントコーンサイレージは、詰め込み数日後から翌年3月下旬まで約5カ月間、第二畜産部の乳牛に給与された。

3. 調査事項

牧草、デントコーンサイレージとも、詰め込み原料については生産量、水分、一般成分および詰め込み量を測定した。取出されたサイレージについては、適時試料を採取し、水分、一般成分、pH、有機酸を測定したほか、去勢めん羊2頭を用いて消化試験を行ない、TDN、DCP、DEを算出した。その他、詰め込み、取出し作業状況、牛の摂食状況なども観察した。

III. 調査結果

1. 牧草サイレージ

詰め込み原料草の生育状態、詰め込み量などは表-1に、乾物含量の経時的变化、一般成分は、サイレージのものとともに図-1、表-2に示した。

詰め込み原料草の乾物含量は、44年で35.5~55.9%、平均45.4%、45年で30.2~42.5%、平均37.1%と目標とされている50%より低くかった。とくに45年6月11日詰め込みのものは、予乾時間も短かく、乾物含量30.2%ときわめて低くかった。しかし浸出液は、ほとんど認められなかった。サイレージの乾物含量は、原料草よりさらに低く、44年で33.1~48.8%、平均41.6%、45年で

表-1 詰め込み原料草の状態

	44年	45年
作業月日	6月9日~ 6月27日	6月9日~ 6月11日
牧草の生育期	オーチャードグラス：出穂期 赤クローバー：着蕾~開花期	
10a当乾物生産量	550 kg	590 kg
荳科混入率	27%	14%
詰め込み量(原物)	123.9 t	73.3 t
〃 (乾物)	55.5 t	29.4 t
詰め込み原料の乾物含量	45.4% (35.5~55.9)	37.1% (30.2~42.5)

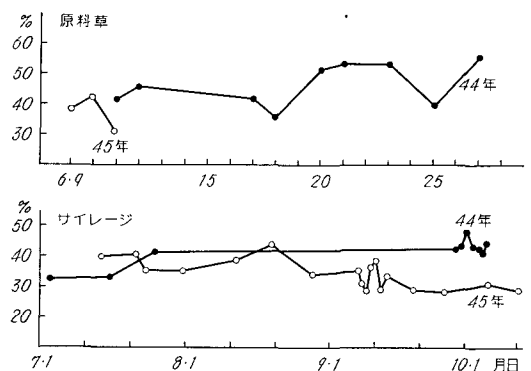


図-1 詰め込み原料草ならびに牧草サイレージの乾物含量

表-2 詰め込み原料草および牧草サイレージの一般成分

	44年		45年		
	原料草	サイレージ	原料草	サイレージ	サイレージ(追い詰め)
乾物%	45.4	41.6	37.1	34.4	27.2
粗蛋白質	14.7	14.9	15.7	13.8	14.9
粗脂肪	4.0	3.5	3.7	3.5	4.2
NFE	39.5	37.2	41.1	36.2	37.7
粗繊維%	30.3	32.1	30.1	36.5	29.2
粗灰分	11.5	12.3	9.4	10.0	14.0
粗エネルギー Cal/g 乾物	4.30	4.40	—	4.61	—

28.6~43.7%, 平均 34.4% であった。

詰め込み量は、44年で 123.9t とほぼ容量をみたしたが、45年は 73.3t とサイロのほぼ 2/3 程度にとどまった。

サイレージの一般成分を原料草と比較すると、44年、45年とも NFE が減少、粗繊維が増加したが、粗蛋白質については 44年はあまり変化せず、45年では減少している。なお 45年追い詰めサイレージは、原料草が 3 番刈牧草であるため多少一般成分がことなっている。

サイレージの品質、栄養価については、表-3、表-4、図-2 に示す通りであり、45年のサイレージは pH も高く、酪酸がかなり認められ、品質は良好とはいえなかった。45年サイレージの取出し時点における pH、有機酸含量の経時的变化を 図-2

表-3 牧草サイレージの pH、有機酸含量ならびに組成、品質評価

	44年	45年	45年(追い詰め)	
pH	5.03	5.20	3.66	
有機酸含量 (原物中%)	総酸	2.92	3.45	3.20
	乳酸	2.42	1.75	2.25
	酢酸	0.35	0.51	0.62
	酪酸	0.15	1.19	0.33
総酸に対する% (mg当量比)	乳酸	78.1	49.1	63.8
	酢酸	17.0	19.7	26.6
	酪酸	4.9	31.2	9.6
評価	優	可	良	

でみると、9月6日を境に、総酸の減少、そのなかでの乳酸と酪酸の逆転、pH の上昇が認められ、後半の品質がとくに悪いことを示している。なお、かびの発生は、ほとんど認められなかった。

表-4 はサイレージの消化率と栄養価をしめしており、全体として 44年の方が消化率が高く、乾物中の TDN, DCP, DE は 44年で 58.2%, 8.8%, 2.74 Cal/g, 45年では 54.0%, 8.1%, 2.66 Cal/g であった。

表-4 牧草サイレージの消化率および栄養価

		44年	45年
消化率 %	乾物	61.8	56.8
	粗蛋白質	62.4	58.6
	粗脂肪	64.0	50.6
	NFE	59.2	49.6
	粗繊維	69.0	65.5
	粗エネルギー	61.8	57.8
TDN %	原物中	25.6	18.5
	乾物中	58.2	54.0
DCP %	原物中	3.9	2.8
	乾物中	8.8	8.1
DE Cal/g	原物中	1.20	0.92
	乾物中	2.74	2.66

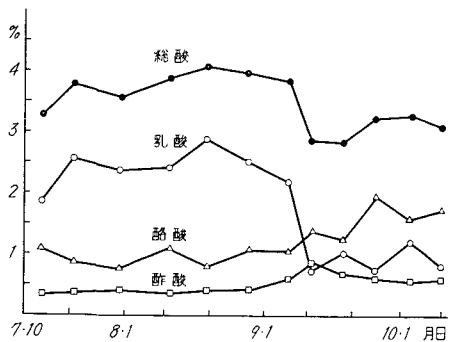


図-2 牧草サイレージの pH ならびに有機酸含量の変化 (45年度)

サイレージの乳牛による喰い込みは良好で、異常はまったく認められなかった。

2. デントコーンサイレージ

詰め込み原料コーンの生育状態、詰め込み量などは表-5に、乾物含量の経時的变化、一般成分は、サイレージのものとともに図-3、表-6に示した。なお収量調査は44年、45年のみ、詰め込み量調査は45年のみ行なった。

詰め込み原料コーンの乾物含量は、43年、44年では比較的作業日数も短かく、変動が少なかったが、45年は詰め込みに1カ月近くかかり、乾物含量は21.0%から32.6%まで後半にかけて増加した。サイレージの乾物含量は、通常のものよりやや高かったが、なお浸出液がかなり認められた。

45年の詰め込み量についてみると、サイロAで

表-5 詰め込み原料デントコーンの状態

	43年	44年	45年
作業月日	10月14日～22日	10月13日～27日	10月2日～31日
熟期	網熟期～黄熟期		
10a当乾物生産量	—	870 kg	990 kg
詰め込みサイロA 量(原物)	—	—	182.8 t
” B	—	—	65.9 t
詰め込みサイロA 量(乾物)	—	—	43.2 t
” B	—	—	21.0 t
詰め込み原料の 乾物含量	24.1% (20.9～26.7)	24.2% (21.8～27.2)	25.1% (21.0～32.6)

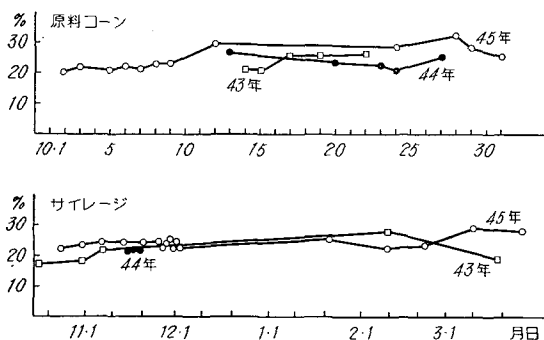


図-3 詰め込み原料デントコーンならびにデントコーンサイレージの乾物含量

表-6 詰め込み原料デントコーンおよびデントコーンサイレージの一般成分

	43年		44年		45年	
	原料コーン	サイレージ	原料コーン	サイレージ	原料コーン	サイレージ
乾物%	24.1	21.1	24.2	23.0	25.1	24.5
粗蛋白質	8.3	8.1	8.2	9.3	7.9	8.2
粗脂肪	2.0	1.9	0.9	1.3	1.6	1.9
NFE	55.4	53.4	53.2	51.2	58.0	52.8
粗繊維中%	26.3	29.0	29.8	31.5	25.4	29.6
粗灰分	8.0	7.6	7.9	6.7	7.1	7.5
粗エネルギー Cal/g 乾物	—	—	4.35	4.44	—	4.43

は上部をならしつづ最高部まで詰めたが、182.8tで公称よりかなり少なく、サイロBでは容量にくらべ詰め込み量はかなり下廻ったので、そのうえに3番刈牧草を追い詰めした。

サイレージの一般成分を原料コーンと比較すると、牧草サイレージの場合と同様に、NFEが減少、粗繊維が増加し、粗蛋白質はあまり変化がなく、一定の変化傾向を示さなかった。

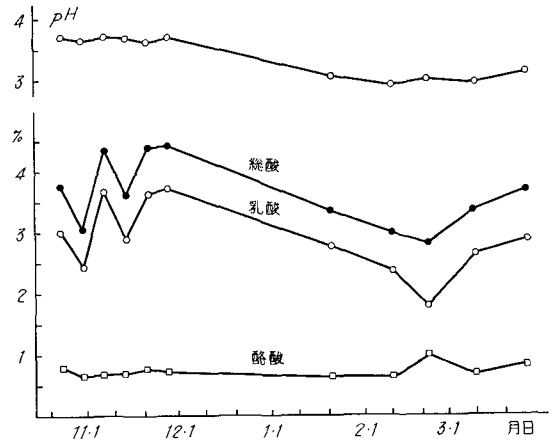
サイレージの品質、栄養価については、表-7、表-8、図-4に示す通りである。なおpH、有機酸については44年には調査しておらず、また43年には消化試験を実施しなかった。サイレージの品質はきわめて良好で、酪酸はまったく認められなかった。45年度サイレージの取出し時点における

表-7 デントコーンサイレージのpH、有機酸含量ならびに組成、品質評価

	43年	45年
pH	3.48	3.10
有機酸含量 (原物中%)		
総酸	2.56	3.60
乳酸	2.00	2.88
酢酸	0.56	0.72
酪酸	—	—
総酸に対する% (mg当量比)		
乳酸	70.4	72.8
酢酸	29.6	27.2
酪酸	—	—
評価	優	優

表—8 デントコーンサイレージの消化率
および栄養価

		44 年	45 年
消化率 %	乾物	58.9	54.0
	粗蛋白質	54.7	40.1
	粗脂肪	64.1	67.1
	N F E	63.3	59.8
	粗繊維	62.1	55.7
	粗エネルギー	59.9	54.3
TDN %	原物中	13.6	13.3
	乾物中	58.9	54.2
DCP %	原物中	1.2	0.8
	乾物中	5.1	3.3
DE Cal/g	原物中	0.62	0.59
	乾物中	2.68	2.41



図—4 デントコーンサイレージの pH ならびに
有機酸含量の変化 (45年度)

サイレージの乳牛による喰い込みはきわめて良好で、異常はまったく認められなかった。

IV. 考 察

1. 牧草サイレージ

スチール製気密サイロの利点は、良質な低水分サイレージを確実に調製し得ることにあるが、当農場のサイレージは必ずしも良質なものとはいえなかった。とくに45年後半のサイレージは、酪酸含量が乳酸含量を上廻るものであった。今日まで報告されているスチール製気密サイロによるサ

pH, 有機酸含量の経時的变化をみると、後半になって pH の低下と乳酸含量の減少が同時に認められた。

消化率については、粗脂肪をのぞいて45年の消化率が44年よりやや低く、乾物中の TDN, DCP, DE は、44年で58.9%, 5.1%, 2.68 Cal/g, 45年で54.2%, 3.3%, 2.41 Cal/g と44年の方が高かった。

表—9 牧草サイレージの品質, 栄養価の比較

	乾物含量 (%)	pH	有機酸含量 (原物中%)				TDN (乾物中%)	DCP (乾物中%)
			総酸	乳酸	酪酸	酪酸		
Gordon 等 ³⁾	39.1	4.54	3.13	1.76	1.33	0.04	46.3	9.6
	43.7	4.89	1.66	0.96	0.66	0.04	51.8	11.4
Gordon 等 ²⁾	27.9	5.03	2.87	0.95	1.05	0.87	—	—
	49.8	4.93	1.74	1.15	0.42	0.17	—	—
McDonald ⁵⁾	46.7	4.88	1.34	0.80	0.54	—	—	—
高野 ¹¹⁾ (白金42年)	43.7	5.19	2.32	1.96	0.25	0.02	46.0	4.5
	(白金43年)	—	4.98	2.26	1.99	0.26	—	—
高野, 吉田 ¹²⁾	43.1	4.50	2.37	2.17	0.18	0.02	—	—
北大農場 (44年)	41.6	5.03	2.92	2.42	0.35	0.15	58.2	8.8
	(45年)	34.4	5.20	3.45	1.75	0.51	1.19	54.0

イレージの品質，栄養価と当農場のサイレージのそれを表-9で比較すると，GORDON等²⁾による乾物27.9%のサイレージと当農場45年の乾物34.4%のサイレージが，とくに酪酸含量が高く，品質の悪いことを示している。しかしTDN, DCPをみれば，決して他の報告に劣るものではなく，乳牛の喰い込みも良好であった。

45年サイレージの品質が悪くなった原因としては，乾物含量が低かったこと，サイロの容量にくらべ詰め込み量が少なく，サイロ上部に1/3近い空間が残り，空気との接触が大きかったことが考えられる。とくに図-2に示されるように45年9月11日以降の品質悪化が目立つが，この時期のサイレージは，45年6月11日詰め込みのものに概当し，乾物含量が30.2%ともっとも低く，しかも最上部であったため，もっとも空気との接触が大きかったことが影響しているものといえる。大山⁷⁾はサイレージ発酵に関する総説のなかで，予乾の効果は乳酸発酵を促進する点にあるのではなく，発酵全体をおさえ，とくに酪酸発酵を抑制する点にあり，pHが比較的高くても酪酸菌の生育は阻害される，また詰め込み時にサイロ内に残存する空気(酸素)そのものは，発酵に対してとくに大きな影響を与えず，むしろ埋蔵過程において外部より空気が侵入することが，決定的に悪影響をおよぼすと述べているが，乾物35%前後では発酵全体を抑制するには充分ではなく，しかも詰め

込み時に残存した空気の量が多過ぎて，呼吸作用による高温発生，好氣的条件によるグラム陰性菌の増加，それと競合する乳酸菌の抑制⁸⁾，酪酸発酵の促進から品質悪化をまねいたものといえる。こうした点からみて，天候，作業日程から予乾を充分行なうことは必ずしも容易ではないが，少なくとも乾物40%以上までの予乾が必要であろうし，詰め込みは出来るだけサイロ内に空間を残さないように行なうべきである。

養分損失の点からみると，当農場では全重量測定による回収率の調査を行っていないため正確な数値は得られていないが，45年には約85%の原物回収率を得ており，かびや浸出液がほとんど認められなかったことから，GORDON等^{2),3)}の89~96%乾物回収率にさほど劣らないと推定される。

2. デントコーンサイレージ

デントコーンサイレージの品質，栄養価について他の報告との比較を表-10に示したが，品質の点では劣るものではないが，やはり乾物含量をより高める必要があること，TDNが他のものに比較してやや低いことが，検討されなければならない。乾物含量を高めるためには，収穫期をさらに遅らせること，品種についての検討などが考えられるが，OWEN等⁹⁾も指摘し，当農場でも観察されたことであるが，収穫期を遅らせることは，圃場損失を増加させることにもなるであろう。

表-10 デントコーンサイレージの品質，栄養価の比較

	乾物含量 (%)	pH	有機酸含量(原物中%)				TDN (乾物中%)	DCP (乾物中%)
			総酸	乳酸	酢酸	酪酸		
Owen等 ⁹⁾	36.4	3.88	3.25	2.64	0.61	—	—	4.6
	63.5	4.18	3.51	3.07	0.41	—	—	4.0
高野 ¹⁰⁾ (北海道産 138点平均)	19.8	3.80	1.44	1.06	0.38		64.6	4.0
石栗 ⁴⁾ (複交4号) (交8号) (ジャイアンツ)	18.8	} 3.6~3.7	—	} 1.2~1.5	—	—	69.8	4.0
	18.9						65.9	4.3
	16.2						65.1	4.5
北大農場(43年) (45年)	21.1	3.48	2.56	2.00	0.56	—	58.9	5.1
	24.5	3.10	3.60	2.88	0.72	—	54.2	3.3

3. その他の問題点

スチール製気密サイロ“ハーベストア”の3年間の利用状況を検討してみると、まだその利点を十分に生かしているとはいえない。一貫した機械化による省力化が可能なことも大きな利点であるが、詰め込み時に細切した原料をワゴンからおろす段階で人力に依存していたり、サイレージ取出し後の飼槽までのコンベアによる流れが必ずしも円滑でなかったりして、その利点が充分発揮されていない。

“ハーベストア”が上から詰め込み、下から取出せるので年中使用が可能であるという点からみた場合、年1~2回使用という現在の利用方法は、必ずしも有効なものとはいえない。

さらに最大の問題点は、このサイロがきわめて高価なことであり、最近、国産のスチール製気密サイロが製造されるようになってきているが、やはり高価な点は変わらない。勿論耐用年数が長い(75年とされている)ことから、1年当償却費は安くなり、品質の良好なサイレージが確実に調製し得るといふ利点もふくめて経済性が高いという見方も出来るが、今日まで導入されている大半が、公共的性格をもった試験場、農場、牧場などであることもふまえてみれば、一般酪農家への導入を考えた場合は問題点が多く、より現実に適合したサイレージ調製を検討すべきであろう。

V. 要 約

1. 良質な低水分サイレージ調製を目的としたスチール製気密サイロ“ハーベストア”が昭和43年北大農場に導入され、牧草およびデントコーンサイレージの調製に利用されている。その3年間の利用状況、詰め込み原料およびサイレージの成分、品質、栄養価などについて調査を行なった。

2. 牧草サイレージの乾物含量は、44年41.6%、45年34.4%で目標より低く、予乾が不十分だった。サイレージのpHは、44年5.03、45年5.20

で、酪酸が認められ、品質はあまり良好ではなく、とくに45年後半のものの品質が悪かった。その原因としては、詰め込み原料の乾物含量が低かったこと、サイロの容量に比べ詰め込み量が少なく、かなりの空気がサイロ内に残存していたことが考えられる。乾物中のTDN、DCP、DEは、44年で58.2%、8.8%、2.74 Cal/g、45年で54.0%、8.1%、2.66 Cal/gであった。

3. デントコーンサイレージの乾物含量は、43年21.1%、44年23.0%、45年24.5%で浸出液がかなり認められた。サイレージのpHは、43年3.48、45年3.10で、酪酸はまったく認められず、きわめて品質は良好であった。乾物中のTDN、DCP、DEは、44年で58.9%、5.1%、2.68 Cal/g、45年で54.2%、3.3%、2.41 Cal/gであった。

4. “ハーベストア”の利点は、まだ充分生かされておらず、一貫した機械体系の確立、サイロの利用回数の増加などを検討する必要がある。

引用文献

- 1) 安藤文桜：酪農事情，31，8，24-28，1971.
- 2) GORDON, C. H., J. C. DERBYSHIRE, and J. R. MENEAR: J. Dairy Sci. 50, 1109-1119, 1967.
- 3) GORDON, C. H., J. C. DERBYSHIRE, H. G. WISEMAN, E. A. KANE, and C. G. MELIN: J. Dairy Sci. 44, 1299-1311, 1961.
- 4) 石栗敏機：日畜北海道支部会報，13，12，1970.
- 5) MCDONALD, P., A. R. HENDERSON, and A. W. MCGREGOR: J. Sci. Fd. Agric. 19, 125-132, 1968.
- 6) 宮内邦正：デーリイジャパン，16，10，14-16，1971.
- 7) 大山嘉信：日畜会報，42，301-317，1971.
- 8) 大山嘉信，榎木茂彦，森地敏樹：日畜会報，41，625-631，1970.
- 9) OWENS, M. J., N. A. JORGENSEN, and H. H. Voelker: J. Dairy Sci. 51, 1942-1945, 1968.
- 10) 高野信雄：北農試報告，70，1-74，1967.
- 11) 高野信雄：北海道家畜管理研究会報，4，6-13，1969.
- 12) 高野信雄，吉田則人：北海道家畜管理研究会昭和45年度第1回シンポジウム資料，1970.