

Series C(Animal Industry) No. 11

November 1991

ISSN 0286-3049

BULLETIN
OF
THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

(Chikushino, Fukuoka 818 Japan)

福岡県農業総合試験場研究報告

C (畜産) 第11号

平成3年11月

福岡県農業総合試験場

(福岡県筑紫野市大字吉木)

福岡農総試研報
Bull. Fukuoka
Agric. Res. Cent.

福岡県農業総合試験場研究報告

C (畜産) 第11号 目次

1	市販牛乳の風味及び嗜好性 磯崎良寛・家守紹光・城内 仁	1
2	複合ラグーン式豚舎汚水処理施設の実態調査 高椋久次郎・浅田研一・徳満 茂	5
3	牛体外受精卵の大量作出技術 第1報 個体別に採取した卵子の胚盤胞への発育能 大崎順子・上田修二・田口清実	9
4	牛体外受精卵の大量作出技術 第2報 体外受精における卵巢提供牛の品種の違いについて 上田修二・大崎順子・田口清実	13
5	大ヨークシャー種系統豚の組合せ検定 第1報 三元雑種(WL・D)肉豚の産肉性及び肉質 投野和彦・大和碩哉・古賀康弘	17
6	西南暖地の暑熱環境下での豚の飼料摂取促進技術 第1報 肥育豚に対する低蛋白質飼料へのリジンの添加効果 大和碩哉・投野和彦・古賀康弘	21
7	無窓鶏舎における褐色卵鶏の低コスト飼養管理技術 第3報 群飼ケージの適正収容方法 小野晴美・浅田研一・福田憲和	25
8	添加剤を用いた良質サイレージの調製技術 第1報 各種乳酸菌添加剤中の乳酸菌数と添加サイレージの発酵品質 柿原孝彦・荒 智	29
9	添加剤を用いた良質サイレージの調製技術 第2報 乳酸菌と糖の添加によるサイレージ発酵の推移 柿原孝彦・福田誠実	35
10	主要トウモロコシ品種の群別特性 馬場武志・福田誠実・柿原孝彦	39
11	各種成分分析法に基づく牛用飼料の繊維成分 1 粗飼料及び製造粕類, 穀類のOCW, ADF, CF成分の比較 津留崎正信・棟加登きみ子	43

BULLETIN OF THE
FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
Series C (ANIMAL INDUSTRY) No.11
CONTENTS

- 1 Factors Affecting Flavor and Consumer Acceptance of Commercial Milk Beverages
ISOZAKI Yoshihiro, Tsugumitsu KAMORI and Hitoshi JONAI 1
- 2 A Compound Lagoon System for Treatment of Swine Waste Water
TAKAMUKU Kyujiro, Ken-ichi ASADA and Shigeru TOKUMITSU 5
- 3 Studies on the Production of Bovine Embryos Derived from Oocytes Fertilized in Vitro
 - (1) Production of Bovine Blastocysts Derived from Individual Cows
OSAKI Junko, Shuji UEDA and Kiyomi TAGUCHI 9
- 4 Studies on the Production of Bovine Embryos Derived from Oocytes Fertilized in Vitro
 - (2) Effects of the Breed of Donor on in Vitro Fertilization of Bovine Oocytes
UEDA Shuji, Junko OSAKI and Kiyomi TAGUCHI 13
- 5 Nicking Test of the Large White Strain Pig
 - (1) Meat Production and Meat Property of Triple Cross (WL·D) Pigs
NAGINO Kazuhiko, Hiroya YAMATO and Yasuhiro KOGA 17
- 6 The Methods for Increasing the Level of Feed Intake of Pigs in Summer Term
 - (1) Effects of Lysine Supplemented with Low-Protein Diets on Pigs
YAMATO Hiroya, Kazuhiko NAGINO and Yasuhiro KOGA 21
- 7 Management for Saving Egg Production Cost for Brown Egg Strain in Windowless Poultry House
 - (3) The Influences of Housing Density, Poultry House's Structure and Cage Width for Hen on Growing Chicks and Egg Production
ONO Harumi, Ken-ichi ASADA and Norikazu FUKUDA 25
- 8 High Quality Silage-making with the Additives
 - (1) Number of Lactic Acid Bacteria in Some Additives and Quality of Inoculated Silage
KAKIHARA Takahiko and Satoshi ARA 29

9	High Quality Silage-making with the Additives	
	(2) Fermentation Changes During Ensilage by Lactic Acid Bacteria Inoculation and Glucose Addition	
		KAKIHARA Takahiko and Narumi FUKUDA 35
10	Group Characteristic of Major Corn Varieties	
		BABA Takeshi, Narumi FUKUDA and Takahiko KAKIHARA 39
11	Fiber Fractions of Various Feeds for Cattle Based on Several Chemical Methods	
	I A Comparison of OCW, ADF, CF Content in Forages, Byproduct Feeds and Grains	
		TSURUSAKI Masanobu and Kimiko MUNEKADO 43

市販牛乳の風味及び嗜好性

磯崎良寛*・家守紹光・城内 仁
(畜産研究所大家畜部)

牛乳の香り、食味及び嗜好性に影響する要因を明らかにするため、市販されている牛乳及び加工乳の官能検査を実施した。

- 1 成分無調整牛乳(乳脂率, 無脂固形分率: 3.57%, 8.66%), 低脂肪牛乳(0.87%, 9.99%)及び濃厚牛乳(4.25%, 8.91%)の比較では, 成分無調整牛乳が低脂肪牛乳及び濃厚牛乳より香りは強く, 濃さ, 甘味及び後味は弱かった。また, 低脂肪牛乳の嗜好性は, 成分無調整牛乳及び濃厚牛乳より低い傾向にあった。
- 2 殺菌処理温度と殺菌時間の異なる牛乳の比較では, 低温殺菌牛乳(65℃, 30分殺菌)は高温殺菌牛乳(132℃, 2秒殺菌及び138℃, 2秒殺菌)より香り及び食味が劣り, 嗜好性も低かった。また, 普通牛乳(132℃, 2秒殺菌)は, LL牛乳(138℃, 2秒殺菌, 無菌充填)より嗜好性が高かった。
- 3 最も日常的に飲用されている市販牛乳は, 高温殺菌処理された成分無調整牛乳であり, その味覚が定着し, このことが嗜好性にも影響している。

[Key words: milk, flavor, palatability, sensory evaluation]

緒 言

現在, 消費者の食品に対する志向は, 健康や自然食品など, 多様化の様相を呈しており, 従来, 栄養食品として求められてきた牛乳についても, 消費ニーズに対応し, 様々な商品が市販されている。

一方, 酪農生産現場においては, 個体当たりの乳量の増加による生産コストの低減を図るとともに, 乳成分の向上等により, さらに高品質な牛乳生産を目指している。

このような状況の中で, 今後は, 酪農生産現場においても, 風味の優れた牛乳を生産して, その商品価値を高める必要がある。

しかし, 国内における牛乳の風味に関する知見は乏しく, 現時点では風味の優れた牛乳とはどのようなものかも明確ではない。

そこで, 本研究では, 市販の牛乳及び加工乳の官能検査を実施することにより, 牛乳中の成分及び殺菌方法が, 牛乳の風味及び嗜好性に及ぼす影響について検討した。

試 験 方 法

1990年10月5日から12月17日の間に, 同時に購入した同一メーカーの牛乳及び加工乳について, 官能検査を実施した。

* 現農政部畜産課

1 供試試料

(1) 調査I 乳成分の違いが食味及び嗜好性に及ぼす影響

成分無調整牛乳(以下普通牛乳), 低脂肪牛乳及び濃厚牛乳について, 官能検査を実施した。

(2) 調査II 殺菌方法の違いが食味及び嗜好性に及ぼす影響

132℃, 2秒間殺菌牛乳(以下高温殺菌牛乳), 65℃, 30分間殺菌牛乳(以下低温殺菌牛乳)及び138℃, 2秒間殺菌後に無菌充填した常温保存可能なLL牛乳について, 官能検査を実施した。

2 官能検査員(パネル)及び検査方法

福岡県農業総合試験場畜産研究所の職員を中心として, 調査Iでは延べ73名, 調査IIでは延べ79名のパネルを用いた。

官能検査は普通の実験室内で, 順位法¹⁾により以下の手順で行った。

3桁の乱数でラベルした200mlのガラス製コップに, 供試乳を約50~70ml入れ, 12~15℃で検査時まで保管した。

また, ランダムな順序で1セットとした3種類の供試乳をパネルに呈示し, 香り, 濃さ, 甘味, 後味の強さ及び好ましきについての順位を調査した。

3 供試牛乳の成分分析

各供試乳の乳脂率, 乳蛋白率及び乳糖率は, ミルクスキャン(FOSS ELECTRIC社製)により測定した。

4 統計分析

パネルの順位判定が一致しているかについては、KENDALLの一致性係数のW検定⁴⁾で判定した。

また、各試料のそれぞれの調査項目についての順位が有意に小であるか大であるかについては、KRAMERの検定表³⁾により判定した。

結果及び考察

1 供試乳の成分

各供試乳の乳成分を、第1表に示した。

調査Iの3種類の供試乳は、明らかに乳成分が異なっていた。即ち、成分無調整の普通牛乳に比べて、低脂肪牛乳は乳脂率が0.87%と非常に低く、乳蛋白率(3.90%)及び乳糖率(5.24%)が高かった。また、濃厚牛乳は普通牛乳より乳脂肪について0.68%、乳蛋白質について0.28%強化されていた。

一方、調査IIの3種類の供試乳については、LL牛乳が高温殺菌牛乳及び低温殺菌牛乳より乳脂率が0.19%及び0.13%高かった。それ以外は、各乳成分に大きな差はなかった。

2 官能検査結果

(1) 調査I 乳成分の違いが食味及び嗜好性に及ぼす影響

官能検査の結果を、第2表に示した。普通牛乳は低脂肪牛乳及び濃厚牛乳に比べて香りが強かった。

牛乳の香気成分は硫化メチルを主体に、約400種類の微量の低分子揮発性物質が複雑に絡み合って形成されている¹⁾。本試験において、低脂肪牛乳及び濃厚牛乳は乳成分の調整加工処理が行われたことにより、牛乳本来の香りを有する普通牛乳に比べて、香りが弱く感じられたと推察される。

濃さ、甘味及び後味については、普通牛乳が低脂肪牛乳及び濃厚牛乳より弱かった。乳脂肪分がほとんどなく、無脂固形分率が高い低脂肪牛乳が、成分無調整である普通牛乳より食味が優れていたことから、無脂固形分は乳脂肪より食味に及ぼす影響が大きいと思われる。

甘味については、低脂肪牛乳、濃厚牛乳、普通牛乳の順に強かった。低脂肪牛乳の甘味が強いのは、乳糖含量の多さに起因すると考えられる。普通牛乳と濃厚牛乳は乳糖含量が同程度にもかかわらず、濃厚牛乳の方が甘味が強いことから、牛乳の甘味には、乳糖以外の要因も関与している可能性が示唆された。

牛乳中の乳脂率及び無脂固形分率の調整が、消費者の風味感及び嗜好性に及ぼす影響については、1950~1960年代にアメリカで詳しく調査されている。DEVERO²⁾はそれらの結果を総括して、乳脂肪を添加するより無脂固形分を添加した方が、牛乳の濃厚感が強化され、消費者における評価が向上すると報告している。

第1表 各供試乳の乳成分

調査	試料	乳脂率	乳蛋白率	乳糖率	無脂固形分率	全固形分率 (%)
I	普通牛乳	3.57±0.03	3.16±0.04	4.65±0.01	8.66±0.05	12.23±0.08
	低脂肪牛乳	0.87±0.01	3.90±0.13	5.24±0.11	9.99±0.03	10.85±0.03
	濃厚牛乳	4.25±0.06	3.44±0.07	4.61±0.03	8.91±0.04	13.15±0.10
II	高温殺菌牛乳	3.70±0.06	3.23±0.02	4.64±0.02	8.72±0.01	12.42±0.05
	低温殺菌牛乳	3.76±0.06	3.29±0.04	4.63±0.05	8.77±0.08	12.53±0.14
	LL牛乳	3.89±0.04	3.31±0.03	4.57±0.02	8.73±0.03	12.63±0.06

第2表 調査Iにおける官能検査結果

区分	香り	濃さ	甘味	後味	好ましさ
普通牛乳	1.70±0.74 ^A	2.34±0.73 ^B	2.22±0.80 ^b	2.26±0.83 ^b	1.90±0.84
低脂肪牛乳	2.17±0.76	1.84±0.81	1.79±0.91	1.89±0.84	2.13±0.87
濃厚牛乳	2.10±0.85	1.78±0.78	1.95±0.68	1.84±0.70	1.97±0.71
一致性*	1%	1%	5%	1%	NS

注) * Kendallの一致性係数のW検定における有意水準 (NSは有意差なし)

A 危険率1%で強, B: 危険率1%で弱 (Kramer検定)

a 危険率5%で強, b: 危険率5%で弱 (Kramer検定)

調査Iの結果において、無脂固形分率が最も低い普通牛乳は、DEVERO²⁾の報告と同様に食味が低脂肪牛乳及び濃厚牛乳より弱かった。しかし、低脂肪牛乳は無脂固形分率が最も高いにもかかわらず、嗜好性が劣る傾向を示した。このことから牛乳の嗜好性には、無脂固形分率だけでなく、乳脂肪及び牛乳の香りも関与していることが推察される。

(2) 調査II 殺菌方法の違いが食味及び嗜好性に及ぼす影響

官能検査の結果を第3表に示した。本調査において、高温殺菌牛乳及びLL牛乳は低温殺菌牛乳より香り、濃さ、甘味、後味が有意に強かったが、これは高温殺菌牛乳及びLL牛乳では130℃以上の高温殺菌処理によって加熱濃厚臭が形成されていた⁵⁾ためと思われる。このことから牛乳の風味とは、一般

的に高温殺菌処理された牛乳の香り及び味と認識されている傾向が強いことが示唆された。

嗜好性の順位についても一致性が認められ、高温殺菌牛乳、LL牛乳、低温殺菌牛乳の順に高かった。また、低温殺菌牛乳の嗜好性が低かったのは、牛乳としての食味が弱かったためと思われる。更に、高温殺菌牛乳がLL牛乳より嗜好性が高かった理由は、明確ではないが、LL牛乳の濃さ及び後味が強すぎたためと推察される。

3 パネル階層別の嗜好性

パネルの各年代別及び普段の牛乳飲用量別の官能検査結果を第4表に示した。

50歳代のパネルでは、成分無調整の牛乳（普通牛乳及び高温殺菌牛乳）の嗜好性が非常に高かった。40歳代は、他の年代と異なり、低脂肪牛乳及び低温

第3表 調査IIにおける官能検査結果

区 分	香 り	濃 さ	甘 味	後 味	好 ま し さ
高温殺菌牛乳	1.66±0.66 ^A	1.91±0.78	1.77±0.76 ^a	1.95±0.75	1.73±0.77 ^A
低温殺菌牛乳	2.74±0.55 ^B	2.51±0.70 ^B	2.41±0.78 ^B	2.47±0.72 ^B	2.27±0.77 ^b
LL牛乳	1.57±0.61 ^A	1.57±0.67 ^A	1.80±0.73	1.54±0.68 ^A	1.97±0.81
一 致 性 *	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %

注) * Kendallの一致性係数のW検定における有意水準 (NSは有意差なし)

A 危険率1%で強, B:危険率1%で弱 (Kramer検定)

a 危険率5%で強, b:危険率5%で弱 (Kramer検定)

第4表 パネル各階層における各供試乳の嗜好性*

調 査 区 分	年 代 別				牛 乳 飲 用 量 別 (ℓ/週)				
	20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	0	~1	~2	>2	
パネル数	30	26	10	7	15	29	18	9	
I	普通牛乳	1.93	1.88	2.40	1.14 ^a	2.00	2.00	1.72	1.78
	低脂肪牛乳	2.23	2.12	1.60	2.43	2.13	1.86	2.44 ^b	2.33
	濃厚牛乳	1.83	2.15	2.00	2.43	1.87	2.14	1.83	1.89
	一 致 性 **	NS	NS	NS	1 %	NS	NS	NS	NS
パネル数	28	32	10	9	11	30	24	14	
II	高温殺菌牛乳	1.82	1.63	2.10	1.44	1.45	2.03	1.63 ^a	1.50 ^a
	低温殺菌牛乳	2.18	2.34 ^b	1.90	2.67 ^b	2.18	2.13	2.25	2.64 ^B
	LL牛乳	1.93	2.03	2.00	1.89	2.36	1.83	2.13	1.71
	一 致 性 **	NS	5 %	NS	5 %	NS	NS	NS	1 %

注) * 好ましさの平均順位

** Kendallの一致性係数のW検定における有意水準 (NSは有意差なし)

A 危険率1%で強, B:危険率1%で弱 (Kramer検定)

a 危険率5%で強, b:危険率5%で弱 (Kramer検定)

殺菌牛乳の嗜好性が高い傾向を示した。

調査 I, II の両方において、日常的な牛乳の飲用量が 1ℓ 以上のパネルは、飲用量が少ないパネルに比べ、順位の一貫性が高い傾向にあり、普段から牛乳を飲み慣れているパネルの判断が一致しやすいことが示唆された。

4 総合考察

本調査の結果、低カロリーを特長とする低脂肪牛乳は、普通牛乳に比べて食味は良いが嗜好性が低い傾向があり、牛乳本来の風味を特長とする低温殺菌牛乳は、高温殺菌の普通の牛乳に比べて、嗜好性が低い傾向があった。

このことから、牛乳の風味及び嗜好性について評価する場合に、普段から飲み慣れている高温殺菌処理された成分無調整の牛乳の味覚が判定基準となっている傾向が示唆された。

本調査では、製品としての牛乳及び加工乳の風味及び嗜好性について検討したが、今後は、原料としての生乳の風味及び嗜好性に及ぼす影響要因について検討し、生産現場における牛乳風味の向上を図る

必要がある。

謝 辞

本調査の実施に当たり、多大の御助言を頂いた中村学園大学の吉岡慶子助教授に感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 足立 達(1988): 牛乳風味論序説. 乳質改善資料, 75, 1~26.
- 2) DEVERO, J. E. (1973): Effects of Varying Nonfat Solids and Fat on Consumer Acceptance of Milk Beverages. J.Dairy Sci., 56, 286~291.
- 3) JELLINEK, G. (1985): Sensory Evaluation of Food. 252~287. ELLIS HORWOOD. Ghic- hester.
- 4) 川端晶子 (1985): 実験4 順位法. 最新調理学 実験第2版. 138~144. 学建書院. 東京.
- 5) 中江利孝 (1986): 乳製品の特性. 中江利孝編 乳・肉・卵の科学. 108~140. 弘学出版. 川崎.

Factors Affecting Flavor and Consumer Acceptance of Commercial Milk Beverages

ISOZAKI Yoshihiro, Tsugumitsu KAMORI and Hitoshi JONAI

Summary

Sensory evaluation was performed on commercial milk beverages in order to clarify the factors affecting flavor and consumer acceptance.

Experimental results are summarized as follows:

- (1) Odor of regular whole milk (3.57% fat and 8.66% SNF) was stronger than that of low fat milk (0.87% fat and 9.99% SNF) and concentrated milk (4.25% fat and 8.91% SNF). Taste of Whole milk was less strong, sweet than that of low fat milk and concentrated milk. And palatability of low fat milk was lower than that of whole milk and concentrated milk.
- (2) Odor, strength of taste, sweetness and palatability of pasteurized whole milk (65°C-30minutes sterilized) was less than that of UHT whole milk (132°C-2seconds sterilized) and long life whole milk (138°C-2seconds sterilized and germ free pack). And palatability of UHT milk was higher than that of long life milk.

For consumer, taste of milk was supposed to be as the UHT sterilized regular whole milk.

複合ラグーン式豚舎汚水処理施設の実態調査

高椋久次郎・浅田研一・徳満 茂
(畜産研究所大家畜部)

大規模養豚農家に新設された、複合ラグーン式豚舎汚水処理施設の実態調査を実施した。

- 1 ラグーンの管理は、センサーによる自動制御プログラムシステムが採用されており、農家が管理しやすい方法であった。
- 2 汚水浄化の指標を示す処理水のBOD, SS, T-Nは、それぞれ70mg/l, 42mg/l, 152mg/lで、良く浄化されており、その除去率は99.3%, 99.4%, 92.7%と高かった。
- 3 土壌浸透蒸散処理施設に流入する水質、特に、目詰まりの原因となるSSがいずれの時期においても100mg/l以下であったので、目詰まり等のトラブルは全く認められなかった。
- 4 本施設は、ラグーン内の汚泥沈降速度はやや遅い傾向が認められたが、処理水の水質は良好で、特に窒素の浄化に優れているため、今後、豚舎排水処理施設として期待できる。

[Key words: animal wastes treatment, compound lagoon process, maintenance expenses]

緒 言

近年の養豚界は規模の拡大、集約化が進展し、固形物処理に関しては、乾燥及び発酵処理方式が基本的には定着している。

しかし、豚舎の排水処理技術に関しては、畜産以外の排水処理のために開発された技術が、畜舎排水の特殊性を十分吟味しないままに利用され、処理施設が設置される等、処理施設としての機能が発揮されなかった例も数多い。

1990年、県下に設置された複合ラグーン式豚舎汚水処理施設は、1つの槽(ラグーン)が曝気槽、沈澱槽、汚泥貯溜槽等の複合機能を持ち、表面曝気と底層曝気の組み合わせによる曝気効率の改善を図るとともに、高率な窒素除去機能をも兼ね備えた処理施設⁵⁾である。そこで、本処理施設の実態調査を実施したので、その概要を報告する。

試 験 方 法

調査対象農家は、常時飼養頭数が肥育豚換算で約3,000頭規模の、5戸の農家で共同経営されている田川郡のA養豚場である。

調査期間は1990年5月~1991年3月までとし、調査回数は、施設の維持管理状況と汚水の浄化状況を経時的に把握するため、毎月1回(11回)実施した。

なお、調査期間は季節別の処理能力の推移、特に水温と汚水の浄化の関連に注視し、I期~IV期(I期:1990年5月~6月, II期:7月~9月, III期:

10月~12月, IV期:1991年1月~3月)に区分し取りまとめた。

調査項目は、ふん尿処理の概要、処理に要する動力機器類の装備状況、複合ラグーンの維持管理状況、汚水浄化の指標となる主要な水質(pH, BOD, SS, T-N)等を分析すると共に、処理のための維持管理費等を調査した。

結果及び考察

1 ふん尿処理体系の概要

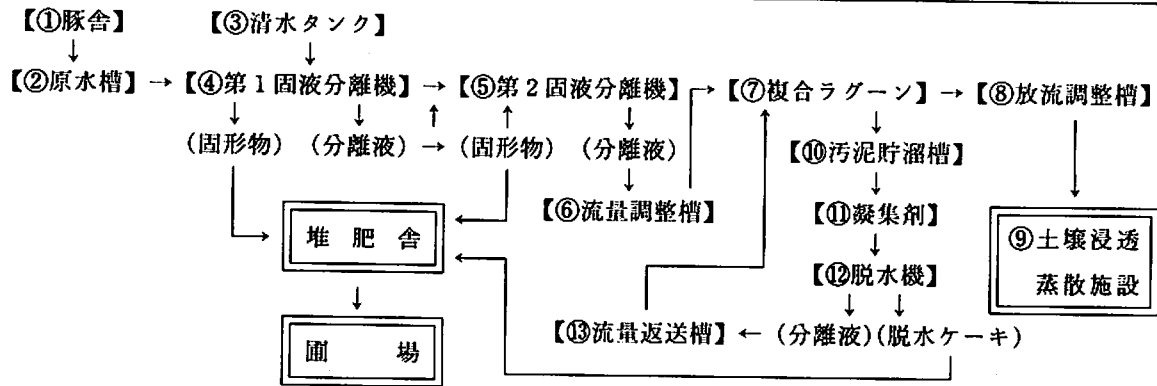
施設の概要を第1図に示した。畜舎で除ふんされた後、尿及び洗浄水等が原水槽(30m³)に流入する。原水槽の汚水は第1と第2の固液分離機で処理され、固形物は堆肥舎へ、分離液は流量調整槽からラグーンに移送される。複合ラグーン施設は直径22m、深さ7.3m、表面積380m²、容積1,295m³の大型施設である。

流入汚水はこのラグーン中の微生物で浄化される。処理水(上澄液)は放流調整槽に一時貯溜された後、最終的には土壌浸透蒸散施設で処理される仕組みである。

なお、ラグーン内の余剰汚泥は、汚泥貯溜槽に移送され、凝集剤を添加しながら脱水機で再度、固液分離され、固形物は脱水ケーキとして堆肥舎に、分離液はラグーンに返送されるシステムであった。

2 動力機器類の装備状況

主な動力機器類は、曝気レータ(264kw)、水平エアレータ(72kw)、脱水機(13kw)、第1、第2ス



第1図 ふん尿処理施設のフローシート

クリーン (1.2kw~1.5kw) で、その他に12台のポンプ (5.6kw~0.1kw) が設置され、これら機器類だけでも合計22台であった。

3 複合ラグーンの維持管理状況

複合ラグーンの維持管理には、自動管理システムが採用され、各種のセンサー (pH, DO, ORP, 水温計) 等が設置され、自動記録されている。このため、1週間毎に交代する5戸の農家にも先週の維持管理状況が一目で分かるようになっていた。さらに、管理記録簿には汚泥の沈降状態、脱水機の使用時間、機械類の点検整備状況等が記載されているので、次週の管理者にスムーズな引継がで、非常に管理しやすい方法と考えられる。

第1表に複合ラグーンの維持管理状況の概要を示した。活性汚泥の色調は黄褐色で、水温は6.4℃~27.5℃、平均16.7℃であった。pHは7.3~8.1と安定し、平均7.5であった。汚水の浄化に効果的な曝気槽内混合液 (MLSS) 濃度は5,000mg/l~6,000mg/lに調整されていた。活性汚泥法での溶存酸素 (DO) の適範囲は一般的には1.0mg/l~2.0mg/lであるが、ラグーン中のDOは0.5mg/l~0.7mg/lの範囲で、溶存酸素の不足が認められた。30分間汚泥沈降率 (SV₃₀) は1990年5月の極端に低い30%を除けば、年間平均でも89%で、その沈降速度は非常に緩慢であり、汚泥容量指標 (SVI) は平均159であった。

下水処理場等でのSVIは50~100⁸⁾であるが、本田³⁾は、畜舎汚水の活性汚泥法ではSVIが150以上ではBulking (膨化) と報告しており、また、家畜汚水はBODに対してNやPの比率が特に高い特殊性⁹⁾があるため、羽賀²⁾は畜舎汚水処理でのSVIは100~150程度が適当としているが、今回のSVIは約160で、軽度のBulking現象が観察された。一般的に、Bulkingの原因は、1)曝気不足によるDO不足、2)MLSS

濃度の不安定、3)返送汚泥濃度の活性度低下や腐敗、4)過曝気等が指摘される¹⁾が、今回の原因は、ラグーン内のDO不足 (DOの適範囲1mg/l~2mg/l)、返送汚泥の活性度の低下、酸化還元電位 (ORP) の不安定さ (ORPの適範囲-200mv~+100mv) 等、いくつかの原因が微妙に関連し合ったのではないと思われる。この事は、現地に最適な維持管理プログラムシステムの管理表を作るために、一時期、試験稼動的なラグーンの維持管理がなされた事と関与しているものと考えられる。

4 汚水の浄化状況 (水質検査)

浄化処理前の流入調整槽内汚水と、複合ラグーンの活性汚泥で浄化された後の放流調整槽内の処理水の水質を第2表に示した。原水槽内汚水と流量調整槽内汚水はふん尿臭が強く、黒灰色で、透視度はいずれも0cmであった。放流調整槽内の処理水は全くの無臭で、色調は淡黄色~黄褐色であった。平均透視度は12.4cmであったが、夏期の高温期の色調は光沢のある淡黄色を呈し、透視度が36.0cmの時もあった。

しかし、メーカーは低水温下の冬季では若干の浄化能力の低下は認められるが、決定的な浄化能力低下はないと説明している⁵⁾が、冬期の低温期では透視度が5cm程度に低下したこともあった。活性汚泥法は水温が10℃以下では、浄化能力が低下するのが一般的であり、前述したように、設置する地域の自然環境条件の特異性、特に、年間気温や水温、降雪の有無等の詳細なデータ把握後の管理表の検討が、必要であったと思われる。

一般的に、活性汚泥法処理においては、水温が10℃以下になる時期でも畜舎汚水処理でのBODやSSの除去率は、90%以上⁶⁾と比較的高く、T-Nの除去率は75%~80%⁴⁾と低いのが普通であるが、メー

第1表 複合ラグーンの維持管理状況

調査期間	水温	pH	MLSS	BOD	T-N	SV	SVI	DO	ORP	備考
月	℃		mg/l	mg/l	mg/l	5		mg/l	mv	
I期(5~6)	22.2	7.8	3,076	-	448	59	179	0.5	-382~+	65
II期(7~9)	24.9	7.5	6,133	720	481	93	153	0.5	-3~+	168
III期(10~12)	12.3	7.5	6,267	960	838	98	157	0.7	-78~+	52
IV期(1~3)	9.1	7.4	6,200	1,370	676	96	155	0.7	-48~+	46
I~IV(平均)	16.7	7.5	5,632	1,017	623	89	159	0.6	-105~+	84

MLSS:曝気槽内混合液 BOD:生物化学的酸素要求量 SV:汚泥沈降率 SVI:汚泥容量指標 DO:溶存酸素 ORP:酸化還元電位

第2表 汚水の浄化状況

採水カ所	調査期間	色調	TP	pH	TS	SS	BOD	T-N
	月		cm		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
流量調整槽	I期(5~6)	黒灰色	0.0	8.0	13,542	5,925	9,765	2,032
	II期(7~9)	〃	0.0	7.7	6,263	1,133	6,433	1,517
	III期(10~12)	〃	0.0	8.0	5,693	1,947	5,917	1,647
	IV期(1~3)	〃	0.0	8.1	28,746	18,333	20,317	3,099
	I~IV(平均)	〃	0.0	7.9	13,563	6,917	10,684	2,078
放流調整槽	I期(5~6)	淡黄色	6.4	8.0	1,952(85.6)	60(99.0)	35(99.6)	282(86.1)
	II期(7~9)	〃	23.2	7.7	2,459(60.7)	14(98.8)	13(99.8)	18(98.8)
	III期(10~12)	〃	11.7	7.5	2,788(51.1)	46(97.6)	102(98.3)	192(88.8)
	IV期(1~3)	〃	4.5	7.5	2,536(91.2)	55(99.7)	107(99.5)	161(94.8)
	I~IV(平均)	〃	12.4	7.6	2,478(81.7)	42(99.4)	70(99.3)	152(92.7)

注) ① TPは透視度, ② TSは全固形物, ③ ()は除去率

カーは東北地方のA農場でのT-N除去率は96.6%と報告しており⁵⁾, 今回のT-N除去率も92.3%と高率であった。SSは水温の低下に関係なく, 期間平均でも42mg/l, 除去率は99.4%と高率であった。土壌浸透蒸散処理では, 高濃度SS(有機物)を流入させると, 土壌孔隙が目詰まりするため, 土壌浸透蒸散施設へのSS濃度は250mg/l以下⁷⁾にすべきと言われているが, 今回のSS濃度は各期間の平均でも14mg/l~60mg/lであり, 土壌浸透蒸散施設での目詰まりは全く認められなかった。

これらのことから, 複合ラグーンによる豚舎汚水処理方式は, BOD, SS, T-Nを高率的に同時に浄化できる処理方式と言える。

5 動力消費量, 電力料金並びに維持管理費等

1の電力消費量が比較的多い主要な機器類は, 曝気レータ, 水平エアレータ, 脱水機, 汚水や汚泥の移送・攪はん等に使用するポンプ類で, これらの稼動に要した電力消費量と電力料金は第3表に示したとおり, 1カ月当たり, 10,445kw, 198,588円であった。

なお, 汚泥処理用の凝集剤の購入費は月別には不明確であったので, 総購入費369,268円を11カ月間で均等割し, 1カ月当たり33,570円とした。汚水処理施設の維持費を電力料金と凝集剤購入費だけで試算すると, 1カ月当たり232,158円, 1日当たり7,739円, 1日1頭当たりでは約2.5円であった。

毎月の電力消費量にかなりのバラツキが認められ, 特に, 冬季3カ月間(1990年12月, 1991年1月及び3月)の電力消費量が11カ月平均に比較し, 約30%(2,992kw)少なかった。

この原因は, 維持管理費節減のため, 当初計画の維持管理表を遵守した機器類の稼動, 特に, 電力消費量の多い機器類の稼動が制限されたために, 第1表に示した現象, つまり, 異常なSV値と, Bulkingと見なされるSVI値, DO不足等を招いた事と密接に関連していると考えられた。これらのことから, 複合ラグーン維持管理表は季別, 自然環境条件の特殊性を十分に考慮した数種類の管理表を準備する必要があるものと考えられる。

第3表 電力消費量と電力料金並びに維持管理費

調査期間	電力消費量	電力料金	維持費
月	kw/月	円/月	円/月
I期(5~6)	10,530	166,940	200,610
II期(7~9)	12,591	248,641	282,211
III期(10~12)	9,632	189,693	223,263
IV期(1~3)	9,062	178,528	212,098
I~IV(平均)	10,445	198,588	232,158

謝 辞

本調査の実施にあたり、多大のご協力をいただいたA養豚場、町役場、田川農業改良普及所、飯塚農林事務所並びに伊藤忠林業株式会社の関係者に感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 中央畜産会編(1969):活性汚泥法による家畜糞尿処理施設.家畜糞尿処理利用の知識とその実際. 209~213.

- 2) 羽賀清典(1990):浄化処理・家畜の尿污水处理利用の手引. 全国農業協同組合資材部, 98~103.
- 3) 本田淳祐(1974):畜産公害対策入門(16). 畜産の研究, 28(7), 81~86.
- 4) 井上尊尋・高椋久次郎・森 昭治(1975):家畜ふん尿処理施設に関する実態調査. 福岡県種畜場試験研究成績報告書, 50年度. 154~158.
- 5) 伊藤忠林業株式会社環境保全部(1987):肥育技術とふん尿処理.月間養豚界, 87(増刊), 1~8.
- 6) 岩井重久(1970):活性汚泥法.排水の生物学的処理. 198~202. 株式会社コロナ社.
- 7) 佐野 修(1976):豚舎汚水の土壌浸透蒸散法による処理. 畜産の研究, 30(1), 154~164.
- 8) 高橋俊二(1970):活性汚泥の生物学(13).水処理技術, 11(1), 3~12.
- 9) 代永道裕(1989):水質汚濁,特に,窒素,リンに関する基礎的知見.平成元年度家畜ふん尿処理利用研究会資料.農林水産省畜産試験場・農林水産省草地試験場, 17~22.

A Compound Lagoon System for Treatment of Swine Waste Water

TAKAMUKU Kyujiro, Ken-ichi ASADA and Shigeru TOKUMITSU

Summary

A compound lagoon system for 3,000 pigs was investigated of a totally integrated management. The reduced percent (%) of suspension solids, BOD₅, total kjeldahl nitrogen was 99%, 99%, 93%, respectively.

Sludge precipitation in the lagoon system was slow, but the troubles were nothing on the elimination of surplus sludge and in the soil column system.

This system was managed by auto control and it's management was easy for the farmers.

牛体外受精卵の大量作出技術

第1報 個体別に採取した卵子の胚盤胞への発育能

大崎順子・上田修二・田口清実
(畜産研究所大家畜部)

屠畜場卵巣を利用して体外受精卵を作出する場合において、卵子吸引から発生培養までの一連の体外受精技術を個体別に実施した場合の受精卵の発育能について明らかにするとともに、受精卵の多量作出のための効率的な卵胞卵子の採取方法、特に、注射器とメス刃を用いた場合の採取方法を比較し、その作業性及び採取卵子数、分割率、胚盤胞への発育能について検討を行った。

- 1 卵巣を個体別に処理した場合、採取器具をメス刃と注射器の2種類を使用した場合、採取卵子数は差が見られなかったが、採取した未成熟卵子の形状はメス刃で採取した方が、卵丘細胞が密に付着した良好な形状のものが多く採取できた。しかし、1頭分の卵巣を処理するのにメス刃で採取した場合は、17分間と注射器の約3倍の処理時間を要した。
- 2 1頭分の卵巣から得られた胚盤胞は、卵巣を混合して処理した場合で4個、個体別にした場合においても3個作出できた。

[Key words : blastocyst, syringe, surgical blades, ovary]

緒 言

牛肉の輸入自由化時代を迎え、激しい産地間競争に打ち勝つためには、良質な牛肉の低コスト生産技術を確立することが重要な課題となっている。特に、本県の場合、肉質の良い肉専用種の肥育素牛は、そのほとんどを他県に依存しており、安価で良質な肥育素牛の安定的確保が重要な課題と考えられる。

屠畜場牛卵巣から低コストで受精卵を作出できる体外受精技術は、本県酪農家のホルスタイン種を借腹とした肉専用種の生産が可能のため、肥育素牛の県内確保、良質で安価な牛肉の低コスト生産など、肉専用種の生産基盤拡大や酪農家の子牛販売収益の向上も期待できる技術と考える。

近年、体外受精卵移植技術は、急速な進展をみせ、実用化が可能な段階に入りつつあると考えられるが、受精卵の多量作出と凍結保存、凍結卵の受胎率向上など、残された問題点も多い。特に、卵巣採取や卵子培養時の混合（プール）処理を行うことにより、個体識別が不能となるために、その産子を育種改良に利用することができなくなるといった問題点がある。

そこで、卵子吸引から発生培養までの一連の体外受精技術を個体別に実施した場合の受精卵の発育能について明らかにするとともに、受精卵の多量作出

のための効率的な卵胞卵子の採取方法、特に、注射器とメス刃を用いた場合の採取方法の比較検討を行ったので報告する。

試 験 方 法

1 供試材料及び卵子採取方法

試験に供試した卵巣は、福岡市食肉市場で1989年6月から8月に採取したホルスタイン種のを供試した。屠畜場で採取した卵巣は、ポットで38℃に温めた生理食塩水中⁵⁾に保存して実験室に持ち帰った。

卵巣の処理方法は第1表に示した。卵巣を個体毎に採取する場合（I法）は、個体毎にクリップで対にして採取し、混合して採取する場合（以下、プールと表現、II法）は、そのままポットにいれて持ち帰った。

第1表 試験の構成

区 分	処理方法	採取器具
I 法	個体別	メス刃、注射器
II 法	プール	注射器

また、メス刃による卵子の採取は、小卵胞（10mm以下）の表面をメス刃で切り、ミクロスパーテルで卵子を含む小塊をかき出し、それらを牛血清アルブ

ミン添加PBSの入った試験管の中で洗浄して卵子を回収した。また、注射器による方法では、卵胞の近くから刺針し、内部から卵子を含む卵胞液を吸引採取し、試験管内に回収した。

なお、卵胞卵子の採取の際使用した15mlの試験管は、個体別に処理した場合は1個体につき1本使用し、プールした場合は、試験管を区分せず使用した。

2 成熟培養

採取した卵子を形状及び卵丘細胞の付着状況から判断し²⁾、正常なものだけを選別した後、これら無血清培地(SF-B:三光純薬)の入った4穴のマルチプレートに分注し、20~24時間インキュベータ内で成熟培養を行った。また、卵子採取から成熟培養開始は、1時間以内⁶⁾に実施した。

培養は、卵子成熟から胚盤胞発生まで同一条件下で行い、マルチプレートの1穴(培養液500 μ l)に卵子が最大50個とし、個体別に処理した場合は、1穴1頭分の卵子を入れた。

インキュベータの設定条件は培養温度39 $^{\circ}$ C、炭酸ガス濃度5%び湿度99%とした。

3 精子処理

精子は凍結射出精液(黒毛和種)を使用し、38 $^{\circ}$ Cの温湯で融解後、カフェイン10mMを加えたBrackett & Oliphant液¹⁾で2回洗浄を行い、最終濃度を2000万/mlに調整した。調整後、100 μ lのドロップを作成し、インキュベータ内で3時間、前培養した。

4 媒精方法

媒精は、前培養後の精子ドロップに、成熟培養が終了した卵子を注入して、3時間インキュベータ内に静置して行った。媒精終了後、成熟培地から発生培地(10%仔牛血清添加25mMヘベス緩衝TCM199)に交換したマルチプレートに、受精卵を移した。

5 発生培養

媒精から48~72時間で培養液を交換し、ピペッティング操作により受精卵に付着している卵丘細胞を剝離して、共培養を行った⁴⁾。その後、7~9日間継続して培養を行い、胚盤胞まで発育させた。

6 調査項目

採取卵子数、採取時間、2細胞以上の分割率及び胚盤胞への発育率を調査した。なお、2細胞以上の分割率は、卵丘細胞剝離の際に調査を行い、胚盤胞への発育率については、媒精日から9日目までに胚盤胞まで発育したものについて調査した。

結果及び考察

1 卵胞卵子の採取方法

卵子の採取方法についての結果を第2表に示した。卵巣を個体別に処理した場合のメス刃と注射器による1頭当たりの採取卵子数は、メス刃で26個、注射器では22個と、ややメス刃の方が多いものの、差はなかった。しかし、卵巣をプールし、注射器で採取した場合の採取卵子数は、1頭当たり16個と個体別に処理した場合の注射器による方法と比較して、かなり少ない結果となった。

注射器による採取方法で、卵巣を個体別とプールした場合で採取卵子数が異なるのは、個体別に処理した場合は、1枚のシャーレから20個程度の比較的少ない卵子を回収するのに比べ、卵巣をプールして処理した場合は、一度に多くの卵巣を処理するため、シャーレ当たりの卵子数が多く、また、壊れた顆粒膜細胞層や卵丘細胞などの夾雑物も多いために、夾雑物中に卵子が隠れて、回収されなかったことが考えられる。

また、採取卵子数は、卵胞期、黄体開花期などの個体毎の性周期による卵巣形態に大きく影響を受け易く、特に、表面の10mm以下の卵胞から選択的に採取する体外受精では、雌牛の個体差(卵巣の形状、性周期等)が大きく関与している³⁾ために、採取卵子数の幅が大きかったと推察される。

採取後の卵子の形状観察では、メス刃で採取した場合は、卵丘細胞が密に付着した完全な形状の卵子が比較的多く採取され、中には顆粒膜細胞層が付着しているものも存在し、卵丘細胞が剝離した裸化卵子は少なかった。また、注射器で採取した場合は、

第2表 採取卵子数及び採取時間

処理方法	採取器具	採頭	取数	採取総 卵子数	1頭当たり 卵子数	採取 時間
			頭	個	個	分/頭
個体別	メス刃		12	314	26 \pm 9.9	17
	注射器		8	174	22 \pm 7.1	5
プール	注射器		44	708	16	—

第3表 卵子の受精後の発育成績

処理方法	採取器具	供試卵子数	発育個数	
			2細胞以上	胚盤胞
個体別	メス刃	26	11(42)	2(8)
	注射器	22	11(50)	3(14)
プール	注射器	16	11(69)	4(25)

注) ① 供試卵子数で卵巣をプールした場合の数値は1頭分に換算したもの

② ()内の数値は発育率

卵子に付着している卵丘細胞がまばらなものや裸化卵子が比較的多く採取された。体外受精に供試する卵子は、卵丘細胞が密に付着した卵子を供試するため、メス刃による採取の方が注射器による採取よりも良好であった。

裸化卵子が採取される原因としては、注射器で採取する場合には、連続して吸引を行うために、注射針通過時の抵抗やポンプの陰圧による物理的な力加わり、付着している卵丘細胞が剥離したものと推察される。一方、メス刃で採取する場合は、ミクروسパーテルですくい取るために、無理なく卵子とその周囲の卵丘細胞及び顆粒膜細胞層までも破壊せず採取できるためと考えられる。

さらに、回収作業時間については、注射器を使用した場合で約5分間、メス刃を使用した場合は、17分とメス刃法が約3倍程度の時間を要し、注射器法が非常に効率的な結果となった。これは、注射器の場合が一度に数個の卵胞の連続吸引が可能であるのに対し、メス刃法は、1卵胞毎切開、採取、洗浄といった作業を必要とするためである。

以上の結果より、卵子の採取方法は、メス刃で採取した方が、注射器で採取した場合に比較して、時間を要するものの、良好な形状の卵子が多く採取できることが明らかとなったが、所要労力や作業時間、あるいはその後の作業行程などを考慮した場合、注射器を用いる方がより実用的と考えられる。

2 卵子の発育能

受精後の卵子の発育成績について、第3表に示した。卵巣を個別別に処理した場合の2細胞以上への分割率は、メス刃で採取した卵子と注射器で採取したものでは、各々42%、50%と大差なかったが、卵巣をプールした場合の注射器で採取したものにおいては、69%と個別別に処理したものと比較して、良好な結果であった。

また、胚盤胞への発育率は、卵巣を個別別に採取しメス刃で処理したものが8%、注射器では14%で

あり、卵巣をプールして採取し注射器で処理した場合の25%に比較し、2細胞への分割率と同様に、個別別に処理した卵子の発育率が低い結果となった。

個別別の処理した場合とプールして処理した受精卵の分割率、発育率の違いについては、共培養に用いた卵丘細胞数が関与している^{3,4)}と考えられる。卵巣をプールした場合は1穴500ml当たり50個程度の卵子を培養しているが、1頭分の卵巣から採取できる卵子数は22~26個であるため、一定の培養液に対する受精卵と卵丘細胞数との不均衡が生じたことによるものと推察される。

卵丘細胞の受精卵に対する作用は、本試験においては不明であるが、一定量の培養液下にある受精卵には適切な卵丘細胞数が存在し、かつその中には栄養源、ホルモンなどの発育促進因子がバランス良く含まれていることが不可欠であると推察され、今後の研究において、解明する必要がある。

以上の結果から、卵巣を個別別に処理した場合よりも培養卵子数の多いプールして処理した方が分割率や発育率が高いこと、受精卵の血統が明確な個別別処理においても2~3個の移植可能な胚盤胞が作出できること、等が明らかとなり、肉用種の育種改良においても体外受精卵が利用できることが明確となった。

謝 辞

本試験の実施に当り、多大な協力を頂いた福岡食肉市場株式会社及び同市場の食肉検査員の方々に深く感謝いたします。

引用文献

- BRACKETT, B.G., and G. OLIPHANT (1975): Capacitation of rabbit spermatozoa in vitro. *Bio. Reprod.* 12, 260~274.
- 福島護之(1987): 卵丘細胞除去成熟および発育能に及ぼす顆粒膜細胞の影響. 第72回家畜繁殖

- 学会講演要旨, 16.
- 3) 後藤和文・宅萬義博・大江伸幸・小川清彦(1990): 個体毎に雌牛卵巣から採取した卵胞卵子の体外受精後の体外での発育能. 家畜繁殖学会報, 36(2), 110~113.
- 4) 梶原 豊・後藤和文・小坂昭三・中西喜彦・小川清彦(1987): 牛卵胞卵子の体外受精および体外培養によるふ化. 家畜繁殖学会報, 33(4), 173~180.
- 5) YANG, N.S., K.H.LU, and I.GORDON(1990): In Vitro Fertilization(IVF) and Culture(IVC) of Bovine Oocytes from Stored Ovaries. Theriogenology. 33. 352.
- 6) 鈴木達行(1989): 採取から成熟培地への移行時間が牛卵子の成熟と発生に及ぼす影響. 第76回家畜繁殖学会講演要旨, 55.

Studies on the Production of Bovine Embryos Derived
from Oocytes Fertilized in Vitro

(1) Production of Bovine Blastocysts Derived from Individual Cows

OSAKI Junko, Shuji UEDA and Kiyomi TAGUCHI

Summary

In vitro development of bovine oocytes after in-vitro fertilization were compared method I with method II. Method I; oocytes recovered from ovaries of individual cows were fertilized and cultured separately in vitro. Method II; pool of oocytes recovered from bovine ovaries of different cows were fertilized and cultured in-vitro.

Syringes and surgical blades as the tools aspirate follicular oocytes from bovine ovaries were compared.

Experimental results are summarized as follows :

- (1) The number of recovered oocytes per ovary by method I was more than that by method II. And the number of the blastocysts per cow developed in vitro was 2~3 in method I, and 4 in method II.
- (2) The number of aspirated follicular oocytes was not different between syringe and surgical blades. However, the number of oocytes wearing tight layers of cumulus cell were more recovered using surgical blades than the others. The time for recovery of oocytes per ovary were in need of 5 minutes using syringe and 17 minutes using surgical blades.

牛体外受精卵の大量作出技術

第2報 体外受精における卵巣提供牛の品種の違いについて

上田修二・大崎順子・田口清実
(畜産研究所大家畜部)

卵巣提供牛の品種が、体外受精後の胚の発育及び移植後の産子への発育性に及ぼす影響について検討した。黒毛和種、褐毛和種及びホルスタイン種の卵巣から吸引採取した卵子を、ヘパリン処理した精子(黒毛和種)と媒精し、受精後の発育能及び受卵牛に移植後の発育能を明らかにした。

- 1 受精後の胚の分割率及び胚盤胞への発育率は、ホルスタイン種卵子で、それぞれ73.3%、19.9%、黒毛和種卵子で62.7%、13.3%、褐毛和種卵子で50.6%、8.8%と、ホルスタイン種卵子が他の品種に対して明らかに優れていた。
- 2 移植後の受胎率及び移植卵の産子への発生率は、黒毛和種卵子で、それぞれ46.3%、63.0%、褐毛和種卵子で42.1%、66.7%、ホルスタイン種卵子で50.0%、66.7%と品種間の差はなかった。

[Key words : in vitro fertilization, bovine oocyte, blastocyst, development]

緒 言

牛の体外受精において、産子を得た最初の成功例は、1982年にBRACKETTら¹⁾が報告をしたが、体内成熟卵子を用いた手法であり、卵子の多量確保に難点があった。花田ら³⁾が体外成熟卵子の体外受精により産子を得て、さらに梶原ら⁴⁾や福田ら²⁾が体外培養系による胚盤胞の作出に成功して以来、体外受精の研究は数多くの研究機関で取り組まれ、それに伴い受胎例^{6,8)}も増加してきた。しかし、胚盤胞への発育率は20%前後に留まっており、また発育した胚の耐凍性が低いなど、残された問題点も数多い。

体外受精卵の作出において、卵巣採取から卵子吸引までの時間の影響⁷⁾や卵巣の性周期の影響を検討した報告⁵⁾はあるが、卵巣を提供する雌牛の品種について詳細に検討した報告は少ない。

本研究は、卵巣を提供する雌牛の品種が体外受精後の胚の発育性と、受卵牛に移植後の胚の産子への発育性に及ぼす影響について明らかにしたので報告する。

試 験 方 法

1 体外受精後の胚の発育性

1990年6月~12月に、卵巣の品種以外同一の条件下で試験を実施した。

(1) 卵子の採取 卵巣は、県内2ヵ所の屠畜場で採取した黒毛和種(以下B種)、褐毛和種(R種)、

ホルスタイン種(D種)を供試した。卵子は、卵巣の10mm以下の小卵胞から注射器で吸引採取し、5%子牛血清(以下CS)添加25mMヘパリン緩衝TCM199で20~24時間成熟培養した。

(2) 精子処理及び媒精 精子は、1頭のB種の凍結射出精液を融解後、10mMカフェイン添加Brackett & Oliphant(以下BO)液で2回洗浄(653×g, 5分)し、精子濃度を2000万/mlに調整した。この精子懸濁液を20μgヘパリンナトリウム添加BO液で等量希釈し、最終精子濃度を1000万/mlとした。最終精子懸濁液200μlのドロップを作り、15分間炭酸ガス培養器内で静置後、成熟培養を終えた卵子と媒精した。

(3) 発生培養 媒精3時間後に卵子を10%CS添加TCM199に移して培養し、媒精48時間後に新しい培地に交換した後、卵丘細胞を剝離して胚の分割状況を調査した。その後、胚は媒精11日目(媒精日=1日目)まで卵丘細胞と共培養し、胚盤胞への発育を調査した。

卵子の成熟培養、体外受精及び発生培養の気相条件は、5%炭酸ガス、95%空気、39℃の条件下で行った。

2 移植後の産子への発育性

1989年4月~1990年3月に実施した移植の中で、両側子宮角への2卵移植の受胎頭数及び産子数を調査した。なお受卵牛の品種はD種であった。

統計処理は、 χ^2 -検定で行った。

第1表 卵巣提供牛の品種と媒精48時間後の胚の発育性

区 分	品 種			
	黒毛和種 (B)	褐毛和種 (R)	ホルスタイン種 (D)	
実験回数	7	4	5	
分割率 (%) ¹⁾	62.7 ^b (311/496)	50.6 ^a (172/340)	73.3 ^c (315/430)	
発 育 ス テ ー ジ	2-3細胞 (%) ²⁾	20.3 (63/311)	34.9 (60/172)	20.0 (63/315)
	4-7細胞 (%) ²⁾	45.7 (142/311)	41.9 (72/172)	32.1 (101/315)
	≥ 8細胞 (%) ²⁾	34.1 ^d (106/311)	23.3 ^a (40/172)	47.9 ^c (151/315)

注) ①¹⁾供試卵子数に対する2細胞期以上に発育した胚の割合 (≥ 2細胞/供試卵子数)。

②²⁾2細胞期以上に発育した胚に対する割合。

③同行内の異符号間に有意差あり (a-b, a-c, b-c, c-d P<0.01; a-d P<0.05)。

結果及び考察

1 体外受精後の胚の発育性

媒精48時間後の胚の分割状況を第1表に示した。

D種卵子の分割率73.3%は、B種卵子の62.7%とR種卵子の50.6%に比べて有意に高かった (P<0.01)。また、B種卵子とR種卵子の間にも有意差が認められた (P<0.01)。分割胚の内訳を品種別にみると、B種卵子とR種卵子は、4-7細胞期胚の割合が、それぞれ45.7%、41.9%と他の発育ステージに比べて高く、D種卵子では、8細胞期以上に進んだ胚が47.9%と高かった。8細胞期胚の割合を品種間で比較すると、D種、B種、R種の順で高く、これらの間に有意差が認められた。

梶原ら⁴⁾は、媒精後3~6日目に胚の発育状況を観察した結果、2細胞期、4細胞期、8細胞期胚以上への発育率は、D種卵子がB種卵子より有意に高かったと報告しており、本実験の結果と一致している。これらのことから、D種卵子は、B種及びR種卵子と比較して、2細胞期胚以上への発育率が高いことが示唆された。

媒精後11日目までの胚盤胞への発育性を、第2表

に示した。

胚盤胞への発育率は、D種卵子が19.9%と、B種の13.3%、R種の8.8%に比較して有意 (P<0.01) に高かった。また、B種とR種の間にも有意差 (P<0.05) が認められた。胚盤胞の出現率を媒精後9日目で区切ると、B種卵子では50.0%であったが、D種やR種では9日目までに発育した割合が10日目以上に発育した割合より高かった。このことから、D種卵子はB種卵子と比較して胚盤胞への発育率が高く、また発育速度が速いことが示された。

梶原ら⁴⁾によると、媒精後6日目での桑実胚以上への発育率には、D種とB種の間にも有意差が見られたが、胚盤胞以上への発育率には有意差がなかったと報告している。この報告では、観察日がD種の媒精後7日目に対して、B種は10日目であるため、同じ7日目で比較すると両者の間に差があった可能性が考えられる。

以上のように、精液にB種を用いて、それぞれB種、R種、D種卵子と媒精した結果、D種卵子が2細胞期以上及び胚盤胞への発育率ともに他の品種卵子に比べて有意に高かった。この理由については、特にB種、R種とD種の屠殺前の飼養形態、産歴な

第2表 卵巣提供牛の品種と胚盤胞期胚への発育性

区 分	品 種			
	黒毛和種 (B)	褐毛和種 (R)	ホルスタイン種 (D)	
実験回数	7	4	5	
胚盤胞期胚率 (%) ¹⁾	13.3 ^b (66/496)	8.8 ^a (30/340)	19.9 ^c (77/386)	
出 現 時 期	day 8-9 (%) ²⁾	50.0 ^a (33/ 66)	60.0 (18/ 30)	68.8 ^b (53/ 77)
	day10-11 (%) ²⁾	50.0 (33/ 66)	40.0 (12/ 30)	31.2 (24/ 77)

注) ①¹⁾供試卵子数に対する胚盤胞期胚数の割合 (胚盤胞期胚数/供試卵子数)。

②²⁾胚盤胞期胚数に対する割合 (媒精日=day 1)。

③同行内の異符号間に有意差あり (a-c, b-c P<0.01; a-b P<0.05)。

第3表 卵巣提供牛の品種別の受胎率及び産子への発生率

区 分	品 種		
	黒毛和種 (B)	褐毛和種 (R)	ホルスタイン種 (D)
移植頭数	67	19	8
受胎頭数	31	8	4
受胎率(%)	46.3	42.1	50.0
分娩頭数	27	6	3
移植個数	54	12	6
産子数	34	8	4
産子への発生率(%) ¹⁾	63.0	66.7	66.7

注) ¹⁾ (産子数÷移植個数) × 100

どが異なることから、品種の違いだけとは言えない。受精卵の発育に雑種強勢の効果があるなら、R種卵子の発育性が高くなることが期待されるが、結果はB種卵子の発育性より劣った。品種の違いや雑種強勢を明らかにするためには、R種とD種の精液を用いて比較検討する必要がある。

2 移植後の産子への発育性

それぞれの品種卵子から発育した胚盤胞を受卵牛に移植した時の産子への発育性を、第3表に示した。

各品種の卵子を体外受精後に胚盤胞に発育した胚を受卵牛に2卵移植した結果、移植例数は異なるが、受胎率は42.1% (R種)~50.0% (D種)と差がなかった。移植後の産子への発生率は、B種由来胚の移植では27頭の受卵牛が34頭(双子7組)を分娩したため63.0%(34/54)であった。また、R種及びD種由来胚では、それぞれ66.7%(8/12)、66.7%(4/6)と、受胎率と同様に差は認められなかった。

このことから、少なくとも受卵牛にD種を用いた時、B、R、D種由来胚の移植後の発育性には差がないと考えられる。

3 総 括

以上のことから、精液に黒毛和種を用いた場合、黒毛和種、褐毛和種、ホルスタイン種由来卵子の体外受精後の発育性に差があること、また、各品種由来胚の移植後の産子への発育性には差がないことが明らかになった。

謝 辞

卵巣採取に協力していただいた(株)福岡市食肉市場、(株)九州協同食肉、福岡市食肉衛生検査所、福岡県食肉衛生検査所の関係職員の方々に深謝いたします。また、体外受精卵の移植に協力していただいた京都酪農業協同組合及び福岡県酪農業協同組合連合会甘木朝倉地区乳牛診療人工授精所の関係職員の方々に

深謝いたします。

引 用 文 献

- 1) BRACKETT, B. G., D. BOUSQUET, M. L. BOICE, W. J. DONAWICK, J. F. EVANS and M. A. DRESSEL (1982): Normal Development Following in Vitro Fertilization the Cow. Biol. Reprod. 27, 147~158.
- 2) 福田芳詔・市川優樹・久保田加奈子・小池美子・高見健一郎・恩谷武志・豊田 豊(1987): 牛体外成熟—体外受精卵の体外培養による胚盤胞への発生について. 第79回日本畜産学会大会講演要旨, I-35.
- 3) 花田 章・鈴木達行・塩谷康生(1986): 体外成熟卵子の体外受精により得られた牛胚の非外科的移植による受胎出産例. 第78回日本畜産学会大会講演要旨, I-36.
- 4) 梶原 豊・後藤和文・小坂昭三・中西喜彦・小川清彦(1987): 牛卵胞卵子の体外受精および体外培養によるふ化. 家畜繁殖学会誌 33, 173~180.
- 5) 黒坂正光・福島護之・桑山正成・岩崎説雄・塩谷康生・花田 章(1987): 個体別, 性周期別に区分した卵巣からの牛未成熟卵子の体外受精後の発育能. 家畜繁殖学会講演要旨, I-20.
- 6) 湊 芳明(1989): 乳用牛からの肉牛生産への応用. 第4回東日本家畜受精卵移植技術研究会講演要旨, 11~14.
- 7) 塩谷康生・桑山正成・上田修二・斉藤秀一・太田 均・花田 章(1988): 屠場で採取した牛未成熟卵胞卵子の体外受精後の発生能. 家畜繁殖学会誌 34, 39~44.
- 8) 上田修二・大崎順子・山下滋貴・田口清実(1989): 牛の体外受精卵移植技術 第1報 体外受

精卵の現地移植. 福岡農総試研報 C-9, 19
~24.

Studies on the Production of Bovine Embryos Derived from
Oocytes Fertilized in Vitro

(2) Effects of the Breed of Donor on in Vitro Fertilization of Bovine Oocytes

UEDA Shuji, Junko OSAKI and Kiyomi TAGUCHI

Summary

The oocytes aspirated from ovaries of slaughter Japanese Black Cattle, Japanese Brown Cattle and Holstein were matured, inseminated with frozen thawed spermatozoa (Japanese Black Cattle) and co-cultured with cumulus cells in vitro.

(1) The cleavage rates and the developmental rates into blastocysts were significantly higher in oocytes derived from ovaries of Holstein (73.3%, 19.9%) than those of Japanese Black (62.7%, 13.3%) and Japanese Brown (50.6%, 8.8%).

(2) The pregnancy rates and the developmental rates into young following transfer of embryos were not significantly different among breeds.

These results suggest that there were significant differences in the ability of development of oocytes in vitro, but no differences in the ability of development to young among breeds.

大ヨークシャー種系統豚の組合せ検定

第1報 三元雑種(WL・D)肉豚の産肉性及び肉質

投野和彦・大和碩哉・古賀康弘*
(畜産研究所中小家畜部)

福岡県で系統造成中の大ヨークシャー種雌系統に交配する最適なランドレース種雌系統を選定するため、大ヨークシャー種(第3世代)、ランドレース種4系統(ハマユール、クマモト、エド、アキヨシL)及びデュロック種1系統(サクラ201)を用いて生産された三元雑種(WL・D)肉豚の産肉性及び肉質について、その特性を明らかにした。

供試したランドレース種4系統のうち、当場の大ヨークシャー種雌系統と産肉性及び肉質の面で最も相性が優れていた系統は、東京都系統のエドと判定された。

エド系は1日増体量、と体長、ロース断面積及び肉質において優れていた。アキヨシ系は1日増体量が劣ったが、枝肉上物率が100%であった。ハマユール系及びクマモト系は、発育性に関してはエド系とアキヨシ系の中間の値を示したが、と体長がやや短かった。

[Key words : pig, nicking test, triple cross, meat production, meat property]

緒 言

わが国の豚の系統造成は、現在、33系統が完了し、造成中の系統も20を超える¹⁾。福岡県においては1985年から大ヨークシャー種(雌系)の系統造成を開始し、1992年の完成後には広く県下に配布され、雑種生産用素豚としての利用に期待がもたれている。しかし、この雑種利用においては、系統間の相性を考慮する必要があり、系統の特質を最大限に発揮させ、長所を助長させ、欠点を補う交配組合せが望まれる²⁾。

そこで、本試験では造成中の大ヨークシャー種雌系統に交配する最適なランドレース種雌系統について、三元雑種の産肉性及び肉質の面から検討した。

試 験 方 法

供試豚は第1表に示す交配組合せにより生産され

た三元雑種WL・Dで、各区6頭(雌3頭、去勢3頭)の計24頭を用いた。

試験期間は1990年10月から1991年4月までであった。

飼養管理は、体重25kg前後から雌雄別飼いで1豚房(7.68m²)に6頭収容し、豚産肉能力検定飼料(DCP12.7%, TDN70.1%)を不断給餌し、飲水は自由とした。体重が105kgに達した時点でと殺(湯はぎ)し、24時間放冷後、と体形質及び肉質について調査を行った。

発育性については体重到達日齢(30kg, 70kg, 105kg)及び1日増体量を、と体形質については枝肉歩留、と体長、背腰長、と体幅、背脂肪の厚さ、ロース断面積(胸椎5-6間)、ハム割合及び枝肉上物率を、肉質については肉色、水分含量、保水性、伸展率及び脂肪融点を調査した³⁾。

第1表 交 配 組 合 せ

区	一代雑種種雌豚		種雄豚	
	大ヨークシャー(W♀) × ランドレース(L♂)		デュロック(D)	
ハマユール系	当場第3世代豚	宮崎県系統	ハマユール	サクラ201
クマモト系	〃	熊本県系統	第5世代豚	〃
エド系	〃	東京都系統	エド	〃
アキヨシ系	〃	山口県系統	アキヨシL	〃

* 現農政畜産課

成績は、交配組合せと性の2因子実験として分散分析した。

結 果

1 発育性

発育性は第2表に示すとおりである。

30kg到達日齢は、ハマユウ系が最も早く、クマモト系が最も遅かった。105kg到達日齢は、エド系が177日で他の区に比べ10日以上早く、30kg～105kgの1日増体量も732gで他の区に比べ約100g良好であった。

性別の比較では、105kg到達日齢及び1日増体量(70kg～105kg及び30kg～105kg)に有意な差が認められ、去勢は雌に比べ105kg時日齢が23日早く、1日増体量(30kg～105kg)が130g大きかった。

2 と体形質

と体形質は第3表に示すとおりである。

と体長及び背腰長はエド系が長く、と体幅はハマユウ系とエド系が広がった。背脂肪の厚さ(肩・背・腰の3部位平均)は4組合せとも2.6cm～2.7cmで適当であった。ロース断面積(胸椎5-6間)は4組合せとも25cm²以上で大きく、特にアキヨシ系とエド系が大きかった。枝肉上物率はアキヨシ系が100%、他は67%であった。

性別の比較では、背脂肪の厚さ及びロース断面積に有意な差が認められ、雌は去勢に比べ背脂肪は薄く、ロース断面積は大きく、上物率は100%であった。

3 肉 質

肉質は第4表に示すとおりである。

標準肉色模型値は、ハマユウ系が3.7で高く、ク

マモト系が2.9で低かった。色差計での測定による切断直後の肉のL値(明度)及びb値(黄色度)は、クマモト系が56.4及び6.6で他の区に比べ有意に高い値を示した。加圧保水性及び伸展率は、ハマユウ系及びエド系が高い傾向を示した。

脂肪色はクマモト系が肉色と同様にL値及びb値で高い傾向を示した。脂肪融点はエド系が低い傾向を示した。

性別の比較では、肉色は去勢に比べ雌が濃い傾向にあり、a値(赤色度)が有意に高かった。加圧保水性、伸展率及び脂肪融点は去勢の方が高い傾向を示した。

考 察

今回調査した三元雑種(WL・D)肉豚は、全体的に発育性は中程度、と体長はやや短い幅があり、ロース断面積及びハムの割合も大きく、枝肉上物率も約76%(雌では100%)と高いことから、当場で系統造成中の大ヨークシャー種を利用した系統間交雑による肉豚生産の有用性はかなり高いと考えられる。

各組合せを比較すると、エド系は1日増体量、と体長、ロース断面積及び肉質において優れていた。アキヨシ系は1日増体量が劣ったが、ロース断面積及びハム割合が優れ、枝肉上物率が100%であった。ハマユウ系及びクマモト系は、発育性に関してはエド系とアキヨシ系の中間の値を示したが、と体長がやや短かった。

三元雑種の交配方式においては、発育性や飼料効率には雑種強勢効果が認められるが、と体形質には雑種強勢効果は認められず³⁾、およそ両親の中間の

第2表 発育性

要 因	水 準	体重到達日齢(日)			1日増体量(g)		
		30kg	70kg	105kg	30kg～105kg	30kg～70kg	70kg～105kg
組 合 せ	ハマユウ系	66.5 ^a	125	189	633	695	589
	クマモト系	76.0 ^b	139	195	639	641	637
	エド系	72.0 ^{bc}	128	177	732	723	748
	アキヨシ系	69.8 ^{ac}	136	193	612	612	623
L.S.D. (P=0.05)		5.1	11	21	110	92	148
性	雌	71.7	135	200 ^a	589 ^a	631	555 ^a
	去 勢	70.5	128	177 ^b	719 ^b	705	743 ^b
L.S.D. (P=0.05)		3.6	7	15	78	65	105

注) ① 雌及び去勢の値は、全組合せをプールした成績。

② 異符号間に5%の水準で有意差あり。

第3表 と体形質

要因	水準	枝肉歩留	と体長	背腰長 II	と体幅	背脂肪の厚さ		ロース断面積	ハム割合	枝肉上物率
						背	3部位平均			
		%	cm	cm	cm	cm	cm	cm ²	%	%
組合せ	ハマユース系	76.0	93.6	67.4	35.9	1.6	2.6	26.5	33.5	67
	クマモト系	75.2	93.6	67.8	34.9	1.7	2.6	25.8	34.1	67
	エド系	75.4	95.8	69.4	35.6	1.8	2.7	28.3	33.4	67
	アキヨシ系	75.2	94.2	68.5	34.8	1.7	2.6	29.2	34.0	100
L.S.D. (P=0.05)		2.1	2.6	2.8	1.3	0.3	0.3	2.7	1.8	—
性	雌	75.6	94.6	68.6	35.1	1.5 ^a	2.4 ^a	29.1 ^a	34.2	100
	去勢	75.2	94.0	67.9	35.4	1.9 ^b	2.9 ^b	25.8 ^b	33.4	55
L.S.D. (P=0.05)		1.5	1.8	2.0	0.9	0.2	0.2	1.9	1.3	—

注) ① 雌及び去勢の値は、全組合せをプールした成績。
 ② 異符号間に5%の水準で有意差あり。

第4表 肉質

要因	水準	標準肉色模	肉色(切断直後)			水分含量	加圧保水性	伸展率	脂肪色			脂肪融点腎
			L	a	b				L	a	b	
						%	%	cm/g				℃
組合せ	ハマユース系	3.7	50.2 ^a	8.7	4.5 ^a	73.4	80.8	20.2	76.6	1.0	6.1	42.0
	クマモト系	2.9	56.4 ^b	7.6	6.6 ^b	73.3	78.3	19.0	80.4	1.3	7.7	42.3
	エド系	3.1	51.8 ^a	7.2	4.4 ^a	73.1	81.0	20.0	79.6	1.5	6.0	40.7
	アキヨシ系	3.2	50.7 ^a	7.6	4.4 ^a	73.7	78.2	18.8	79.3	1.8	6.1	42.2
L.S.D. (P=0.05)		0.9	1.9	1.7	1.0	0.6	2.7	2.6	5.6	0.5	1.7	2.5
性	雌	3.3	51.9	8.7 ^a	5.1	73.3	79.2	18.8	80.4	1.2	6.6	41.3
	去勢	3.1	52.6	6.8 ^b	4.9	73.4	79.9	20.3	77.6	1.6	6.3	42.3
L.S.D. (P=0.05)		0.6	1.3	1.2	0.7	0.4	1.9	1.8	3.9	0.4	1.2	1.8

注) ① 雌及び去勢の値は、全組合せをプールした成績。
 ② 異符号間に5%の水準で有意差あり。

値を示すことが予想される⁵⁾。したがって、本試験において相性の善し悪しを判断する場合、発育性に重点を置き、と体形質は相対的に考えて、当場の大ヨークシャー種雌系統に交配するランドレース種雄系統としては、東京都系統のエドが最も適していると判定された。

また、雌と去勢の発育性にはかなりの違いが認められ、そのため背脂肪の厚さやロース断面積等に性差が生じているので、肉豚の肥育時には雌と去勢を別飼いとし、とくに去勢は肥育後期の栄養水準及び飼料給与量、出荷体重等に注意する必要があると考えられ、今後の検討が必要である。

次報では雑種強勢効果が強く発現し³⁾、相性をみるうえで最も重要と思われる一代雑種(WL)種雌

豚の繁殖性について報告する予定である。

引用文献

- 1) 阿部猛夫(1991)：豚系統造成事業の進展と今後の問題点. 日豚会誌 28(1), 65~70.
- 2) 阿部猛夫(1987)：わが国豚系統の造成とその利用. 日畜会報 58(7), 545~562.
- 3) 内藤元男(1989)：畜産大事典. 1188~1198, 養賢堂.
- 4) 農林省畜産試験場加工第2研究室(1971)：豚肉の肉質改善に関する研究実施要領.
- 5) 農文協編(1983)：畜産全書 豚. 169~172, 農山漁村文化協会.

Nicking Test of the Large White Strain Pig

(1) Meat Production and Meat Property of Triple Cross (WL·D) Pigs

NAGINO Kazuhiko, Hiroya YAMATO and Yasuhiro KOGA

Summary

To select the most superior Landrace boar strain crossed to Large White sow strain which has been developing in Fukuoka, meat production and meat property were studied on triple cross (WL·D) pigs ; produced from the Large White (the third generation), 4 Landrace strains (Hamayu, Kumamoto, Edo and Akiyosi) and one Duroc strain (Sakura 201).

The Tokyo strain Edo was the most superior strain in used 4 Landrace strains.

The WL·D pigs used Edo were superior to the others in daily gain, length of carcass, area of lib eye and meat property. The WL·D pigs used Akiyosi were inferior in dairy gain, but these superior grade of carcass judging was 100%. On the WL·D pigs used Hamayu and Kumamoto intermediate values were obtained.

西南暖地の暑熱環境下での豚の飼料摂取促進技術

第1報 肥育豚に対する低蛋白質飼料へのリジンの添加効果

大和碩哉・投野和彦・古賀康弘*
(畜産研究所中小家畜部)

暑熱期の飼料摂取量減退による肥育豚の生産性低下を改善するため、低蛋白質飼料へリジンを添加した飼料を給与して、飼料摂取量及び産肉性への影響を検討した。

- 1 高エネルギー (TDN 74.5%)・低蛋白質 (CP12%) 飼料にL-リジンを添加し、総リジン含量を日本飼養標準の標準値 (0.72%) に合わせた飼料を暑熱時に給与することにより飼料摂取量は増加し、発育促進効果が認められた。
- 2 低蛋白質 (CP12%) 飼料を給与してもリジン含量が標準値 (0.72%) であれば、中蛋白質 (CP15%) 飼料以上の産肉性の向上が認められた。

[Key words: finishing pigs, feed intake in summer, L-lysine, physiological reaction]

緒 言

西南暖地における夏期の暑熱は豚の食欲を減退させる。その結果、肥育豚及び繁殖豚は、生理機能が低下して産肉性や繁殖性に悪影響を受け、疾病発生の一因になるとともに、肥育豚においては肉質の低下が指摘され、生産性が著しく低下している。夏期の暑熱により、肥育豚の増体は15~20%低下することを梶ら³⁾は報告している。これらを改善するためには、従来から、送風、散水、庇陰等の施設面から防暑対策が図られている⁴⁾。しかしながら、これらの施設設置や改善及び運転には多額の経費がかかることから、広く普及されるまでには至っていないのが現状である。

暑熱時の食欲の減退は体熱の発生を抑えようとする豚の自衛手段であると考えられることから、今回は、エネルギーの発生が少ない低蛋白質飼料に必須アミノ酸のリジンを添加し、蛋白質給与時にみられる体熱発生を抑制し、飼料成分の改善によって、飼料摂取を促進させる効果的な方法について検討した。

試 験 方 法

1 供 試 豚

交雑種 (WL) を4試験区に分け、1試験区当たり6頭、計24頭を供試した。

2 試験期間

1990年7月27日から10月31日までの96日間とし、

* 現農政部畜産課

発育及び飼料摂取量の調査期間は、暑熱期間の1990年7月27日から9月7日の42日間とした。

3 試験区分

供試飼料の配合割合と成分は第1表のとおりである。飼料Aを標準区飼料、飼料BにL-リジンを0, 0.2, 0.5%添加したものを試験I, II, III飼料とした。TDNは各試験区ともに74.5%に合わせ、粗蛋白質 (CP) は試験区では標準区15.3%の80%とし、総リジン含量はL-リジンを添加してI区0.56%, II区0.76%, III区1.06%とした (第2表)

4 飼養管理

豚舎は複式豚舎で、1豚房の面積3.24m² (1.2m×2.7m) に2頭群飼し、飼料給与は不断給餌とした。体重は、試験開始時の平均体重は55.4kgから、2週間毎に体重を測定し、体重90kg時点で試験終了とした。

試験終了豚は、絶食24時間後に、と殺解体した。

整形方法は湯剥ぎとし、直ちに冷蔵し、翌日、と体各部位の測定及び肉質調査を実施した。肉質調査は「豚肉の品質改善に関する研究実施要項」⁵⁾に基づいて実施した。

結果及び考察

1 発 育

発育及び飼料摂取量等は暑熱期間の42日間とし、それらは第3表のとおりである。1日増体量は、飼料摂取量の多いほど大きい傾向にあり、II区は624gと他区と比較し大きかった。市川ら²⁾はCP12%飼

第1表 供試飼料の配合割合と成分含量

供試飼料	配合割合 (%)				成分含量 (%)		
	検定飼料	大豆粕	キャッサバ	油脂	TDN	CP	リジン
飼料 A	62.0	10.0	25.0	3.0	74.5	15.3	0.78
飼料 B	72.0	0.0	25.0	3.0	74.5	12.3	0.56

第2表 試験区分

区分	供試豚	供試飼料の成分 (%)			
		TDN	CP	添加L-リジン含量	総リジン含量
試験区 I	肥育豚 6頭	74.5	12.3	—	0.56
	II	〃	12.4	0.20	0.76
	III	〃	12.7	0.50	1.06
標準区	〃	〃	15.3	—	0.78

料にリジンを添加するとCP14%飼料に劣らないことを報告している。1日1頭当たりの飼料摂取量は、試験I, II, III区ともに日本飼養標準区⁶⁾よりも多く、優れていた。これは試験期間の最高温度の平均が33℃(平均気温28℃)と高く、豚の臨界温度28℃を越えていたが、CP含量の低い飼料を給与した肥育豚は体内での体熱の発生が抑えられた³⁾ためか、飼料摂取量が増加し、特に、総リジン含量を標準値(0.7%)に合わせたII区は最も優れていた。安藤ら¹⁾はCP12%及びCP10%飼料にリジンを添加すると、CP14%飼料に劣らない発育をすることを報告している。飼料要求率は、試験II区と標準区が他区より低い、I区は総リジン含量の不足のためか、高くなった。体内での蛋白質代謝の状態を示す血中尿素窒素量は、試験II, III区がやや低い傾向にあるが明らかな差はなく、標準値の範囲内であった。

2 と体品質

と体各部位の成績は、第4表のとおりである。背腰長IIは、試験I区が他区に比べ、やや短い有意差はなかった。第5～6胸椎間のロース断面積は、

試験II, III区が18cm²以上あり優れていたが、I区は16cm²と小さかった。これはCP含量が低く、リジン含量が標準以下であったためと考えられる。背脂肪厚さ(肩, 背, 腰の3部位平均)は、各区間には有意差はなかったが、試験II区と標準区が優れ、I区は厚かった。これらについて、安藤ら¹⁾はリジン添加区とリジン無添加区を3元配置し試験した結果、リジン添加区が5%水準で有意に薄くなることを報告している。赤肉割合は、背脂肪層の厚さが薄い区ほど高く、試験II区が最も高く、I区は少なかった。豚標準肉色模型(PCS)による肉色は、試験II区が3.75と適度に濃く、次いでIII区が良好であったが、標準区と試験I区はフケ肉が発生したために肉色は2.75, 2.42と薄く、問題があった。

3 肉質

肉の品質は第5表のとおりである。測色色差計による肉色(明度, 赤色度, 黄色度)は、明度では試験II区が低く、その他の区は高かったが、有意な差はなかった。赤色度では試験III区が低かったが、黄色度は各区ともほぼ同じ値であった。加圧保水性

第3表 発育及び飼料摂取量等(1990)

区分	1日増体量	飼料摂取量 (1日1頭当たり)	飼料要求率	BUN値 (体重70kg時)
試験区 I	478.2±118g	2.04kg	4.35	23.6±3.1mg/dl
	II	623.8±98	2.44	20.5±3.5
	III	476.8±201	2.11	20.7±1.9
標準区	476.2±128	1.87	3.98	22.0±2.9

注) BUN値は血中尿素窒素

第4表 と体成績 (90kg) (1990)

区 分	背 腰 長 II	ロース断面積	背脂肪厚	赤 肉 割 合	肉 色 (PCS)
試 験 区 I	65.9±2.4cm	16.0±2.2cm ²	2.84cm	45.4±6.7%	2.42±1.6
II	67.1±1.5	18.3±1.6	2.63	49.2±2.4	3.75±0.5
III	67.4±1.1	18.7±2.9	2.74	47.2±2.6	3.13±1.3
標 準 区	67.5±1.7	17.3±2.5	2.64	48.6±6.0	2.75±1.3

注) ① ロース断面積及び肉色(PCS-標準肉色)は、第5-6胸椎間。

② 背脂肪厚は、肩・背・腰の3部位平均。

③ 赤肉割合は、5-6胸椎間と背腰長II1/2部位の平均。

第5表 肉 質 (1990)

区 分	肉 色			肉 質		
	明 度	赤 色 度	黄 色 度	加圧保水性	伸 展 率	脂肪融点
試 験 区 I	55.7±3.1	4.6±1.3	4.6±0.7	63.8±4.9%	27.8±2.4cm ² /g	43.8±1.4℃
II	52.7±2.2	4.4±0.4	4.2±0.6	68.0±5.3 ^a	28.7±2.9	44.4±1.8
III	55.5±2.7	3.3±2.7	4.0±0.5	59.7±3.5 ^b	23.6±2.8	44.1±1.2
標 準 区	54.1±2.7	4.5±9.2	4.1±0.9	61.0±1.9 ^b	23.9±3.0	44.1±0.4

注) ① 調査部位は、第2-5腰椎のロース肉。

② 肉色は、測色色差計で測定。

③ a-b間に5%水準で有意差あり。

(加圧口紙法)は、試験II区が68%と最も優れており、一方III区は59.7%と低かったものの、両者には有意な差はなかった。肉の柔らかさを表わす伸展率は、試験II区が28.7%と優れていたが、標準区と試験III区はやや低かった。腎脂肪の融点は、試験I区がやや低い傾向であったが、他区はほとんど同じ値であった。この様に、肉質については安藤¹⁾、市川²⁾らの報告と同様に総リジン含量の差による影響はないものと考えられた。

以上の結果から、暑熱期に低蛋白質飼料(CP12%)にL-リジンを添加し、総リジン含量を標準の0.76%にすることにより飼料摂取量が増加し、発育が促進され、と体品質が改善されることが明らかになったが、肉質については影響されないことが判明した。

引 用 文 献

- 1) 安藤安紀・玉田成甫・柴田日出男(1979):肉豚に及ぼす蛋白質水準及びアミノ酸添加の影響(第11報). 愛知農総試研報, 11, 224~232.
- 2) 市川明・玉田成甫・柴田日出男(1980):肉豚に及ぼす蛋白質水準及びアミノ酸添加の影響(第2報). 愛知農総試研報, 12, 299~304.
- 3) 梶雄次・古谷修(1988):暑熱環境における豚の消化能力と発育. 日本養豚学会誌, 25(2), 56~59.
- 4) 古賀康弘・藤原隆・大和碩哉(1988):豚の防暑技術(第1報). 福岡農総試研報C-7, 13~18.
- 5) 農林省畜産試験場加工第2研究室(1971):豚肉の品質改善に関する研究実施要領. 3~19.
- 6) 農水省農林水産技術会議事務局編(1987):日本飼養標準「豚」(1987年版). 中央畜産会.

The Methods for Increasing the Level of Feed Intake of Pigs in Summer Term
(1) Effects of Lysine Supplemented with Low-Protein Diets on Pigs

YAMATO Hiroya, Kazuhiko NAGINO and Yasuhiro KOGA

Summary

In order to improve pigs productivity for the cause of feed intake decreasing in summer term, the experiment was examined feed intake and meat production on pigs fed standard diet (CP15%, total lysine 0.7%) and experiment diets (CP12.3%, total lysine 0.56%, 0.74%, 1.02%). Pigs fed experiment diets (CP 12.3%, total lysine 0.74%) tended to be better about daily feed intakes, daily weight gains, and carcass characteristics than pigs fed standard diet.

無窓鶏舎における褐色卵鶏の低コスト飼養管理技術

第3報 群飼ケージの適正収容方法

小野晴美・浅田研一・福田憲和
(畜産研究所中小家畜部)

無窓鶏舎での褐色卵鶏の飼養が進行するなかで、白色卵鶏より体重が大きい褐色卵鶏を、群飼ケージで飼養する場合の適正な収容方法を明らかにした。

育成期において良好な育成率及び増体に必要な1羽当たりケージ床面積は、白色卵鶏の標準である300cm²程度で十分であり、また無窓鶏舎での飼養においては飼料効率が高まることが示唆された。

成鶏期における1羽当たりケージ床面積は白色卵鶏よりも大きくする必要があり、400cm²程度が適正である。しかし、ケージ床面積が適正であってもケージ間口を大きくし1ケージの収容羽数を増加すると、産卵率、生存率の低下をもたらすことが認められた。

[Key words : poultry, brown egg strain hens, feeding density]

緒 言

既報^{1,2)}で、褐色卵鶏における光線管理及びME水準については白色卵鶏と同様の飼養管理でも良いことを報告した。一方、鶏舎への収容方法に関して、白色レグホンの飼育密度及び収容羽数の影響については多くの報告があり、WELLS⁵⁾はケージ床面積と収容羽数の間に交互作用を認めており、目加田ら³⁾は、ロードホーンと白色レグホンで、ケージ床面積が405cm²/羽程度では産卵成績に差はないが、337cm²では明らかな産卵成績の低下があったと報告している。

しかし、褐色卵鶏の1ケージ当たりの収容羽数と飼育密度の関係について検討した報告は少なく、体重が白色卵鶏よりも大きい褐色卵鶏では、飼育密度あるいはケージ規格について白色卵鶏と同様の管理方式で対応できるかどうか不明な点が多い。

そこで本試験では、試験1として育成期の飼育密度及び鶏舎構造が育成成績に及ぼす影響について、試験2として成鶏期に無窓鶏舎で群飼ケージ飼養する際に、飼育密度とケージの規格が産卵成績に及ぼす影響について明らかにしたので報告する。

試 験 方 法

試験1 育成期における飼育密度及び鶏舎構造

供試鶏は、市販のイサブラウンとシェーパー288の2銘柄それぞれを第1表の試験区分に従って割り当てた。

給与飼料は、5~10週齢まではCP18% - ME 2,800kcal/kg, 10~20週齢はCP14% - ME 2,700kcal/kgの市販配合飼料を用い、飲水とともに不断給与とした。

第1表 試験区分

密度	225cm ²	300cm ²	450cm ²
無窓	80羽×2反復	60羽×2反復	40羽×2反復
育成舎	(20羽)	(15羽)	(10羽)
開放	80羽×2反復	60羽×2反復	40羽×2反復
育成舎	(20羽)	(15羽)	(10羽)

注) ① ()内は1ケージ当たり収容羽数
② ケージ規格は、間口90cm×奥行50cm

試験期間は、1989年9月(5週齢)~12月(20週齢)までの15週間とした。

光線管理は、無窓育成舎においては既報^{1,2)}に従い、2ルクスの照度で、30分点灯30分消灯の間欠点灯を1日5時間実施し、開放育成舎は自然日長とした。

調査項目は飼料消費量、体重、育成率とし、ME効率は、日本飼養標準⁴⁾の体重維持エネルギー及び増体に必要なエネルギーの数値を用いて、次式：
[115kcal×体重(kg)×105日 + 5kcal×増体重(g)]
÷ 総飼料摂取エネルギー (総飼料消費量 × 2,800kcal/kg) × 100の式により算出した。

試験2 成鶏期における飼育密度及びケージ規格
供試鶏は、市販のイサブラウンとシェーパー288の2銘柄それぞれを第2表に示した試験区分に従っ

第2表 試験区分

飼育密度 (1羽当たり)	ケージ規格 (間口×奥行)	収容 羽数	供試羽数 と 反復
413cm ²	40cm×31cm	3羽	72羽×2反復
	80cm×31cm	6羽	72羽×2反復
310cm ²	40cm×31cm	4羽	72羽×2反復
	80cm×31cm	8羽	72羽×2反復

て割り当てた。

給与飼料は、CP17%-ME2,800kcal/kgの市販配合飼料を用い、飲水とともに不断給与とした。

試験期間は、1989年12月(20週齢)~1991年10月(64週齢)までの44週間で、高床式無窓鶏舎(3段群飼ケージ)を用いて実施した。

光線管理は、20~36週齢間は連続点灯で1日の点灯時間を6時から14時まで漸増し、その後、30分点灯、30分消灯の間欠点灯を1日14時間実施した。照度は下段ケージの給餌樋部の平均値を2ルクスに設定した。

調査項目は、20週齢から産卵数、卵重、飼養羽数を毎日、飼料消費量を4週間毎、体重を8週間毎に調査した。卵生産効率⁴⁾は、日本飼養標準⁴⁾の産卵に必要なエネルギー及び体重維持エネルギー数値を用いて、 $2.2\text{kcal} \times (1\text{羽当たりの総生産重量}) \div \{(\text{総飼料摂取エネルギー}) - 115\text{kcal} \times \text{体重}(\text{kg}) \times 105\text{日間}\}$ の式により算出した。

結 果

1 育成期

(1) 鶏舎構造の影響 第3表に鶏舎構造別の育成率、増体重及び飼料消費量を示した。

育成率は、褐色卵鶏では無窓鶏舎、開放鶏舎とも98%以上で、鶏舎構造の違いによる差はみられなかった。

増体重は、褐色卵鶏、白色卵鶏ともに開放鶏舎が有意($P \leq 0.05$)に高い値を示した。飼料消費量においても、増体重同様に開放鶏舎が多くなる傾向を示した。ME効率では、褐色卵鶏、白色卵鶏ともに無窓鶏舎が有意($P \leq 0.01$)に高い値を示し、鶏種間では、褐色卵鶏が白色卵鶏より約6%程度高くなった。

(2) 飼育密度の影響 第4表に飼育密度別の育成率、増体重及び飼料消費量を示した。

育成率は、褐色卵鶏、白色卵鶏ともに1羽当たりの床面積が225cm²が300cm²、450cm²よりも有意($P \leq 0.$

05)に低い値を示した。

増体重は、褐色卵鶏、白色卵鶏ともに450cm²、300cm²、225cm²の順で重い値を示し、各処理区間に有意差($P \leq 0.05$)が認められた。

飼料消費量は、白色卵鶏で、処理区間に大きな差は見られなかったが、褐色卵鶏では、225cm²が450cm²、300cm²に比べ少ない値であった。ME効率は、白色卵鶏では、450cm²、225cm²が300cm²よりも有意($P \leq 0.05$)に高い値を示したのに対し、褐色卵鶏は、225cm²が最も高い値を示し、次いで450cm²、300cm²の順となり各処理区間に有意差($P \leq 0.05$)が認められた。

第3表 鶏舎構造別育成率・増体重・飼料消費量

鶏種	鶏舎構造	育成率	増体重	飼料消費量	ME効率
		%	g	g	%
褐色卵鶏	無窓	99.2	1076 ^a	6191 ^A	86.2 ^A
	開放	98.8	1104 ^b	6749 ^B	83.5 ^B
白色卵鶏	無窓	97.5	917 ^a	5567 ^A	83.0 ^A
	開放	94.9	931 ^b	6472 ^B	74.8 ^B

注) 縦列のA・B異文字間($P \leq 0.01$)とa・b異文字間($P \leq 0.05$)に有意差あり

第4表 飼育密度別育成率・増体重・飼料消費量

鶏種	ケージ床面積	育成率	増体重	飼料消費量	ME効率
		%	g	g	%
褐色卵鶏	225cm ²	97.6 ^a	1054 ^a	6396	85.8 ^a
	300cm ²	100.0 ^b	1104 ^{ab}	6749	80.3 ^b
	450cm ²	99.4 ^b	1163 ^b	6791	82.7 ^{ab}
白色卵鶏	225cm ²	95.1 ^a	880 ^a	6193	78.0 ^a
	300cm ²	96.3 ^b	929 ^{ab}	6300	75.7 ^b
	450cm ²	96.9 ^b	998 ^b	6129	78.2 ^a

注) 縦列のa・b異文字間($P \leq 0.05$)に有意差あり

2 成鶏期

(1) 飼育密度の影響 第5表に飼育密度別産卵率、卵生産効率及び飼料要求率を示した。

生存率は、褐色卵鶏、白色卵鶏ともに1羽当たりの床面積が310cm²が413cm²よりも低い値を示し、白色卵鶏においてはその差が6.9%と大きかったが有意差は認められなかった。

産卵率は、褐色卵鶏で413cm²が310cm²よりも有意($P \leq 0.05$)に高い成績を示したが、白色卵鶏では差がみられなかった。産卵日量においても同様の傾向が

みられ、褐色卵鶏では413cm²が310cm²に比べ有意（ $P \leq 0.05$ ）に重い値を示したが、白色卵鶏では大きな差は認められなかった。

飼料消費日量は褐色卵鶏、白色卵鶏ともに413cm²が多くなる傾向が見られた。

卵生産効率は褐色卵鶏、白色卵鶏ともに413cm²が高い値を示し、褐色卵鶏において有意差（ $P \leq 0.05$ ）が認められた。

(2) ケージ規格の影響 第6表にケージ規格別産卵率、卵生産効率及び飼料要求率を示した。

生存率は、白色卵鶏において80cm間口がやや低い値を示したが有意差は認められなかった。

産卵率、産卵日量、飼料消費日量ともに40cm間口と80cm間口の間大きな差は認められなかった。卵生産効率は、褐色卵鶏では40cm間口が有意（ $P \leq 0.05$ ）に高い値を示した。

考 察

育成期における鶏舎構造の影響は、無窓鶏舎は点灯時間が短かく、舎内温度が高いために採食量の減少による増体の悪化として現われる。しかし、開放鶏舎と比較して、低照度環境によるストレス発生の抑制効果やME効率の改善効果が認められることから、育成期の飼育環境としては無窓鶏舎の方が適し

ていると考えられる。また、飼育密度の影響についてみるとケージ床面積が450cm²/羽では、225cm²/羽に比べて育成率、増体重ともに優れている。しかし、ME効率では逆に450cm²/羽に比べて225cm²/羽が高い値を示している。このことから225cm²/羽においては増体に必要なエネルギーしか摂取できない制限給餌の状態にあり、白色卵鶏より体重の大きな褐色卵鶏は、この影響を強く受けることが示唆された。

以上のことから、褐色卵鶏を飼養する場合はケージ床面積を300cm²/羽程度で十分であると考えられる。

成鶏期における飼育密度の影響については、褐色卵鶏は310cm²/羽では産卵率が明らかに低下し、これは、卵生産効率においても同様であった。このことから、白色卵鶏は一般に使用されている300cm²/羽程度のケージ床面積でも十分な産卵能力を発揮できるが、褐色卵鶏においては300cm²/羽では十分な産卵能力は発揮できず、400cm²/羽程度のケージ床面積が必要なものと考えられる。

ケージ間口においては、白色卵鶏、褐色卵鶏ともに40cm間口の倍の収容羽数となる80cm間口は生存率、産卵率、産卵日量、産卵効率のすべてにおいて40cm間口より劣ったことから、飼育密度が適正であってもケージ間口を広くし、ケージ内飼養羽数を増やす

第5表 飼育密度別産卵率・卵生産効率及び飼料要求率

鶏種	ケージ床面積	生存率	産卵率	産卵日量	飼料消費量	卵生産効率	平均体重	飼料要求率
		%	%	g	g	%	g	
褐色卵鶏	413cm ²	95.1	72.7 ^a	48.2 ^a	104.7	32.2 ^A	2,105	2.21
	310cm ²	90.7	68.2 ^b	44.8 ^b	102.8	30.0 ^B	2,030	2.30
白色卵鶏	413cm ²	94.4	75.6	47.5	106.9	31.3	1,933	2.25
	310cm ²	87.5	74.2	46.5	104.7	30.6	1,862	2.25

注) 縦列のA・B異文字間（ $P \leq 0.01$ ）とa・b異文字間（ $P \leq 0.05$ ）に有意差あり。

第6表 ケージ規格別産卵率・卵生産効率及び飼料要求率

鶏種	ケージ間口	生存率	産卵率	産卵日量	飼料消費量	卵生産効率	平均体重	飼料要求率
		%	%	g	g	%	g	
褐色卵鶏	40cm	93.1	71.1	47.2	103.3	31.8 ^a	2,088	2.23
	80cm	92.7	69.8	45.9	104.2	30.4 ^b	2,047	2.28
白色卵鶏	40cm	92.4	75.7	47.5	105.8	31.8	1,880	2.23
	80cm	89.6	74.0	46.5	105.9	30.1	1,915	2.28

注) 縦列のa・b異文字間（ $P \leq 0.05$ ）に有意差あり

と鶏種に関係なく産卵成績に悪影響を及ぼすと言える。

以上のことから、白色卵鶏よりも体重が重い褐色卵鶏の収容方法は、育成期では、無窓鶏舎で白色卵鶏同様の方法により育成して良いが、成鶏期において十分な産卵成績を期待するためには、白色卵鶏より低い飼育密度に設定することが重要である。

しかし、施設費を削減する目的で大型ケージを使用することは、生産性の低下をきたすことから適当ではない。また、飼養密度を低くすることによる総生産量の低下が経営上の問題点として残される。

引用文献

1) 福田憲和・西尾祐介・井上尊尋・上野呈一

(1989)：無窓鶏舎における褐色卵鶏の低コスト飼養管理技術（第1報）. 福岡農総試研報C-9, 45~50.

2) 福田憲和・浅田研一・上野呈一（1990）：無窓鶏舎における褐色卵鶏の低コスト飼養管理技術（第2報）. 福岡農総試研報C-10, 23~26.

3) 目加田博行・茅野勝俊・海老沢照二（1981）：ウィンドレス鶏舎における採卵鶏の能力に対する飼育密度の影響. 家禽学会誌, 18(4), 247~255.

4) 農林水産省農林水産技術会議事務局編：日本飼養標準・家禽（1984年版）. 中央畜産会，東京.

5) WELLS, R.G. (1971) : World's Poultry Sci.J., 27, 350~356.

Management for Saving Egg Production Cost for Brown Egg Strain in Windowless Poultry House

(3) The Influences of Housing Density, Poultry House's Structure and Cage Width for Hen on Growing Chicks and Egg Production

ONO Harumi, Ken-ichi ASADA and Norikazu FUKUDA

Summary

Housing on growing chicks and on laying period when brown egg strain hens feeding in pen cage were studied.

(1) The chicks feeding on 300cm² per chick, that is the same as standard housing density of white egg strain chick, had the liveability and body weight gain as well as 450cm² per chick.

It was suggested that the feeding efficiency when chick fed in windowless house was higher than one when chick fed in open house.

(2) The layer feeding on about 400cm² per hen had better egg production than 310cm² per hen, that is standard housing density of white egg strain hen.

However, it was found feeding layer in a way how to widen the cage width and increase the numbers in cage at the same housing density had low liveability and subsequent performance.

添加剤を用いた良質サイレーズの調製技術

第1報 各種乳酸菌添加剤中の乳酸菌数と添加サイレーズの発酵品質

柿原孝彦・荒 智*
(畜産研究所飼料部)

サイレーズ調製時に使用されることの多い乳酸菌添加剤について、その添加効果を明らかにするため、それら添加剤中に含まれている乳酸菌の菌数と添加サイレーズの発酵品質を分析調査した。添加剤は市販品8種類を用い、アルファルファに2%のグルコースと併用して添加し、無添加、及びグルコース単独添加と比較した。

添加剤の乳酸菌数は製剤の種類により大きく異なっていた。最も乳酸菌の多い添加剤は 10^{11} /gもの乳酸菌を含んでいたが、2つの添加剤は、添加菌が全く検出されず、全体的に乳酸菌数の不足が懸念されるものが多かった。

サイレーズの発酵品質は添加菌数が多いほど向上する傾向があったが、乳酸菌の種類や特性との関係は明確でなかった。

乳酸菌を添加したサイレーズはいずれも無添加のサイレーズに比べて優れた品質が得られた。また、添加乳酸菌数の多い(10^{12} /原料草t)添加剤は、糖単独添加に比べても優れた品質が得られたが、明らかな差ではなかった。

[Key words: silage additives lactic acid bacteria silage quality]

緒 言

サイレーズ調製の目的は、微生物による発酵を制御し、良好な発酵を行わせることにより、粗飼料の持つ養分のロスをできるだけ少なくして保存することにある^{12,14}。これまでの研究成果により、乳酸発酵が主体で、好気性発酵や酪酸発酵が抑制され、乳酸含量が高く、揮発性脂肪酸の割合が低いサイレーズの方が発酵品質が高いことが明らかにされている^{10,12,13}。乳酸発酵がサイレーズ調製に適しているのは、他の発酵に比べてエネルギーの損失が非常に少ないことと、酸度の強い乳酸の増加によりpHが急速に低下し、他の微生物の生育が抑えられるためである⁸。乳酸発酵を促進させるためには良質原料草(高糖分)、水分調整(予乾)、材料の細断・踏圧(排気)、早期密封等が必要である^{11,14}が、実際の現場ではこれら全てを満たした理想的な状態での調製が出来ない場合も多い。このため、近年では各種の添加剤を用いてサイレーズの発酵品質の向上を図る例が多くなっている。

これらの添加剤のうち、現在最も一般的に用いられるのが乳酸菌添加剤である。乳酸菌が添加剤とし

て用いられるのは、乳酸菌がサイレーズ発酵の主要菌であるにもかかわらず、収穫時の牧草に付着している乳酸菌の数は意外に少ないこと⁹によるものである。また、同じ乳酸菌でもその菌種によりサイレーズ発酵に与える効果が大きく異なり¹³、最適の菌種はそう多くないことにもよる。佐々木はサイレーズ調製に最も有効な菌として*Lactobacillus plantarum*を選抜し、この菌を培養、増殖させた菌液を原料草に散布することにより、発酵品質の安定化が可能なることを報告している¹³。この方法は培養操作が面倒な事が欠点であったが、近年ではバイオテクノロジーの進歩により、乳酸菌を集積、乾燥させた添加剤が市販されるようになった。これを使えば培養操作が不要で、直接添加すればよいから、利用が多くなっているが、その添加効果については疑問が残る場合も多く、添加剤の菌種や品質について論議を呼んでいる。

このため、本研究では市販されている乳酸菌添加剤の添加効果を明らかにするため、添加剤中の乳酸菌数を把握すると共に、添加サイレーズを調製し、その品質を判定することにより添加した乳酸菌数と添加サイレーズの発酵品質の関係について検討したので報告する。

* 前農林水産省草地試験場飼料生産利用部

試験方法

1 供試製剤

市販されている主な乳酸菌添加剤8種類を供試した。その内、直接原料草に混合するタイプの粉末剤は5種類、水に溶かして原料草に散布するタイプの水溶剤は2種類であった(第1表)。

2 菌数測定

菌数測定用の培地としてグルコース2%、酵母エキス0.5%、ペプトン0.5%、 KH_2PO_4 0.2%、寒天2%、 CaCO_3 1%の平板培地(以下GYP培地)を用い¹³⁾、 CaCO_3 の溶解が認められたコロニーを乳酸菌として計数した。また、市販の中川培地(アサヒビール製、酵母エキス、カゼイン酵素分解物、グルコース、酢酸、ミネラル類、ビタミン類、還元剤、寒天等を含む)を併せて用いた。試料の調製は、供試製剤10mgを滅菌した0.1%酵母エキス溶液100mlに入れ、2分間振とう、攪はんして 10^4 倍希釈液を調製し、これを順次10倍希釈して適当な倍率の溶液を用いた。

3 調製法

サイレージ原料草としてアルファルファの4番草(午前中予乾、水分77.1%)を用い、無添加区、グルコース2%添加区(以下糖単独)を設けた。8つの乳酸菌添加剤については、製品に記載された添加量で、グルコース2%と併用添加した。サイレージ調製には実験用小型サイロ(1l容の広口ガラス瓶を用い、ゴム管スリットでサイロ圧の調整が可能で、また外気の侵入を防ぐ構造のもの⁴⁾)を用い、細断され、乳酸菌と糖を添加後の原料草をこのサイロに

600g/lの密度で詰め込み、合計10処理4反復でサイレージ調製した。25℃で14日間発酵させ、開封後分析に供した。

4 品質評価

分析用サイレージ抽出液の調製は取り出したサイレージ50gに200mlの蒸留水を加えて1昼夜10℃で冷蔵保存し、ガーゼと5Aろ紙で1回ずつろ過したろ液を供試した。pHはpHメータで測定し、有機酸及び乳酸は正岡⁵⁾の方法を用い、ガスクロマトグラフで同時に定量した。揮発性塩基態窒素(以下VBN)は微量拡散法を用いて定量した。

結果

1 添加剤の乳酸菌数

GYP培地は培地自体の乳酸菌に対する選択性が弱く、菌により生産された乳酸が CaCO_3 を中和溶解してコロニーの周辺を透明にすることにより乳酸菌として判別するもので、平板中のコロニー数が多い場合、 CaCO_3 の溶解が不調になり、計数が難しくなる傾向にあった。中川培地は乳酸菌に対する選択性の強い透明の培地であり、中川培地の方が計数に適していたが、2つの培地とも乳酸菌数の計測値には差がなかった。

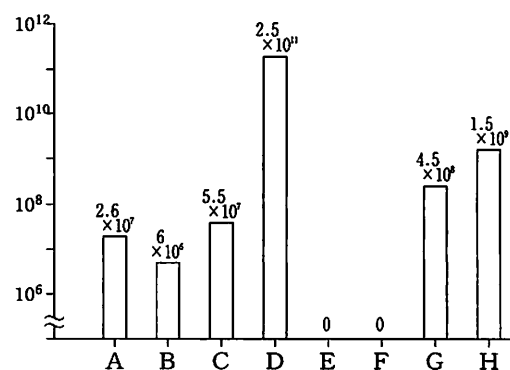
8種類の添加剤中の乳酸菌数を計測した結果を第1図に示した。乳酸菌数は添加剤の種類により大きな差がみられ、1g当たり 2.5×10^{11} もの菌数を含むもの(D)から、乳酸菌が全く検出されないもの(E、F)まで様々であった。

2 添加サイレージの発酵品質

サイレージの発酵品質を判定する基準として、酸の生産量を表すpH、発酵による損失の度合を表す乾物回収率、蛋白質の分解の度合を表すVBN含量と発酵により生産された各有機酸の含量を測定した。

第1表 供試乳酸菌添加剤の特徴

添加剤	性状	菌相	添加量 g/t
A	粉末剤	<i>Lactobacillus casei</i>	1000
B	粉末剤	<i>L. plantarum</i> <i>Streptococcus faecium</i>	500
C	粉末剤	不明	500
D	水溶剤	<i>L. plantarum</i>	2
E	粉末剤	不明	460
F	粉末剤	不明	500
G	粉末剤	<i>L. plantarum</i> 他	200
H	水溶剤	<i>L. plantarum</i> <i>L. casei</i> <i>S. faecium</i> <i>L. amylovorus</i>	20



第1図 各添加剤中の乳酸菌数 (g当たり)

第2表 サイレーズの乾物回収率, pH, VBN含量

項目 処理	水分 乾物		pH	VBN
	水分	乾物		
	%	%		mg%
無添加	80.4	83.7 ^B	6.23 ^C	158.2 ^E
糖単独	78.5	92.6 ^A	4.34 ^{AB}	90.8 ^{BCD}
A	78.3	94.1 ^A	4.36 ^{AB}	95.2 ^{CD}
B	78.3	93.2 ^A	4.51 ^{AB}	104.1 ^D
C	78.0	94.7 ^A	4.30 ^{AB}	93.4 ^{CD}
D	77.6	97.1 ^A	3.98 ^A	60.7 ^{ABC}
E	78.1	94.5 ^A	4.62 ^B	106.3 ^D
F	78.3	93.3 ^A	4.63 ^B	104.8 ^D
G	78.2	94.2 ^A	4.21 ^{AB}	51.7 ^A
H	78.5	92.6 ^A	4.22 ^{AB}	55.8 ^{AB}

注) 異符号間に1%水準で有意差あり。

第4表 フリーク評価法に換算したサイレーズの有機酸含量と品質評価

項目 処理	有機酸			フリーク 評点	評価
	乳酸	酢酸	酪酸		
	現物当%				
無添加	1.34 ^C	0.43 ^C	0.24 ^B	46	可
糖単独	2.01 ^{AB}	0.26 ^{AB}	0.04 ^A	80	良
A	1.70 ^{ABC}	0.26 ^{AB}	0.04 ^A	80	良
B	1.52 ^{BC}	0.31 ^{ABC}	0.05 ^A	79	良
C	2.23 ^A	0.27 ^{AB}	0.03 ^A	100	優
D	2.20 ^A	0.16 ^A	0.01 ^A	100	優
E	1.85 ^{ABC}	0.33 ^{BC}	0.08 ^A	70	良
F	1.72 ^{ABC}	0.32 ^{BC}	0.10 ^{AB}	65	良
G	2.03 ^{AB}	0.22 ^{AB}	0.02 ^A	100	優
H	2.13 ^{AB}	0.19 ^{AB}	0.06 ^A	80	良

注) ① 異符号間に1%水準で有意差あり。

② プロピオン酸は酢酸に含め、吉草酸、カブロン酸は酪酸に含めた。

第3表 サイレーズの有機酸含量

(現物当たり%)

項目 処理	有機酸			酪酸		吉草酸		カブロン酸		合計
	乳酸	酢酸	プロピオン酸	i-	n-	i-	n-	i-	n-	
無添加	1.34	0.34	0.09	0.06	0.15	0.01	0.01	0	0.01	2.02
糖単独	2.01	0.19	0.07	0.03	0.01	0	0	0	0	2.31
A	1.70	0.18	0.08	0.04	0	0	0	0	0	2.01
B	1.52	0.21	0.09	0.04	0.01	0	0	0	0	1.88
C	2.23	0.20	0.07	0.03	0	0	0	0	0	2.53
D	2.20	0.14	0.02	0.01	0	0	0	0	0	2.37
E	1.85	0.21	0.11	0.06	0.02	0	0	0	0	2.26
F	1.72	0.21	0.11	0.06	0.03	0	0	0	0	2.14
G	2.03	0.17	0.05	0.02	0	0	0	0	0	2.28
H	2.13	0.17	0.02	0.06	0	0	0	0	0	2.40

サイレーズのpHは無添加の低下が少なく6.2であるが、グルコースを2%加える(糖単独)ことで顕著に改善がみられ、4.3まで低下した。乳酸菌の添加で糖単独以上にpHが低下している添加剤はC, D, G, Hであり、特にDが4.0と低かった。また、糖単独よりpHが下らない添加剤もあった(第2表)。

乾物回収率は無添加が最も低かったが、糖単独でも無添加に対して有意に改善された。乳酸菌添加剤は糖単独に対しても同等か、上回る回収率を得てお

り、特にDの回収率が高かったが、有意な差ではなかった(第2表)。

VBN含量は無添加が最も高かったが、これも糖単独で、顕著に減少して改善された。糖単独よりVBNが減少して改善が進んだ乳酸菌添加剤はD, G, Hだけであり、反対にVBN含量が糖単独より高いものもあった。

有機酸含量について、無添加は乳酸含量がやや少なく、酢酸が0.34%、酪酸が0.21%も含まれ、吉草酸、カブロン酸も含まれるなど品質が劣った。それ

に対し、糖単独の添加は乳酸が増加し、酢酸が減少し、酪酸の発生がよく抑えられて品質が向上した。さらに乳酸菌添加剤を加えた処理では、乳酸、酢酸、酪酸、共に糖単独と大差無いものが多く、糖単独より品質（フリーク評点）が向上したのはC、D、Gのみであった。特にDは酢酸、プロピオン酸も少なく抑えられて発酵品質の改善効果が高かった（第3表、第4表）。

考 察

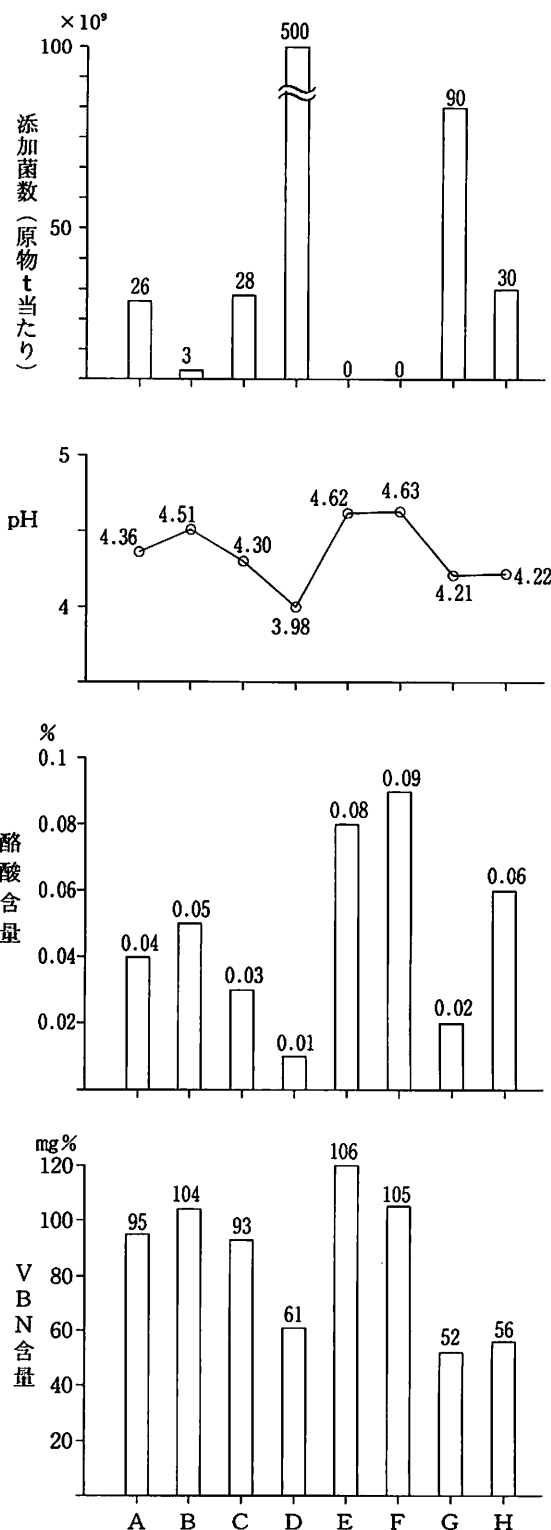
1 添加剤の乳酸菌数

乳酸菌添加剤の菌数計測の結果により、添加剤に含まれている乳酸菌数が大きく異なっており、中には乳酸菌の検出されないものもあることが明らかになった。乳酸菌数の値を各添加剤に指示されている添加量に合わせて計算すると第2図上段のようになる。サイレージに対する乳酸菌の添加はこれらの乳酸菌添加剤が市販される以前から、菌の培養液を使って研究された例があり^{10,13)}、安定した添加効果を得るためには原料草に対し、少なくとも乳酸菌 $10^5 \sim 10^6/g$ ($10^{11} \sim 10^{12}/t$) の添加が必要とされているが、供試した乳酸菌添加剤の中でこのレベルをクリアしているのはDのみであった。供試添加剤は試験直前にメーカーより直接取り寄せたものであり、出荷後の保存条件の不良で生菌数が低下した可能性は低く、ほとんどの乳酸菌添加剤について、製品に記載された添加量では、添加菌数の不足が懸念されることになる。この結果を踏まえて添加サイレージの発酵品質と比較検討し、添加量が適切であるか判断する必要がある。

2 添加菌数と発酵品質

通常サイレージ品質の評価は、①酸の生成が盛んでpHが4前後まで低下している、②不良発酵や蛋白分解が抑えられて乾物回収率が高く、アンモニア態窒素（VBN）含量が低い、③発酵で生産された有機酸の内、乳酸の量が十分で、酢酸、プロピオン酸は少なく、酪酸やその他の揮発性脂肪酸がほとんど検出されない等をポイントに良質であることが判定される¹⁵⁾。

第2図に各乳酸菌添加剤の添加菌数と発酵品質を示すpH、酪酸含量（吉草酸、カプロン酸を含む）、VBN含量を示した（値が低い方が良質）。これによると、添加菌数と発酵品質には相関が認められる。すなわち、乳酸菌の検出されないE、FはpH、酪酸含量、VBN含量が最も高く、品質が悪いが、乳酸菌の添加菌数の多いD、GはpH、酪酸含量、VBN



第2図 添加菌数とサイレージ発酵品質の関係

含量が共に低く、最も良質である。その他、添加菌数の不足が懸念されたA, B, C, Hは3つの分析項目についてバラツキが認められた。

これらの結果より、各乳酸菌添加剤の効果は、含まれている乳酸菌の特性や能力よりも、菌数の差によって決定されたと考えられる。ただし、適正な添加菌数について結論を下すには、各添加剤について添加量を変化させ、発酵の経過も含めて追跡試験をする必要がある。

3 添加剤の添加効果

乳酸菌添加サイレーズの発酵品質を、無添加、糖単独と比較すると、無添加に対しては全ての添加剤と統計的な有意差が認められたが、糖単独に対しては有意差が認められなかった（第2表、第3表、第4表）。乳酸菌添加区は糖添加との併用処理であり、したがって糖単独区を上回る結果が得られて初めて添加効果が確認されることになるが、本試験においては糖の添加効果の方が大きく、乳酸菌添加の効果は統計的には確認できなかった。しかし、添加菌数の多いD, Gに関しては全ての分析項目で糖単独を上回って発酵品質が向上しており、品質をさらに向上させる効果があると推察される。本試験ではサイレーズ原料草にアルファルファを用いており、糖含量の低い草種であるため、乳酸菌の添加だけでは不十分と想定して2%のグルコース添加と併用したが、乳酸菌添加効果を調査するには糖の添加量がやや過剰だったことも推察され、他草種を用いての試験が必要であろう。

近年、乳酸菌添加剤の添加効果について、いくつか報告がされており、イタリアンライグラス等のイネ科牧草に対しては単独添加でも添加効果が得られている例が多いが、糖の添加との関係は明らかにされていない場合が多い^{3,6,7)}。安宅ら¹⁾は、原料草の糖含量が中程度のチモシー、オーチャードグラス、大麦では乳酸菌単独の添加効果が認められたが、糖含量が高いトウモロコシと、反対に糖含量が低いアルファルファに対しては効果が認められなかったと報告しており、また、別の報告²⁾では乳酸菌と糖の単独添加より併用添加した方が、より発酵品質が向上したとしている。このように乳酸菌の添加効果については糖分の影響が大きいと考えられる。さらに森地らが述べている¹⁰⁾ように、サイレーズ発酵は乳酸菌数や糖分以外に、温度や水分、空気の侵入などの影響も大きいと考えられるので、今後これらの要因も組み合わせて研究し、乳酸菌添加が必要な調製条件を明らかにする必要がある。

謝 辞

本試験の成果は、農林水産省草地試験場調製貯蔵研究室への内地留学研修中に得られたもので、ご指導、ご協力を頂いた研究室の皆様、並びに業務科員の皆様方に深謝いたします。

引 用 文 献

- 1) 安宅一夫・園部 真・橋崎 昇(1986)：サイレーズ品質に及ぼす乳酸菌製品の効果について。北海道草地研究会報 20, 135~137.
- 2) 安宅一夫・長谷部紀之・橋崎 昇・佐藤洋(1988)：サイレーズの品質に及ぼす乳酸菌添加とグルコース添加、あるいは酵素剤添加の併用効果。日本草地学会誌 34(別), 161~162.
- 3) 熊井清雄・木村徹哉・福見良平・丹比邦保(1988)：ホモ型乳酸菌添加がサイレーズの発酵品質並びに微生物相に及ぼす影響。日本草地学会誌 34(別), 159~160.
- 4) 萬田富治・泉 秀幸・高野信雄(1976)：稲わらのサイレーズ調製に関する研究—原料わらの水分含量がサイレーズの発酵品質と乳牛の採食量に及ぼす影響。草地試験場研究報告 9, 16~24.
- 5) 正岡淑邦・荒 智(1987)：ガスクロマトグラフによるサイレーズ中の乳酸とVFAの同時定量のための試料調製法。日本草地学会誌 32(4), 381~388.
- 6) 増子孝義・内村 泰・岡田早苗・渋谷恭蔵(1988)：乳酸菌製剤の添加がイタリアンライグラスサイレーズの発酵品質および乳酸菌の分布に及ぼす影響。日本草地学会誌 34(別), 163~164.
- 7) 増子孝義・渋谷恭蔵(1990)：乳酸菌製剤の添加がグラスサイレーズの発酵品質に及ぼす影響。日本草地学会誌 36(別), 211~212.
- 8) Michael K. Woolford(1984)：The Silage Fermentation. 42~52, 170~172, Marcel Dekker, INC.
- 9) 森地敏樹・大山嘉信(1972)：牧草における乳酸菌(Lactobacilli)の分布。日本畜産学会報 43(5), 264~267.
- 10) 森地敏樹・大山嘉信(1982)：サイレーズにおける微生物の動態。土と微生物 24, 7~15.
- 11) 名久井 忠(1986)：サイレーズバイブル. 55~64. 酪農学園出版部.
- 12) 大山嘉信(1971)：サイレーズ発酵に関連する諸問題。日本畜産学会報 42(7), 301~317.

- 13) 佐々木 博(1971): グラスサイレージの微生物学的研究. 北海道大学農学部邦文紀要 8(3), 188~251.
- 14) 須藤 浩(1967): サイレージに関する最近の研究. 日本畜産学会報 38(6), 233~244.
- 15) 須藤 浩(1971): サイレージと乾草. 150~162, 養賢堂.

High Quality Silage-making with the Additives
(1) Number of Lactic Acid Bacteria in Some Additives
and Quality of Inoculated Silage

KAKIHARA Takahiko and Satoshi ARA

Summary

Lactic acid bacteria additives for silage-making were examined. In this report the numbers of lactic acid bacteria in 8 commercial additives were counted and the inoculated silage quality was analyzed. The materials were early flowering alfalfa and 2% glucose was jointly added with the inoculation of lactic acid bacteria additives.

The number of lactic acid bacteria in the additives were different with the types of additives. The most large number of lactic acid bacteria was about 10^{11} cells/g. However, in two additives, lactic acid bacteria were not detected.

Silage quality, were affected by the number of inoculated lactic acid bacteria, but relation between quality of silage and type or nature of lactic acid bacteria was not clear.

Inoculated silage quality were better than the uninoculated silage, and 10^{12} cells/t level of lactic acid bacteria was more better than the case of only glucose added silage.

添加剤を用いた良質サイレーズの調製技術

第2報 乳酸菌と糖の添加によるサイレーズ発酵の推移

柿原孝彦・福田誠実
(畜産研究所飼料部)

サイレーズ調製時に用いられる乳酸菌添加剤について、その添加効果と、糖（グルコース1%）の併用添加の影響を明らかにするため、添加サイレーズの発酵過程を分析調査した。

無添加や糖単独添加では乳酸の生成が少なく、発酵品質も劣った。

乳酸菌の添加により、サイレーズ発酵初期からの急速な乳酸の増加とpHの低下が起き、その結果、酪酸発酵が抑制されるが、添加効果は添加乳酸菌数により差があった。

乳酸菌数が少ない（ 10^9 /原料草 t）添加剤は糖添加と併用して初めて添加効果が得られたが、乳酸菌数の多い（ 10^{12} /原料草 t）添加剤の場合は、単独添加でも添加効果は十分で、糖の併用添加の必要はなかった。

[Key words: silage additives, lactic acid bacteria, silage fermentation]

緒 言

サイレーズの発酵過程は、密封後、原料草の呼吸作用と、好気性細菌の呼吸作用により、サイロ内に残っている酸素と原料草の糖分が消費されて水、炭酸ガス及び酢酸などが生成されることから始まるとされている^{6,8)}。密封が完全であれば急速に酸素が消費されて嫌気状態となって、これらの呼吸作用は比較的短期間で終息し、その後、通性嫌気性菌である乳酸菌が増殖して糖から乳酸が生成されるとともに、pHが急速に低下して発酵の安定期へ進むとされている^{6,8)}。

しかし、生産現場では作業上の都合から密封が遅れる場合も多く、しかも、原料草に付着している乳酸菌数が意外に少ない⁷⁾ことから、発酵開始時の乳酸菌数を確保し、なるべく早期に乳酸発酵が優勢となるように乳酸菌の添加が行われる。

第1報⁴⁾では市販の主要な乳酸菌添加剤8種類に含まれている乳酸菌数と添加サイレーズの発酵品質を調査した結果、添加菌数が多いほど発酵品質が安定した。しかし、原料草が糖含量の少ないアルファルファであったため、糖の併用添加が必要となり、乳酸菌単独の添加効果については明確な結論を下すことができなかった。そこで、本報告においては原料草に黄熟期のソルガムを用い、第1報で供試した添加剤の内2種類を用い、糖の添加と組合せて、サイレーズの発酵過程と発酵品質について調査した結果、若干の知見を得たので報告する。

試 験 方 法

1 サイレーズ調製法

サイレーズ原料草として黄熟期のソルガム（品種：P956）を用い、1989年10月23日に刈取り後2~3時間予乾した後（水分約65%）、細断して供試した。実験サイロとして2ℓ容の広口瓶（ポリプロピレン製）を用い、原料草を約1400g詰め込んで密封した後、28℃で発酵させた。

2 試験処理

無添加区、グルコース1%添加区（以下糖単独）と共に、第1報⁴⁾で用いた乳酸菌添加剤のうち、菌数が少なかったB剤と、最も添加菌数の多かったD剤を指定された添加量で、それぞれ単独添加した区（以下B、D）、グルコース1%を併用添加した区（以下B+糖、D+糖）の6処理を設けた。添加は詰め込み直前に行い、各処理区についてサイロ5本ずつ詰め込み、詰め込み翌日、3日後、7日後に1個ずつ開封し、50日後に残り2個を開封してそれぞれの発酵品質を調査した。

第1表 供試乳酸菌添加剤の特徴

添加剤	菌 相	添加菌数 /原料草 t
B	Lactobacillus plantarum	3×10^9
	Streptococcus faecium	
D	L. plantarum	5×10^{11}

3 品質評価法

分析用サイレージ抽出液の調整は取り出したサイレージ70gに蒸留水140mlを加えて5℃で1昼夜冷蔵保存した後、5Aろ紙でろ過して供試した。pHはpHメータで測定し、乳酸はBarnetの改変³⁾したBarker & Summersonの方法²⁾に基づいて測定した。その他の有機酸はガスクロマトグラフを用いて測定した(担体にGreensorb T, 液相にKOCL-FM, 検出には水素炎イオン化検出器を用い、145℃定温で分析)。揮発性塩基態窒素(以下VBN)は水蒸気蒸留法で測定した。

結 果

1 pH

無添加, 糖単独, Bが発酵初期(翌日~7日後)のpH低下がほとんどなく, 50日後にも4.1~4.2に留まったのに対し, D, D+糖は詰め込み翌日から急速にpHが低下し, 7日後には3.7以下まで下がって安定した。B+糖も発酵初期のpHの低下が早かったが, DやD+糖ほど急速ではなく, 50日後のpHもやや高かった(第1図, 第2表)。

2 有機酸

発酵初期から検出された有機酸は乳酸と酢酸で, 50日後には酪酸も認められたが, プロピオン酸, 吉草酸, カブロン酸は検出されなかった。

無添加, 糖単独, Bは発酵初期における乳酸の増加がほとんどなく, 50日後にも1%程度であったが, D, D+糖は急速に乳酸が増加し, 50日後には約2%に達した。B+糖も乳酸の生成が多かったが, D, D+糖ほどではなかった(第2図, 第2表)。

酢酸含量はいずれの処理も発酵初期の変化は少なかったが, 無添加, 糖単独, B, B+糖は50日後に

増加する傾向にあった。それに対し, D, D+糖は変化も小さく, 50日後の含量も少なかった(第3図, 第2表)。

50日後の酪酸含量は無添加が最も高く, 糖単独, Bも無添加に近いが, B+糖, D, D+糖は無添加の半分以下の値となった(第2表)。

有機酸分析の結果より, フリーク評点をつけるとD, D+糖が最も評点が高く, 無添加が最も評点が低くなった(第2表)。

3 VBN

VBN含量は発酵初期は少なかったが, 50日後には増加する傾向にあった。D, D+糖は他の処理に対してVBNの生産量や増加割合が少なかった(第4図, 第2表)。

考 察

無添加はpHとVBNでの評価⁹⁾は良いが, 酢酸含量が多いことと, 50日目に酪酸が0.12%含まれている(良質の条件は酪酸含量が0.1%以下¹⁾)ことにより品質が劣っていると判断される。

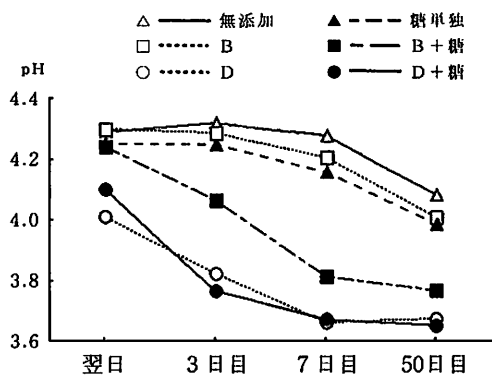
糖単独添加, B剤添加では僅かの品質改善しか得られておらず, 添加効果は認められない。ただし, B剤は糖(グルコース1%)と併用すると詰め込み直後からの乳酸の増加とpHの低下により, 酪酸含量が無添加の半分と少なくなり, 一応の添加効果が得られた。ただし, 酢酸やVBN含量でみるとほとんど改善されておらず, まだ不十分である。これに対し, D剤は単独の添加で急速な乳酸の増加とpHの低下があり, 酢酸, 酪酸, VBNの発生もよく抑えられて優良な発酵品質が得られ, 添加効果は良好であった。また, D剤は糖と併用しても, それ以上の改善は得られず, 糖の併用は必要でなかった。

第2表 各処理の50日後の発酵品質

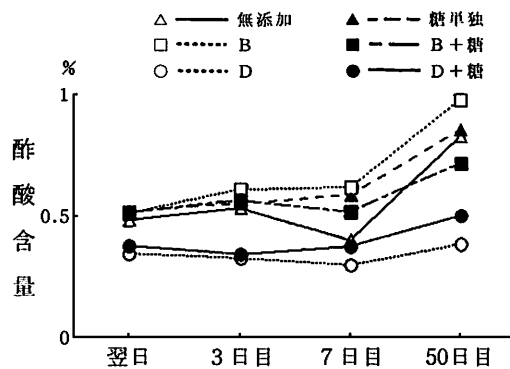
項目 処理	水分 %	pH	有機酸含量				VBN		フリーク 評点
			乳酸 %	酢酸 %	i-酪酸 %	n-酪酸 %	含量 mg %	T-N比率 %	
無添加	63.4	4.09	0.97	0.82	0.105	0.024	30.5	3.50	25
糖単独	66.1	4.00	1.19	0.85	0.104	0	31.5	3.78	34
B	66.4	4.01	1.20	0.98	0.114	0	31.0	3.91	31
B+糖	68.3	3.77	1.80	0.71	0.048	0	29.1	3.22	68
D	68.9	3.68	2.01	0.38	0.041	0	22.4	2.37	79
D+糖	69.0	3.66	1.96	0.50	0.045	0	22.3	2.36	78

注) ① VBNのT-N比率は全窒素に対するVBNの割合を示す。

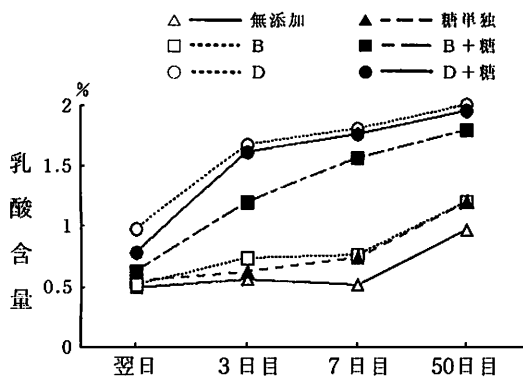
② 有機酸含量, 及びVBN含量は現物当たりの数値。



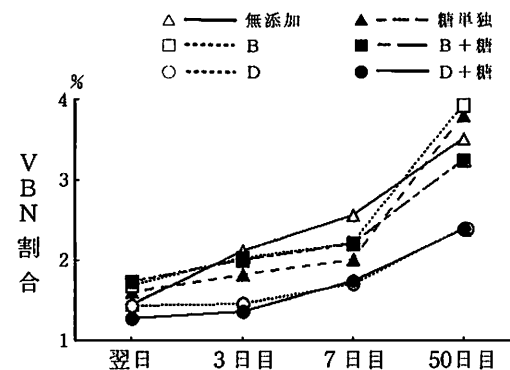
第1図 各処理サイレーズのpHの推移



第3図 各処理サイレーズの酢酸含量の推移 (現物当たり)



第2図 各処理サイレーズの乳酸含量の推移 (現物当たり)



第4図 各処理サイレーズの全窒素中VBN割合の推移

サイレーズの発酵品質は乳酸含量の影響が大きく、乳酸の生成が多い場合に酪酸発酵等の不良発酵が抑えられて品質が向上するため、速やかに乳酸発酵を促進させることが良質サイレーズ調製のポイントである。本研究においては、同じ原料草であるにもかかわらず、乳酸の生成量の違いが大きかったが、この違いは主に詰め込み時の乳酸菌数の差に起因するものと考えられる。

すなわち、原料草に付着していた天然の乳酸菌数が不足しているために、無添加だけでなく、糖を単独添加しても速やかな乳酸発酵の促進にはつながらなかった。また、B剤についても、添加菌数が不十分なために単独添加の効果が劣り、添加効果が高めるためには、糖を併用添加して、発酵条件を改善する必要があった。これに対し、D剤は乳酸菌数が十分に確保されたために、単独添加でも速やかに乳酸発酵が促進され、糖を併用する必要はなかった。

これらのことから、乳酸菌添加剤としてはD剤の方がより優れており、サイレーズ添加剤としての効

果が十分期待できると判断された。

本研究では発酵の推移を知るためにサイレーズの有機酸を経時的に分析したが、熊井ら⁵⁾は同様の試験を微生物相の変化を主体に調査し、乳酸菌の単独添加サイレーズは無添加に比べて乳酸菌の増殖が急速で、その他の一般細菌が減少するとともに酪酸菌の増殖が阻止されたとしている。本試験の結果はこの様な微生物相の変化と表裏一体のものであり、サイレーズ発酵では調製初期の乳酸菌の急速な増殖が重要なことがうかがえる。

また、本試験では原料草の水分が約65%とやや低いため、酪酸発酵が抑制されやすい調製条件であり⁶⁾、無添加でも酪酸含量は0.1%強とそれほど高い値にはなっていない。しかし、熊井ら⁵⁾の報告によると、高水分(約80%)条件における無添加の酪酸含量は1.3%と劣悪な品質になっている。すなわち、高水分の原料草では発酵品質の差が大きくなると推察され、原料草水分と乳酸菌の添加効果の関係も今後明らかにする必要がある。

本報では糖の添加だけでは発酵品質が改善されず、良質の乳酸菌添加剤を用いることで初めて改善効果が得られる結果となったが、他の報告では糖の添加が乳酸菌添加を上回る添加効果を得ている場合も多い。このため、調製条件により、発酵品質の向上に乳酸菌の添加が最も重要な場合とそうでない場合があると推察され、水分、糖、温度等の調製条件を組み合わせてこれを明らかにする必要がある。

引用文献

- 1) 安宅一夫・野 英二(1986)：サイレージ品質の見分け方. サイレージバイブル. 93~99, 酪農学園出版部.
- 2) Barker, S.B. and W.H. Summerson(1941)：The Colorimetric Determination of Lactic Acid in Biological Material. J. Biol. Chem, 138, 535~554.
- 3) Barnett, A.I.G.(1951)：The Colorimetric Determination of Lactic Acid in Silage. Biochem. J, 49 527~529.
- 4) 柿原孝彦・荒 智(1991)：添加剤を用いた良質サイレージの調製技術(第1報). 福岡農総試研報C-11 29~34.
- 5) 熊井清雄・木村徹哉・福見良平・丹比邦保(1988)：ホモ型乳酸菌添加がサイレージの発酵品質並びに微生物相に及ぼす影響. 日本草地学会誌 34(別), 159~160.
- 6) Michael K. Woolford(1984)：The Silage Fermentation. 42~52, Marcel DEKKER, INC.
- 7) 森地敏樹・大山嘉信(1972)：牧草における乳酸菌(Lactobacili)の分布. 日本畜産学会報 43(5), 264~267.
- 8) 大山嘉信・森地敏樹(1979)：サイレージにおける微生物の動態. 微生物の生態 6 161~178, 学会出版センター.
- 9) 須藤 浩(1971)：サイレージと乾草. 150~162, 養賢堂.

High Quality Silage-making with the Additives (2) Fermentation Changes During Ensilage by Lactic Acid Bacteria Inoculation and Glucose Addition

KAKIHARA Takahiko and Narumi FUKUDA

Summary

Lactic acid bacteria additives for silage-making were examined. In this report, inoculated sorghum silage fermentation changes during ensilage were analyzed in order to examine inoculation effect and glucose (1%) joint addition influence.

In un-inoculated silage or only glucose added silage, lactic acid were little and silage quality were no good.

Inoculation gave effect of rapid increase of lactic acid and rapid fall of pH. As a result, butyric acid fermentation were depressed. But, inoculation effect were different with the inoculated number.

Additive with few inoculation number (10^9 cells/ton) improve the silage quality provided that glucose was jointly added. But additive with many inoculation number (10^{12} cells/ton) well improved the silage quality without glucose joint addition.

主要トウモロコシ品種の群別特性

馬場武志・福田誠実・柿原孝彦
(畜産研究所飼料部)

青刈りトウモロコシは現在約80種が市販されているが、利用目的に合致した品種を選択することは容易ではない。このため、品種選定の際の客観的資料を得ることを目的として、当場で県奨励品種選定のために栽培・調査した青刈りトウモロコシ約30品種の形態及び特性に基づくデータを整理し、主成分分析法及びクラスター分析法を用いて分類・評価することにより各品種の群別特性を明らかにした。

市販の青刈りトウモロコシの品種は大きく次の3群に分類することができる。

- I群：極早生～早生、短程で比較的茎葉収量を重視した品種群である。乾物収量はやや劣るものの、初期生育は良く、生育期間が短い。
- II群：早生～中生で、雌穂収量が多い一般的な品種群である。この群は雌穂収量が高く、やや細茎のものから、乾物収量が多く、やや太茎のものまで変化に富んでいる。
- III群：晩生で、稈長が長く、乾物収量、特に茎葉収量の高い品種群である。繊維源としての役割を重視した品種群である。

[Key words : corn varieties , principal component analysis ,cluster analysis]

緒 言

飼料用青刈りトウモロコシは、高エネルギー自給粗飼料として乳用牛及び肉用牛経営の中で重要な位置を占めており、県内作付面積は、飼料作物全体の15%を占める667ha³⁾にまで増加してきている。作付面積の増加に伴い、多くの品種が欧米から導入、市販され、その数は現在約80種にのぼると言われている⁴⁾。

最近では、サイレージ専用品種と称して茎葉収量の増加と茎葉消化率の向上を狙った品種や、南方さび病に比較的強い耐病性を持つ2期作専用品種等、栽培目標を明確にしたものも多く出回り、品種選択の幅は大きく広がっている。

品種の選定に際しては、一般に (1)目標とする栽培期間内に刈取適期に達すること (2)高い収量性と子実生産性を持っていること (3)耐倒伏性が高いこと (4)耐病害虫性、特に耐病性に優れていること¹⁾等に留意すべきであるが、すべてを十分に満足できる品種は極めて希であり、圃場条件や経営実態に合わせて、要求度の高い順に品種を選択することが必要である。

利用者が必要とする特性を有するトウモロコシ品種を、複数のメーカーの品種群から選択する場合、各品種の特性についての客観的な分類・評価と、目的とする各特性の相対的重要度を理解することが必

要である。

このため、現在市販されている青刈りトウモロコシ品種30品種の形態及び特性に基づくデータを、主成分分析法及びクラスター分析法を用いて分類評価することにより、各品種の群別特性を明らかにし、品種選択の際の有効な結果を得たので報告する。

試 験 方 法

解析に用いたトウモロコシのデータは、県奨励品種及び奨励品種として有望と考えられる30品種を1988年及び1989年に栽培調査したものである。

なお、1989年は前年度供試品種から9品種を削除し、新たに9品種を加えた。

播種期は1988年4月26日及び1989年4月28日である。

播種法は75cm×20cmの点播で播種密度は10a当たり6,667本とした。

施肥は基肥として10a当たりN:P₂O₅:K₂O各10kgを播種時に、追肥としてN:K₂O各7kgを5～6葉期に施用した。

圃場は、花こう岩質残積土(砂壤土)の福岡県農業総合試験場内圃場である。

1988年は夏期における降雨がやや多く晴天も少なかったが、湿害や日照不足による影響は少なく、後半の生育も良好であった。1989年は梅雨時の降水量がやや少なかったが、生育は良好であった。

解析は多変量解析法の一つである主成分分析法とクラスター分析法を組み合わせて行った。解析プログラムは田中豊等⁵⁾の開発したソフトに自作のプログラムを組み込んで解析を容易にした。

入力したデータについては、各項目間の相関を求め、高い相関(±0.9以上)を示す場合は一方を削除し、解析結果が特定の形質、表現型に片寄らないように配慮した²⁾。

高い相関を示す項目としては、生草重量と乾物重量、雌穂抽出日と絹糸抽出日等があったが、生草重量及び雌穂抽出日等は削除した。

結 果

1988年のデータから、平均値、分散、標準偏差等の基本統計量を求め、さらに相関行列を用いて、標準化した変量に基づく主成分分析を行った。第1表に主成分ごとの固有値、固有ベクトル、寄与率及び累積寄与率を示した。

更に、各品種ごとに主成分得点を求め、第1主成分と第2主成分及び第1主成分と第3主成分による二次元の散布図を描いた(第1図、第2図)。

主成分分析は、データの持つ多元的特性をできるだけ損なわないように、しかもできるだけ少ない次元に、できれば散布図などで可視的に描くことができる2次元あるいは3次元に要約して、考察を進めるための手法であるが、必ずしも群分けに適して

いるわけではない。このため、クラスター分析法を援用することにより散布図の中に手書きによる囲い込みを行い、2次元または3次元の感覚で群を理解できるように努めた。

クラスター分析法の手法は、凝集型階層的クラスター分析法の一つである標準化ユークリッド平方距離を用い、群平均法によって計算することにより、樹形図で各品種の類似度(距離)を示した(第3図)。

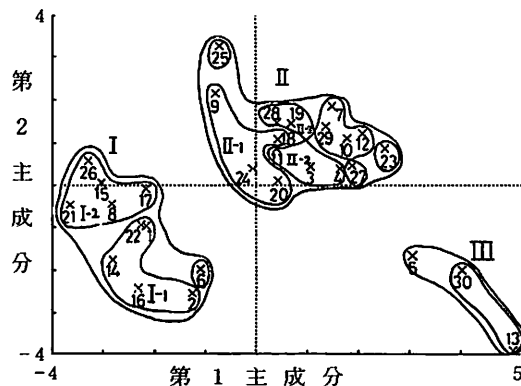
第1表の各主成分は、固有ベクトルを係数とした一次式で表すことができる。第1主成分は、以下の式で表される。

$$Y_1 = 0.379x_1 + 0.240x_2 + 0.257x_3 + 0.347x_4 - 0.111x_5 + 0.314x_6 + 0.075x_7 + 0.345x_8 + 0.401x_9 - 0.253x_{10} + 0.390x_{11}$$

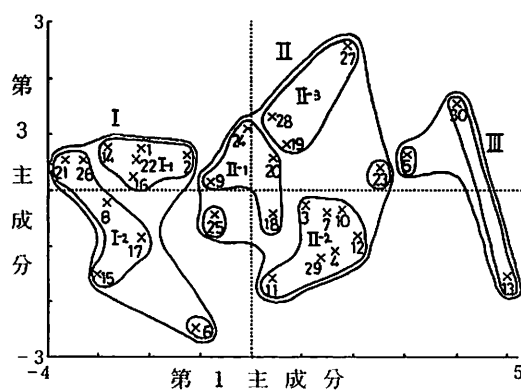
第1主成分は乾物収量、黄熟期までの日数及び稈長に対し正の係数を持ち、初期生育に負の係数を持っている。係数の大きい変数ほど第1主成分(Y_1)に対する貢献度は高いと解釈できることから、第1

第1表 相関行列の固有ベクトルと固有値 (1988年)

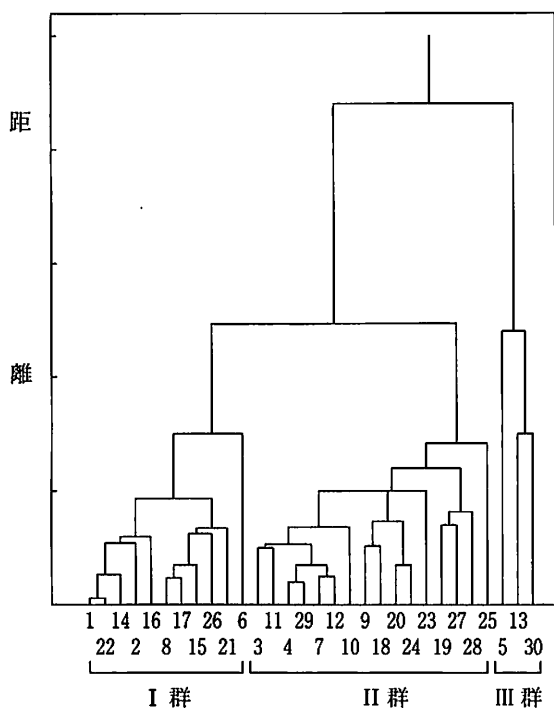
項 目	主成分1 (Y_1)	2 (Y_2)	3 (Y_3)
1 乾物収量(x_1)	0.379	0.115	0.333
2 乾茎葉重(x_2)	0.240	-0.455	0.278
3 乾雌穂重(x_3)	0.257	0.470	0.175
4 稈長(x_4)	0.347	-0.258	-0.017
5 稈径(x_5)	-0.111	0.007	0.807
6 雌穂着位(x_6)	0.314	-0.174	-0.254
7 穂重割合(x_7)	0.075	0.602	-0.021
8 風乾率(x_8)	0.345	0.225	0.024
9 黄熟迄日数(x_9)	0.401	-0.060	0.011
10 6月11日草丈(x_{10})	-0.253	-0.171	0.253
11 絹糸抽出日数(x_{11})	0.390	-0.133	-0.026
固有値	5.188	2.568	1.179
寄与率	0.472	0.233	0.107
累積寄与率	0.472	0.705	0.812



第1図 第1, 2主成分による散布図 (1988年)



第2図 第1, 3主成分による散布図 (1988年)



第3図 クラスタ分析による樹形図 (1988年)

主成分軸上で正に位置する品種ほど乾物収量が高く、稈長の長い晩生型で、初期生育がやや遅い品種といえる。

同様に、第2主成分は、主として雌穂収量を示す成分で、正に位置する品種ほど乾雌穂重及び乾雌穂重割合が高く、稈長の比較的短い品種である。

第3主成分は、茎の太さを示す成分で、正に位置する程稈径が太く、比較的乾物収量及び乾茎葉重が高く、雌穂着位の低い品種である。

第4主成分以下は、固有感、寄与率が低く総合特性値とは考えられないため考察を行わなかった。

考 察

1988年の結果から、飼料用トウモロコシの品種は大きく次の3群に分類することができる。各群の特性を表現すると次のように表すことができる。

I群：極早生～早生、短稈で比較的茎葉収量を重視したサイレージ向けの品種である。やや乾物収量は劣るものの、初期生育は良く、生育期間の短い品種群である。

I-1群は比較的乾物収量が多く、茎葉収量型の品種群であり、稈径が太い品種群である。

I-2群は乾物収量は少ないものの乾雌穂重割合

が平均に近い品種群である。

II群：早生～中生で、雌穂収量を重視したホールクロップサイレージ向けの一般的な品種である。この群は乾雌穂重割合の非常に高いものから比較的乾物収量の多いものまで変化に富んでいる。

II-1群は供試した品種の平均的な品種群である。

II-2群は乾雌穂重割合が比較的高く、稈径のやや細い品種群である。

II-3群は乾物収量または乾雌穂重がやや高く、稈径のやや太い品種群である。

III群：晩生で、稈長が長く、乾物収量、特に乾茎葉重割合の高い品種群である。繊維源としての役割を重視したサイレージ向け品種群であるが、刈取り適期に達するまでに十分な栽培期間が必要である。

一般的に、高カロリー自給粗飼料としてトウモロコシを栽培する場合、II群に属する品種が最も適しているが、過度に雌穂収量の高い品種では乾物中のTDN割合が高くなりすぎ、粗飼料因子が欠けて家畜の疾病を誘発する恐れがある⁴⁾ことから、利用にあたっては他の繊維質粗飼料と併用するなどの注意が必要である。

栽培条件の異なる1989年についても1988年と同様の手順で解析を行い、一括して第2表に取りまとめた。群分けについては、年により属する群が異なる

第2表 トウモロコシ品種の群分け

88年度分類	品 種 名	89年度分類
I 群	1.G4513 2.G4578 6.P3352 14.XL61 16.NS68 22.MFA5104	I 群
	8.T1200 15.NS67 17.NS80A 21.タカネドリ 26.EXP755 *EXP866 *FFR747 *NS540 *DK649 *6082X *TX121	
	3.G5489 10.EXP668 18.PX77A 25.TX8766	
	4.G4614 7.P3358 11.DK698 12.DX789 29.NS68A	
	9.TX330 20.NS91A 23.FFR915 24.G4665 19.NS86A 27.EXP711 28.EXP665 *EXP877 *P3462	
III 群	5.G4743 13.1214 30.P3286	III 群

注) ① *印は1989年の単年供試品種
② ~~~~~は県奨励品種

品種があったが、これは栽培条件の違いに加え、連続変異する品種群を分けるため、分類上避けられない誤差であると考えられる。

以上のように、主成分分析法とクラスター分析法を用いることにより、トウモロコシの総合的な栽培特性による群分けを行うことができた。この分類法は今後の県奨励品種選定の際に有効な資料となるとともに、利用目的に合致した品種を選定する際に利用可能であると考えられる。

引用文献

- 1) 福岡県農業総合試験場(1988)：福岡農総試畜産技術レポートNo.5, 31.
- 2) 福田誠実(1991)：市販ソルガム品種の群分けと特性. 日本草地学会九州支部会報21(2), 35~38.
- 3) 九州農政局福岡統計情報事務所(1990)：第37次福岡農林水産統計年報, 163.
- 4) 門馬栄秀(1990)：サイレージ用トウモロコシの品種とその利用. 畜産の研究44, 1173~1180.
- 5) 田中豊・垂水共之・脇本和昌編(1986)：パソコン統計解析ハンドブック・II多変量解析編, 160~165, 226~252. 共立出版. 東京.

Group Characteristic of Major Corn Varieties

BABA Takeshi, Narumi FUKUDA and Takahiko KAKIHARA

Summary

There are about 80 varieties for feeding corn at a market and it isn't easy to select some varieties among them which adopt user's demand. To obtain objective data for selecting, morphological and characteristic data, that were gained from about 30 corn varieties planted in our farm, were analyzed with principal component analysis and cluster analysis. And the group characteristics of experimental varieties were classified into three groups.

Cluster I: Very early or early maturing varieties are in this group. They have short stem, comparatively high fodder yield. Dry matter yield isn't so high, but they need short period for their growth because of their fast growth in their initial growth stage.

Cluster II: Early or medium maturing varieties are in this group. They have high ear yield and are general used varieties. This group has variable varieties from high ear yield varieties with a thin stem to high dry matter yield varieties with a little thick stem.

Cluster III: Late varieties are in this group. They have long stem, high dry matter yield, especially high fodder yield. High fiber content is their characteristics.

各種成分分析法に基づく牛用飼料の繊維成分

I 粗飼料及び製造粕類、穀類のOCW, ADF, CF成分の比較

津留崎正信・棟加登きみ子
(畜産研究所飼料部)

牛用飼料を用いて、各種成分分析法に基づく繊維成分含量について調査した。繊維成分は、一般成分分析法によるCF(粗繊維)、デタージェント分析法によるADF(酸性デタージェント繊維)、酵素分析法によるOCW(総繊維)とした。リグニンは酸性デタージェント不溶リグニン(ADL)とした。

- 1 粗飼料のイタリアンライグラスサイレージ及び乾草、トウモロコシサイレージ、ソルガムサイレージ、大麦サイレージ、イナワラ、ヘイキューブと綿実のOCW含量に対するADF含量割合は59.2~66.0%であった。また、製造粕類のビール粕、トウフ粕及び穀類、市販配合飼料では40.2~47.9%であった。
- 2 粗飼料のCF成分は、繊維成分の総量を表すOCWに対して約50%程度であった。一方、製造粕類及び穀類ではOCWの約30~34%程度しかCFとして定量されなかった。
- 3 供試飼料の繊維成分の構成は、飼料の種類によって大きく異なり、製造粕類、穀類ではヘミセルロース:セルロース含量の比は約1.5:1、粗飼料では約0.7:1であった。

[Key words: feed analysis, organic cell wall, acid detergent fiber, crude fiber]

緒 言

乳牛においては、飼料中の繊維成分含量及び繊維成分の消化性の良否が産乳量、乳成分、とりわけ乳脂肪率に大きな影響を及ぼすことが知られている。そのため、日本飼養標準⁶⁾及びNRC飼養標準⁷⁾においても各乳期に対応した繊維成分の要求量を設定している。

飼料中の繊維成分を示す指標としては、一般成分分析法⁵⁾に基づく粗繊維(CF)が一般的に用いられている。しかし、このCF成分は飼料中の繊維成分の総量を表すものでないことが種々^{1,8)}指摘されるようになってきた。

近年、このCF成分の化学的な欠陥を改善するものとして、VAN SOESTは中性デタージェント繊維(Neutral Detergent Fiber: NDF)⁹⁾及び酸性デタージェント繊維(Acid Detergent Fiber: ADF)³⁾を提案している。また、阿部らはデンプン分解酵素と蛋白質分解酵素による連続処理を用いた酵素分析法²⁾によるOCW(Organic Cell Wall: 総繊維)を提案している。

そこで、本試験では牛用飼料としての自給粗飼料、流通粗飼料、製造粕類、穀類及び市販配合飼料を用いてCF, OCW, ADF成分の量的比較を行ったので報告する。

材料及び方法

1 供試試料: 供試した飼料は自給粗飼料と製造粕類、穀類その他とし、いずれも1983年から90年にかけて試験場内及び県内酪農家において使用されているものを用いた。

自給粗飼料として、イタリアンライグラスサイレージとイタリアンライグラス乾草は、それぞれ1, 2番草の伸長期から結実期までの126点と110点を用いた。トウモロコシサイレージは未乳熟期から黄熟期の149点、ソルガムサイレージは1, 2番草の出穂期から黄熟期の103点、大麦サイレージは出穂期から黄熟期のもの10点を用いた。

製造粕類としてイナワラ54点、ビール粕5点、ビートパルプ14点、トウフ粕7点、油粕類として大豆粕4点を用いた。

また、穀類の圧べんトウモロコシ6点、圧べん大麦10点、市販配合飼料21点、流通粗飼料としてヘイキューブ23点と綿実7点を用いた。

2 繊維成分の定量: 粗繊維(CF)は常法⁵⁾に従って定量した。ADF及びリグニン(ADL)はGOERINGらの方法³⁾を一部改良した方法⁴⁾により定量した。

また、OCWの定量は酵素分析法²⁾によったが、デンプンを多く含む飼料については α -アミラーゼ

第1表 自給粗飼料の各繊維成分含量

飼料名・生育時期	(DM, %)			
	C F	O C W	A D F	A D L
イタリアンサイレージ	23.6~41.4 ^{a)}	46.1~75.1	27.6~46.9	1.4~ 6.9
伸 長~出穂期	32.7 ^{b)}	61.7	36.9	2.8
開 花~結実期	35.5 ^{b)}	67.4	41.1	4.8
イタリアン乾草	22.0~42.2	44.4~75.5	24.7~53.2	1.0~ 7.3
伸 長~出穂期	29.0	57.2	33.4	2.6
開 花~結実期	34.5	67.7	40.8	4.5
トウモロコシサイレージ	20.0~36.7	38.0~68.9	23.5~41.1	1.9~ 5.1
未乳熟~乳熟期	28.4	56.6	33.9	3.2
糊 熟~黄熟期	23.1	47.5	28.0	2.7
ソルガムサイレージ	21.6~41.4	50.1~74.9	28.2~50.3	3.5~ 8.2
出 穂~乳熟期	35.8	66.3	41.9	5.3
糊 熟~黄熟期	29.4	59.5	36.5	5.3
大麦サイレージ	22.8~35.9	48.3~71.5	26.8~42.7	3.3~ 7.5
出 穂~黄熟期	30.2	60.5	35.7	4.3

注) a) : 飼料成分の含量レンジ b) : 平均含量

による加水分解を行ってデンプンを除去した後にアクチナーゼによる加水分解を行った。しかし、デンプンを含まない飼料については α -アミラーゼによる加水分解を行わずに、アクチナーゼによる加水分解のみを行ってCW (Cell Wall) を定量した。このCWの有機物をOCWとして定量した。

結 果

第1表に、供試した自給粗飼料のCF, OCW, ADF及びADL各成分の含量レンジと主要な生育時期における平均含量を示した。イタリアンライグラスのサイレージ及び乾草の各繊維成分とADLは、生育の進展に伴って増加した。伸長期から出穂期までのCF, OCW, ADF及びADL成分の平均含量に対する開花期から結実期までの各成分の割合は、それぞれ109~119%, 109~118%, 111~122%, 171~173%であった。

一方、ホールクロップサイレージとして利用されるトウモロコシサイレージ、ソルガムサイレージ及び大麦サイレージでは、生育の進展によって子実割合が高くなるため各繊維成分は減少した。トウモロコシ、ソルガムサイレージにおける未乳熟期から乳熟期のCF, OCW及びADF成分の平均含量に対する糊熟期から黄熟期までの各繊維成分の割合は、それぞれ81~82%, 84~90%, 83~87%であった。トウモロコシサイレージのADL含量は、未乳熟期から乳熟期の平均含量に対する糊熟期から黄熟期の

割合は84%程度であったが、ソルガムサイレージでは生育時期による含量変化はなかった。

第2表に流通粗飼料、製造粕類、穀類の繊維成分組成について示した。CF含量の違いによって供試飼料を3つのグループに分けると、CF含量が20%以上であった飼料はイナワラ、ヘイキューブ、綿実であり、10~20%の範囲にあった飼料はビール粕、トウフ粕及びビートパルプであった。CF含量が10%以下の飼料は圧べんトウモロコシ、圧べん大麦と大豆粕、市販配合飼料であった。ADF含量はいずれの飼料でもCF含量に対して1.2~10%程度高く、ADF含量が30%以上の飼料はイナワラ、ヘイキューブと綿実であり、20~30%の範囲にあった飼料はビール粕、トウフ粕、ビートパルプであり、CF含量の違いによるグループ分けと同様の傾向を示した。

一方、OCW含量の違いによって飼料を3つのグループに分けると、OCW含量が50%以上を占める飼料はイナワラ、綿実、トウフ粕、ビートパルプであり、40~50%の範囲にあった飼料はヘイキューブ、ビール粕であった。それぞれの飼料におけるOCW含量は、CF, ADF含量の多少とは必ずしも一致した結果を示さなかった。ヘイキューブはビートパルプ、トウフ粕及びビール粕よりもCF, ADF含量が高かったにもかかわらず、OCW含量は逆に低い結果となった。

ADL含量は0.2~12.0%と飼料によって大きく異なり、綿実>ヘイキューブ>ビール粕>イナワラ

第2表 流通粗飼料，製造粕類，穀類その他飼料の繊維成分組成 (DM, %)

飼料名・生育時期	C F	O C W	A D F	A D L
イナワラ	25.7~37.8 ^{a)} 32.4 ^{b)}	53.6~72.5 66.4	35.2~47.6 40.9	3.0~7.8 4.7
ヘイキューブ	22.0~30.4 25.3	42.3~54.3 47.5	27.6~37.7 31.4	5.3~8.5 6.5
綿実	23.5~27.3 24.8	47.4~54.7 50.0	32.5~37.2 34.1	7.4~12.0 9.2
ビール粕	13.0~15.9 14.5	45.9~50.7 48.9	20.1~24.1 22.6	4.7~5.8 5.2
トウフ粕	13.4~19.2 17.2	43.1~55.9 50.5	16.4~24.1 21.0	0.4~1.7 1.0
ビートパルプ	17.7~19.9 18.9	55.2~70.1 62.2	24.4~27.2 26.2	1.8~2.9 2.4
大豆粕	5.1~6.4 5.8	15.2~24.8 19.9	7.9~9.0 8.5	0.2~0.5 0.3
圧ペントウモ ロコシ	2.1~3.1 2.6	8.1~10.4 9.0	3.3~4.4 3.8	0.6~0.9 0.7
圧ペン大麦	2.7~5.9 3.6	9.0~16.6 12.2	3.0~7.9 5.0	0.6~1.0 0.8
市販配合飼料	3.5~7.9 6.1	10.5~24.0 19.1	5.3~13.0 9.3	0.4~2.9 1.8

注) a)：飼料成分の含量レンジ b)：平均含量

>ビートパルプ>市販配合飼料>トウフ粕>圧ペン大麦，圧ペントウモロコシの順であった。

第3表と第4表に供試飼料のOCW含量に対するCF，ADF及びADL含量の割合を示した。

自給粗飼料のイタリアンライグラスサイレーズと乾草，トウモロコシサイレーズ，ソルガムサイレーズ，大麦サイレーズはいずれもOCW含量に対するCF含量割合は，49.1~52.4%で標準偏差は2.0~2.8%の範囲にあり変動係数でみると4.1~5.4%と小さかった。また，OCWに対するADF含量割合及びADF含量に対するCF含量割合も59.2~62.7%，81.5~86.5%で，変動係数もそれぞれ3.4~5.7%，1.9~4.5%と小さかった。しかし，OCW含量に対するADL含量割合は，各草種とも5.3~8.3%の範囲にあったが標準偏差は0.8~1.9%となり，変動係数は13.8~34.0%と大きくなった。

CF含量が高かったイナワラ，ヘイキューブ及び綿実のOCW含量に対するCF含量割合をみると，それぞれ48.8%，53.0%，49.6%で変動係数は5.1%，3.4%，4.4%で，ADF含量に対するCF含量割合はそれぞれ79.0%，80.2%，72.8%と自給粗飼料とはほぼ同様の結果となった。

一方，OCW含量に対するADF含量割合は，イナワラは61.7%と自給粗飼料と同様の結果となったが，ヘイキューブ，綿実ではそれぞれ66.0~68.1%と9~13%程度高い値を示した。また，OCW含量に対するADL含量割合ではイナワラは7.3%となったが，ヘイキューブ，綿実ではそれぞれ14.3%，18.4%と自給粗飼料の約1.7~3.5倍であり，自給粗飼料とは大きく異なる結果となった。また，OCW含量に対するADL含量割合の変動係数は，自給粗飼料と同様に10.5~17.8%と大きかった。

製造粕類のビール粕，トウフ粕，ビートパルプではOCW含量に対するCF含量割合及びOCW含量に対するADF含量割合は，それぞれ29.6~34.4%，41.7~46.2%で自給粗飼料のそれと比較して約57~69%，67~78%程度しかなく，他の飼料成分の違いと同時に繊維成分の性質も大きく異なる結果を示した。また，大豆粕，圧ペントウモロコシ，市販配合飼料におけるOCW含量に対するCF含量及びADF含量割合は，それぞれ28.3~32.0%，40.2~47.9%とビール粕等の製造粕類と同様の結果を示した。

第5表にイタリアンライグラスのサイレーズと乾草及びトウモロコシサイレーズの各刈取時期にお

第3表 自給粗飼料OCW含量に対する各繊維成分含量割合

(DM, %)

飼料名	CF/OCW	ADF/OCW	CF/ADF	ADL/OCW
イタリアンサイレージ	52.4± 2.6 ^{a)}	60.6± 2.3	86.5± 3.9	6.0± 1.9
イタリアン乾草	50.8± 2.4	59.3± 2.7	85.8± 3.9	5.3± 1.8
トウモロコシサイレージ	49.1± 2.0	59.2± 2.0	82.4± 2.4	5.8± 0.8
ソルガムサイレージ	51.6± 2.8	62.7± 3.6	81.5± 2.6	8.3± 1.4
大麦サイレージ	50.1± 2.7	59.2± 3.4	84.8± 1.6	7.2± 1.7

注) a): 平均含量±標準偏差

第4表 流通粗飼料, 穀類その他飼料のOCW含量に対する各繊維成分含量割合

(DM, %)

飼料名	CF/OCW	ADF/OCW	CF/ADF	ADL/OCW
イナワラ	48.8± 2.5 ^{a)}	61.7± 2.2	79.0± 2.4	7.3± 1.3
ヘイキューブ	53.0± 1.8	66.0± 1.7	80.2± 2.4	14.3± 1.5
綿実	49.6± 2.2	68.1± 1.4	72.8± 2.6	18.4± 2.8
ビール粕	29.6± 2.0	46.2± 1.5	64.0± 3.3	10.6± 0.8
トウフ粕	34.4± 4.3	41.7± 6.3	82.9± 6.2	2.0± 0.8
ビートパルプ	30.5± 1.4	42.3± 2.2	72.1± 2.6	3.8± 0.6
大豆粕	30.3± 8.3	44.3± 11.2	68.5± 5.7	1.4± 0.8
圧べんトウモロコシ	28.3± 2.6	42.6± 3.6	67.1± 11.1	8.0± 1.1
圧べん大麦	29.4± 3.7	40.2± 4.9	73.1± 4.8	6.8± 1.5
市販配合飼料	32.0± 4.4	47.9± 5.1	67.0± 4.9	9.2± 2.4

注) a): 平均含量±標準偏差

るOCW含量に対するADF, ADL含量の割合を示した。イタリアンライグラスのサイレージ, 乾草の伸長期から出穂始期までのOCW含量に対するADF含量割合をみると55.3~58.7%で, 生育の進んだ開花期, 結実期でもそれぞれ60.0~61.1%, 60.7~61.0%と伸長期から出穂始期の割合に対し104~110%と生育時期にあまり関係なく一定であった。

しかし, OCW含量に対するADL含量割合をみると伸長期から出穂始期が3.0~3.6%であったのに対し, 開花期, 結実期ではそれぞれ6.3~6.9%, 7.3~7.8%と生育の進展に伴って繊維成分のリグニン化が急激に進み, 結実期では伸長期から出穂始期の2.2~2.4倍となった。

一方, トウモロコシサイレージの生育時期を未乳熟期から黄熟期に分けてOCW含量に対するADL含量割合をみると, 未乳熟期の6.0%に対し糊熟期, 黄熟期で5.8%と生育時期に関係なくほぼ一定であり, イタリアンライグラス等の牧草とトウモロコシ等の長大作物では大きく異なる結果となった。

考 察

乳牛に給与する飼料の繊維成分の指標としては,

従来から用いられてきたCFに代わってNDF, OCW, ADFが用いられるようになりつつある。この理由としては, 一般成分分析によって求められるCFは飼料中の繊維成分全体を表すものではなく, 繊維成分のかなりの部分が貯蔵性炭水化物を表すとされるNFE (可溶無窒素物) として定量されてしま^{1,8)}という欠陥が指摘されるようになったことによる。

OCWは中性デタージェントによるNDFと同様に繊維成分全体を表現する成分であり, OCWは主としてセルロース, ヘミセルロース, リグニンから成っている²⁾。また, ADFはセルロースの大部分と酸不溶性のリグニンを含む成分³⁾であり, CFはセルロースを含む成分である。

本試験では, 西南暖地における主要な自給粗飼料と製造粕類, 穀類等を用いてOCW, ADF, CF及びADL成分の含量と総繊維としてのOCWに占めるADF, CF, ADL含量割合について検討した結果, 飼料の種類によって各繊維成分の構成割合が大きく異なる結果を得た。

OCWを繊維全体を示す成分とみなすと, OCW含量に対するCF含量割合は自給粗飼料, イナワラ,

第5表 粗飼料の生育時期によるOCW含量に対するADF, ADL含量の割合

(DM, %)

イタリアンサイレージ						
成分割合	熟期	伸長～出穂始期	出穂期	出穂揃期	開花期	結実期
ADF/OCW		58.7± 2.2 ^{a)}	59.7± 2.1	60.2± 1.3	61.1± 2.0	61.0± 2.8
ADL/OCW		3.6± 0.5	4.7± 1.3	6.8± 1.4	6.9± 1.3	7.8± 1.1
イタリアン乾草						
ADF/OCW		55.3± 2.3	58.9± 2.5	60.1± 1.7	60.0± 2.5	60.7± 1.7
ADL/OCW		3.0± 0.1	4.7± 1.6	6.4± 1.4	6.3± 1.3	7.3± 0.9
トウモロコシサイレージ						
成分割合	熟期	未乳熟期	乳熟期	糊熟期	黄熟期	
ADF/OCW		61.5± 2.3	59.5± 1.8	59.6± 1.7	58.9± 2.3	
ADL/OCW		6.0± 0.7	5.8± 0.9	5.8± 0.8	5.8± 0.8	

注) a)：平均含量±標準偏差

ヘイキューブ、綿実では48.8～53%であったことから、一般成分分析では繊維成分の約50%程度がCFとして定量され、残りの50%がNFEとして定量される結果となった。一方、製造粕類及び穀類では同様に28.3～34.4%となったことから繊維成分の約30～35%程度がCFで、残りの65～70%がNFEとして定量されることになる。しかし、同一飼料のOCW含量に対するCF, ADF含量の割合は、比較的一定であると考えられた。

このことをOCWを構成している各成分の関係で考えると、OCWからADFを差し引いたものがヘミセルロースとして、ADFはセルロースの大部分とリグニンからなる成分でADFからリグニンを差し引いたものがセルロースとして定量される⁸⁾。

ここで、粗飼料、製造粕類、穀類のOCW含量に対するCF含量の違いがヘミセルロースの溶脱のみに起因するものなのか、セルロースの溶脱も生じているものかをみるために、OCWを構成するヘミセルロースとセルロースに分け、その構成割合を検討した。粗飼料のヘミセルロースとセルロースの比は0.64～0.79：1、粕類では1.48～1.51：1、穀類では1.31～1.71：1となる。このことは、粗飼料ではOCW中のセルロース割合が高く、製造粕類、穀類ではヘミセルロースの割合が高いことを示すものである。

また、ADFからリグニンを差し引いたセルロースとCFの関係を見ると、セルロースのCFに対する比は粗飼料では0.98～1.12：1、製造粕類、穀類では1.16～1.41：1となる。このことは、粗飼料においてはCFをセルロースとして考えても差支えないが、製造粕類、穀類ではCF含量とセルロース

含量が必ずしも一致するものではなく、CF定量におけるセルロースの溶脱量は粗飼料よりも製造粕類、穀類で大きいことを示すものであろう。

粗飼料のリグニン(ADL)含量は、繊維成分の消化率と負の相関があることが認められている²⁾。イタリアンライグラスでOCW含量に対するADL含量割合が出穂期以降顕著に高くなることが認められたことは、牧草の繊維成分の消化性は出穂期以降急激に低下することを示すものであろう。

わが国においても、高泌乳牛の飼料設計にあたって繊維成分の指標として、CFの代わりにOCW, ADFを用いる必要がある。しかし、デタージェント分析法、酵素分析法による繊維成分の分析データの蓄積は、まだ必ずしも多くない状況にある。

今回、粗飼料、製造粕類、穀類等の各種飼料のCF, OCW, ADF成分の調査を行ったが、従来から用いられているCFとOCW及びADFの関係は、飼料の種類によって大きく異なることが認められた。しかし、それぞれの飼料においては各繊維成分間に一定の関係が認められたので、今後は飼料毎のCF, OCW, ADF成分相互の関係についての検討が必要であらう。

引用文献

- 1) 阿部 亮(1975)：牛用飼料の栄養価評価法。畜試年報, 14, 143～155.
- 2) AKIRA ABE and TADASHI NAKUI (1979)：Application of Enzymatic Analysis to the Prediction of Digestible Organic Matter and to the Changes in Nutritive Value of Forages. J. Japan. Grassl. Sci., 25, 231～

- 240.
- 3) GOERING, H.K. and P. J. VAN SOEST(1970) : Forage Fiber Analysis. agric. handbook no.379, USDA, Washington D. C..
- 4) 堀井 聡, 阿部 亮(1972) : 粗飼料の細胞膜構成物質に関する研究 III. Acid Detergentの粗飼料に及ぼす影響について. 畜試研報, 25, 63~68.
- 5) 森本 宏編(1971) : 動物栄養試験法. 養賢堂, 東京
- 6) 農林水産技術会議事務局編(1987) : 日本飼養標準・乳牛. 中央畜産会, 東京.
- 7) National Research Council (1988) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Science, Washington D. C..
- 8) VAN SOEST, P. J.(1967) : Development of a Comprehensive System of Feed Analyses and its Application to Forages. J. Anim. Sci.,26 ,119~128.
- 9) VAN SOEST, P.J.(1967) : Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of Plant Cell-Wall Constituents. J. Assn. Official Anal. Chem., 50, 50~55.

Fiber Fractions of Various Feeds for Cattle Based on Several Chemical Methods
I A Comparison of OCW, ADF, CF Content in Forages,
Byproduct Feeds and Grains

TSURUSAKI Masanobu and Kimiko MUNEKADO

Summary

Three chemical methods for determination of fiber fractions were applied to 13 feeds of forages (Italian ryegrass silage and hay, corn silage, sorghum silage, barley silage, rice straw, alfalfa cube), byproducts (brewers grain, tofu cake, soybean meal) and grains (corn, barley, commercial feed, cotton seed). Determined fiber fractions were crude fiber(CF), acid detergent fiber (ADF) and organic cell wall (OCW). Lignin (ADL) was also analyzed acid detergent insoluble lignin.

- (1) In forages and cotton seed, the proportion of ADF contents to OCW contents as the whole fiber were 59.2~66.0%.
- In byproduct feeds and grains were, on the other hand, 40.2~47.9%.
- (2) CF content in forages was about contained 50% of OCW. CF content in byproduct feeds and grains was about contained 30~34%.
- (3) The composition of fiber fractions had difference with the kind of feeds. In byproduct feeds and grains, the ratio hemicellulose : cellulose content was about 1.5: 1, and in forages was about 0.7: 1.

農業総合試験場の組織

管 理 部
企 画 経 営 部
生 産 環 境 研 究 所
農 産 研 究 所
園 芸 研 究 所
畜 産 研 究 所
豊 前 分 場
筑 後 分 場
八 女 分 場
果 樹 苗 木 分 場
鉦 害 試 験 地

農業総合試験場 研究報告類別

作 物 …… A
園 芸 …… B
畜 産 …… C

福岡県農業総合試験場研究報告

C (畜産) 第11号

平成3年11月発行

発行 福岡県農業総合試験場

〒818 福岡県筑紫野市大字吉木587

TEL 092-(924)-2936

印刷 城島印刷有限公司

〒810 福岡市中央区白金2丁目9-6

TEL 092-(531)-7102

福岡県行政資料

分類番号 PE	所属コード 074106
登録年度 3	登録番号 7