

# 糖蜜アルコール蒸留廃液と各種粕類の組合せ飼料 による乳牛への給与に関する研究

東原信幸<sup>\*\*</sup>・伊藤雄一<sup>\*</sup>・白山勝彦<sup>\*</sup>・佐々木敏雄<sup>\*</sup>

Studies on the Feeding of Molasses Distillers Condensed Soluble  
with Some Food Manufacture's Byproducts for Milk Cows

Nobuyuki HIGASHIHARA Yuichi ITOH  
Katsuhiko SHIRAYAMA Toshio SASAKI

## 緒 言

アルコール発酵工業の変遷の中で、廃液の処理方法として飼料化が検討されている。その廃液中にはアミノ酸源、ビタミン類等を含み、飼料として有効であり<sup>19)</sup>、またアルコール自体も産乳や肥育に効果的である<sup>14, 15, 16)</sup>とからその利用の確立が望まれた。原料も甘しょから穀類、糖蜜へと移行し、その副産物も異っている。

現在各国で、主として糖蜜を原料とした発酵法によってアルコール生産が行われているが、その副産物である廃液はアメリカにおいて、濃縮されたものはM・D・C・S (molasses distillers condensed soluble)、さらに乾燥物はM・D・D・S (molasses distillers dried soluble) と呼ばれ、飼料としてかなり利用されている<sup>8, 17, 19)</sup>。

日本においてもアルコール廃液の飼料価値についての研究は古くからある<sup>1, 2, 3, 4)</sup>が、消化性は余り良くなく、し好性が高くないので、飼料価値は少ないといわれていた。天野ら<sup>4, 5)</sup>は、甘しょからのアルコール廃液または糖蜜原料混合廃液の直接給餌や、ふすま、粉砕麦、ビートパルプ等の混合による飼料化を行ったが、糖蜜だけによる廃液の飼料化例は少ない。

木場ら<sup>7)</sup>は乳牛に糖蜜アルコール廃液を粗飼料の一部として代替し、直接給餌した。また糖蜜アルコール廃液乾燥物を細切稲わらに混合して乳用雄子牛に給与した例<sup>19)</sup>のように、濃縮化されたものが使用されるようになったが、稲わらや乾草などとなんらかの粗飼料に吸着または混合したもので、これらはいずれも粗飼料の一部代替として利用された。著者らは、農産製造粕の合理的な給与と技術を確立することを目的として、生グルテンフィードおよび乾燥みかんジュース粕の乳牛への給与試験など一連の研究を行ってきたが、さらに県内で多量に生産される糖蜜を原料とするアルコール蒸留廃液(以下アルコール廃液と略記)を取り上げ、各種粕類との組合せ飼料の

給与による乳牛への利用を図った。

アルコール廃液とその吸着素材の組合せ飼料による給与量が、泌乳、乳質、生理機能に及ぼす影響を検討し、報告する。

## 試験方法

本試験は1) 組合せ飼料(飼料a, b)別による濃厚飼料代替給与量が泌乳、乳質、生理機能に及ぼす影響、2) 他の組合せ飼料(飼料c, d)の35%代替による同様の影響について検討した給与試験より成る。

### 試験1

1. 試験期間 1978年5月24日から7月4日に至る42日間で、1期14日、予備期7日、試験期7日とし、3期に区分して実施した。
2. 供試乳牛 最終分娩月および乳量の類似したホルスタイン種経産牛6頭を用いた。その概要は第1表のとおりである。

第1表 供試乳牛の概要 (試験1)

区分	供試牛No	名 号	生年月日	産 歴	分娩月日
実験1	311	ホープ・パラマウント・ポータンテート	44・11・13	4	52・8・19
	312	2ホープ・ヘンドリック・リフレクション・フタゴ	46・8・9	4	52・10・21
	313	1ホープ・ヘンドリック・リフレクション・フタゴ	46・8・9	4	52・8・2
実験2	321	クイーン・クロス・パーク・ポータンテート	47・2・24	4	53・2・21
	322	メリー・プライド・マキユリー	47・1・6	4	53・1・9
	323	インカ・ヘンドリック・コマンダー	48・7・22	3	52・12・21

\* 農業技術センター畜産部

\*\* 紀州家畜保健衛生所

3. 試験方法 試験区分は第2表のとおりであるが、その区分にあたっては市販配合飼料の一部を2種類の試験飼料に置き換えた2実験とし、それぞれの試験飼料を0, 1.5, 3.0 kg別に給与する3水準の飼料組合せを設定した1区1頭、予備期7日、試験期7日の3×3ラテン方格法<sup>22)</sup>で行った。

第2表 試験区分(供試牛No) (試験Ⅰ)

区 分	実 験 Ⅰ			実 験 Ⅱ		
	I期	II期	III期	I期	II期	III期
対 照 区	313	311	312	323	321	322
1.5 kg給与区	311	312	313	321	322	323
3.0 kg給与区	312	313	311	322	323	321

4. 供試飼料 供試飼料は第3表に示すとおり基礎飼料として乾草、ハイキューブ、ビートパルプ、生産飼料として配合飼料および試験飼料を用いた。乾草は北海道産チモシー乾草、ハイキューブはアメリカ産アルファルファ・ハイキューブ、ビートパルプはチリー産、配合飼料は市販乳牛配合飼料である。試験飼料 a はグルテンフィードを主体としたものにアルコール廃液を33.5%吸着させ、また試験飼料 b はグルテンフィードおよびコーンコブミールを主体としたものにアルコール廃液を33%吸

着させ、調製したものである(第4表)。

飼料給与にあたっては、日本飼養標準(乳牛)<sup>12)</sup>によりTDN値で110%とした。

供試飼料の一般成分を示すと第5表のとおりである。

乾草、ハイキューブ、ビートパルプはその養分値において日本標準飼料成分表<sup>13)</sup>に示される値に類似していた。飼料 a はグルテンフィードが多く配合されているため粗蛋白質が多い。飼料 b はコーンコブミールにより粗蛋白質は低く、粗繊維がやゝ高かった。両飼料とも平均して可溶無窒素物や粗灰分が多い。

アルコール廃液の一般成分を第5表に示すように、粗脂肪、粗繊維はほとんどなく、粗蛋白質が6%前後で、可溶無窒素物が45%、粗灰分が1.4%と高かった。

また両飼料の養分値は、飼料 a はDCP 12.5%、TDN 57.4%で、飼料 b はDCP 8.3%、TDN 52.4%と飼料 b はやゝ低かった。

第4表 試験飼料の組成 (試験Ⅰ)

試 験 飼 料	原 料 成 分 (%)				
	グルテン フィード	コーンコ ブミール	みかんジ ュース粕	脱 脂 米 糖	アルコ ール廃液
飼料 a	60.0	—	6.0	0.5	33.5
飼料 b	40.0	20.0	6.0	1.0	33.0

第3表 飼料給与量(一日一頭当, kg)

(試験Ⅰ)

区 分	実 験 1					実 験 2				
	乾 草	ハイキューブ	ビートパルプ	配合飼料	飼料 a	乾 草	ハイキューブ	ビートパルプ	配合飼料	飼料 b
対 照 区	5.0	3.0	3.0	6.5	—	6.5	3.0	3.0	8.5	—
1.5 kg給与区	5.0	3.0	3.0	5.0	1.5	6.5	3.0	3.0	7.0	1.5
3.0 kg給与区	5.0	3.0	3.0	3.5	3.0	6.5	3.0	3.0	5.5	3.0

第5表 供試飼料の一般成分

(試験Ⅰ)

飼料名	原 物 中 (%)						原物中(%)		乾物中(%)		備 考	
	水分	粗 蛋 白 質	粗脂肪	可溶無 窒素物	粗繊維	粗灰分	DCP	TDN	DCP	TDN		
乾 草	14.55	6.39	1.61	38.57	33.06	6.02	4.15	53.47	4.86	62.57	チモシー アルファルファ	
ハイキューブ	12.19	15.65	1.55	37.22	25.37	8.02	12.05	53.81	13.72	61.28		
ビートパルプ	12.29	7.48	0.40	58.46	18.07	3.30	3.74	68.74	4.26	78.37		
配合飼料	15.50	14.81	4.38	53.86	4.61	6.83	11.09	67.92	13.12	80.38		
飼料 a	24.46	15.35	1.09	45.11	5.10	8.89	12.52	57.39	16.57	75.97		
飼料 b	21.96	12.86	0.62	47.87	8.15	8.54	8.27	52.43	10.60	67.18		
参 考	アルコール 廃液(濃縮)	45.0	6.1	0.3	34.3	0.04	14.3	2.1	27.5	3.8	50.0	試験飼料添 加 20)
	〃 (濃縮)	50.9	5.3	1.3	30.2	0.8	11.5	0.0	30.6	0.0	62.3	
	アルコール 廃液	93.4	0.8	0.0	4.3	0.0	1.4	0.7	2.5	10.6	39.1	

注 消化率は日本標準飼料成分表<sup>13)</sup>による。

5. 調査項目と方法

(1) 飼料 飼料摂取量調査, 各供試飼料の一般分析は常法によった。

(2) 乳量 バケツミルクにより毎日秤量, 4%脂肪修正乳量 (FCM) はGAINSの公式<sup>11)</sup>によった。

(3) 乳質 本試験期間中, 毎日検査, 乳脂率はゲルベル法<sup>10)</sup>, 無脂固形分率 (SNF) はプラスチックビーズ法<sup>21)</sup>によった。

(4) 粗効率 産乳性についてBRODYの粗効率<sup>11)</sup>で検討した。

(5) 第一胃汁性状および肝機能

胃汁採取は各時期の予備期, 試験期終了前日に2回飼料給与後4時間で行った。採取方法は経口的にモーター付胃汁採取器を用いる吸引採取法によった。分析はpH, 低級脂肪酸 (VFA) について行った。pHはガラス電極法, VFAはガスクロマトグラフ法により, クロトン酸を標準物質とした内部標準法で定量した<sup>10)</sup>。

血清蛋白質は日立蛋白計で測定した。

試験Ⅱ

1. 試験期間 1979年6月22日から1979年8月2日に至る42日間で, 1期14日, 予備期7日, 試験期7日とし, 3期に区分して実施した。

2. 供試乳牛 最終分娩月および乳量の類似したホルス

第6表 供試乳牛の概要 (試験Ⅱ)

区分	供試牛No.	牛群	名号	生年月日	産歴	分娩月日
2産群	331	B群	メリー・カード ア・マ・キュリー	50・1・22	2	54・4・29
	332	C群	アデ・ロンダック ク・ダイナ・ウ オーカー	50・3・27	2	54・2・24
	333	A群	セジス・パピース ・カウント・ シルバー	50・4・10	2	54・2・20
初産群	334	C群	インカ・クリスタ ン・ペット・ クロス	52・2・25	1	54・5・3
	335	A群	インカ・スター ク・ロベル・ヘ ンドリック	51・11・2	1	54・4・12
	336	B群	メリー・コンケ スト・メード	51・11・7	1	54・5・13

第9表 試験飼料の組成

試験飼料	原 料 成 分 (%)							
	グルテンフィード	コーンコブミール	コーンジャーム粕	みかんジュース粕	米ヌカ	粟外皮	大麦外皮	アルコール廃液
飼料c	50.0	7.0	10.0	5.0	—	—	—	28.0
飼料d	50.0	—	—	9.5	0.5	3.0	2.0	30.0

ティン種産牛6頭を用いた。その概要は第6表のとおりである。

3. 試験方法

試験区分は第7表のとおりであるが, その区分にあたっては, 市販配合飼料の一部を試験飼料に置き換え, その混入率を原物で35%とした3水準の飼料組合せを設定した。給与の方法は, 1群2頭を初産群, 2産群よりあり, 牛群A, B, C群とし, 3×3ラテン方格法により行い, 2反復で配置した<sup>22)</sup>。

第7表 試験区分 (試験Ⅱ)

区 分	I 期	II 期	III 期
対 照 区	A 群	B 群	C 群
飼料c給与区	B 群	C 群	A 群
飼料d給与区	C 群	A 群	B 群

4. 供試飼料と給与法

供試飼料は第8表のとおり基礎飼料として乾草, ヘイキューブ, ビートパルプ, 生産飼料として配合飼料を用いた。乾草は北海道産チモシー乾草, ヘイキューブはアメリカ産アルファルファヘイキューブ, ビートパルプはチリー産, 配合飼料は市販の乳牛配合飼料である。

試験飼料cはグルテンフィードを主体に, コーンコブミール, コーンジャーム粕およびみかんジュース粕にアルコール廃液を28%吸着させ, 調製したものである。

また試験飼料dは同じくコーングルテンフィードを主体に, みかんジュース粕, 粟外皮, 大麦外皮等にアルコール廃液を30%吸着させたものである (第9表)。

第8表 飼料給与量 (一日一頭当, kg) (試験Ⅱ)

区分	乾草	ヘイキューブ	ビートパルプ	配合飼料	飼料c	飼料d
対照区	5.0	2.0	4.0	8.5	—	—
	5.0	2.0	4.0	10.0	—	—
飼料c給与区	5.0	2.0	4.0	5.5	3.0	—
	5.0	2.0	4.0	6.5	3.5	—
飼料d給与区	5.0	2.0	4.0	5.5	—	3.0
	5.0	2.0	4.0	6.5	—	3.5

注 上段は2産群, 下段は初産群を示す。

飼料給与にあたっては、日本飼養標準によりTDN値で110%とした。

供試飼料の一般分析を行ったが、供試した乾草、ヘイキューブ、ビートパルプ、配合飼料および調製した飼料c、dの一般分析は第10表のとおりである。乾草、ヘイ

キューブ、ビートパルプはその養分値において日本標準飼料成分表に示される値に類似していた。飼料c、dとも粗蛋白質、可溶無窒素物、粗灰分がやゝ多く、養分計算値では飼料cはDCP11.1%、TDN58.4%で、飼料dはそれぞれ10.5%、55.9%とやゝ低かった。

第10表 供試飼料の一般成分

(試験Ⅱ)

供試飼料	原 物 中 (%)						原物中 (%)		乾物中 (%)		備 考
	水 分	粗 蛋 白	粗 脂 肪	可 溶 無 窒 素 物	粗 繊 維	粗 灰 分	DCP	TDN	DCP	TDN	
乾 草	14.35	6.39	1.61	38.57	33.06	6.02	4.15	53.47	4.84	62.43	チモシー アルファルファ
ヘイキューブ	15.41	15.08	1.49	35.85	24.44	7.73	11.61	51.84	13.72	61.28	
ビートパルプ	12.10	7.49	0.40	58.59	18.11	3.31	3.75	68.89	4.26	78.37	
配 給 飼 料	12.50	15.20	2.70	57.10	5.70	6.80	11.40	68.30	13.03	78.06	
飼 料 c	20.78	15.99	1.76	46.42	7.26	7.59	11.06	58.35	13.96	73.65	
飼 料 d	23.11	13.61	1.21	46.40	7.07	8.60	10.50	55.92	13.65	72.73	

注 消化率は日本標準成分表による。

### 5. 調査項目と方法

試験Ⅰと同様。

#### 成 績

##### 試験Ⅰ

1. し好性 本試験に移行する前に、調製した飼料a、bについて搾乳牛3頭宛計6頭使用し、初日1頭当たり1kg、2日目以降2kgに増量し、10日間し好状態、残食、下痢等の観察を行ったが、給与当初の食い付きは飼料a区の1頭を除いて全頭良好で、その後なんの変化もなかった。また食い付きが悪かった乳牛も3日目より完全に採食した。本試験においては両実験における乾草の残食が0.1~0.2%とわずかであった他は、飼料a、bとも良好なし好性を示した。

2. 飼料摂取状況 飼料摂取量について第11表に示したが、実験Ⅰの平均採食率はTDNで対照区99.6%、1.5kg給与区99.4%、3kg給与区99.3%、実験Ⅱはそれぞれ98.6%、99.4%、98.8%と変らなかった。また日本飼養標準の必要量に対する平均摂取率は実験ⅠでDCP133~137%、TDN108~111%、実験ⅡでDCP119~125%、TDN106~111%とほぼ必要量を満たした。

摂取飼料中の乾物量の体重に対する割合を算出し、第12表に示した。その乾物体重比は1日1頭当たりの平均でみると、実験Ⅰでは各区約2.3%に対して実験Ⅱは2.9~3.2%と高く、それぞれ各区間に差はなかった。また粗繊維は第12表のとおり実験Ⅰは22%、実験Ⅱは21~23%となったが、各区間に差はなかった。

第11表 飼料摂取量

(試験Ⅰ)

区 分	必要養分量(kg/日)		給与養分量(kg/日)		摂取養分量(kg/日)		摂 取 率 (%)		採 食 率 (%)		
	DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN	
実 験 Ⅰ	対 照 区	1.049	9.623	1.402	10.765	1.398	10.717	133.4	111.3	99.7	99.6
	1.5 kg 給与区	1.049	9.623	1.424	10.607	1.419	10.548	135.3	109.6	99.6	99.4
	3.0 kg 給与区	1.049	9.623	1.445	10.449	1.433	10.373	136.7	107.8	99.2	99.3
実 験 Ⅱ	対 照 区	1.340	11.560	1.686	12.925	1.672	12.747	124.8	110.3	99.2	98.6
	1.5 kg 給与区	1.340	11.560	1.644	12.693	1.638	12.624	122.2	109.2	99.6	99.4
	3.0 kg 給与区	1.340	11.560	1.601	12.452	1.589	12.307	118.6	106.4	99.3	98.8

### 3. 乳 量

試験期の7日間における1日当たりの平均乳量および4%脂肪修正乳量(FCM)を示すと第13表のとおりである。

乳量において実験Ⅰで乳牛間に影響があったが(P<0.05)、両実験とも飼料間では差は認めなかった。またFCM量は実験Ⅰにおいて乳牛間、時期間に影響があ

ったが (P < 0.05), 飼料間においては両実験とも差はなかった。

第12表 乾物体重比・粗繊維率 (試験 I)

区 分		乾物体重比 (%)	粗繊維量 (kg/日)	粗繊維率 (%)
実験 1	対 照 区	2.31	3.30	21.73
	1.5 kg 給与区	2.28	3.28	21.92
	3.0 kg 給与区	2.24	3.28	22.19
実験 2	対 照 区	3.20	3.28	21.27
	1.5 kg 給与区	2.90	3.83	23.32
	3.0 kg 給与区	3.14	3.93	22.01

第13表 乳量・FCM量 (試験 I)

区 分	乳 量 (kg)		FCM量 (kg)	
	実験 1	実験 2	実験 1	実験 2
対 照 区	10.61	20.55	9.81	19.13
1.5 kg 給与区	11.98	19.00	11.26	18.39
3.0 kg 給与区	12.06	19.95	10.89	18.50

4. 乳質 試験期7日間の乳脂率および無脂固形分率については第14表に示した。乳脂率においては、実験 I では各区分とも差はなく、実験 II では乳牛間に影響があった (P < 0.05) ほか飼料間において試験飼料給与区がやや低下する傾向があったが、有意な差ではなかった。無脂固形分率において実験 I では乳牛間の影響 (P < 0.05) の他は差は認めなかった。また実験 II においても各区分とも差は認めなかった。

第14表 乳脂率・無脂固形分率 (試験 I)

区 分	乳 脂 率 (%)		無 脂 固 形 分 率 (%)	
	実験 1	実験 2	実験 1	実験 2
対 照 区	3.43	3.88	8.35	7.89
1.5 kg 給与区	3.59	3.77	8.30	7.92
3.0 kg 給与区	3.34	3.51	8.15	7.84

第16表 第一胃汁性状

(試験 I)

区 分	pH	VFA量 (mM/dl)	V F A 組 成 (%)				A/P 比	
			酢 酸	プロピオン酸	酪 酸	吉草酸		
実験 1	対 照 区	7.13±0.23	5.54±1.34	71.17±2.14	14.03±1.23	12.23±1.70	2.57±0.86	5.10±0.57
	1.5 kg 給与区	7.16±0.38	6.06±0.41	70.80±2.60	14.40±1.10	12.80±0.78	1.90±1.13	4.94±0.54
	3.0 kg 給与区	6.90±0.17	5.92±2.24	71.97±1.76	14.13±1.08	12.23±0.83	1.67±0.12	5.12±0.54
実験 2	対 照 区	7.26±0.31	4.97±1.10	71.53±1.53	14.60±1.20	11.57±1.80	2.30±0.87	4.93±0.48
	1.5 kg 給与区	7.20±0.30	6.53±0.27	72.13±2.15	14.53±2.08	11.67±0.61	1.67±0.61	5.04±0.81
	3.0 kg 給与区	7.33±0.51	5.13±1.02	71.00±1.61	15.27±1.18	12.23±0.41	1.50±0.20	4.68±0.73

5. 粗効率 生産された牛乳中に転換された飼料中のエネルギーを知るための粗効率で検討した。その成績は第15表のとおりであるが、実験 I において乳牛間 (P < 0.05), 時期間 (P < 0.05) に影響があったが、他の要因では差はなかった。実験 II においてはいずれの要因も差はなかった。

体重について、試験期間中の推移を観察したが、両実験とも特に変動はなかった。

第15表 粗効率・体重 (試験 I)

区 分	粗 効 率 (%)		体 重 (kg)	
	実験 1	実験 2	実験 1	実験 2
対 照 区	17.18	28.19	655.0	560.7
1.5 kg 給与区	20.15	27.34	655.0	576.0
3.0 kg 給与区	19.82	28.21	659.3	565.3

6. 生理機能

(1) 第一胃汁の性状

第一胃汁の性状について、pHと低級脂肪酸 (VFA) を検討したところ、第16表に示すとおりである。

(実験 I) 胃液の pH は大部分は 6.8 ~ 7.0 の範囲にあり、各区分での差はなかった。その平均値は対照区 7.1, 1.5 kg 給与区 7.5, 3 kg 給与区 6.9 であった。総 VFA 量は対照区 5.4 mM/dl に対し、それぞれ 6.1 mM/dl, 5.9 mM/dl であったが、飼料間に差はなかった。VFA の組成についてもモル比でみると、酢酸は平均して対照区 71.2%, 1.5 kg 給与区 70.8%, 3 kg 給与区 72% であったが、プロピオン酸は相対的にそれぞれ 14%, 14.4%, 14.1% であったが、いずれも差は認められなかった。

したがって、酢酸対プロピオン酸比 (A/P 比) においてそれぞれ 5.1, 4.9, 5.1 と差はなく、また酪酸、吉草酸においても影響はみられなかった。酢酸、プロピオン酸、酪酸の比率はおおむね 5 : 1 : 0.9 であり、酢酸濃度がやや高い値となった。

## (実験Ⅱ)

pHは6.9~7.2が大部分で、やゝ実験Ⅰより高く、その平均値は対照区7.3, 1.5kg給与区6.5, 3kg給与区7.3であった。総VFA量は実験Ⅰとほぼ同量で、それぞれ5.0 mM/dl, 6.5 mM/dl, 5.1 mM/dlで、その差はなかった。

酢酸は対照区71.5%に対し、1.5kg給与区72.1%, 3kg給与区71%, と変わらなかったが、プロピオン酸もそれぞれ14.6%, 14.5%, 15.3%と同様に差はなかった。A/P比も4.9, 5.0, 4.7と同様に差は認められなかった。また酪酸, 吉草酸においても影響はみられず、各酸の比率はおおむね4.9:1:0.8であった。

## (2) 肝機能

血清蛋白質において実験Ⅰでは7.0~7.5%, 実験Ⅱでは6.6~7.6%の範囲で、いずれも正常値とみられ、各区間に差はなかった。また尿pHについてもそれぞれ8.2~8.5, 7.9~8.6の範囲で、正常の値であった(第17表)。

第17表 血清蛋白質・尿 (試験Ⅰ)

区 分		血清蛋白質 (%)	尿 pH
実験Ⅰ	対 照 区	7.43 ± 0.35	8.26 ± 0.12
	1.5 kg 給与区	7.30 ± 0.24	8.33 ± 0.12
	3.0 kg 給与区	7.23 ± 0.21	8.36 ± 0.12
実験Ⅱ	対 照 区	7.20 ± 0.35	8.27 ± 0.35
	1.5 kg 給与区	6.93 ± 0.16	8.30 ± 0.10
	3.0 kg 給与区	7.20 ± 0.52	8.16 ± 0.16

## (3) 健康状態

実験Ⅱにおいて、322号牛が3kg給与区で予備期の5日間軟便状態が続き、その後快復したが、飼料変更による一時的なものと思われ、アルコール廃液によるものか

は不明である。その他の乳牛においては何ら異常を認められず、発情, 受胎に影響はなかった。

## 試験Ⅱ

## 1. し好性

初めに、今回調製した試験飼料のし好性を明らかにするため、調製した試験飼料cおよびdの種類と対照飼料の市販乳牛配合飼料を用いて、1飼料当り14頭, 3飼料計42頭について、1頭当り500g摂取速度を測定した。その結果を示すと第18表のとおりである。このように摂取に要した時間は、試験飼料c, dとも対照の配合飼料に劣るといふ有意な差はなく採食した。

第18表 し好性試験 (試験Ⅱ)

区 分	平均値	標準偏差	変動係数
対 照 区	2分57秒	1分09秒	39.0
飼料c区	4分07秒	2分24秒	58.4
飼料d区	2分47秒	1分06秒	39.4

## 2. 飼料摂取状況

飼料摂取量は第19表に示した。試験期における平均採食率は、TDN値では対照区95.5%, 飼料c区95.9%, 飼料d区95.8%で、その区間において有意な差は認められなかった。また日本飼養標準の必要量に対する平均摂取率は、DCP値は対照区109.9%, 飼料c区109.3%, 飼料d区108%であり、TDN値はそれぞれ100.6%, 98.4%, 97.5%となり、ほぼ必要量を満たした。

乾物体重比および粗繊維率を第20表に示したが、1日1頭当りの平均乾物体重比は対照区3.3%, 飼料c区3.3%, 飼料d区3.2%とほぼ適正な摂取であった。

また粗繊維の摂取量は、それぞれ3.1kg, 3.2kg, 3.2kg

第19表 飼料摂取量

(試験Ⅱ)

区 分	牛群	必要養分量(kg/日)		給与養分量(kg/日)		摂取養分量(kg/日)		摂取率(%)		採食率(%)	
		DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN	DCP	TDN
対 照 区	牛群A	1.448	12.142	1.645	12.784	1.564	12.147	108.5	100.2	95.2	95.2
	牛群B	1.448	12.142	1.645	12.784	1.598	12.224	110.6	100.8	97.2	95.6
	牛群C	1.448	12.142	1.645	12.784	1.596	12.246	110.5	100.9	97.1	95.8
	平 均	1.448	12.142	1.645	12.784	1.586	12.206	109.9	100.6	96.5	95.5
飼料c区	牛群A	1.448	12.142	1.634	12.461	1.533	11.661	106.1	96.1	93.8	93.6
	牛群B	1.448	12.142	1.634	12.461	1.605	12.114	111.1	99.8	98.2	97.3
	牛群C	1.448	12.142	1.634	12.461	1.598	12.048	110.6	99.2	97.8	96.7
	平 均	1.448	12.142	1.634	12.461	1.579	11.941	109.3	98.4	96.6	95.9
飼料d区	牛群A	1.448	12.142	1.615	12.346	1.562	11.826	108.3	97.6	96.8	95.9
	牛群B	1.448	12.142	1.615	12.346	1.560	11.774	108.0	97.0	96.6	95.4
	牛群C	1.448	12.142	1.615	12.346	1.557	11.876	107.6	97.8	96.4	96.2
	平 均	1.448	12.142	1.615	12.346	1.560	11.825	108.0	97.5	96.6	95.8

となり、その粗繊維率は18.7%、19.3%、19.2%となったが、いずれも有意な差は認められなかった。

第20表 乾物体重比・粗繊維率 (試験Ⅱ)

区 分		牛群A	牛群B	牛群C	平均
乾物体重比(%)	対照区	3.29	3.34	3.26	3.30
	飼料c区	3.24	3.36	3.24	3.28
	飼料d区	3.28	3.12	3.28	3.23
粗繊維量(kg)	対照区	3.05	3.12	3.18	3.12
	飼料c区	3.15	3.24	3.17	3.19
	飼料d区	3.20	3.15	3.11	3.15
粗繊維率(%)	対照区	18.31	18.62	19.10	18.68
	飼料c区	19.52	19.32	19.04	19.29
	飼料d区	19.43	19.18	19.06	19.22

### 3. 乳量

試験期の7日間における1日当りの平均乳量およびFCM量を示すと第21表のとおりである。乳量において乳牛間、乳期間に影響があったが(P < 0.05)、飼料間では有意な差は認めなかった。FCM量においても同様な結果であった。

第21表 乳量・FCM量 (試験Ⅱ)

区 分		牛群A	牛群B	牛群C	平均
乳量(kg)	対照区	20.15	24.35	18.07	20.86
	飼料c区	16.31	24.15	20.64	23.70
	飼料d区	19.60	20.84	20.32	20.25
FCM量(kg)	対照区	17.38	22.32	17.09	18.93
	飼料c区	14.93	21.18	18.94	18.35
	飼料d区	18.09	18.53	18.67	18.43

### 4. 乳質

試験期7日間の乳脂率は各区間に有意差はなく、また無脂固形分率においては牛群間で影響(P < 0.05)があったが、他における有意な差はなかった(第22表)。

### 5. 粗効率・体重

粗効率の成績は第23表のとおりである。牛群間、乳期間の影響がある(P < 0.05)ものの、飼料間において有

意な差は認めなかった。体重については特に大きい変動はなく推移した。

第22表 乳脂率・無脂固形分率 (試験Ⅱ)

区 分		牛群A	牛群B	牛群C	平均
乳脂率(%)	対照区	3.08	3.45	3.64	3.39
	飼料c区	3.27	3.17	3.45	3.30
	飼料d区	3.49	3.47	3.46	3.47
無脂固形分率(%)	対照区	7.81	7.91	8.06	7.93
	飼料c区	7.99	7.72	8.02	7.91
	飼料d区	7.92	7.65	8.07	7.88

第23表 粗効率・体重 (試験Ⅱ)

区 分		牛群A	牛群B	牛群C	平均
粗効率(%)	対照区	26.81	34.22	26.21	29.11
	飼料c区	23.46	34.23	29.30	28.99
	飼料d区	28.74	29.36	29.66	29.25
体重(kg)	対照区	512.5	503.5	523.0	513.0
	飼料c区	506.0	501.5	520.0	509.2
	飼料d区	509.5	527.5	544.0	527.0

### 6. 生理機能および健康状態

#### (1) 第一胃汁の性状

第一胃汁の性状についてpHとVFAを検討したところ第24表に示すとおりであった。pHについては各区間に差はなく、その平均は対照区6.6、飼料c区6.8、飼料d区6.5であり、その範囲の大部分は6.4~7.1であった。総VFA量は対照飼料に較べて試験飼料は若干高い傾向にあり、その値は平均してそれぞれ7.6<sup>mM/dl</sup>、8.4<sup>mM/dl</sup>、8.2<sup>mM/dl</sup>であったが、その範囲は5.2~12.4<sup>mM/dl</sup>で、各飼料間に有意差はなかった。VFAの組成についてモル比で見ると、酢酸は平均して対照区70.1%、飼料c区69.6%、飼料d区68.3%であり、プロピオン酸は相対的にそれぞれ16.6%、17.7%、18.3%となったが、いずれも各区において有意なものではなかった。したがってA/P比は4.4、4.0、3.7となった。酪酸、吉草酸においても影響はみられなかった。酢酸、プロピオン酸、酪酸の組成比は各区ともおおむね4:1:0.7であり、適正值より酢酸

第24表 第一胃汁性状

(試験Ⅱ)

区 分	pH	VFA量 ( <sup>mM/dl</sup> )	V F A 組 成 (%)				A/P比
			酢 酸	プロピオン酸	酪 酸	吉草酸	
対照区	6.62±0.31	7.56±1.64	70.05±4.28	16.57±3.01	11.85±0.98	1.42±0.68	4.39±1.11
飼料c区	6.78±0.28	8.35±2.68	69.65±2.59	17.72±2.26	11.02±1.22	1.45±0.61	4.00±0.21
飼料d区	6.52±0.31	8.16±1.70	68.25±2.96	18.30±1.17	11.92±1.40	1.52±0.71	3.74±0.40

は高く、酪酸はやゝ低い値であった。

### (2) 肝機能

血清蛋白質は6.4~7.3%、尿 pHは7.8~8.5の正常値であった(第25表)。

第25表 血清蛋白質・尿

区 分	血清蛋白質 (%)	尿 pH
対 照 区	6.77±0.33	8.10±1.51
飼料 c 区	6.75±0.43	8.07±0.37
飼料 d 区	6.97±0.13	8.25±0.31

### (3) 健康状態

試験期間中の乳牛の健康状態を観察したところ、いずれの区においても軟便、下痢、食欲不振等の異常は認められず、また繁殖生理に影響を与えることはなかった。

## 考 察

1. 供試飼料の成分分析により栄養化を算定した。飼料 a はグルテンフィードを60%配合しているため乾物中の DCP は16.6%と高く、TDNは76%と推算された。飼料 b はグルテンフィードを減らし、コーンコブミールを20%配合したことにより、乾物中の DCP は10.6%となったが、TDNは67.2%と低くなった。また試験 I の結果にもとづいてコーンコブミールの多量配合は栄養価を低下させることから、飼料配合を検討し、飼料 c および飼料 d を調製した。コーングルテンフィードを50%配合した飼料 c、d は乾物中で DCP において両飼料とも14%前後であるが、コーンジャーム粕を10%配合した飼料 c は TDN において74%前後で、みかんジュース粕や粟外皮、大麦外皮を混合した飼料 d は73%と変らなかった。

なおアルコール蒸留廃液は、水分が45%に濃縮されたもので、原物では粗蛋白質が6%内外、可溶無窒素物45%前後、粗灰分が14.3%と高く、粗脂肪は少ない。これは矢野ら<sup>19,20)</sup>の報告している分析値に類似するものであった。糖密を原料とする MDD S は穀類を原料とするものより粗蛋白質は著しく少なく、12~13%で、無機含量はかなり多く、14%以上であり、その TDN はかなり低い<sup>8)</sup>。さらに矢野ら<sup>20)</sup>は廃液の消化性を検討し、粗蛋白質0%に近く、粗脂肪約100%、可溶無窒素物91.1%粗繊維10%の消化率で、粗脂肪と可溶窒素物は高いと報告している。

2. 保存性については、飼料 a について吸着素材としてのグルテンフィードの利用はアルコール廃液の多量吸着によりビニール袋詰の堆積貯蔵において塊状化がみられ

たが、コーンコブミールを加えたことにより飼料 b は塊状化は防止され、配合飼料と混和し易くなった。飼料 c、d とも保存は良好で、堆積保存にもわずかな塊状化しかみられず、ある程度の発酵状態が持続しており、長期貯蔵に耐えられるものであった。これは廃液中に2~3%のアルコールが含有されることから防ばい的作用によるものであろうと推察された。

3. し好性については、アルコール蒸留廃液(MDCS)は糖密を原料とするため、糖密臭を有し、概して風味は良く、し好性は良いようである。

木場ら<sup>11)</sup>は廃液(水分93%以上)を稲わらと乾草に浸漬したものを調製して給与したところ、25kg以上の摂取量で、廃液のし好性は良好であったと述べている。

また大原ら<sup>17)</sup>は廃液をグレイン・スクリーニングに吸着させたものを乾燥調製した飼料を給与し、摂取速度を測定したところ、ぬか類を主体とした配合飼料に対し、幾分劣った結果を得たが、飼料の馴れにより漸次し好性が高まると述べている。

試験 II において、グルテンフィードを主体とした各種粕類にアルコール廃液を吸着させたものを調製して、市販配合飼料と比較して給与し、その摂取速度によりし好性を判定したが、一部個体的に差はあるものゝ全般的には特に問題はなかった。また飼料摂取量からみた採食率では DCP、TDN の各値とも変りはなかった。

飼料の急変による一般的な摂餌態度の変化は一部の乳牛においてみられるが、徐々に増量して、ある程度の馴致期間をおくことにより防止できると思われ、アルコール廃液調製飼料そのものゝ影響は少ないようである。

4. 飼料摂取状況についてみると、全飼料の給与養分量に対する摂取養分量、つまり採食率において TDN 値で飼料 a および b の給与実験において、両実験とも99.4%~99.9%の範囲にあり飼料 a、b そのものについてはほぼ全量採食された。

また飼料 c および d においても、採食率は TDN 値で93.6~97.3%であり、飼料 c、d についてはほぼ同様に全量採食され、し好性は良いものと解された。

さらに体重に対する乾物の割合を算出したが、飼料 a 給与実験において乾草の採食が悪く、約2.3%と低かったが、飼料 b では約3.0%であった。飼料 c および d の給与試験では約3.3%となり、2.5~3.5%の適正值に近似していた<sup>12)</sup>。

粗繊維率については、乳質維持の最低限とされる13%が示されている<sup>12,18,23)</sup>が、飼料 a および b において粗繊維量が3kg以上、粗繊維率では21%以上維持されており、飼料 c、d についても3kg以上、18%以上であった。

### 5. 牛乳生産



アルコール廃液が乳量に及ぼす影響については、木場ら<sup>7)</sup>は他の類似飼料に比較してやゝ劣ると報告しているが、大原ら<sup>17)</sup>、瓦井ら<sup>6)</sup>は乳量およびFCM量において悪影響はないと述べている。今回の試験においては1日当りの平均乳量は飼料a給与実験で対照飼料10.6kg, 1.5kg給与区12kg, 3kg給与区12.1kgで、飼料b給与実験ではそれぞれ20.6kg, 19kg, 20kgであったが、いずれも差は認められなかった。

また対照飼料に対して飼料cおよび飼料dの影響を検討したが、それぞれ20.9kg, 23.7kg, 20.3kgと差はなかった。

FCM量においても飼料aおよびbの両実験とも乳量と同様対照飼料に対して有意な差はなかった。また飼料cおよびdは対照飼料と同様の産乳効果を示した。

このように乳量およびFCM量において飼料aおよびbは3kg程度の給与では、配合飼料に較べて何ら影響はないものと思われた。さらに飼料cと飼料dについて配合飼料と比較した場合においても特に差はなく採食し、同様な結果を得た。

牛乳の生産効率を知るため粗効率を検討すると、対照飼料と飼料aおよびbの量的給与の比較において飼料a給与実験では対照区17.2%, 1.5kg給与区20.2%, 3kg給与区19.8%と泌乳後期であったため低く、飼料b給与実験ではそれぞれ28.2%, 27.3%, 28.2%となったが、両実験とも有意な差は認められなかった。配合飼料と飼料cおよびdとの比較においては、29.1%に対し、29%, 29.2%とはゞ類似した値であり、差は認められなかった。

国内平均は27.7±4.3%<sup>11)</sup>とされており、飼料a給与実験の値を除いてはゞ同様の範ちゅうにあった。

## 6. 乳質

乳脂率においては、飼料a給与実験で配合飼料の3.4%に対し、1.5kg給与区で3.6%, 3kg給与区で3.3%となり、また飼料b給与実験でそれぞれ3.9%, 3.8%, 3.5%となったが、いずれも量的な給与による影響はなかった。配合飼料に対する飼料cおよびdの比較においてはその差はなく、それぞれ3.4%, 3.3%, 3.5%であった。

無脂固形分率においては、飼料a給与実験で配合飼料8.4%, 1.5kg給与区8.3%, 3kg給与区8.2%, 飼料b給与実験でそれぞれ7.9%, 7.9%, 7.8%となったが、いずれも配合飼料に比較して量的影響は認められなかった。さらに飼料cおよびdの給与において配合飼料の7.9%に対し、7.9%, 7.9%と全く影響はみられなかった。

このように乳脂率および無脂固形分率に対して悪影響はないことが認められたことは他の報告<sup>6,7)</sup>と同じくするものである。

## 7. 生理機能

アルコール廃液を与えた場合の第一胃内VFA発生についての報告は少なく、わずかに瓦井ら<sup>6)</sup>が述べているに過ぎないが、廃液添加稲わらサイレージを養分要求量の30%与えたところ、酢酸比率が低く、酪酸比率が高くなったというが、これはサイレージの品質に問題があるようであり、明らかでない。

今回の試験においては、とくに第一胃液の生理機能に対する影響を調べた。第一胃液の性状について、胃液pHとVFA産生を検討した。胃液pHについては正常値は6.8±0.2とされており<sup>10)</sup>、今回の供試飼料の給与試験においては飼料a, b給与実験では6.8~7.2の範囲で、飼料c, d給与実験では6.5~6.8とやゝ低かったが、いずれも飼料間での差は認められなかった。平均VFA量は飼料a, b給与実験において各実験の平均値が5.0~6.5 mM/dtであったが、飼料c, d給与実験では7.6~8.4 mM/dtと、やゝ前回より高かった。さらにVFAの組成をモル比でみると、両試験を通じて酢酸産生は68%~72%の範囲のものが大部分であったが、プロピオン酸は飼料a, b給与実験で14%~15.3%に対し、飼料c, d給与実験では16%~18%とやゝ高く産生されたが、いずれの試験においても対照飼料に較べてその差はなかった。

ルーメン液中の酢酸とプロピオン酸の比率(A/P比)は、その大きさは確定されているとはいえない<sup>15)</sup>ともいわれ、またその平均値は<sup>38</sup>28%であり、粗飼料水準が高くなるにつれその比は大きくなるという<sup>18)</sup>。

VFA組成モル比の目安とされているA/P比が飼料a, b給与実験において4.7~5.1と高く、飼料c, d給与実験ではプロピオン酸濃度がやゝ高いため3.7~4.4となったが、平均4前後で正常範囲であろう。

ルーメン内VFA組成は酢酸、プロピオン酸、酪酸のモル比が3:1:1位とされている<sup>9)</sup>が、飼料a, b給与実験が約5:1:0.9、飼料c, d給与実験が4:1:0.7となったが、A/P比同様に酢酸モル比が高かった。

これらの結果により今回の試験では酢酸モル比率が高く、したがってA/P比も高くなったことは、粗飼料給与が適正であり、乾物摂取および粗繊維摂取も多いからと考えられる。このVFA産生状態から推察すると、アルコール廃液の与える影響は全くなく、むしろ第一胃内VFA発生恒常化には安定した働きがあることがうかがえる。血清蛋白質および尿性状から肝機能の一部について検査したが、いずれの試験においても生化学的動きに変化はなかった。森本ら<sup>8)</sup>は加里の多量混在による緩下の症状がみられると述べているが、試験期中の乳牛の健康状態を観察したところ、飼料b給与実験において予備期間中の一時的な軟便症状の乳牛を除いて他の乳牛は食

欲不振，下痢等は全くなく，発情，受胎等繁殖生理上の影響はなかった。

## 結 論

アルコールそのものゝ影響と合せて，その廃液中に含まれる酵母，無機物，ビタミン類，アミノ酸源の存在が家畜の飼料として利用価値を高めてきた事実は文献にて知るところである。その手段は異なるが，廃液を直接利用出来ない濃縮廃液も吸着素材を検討することによって廃液のもつ性質を助長したり，補正することが出来，その栄養価を調節することは可能である。今回の試験も単味で利用しにくい乾燥粕類を吸着素材として取上げ，その特性である吸湿性と変化のある栄養価により組合せ飼料を調製し，アルコール廃液を28～33.5%吸着させた1日当りの実質アルコール廃液の給与量は0.8～1.1kgになるが，このようにして配合調製した4種の供試飼料を濃厚飼料の一部代替として行った飼養試験において，アルコール廃液は乳牛の嗜好性も良好で，乳量，乳質に何ら影響を与えるものではなかった。さらに緩下的症状の発生は本試験期において皆無であり，肝機能や第一胃汁性状も安定していた。コストの面からいっても原料が比較的安価な粕類を使用していることから，市販配合飼料の代替として十分利用できるものと考えられる。

## 摘 要

糖密を原料としたアルコール蒸留廃液(MDCS)28.0～33.5%をグルテンフィード，コーンコブミール，みかんジュース粕等を主体とした各種粕類に吸着させた4種類の飼料を調製した。これらの飼料を分娩時期等の類似したホルスタイン種経産牛に对照の市販配合飼料と共に産乳飼料として給与し，その嗜好性，泌乳，乳質および生理機能に及ぼす影響を検討した。

1. 供試飼料中，アルコール廃液を含有する試験飼料a, b, c, dについての成分分析は次のとおりである。

原物中粗蛋白質は飼料cが16%とやゝ高く，他は13～15%であったが，粗脂肪は約1%以上，可溶無窒素物は46%内外，粗繊維は飼料aの5.1%を除いて7%以上であった。また水分が21～24%内外であり，セミモイストタイプの流通飼料として適しているものと思われる。その栄養価を算定したところ，乾物中飼料aはDCP 16.6%，TDN 76.0%，飼料bはDCP 10.6%，TDN 67.2%であった。また飼料cはDCP 14.0%，TDN 73.7%，飼料dはDCP 13.7%，TDN 72.7%であったが，飼料bはDCP，TDNとも低かった。

2. 保存性はグルテンフィードに多量吸着させた飼料aは，堆積貯蔵による塊状化がみられたが，他の飼料は配

合飼料との混和が容易であり，アルコール含有による防ばい作用により長期貯蔵が可能であった。

3. 嗜好性については，糖密臭を有するため概して良好である。給与試験に入る前にアルコール廃液の嗜好性を明らかにするため，一定量を給与して摂取に要した時間を調査したところ，試験飼料c, dは对照飼料に較べそん色なく採食し，有意な差は認められなかった。

4. 飼料摂取量を調査したところ，採食率において各試験飼料はDCP, TDNとも各区で変わらず，また必要養分量に対する平均摂取率もDCP, TDNともほぼ満たされた。乾物体重比は飼料a給与実験において乾草の採食が悪く，平均2.3%であった以外は3.0%以上であった。また粗繊維摂取量は両試験とも3.0kg以上，粗繊維率は18%以上で維持された。

5. 産乳性および乳質

乳用牛延12頭を供与し，4種類の飼料について3×3ラテン方格法により泌乳試験を行った。飼料a, b給与試験において对照の乳牛配合飼料の代替としてそれぞれ1.5kg, 3kgを置き換えた結果，その量的給与による乳量FCM量，乳脂率，無脂固形分率，粗効率については差は認められなかった。

飼料c, d給与試験においては，配合飼料を对照飼料とし，飼料c, dを最高3.5kg代替して比較したが，飼料aおよびbと同様乳量，FCM量，乳脂率，無脂固形分率および粗効率については差は認められなかった。

6. 健康状態および生理機能

嗜好性試験および本試験期間中において乳牛の健康状態，特に緩下的症状はみられず，繁殖生理も正常であった。ルーメン生理への影響を調査したところ，VFA産生は正常な範囲で行われており，その組成モル比は飼料a, b給与において酢酸5：プロピオン酸1：酪酸0.9，飼料c, d給与においてそれぞれが4：1：0.7といずれも酢酸濃度が高かった。

これらのように糖密アルコール発酵濃縮廃液(MDCS)を乾物換算で0.6kg程度吸着させた飼料は乳牛への悪影響は起らず，産乳飼料として価値あることがうかがえた。

終りにのぞみ，本試験にあたって原料，調製など種々の御援助，御協力をいただいた宝酒造株式会社技術部および同社補工場の皆様に深甚な謝意を表す。

## 引用文献

- 1) 天野久敬，水沼潔，金井吉雄(1965)：アルコール蒸留廃液の飼料化について(その1)，醸酵協会誌，23(4)，177～181

- 2) 天野久敬, 水沼潔, 金井吉雄 (1965) : アルコール蒸留廃液の飼料化について (その2), 醗酵協会誌, 23, (5), 223 ~ 230
- 3) 天野久敬, 水沼潔, 金井吉雄 (1965) : アルコール蒸留廃液の飼料化について (その3), 醗酵協会誌, 23, (7), 325 ~ 331
- 4) 天野久敬, 田村仟, 五十嵐康夫, 安田弘太郎, 生方清 (1966) : アルコール蒸留廃液の飼料化について (その4), 24, (3), 98 ~ 103
- 5) 天野久敬 (1966) : アルコール蒸留廃液の飼料化について (講演要旨), 24, (12), 531 ~ 535
- 6) 瓦井哲夫, 田島敏夫, 前之園孝光, 木下善満, 田中農夫幸 (1978) : アルコール廃液濃縮添加稲わら醗酵飼料価値に関する試験, 千葉県畜産センター研究報告, 2, 7 ~ 15
- 7) 木場俊太郎, 吉里敏明, 水島隆, 重森正美, 林明任, (1968) : 乳牛に対するアルコール蒸留廃液の給与試験, 畜産の研究, 22, (9), 1225 ~ 1226
- 8) 森本宏 (1968) : 飼料学, 養覽堂
- 9) 中村信孝 (1976) : ヘイキューブによる乳牛飼料改善の効果, 畜産の研究, 30, (10), 42
- 10) 中村良一, 米村寿男, 須藤恒二 (1973) : 牛の臨床検査法, 農山漁村文化協会
- 11) 農林省畜産試験場 (1964) : 農林省畜産試験場特別報告, 4, 15 ~ 22
- 12) 農林省農林水産技術会議編 (1974) : 日本飼養標準 : 乳牛, 1974年版, 中央畜産会
- 13) 農林省農林水産技術会議編 (1975) : 日本標準飼料成分表, 1975版, 中央畜産会
- 14) 大原久友 (1965) : 反芻家畜におけるアルコールを利用した飼料の栄養学的研究 (第1報), 醗酵協会誌, 23, (5), 217 ~ 222
- 15) 大原久友 (1965) : 反芻家畜におけるアルコールを利用した飼料の栄養学的研究 (第2報), 醗酵協会誌, 23, (7), 312 ~ 319
- 16) 大原久友 (1966) : 反芻家畜におけるアルコールを利用した飼料の栄養学的研究 (講演要旨), 醗酵協会誌, 24, (12), 531 ~ 535
- 17) 大原久友 (1971) : アルコール廃液濃縮液を利用した飼料による乳牛飼養試験, 醗酵協会誌, 29, (7), 344 ~ 352
- 18) 栃木県酪農試験場 (1975) : 濃厚飼料多給の生理的限界究明に関する試験, 栃木県酪試資料第96号
- 19) 矢野武, 堀井和男, 尾崎浅一郎 (1969) : 醗酵工業の廃液とくにアルコール蒸留廃液の飼料的利用について, 醗酵協会誌, 27, (4-5), 135 ~ 164
- 20) 矢野武, 堀井和男, 大原久友, 安宅一夫 (1971) : アルコール廃液濃縮物の乳牛・羊による消化性に関する研究, 醗酵協会誌, 29, (5), 240 ~ 244
- 21) 吉田正純, 小石川常吉, 竹間五郎, 石井徳蔵, 浜田寛, 志賀勝治, 山本藤五郎 (1968) : 牛乳無脂固形分率の迅速定量法に関する研究, 農林省畜産試験場研究報告, 16, 7 ~ 16
- 22) 吉田実 (1975) : 畜産を中心とする実験計画法, 養覽堂
- 23) 全国乳質改善協会 (1979) : 生乳成分の変動要因と改善対策