

Series C(Animal Industry) No. 8

ISSN 0286-3049

November 1988

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8号

昭和63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8号

目 次

高エネルギー飼養下における β -カロテン給与が乳牛の分娩後の繁殖に及ぼす影響 磯崎良寛・家守紹光・武富 功・上野 繁・山下滋貴・高椋久次郎・大江龍一 ……	1
粗飼料を主体としたコンプリートフィード調製利用技術の実用化 武富 功・家守紹光・磯崎良寛・高椋久次郎・上野 繁・中村 弘・大江龍一 ……	9
育成期における生草給与が発育、繁殖に及ぼす影響 家守紹光・磯崎良寛・武富 功・上野 繁・大江龍一 ……	15
乳用種去勢牛の粗飼料多給型肥育における高エネルギー飼料の利用 大石登志雄・後藤 治・藤島直樹 ……	21
採卵鶏の無窓鶏舎における低コスト飼養管理技術 — 性成熟調整及び強制休産処理に適応した成鶏飼料の栄養水準 — 福田憲和・西尾祐介・和田渉一・上野呈一 ……	27
微生物利用による養鶏副産物の飼料化 第1報 尿酸資化性酵母の培養条件及び有用酵母の選出 徳満 茂・石山英光・林田晋策・南里信也 ……	33
昆虫寄生性線虫によるガイマイゴミムシダマシ殺虫効果 西尾祐介・福田憲和・和田渉一 ……	39
トウモロコシ、ソルガムにおける日長反応の品種間差異(第2報) 上田允祥・福田誠実 ……	43
アンモニア処理による稲ワラ、小麦ワラ、青刈ヒエの飼料品質と青刈ヒエの採食性 棟加登きみ子・高椋久次郎・津留崎正信・家守紹光・平川孝行 ……	47
トウモロコシとソルガムの混播による転換畑飼料作物の安定生産 柿原孝彦・福田誠実 ……	51

BULLETIN OF THE
FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

Series C (ANIMAL INDUSTRY) No. 8

CONTENTS

Effects of β -Carotene Supplementation on Postpartum Reproduction of Dairy Cows under High-energy Feeding (Lead Feeding)	
ISOZAKI Yoshihiro, Tsugumitsu KAMORI, Isao TAKETOMI, Shigeshi UENO Shigetaka YAMASHITA, Kyujiro TAKAMUKU and Ryuichi OHE.....	1
Practical Use of TMR Feeding Chiefly Composed of Roughage	
TAKETOMI Isao, Tsugumitsu KAMORI, Yoshihiro ISOZAKI, Kyujiro TAKAMUKU, Shigeshi UENO, Hiroshi NAKAMURA and Ryuichi OHE	9
Effects of Soilage Feeding on Growth and Reproduction in Holstein Heifer	
KAMORI Tsugumitsu, Yoshihiro ISOZAKI, Isao TAKETOMI and Shigeshi UENO.....	15
Effect of Energy-rich Diet on Meat Production in the Fattening Young Holstein Steers Fed on a Large Amount of Roughage	
OISHI Toshio, Osamu GOTOU and Naoki FUJISHIMA.....	21
Management for Saving Egg Production Cost in Windowless Poultry House —Low Protein Laying Feed for Sexual Maturity Control and Forced Moulting —	
FUKUDA Norikazu, Yusuke NISHIO, Shoichi WADA and Teiichi UENO.....	27
Micro-Biological Conversion of Poultry Waste to a Feedstuff	
(1) Cultivation and Screening of Efficient Uric Acid-Utilizable Yeasts	
TOKUMITSU Shigeru, Hidemitsu ISHIYAMA, Shinsaku HAYASHIDA and Nobuya NANRI.....	33
The Feasibility of Entomogenous Nematodes for Biological Control of Dark Beetle, <i>Alphitobius diaperinus</i> PANZER	
NISHO Yusuke, Norikazu FUKUDA and Shoichi WADA	39
Variety Difference of Photoperiodic Reactions in Maize and Sorghum (2)	
UEDA Mitsuyoshi and Narumi FUKUDA.....	43
Improving the Feed Quality of Rice Straw, Wheat Straw and Soiling Barnyard Millet by Ammoniation and Feed Intake of the Soiling Barnyard Millet for Dairy Cows	
MUNEKADO Kimiko, Kyujiro TAKAMUKU, Masanobu TSURUSAKI, Tsugumitsu KAMORI and Takayuki HIRAKAWA	47
Stable Production of Forrage Crop in Rotational Upland Field by Mixed Seeding of Corn and Sorghum	
KAKIHARA Takahiko and Narumi FUKUDA	51

高エネルギー飼養下におけるβ-カロテン給与が 乳牛の分娩後の繁殖に及ぼす影響

磯崎良寛・家守紹光・武富 功・上野 繁・山下滋貴
・高椋久次郎・大江龍一*
(畜産研究所家畜部)

高エネルギー飼養下においてβ-カロテンが分娩後の繁殖に及ぼす影響を明らかにするため、18頭のホルスタイン種雌牛を用いて、分娩前9週から分娩後20週まで1日300mgのβ-カロテンを飼料中に添加する試験区と添加しない対照区を設定して調査した。

高エネルギー飼養法は泌乳盛期のエネルギー不足防止に効果的で、分娩後140日間の泌乳量は試験区、対照区がそれぞれ4,122kg、4,146kgと差がなかった。

分娩後50日目の血漿中β-カロテン濃度は、対照区が62μg/dlと欠乏状態を示したのに対し、試験区が254μg/dlと充足状態にあった。分娩後の初回排卵日数、発情回帰日数、受胎に要した日数及び受精回数、対照区の25日、54日、114日及び2.3回に対し、試験区が19日、45日、100日及び2.3回と良い傾向にあった。また対照区では重度の卵胞嚢腫や鈍性発情の発生が多く、分娩後144日間の受胎率は33.3%と試験区の77.8%より悪い傾向にあった。β-カロテンが欠乏すると重症の繁殖障害が発生する可能性があると考えられる。

[Keywords: β-carotene, dairy cows, reproduction, high-energy feeding]

緒 言

乳牛の泌乳能力は年々向上しており、それに対応した飼養法を確立するため、1971年から分娩前後のエネルギー水準¹⁾ 飼料増給法¹⁾ 及び飼料構成²⁾ について共同研究が実施され、高エネルギー飼養体系の確立に向かって研究が進められている。

一方、卵巣及び子宮疾患を中心とした繁殖障害防止技術の確立は酪農経営にとって、依然として大きな課題である。

泌乳性、繁殖性及び疾病予防に対するビタミンの重要性については古くから指摘されており、ビタミンA、D₃、E剤が使用されている。Lotthammerら³⁾は、β-カロテンが不足すると発情微弱、排卵遅延、黄体形成不全等の繁殖障害が多発したと報告し、β-カロテンは牛の繁殖に対してビタミンAとは異なる特異効果を持っていることを示唆している。しかしこの効果については、肯定的な報告³⁾ 及び否定的な報告⁴⁾ があり、まだ十分解明されていない。

そこで1983年から、高エネルギー飼養下において飼料中へのβ-カロテンの添加が乳牛の分娩後の繁殖性に及ぼす影響を明らかにするため、11場所での協定研究を実施した。この報告は、現場が分担して

* 現筑後家畜保健衛生所

実施した1983年から1986年まで4カ年における成績をとりまとめたものである。

試 験 方 法

1 供 試 牛

供試牛は1年次7頭、2年次3頭、3年次4頭及び4年次4頭のホルスタイン種雌牛、計18頭を用いた。

2 試験時期及び試験期間

試験は暑熱の影響を避けるため、9月以降の分娩牛を対象とし、7月以降に開始した。

試験期間は、分娩前9週から分娩後144日までとした。各年次の供試牛の状況及び試験実施期間は第1表に示すとおりとした。

第1表 各年次の供試牛および試験期間

年次	試験区分	頭数	平均産次	試験期間
1	試験区	3	3.7	1983. 7.23~1984. 3.23
	対照区	4	3.0	1983. 8. 3~1984. 5.18
2	試験区	2	5.0	1984. 7. 1~1985. 4.10
	対照区	1	5.0	1984.10.29~1985. 5.29
3	試験区	2	2.0	1985. 9.14~1986. 6.16
	対照区	2	3.0	1985.11.17~1986. 8.15
4	試験区	2	2.5	1986. 8.23~1987. 3.18
	対照区	2	2.0	1986. 9. 2~1987. 7.21
計	試験区	9	3.3	
	対照区	9	3.0	

3 供試飼料

濃厚飼料は、協定試験用指定配合を用いた。粗飼料は、場産サイレージ、稲ワラ、乾草及びビートパルプを用いた。各年次の供試飼料の推定養分量を第2表に示した。

第2表 供試飼料の推定養分量 (現物中%)

年次	飼料名	DM	DCP	TDN	粗繊維率
1	指定配合	85.9	14.2	70.3	4.9
2~4	指定配合	87.4	14.1	69.8	8.0
1~4	ビートパルプ	88.8	4.7	68.5	17.9
1	稲ワラ	87.5	1.0	37.4	29.8
2~3	稲ワラ	85.4	1.0	34.5	25.6
1	イソアンプルージ	51.5	2.6	30.7	21.8
2	イソアンプルージ	37.2	1.6	21.3	12.9
	トウモロコシイソアンプルージ	30.8	1.6	20.5	8.0
	ソルガムイソアンプルージ	32.7	1.6	18.0	9.6
3	イソアンプルージ	45.0	2.6	25.4	13.9
	トウモロコシイソアンプルージ	32.2	1.6	21.6	7.2
	サイ乾草	86.0	3.6	45.6	33.2
4	サイ乾草	87.0	4.3	54.5	29.9

4 飼料の給与方法

飼料給与量は、分娩前後基礎体重、乳量、乳脂肪率を基準に、それぞれ維持、妊娠、産乳に要する養分量を日本飼養標準(1974)より算出した。

(1) 分娩前

ア 粗飼料乾物給与量 1年次は基礎体重の1.0%、2~4年次は1.2%を給与し、給与比はサイレージ:稲ワラ:ビートパルプ=60:15:25(DM比)とした。(乾草使用の場合は乾草:ビートパルプ=75:25とした。)

イ TDN給与水準 分娩前9週から5週までは、飼養標準の「維持+妊娠」の85%を給与した。分娩前4週から濃厚飼料は1kg/2日の割合で増給し、分娩前3週から飼養標準の115%を給与、分娩までこの水準を維持した。

粗飼料で不足するTDNは濃厚飼料で補給した。

(2) 分娩後

ア 分娩後4日間は分娩直前の給与量を維持することを原則とし、牛の状態により適宜加減した。

イ 粗飼料乾物給与量 1年次は基礎体重の1.2%、2~4年次は1.4%を給与し、給与比は分娩前と同様とした。ただし4年次においては、1日の乳量が35kgを超える場合に1.6%を給与した。

ウ TDN給与水準 分娩後5日から3週まで、濃厚飼料を1kg/2日の割合で増給した。

分娩後4週以後20週までは、飼養標準の「維持+産乳」の110%を給与した。

粗飼料で不足するTDNは濃厚飼料で補給した。

5 試験区分

試験区分は、 β -カロテン添加区(試験区)及び無添加区(対照区)の2区とし、各区のビタミン給与量は第3表のとおりとした。ビタミンは協定試験用に配合した粉末剤を使用した。

第3表 各試験区のビタミン給与量

区分	1日1頭当たりのビタミン給与量
試験区	ビタミンA:50,000IU, ビタミンD ₃ :6,000IU ビタミンE:1,000IU, β -カロテン:300mg
対照区	ビタミンA:50,000IU, ビタミンD ₃ :6,000IU

6 試験牛の管理

牛舎はスタンション繋留方式とした。雨天時以外は、なるべく約3時間程度放飼場で運動させた。

粗飼料の給与は1日2回、濃厚飼料、ビートパルプ及びビタミン添加剤は混合して1日3~5回に分けて給与した。搾乳回数は1日2回とし、搾乳間隔は9~15時間とした。

7 調査項目

(1) 飼料摂取量 飼料給与量及び残飼量を毎日測定し、その差を摂取量とした。

(2) 体重

ア 試験期間中は週1回体重を測定した。

イ 分娩前基礎体重 分娩予定日の66, 65, 64日前の体重の平均値とした。

ウ 分娩後基礎体重 分娩後2, 3, 4日の体重の平均値とした。

エ 分娩直前、直後体重も測定した。

(3) 泌乳成績 乳量は毎日、乳脂肪率及び無脂固形分率は週1回測定した。

(4) 繁殖成績 子宮復古日数、初回排卵日数、発情回帰日数、初回授精日数、受胎日数、授精回数、繁殖障害等について、直腸検査、腔検査及び酵素免疫分析法で定量した乳中又は血漿中プロジェステロン濃度の推移より判定した。

(5) 疾病の発生状況 食欲不振、下痢、乳房炎、ケトosis等について調査した。

(6) β -カロテン摂取量 給与サイレージ中の β -カロテン含量(農水省畜試微量要素研究室にて測定)及び添加量から求めた。

(7) 血漿中ビタミン含量 分娩後50日目の血漿を採取し、農水省畜試微量要素研究室にて定量した。

(8) 統計処理 試験成績は、1~4年次を総合して検討した。統計処理はSTAX98を使用し、t検定、Fisherの直接確率計算法、相関係数の検定により行った。

結 果

1 飼料摂取量

分娩前後の飼料摂取状況を第4表に示した。

(1) 分娩前 分娩前の平均TDN摂取量及びTDN充足率において、対照区より試験区は低い値であった。また乾物及びDCP摂取量においても、試験区が少ない傾向にあった。これは試験区で、食欲不振の牛が若干多く発生したためであった。

(2) 分娩後 分娩後の飼料摂取状況について、試験区及び対照区に大きな差は認められなかった。

乾物摂取量の体重比(DM/BW)の最大値は、試験区平均が3.62%、対照区平均が3.71%であった。また乾物中の粗飼料率は、試験区が30.4%、対照区が30.0%と低かった。しかし2年次以降配合飼料の粗繊維含量を高めたため、粗繊維率の最小値は試験区、対照区共に平均14.3%であった。

2 体重の推移

試験期間中の体重の推移を第5表に示した。試験開始時の両区基礎体重は同様であった。分娩直後から9週まで、試験区の体重が対照区より大きい傾向にあった。最大体重減少量は両区間に差は見られず、その時期は試験区平均が26.3日、対照区平均が37.8日であった。

試験開始時及び分娩後の栄養度指数は、それぞれ470及び440～450と中程度であった。

3 泌乳成績

試験期間中の泌乳成績を第6表に示した。泌乳量、乳質ともに、試験区、対照区間に差はなかった。アメリカDHIAによる305日期待乳量に換算すると、今回の泌乳量は約7,500kgとなった。

第4表 飼料摂取量及び養分摂取量 (平均±標準誤差)

1. 分娩前							
区 分	DM(Kg/日)	DM/BW*(%)	TDN(Kg/日)	TDN/FS**(%)	DCP(Kg/日)	DCP/FS(%)	DM中の粗繊維率(%)
試験区	10.1±0.22	1.52±0.05	6.59±0.17	91.5±2.09	0.79±0.03	133.2±6.70	22.91±0.82
対照区	10.7±0.24	1.61±0.04	7.03±0.09	97.9±1.39	0.85±0.02	148.5±3.38	23.76±0.67
区間差	NS	NS	P<0.05	P<0.05	NS	NS	NS

2. 分娩後							
区 分	DM(Kg/日)	DM/BW*(%)	TDN(Kg/日)	TDN/FS**(%)	DCP(Kg/日)	DCP/FS(%)	DM中の粗繊維率(%)
試験区	20.0±0.38	3.12±0.08	14.67±0.29	103.9±0.65	2.34±0.06	137.2±1.69	16.96±0.44
対照区	20.3±0.77	3.22±0.10	14.98±0.56	107.3±0.91	2.38±0.11	137.2±2.38	16.97±0.38
区間差	NS	NS	NS	P<0.05	NS	NS	NS

注) *: BW=基礎体重, **: FS=日本飼養標準(1974)

第5表 体重の推移 (平均±標準誤差)

区 分	分娩前		分娩時		分娩後		
	基礎体重(Kg)	栄養度指数	体重減少(Kg)	産子体重(Kg)	基礎体重(Kg)	栄養度指数	最大減少(Kg)
試験区	668.3±18.6	472.2±12.9	68.3±4.8	43.2±1.8	645.7±18.6	452.0±11.7	37.8±8.3
対照区	664.4±20.2	469.4±11.8	81.7±6.3	49.7±3.7	629.5±13.1	441.3±7.6	34.7±5.6
区間差	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

注) *: 栄養度指数=(体重/体高)×100

第6表 泌乳成績 (平均±標準誤差)

区 分	140日乳量(Kg)	70日乳量(Kg)	最高乳量(Kg)	140日FCM乳量*(Kg)	平均乳脂率(%)	平均SNF**(%)
試験区	4122±114.2	2168±39.8	36.1±1.0	3931±96.8	3.7±0.1	8.8±0.2
対照区	4146±255.4	2166±136.8	36.2±2.3	3949±232.8	3.7±0.1	8.8±0.1
区間差	NS	NS	NS	NS	NS	NS

注) *: FCM乳量=0.4×乳量+15×乳脂量

** : SNF=無脂固形分率

4 繁殖成績

繁殖成績を第7表に示した。例数が少ないため有意差はでなかったが、ほとんどの項目について試験区が対照区より良好な成績であった。特に分娩後144日までの受胎率では、試験区が対照区の2倍以上であった。

分娩後の胎盤停滞は、対照区においては9頭中2頭に発生したが、試験区では全く発生しなかった。

子宮復古及び初回排卵日数は、試験区が対照区より約5日早かった。

対照区では、9頭中5頭が分娩後50日以内に発情が認められず、2頭は100日以後に初めて授精でき、2頭については試験中に授精できなかった。一方試験区の牛群は、ほとんど分娩後50日以内に発情が回帰し、初回授精は70日以内に実施できた。

繁殖障害の発生状況を第8表に示した。対照区で

は9頭すべてに、試験区では9頭中7頭に繁殖障害が発生した。障害の内容としては、鈍性発情が最も多かった。

5 ビタミン摂取量及び血中濃度

1日当たりの平均β-カロテン摂取量及び分娩50日後の血漿中のビタミン含量を第9表に示した。試験区のβ-カロテン摂取量、血中β-カロテン、ビタミンA濃度は対照区より高かった。一方受胎牛と不受胎牛の比較においては、血中ビタミンA濃度のみ有意差があった。

6 疾病の発生状況

疾病の発生状況を第10表に示した。試験区は対照区より食欲不振の発生が多かった。食欲不振、下痢等の消化器障害は、分娩直前、直後から泌乳初期、最盛期にかけて多発した。

第7表 繁殖成績 (平均±標準誤差)

区分	胎盤停滞 の発生率(%)	子宮復古 日数(日)	初回排卵 日数(日)	発情回帰 日数(日)	初回授精 日数(日)	試験期間中 の受胎率(%)	受胎までの	
							日数(日)	授精回数
試験区	0	26.9±3.8	19.3±1.7	45.1±2.3	54.0±3.0	77.8% (7/9)	100.4±12.1	2.3±0.3
対照区	22.2	31.6±5.6	24.7±2.2	54.3±6.4	65.7±8.1	33.3% (3/9)	114.3±5.1	2.3±0.3
区間差		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

第8表 繁殖障害の発生状況

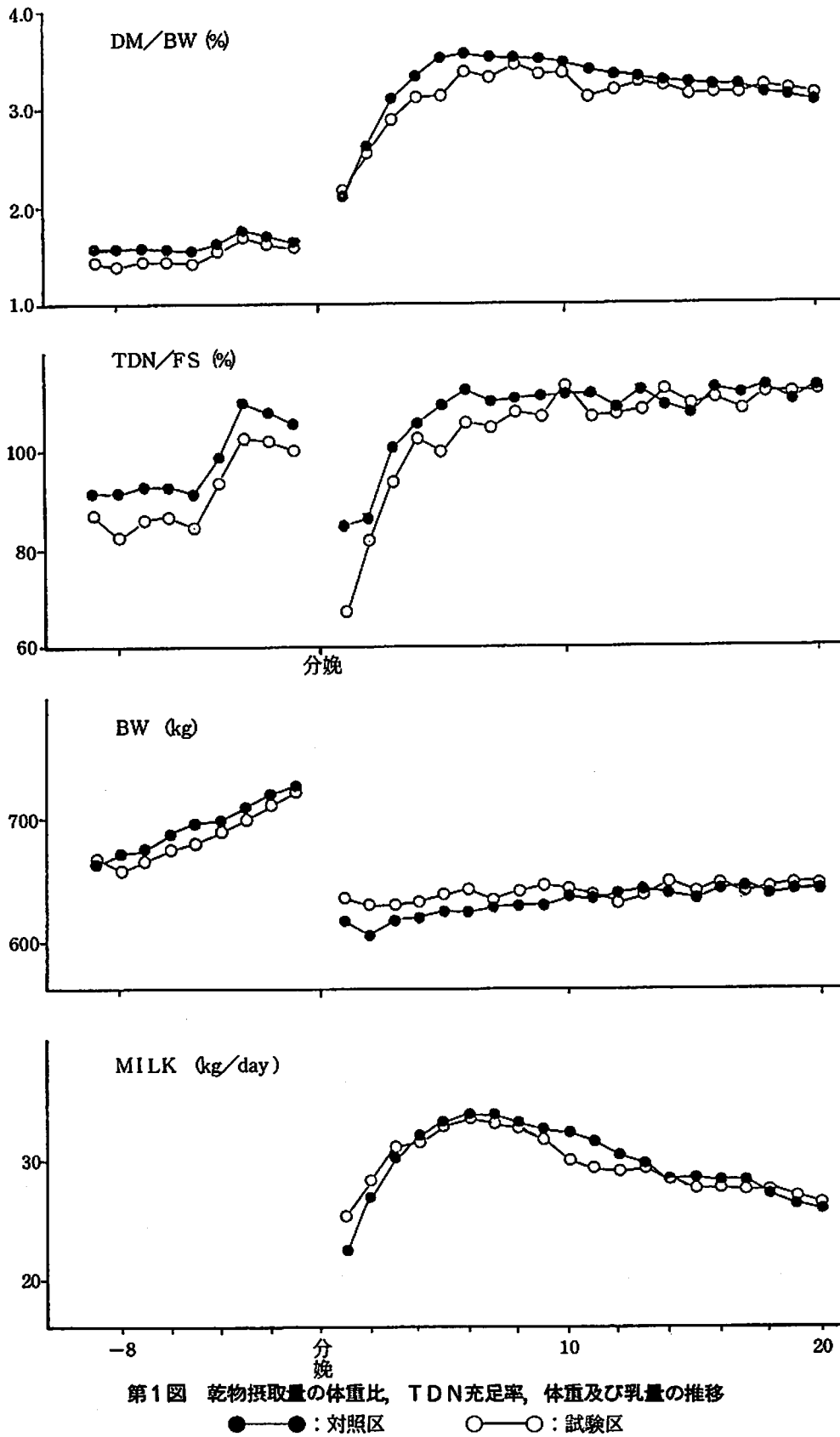
区分	繁殖障害の内容及び発生頭数			
試験区	子宮内膜炎 1頭、 リビートブリーダー 1頭	卵胞嚢腫 1頭、 鈍性発情 3頭、 排卵遅延 1頭	黄体形成不全 1頭	
対照区	子宮内膜炎 2頭、 黄体遺残 1頭	卵胞嚢腫 2頭、 鈍性発情 5頭、 卵巢静止 1頭	黄体形成不全 1頭	

第9表 ビタミンの状況

区分	β-カロテン 摂取量(ng/日)	分娩後50日目の血漿中のビタミン含量		
		β-カロテン(μg/dl)	ビタミンA(μg/dl)	ビタミンE(μg/ml)
試験区	365.4±22.4	254.2±33.0	35.4±1.86	5.31±0.92
対照区	43.4±13.5	61.9±11.8	26.2±1.99	3.11±0.26
区間差	P<0.01	P<0.01	P<0.01	NS
受胎	279.1±55.5	196.7±35.7	34.6±1.77	4.94±0.86
不受胎	120.6±55.4	123.8±48.3	25.3±2.30	3.21±0.31
区間差	NS	NS	P<0.01	NS

第10表 疾病の発生状況

区分	分娩前の発生件数			分娩後の発生件数			
	食欲不振	下痢	ケトosis	食欲不振	下痢	乳房炎	ケトosis
試験区	6	1	0	13	9	9	0
対照区	3	1	0	1	13	9	0



考 察

1 高エネルギー飼養法の評価

(1) NEB防止効果

高泌乳牛は、泌乳初期から最盛期にかけてエネルギーの摂取より消費が大きくなり、体内に蓄積したエネルギーを消費する負のエネルギー状態 (NEB) になりやすい。NEBが大きいと牛にストレスがかかり、代謝障害や繁殖障害が発生する。このNEBをなるべく防止するための飼養法が高エネルギー飼養法^{6,7)}であり、この考え方は1987年版の日本飼養標準にも取り入れられている。

本試験の飼養法のポイントは、妊娠後期の低TDN給与、妊娠末期の濃厚飼料への順化、分娩後速やかなTDN増給及び泌乳盛期の高TDN給与である。第1図に試験期間中の乾物摂取量、TDN充足率、体重及び泌乳量の推移を示した。分娩後、乾物摂取量及びTDN充足率は順調に増加し、6~8週でピークに達した。泌乳量のピークもほぼ分娩後6~8週にきており、一般に言われている乾物摂取ピークの遅れは見られなかった。また体重の推移では泌乳盛期に大きな減少は見られなかった。これらのことから、今回の飼養法はNEB防止に有効であったと思われる。

(2) 養分摂取量

本試験では、 β -カロテン欠乏区を設定したことから、ハイキューブのような栄養価の高い粗飼料が利用できず、配合飼料に対する依存度が高くなったため、分娩後1~8週に消化器障害の発生が多かった。しかし最大乾物摂取量の体重比は、3.6~3.7%と高い値を示した。

TDN及びDCPの給与水準はほぼ設計どおりに推移した。また配合飼料多給のため、乾物中の粗繊維率は分娩後3~10週に15%以下になりがちで、この時期に下痢の発生も多かった。飼料構成の改善やサプリメント等の利用により、さらに有効な高エネルギー飼養法が実現できるとと思われる。

(3) 泌乳成績

本試験では、高エネルギー飼養の結果かなり高い泌乳量を得た。140日FCM乳量は、試験開始時の栄養度 ($r=0.5880$) 及び乾物摂取量 ($r=0.7394$) と正の相関が見られ、分娩前の増体量 ($r=0.6329$)、TDN充足率 ($r=-0.4645$) 及び摂取乾物中の粗繊維率 ($r=-0.4824$) と負の相関が見られた。このことから、今回のエネルギー摂取水準は泌乳性にとって十分で、乾乳開始時の栄養度をある程度高めて(480前後)、分娩後の乾物摂取を増加させると泌乳性が

高まると推察される。

乳脂率及び無脂固形分率は泌乳最盛期に低下がみられた。エネルギー優先の飼養のため、乳脂率の低下には留意する必要があると思われる。

2 β -カロテンと繁殖性(1) β -カロテン充足状態

β -カロテンは動植物体中に存在するビタミンA前駆物質である。Lindnerら⁸⁾は、トウモロコシサイレージや乾草等の保存飼料中の β -カロテン含量は低く、1日の給与量が200mg以下になると欠乏状態(血中含量が100 μ g/dl以下)になりやすいと報告している。

本試験では、 β -カロテン摂取量と血中濃度間に高い相関 ($r=0.7106$) があり、試験区が充足、対照区が欠乏と設定どおりの結果であった。また、トウモロコシサイレージでも β -カロテン含量が高いものが見られ⁹⁾、サイレージを給与しなかった対照区の牛に特に欠乏状態が見られた。

福富ら⁷⁾(1984)は、岡山県の水田酪農家の実態調査において生草を給与しない場合に β -カロテン欠乏が見られ、繁殖成績も劣る傾向があったと報告している。福岡県も類似の飼養環境にあり、 β -カロテンが不足する可能性があると思われる。

(2) ビタミンA及びビタミンE

本試験では、 β -カロテン摂取量と血中ビタミンA含量には正の相関 ($r=0.5973$) が見られた。両区とも同量のビタミンA(5万IU/日)を給与したにもかかわらず、対照区の血中ビタミンA含量は試験区より低く、やや欠乏している可能性があった。

ビタミンEは β -カロテンの吸収を促進する効果があるといわれており、その目的で試験区に添加した。区間有意差はみられなかったが、血中 β -カロテン含量とビタミンE含量間には高い相関 ($r=0.7112$) が見られた。

(3) 繁殖成績

ア 胎盤停滞の発生状況 胎盤停滞の発生率は通常14~18%で、ビタミンEやセレンウムが欠乏すると多発するといわれている。今回、試験区の牛に胎盤停滞が発生しなかったのはビタミンEの添加効果の可能性もある。

イ 分娩後の繁殖機能回復 通常の場合、卵巣は分娩後7日頃から動き始め、10~20日に発情徴候を伴わない初回排卵があり、その後短めの性周期を経て32~55日に発情が回帰する^{8,10)}。

本試験の成績では、試験区の繁殖機能回復は対照区より良好であった。協定全体の結果でも同様で、

子宮復古日数(試験区平均:対照区平均=26.0:28.8)及び初回排卵日数(同 21.6:25.8)において危険率5%水準で区間有意差が認められた¹⁾。

ウ 受胎率 協定試験全体での試験期間中(分娩後144日間)の受胎率は、試験区が69.5%、対照区が64.7%であった。当场においては、対照区の受胎率(33.3%)が特に低かったが、その血中 β -カロテン含量は平均61.9 $\mu\text{g}/\text{dl}$ であり、協定全体の対照区平均(136.9 $\mu\text{g}/\text{dl}$)に比べ重度の欠乏状態であったことが低受胎率の原因となった可能性がある。

エ 繁殖障害 乳牛の生産性は、分娩の間隔を1年にした場合に最も高くなるといわれている。しかし泌乳盛期以後繁殖障害が発生しやすくなり、受胎が遅れ、分娩間隔が1年以上になることが多い。

本試験においても繁殖障害が多発したため、受胎までに100日以上要した。試験区の牛は分娩後50日以後に鈍性発情、黄体形成不全、排卵遅延が発生したが、分娩後100日過ぎに回復し、ほとんどが受胎した。対照区では分娩後卵巣静止や卵胞嚢腫が発生したり、分娩後50日以後に鈍性発情を繰り返し、試験期間中に回復しない重度の繁殖障害が多かった。

β -カロテンは、プロジェステロン産生に関与するといわれる牛の黄体局所のビタミンAの供給源となっているという仮説があり^{10,11)}、本試験の対照区の牛は、性ホルモンの調節機構に失調を来している可能性がある。

本試験では、乳汁または血漿中のプロジェステロン濃度を定量した結果、卵巣中の黄体機能がモニターでき、直腸検査で見逃した初回排卵の発見や繁殖障害診断根拠の提供、早期妊娠鑑定に有効であった。プロジェステロンの定量法については、近年酵素免疫測定法のキットも市販されたので、今後繁殖検査の一つとして利用可能であると思われる。

β -カロテンが乳牛の繁殖性に及ぼす影響については多くの報告があるが、その条件や方法は同一でなく、結果も一定していない。Ascarelliら²⁾の報告では、9~12月に分娩した2~3産の牛の受胎率についてのみ、 β -カロテン添加効果が見られた。一方Folmanら(1979)⁴⁾は未経産牛の繁殖に影響しなかったと報告しており、Folmanら(1987)⁵⁾は4産以上の牛について、 β -カロテン多給はむしろ繁殖性に悪い影響を与えたと報告している。

本試験の結果、ビタミンA、D₃、E及び β -カロテンを添加した試験区の牛は、ビタミンA、D₃のみを添加した対照区の牛に比べ繁殖成績が良好であった。血液中のビタミン濃度では、 β -カロテンの

区間差が最も大きかったが、ビタミンA、Eについても対照区は試験区より低かった。したがって、今回の繁殖成績の違いは、 β -カロテンの差のみによるものではない可能性がある。今後、これらの脂溶性ビタミンの単独効果についても検討する必要があると思われる。

謝 辞

本試験の実施に当たり多大の御助言、御協力を頂いた農林水産省畜産試験場、栄養部微量要素研究室及び繁殖第2研究室の方々に感謝の意を表します。

また、協定試験の実施、取りまとめに御尽力頂いた主査県の茨城県畜産試験場の方々に感謝致します。

引用文献

- 1) 有村正利(1980):乳牛の分娩前後の飼養法特に泌乳初期における飼料増給に関する研究。茨城畜試研報, 3, 1-90.
- 2) Ascarelli, I., Z. Edelman, M. Rosenberg and Y. Folman(1985): Effect of Dietary Carotene on Fertility of High-Yielding Dairy Cows, *Anim. Prod.*, 40, 195-207.
- 3) Bindas E.M., G. Gwazdauskas, R. J. Aiello, J. H. Herbein, M. L. McGilliard and C. E. Polan(1984): Reproductive and Metabolic Characteristics of Dairy Cattle Supplemented with β -Carotene. *J. Dairy Sci.*, 67, 1249-1255.
- 4) Folman Y., Z. Ascarelli, M. Rosenberg, M. Davidson and A. Halevi(1979): Fertility of dairy heifers given a commercial diet free of β -carotene. *Br. J. Nutr.*, 41, 353-359.
- 5) Folman Y., I. Ascarelli, D. Kraus and H. Barash(1987): Adverse Effect of β -Carotene in Diet on Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 70, 357-366.
- 6) 福岡県農政部農業技術課(1984):高泌乳牛飼養のための飼料給与技術。普及指導技術資料, 畜-No. 3.
- 7) 福富豊子, 大野敦生, 小沢清一郎(1984):乳用牛における血漿中 β -カロテンとビタミンAの動向。畜産の研究, 38(9), 1105-1108.
- 8) 浜田龍夫(1982):乳牛の分娩前後の飼養における栄養と繁殖の問題。農水省畜試年報, 22, 101-112.
- 9) 早川研一(1984):乳牛における高エネルギー飼

- 養のための飼料構成の解明に関する研究。茨城畜試研報6, 1-41.
- 10) 甬立京子(1984):牛黄体中の β -カロテンとビタミンAの存在量と役割。農水省畜試年報24, 74-76.
- 11) 茨城畜試(1988):協定試験検時会議資料,1988年3月,於農水省畜試.
- 12) Lindner, H. and M. Gadiant(1981):European β -Carotene Field Studies. Roche, 1-18.
- 13) Lotthammer, K.H.(1981):Importance of β -Carotene for the Fertility of Female Cattle. Roche, 1-27.
- 14) 中尾敏彦(1986):乳牛の一年一産のための繁殖管理。獣医界, 126, 10-17.
- 15) 滑川治郎, 笹嶋秀介, 立川征夫, 吾妻 健, 大田 奚三, 高橋健二(1975):乳牛の分娩前後の飼養法に関する試験 第1報。茨城畜試研報, 1, 1-35.
- 16) Rakes, A. H., M. Owens, J. Britt and L. Whitlow(1985):Effects of Adding Beta-Carotene to Rations of Lactating Cows Consuming Different Forages, J. Dairy Sci., 68, 1732-1737.
- 17) 佐藤義信(1984):高泌乳牛の分娩前後における飼養法。茨城畜試新普及技術, 1-49.
- 18) Sklan, D. (1983):Carotene Cleavage Activity in the Corpus Luteum of Cattle, Internat. J. Vit. Nutr. Res., 53, 23-26.
- 19) 宇田三男(1985):高泌乳牛の繁殖率向上のための脂溶性ビタミンとエネルギーの給与水準に関する研究。茨城畜試研報, 7, 1-63.

Effects of β -Carotene Supplementation on Postpartum Reproduction
of Dairy Cows under High-energy Feeding (Lead Feeding)

ISOZAKI Yoshihiro, Tsugumitsu KAMORI, Isao TAKETOMI, Shigeshi UENO
Shigetaka YAMASHITA, Kyujiro TAKAMUKU and Ryuichi OHE

Summary

Eighteen holstein cows were assigned to two test groups. One group received 300mg/head β -carotene supplementation per day from 9 weeks before parturition to 20 weeks after parturition. Another was a control group without supplementation. The effects of β -carotene on reproduction after parturition were studied under high-energy feeding modified lead feeding.

High-energy feeding was effective to cope with the negative energy balance during the period of peak milk production, and the milk yields during 140 days after parturition in treated and control group were 4,122 kg and 4,146 kg, respectively.

Plasma β -carotene concentrations at 50 days postpartum were 254 $\mu\text{g}/\text{dl}$ in treated group and 62 $\mu\text{g}/\text{dl}$ in control group. The former was sufficient and the latter was deficient, respectively. Mean days to first ovulation, days to first heat, days open and mean services per conception were : 19, 45, 100 and 2.3 for cows received β -carotene supplementation compared with 25, 54, 114 and 2.3 in control. The values in treated group were better, though the differences were not statistically significant. Conception rates during 144 days postpartum were 77.8% in treated group, and 33.3% in control group. The rate in control was very low, possibly due to the high incidence of severe ovarian cyst and silent heat.

These results suggest that β -carotene deficiency might induce reproductive disturbances.

粗飼料を主体としたコンプリートフィード 調製利用技術の実用化

武富 功・家守紹光・磯崎良寛・高椋久次郎・上野 繁
・中村 弘*・大江龍一**
(畜産研究所家畜部)

乳用牛に対する粗飼料を主体としたコンプリートフィード調製利用技術の実用化を目的に、理論養分量に基づく数種類の飼料給与設計を行うとともに、搾乳牛を用いてコンプリートフィード給与と慣行の分離給与との採食性及び産乳性の比較を行った。また、夏期におけるコンプリートフィードの品質の変化を調査し、コンプリートフィードの利用性を検討した。

- 1 コンプリートフィードの飼料給与設計：コンプリートフィードに混合する飼料の種類を検討した結果、地域粗飼料4種類、流通粗飼料2種類、農産製造粕2種類、濃厚飼料7種類の組合せが可能で、代表的なものとして6例を設計した。また、給与形態はサプリメント方式、2種類混合方式、セミコンプリート方式の3形態が適用可能と認められた。
- 2 コンプリートフィードの採食性と産乳性：給与飼料の採食量は、乾物及び養分摂取量ともコンプリートフィード給与区が多い傾向にあり、ルーメン内の原虫総数もコンプリートフィード給与区が多く、pHも安定しており、VFAの構成はコンプリートフィード給与区が酢酸の割合が高い傾向にあった。乳量及び乳脂率についてもコンプリートフィード給与区がわずかに高い傾向にあった。
- 3 夏期におけるコンプリートフィードの品質変化：コンプリートフィードは、夏期暑熱時には発酵をおこして品温が上昇し、乳牛の採食量は低下するが、飼料成分の変化は認められなかった。

[Keywords: dairy cows. complete feeds. rumen liquor. milk yield. milk fat]

緒 言

酪農経営の安定化を図っていくためには、生産性の向上により生乳生産コストの低減を図るとともに、牛乳の高品質化を図る必要があるが、高泌乳牛については高泌乳と高品質の整合性のとれた飼養技術の確立が必要である。高泌乳牛は泌乳最盛期に、いかにその能力に見合った必要養分量を摂取させ、能力を発揮させるかが課題である。そのため、数年前から欧米で広く普及³⁾、我国でも一部先進農家で実施されつつあるコンプリートフィードについて、地域粗飼料を主体に製造粕等の地域飼料資源の活用と合せ、その調製技術及び給与技術について検討した。

本試験は農家段階で利用できる普及技術の確立を目的に1985年から3か年計画で実施した。

試 験 方 法

1 コンプリートフィードの飼料給与設計

- * 中央家畜保健衛生所
- ** 現筑後家畜保健衛生所

地域粗飼料としてイタリアンライグラスサイレージ、トウモロコシサイレージ、ソルガムサイレージ、稲ワラ、流通粗飼料としてヘイキューブ、ビートパルプ、農産製造粕としてビール粕、焼酎粕、濃厚飼料として配合飼料、豆皮、圧ペム大麦、圧ペムトウモロコシ、シトラスパルプ、フスマ、綿実を使用し、「日本飼養標準・乳牛(1987年版)」の理論養分量に基づき飼料給与設計例を作成した。

2 コンプリートフィードの採食性と産乳性

(1) 試験期間

第1回は1986年2月24日から1986年5月18日までの84日間、第2回は1986年10月20日から1987年1月11日までの84日間を1期4週3期反転法で実施した。

第3回は1987年7月7日から1987年12月6日まで150日間を並行試験法で実施した。

(2) 供試牛

第1表のホルスタイン種20頭を供試した。

(3) 試験構成

試験構成は試験区と対照区の2区を設け、試験区はコンプリート給与、対照区は慣行の分離給与とし

第1表 供試牛の概要

試験回次	牛番号	生年月日	産次	最終分娩月日	分娩後日数	体 重	乳 量	乳脂率	
						日	kg	kg/a	%
1	1	1981. 10. 25	2	1985. 2. 5	374	520	15.4	3.05	
	1986 2. 24	2	1981. 10. 27	2	1985. 8. 5	180	582	21.7	3.45
		3	1981. 3. 17	3	1985. 11. 21	93	536	26.0	3.52
	5. 18	4	1974. 8. 5	7	1985. 7. 19	215	563	23.5	3.83
		5	1982. 10. 31	1	1985. 1. 23	391	584	15.9	3.37
	6	1981. 3. 13	3	1985. 7. 5	229	640	17.6	3.64	
2	7	1981. 3. 14	3	1986. 1. 23	245	603	19.0	4.11	
	1986 10. 20	8	1982. 9. 18	2	1986. 5. 24	124	534	20.8	4.08
		9	1982. 11. 13	2	1986. 3. 24	185	590	23.2	3.21
	1987 1. 11	10	1982. 9. 18	2	1986. 3. 16	193	574	15.0	4.26
		11	1983. 9. 13	1	1986. 5. 21	127	652	18.0	3.37
	12	1983. 10. 8	1	1986. 4. 30	148	603	18.3	4.43	
3	13	1985. 3. 11	1	1987. 4. 14	83	490	22.0	3.52	
	14	1985. 3. 5	1	1987. 5. 7	60	531	27.0	3.21	
	1987 7. 7	15	1985. 4. 1	1	1987. 6. 21	17	505	22.0	3.68
		16	1985. 3. 4	1	1987. 7. 1	6	528	26.0	3.72
	12. 6	17	1985. 3. 26	1	1987. 4. 14	83	510	21.0	3.62
		18	1985. 3. 4	1	1987. 5. 13	54	489	27.0	3.69
	19	1985. 4. 16	1	1987. 6. 2	35	485	24.0	3.59	
	20	1985. 5. 15	1	1987. 7. 4	3	520	24.0	3.92	

た。使用した飼料の種類は両区同一で、サイレージ、乾草、稲ワラ、ビートパルプ、ビール粕、配合飼料及び綿実である。時期により、サイレージはイタリアンライグラス、又はトウモロコシとし、乾草はイタリアンライグラス、又はローズグラス、又はチモシーとした。ビール粕は第2、3回に、綿実は第3回にのみ使用した。また、試験区のコンプリートフィードは水分60%になるよう加水して混合した。飼料給与水準は日本飼養標準(1978年版)でTDN要求量の110%給与とし、粗飼料と濃厚飼料の比は乳量水準により40~60%を目安とした。

(4) 飼養管理

搾乳回数は1日2回で搾乳時間は9時と17時とした。また、給与回数は1日3回で給与時間は9時と16時と18時に舎内で給与した。なお、コンプリートフィードは1日1回10時に調製した。

(5) 調査項目

飼料摂取量は、毎日1回給与量と残飼量を計量し、その差で算出した。乳量は毎搾乳時計量した。乳成分は毎週1回測定した。第1胃液pH、VFA、原虫総数は、毎週1回第1胃液をカテテル法で採取して測定した。血液性状は、毎週1回採血してTP、BUN、

IP、Ca、Mgを測定した。血液検査は毎週1回採血して赤血球数、白血球数、ヘマトクリットを測定した。

3 夏期におけるコンプリートフィードの品質変化

(1) 試験期間

試験期間は1987年8月26日から28日までの3日間とした。

(2) 供試材料

試験に供試したコンプリートフィードの材料の種類と混合割合は第2表のとおりであった。

第2表 コンプリートフィードの材料の種類と混合割合

	サイレージ	乾 草	稲ワラ	ヘキユーブ
現 物(kg)	9.1(4.6)	1.5(0.7)	1.4(1.2)	1.0(0.8)
混合割合(%)	(24.0)	(3.5)	(6.3)	(5.2)
	ビートパルプ	ビール粕	配合飼料	綿 実
現 物(kg)	1.9(1.3)	7.6(1.2)	9.6(8.2)	1.0(0.9)
混合割合(%)	(6.8)	(6.3)	(42.7)	(5.2)

注) ① ()内は乾物

② サイレージはイタリアンライグラス、乾草はチモシー

(3) ストック方法

プラスチック製網目コンテナ(55cm×80cm×35cm)にコンプリートフィード40kgを踏圧することなく自然状態に詰込み試験期間中畜舎内に放置した。

(4) 調査項目

気温及びコンプリートフィードの品温は自記温度計により48時間測定した。また、飼料成分は経時的にサンプリングして一般成分、全窒素、VBNを測定した。

結果及び考察

1 コンプリートフィードの飼料給与と設計

基準乳用牛の条件を体重600kg、産次2産、乳量20kg/日、乳脂率3.5%に設定して、その理論養分量に基づき飼料給与と設計を試みた結果、コンプリートフィードに混合すべき地域粗飼料としてイタリアンライグラス、トウモロコシ、ソルガムのいずれかのサイレージと稲ワラ、流通粗飼料としてヘイキューブとビートパルプ、地域飼料資源としてビール粕、焼酎粕を用い、これに綿実と配合飼料を混合する場合の配合飼料の成分はTDN70%、DCP12%が適当であった。濃厚飼料を自家配合する場合は、豆皮、圧ペン大麦、圧ペントウモロコシ、シトラスパルプ、フスマ、綿実が適当であり、いずれの場合も現物重で粗飼料57~58%、製造粕類17~18%、濃厚飼料23~24%の割合で混合すれば、DM当りのTDN68~70%、CP14%、粗繊維率20~21%となり、乳量及び乳脂率維持の点からも適切な設計が可能と思われた。これらの飼料を組合せて代表的なものとして6例を設計した。そのうち地域粗飼料として最も多く利用されているイタリアンライグラスサイレージを主体として、配

第3表 コンプリートフィード設計例

飼料名	給与量	割合	
		kg	%
粗飼料			
イタリアンサイレージ	15	44.1	
稲ワラ	1	2.9	
ヘイキューブ	2	5.9	
ビートパルプ	2	5.9	
濃厚飼料			
配合飼料(12-70)	1	20.6	
綿実	1	2.9	
製粕造類			
ビール粕	5	14.7	
焼酎粕	1	2.9	
成分			%
	TDN濃度(TDN/DM)	69.7	
	CP濃度(CP/DM)	14.1	
	粗繊維率	21.7	
	TDN充足率	104	
	CP充足率	117	
他	全DM/BW	2.7	
	粗DM/BW	1.6	

合飼料を用いた場合の設計例を第3表に示した。

給与形態としてはサプリメント飼料を用いるサプリメント方式、泌乳中後期用と最盛期用の2種類を混合する2種類混合方式、イタリアンライグラス乾草を一定量分離給与し、不足分は乳量に応じてコンプリートフィードを給与するセミコンプリートフィードの3形態を想定して試算した。いずれも前述の条件の乳牛を基準にしてコンプリートフィードを調製し、乳量を15、20、25、30、35kgの5段階に設定して試算した給与量を第4表に示した。

サプリメント方式の場合、第3表の設計例をベース飼料として、乳量25kg以上の場合はサプリメント飼料にDCP25%、TDN76%の配合飼料を用いれば養分調整が可能であり、乳量15kgの場合は稲ワラで養分調整が可能である。また、2種類混合方式は、泌乳中後期用として同じく第3表の設計例を用いてよく、泌乳最盛期用としては、これと同じくDCP25%、TDN76%の配合飼料を混合することによって養分調整が可能となる。セミコンプリート方式はイタリアンライグラス3kgを定量として分離給与し、不足分をコンプリートフィードで補足するが、そのコンプリートフィードの成分量はDM当りTDN71.2%、CP16.2%に調製する必要がある。

第4表 サプリメント方式による泌乳量別給与量

日乳量		35kg	30	25	20	15
給与料	コンプリートフィード(kg)	39	35	35	34	26
	サプリメント飼料(kg)	5	4	2	0	0
	稲ワラ(kg)	0	0	0	0	2
成分	TDN/DM (%)	73.1	72.8	71.4	70.0	68.7
	CP/DM (%)	17.0	17.0	16.0	15.0	14.0
	粗繊維率(%)	19.8	20.0	21.0	22.0	22.0
	TDN充足率(%)	101	100	104	104	10.8
	CP充足率(%)	120	120	120	117	11.8
	全DM/BW (%)	3.9	3.4	3.1	2.7	2.4

2 コンプリートフィードの採食性と産乳性

(1) 飼料摂取量

飼料の現物摂取量、乾物摂取量、乾物摂取量の体重比、粗飼料乾物摂取量の体重比は第5、6表に示したとおりであり、試験区がいずれの項目についても多い傾向にあったが、有意差は認められなかった。材料別ではサイレージ、稲ワラの摂取量が多かった。

これらのことは、コンプリートフィードが粗飼料と濃厚飼料を同時に給与できることから、乳牛の選択採食性が抑制されるためであり²³⁾、コンプリートフィ

—下給与の効果の本試験でも実証されたといえる。

第5表 飼料の材料別摂取量 (kg/頭・日)

	サイレージ	稲ワラ	乾草	ペイキューブ
試験区	11.7	1.7±0.1	3.7±0.5	1.1±0.1
対照区	10.4	1.5±0.1	3.8±0.8	1.1±0.1

	ビートパルプ	配合飼料	計
試験区	1.1±0.1	6.7±2.5	26.0
対照区	1.2±0.1	6.6±2.1	24.7

第6表 乾物摂取量及び養分充足率

	試験区	対照区
乾物摂取量(kg/頭・日)	16.8 ±0.7	16.5 ±1.0
乾物摂取量体重比(%)	2.67±0.19	2.62±0.29
粗飼料乾物体重比(%)	1.76±0.14	1.61±0.16
養分充足率(TDN)(%)	109.3 ±3.8	109.4 ±7.0
” (DCP)(%)	123.8 ±4.8	129.6 ±8.8

(2) 第1胃液性状

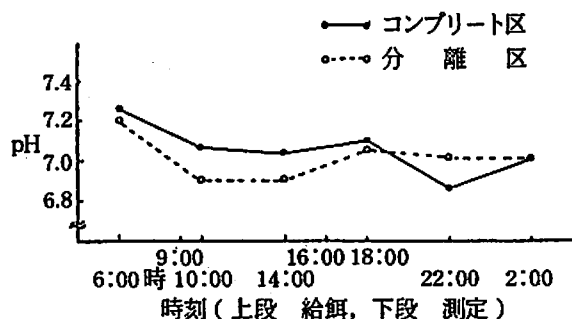
第1胃液性状について14時のpH, 原虫総数, VFAの測定値を第7表に示した。pHは試験区7.1, 対照区6.9で試験区がやや高い傾向にあった。原虫総数についても試験区132千個, 対照区113千個で試験区がやや多かった。VFAの組成については, 酢酸含量は試験区が高く, プロピオン酸含量は対照区が高い傾向を示した。このことは試験区が粗飼料摂取量が多かったことを示しており³⁾, 酢酸, プロピオン酸比(A/B)も試験区が高く良好な発酵パターンであり⁴⁾, コンプリートフィードの有利性が示唆された。

第7表 第1胃液pH, 原虫総数, VFA量

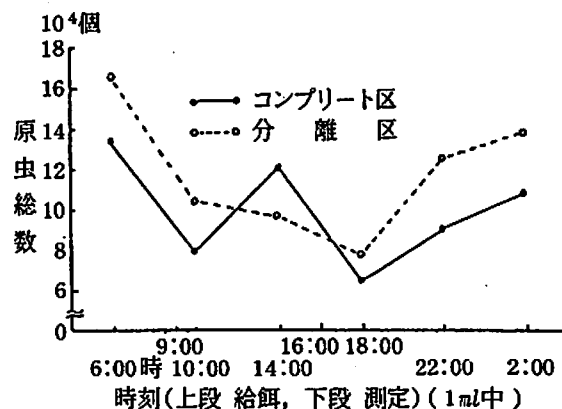
	pH	原虫総数	総VFA	酢酸(A)
試験区	7.1	132±34	9.8±0.4	62.6±1.2
対照区	6.9	113±34	10.0±0.4	61.1±1.0

	プロピオン酸(B)	酪酸	その他酸	A/B
試験区	24.9±0.8	10.1±1.4	2.7±0.2	2.51
対照区	25.8±0.8	10.6±1.0	2.5±0.2	2.36

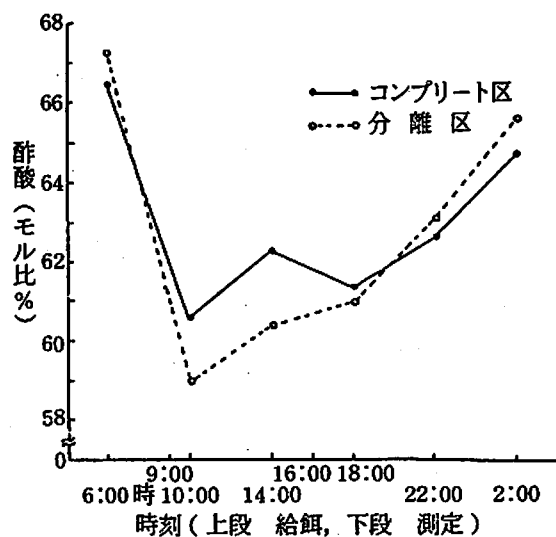
注) 単位: 原虫総数: 10³個/ml 総VFA: mM/dl
酢酸, プロピオン酸, 酪酸: モル比%



第1図 第1胃内pHの経時的変化



第2図 第1胃内原虫総数の経時的変化



第3図 第1胃内酢酸の経時的変化 (モル比%)

第1胃液 pH, 原虫総数, VFA (酢酸) の4時間毎の経時的变化を第1~3図に示したが, 両区とも pH の最高値は早朝6時, 最低値は試験区が22時, 対照区が14時であった。VFAのうち酢酸は両区とも早朝6時に最高となり, 10時に最低となるのに対して, プロピオン酸は逆に早朝6時に最低となり, 最高は試験区が18時, 対照区が10時であった。これらのことから, pHは両区とも比較的安定的に推移しており, 原虫総数も VFA も経時的には両区ともほぼ同じ傾向を示しており, ルーメンの恒常性については今回は差がみられなかった。

(3) 血清成分及び血液検査

血清成分及び血液検査の結果は第8, 9表に示したとおりで, 各検査項目とも正常値の範囲内であったが, BUN, Ca, Mg, は試験区がやや高い傾向にあった。しかし, 有意差は認められなかった。

第8表 血清成分

	TP (g/dl)	BUN (mg/dl)	Ca (mg/dl)
試験区	7.0 ± 0.13	9.4 ± 2.0	9.53 ± 0.37
対照区	7.13 ± 0.16	9.3 ± 0.7	9.28 ± 0.12

	IP (mg/dl)	Mg (mg/dl)
試験区	5.00 ± 0.33	2.52 ± 0.14
対照区	5.06 ± 0.37	2.44 ± 0.12

第9表 血液検査

	赤血球数 (10 ⁴ 個/ml)	白血球数 (10 ⁴ 個/ml)	ヘマトクリット
試験区	638 ± 9.5	8.5 ± 1.2	28.5 ± 2.6
対照区	663 ± 4.2	8.5 ± 2.3	29.5 ± 0.6

(4) 乳量及び乳成分

乳量及び乳成分については第10表に示したとおりである。乳量については, 実乳量, FCM乳量, SCM乳量とも試験区が対照区を上回っており, その差は実乳量で3.2%, FCM乳量で3.7%, SCM乳量では2.7%で, 特にFCM乳量の差が大きかった。

乳成分については, 乳脂率が試験区3.84%に対し対照区は3.74%で0.1%試験区が高かった。このことは, 試験区が粗飼料摂取量が多かったこと, 第1胃液の酢酸・プロピオン酸比が高かったことと一致し, 一般的に言われているように^{1,2,3,4,5)}, 粗飼料の多摂取が乳脂率の向上に効果的であり, FCM乳量の増加をもたらすものと思われる。無脂固形分率については試験区が8.5%, 対照区が8.74%で試験区が低くなっている。無脂固形分率はエネルギー摂取量

と関係するといわれているが³⁾, 本試験では両区ともほぼ同じエネルギー摂取にかかわらず試験区が低いいため今後さらに検討が必要である。

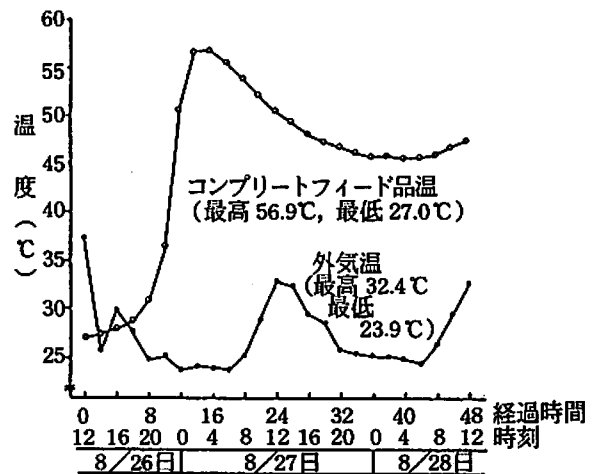
第10表 乳量及び乳成分

	実乳量(kg)	FCM乳量(kg)	SCM乳量(kg)
試験区	15.7 ± 4.5	15.3 ± 5.0	15.1 ± 4.6
対照区	15.2 ± 4.2	14.8 ± 5.0	14.7 ± 5.0

	乳脂率(%)	無脂固形分率(%)	全固形分率
試験区	3.84 ± 0.22	8.50 ± 0.34	12.34 ± 0.37
対照区	3.74 ± 0.40	8.74 ± 0.21	12.47 ± 0.54

3 夏期におけるコンプリートフィードの品質変化

コンプリートフィードの調製後の品温の変化を経時的に調査し第4図に示した。品温は調製直後から上昇し, 16時間後に最高58℃に達し, その後は45℃まで下りほぼそのまま推移した。



第4図 コンプリートフィード調製後の品温の変化

第11表 コンプリートフィード飼料成分の経時的变化

時間	0	10	24	34	48
CP (%)	15.5	15.6	14.2	17.2	15.9
EE (%)	4.2	4.3	4.3	4.6	4.7
NFE (%)	51.5	51.5	50.6	52.3	51.6
CF (%)	20.5	20.2	14.5	18.4	21.3
CA (%)	8.5	9.1	8.7	8.2	8.7
VBN/T-N	4.2	4.0	3.6	3.6	4.0

その間のコンブリートフィードの飼料成分の経時的変化を第12表に示したが、成分的にはほとんど変化が見られなかった。しかしコンブリートフィードの品温の上昇に伴って乳牛の嗜好性は低下し採食量は減少した。また、36時間頃から白カビが発生し、乳牛への給与に適さなかった。

以上のことからコンブリートフィードは乳牛の採食性がよく、ルーメン性状も良好に維持され乳量、乳脂率の向上につながることから、高泌乳牛の飼養法として効果的と思われる。ただし、夏期暑熱時には発酵による品温が上昇し乳牛の採食性が低下するので、調製後は速やかに給与することが必要である。今後は夏期暑熱時の貯蔵法の検討が必要である。

引用文献

- 1) 阿部正夫・真田 雅・鮎田安司、津吉 炯(1983) : 乳牛の自由採食飼養法に関する試験。栃木県酪農試験場研究報告 109, 1~13.
- 2) 清末真一・津田俊昭(1988) : 乳用牛に対するコンブリートフィード調製利用技術の確立(第1報)。大分農業技術センター試験成績書 23, 86~90.
- 3) 高野信雄(1985) : 高泌乳牛飼養技術の理論と実際 TMR(コンブリートフィードを中心に)。畜産の研究 39(6), 68~73.
- 4) 原田英雄・直江俊郎・神谷勝則・小林 久(1983) : 乳牛の自由採食飼養法に関する研究(第1報)。愛知県農業総合試験場研究報告 14, 328~333.
- 5) 藤城清司・真田 雅・遠畑 亮・河野英俊・吉田官雄・直江俊郎・板橋久雄(1987) : 高泌乳牛飼料給与技術の体系化に関する研究。千葉県畜産センター特別研究報告 1, 1~95.

Practical Use of TMR Feeding Chiefly Composed of Roughage

TAKETOMI Isao, Tsugumitsu KAMORI, Yoshihiro ISOZAKI, Kyujiro TAKAMUKU, Shigeshi UENO, Hiroshi NAKAMURA and Ryuichi OHE.

Summary

We held comparative experiment of TMR feeding and customary separate feeding using 20 lactating cows. The feed consisted of silage of itarian ryegrass, hay of itarian ryegrass, rice straw, alfalfa hay cube, beet pulp, brewer's grain, whole cotton seed and formula feed. TMR feeding chiefly composed of roughage for daily cows was evaluated.

- (1) Dry matter intakes and nutrient intakes of TMR feeding were superior to those of customary separate feeding.
- (2) Cows in TMR feeding group had many rumen protozoas, steady pH and much acetate of VFA.
- (3) Milk yields and milk fat products of TMR feeding were also superior to those of customary separate feeding.

These results suggest that TMR feeding is suitable feeding for dairy cows.

育成期における生草給与が発育、 繁殖に及ぼす影響

家守紹光・磯崎良寛・武富 功・上野 繁・大江龍一*
(畜産研究所家畜部)

高泌乳牛の能力を十分に発揮させるためには、強健な乳牛に育成する必要がある。そこで、生草給与・放飼区(A)、乾草+稲ワラ給与・放飼区(B)、乾草+稲ワラ給与・舎飼区(C)を設定し、給与飼料の構成と放飼が乾物摂取、発育及び繁殖に及ぼす影響を検討した。

- 1 乾物摂取量は、A区8.5kg、B区7.6kg、C区7.8kgであり、特にA区は試験後半の乾物摂取量が多かった。乾物摂取量は、運動の有無による差異はなく、給与草種あるいは生育ステージの影響が大きかった。
- 2 1日当りの増体重はA区0.71kg、B区0.56kg、C区0.61kgであった。体各部位の発育は、全体的にA区が他の2区に比べ良好であった。
- 3 受胎に要した授精回数は、A区1.25回、B区1.75回、C区2.75回であった。授精実施期間中の血中 β カロテン濃度は、A区が高濃度であったのに対し、B区は下限値に近くC区は下限値以下であった。本試験における繁殖成績と血中 β カロテン濃度は深く関係しており、 β カロテンを始め、ビタミン群を豊富に含む生草給与は繁殖性に好結果をもたらすものと考えられた。

[Keywords: daily heifer, silage, paddock, housing, β -carotene]

緒 言

近年、自家育成による牛群改良意欲が高まってきており育成法の重要度も高まってきている。育成期の飼養法は間接的ではあるが経営に及ぼす影響が大きく、育成期の栄養水準、乾物摂取量、発育スピードおよび運動量等の違いにより分娩後の乾物摂取量、泌乳性及び各種ストレスの抵抗性に影響すると考えられる。

本県における育成法としては、濃厚飼料の給与割合が高く、粗飼料は稲ワラを主体とした飼養が多い¹⁾。そこで、粗飼料と濃厚飼料の給与比率に関する検討^{1), 2)}を行った結果、発育は濃厚飼料多給が粗飼料多給に比べやや良好で、濃厚飼料多給が有利な点を認めた。しかし、育成期に運動させ乾物摂取量を多くした育成牛は、無運動で乾物摂取量が少ない牛に比べ、分娩後の産乳性が高く、死廃率が低い傾向にあり^{3), 4)}、育成期の乾物摂取と運動は重要と思われた。また、分娩後の泌乳に対しては、分娩後のエネルギーバランスの負の時期を短くするため、乾物摂取量を増す必要があり、そのためには、育成期から乾物摂取を高める育成法が必要である。今回、給

* 筑後家畜保健所

与飼料の構成及び運動の有無が乾物摂取量、発育及び繁殖性に及ぼす影響を検討したのでその結果を報告する。

試 験 方 法

試験区の構成は第1表のとおりとした。

1 供試牛

北海道より導入した高能力ホルスタイン種の娘牛10頭(平均9カ月齢)及び場内で生産したホルスタイン種2頭の計12頭を用いた。

2 試験期間

1986年3月17日~1987年3月23日(供試牛月齢: 11~24カ月齢)

3 試験区分

供試牛12頭は、区間の平均月齢がほぼ同一になるように、A区(生草給与、放飼)4頭、B区(乾草・稲ワラ、放飼)4頭、C区(乾草・稲ワラ、舎飼)4頭を配置した。区内の供試牛の日齢差は、A区71日、B区49日、C区46日であった。

4 飼料給与方法

給与飼料の成分値は、第2表のとおりであった。

粗飼料は、A区、B区が群別自由摂取、C区が個体別自由摂取とした。A区に給与した生草は、場内

第1表 試験区の構成

区	頭数	給与粗飼料	粗飼料給与方法	管理方法
A	4	生草	自由	放飼
B	4	乾草, 稲ワラ	"	"
C	4	乾草, 稲ワラ	"	舎飼

注) 配合飼料は2kg定量給与

で栽培した季節ごとの飼料作物とし、1~3日分を刈り取り給与した。しかし、雨や雪のため生草の刈り取りができなかった場合は代替飼料として乾草を給与した。乾草を給与した日数は26日であった。B区、C区はチモシー乾草と稲ワラを使用した。乾草と稲ワラは5cm程度に細断して混合給与し、その混合割合は現物比で2:1とした。濃厚飼料は、市販配合飼料を個体別に1日当り2kg定量給与した。給与回数は1日2回で、給与時間は9:00と15:30とした。

5 飼養管理

A区とB区の供試牛は、屋根付きの給餌場を設置した放飼場で飼養した。C区の供試牛は、牛舎内で1日中けい留飼養した。全供試牛とも水と鉱塩は自由摂取させた。

6 調査項目

飼料及び養分摂取量：試験期間中は毎日の摂取量をA区とB区は群別、C区は個体別に測定し養分摂取量を計算した。

発育：体重及び牛体の9部位について測定した。

繁殖：発情徴候の観察及び受胎までに要した授精回数及び14, 16, 18カ月齢時の血中βカロテン濃度を甫立ら⁴⁾の方法により測定した。授精開始は、15カ月齢、体重350kgに達した時期を目安とした。

第2表 供試飼料の栄養価 (現物中)

飼料名	DM (%)	DCP (%)	TDN (%)	CF (%)
イタリアン生草	18.1	1.0	10.6	6.2
ヒエ生草	20.5	1.1	11.3	6.0
ヒエ、メヒシ生草	22.0	1.9	12.6	6.4
ローズ生草	28.8	1.5	18.6	9.2
チモシー乾草	86.0	3.6	45.6	33.2
稲ワラ	85.4	1.0	34.6	25.6
配合飼料	87.5	10.0	70.0	5.0

注) 消化率は日本標準飼料成分表(1980年)を引用

結果及び考察

1 飼料摂取量

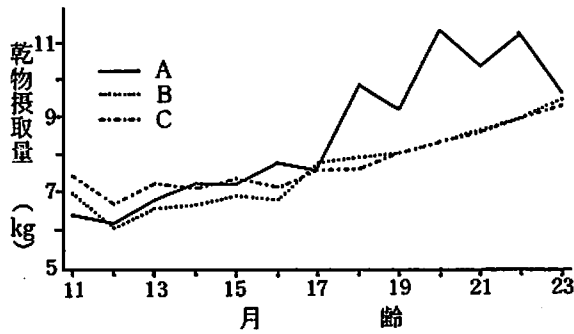
試験期間中の飼料摂取状況は、第3表のとおりである。また、月齢経過にともなう乾物摂取量の推移を第1図に示した。

濃厚飼料は、全区とも全期間を通して残飼をほとんど認めなかった。乾物摂取量は、乾草、稲ワラを給与したB区・C区が7.7kg程度であるのに対し、生草を給与したA区は8.5kgと約10%乾物摂取量が増加した。月齢の経過にともなう乾物摂取量は、試験初期が放飼のA区、B区は舎飼のC区に比べやや劣っていたが、試験中期以降にB区はC区と同様な摂取量となり、A区は18カ月齢以降に他の2区より摂取量が増加した。試験期間中の養分摂取量は、日本飼養標準に対し、A区はTDN 111%、DCP 138%と必要養分量を越えていたが、B区、C区はTDN、DCPとも約90%の摂取率にとどまった。

18カ月齢以降のA区の採食性向上は、この時期よ

第3表 飼料摂取量

区	摂取量				粗飼料の割合		飼養標準比			DM/体重 (%)
	DM (kg/日)	DCP (kg/日)	TDN (kg/日)	繊維率 (%)	D (%)	M (%)	D (%)	M (%)	DCP (%)	
A	8.5	0.601	5.398	26.8	78.8	74.1	99.2	138.0	111.6	2.1
B	7.6	0.388	4.263	24.7	76.3	67.2	91.1	90.4	89.3	2.0
C	7.8	0.393	4.346	24.9	76.9	67.8	92.5	91.2	90.9	2.0



第1図 乾物摂取量の推移

り給与生草は乾物中のTDNが65%と比較的高い栄養価のローズグラス及び若刈期で高栄養価のイタリアンライグラスとなり、嗜好性が向上したためと考えられる。

放飼の場合、舎飼に比べ寒冷、暑熱時のエネルギー、運動に要するエネルギー等が必要となるため、放飼区の採食量は増加すると予想したが、同一飼料を給与したB区(放飼)とC区(舎飼)の採食量に差がないことから、採食量は草種あるいは生育ステージの影響が大きいものと考えられる。豊福ら¹⁰⁾も牧草の品質によりTDN摂取量や増体量が影響されることを報告している。現在、家畜による採食量を

推定するのに最も適した成分は細胞壁物質(NDFあるいはOCW)の含量とされており²⁾、今後これらの飼料特性と乾物摂取量を把握していく必要がある。

本県は都市近郊酪農のため粗飼料として稲ワラは重要であるが、稲ワラは栄養価が低く、本試験で利用した稲ワラと乾草の組合せでは、乾物中のTDNは50%以下であり、このような低栄養の粗飼料を使用すると乾物摂取量も少なく、粗飼料多給の場合に必要な養分量を満たすことができない。この点、生草給与は季節を通しての栄養価、嗜好性が高く粗飼料多給においても必要養分量を充足できる。

本試験の稲ワラ、乾草給与による乾物摂取量で必要養分量を充足するには、粗濃比(DM)は60:40にする必要がある。しかし、岡本ら¹¹⁾は育成期DGを0.6kgに抑えた栄養水準で育成しても、成牛になっての体格や産乳量は、育成期DGが0.7kgになるような栄養水準で育成したものと差がないと報告しており、本試験の稲ワラ・乾草給与はDG 0.6kg程度の増体であり、粗濃比は77:23~60:40の範囲にあれば良いと思われる。

2 发育成績

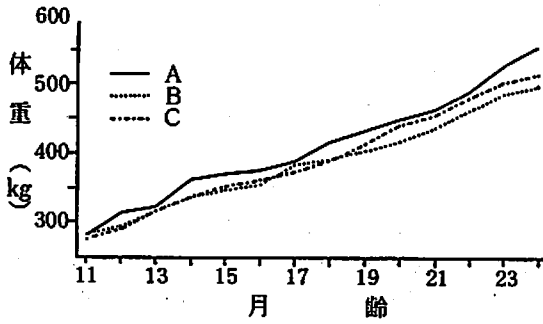
体重、体高、体長、胸深の发育の推移を第2図から第5図に示した。また、11、17、24カ月齢における体重及び9部位の体側値を第4表に示した。

試験開始時には体高を除いた发育は、ホルスタイ

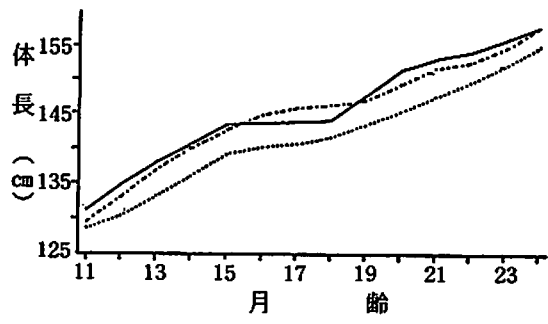
第4表 发育成績

区	月齢	体重(kg)	体高(cm)	体長(cm)	胸深(cm)	腰角幅(cm)	臍幅(cm)	尻長(cm)	胸囲(cm)	腹囲(cm)	管囲(cm)	肥育度指数
A	11	281.8	121.3	129.6	58.6	38.3	41.1	42.2	152.1	181.3	16.0	232.3
	17	388.5	132.4	143.9	66.2	44.2	45.5	47.6	169.5	207.3	17.4	292.5
	24	553.0	138.9	157.2	73.3	50.5	49.7	52.3	194.3	238.0	18.4	398.1
	CV	3.18	2.52	1.53	1.91	4.16	2.41	2.87	2.62	2.60	1.09	
B	11	281.8	120.6	128.5	57.4	38.9	39.9	41.8	152.5	185.5	16.0	233.7
	17	393.3	130.4	140.6	64.0	44.6	43.4	45.2	164.8	212.0	17.0	301.6
	24	494.0	136.7	154.8	69.6	49.6	47.7	50.2	184.0	231.0	18.2	363.0
	CV	8.97	1.61	2.39	3.16	2.82	2.73	2.98	3.86	3.33	2.75	
C	11	277.0	121.0	129.6	57.4	37.9	39.4	42.1	151.0	184.5	15.5	228.9
	17	381.5	130.8	146.0	63.3	44.3	43.7	46.2	164.8	207.0	16.7	291.7
	24	511.0	135.6	157.6	70.7	49.5	47.5	51.5	186.7	228.9	18.4	376.8
	CV	11.50	1.11	3.74	1.84	4.24	5.68	2.52	2.95	6.11	4.89	
ホル協 正常発 育値	11	308.1	121.4	135.7	59.2	40.8	41.5	44.1	157.8	—	16.3	253.8
	17	421.4	130.3	149.5	65.8	47.3	45.7	49.0	176.1	—	17.6	323.4
	24	505.6	135.3	157.4	69.9	51.4	48.2	51.7	187.3	—	18.4	373.7

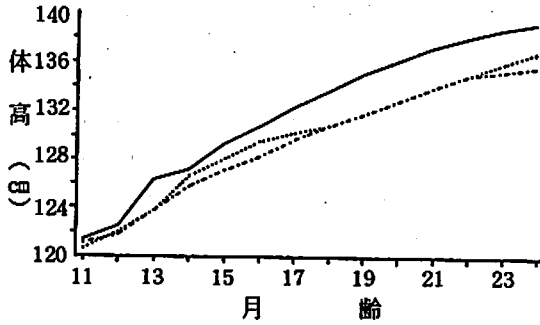
注) CVは24カ月齢時の変動係数(CV=標準偏差÷平均値×100)



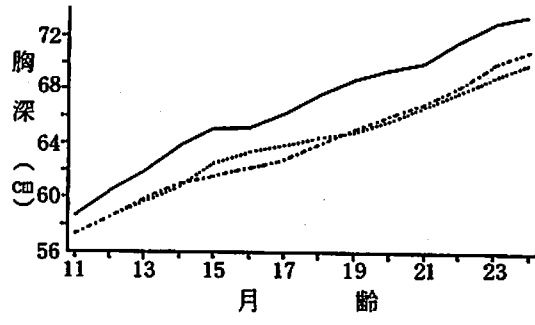
第2図 体重の推移



第4図 体長の推移



第3図 体高の推移



第5図 胸深の推移

ン登録協会の正常発育曲線の下限値を上回っていたが、平均値より低く発育は不良であった。しかし、試験後半より発育は良好となり試験終了時には正常発育曲線の平均値、あるいは平均値を上回る発育を示した。

各区の発育を比較すると、A区は他の2区より体重、胸囲、体高、胸深の部位において発育が良好であった。B、C両区は、ほぼ同様な発育で推移していたが体長においてはB区が劣っていた。

群飼の場合、発育の斉一性が問題であるが、月齢差が1~2カ月齢であれば、24カ月齢時の体重の変動係数は、放飼のA区が3.18%、B区は8.97%で、舎飼のC区11.50%に比べ小さく、また、体各部位の変動係数においても放飼のA、B区は舎飼のC区

と遜色なく、発育の斉一性は問題なかった。

試験前期と後期及び試験全期間中の1日当り増体量を第5表に示した。

試験前期の増体量は各区とも同等な発育を示した。試験後期の増体はA区が他区に比べ良くなったが、これは乾物摂取量が多くなったことによるものと考えられる。B区では増体が悪くなっておりこれはコ

第5表 1日当り増体量 (kg)

月 齢	A	B	C
11 ~ 17 (前期)	0.59	0.61	0.57
17 ~ 24 (後期)	0.83	0.51	0.65
11 ~ 24 (全期)	0.71	0.56	0.61

第6表 繁殖成績

区	14ヶ月齢~受胎日の発情予定回数		正常発情回数 B	鈍性発情回数	B/A (%)	授精開始月齢	受胎月齢	平均授精回数	授精回数の内訳 (頭数)		
	A								1回	2回	3回
A	4.8	3.3	1.5	68.8	16.8	16.9	1.25	3	1	0	
B	6.3	4.3	2.0	68.3	16.9	17.9	1.75	2	1	1	
C	7.8	4.0	3.8	51.3	16.6	18.8	2.75	0	1	3	

クシジウム症による下痢と冬期の寒冷が重なったことによる消化率の低下によるものと思われる。試験全期間の増体量はA>C>Bの順であった。

3 繁殖成績

繁殖成績を第6表に，授精時期及びその前後の血中βカロテン濃度を第7表に示した。

授精開始月齢の15カ月齢時は，西南暖地で受胎率が低下する夏期に当たったため，発情徴候が弱く，特にC区は14カ月齢時より受胎までの発情回数に対する正常発情回数の割合は51.3%で他の2区の約68%に対し劣っていた。平均授精回数はA<B<Cの順であり，それぞれの平均授精回数は1.25回，1.75回，2.75回であった。

血中βカロテンは，黄体に高濃度で存在することから，βカロテンは繁殖調整の役割がある¹⁾と言われている。供試牛の血中βカロテン濃度は，A>B>Cの順であり，A区は2.2~3.5 μg/mlと高濃度であったが，B区は0.8~1.5 μg/mlと繁殖不良の恐れがあると言われる下限濃度1.0 μg/mlに近く，C区は下限濃度以下の0.1~0.3 μg/mlであった。このように血中βカロテン濃度が高ければ授精回数も少ない傾向があることから，βカロテンを始め，ビタミン群を豊富に含む生草給与は繁殖性に好結果をもたらすものと考えられる。福富³⁾は実態調査により，βカロテン濃度が低い値を示した農家は，繁殖成績が劣る傾向を報告している。本試験でも稲ワラ・乾草給与区は血中βカロテン濃度が低く，繁殖性が劣る傾向を示したことから，稲ワラ，乾草のみではビタミン給与量が不十分と考えられる。この時使用した乾草は青味が消失しており，このような飼料を給与する場合，ビタミン等の補給が必要と思われる。また，B区とC区は同種の飼料を給与したにも関わらず，血中βカロテン濃度に0.7~1.2 μg/mlの差が現れたのは，この時期，放飼場一面にごく短い雑草が生え，B区の供試牛がこれを採食したことが影響したものと思われ，血中βカロテン濃度は下生え程度の生草採食によってもかなり改善できると考え

られる。

4 疾病

A区は試験開始後間もなく便が柔らかくなっているのが度々観察されたが，症状はごく軽いものであった。B区は17カ月齢時にクシジウム症による水様性の下痢あるいは軟便を観察し，治療まで少々時間を要した。その他の疾病は観察されなかった。

以上，生草給与は飼料の栄養価，嗜好性が高いため乾物摂取量が多く，粗飼料多給においても必要養分量を充足し发育も良好であった。また，生草給与は血中βカロテン濃度が高く，ビタミン給与量は十分と考えられ繁殖面においても良い傾向にあった。しかし，現在の飼料基盤が乏しい状況では生草給与を主体とした育成は困難であるが，今後，水田再編対策による転換畑を有効に利用すれば，放牧類似的な育成も期待できる。

引用文献

- 1) Chew, B. P., D. W. and Holpueh J. V. Ofallon (1984): Vitamin A and Carotene in Bovine and Porcine Plasma. *Copora Lutea and Follicular Fluid. Journal of Science* 67(6), 1316~1321.
- 2) Wald, D. R. (1986): Effect of Forage Quality on Intake and Forage-Concentrate Interaction. *J. Dairy Science* 69, 617~631.
- 3) 福富豊子・大野敦生・小沢清一郎(1984): 乳用牛における血しょう中のβカロテンとビタミンAの動向。畜産の研究 38(9), 1105~1108.
- 4) 甫立京子・浜田龍夫(1985): 牛血しょう中のビタミンAの高速液体クロマトグラフィーと比色法による定量とその比較。畜産試験場研究報告 43, 59~65.
- 5) Lindner, H. and M. Gadiant (1981): European β-Carotene Field Studies. β-Carotene in Cattle Reproduction, 1~17.
- 6) 加藤雅道・入江達彦(1982): 乳用牛の育成期における栄養水準がその後の生産性に及ぼす影響。静岡県畜産試験場研究報告 8, 7~19.
- 7) 九州農業試験研究推進会議(1988): 高能力娘牛の粗飼料多給による育成法。九州農業研究成果情報 3, 202.
- 8) 農林省農林水産技術会議事務局(1974): 日本飼養標準。乳牛(1974年版)
- 9) 野見山敬一・竹原 誠・増満洲市郎・深江義忠(1980): 酪農家における子牛育成法の実態調査。

第7表 血中βカロテン濃度(μg/ml)

区	月 齢		
	14	16	18
A	3.02	2.23	3.45
B	0.93	1.45	0.79
C	0.31	0.14	0.23

- 福岡県種畜場研究報告 18, 7~12.
- 10) 岡本昌三・今泉英太郎・四十万谷吉郎(1974):
北海道農業試験場研究報告 109, 131~148.
- 11) 竹原 誠・野見山敬一・深江義忠・増満洲市郎
(1980): 粗飼料と濃厚飼料の給与比率別飼養試験
第1報, 福岡県種畜場研究報告 18, 7~12.
- 12) 竹原 誠・野見山敬一・深江義忠・増満洲市郎・
森 昭治(1982): 粗飼料と濃厚飼料の給与比率別
飼養試験第2報, 福岡県農業総合試験場研究報告
C-1, 1~6.
- 13) 豊福博文・石井邦彦・清末真一・大野一見・梅津
頼三郎(1983, 1984): 夏期の草質改善による放牧
育成牛の発育向上技術に関する研究, 大分県畜産試
験場成績書 1983, 1984年度, 4~9.

Effects of Soilage Feeding on Growth and Reproduction in Holstein Heifer

KAMORI Tsugumitsu, Yoshihiro ISOZAKI, Isao TAKETOMI, Shigeshi UENO and Ryuichi OHE

Summary

12 holstein heifers were used to investigate the effects of the composition of feeds and rearing management on the dry matter intake, growth and reproduction. Heifers were assigned to 3 test groups. Heifers in group A were fed ad libitum soilage growing at each season in the center and were loose in paddock, heifers in group B were fed ad libitum rice straw and hay and were loose in paddock, heifer in group C were fed ad libitum rice straw and hay and were stanchioned in the house.

- (1) The dry matter intake was 8.5kg/day in group A, 7.6kg/day in group B and 7.8kg/day in group C, respectively. The dry matter intake in group B didn't increase by exercise in comparison with group C fed same feed. The dry matter intake in group A varied with the grass species and the growing stage of grass.
- (2) The growth of body parts in group A were better than other group.
- (3) The services per conception and month to conception was 1.25 and 16.9 mo. in group A, 1.75 and 17.9 mo. in group B, 2.75 and 17.9 mo. in group C, respectively.
- (4) Plasma β -carotene concentrations in group A fed the soilage were sufficient, those in group B and C fed rice straw and hay were deficient. This might effect the reproduction of heifers.

乳用種去勢牛の粗飼料多給型肥育における 高エネルギー飼料の利用

大石登志雄・後藤 治・藤島直樹
(畜産研究所家畜部)

飼料費の低減と収益性の向上を図るため、乳用種去勢牛を24頭供試して、前期粗飼料多給型肥育における高エネルギー飼料の増体効果と肉質改善効果について検討した。

給与飼料全体の高エネルギー化は、動物性油脂タローの添加及び穀類等のTDN含有率の高い単味飼料を増量して行った。

- 1 DGは動物性油脂の2%添加(1日当り150g給与)に加え、高TDN単味飼料を10%増量した高エネルギー飼料給与区が1.25kgと大きく、濃厚飼料多給区の1.18kgに対して6%良好で、肥育期間を約2週間短縮できた。
- 2 高エネルギー飼料を用いた枝肉は牛肉の理化学的性状がわずかながら改善される傾向が認められた。

[Keywords: energy-rich diet, roughage, holstein steer, fattening]

緒 言

低コスト生産を目的として自給粗飼料を多給する乳用種去勢牛の肥育形態が増加しているが、エネルギーの供給は、特に増体量の大きい肥育前期を中心に不足している⁹⁾。このため、自給粗飼料多給型肥育は、肥育期間が濃厚飼料多給型肥育と比べて相対的に長期化する傾向がみられる⁹⁾。

飼料費の低減を図るには、乳用種の高い増体能力を十分に発現させる必要があり、このためには、高エネルギー飼料の経済的給与技術が不可欠である。濃厚飼料多給型肥育について、高エネルギー飼料を利用した報告は多いが^{3,5,8)}、粗飼料多給型肥育における高エネルギー飼料の増体効果、経済性に関する総合的評価については不明点が多い。

そこで、飼料費の20~30%低減と収益の向上を一体的に図るためには、乳用種の高い増体能力の発現を有効に活用する必要があり、増体を重視した自給粗飼料多給型の低コスト早期若齢肥育技術の確立が重要である。

今回は動物性油脂の添加や穀類等の高TDN単味飼料の増量により、高エネルギー化した濃厚飼料の肥育期間短縮効果及び肉質改善効果について検討し、若干の知見を得たので、その概要を報告する。

試 験 方 法

1 供 試 牛

供試牛は、平均月齢6.5±0.8か月齢、平均体重

232.0±12.5kgのホルスタイン種去勢牛24頭を供試した。

2 試験区分

試験区分は第1表のとおりで、濃厚飼料多給区

第1表 試験区分

区	供試頭数	飼料乾物中TDN(%)	
		肥育前期 210日間	肥育後期 ~体重600kg到達
A(対照)	6頭	80(90:10)	80(90:10)
B	6	75(85:35)	80(")
C	6	80(")	85(")
D	6	85(")	85(")

注) ① A: 濃厚飼料多給区(慣行エネルギー)
B: 前期自給粗飼料多給区(")
C, D: " (高エネルギー)
② ()は濃厚飼料:粗飼料の給与割合(乾物換算)を示す。

(A:対照区)、慣行の前期自給粗飼料多給区(B)及び高エネルギー飼料による前期自給粗飼料多給区(C, D:試験区)の計4区を設け、供試牛をそれぞれ6頭ずつ配置した。

肥育期は2分して、13.4か月齢までの210日間を前期とし、その後の試験終了までを後期とした。

C, D区の給与飼料全体の高エネルギー化は濃厚飼料の可消化養分総量(TDN)含有率を高めることで行った。これら濃厚飼料の高エネルギー化に用

いた原材料は、乾物中のTDN含有率が80~194%の範囲の動物性油脂と穀類、イモ類、製造粕類及び植物性油粕類の単味飼料である。油脂は給与飼料全乾物中に、C区は前期2%-後期2%(1日当たり150g給与)、D区5%-2%(全期平均で4%,同319g)添加した。この方法によって、粗飼料を含む給与全飼料中の期別TDN含有率は、A区前期80%-後期80%,B区75%-80%,C区80%-85%,D区85%-85%に設定した。

粗飼料の期別の乾物(DM)給与割合は、A区前期10%-後期10%,B,C及びD区35%-10%の飼料給与構成とした。なお、粗飼料を含む給与全飼料中の可消化粗蛋白質(DCP)含有率は、各区とも全期間11%に設定した。各区の給与飼料は、給与当日に混合飼料に調製し、1日の給与量を朝昼夕の3回に分けて個体別に不断給餌した。残飼は新鮮な飼料と交換し、試験区分の養分含量を維持した。

試験終了は区平均体重が県酪農・肉用牛生産近代化計画(1995年目標)の肥育技術指標の体重600kgに到達した時点とした。

3 供試粗飼料

粗飼料多給時はオーチャードグラス乾草(DM84.8%, DCP 9.2%, TDN 51.3%)を給与し、濃厚飼料多給時は稲ワラ(同86.5, 1.1, 37.5)を切断長約5cmに細切して給与した。

4 濃厚飼料の配合内容及び栄養成分

濃厚飼料の配合内容は第2表のとおりである。A,B区は市販のペレット配合飼料を供試した。C,D区は当該指定配合のペレット飼料を供試した。

5 飼養管理

供試牛は肥育全期間を繋留方式で管理した。

6 調査項目

(1) 増体成績 (2) 飼料摂取量 (3) 飼料要求率 (4) 枝肉成績 (5) 臨床医化学的検査 (6) 経済性

なお、屠殺は絶食24時間後に実施した。枝肉調査は牛の枝肉取引規格(1988年4月改正)に基づき行った。

7 試験期間

1987年3月20日~1988年1月25日

結果及び考察

1 高エネルギー飼料による肥育期間の短縮

第2表 濃厚飼料の配合内容 (原物重量比%)

原材料 /区	肥育前期			肥育後期	
	A, B	C	D	A, B	C, D
穀類, イモ類	63.0	80.2	75.1	63.0	81.0
製造粕類	16.6	3.0	2.8	16.6	3.0
植物性油粕類	11.0	8.9	8.4	11.0	9.0
ヌカ類	5.4	3.0	2.8	5.4	3.0
リーフミール類	2.0	-	-	2.0	-
鉱物質飼料	1.7	2.4	2.2	1.7	2.4
油脂類	-	2.4	8.6	-	1.5
その他	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
DCP	11.1	9.9	9.6	11.1	10.0
TDN	73.6	78.7	86.0	73.6	77.5

注) 穀類, イモ類(トウモロコシ, マイオ, 小麦粉, 大麦, キュウリ), 製造粕類(コンクニフイート, 糖蜜), 植物性油粕類(ナツバ, コマ粕, 大豆粕, アマニ粕), ヌカ類(ワサ), リーフミール類(アブラミール), 鉱物質飼料(第3リン酸カルシウム, 炭酸カルシウム, 食塩), 油脂類(タロー粉末: 動物性油脂を82%含有: DM98.1%, DCP3.9%, TDN194.0%), その他(ブレミックス)

終了時体重は第3表のとおりであった。

全期平均は1日当たり増体量(DG)は、C区が他の3区と比べて1.25kgと高い値を示し、仕上げ体重の斉一性も他の3区と比べて良い傾向がみられた。このC区のDGは、A区と比べて106%と当初の予想を若干下回ったが、肥育期間は15日間短縮された。

第3表 増体成績 (kg)

区	試験開始時	前期終了時	試験終了時	
体	A	232.5 ± 13.8	501.7 ± 26.4	598.5 ± 36.2
重	B	233.0 ± 13.1	485.3 ± 25.0	603.5 ± 29.5
	C	230.4 ± 13.0	506.4 ± 26.5	599.2 ± 22.2
	D	231.8 ± 14.2	484.4 ± 39.2	603.0 ± 41.3
区	前期	後期	全期	
D	A	1.28 ± 0.07	0.96 ± 0.16	1.18 ± 0.09
G	B	1.20 ± 0.11	1.17 ± 0.09	1.19 ± 0.10
	C	1.31 ± 0.08	1.08 ± 0.28	1.25 ± 0.06
	D	1.20 ± 0.21	1.25 ± 0.17	1.21 ± 0.16

注) 肥育日数: A 311日, B 311日, C 296日, D 305日

C区における高エネルギー飼料の増体効果を期別に検討したところ、次のことが示唆された。DMの

約35%を粗飼料で給与する場合の増体量は、濃厚飼料多給型肥育と比べて約90%が達成可能なことが日本飼養標準(1987年版)及び当場の報告⁶⁾で明らかにされているが、C区のように、粗飼料多給により不足するTDNを高エネルギー飼料で補うようにすれば、濃厚飼料多給時と同程度のDGが期待でき、肥育期間も短縮できることが明らかになった。また、粗飼料多給から濃厚飼料多給へ切り替えの失宜により、特に増体の悪かった1頭を除くと、DGは1.17kgと比較的大きかったことから、高エネルギー飼料の給与によって、前期に濃厚飼料多給区と同じ大きな増体が得られ、さらに、後期も比較的大きな増体を維持することが可能と推察される。

しかし、個体別の増体をみると、D区のように粗飼料多給時に、濃厚飼料多給区を上回る高エネルギー飼料を長期間給与すると、全期平均のDGが1.4kgを超える個体もあったが、仕上げ体重のバラツキが大きくなり、区平均のDGはC区と比べて小さくなる傾向がみられた。このことから、本試験のように主として油脂の添加量を増すことによって、飼料のTDN含有率を85%まで高くした高エネルギー飼料は、肥育期間の短縮効果は小さいと考えられる。

2 養分摂取量、飼料要求率

(1) 養分摂取量

飼料の総摂取量は第4表に、養分摂取量は第5表に示した。本試験の高エネルギー飼料は、全乾物中の脂肪含量が慣行の粗飼料多給区(B)の全期平均3%と比べて約2倍と高いのが特徴である。

給与飼料中の期別TDN含有率及び給与飼料のうち粗飼料からのDM摂取割合は、A区前期11.3%—後期11.3%、B、C及びD区35.0~35.1%—11.4~11.8%とほぼ試験設計どおりであった。

飼料の採食性は、1日当たりのDM摂取量が指標となるが、DM摂取量は全期平均でA区8.0kg、B区8.9kg、C区8.8kg、D区8.2kgとC区がB区とともにA、D区と比べて多い傾向がみられた。他の報告^{3,4,5)}と同様に、80%程度の高エネルギー飼料の採食性は優れていると考えられる。しかし、D区の高エネルギー飼料の採食性は、濃厚飼料多給区のA区と同じ程度であり、B、C区と比べて劣る傾向がみられた。

粗飼料多給型肥育は濃厚飼料を節減できることが特長であるが⁹⁾、濃厚飼料の摂取量は対A区比でB区92%、C区86%、D区83%であり、濃厚飼料の節減量は高エネルギー飼料給与区が慣行の粗飼料多給区と比べて、さらに多くなる傾向がみられた。

第4表 飼料総摂取量 (kg)

区	濃厚飼料			粗飼料		
	前期	後期	計	前期	後期	計
A	1,576 (7.5)	959 (9.5)	2,535 (8.2)	1,202 (1.0)	1,123 (1.2)	325 (1.0)
B	1,257 (6.0)	1,081 (10.7)	2,338 (7.5)	1,698 (3.3)	1,141 (1.4)	839 (2.7)
C	1,311 (6.2)	868 (10.1)	2,179 (7.4)	1,728 (3.5)	1,113 (1.3)	841 (2.8)
D	1,162 (5.5)	938 (9.9)	2,100 (6.9)	1,645 (3.1)	1,126 (1.3)	771 (2.5)

注) ① ①: 稲刈、②: 4-11-17kg干草
 ② (): 1日当たり
 ③ 動物性油脂の1日当たり摂取量:
 C区(前期150g、後期151g、全期150.5g)
 D区(" 395g、 " 148g、 " 319g)

第5表 養分摂取量(1日当たり) (kg)

区	前期	後期	全期
DM	A 7.4 B 8.0 C 8.4 D 7.4	9.3 10.5 9.9 9.7	8.0 8.9 8.8 8.2
DCP	A 0.84 B 0.97 C 0.94 D 0.82	1.07 1.20 1.02 1.00	0.92 1.05 0.96 0.88
TDN	A 5.9 B 6.1 C 6.7 D 6.2	7.4 8.4 8.3 8.2	6.4 6.9 7.2 6.8

1日当たりDCP、TDN摂取量は、第5表に示すように、DM摂取量と同じ傾向がみられた。特に、C区は飼料の高エネルギー化によるTDN摂取量の増加が認められ、TDN摂取量は濃厚飼料多給区のA区と比べて同13%の増加となった。

各区の養分充足率は、日本飼養標準(1975)の1日当たり増体量に要する養分量に対して、DCPはA区114%、B区130%、C区116%、D区107%であった。TDN充足率はそれぞれ92%、98%、100%、98%であった。このことから、高エネルギー飼料給与区(C、D)は濃厚飼料多給区(A)と比べて、DCPは後述のとおり効果的に利用されているが、TDNは若干効率が劣ることがうかがえる。また、県酪農・肉用牛の生産近代化計画(1995年目

標)に示された肥育目標の期待DG 1.3kgに必要なDCP及びTDNに対する充足率は、DCPはそれぞれ108%, 124%, 113%, 104%であり、TDNはそれぞれ86%, 92%, 97%, 91%であった。このように、C区は、期待DG 1.3kgに必要なDCP及びTDNいずれもほぼ充足していた。

(2) 飼料要求率

飼料要求率は第6表のとおりであった。

第6表 飼料要求率

	区	前期	後期	全期
DCP	A	0.66	1.14	0.78
	B	0.81	1.03	0.88
	C	0.71	1.01	0.77
	D	0.69	0.81	0.72
TDN	A	4.6	7.9	5.4
	B	5.1	7.2	5.8
	C	5.1	8.2	5.8
	D	5.3	6.6	5.6

1kg増体に要したTDNは、全期平均でA区5.4、B区5.8、C区5.8、D区5.6であり、滝本⁹⁾、大石⁶⁾らの成績と同様に前期粗飼料多給区のB、C、D区は、濃厚飼料多給区(A)と比べて、飼料要求率が4~7%悪化する傾向がみられたが、有意ではなかった。また、B、C、D区間には有意差はなかった。

1kg増体に要したDCPは、高エネルギー飼料を給与したD区がA区と比べて飼料要求率が8%向上する傾向がみられたが、各区間の差は有意ではなかった。

(3) 胃内の恒常性

栄養学的な重要度から第1胃液性状のうちルーメン発酵の恒常性の指標として、pH、原虫数²⁾を、エネルギー源の指標としてVFA総量及び分画²⁾を、鼓脹症の指標としてIngesta Volume Increase及びStable-IVI (Jacobsonらの方法¹⁾)をそれぞれ取り上げ検査したが、これらの結果は第7表に示したとおりである。

pHは各区とも正常値の範囲にあったが、原虫総数(主にEntodimium属の貧毛虫類)は、飼料の高エネルギー化によって減少する傾向がみられ、特にD区の原虫総数の減少が著しかった。

IVI値は粗飼料多給区のB、C、D区が濃厚飼料多給区のA区と比べて小さく、発泡性が低い傾向

第7表 第1胃液の性状

	A区	B区	C区	D区
pH	7.0	7.5	7.1	7.1
IVI (%)	13.5	6.2	5.3	3.9
StableIVI (%)	3.5	7.2	6.3	4.2
原虫総数 (10 ⁴ /ml)	7.8	9.6	6.1	2.5
VFA総量 (mM/dl)	9.9	9.0	9.0	9.6
VFA組成				
酢酸 (mol%)	62.5	61.0	61.3	62.7
プロピオン酸 (%)	25.4	26.7	25.2	24.7
酪酸 (%)	9.7	9.4	10.4	9.6
C ₂ /C ₃ 比	2.46	2.28	2.43	2.54

注) ① 7.6ヵ月齢、11.4ヵ月齢、15.4ヵ月齢の3回の平均値を示す。採食4時間後採取。
② I V I : Ingesta Volume Increase
③ C₂/C₃比 : 酢酸/プロピオン酸比

がみられた。しかし、Stable-IVI値は4区とも低下し、粘稠性は低いことが推察される。

各区の揮発性脂肪酸(VFA)の総量は、9~10 mM/dlであり、有意な差ではなかった。VFA分画はモル比で酢酸61~63%、プロピオン酸25~27%、酪酸9~10%の範囲で似通った値であった。また、酢酸/プロピオン酸比は2.28~2.54の範囲であり、プロピオン酸の割合は飼料の高エネルギー化によって減少する傾向がみられた。酢酸/プロピオン酸比は消化率とともに飼料効率の指標とされ、プロピオン酸の割合が増加する場合に飼料効率が向上することが知られているが¹⁰⁾、本試験の飼料効率は、給与飼料を高エネルギー化しても前述したように、思ったほどには改善されなかった。

なお、油脂を5%添加したD区の牛は溝淵⁹⁾、上坂¹⁰⁾らが指摘したように、散発的な粘性下痢症状がみられ、うち1頭はカタル性胃腸炎を起こして、13.4ヵ月齢時に廃用処分した(当該牛は統計処理から除外)。

動物性油脂は飼料の高エネルギー化が比較的容易であるが、溝淵⁹⁾、新出⁷⁾、上坂¹⁰⁾らは、油脂の給与は第1胃内の原虫に悪影響を及ぼし、繊維の消化率が低下することを報告している。さらに、彼らは、油脂を肥育牛に長期間給与する場合、油脂の給与は飼料乾物中に5%の添加が限度で、2%添加が安全であることを報告している。本試験においても、給与飼料のエネルギー含量を高めるために行った動物性油脂の5%添加は第1胃内の原虫に対して悪影響を及ぼし、さらに、肥育牛の飼料摂取及び健康維持へ影響を及ぼす恐れが高いと考えられ、このことがD区の増体量の標準偏差が大きくなった原因になっ

たとも考えられる。

これらの結果及び増体状況から、粗飼料多給下での動物性油脂の添加及び高TDN単味飼料の増量は大きなエネルギー源となるが、飼料効率の改善効果はほとんどないと考えられる。また、供試油脂は胃内の微生物の増殖を抑制する不飽和脂肪酸を約50%含んでいるので^{8,10)}、胃内の恒常性は油脂の5%添加では低下して、危険性が高い。油脂を2%添加する場合も、給与回数を多くすることによって、この悪影響をなくすなどの注意が必要である。

以上の結果、高エネルギー飼料の給与によって養分摂取量が増加し、増体速度が向上したが、飼料の利用性は慣行の粗飼料多給型肥育と差がなかった。また、動物性油脂による飼料の高エネルギー化には限界があり、油脂を長期間給与する場合、飼料乾物中に約2%の添加が安全であると考えられる。

3 肉 質

枝肉成績は第8表のとおりであった。枝肉重量は

第8表 枝肉成績

項 目	A 区	B 区	C 区	D 区
月 齢 (月)	17.0	16.7	16.0	16.3
屠殺前体重 (kg)	575.7	573.7	572.0	574.8
枝肉重量 (kg)	333.7	335.1	329.3	326.5
枝肉歩留 (%)	58.0	58.4	57.6	56.8
歩留等級区分	B:6頭	B:6頭	B:4頭 C:1	B:4頭 C:1
肉質等級区分	1.8	1.8	1.8	2.0
脂肪交雑	2.0	2.0	2.0	2.0
肉の色沢	2.0	2.0	2.0	2.0
肉の締まり・きめ	2.0	2.2	2.0	2.0
脂肪の色沢・質	3.0	3.0	3.0	3.0
規格の等級	B-2:5頭 B-1:1	B-2:5頭 B-1:1	B-2:4頭 C-1:1	B-2:4頭 C-2:1
保水力 (加圧%)	75.0	77.0	80.2	78.1
伸展率 (cm ² /g)	19.4	21.8	23.3	22.4
腎臓脂肪融点 (°C)	41.8	42.5	45.4	43.8
胸最長筋面積 (cm ²)	36.7	34.4	36.1	41.5
枝肉単価 (円)	1,177	1,226	1,221	1,221

A区 333.7 kg, B区 335.1 kg, C区 329.3 kg, D区 326.5 kgで、高エネルギー飼料給与区 (C, D) の枝肉は、慣行の濃厚飼料多給区 (A) 及び粗飼料多給区 (B) と比べて、5~10 kg小さい傾向がみられた。

枝肉歩留はそれぞれ 58.0%, 58.4%, 57.6%, 56.8% であり、特にD区が低い傾向がみられた。

牛の部分肉取引規格にもとづき、脂肪の厚さを10 mm以内にトリミングした後の部分肉歩留は、それぞ

れ 74.1%, 74.3%, 74.2%, 74.2% であった。しかし、枝肉取引規格に示された算式で推定した歩留は、歩留等級区分Bランク (歩留69%以上) のものが全区平均で91%, Cランク (同69%以下) のもの同9%であった。これは枝肉重量が600 kgと小さいため、歩留実測値と比べて4~5%過小評価されることによるものと考えられる。

肉質の各項目は脂肪交雑が区平均で2ランク、肉の色沢及び肉の締まり・きめが同2ランク、脂肪の色沢・質が同3ランクであり、この結果、肉質等級区分は各区とも2ランク前後に格付けされた。

この結果、枝肉規格の等級はA, B区はいずれもB-2が100%, C区はB-2が80%, C-1が20%, D区はB-2が80%, C-2が20%となり、本試験の月齢、体重仕上げの枝肉は大部分がB-2に格付けされると予想される。

牛肉の理化学的性状のうち肉の柔らかさの指標として伸展率を、多汁性の指標として保水力を、脂肪の質の指標として脂肪の融点をそれぞれ取り上げたが、これらはいずれもC区が最も優れ、次いでD区が良かった。このように飼料の高エネルギー化によって牛肉の理化学的性状はわずかながら改善される傾向が認められた。

4 経 済 性

本試験の肥育成績にもとづいて算出した枝肉1 kg 当たり飼料費及び1日当たり肥育差益は第9表のとおりであった。

第9表 経 済 性 (円)

	A 区	B 区	C 区	D 区
枝肉 1 kg 当たり				
飼料費	405	408	410	421
1日当たり				
肥育差益	177	213	227	181

注) 算出基礎 (単価) : 素畜830円, 濃厚飼料50円, 動物性油脂200円, 粗ワラ25円, 4-チャートクラス乾草23円, 枝肉単価 (B-2相当) 1,173円

昭和61年度の畜産物生産費調査報告 (62年12月公表) によると若齢肥育 (19.7カ月齢で体重653 kg仕上げ) の枝肉1 kg当たりの飼料費は508円, 1日当たり肥育差益は191円となっている (算出基礎は第9表とほぼ同じ)。本試験の早期若齢肥育は、上記の若齢肥育と比べて飼料費が各区とも約20%低減し、収益性がA区93%, B区112%, C区119%, D区

95%と試算され、C区が最も経済性が高かった。また、これらの結果から、生産費低減の面からみた動物性油脂の経済的な購入価格は約200円、収益性の面からは約300円と試算された。

以上の結果について総合的に考察すると、自給粗飼料の多給はエネルギーの供給と負の相関があり、たとえ、穀類主体の濃厚飼料を用いてもエネルギー含量の向上には限度がある。飼料費の低減を図るには乳用種の高い増体能力を最大限に発現させる必要があり、そのためには、動物性油脂は高エネルギー効果が大きく、2%の添加により肥育期間の短縮効果が期待できる。

しかし、動物性油脂はエネルギー飼料としては穀類に比べて、170～400円と高価であるので、肥育効果を高めるための添加期間について検討の必要がある。また、最近、第4胃で直接吸収利用できるバイパス油脂が開発されており、併せて検討する必要がある。

引用文献

- 1) Don R. Jacobson, Ivan L. Lindahl, J. J. McNeill, J. C. Shaw, R. N. Doetsch and R. E. Davis(1957): Physical Factors Involved in the Etiology of Frothy Bloat. *Journal*

of Animal Sci. 16, 515～524.

- 2) 萬田富治(1987): 牛のルーメンバランスからみた自給飼料の飼料特性1. 畜産の研究41(10), 15～20.
- 3) 溝淵一彦・十川政典・東原太郎(1981): 油脂添加飼料による乳用種去勢牛の肥育試験. 香川畜試19, 32～51.
- 4) 森本 宏(1968): 動物質飼料. 飼料学, 243～251.
- 5) 森田 宏(1988): 高エネルギー飼料による乳用種去勢牛の短期肥育技術. 畜産の研究42(4), 53～56.
- 6) 大石登志雄・藤島直樹・竹原 誠(1988): 2種の作付体系から生産されたサイレージの給与が早期若齢肥育の産肉性に及ぼす影響. 西畜学会報31, 45～47.
- 7) 新出陽三(1987): 栄養分と体脂肪・乳脂肪との関係. 養牛の友5, 21～26.
- 8) 鈴木 正・富谷尚博・井上 譲(1986): 油脂の種類・添加量がルーメンにおよぼす影響. 全農飼料畜産研報14, 3～10.
- 9) 滝本勇治(1987): 粗飼料多給による肥育牛の栄養と産肉生理1. 畜産の研究41(12), 89～92.
- 10) 上坂章次(1981): 飼料栄養素の消化と利用. 和牛大成, 118～125.

Effect of Energy-rich Diet on Meat Production in the Fattening Young Holstein Steers Fed on a Large Amount of Roughage

OISHI Toshio, Osamu GOTOU and Naoki FUJISHIMA

Summary

The experiment was conducted to study the effects of energy-rich diets on growth and meat quality, using four groups of six holstein steers each. Group B, C and D received ad libitum feeding of concentrates: roughages = 65:35 in terms of DM ratio during the first 210 days, 90:10 in the latter term. Animal oil was added to the diets of group C and D for the first period 2%—for the last period 2% level, for 5%—2% level, respectively, and TDN-rich concentrates were added. Group A received feeding of 90:10 for the whole period. An average of initial body weight of the four groups was 232 kg (6.5 months of age) and final bodyweight was 601 kg. The results obtained were as follows:

(1) The average daily gain during test period were 1.18 kg, 1.19 kg, 1.25 kg and 1.21 kg for the group A, B, C and D, respectively.

(2) The tenderness, the juiciness of the beefs and the melting point of fat for the group C, D were slightly superior to those of the other groups. However, the other character of dressed carcass were approximately the same among the four groups.

From the results, it was concluded that a high daily gain could be obtained by the energy-rich diet when the steers were fed on a large amount of roughage.

採卵鶏の無窓鶏舎における低コスト飼養管理技術

— 性成熟調整及び強制休産処理に適応した成鶏飼料の栄養水準 —

福田憲和・西尾祐介・和田渉一・上野呈一
(畜産研究所養鶏部)

無窓鶏舎において、性成熟促進鶏に対する成鶏期飼料の栄養水準及び強制休産処理鶏に対する栄養水準を検討するため、夏季と冬季の孵化鶏群を用いて試験を実施した。

両孵化鶏群とも、育成期の点灯時間により性成熟を促進と抑制に調整した2鶏群を、20週齢時に各々4分割した後、CP・ME水準が異なる4種の成鶏飼料を給与した。72週齢時に絶水絶食による強制休産処理を施し、同時に各成鶏飼料区を2分割して、点灯方法を変えることにより産卵再開を促進と抑制に調整し、飼料復量時から全群とも強制休産処理前と同じ成鶏飼料を再給与した。

強制休産前では、CP 15% - ME 2,750 kcal/kg飼料の給与により産卵成績は低下するが、鶏卵1kg生産に要する成鶏飼料費は低減され、低栄養飼料給与の有利性が認められた。しかし、性成熟促進による早期産卵開始は、飼料消費量の増加をもたらす、経済性の改善効果は認められなかった。

さらに、絶水絶食による強制休産処理と光線管理を併用して産卵再開を抑制し、低栄養飼料を給与することにより、低コスト生産が可能となることが明らかになった。

[Keywords: poultry, control of sexual maturity, laying feed, forced moulting]

緒 言

無窓鶏舎は、環境保全に関する初期の設置目的はほぼ達成しているが、生産費の増加が新たな問題となっている。なかでも、舎内環境に対処するための理由で実施している高蛋白質・高エネルギー飼料の給与や、成鶏期後半における急速な産卵低下のため経済的採卵期間が短くなること等が、飼料費や育成費の増加を招く要因として指摘できる。

本来、成鶏飼料の粗蛋白質(CP)水準は16%程度でよく^{1,5,6,10,11)}、代謝エネルギー(ME)水準はCP 16%の場合はME/CP適正比率⁸⁾から2,750 kcal/kg程度でよいと考えられ、日本飼養標準⁷⁾ではCP水準は15%、ME水準は2,750 kcal/kgと定めている。また、採卵期間の延長方法としては、成鶏期前半の産卵量向上のための性成熟促進処理^{2,3)}や成鶏期後半での強制休産処理⁹⁾が有効であり、特に無窓鶏舎では、強制休産処理後の産卵再開時期の調整方法として短時間点灯が利用できる⁴⁾。

本試験は、無窓鶏舎における鶏卵の生産コストの低減を目的に、光線管理により性成熟を促進し、さらに強制休産後の産卵再開を調整する管理方式を採用する場合の、成鶏飼料の経済的適正栄養水準を検討するもので、高産卵期(20~32週齢)が低温期と

高温期に当たる夏孵化と冬孵化の2鶏群を用いて実施した。

試 験 方 法

1 初年鶏飼養試験

試験区分は第1表に示すとおりで、I:成鶏飼料4水準、II:性成熟調整方法2水準、III:孵化時期2水準とする16区分を設定した。

成鶏飼料は、15-2750飼料(CP 15%-ME 2,750 kcal/kg)、15-2850飼料(CP 15%-ME 2,850 kcal/kg)、20-2750飼料(CP 20%-ME 2,750 kcal/kg)及び17-2820飼料(CP 17%-ME 2,820 kcal/kg)で、15-2750飼料は日本飼養標準に基

第1表 初年鶏の試験区分(20~72週齢)

I \ II \ III	性成熟促進		性成熟抑制	
	夏孵化	冬孵化	夏孵化	冬孵化
15-2750	2反復	〃	2反復	〃
15-2850	〃	〃	〃	〃
20-2750	〃	〃	〃	〃
17-2820	〃	〃	〃	〃

づくもの、20-2750飼料は15-2750飼料のアミノ酸を約30%増量したものである。

性成熟は、点灯時間で調整し、促進処理は4~20週齢の点灯時間を5時間から14時間に漸増後一定とし、抑制処理は4~20週齢を5時間一定点灯とし、その後40週齢までに14時間に漸増した。

供試鶏は、7月孵化(夏孵化)と1月孵化(冬孵化)の白色レグホン種市販採卵鶏で、19週齢時に第1表の試験区分に36羽を割り当て、1,152羽(576羽×2孵化期)を用いた。

試験鶏舎は、育成期・成鶏期ともに無窓式で、19週齢以後は3段階飼育ケージ鶏舎を使用し、1ケージ(40×31cm)に3羽を収容した。照度は下段ケージの給餌槽部の平均値が、5~19週齢は5Lux、19週齢以後は10Luxとなるように調整した。

調査項目は、性成熟状況・飼料消費量・体重・産卵数・生産卵量とし、試験期間は、夏孵化が1985年7月から1986年12月まで、冬孵化が1986年1月から1987年6月までの72週間で、20週齢以後を成鶏期とした。

2 強制休産処理試験

「初年鶏飼養試験」の生存鶏(各区29~36羽)に対し、同成鶏舎において72週齢時に3日間絶水絶食と7日間絶食による強制休産処理を実施し、飼料は終了後3日間で復量した(1日1羽当たり25g→50g→75g)。

試験区分は第2表に示すとおりで、I:成鶏飼料4水準、II:産卵再開調整方法2水準、III:強制休産実施時期2水準とする16区分を設定した。

成鶏飼料は、「初年鶏飼養試験」で用いた4種飼料を継続して使用した。

産卵再開は、短時間点灯日数で調整し、強制休産処理前の14時間点灯を、再開促進(5時間・10日)は絶食開始後10日間を5時間点灯、再開抑制(5時間・20日)は絶食開始後20日間を5時間点灯とし、両処理とも、その後10日間で14時間に漸増した。

第2表 強制休産後の試験区分(72~84週齢)

I \ III	II 産卵再開促進		II 産卵再開抑制	
	低温期	高温期	低温期	高温期
15-2750	2反復	"	2反復	"
15-2850	"	"	"	"
20-2750	"	"	"	"
17-2820	"	"	"	"

実施時期は、12月(低温期処理)と6月(高温期処理)で、供試鶏は1,045羽を用いた。

調査項目は、産卵再開状況・飼料消費量・体重・産卵数・生産卵量・死亡数及び死亡原因とし、試験期間は、低温期処理が1986年12月から1987年3月まで、高温期処理が1987年6月から1987年9月までの12週間(84週齢)で、低温期処理群は100週齢まで継続飼養した。

成鶏期成績は、20~72週齢は成鶏飼料・性成熟調整・孵化時期の3因子実験として、72~84週齢は成鶏飼料・産卵再開調整・強制休産実施時期の3因子実験として、20~84週齢は成鶏飼料・性成熟調整・産卵再開調整・孵化時期の4因子実験として分散分析した。

結 果

1 初年鶏飼養試験成績

(1) 育成期:0~20週齢の成績を第3表に示した。飼料消費量は、性成熟調整別では促進処理が多く、12週齢以後の点灯時間の長短の影響が認められ、孵化時期別では冬孵化が多く、12週齢以前の気温の影

第3表 育成期成績(0~20週齢)

要因	飼料消費量(kg)			体 重(kg)			50%産卵日(日)	育成費(円)
	0-12週	12-20週	0-20週	12週齢	16週齢	20週齢		
促進	3.87	4.63 ^a	8.50 ^a	1.07	1.31 ^a	1.61 ^a	143.6 ^a	607 ^a
抑制	3.85	4.23 ^b	8.08 ^b	1.07	1.28 ^b	1.54 ^b	158.8 ^b	588 ^b
夏孵化	3.53 ^a	4.43	7.96 ^a	1.05 ^a	1.31	1.58	153.7 ^a	581 ^a
冬孵化	4.19 ^b	4.43	8.62 ^b	1.09 ^b	1.29	1.57	148.8 ^b	613 ^b

注) A・B異文字間(P≤0.01), a・b異文字間(P≤0.05)に有意差。

響が認められた。体重は、性成熟調整別では促進処理が多く、12週齢以後の飼料消費量の差がその後の体重差として現れ、孵化時期別では12週齢はそれまでの飼料消費量が多い冬孵化が重かったが、その後の体重差はなくなった。性成熟(50%産卵日)は、点灯時間漸増により促進され、促進処理と抑制処理の差は夏孵化で15.6日、冬孵化で14.7日とほぼ一致した。1羽当たりの育成費は、雑価格(210円)に育成飼料費(前期・中期・後期各飼料は55.7・47.9・44.6円/kg)を加えて算出したが、中雛期に飼料を多く消費した冬孵化が高く、両孵化時期とも促進処理が高くなった。

(2) 成鶏期:20~72週齢の要因別成績を第4表に

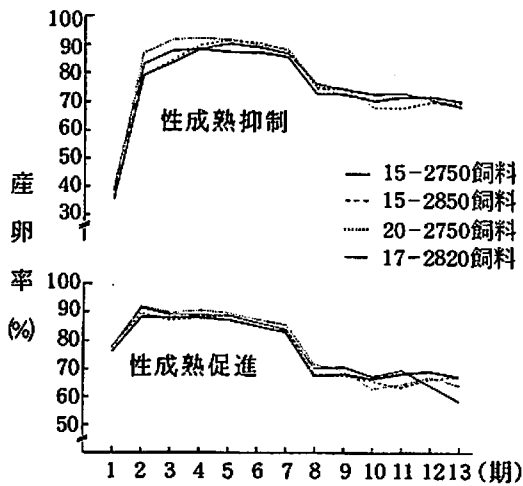
第4表 初年鶏の成鶏期成績(20~72週齢)

要因	産卵率(%)		平均日産			栄養摂取量		飼料72週体		卵1Kg		卵価別粗利益	
	20-32週	20-72週	卵重(g)	卵重(g)	日量(g)	CP(g)	ME(k)	要求率	重(kg)	飼料費(円)	228円	175円	
15-2750	75.7 ^a	76.4	61.0	46.5	117.1	17.6 ^a	322.2	2.52	1.89	115.8 ^a	1,292	416	
15-2850	76.2 ^a	76.5	60.8	46.5	114.5	17.2 ^b	326.4	2.47	1.93	117.1 ^{ac}	1,268	393	
20-2750	79.6 ^b	77.9	61.3	47.8	115.0	23.1 ^c	316.6	2.41	1.88	122.9 ^b	1,220	321	
17-2820	78.5 ^b	77.3	60.9	47.1	114.6	20.2 ^d	323.1	2.43	1.92	118.0 ^c	1,277	390	
促進	84.5 ^a	77.8 ^a	60.3 ^a	46.9	115.1	19.5	321.4	2.45	1.89	118.2	1,269	382	
抑制	68.5 ^b	76.2 ^b	61.6 ^b	47.0	115.5	19.6	322.7	2.46	1.92	118.7	1,260	377	
夏孵化	77.0	77.1	61.1	47.1	116.9 ^a	19.8 ^a	326.4 ^a	2.48	1.94 ^a	119.8	1,259	373	
冬孵化	78.0	77.0	60.8	46.8	113.8 ^b	19.2 ^b	317.7 ^b	2.43	1.87 ^b	117.2	1,270	387	

注)①栄養摂取量は飼料からの1日当り摂取量。ME(k)は kcal。

②A・B・C・D異文字間(P≦0.01), a・b異文字間(P≦0.05)に有意差。

示した。産卵率は、高産卵期(20~32週齢)では20-2750飼料と17-2820飼料が高かったが、20~72週齢累計では各飼料間の差は小さく、両孵化時期とも同様であり、促進処理は全ての飼料で抑制処理より高かった。第1図は、性成熟調整別の各飼料区の4週毎の産卵率推移を示すもので、抑制処理後に15-2750飼料及び15-2850飼料を給与することにより、産卵ピーク期が遅延した。平均卵重は、高産卵期では20-2750飼料が重かったが、20~72週齢累計では近似し、促進処理はいずれの飼料でも抑制処理より軽かった。栄養摂取量は、飼料消費日量に飼料の栄養水準を乗じたもので、CP摂取量は飼料のCP水準の高低に対応して20-2750飼料が最も多く、ME摂取量は各飼料ともほぼ同量となり、夏孵化は飼料消費量が多いことから、CP・ME両摂取量とも冬

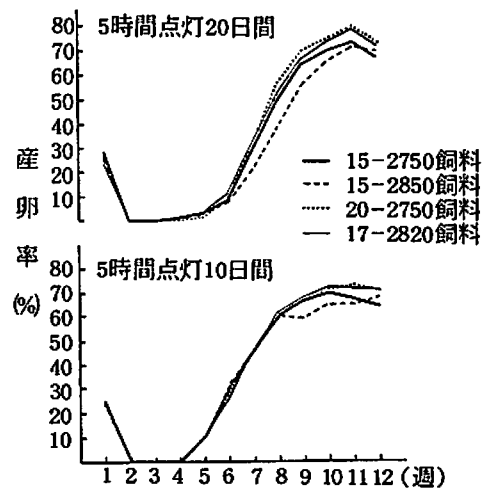


第1図 初年鶏の飼料別産卵推移

孵化より多かった。飼料要求率は、成鶏期前半では20-2750飼料と17-2820飼料が小さかったが、その後各飼料間の差はなくなり、性成熟調整別、孵化時別とも処理間に差はなかった。体重は、成鶏飼料別と性成熟調整別では処理間に差はなく、孵化時期別では日齢が進むにつれて夏孵化が重くなった。

2 強制休産処理試験成績

(1) 強制休産処理後: 72~84週齢の要因別成績を第5表に示した。絶水絶食開始後10日間の体重減少率は、処理前の給与飼料による差はなく、実施時期別では高温期実施が低く、同一処理でも実施時期によって鶏への影響が異なった。飼料再給与後10日間の体重回復率は、産卵再開調整別では5時間・20日が、実施時期別では低温期実施が低かった。絶水絶食開始後20日間の死亡羽数は、衰弱死が30羽で全死亡数46羽の65.2%を占め、衰弱死は飼料別では17-2820飼料が最も多く、産卵再開調整別では5時間・10日が、実施時期別では低温期実施が多かった。絶水絶食開始から50%産卵再開までの日数は、飼料による差はなく、産卵再開調整別では5時間・20日が遅れ、実施時期別では低温期実施で体重減少率が高く回復率が低いことから、高温期実施より明らかに遅



第2図 強制休産処理後の飼料別産卵推移

れた。産卵率は、20-2750飼料と17-2820飼料が高く、初年鶏の高産卵期における結果と一致し、50%産卵再開が遅れた5時間・20日と低温期実施は、ともに低産卵率であった。第2図は、産卵再開調整別の各飼料区の1週毎の産卵率推移を示すもので、産卵ピークは両産卵再開調整法とも20-2750飼料17-2820飼料が高く、5時間・20日の15-2850飼料は産卵再開後4週目頃から他の3飼料より低く推移した。平均卵重は、飼料別と産卵再開調整別では処理間に差はなく、実施時期別では日齢が進むにつれて低温期実施は増加したが、

高温期実施は減少した。飼料消費日量は、15-2850飼料が少なく、特に高温期実施において著しく減少し、産卵再開調整別では5時間・20日が少なく、短時間点灯の長期間継続により飼料消費量が抑制された。飼料要求率は、生産卵量が多い20-2750飼料が改善される傾向を示し、産卵再開調整別では生産卵量が多い5時間・10日が、実施時期別では飼料消費量が少ない高温期実施が小さかった。

(2) 強制休産処理前後の累計：20~84週齢の要因別成績を第6表に示した。産卵率は、飼料別では20-2750飼料と17-2820飼料が高く、性成熟調整別では促進処理が初年鶏時の高産卵の影響で抑制処理よ

第5表 強制休産処理後の成績(72~84週齢)

要因	体重変化(%)		死亡状況(羽)		50%産卵日(日)	産卵率(%)	平均卵重(g)	飼料日量(g)	飼料要求率	飼料費(円)	卵1kg飼料費(円)
	減少率	回復率	衰弱死	その他							
15-2750	19.0	7.3	4	1	48.9	34.5 ^a	64.9	93.6 ^a	4.27	196.2	
15-2850	18.2	7.7	6	2	49.5	33.2 ^b	64.8	91.1 ^b	4.22	200.3	
20-2750	18.3	7.2	6	6	48.5	35.8 ^c	65.8	93.3 ^a	4.07	207.6	
17-2820	19.6	7.0	14	7	48.3	35.5 ^c	65.3	93.9 ^a	4.18	202.9	
5時間10日	18.0	7.7 ^a	21	8	47.2 ^a	36.5 ^a	65.3	94.5 ^a	4.06 ^a	195.7 ^a	
5時間20日	19.6	6.9 ^b	9	8	50.4 ^b	33.0 ^b	65.1	91.5 ^b	4.31 ^b	207.9 ^b	
低温期	22.8 ^a	6.0 ^a	26	12	53.0 ^a	31.4 ^a	67.1 ^a	104.5 ^a	4.95 ^a	238.7 ^a	
高温期	15.0 ^b	8.6 ^b	4	4	44.6 ^b	38.1 ^b	63.3 ^b	81.4 ^b	3.42 ^b	164.8 ^b	

注) ① 減少率=絶水絶食期間中の体重減少量/絶水絶食開始時体重×100

回復率=飼料再給与後10日間の増体量/絶食終了時体重×100

② A・B・C異文字間(P≦0.01), a・b異文字間(P≦0.05)に有意差。

り高かった。飼料要求率は、飼料別では15-2750飼料が、孵化時期別では夏孵化が大きかった。

(3) 低温期実施の強制休産処理前後の累計：20~100週齢の要因別成績を第7表に示した。15-2750飼料は強制休産処理後の産卵率が、他の3飼料より明らかに低いことから、累計産卵率も低く、飼料要求率も大きくなった。

3 経済性

(1) 卵1kg飼料費：飼料要求率に飼料価格(15-2750・15-2850・20-2750・17-2820各飼料は46.0・47.5・51.0・48.5円/kg)を乗じて算出した鶏卵1kg生産に要する成鶏飼料費は、初年鶏(20~

第6表 強制休産処理前・処理後の累計成績(20~84週齢)

要因	産卵率(%)	平均卵重(g)	日産卵量(g)	飼料日量(g)	飼料要求率	卵1kg飼料費(円)	粗利益(円)
15-2750	68.9 ^a	61.3	42.3 ^a	112.9	2.68	123.2	383 ^a
15-2850	69.0 ^a	61.1	42.2 ^b	110.4	2.62	124.5	354 ^a
20-2750	70.6 ^b	61.7	43.5 ^b	111.2	2.56	130.4	265 ^b
17-2820	70.3 ^b	61.2	43.1 ^c	111.1	2.58	125.1	347 ^b
性成熟促進	70.3 ^a	60.7 ^a	42.7	111.0	2.61	125.7	335
性成熟抑制	69.1 ^b	62.0 ^b	42.8	111.7	2.61	125.9	340
5時間10日	69.8	61.3	42.8	111.7	2.61	125.9	334
5時間20日	69.7	61.3	42.7	111.1	2.61	125.7	340
夏孵化	69.4	61.6	42.7	114.8 ^a	2.69 ^a	129.6 ^a	284 ^a
冬孵化	70.1	61.1	42.8	108.0 ^b	2.53 ^b	121.9 ^b	411 ^b

注) A・B・C異文字間(P≦0.01), a・b異文字間(P≦0.05)に有意差。

第7表 低温期強制休産鶏の成績(20~100週齢)

要因	産卵率(%)	飼料日量(g)	飼料要求率	粗利益(円)
15-2750	67.2 ^a	115.5	2.75 ^a	546 ^a
15-2850	69.8 ^b	114.3	2.61 ^b	644 ^b
20-2750	69.8 ^b	115.6	2.64 ^b	392 ^c
17-2820	71.2 ^c	116.2	2.60 ^b	603 ^b
性成熟促進	69.7	115.5	2.67 ^a	508 ^a
性成熟抑制	69.3	115.3	2.63 ^b	584 ^b
5時間10日	69.1	115.4	2.66	525
5時間20日	69.9	115.3	2.65	567

注) A・B・C異文字間(P≦0.01), a・b異文字間(P≦0.05)に有意差。

72週齢)、強制休産処理後(72~84週齢)及び強制休産処理前後(20~84週齢)のいずれも、飼料別では価格が安い15-2750飼料が最も少なかった。強制休産処理後においては、産卵再開調整別では生産卵量が多い5時間・10日が、実施時期別では飼料消費量が少ない高温期実施が少なく、強制休産処理前後においては、孵化時期別では飼料消費量が少ない冬孵化が少なかった。

(2) 1羽当り粗利益：鶏卵販売額から育成費と成鶏飼料費を引いて算出した。卵価の226円/1kgは成鶏期間中の全農福岡相場のL・M級の総平均値で、初年鶏(0~72週齢)での試算のみ使用した。卵価の175円/1kgは任意の値である。初年鶏(0~72週齢)においては、15-2750飼料が最も多く、低栄養飼料給与の有利性が認められたが、促進処理は、日産卵量と飼料消費量で抑制処理との差がなく、育成費が多いことから、粗利益の大幅な向上は認められなかった。強制休産処理前後(0~84週齢)においては、初年鶏と同様に15-2750飼料が多く、20-2750飼料の粗利益の減少が明らかになり、孵化時期別で夏孵化が少なかった。低温期実施の強制休産処理前後(0~100週齢)においては、15-2750飼料が15-2850飼料や17-2820飼料より少なく、産卵再開調整別では抑制処理が強制休産処理後100週齢まで飼養した場合には明らかに多くなった。

考 察

成鶏飼料の栄養水準については、産卵成績を見る限り、本試験でもCP水準の高い方が良く、特に初年鶏の高産卵期における、CP17%飼料やCP20%飼料の給与効果は明らかで、福田ら¹⁾、鳥居ら²⁾の報告と一致した。山崎ら³⁾は、量的制限給餌育成鶏に対するCP18%成鶏飼料の給与は、CP16%成鶏飼料給与より20~52週齢の産卵率が有意に高くなり、高産卵にCP摂取量が不足する飼養条件下では、高蛋白質飼料の給与を考慮する必要があると報告しているが、本試験においても、性成熟抑制鶏と冬孵化鶏は、いずれも高産卵期の飼料消費量が減少し、CP摂取量が不足する飼養条件下での低蛋白質飼料の給与は、高産卵を得るためには適当でないことが認められた。無窓鶏舎の飼養環境は、高密度群飼で舎内温度が高く、飼料消費量が減少する傾向にあると考えられ、この点では産卵初期から高蛋白質飼料を給与することは妥当である。しかし、高産卵期以後は、高蛋白質飼料と低蛋白質飼料の産卵率の差がなくなることを本試験でも確認され、鶏卵1kg生産に要する成鶏

飼料費や粗利益は、15-2750飼料と15-2850飼料の方が改善されている。オールイン・オールアウトが原則の無窓鶏舎において、高蛋白質飼料を給与する場合は、高産卵期に限定し、以後は低蛋白質飼料に切り替える期別給餌方式を採用すべきであろう。

性成熟促進処理により、20~72週齢の累計産卵率は向上したが、卵重が軽いことから同期間の飼料要求率は改善されず、20週齢までの飼料消費量の増加は育成費を高める結果となった。石本ら⁴⁾は、育成期漸増型光線管理法と10~20週齢の量的制限給餌を組み合わせることによって、性成熟を適度に促進させ、育成期飼料消費量の増加を抑制できることを明らかにしており、光線管理による性成熟調整には、こうしてきめ細かい飼養管理が必要であることが再確認された。

育成費を節減するために、無窓鶏舎においても強制休産を実施し、長期サイクルで育成回数を減ずる方策がとられている。そこで、休産期間の短縮を目的に、強制休産鶏の産卵再開を促進するための点灯方式について検討した結果、早期に点灯時間を漸増した方が産卵再開は早くなり、宮園⁵⁾の報告と一致した。しかし、低温期強制休産処理鶏の72~100週齢の産卵率は、5時間・20日間が高くなり、早期産卵再開は強制休産処理後に長期間飼養する場合は適当でないことが明らかになった。宮園⁶⁾が6月に強制休産処理を実施し、その後の産卵再開を短時間点灯で調整した実験成績でも、強制休産処理後に短時間点灯を長時間継続した方が、産卵ピーク後は高産卵を維持することが予測されることから、今後は、絶食期間中に短時間点灯から漸増点灯に移行した場合の効果を究明する等、強制休産処理後の早期産卵再開と高産卵の持続を可能とする管理方法の検討が必要である。

また、強制休産処理後の低蛋白質飼料の給与は、50%産卵再開や体重の回復に悪影響は認められず、100週齢までの長期飼養においても粗利益が多いことから、強制休産処理前と同様に低蛋白質飼料を給与する経済効果は高いと言える。

鶏卵の低コスト生産を検討する場合は、飼養規模の拡大や生産技術(飼料栄養水準・管理方式等)の改善によって生産量を増加する方法と、生産費そのものを直接的に節減する方法とがあるが、本試験で、低蛋白質飼料の給与により飼料費が節減でき、強制休産処理を実施した後も低蛋白質飼料の給与が、経済的に有利であることが明らかになったことから、低卵価の状況下においては、生産量の増加より費用の低減を重視する方向で、低コスト化を図ることが重要と考える。

引用文献

- 1) 福田憲和・徳満 茂・上野呈一・草場寅雄(1983)
:採卵鶏用成鶏飼料の蛋白質水準が産卵に及ぼす影響。福岡県農業総合試験場研究報告C(畜産)2,
37~42.
- 2) 福田憲和・徳満 茂・上野呈一・草場寅雄(1983)
:育成期点灯処理による性成熟促進の効果。福岡県
農業総合試験場研究報告C(畜産)2, 49~55.
- 3) 石本佳之・近藤 恭・飯田孝則・山下近男(1983)
:ウィンドウレス鶏舎における性成熟調整と産卵性
(第1報)。愛知県農業総合試験場研究報告15,
480~485.
- 4) 宮園幸男(1982):強制休産鶏の産卵再開に及ぼ
す光線管理の影響。農林水産省畜産試験場年報2,
79~81.
- 5) 中村 研・柏木 忍・白崎克治・後藤静夫(1982)
:暖地採卵養鶏における孵化時期別, 季節別飼料給
与技術の確立研究(第1・2報)。鹿児島県養鶏試
験場試験成績報告書20, 31~53.
- 6) 中村 研・白崎克治・富元幹夫・柏木 忍(1982)
:同上(第3報)。鹿児島県養鶏試験場試験成績報
告書21, 25~36.
- 7) 日本飼養標準<家禽>, 農林水産省農林水産技術
会議事務局(1984年版)。
- 8) 新養鶏ハンドブック, 養賢堂(1982):243~244.
- 9) 白崎克治・柏木 忍・坂ノ上 学(1971):産卵
制御に関する研究。鹿児島県養鶏試験場試験成績報
告書11, 28~51.
- 10) 鳥居幸男・岩崎一男・鈴木義隆・松本 学・伊藤
憲作・米倉久雄(1980):卵用鶏に対する粗蛋白質
給与水準に関する研究。静岡県養鶏試験場研究報告
15, 13~19.
- 11) 山崎 猛・石本佳之・山下近男・畔柳英世(1981)
:制限給餌育成鶏に対する高蛋白飼料の給与効果。
愛知県農業総合試験場研究報告13, 397~401.

Management for Saving Egg Production Cost in Windowless Poultry House
— Low Protein Laying Feed for Sexual Maturity Control and Forced Moulting —

FUKUDA Norikazu, Yusuke NISHIO, Shoichi WADA and Teiichi UENO

Summary

The experiment was carried out to study the optimum feeding method for low cost egg production in windowless poultry house. Factors considered were low protein laying feed, management of the sexual maturity control and the resumption of laying after forced moulting by lighting treatment.

The chicks of 4~20 weeks of age were divided into 2 groups. One group was subjected to gradual increase from 5 hours to 14 hours of lighting(5-14H). Another group was subjected to 5 hours of lighting(5H). Each group of 20~84 weeks of age was divided into 4 groups. Group 1 was fed with laying feed containing 15% CP-2750kcal ME. Group 2 was 15% CP-2850kcal ME. Group 3 was 20% CP-2750kcal ME. Group 4 was 17% CP-2820kcal ME. The four groups were subjected to forced moulting treatment(FMT) and 5 hours lighting per day during FMT at 72 weeks of age. Each group was divided into 2 groups, and one was increased gradually to 14 hours lighting from 11th(10SL) or 21st(20SL) day after the ending of FMT.

Though egg production of 15% CP-2750kcal ME group was lower than the other groups, the productive ration cost per 1 kg egg production was the lowest among the 4 groups. 5-14H lighting treatment resulted in early sexual maturity, however feed intake increased. From these results, the increase of lighting in growing stage was not appropriate for improving the production cost. Egg production from 72 to 84 weeks of 20SL group was lower than the other groups, but we found that decreasing the egg production cost was possible by the low protein laying feed and the long time rearing.

微生物利用による養鶏副産物の飼料化

第1報 尿酸資化性酵母の培養条件及び有用酵母の選出

徳満 茂・石山英光・*林田晋策・**南里信也
(畜産研究所養鶏部)

鶏糞の飼料化を図るために、無殺菌の新鮮鶏糞における酵母の培養条件の検討及び好養性の尿酸資化性酵母の分離・選出をおこない、鶏糞発酵飼料の製造を試みた。

- 1 培養条件の検討：無殺菌新鮮鶏糞を直径7~10mmのミンチ状にし、*Candida* 属菌株及び *Trichosporon* 属菌株(九州大学発酵学教室保有菌株)の酵母をスプレー接種した区が、鶏糞に酵母を混合接種し、板状にした区に比べて、酵母の生育が旺盛で、24時間後には鶏糞の表面が酵母により覆われた。また、鶏糞に高分子ポリマー又はおが屑を添加して団粒状にすると、酵母の生育が速やかであり、 10^6 個/gを接種すると24時間後には、 5×10^8 個/gになった。鶏糞への酵母の適正接種量は、 10^6 個/gであった。
- 2 新しい有用酵母の分離・選出：当研究所で採取した鶏糞から分離した菌株の中から、無殺菌新鮮鶏糞及び尿酸培地に良く生育したFY2菌株及びFY4菌株を選出した。両菌株の生育pHは5~9、生育温度は20~45℃で、いずれの菌株も0.5%尿酸培地で強力な尿酸資化能を示した。このため、FY2菌株及びFY4菌株と *Trichosporon* 属菌株を、みかんジュース粕を添加した無殺菌新鮮鶏糞に混合接種したところ、酵母菌体に富む、汚物感の無い処理物が得られたことから、無殺菌新鮮鶏糞に酵母を増殖させ飼料化できる可能性が示された。

[Keywords: uric acid-utilizable yeasts, poultry feed, poultry waste, uric acid]

緒 言

未利用資源を微生物処理して飼料化する試みは数多くなされている。特に各種廃棄物からの微生物蛋白の生産、あるいはバイオテクノロジーの応用分野で、副産物である菌体の飼料化等、積極的に微生物を利用した未利用資源の飼料化が進められている¹⁾。

養鶏経営における主な副産物は、鶏糞及び解体処理副産物である。既に、解体処理副産物は、蛋白質が多いため化成工場において蒸煮、乾燥又は減圧フライ等の処理を施して配合飼料の飼料原料として利用されている。

鶏糞は乾燥及び発酵処理した後、主に肥料又は燃料等として利用されている²⁾。鶏糞の飼料化については、乾燥鶏糞の給与の研究がなされているが、栄養価はふすまより低く³⁾、鶏に害を与える尿酸が含まれるため実用化には至っていない。

鶏糞中の窒素含量は、一般に約4.5%であるが、その内容は、摂取した飼料の不消化物、鶏の消化管壁の脱落物及び大腸菌等に由来する蛋白態窒素が約40%で、残りの約60%は、尿酸態窒素等の非蛋白態

窒素である⁴⁾。しかし、鶏は尿酸を栄養源として利用できないので、鶏糞の鶏用飼料化に際しては、尿酸態窒素を蛋白態窒素に変換することが飼料価値向上のうえで重要となる。

尿酸を蛋白質に変換する酵母を用いた試験は、変換速度が細菌などに比べて早く、毒性のある菌株がカビや細菌などに比べて少ないことから数多く試みられている。林田と田中ら^{2,3,5)}は、鶏糞中より分離・選出した *Candida* 属菌株及び *Trichosporon* 属菌株が無殺菌の新鮮鶏糞中で良く増殖することを示し、大西⁶⁾らは、*Pichia memberanaefaciens*等が尿酸を窒素源として増殖することを報告している。

細菌では、Shulerら⁴⁾は、鶏糞中の尿酸を嫌気発酵によりアンモニウムイオンに変換し、*Pseudomonas fluorescens*を用いて菌体蛋白を生産している。

しかし、これらの研究の大半は、培養操作が殺菌後液体培養する方式のため、コストがかかること及び操作が煩雑などの理由から実用化されていない。本試験は、培養操作を簡略化させるために、無殺菌の鶏糞における培養方法を検討し、同時に、尿酸を窒素源として増殖する新しい有用酵母の分離・選出を試みたものである。

* 九州大学農学部発酵学教室教授

** 九州大学農学部発酵学教室文部技官

試験方法

1 微生物の培養条件

(1) 鶏糞の形状と酵母の生育状況

酵母は九州大学発酵学教室保有の尿酸資化性酵母 5714 菌株 (*Trichosporon* 属) 及び 5712 菌株 (*Candida* 属) を使用した。

鶏糞は無殺菌の新鮮鶏糞を板状又はミンチ状に整形して使用し、酵母接種時の pH を 3% 酢酸を用いて約 5.5 ~ 6.0 に調整した。

酵母の接種方法は縦 55cm × 横 35cm × 高さ 5cm のバットに鶏糞 1kg を入れ、鶏糞に酵母を混合接種する場合と、鶏糞の表面に酵母をスプレー接種する場合の 2 区分とし、接種量は 10^6 個/g (鶏糞 1g 当たり 10^6 個) とした。

発酵温度は 30℃ 一定とした。

(2) 鶏糞への副資材添加が鶏糞の体積に及ぼす影響

副資材はおが屑及び高分子吸水ポリマーを使用し、添加量は無殺菌の新鮮鶏糞に対し、重量比で、0, 2, 4, 6, 8, 10% とした。

(3) 鶏糞の形状と酵母の適正接種量

酵母は 5714 菌株及び 5712 菌株を使用した。

鶏糞は高分子吸水ポリマー 2% 又はおが屑 10% を添加した無殺菌新鮮鶏糞と無添加の無殺菌新鮮鶏糞を使用し、酵母接種時の pH を 3% 酢酸を用いて約 6.0 に調整した。

酵母の接種方法は 500ml 三角フラスコに鶏糞を 200g 入れ、酵母は鶏糞の表面にスプレー接種とした。接種量は 10^6 , 10^7 , 10^8 , 10^9 個/g とした。

発酵温度は 30℃ 一定とした。

酵母数は酵母を接種してから 24 時間後の生菌数をマルツエキス培地で平板希釈法により計測した。

2 有用微生物の分離・選出

(1) 分離・選出方法

分離に供した鶏糞は、当研究所の採卵鶏用鶏舎より採取した新鮮鶏糞を使用した。

分離培地は、鶏糞エキス寒天培地、じゃがいも・ぬか寒天培地及びマルツエキス寒天培地を使用した。

分離方法は鶏糞 10g を集積培養後、分離培地を用いて野外酵母のコロニーを釣菌し、斜面培地に接種して分離した。

選出の基準は無殺菌の新鮮鶏糞での増殖性、鶏糞エキス寒天斜面培地での生育温度、生育 pH, 0.1 及び 0.5% 尿酸液体培地及び尿酸寒天培地での菌数及び尿酸濃度の変化等とした。

生育温度は 15~50℃ を 5℃ 間隔、生育 pH は 4~10 を 0.5 間隔で調査した。

選出酵母は湿室培養法により純粋分離し、保存用培地で保存した。

(2) 選出酵母の特性

ア 糖の発酵及び同化能

培地は糖を含有する完全合成液体培地を使用した。糖はガラクトース、シュクロース、マルトース、メリビオース、ラフィノース、グルコース、イノシトールを使用した。

発酵及び同化能は、30℃ で 30 日間培養後、ダラム管内の発酵ガスの蓄積 (発酵能)、酵母の生育 (同化能) で判定した。

イ 硝酸塩同化能

培地は硝酸塩を含有する完全合成寒天培地を使用した。

同化能は、30℃ で 7 日間培養後、オキザログラフ法により硝酸塩の減少状態で判定した。

ウ 選出酵母の形態

孢子形成能は人参培地及びゴロドコア培地を使用し、30℃ で 7 日間培養後、顕微鏡観察で判定した。

色、出芽及び形状等は、マルツエキス液体培地で湿室培養後、顕微鏡観察で判定した。

選出酵母の培養結果は IFO 保有の対照菌株の培養結果と比較対照し、THE YEAST (1984 年版)⁶⁾ に基づいて確認した。

3 みかんジュース粕添加鶏糞中の微生物の推移

酵母は FY2 菌株、FY4 菌株及び 5714 菌株を使用した。鶏糞は無殺菌新鮮鶏糞にみかんジュース粕を 10% 添加して使用した。

酵母の接種方法は、鶏糞 1kg を縦 55cm × 横 35cm × 高さ 5cm のバットに入れ、酵母はスプレー接種とした。接種量は各菌株とも約 0.3×10^6 個/g とした。

発酵温度は 30℃ 一定とした。

微生物数は、酵母を接種してから 24, 48, 72 時間後の選出酵母、細菌及び大腸菌の生菌数を平板希釈法により計測した。

結果及び考察

1 微生物の培養条件

(1) 鶏糞の形状と酵母の生育状況

第 1 表に鶏糞の形状と酵母の生育状況を示した。

酵母を接種しなかった無接種区では、酵母の生育は認められなかった。5712 菌株及び 5714 菌株を接種した区は、酵母が 3 日以内に鶏糞の全表面を覆った

が、鶏糞内部での生育は認められなかった。特に、ミンチ状の鶏糞の表面に酵母をスプレー接種した区は1日で生育し、酵母を鶏糞内部に混合接種した区の2～3日に比べて、酵母の生育が明らかに早かった。

pHは、鶏糞を板状にした区及び酵母を接種しなかった無接種区では変化しなかった。鶏糞をミンチ状にして、酵母を添加した区では、酵母接種時のpHは約6であったが、酵母が生育した時点では、約8になった。

5712菌株及び5714菌株は好気性酵母であるが、鶏糞内部では増殖しなかったことから、鶏糞の好気的條件の保持及びpHが8でも生育する酵母の選択が必要と考えられる。

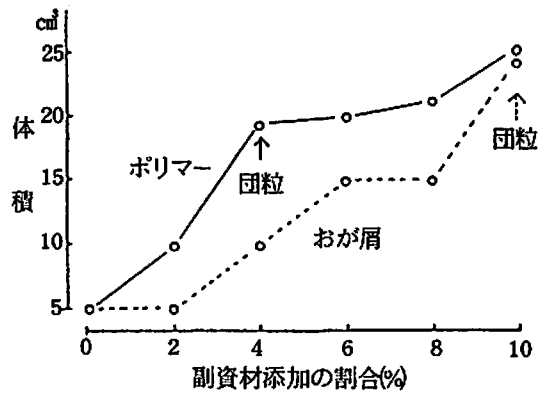
第1表 鶏糞の形状と酵母の生育状況

形状	酢酸濃度	接種酵母	pH			生育日数
			1日	2日	3日	
						日
5～10mm 板状(混合)	2.0	無接種	—	—	—	—
		5712株	5.6	5.4	5.4	3
		5714株	5.6	5.3	5.2	3
7～10mm ミンチ (スプレー)	1.0	無接種	6.2	5.6	—	—
		5712株	6.2	8.4	—	1
		5714株	6.2	8.6	—	1
7～10mm ミンチ (混合)	1.5	無接種	5.7	5.4	—	—
		5712株	5.7	8.2	—	2
		5714株	5.7	8.4	—	2

(2) 鶏糞への副資材添加が鶏糞の体積に及ぼす影響

第1図に鶏糞への副資材添加と鶏糞の形態変化を示した。

鶏糞を好気的條件に保持する副資材の必要添加量は、ポリマーでは約4%，おが屑では約10%であった。その時の鶏糞の体積は、ポリマーでは添加前の約4倍、おが屑では約5倍に増加し、鶏糞は団粒状となった。一般に鶏糞発酵時の副資材としてはおが屑を使用しているが、おが屑には栄養価値が無いため飼料化には適当でない。ポリマーは「紙おむつ」等に使用されている高分子吸水剤と同じ成分であり、pHは中性で毒性は全く無く、極少量で鶏糞を団粒状にすることができるが、価格が高いことが難点である。

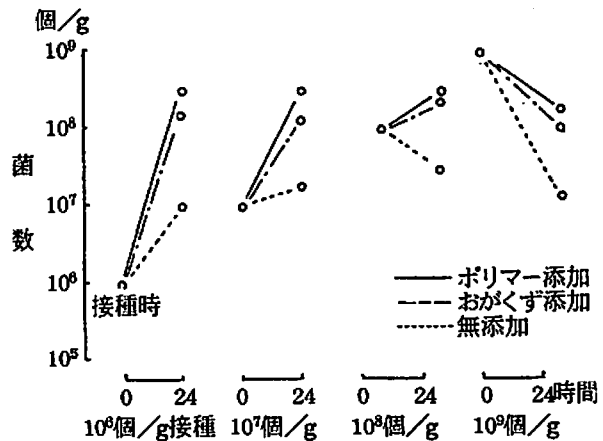


第1図 鶏糞への副資材添加による体積の変化

(3) 鶏糞の形状と酵母の適正接種量

第2図に接種酵母数を変えた場合の24時間後における酵母の生育状況を示した。

副資材無添加の鶏糞に酵母を 10^6 個/g接種した場合は約10倍に増加したが、 10^7 個/g接種ではほとんど増加せず、 $10^8 \cdot 10^9$ 個/g接種では逆に約1/10～1/100に減少した。おが屑(10%)及びポリマー(2%)を添加した鶏糞に酵母を 10^6 個/g接種した場合は約500倍に、 10^7 個/g接種では約50倍に増加したが、 10^8 個/g接種ではほとんど増加せず、 10^9 個/g接種では逆に約1/10に減少した。また、各接種量ともおが屑及びポリマーを添加した鶏糞は、無添加の鶏糞に比べて酵母数は約10～100倍であった。



第2図 接種酵母数を変えた場合の24時間後の酵母数

鶏糞に添加したおが屑及びポリマーは、酵母の栄養源にはならず、鶏糞の形状を好気性の団粒状にするだけであるが、酵母の増殖が促進されたことから、酵母を用いた鶏糞発酵を短時間に行うには、鶏糞を好気性に保つための副資材を使用し、同時に酵母の接種量を 10^8 個/g程度にすることが必要と考えられる。

2 有用微生物の分離・選出

(1) 分離・選出方法

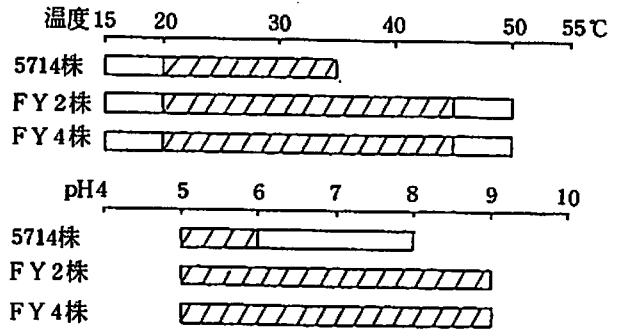
第3図に当研究所の鶏糞から分離した菌株のうち、無殺菌の新鮮鶏糞に増殖した70菌株から選出したFY2菌株及びFY4菌株の生育温度と生育pHを示した。

FY2菌株及びFY4菌株の生育温度は20~45℃で、発酵条件の試験に使用した5714菌株の20~35℃に比べて、生育温度が広範囲であった。

FY2菌株及びFY4菌株の生育pHは、5~9で、5714菌株の5~6に比べて生育pHが広範囲であった。

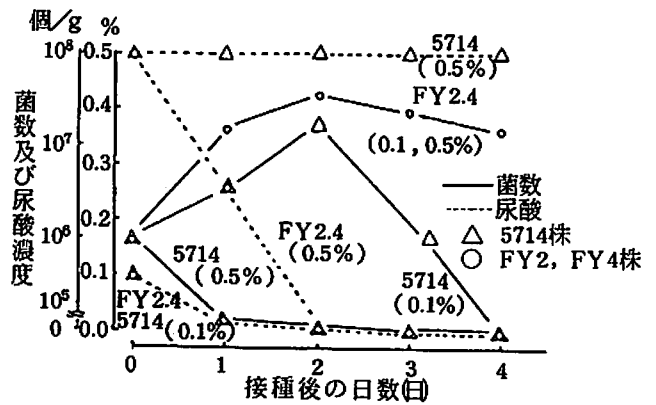
第4図に尿酸液体培地での尿酸濃度及び菌数の変化を示した。

FY2菌株及びFY4菌株は、0.1%及び0.5%濃度尿酸培地の尿酸を48時間で90%以上分解し、菌数は、約 10^8 個/gから約 10^9 個/gになり、約100倍増加した。5714菌株は、0.1%濃度尿酸培地では尿酸を約90%分解し、菌数は約 10^8 個/gから約 10^8 個/gに



第3図 選出酵母の生育温度と生育pHの範囲

注) 斜線は24時間以内、白枠は48時間以内に生育した。



第4図 尿酸濃度と酵母の生育

第2表 微生物の特性

酵母名	発 酵 能								同 化 能							
	ガラクトース	サッカロース	マルトース	ラクトース	メリビトール	ラフィノース	グルコース	イノシトール	ガラクトース	サッカロース	マルトース	ラクトース	メリビトール	ラフィノース	グルコース	イノシトール
FY2	-	-	-	-	-	-	-	-	W+	+	-	-	-	+	+	-
FY4	-	-	-	-	-	-	-	-	W+	+	-	-	-	+	+	-
Candida apis galacta (対照)	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-

酵母名	硝同酸化塩能	色	出芽	形 状	胞形 糸成
FY2	-	クリーム	有	多極 楕円	有
FY4	-	クリーム	有	多極 楕円	有
Candida apis galacta (対照)	-	クリーム	有	多極 楕円	有

注) ① -は発酵または同化無。
 ② +は発酵または同化有。
 ③ Wは発酵または同化の反応が微少。

なったが、0.5%尿酸培地では、尿酸は分解されず、菌数は 10^6 個/gから0個/gに減少した。

また、尿酸寒天培地にFY2菌株及びFY4菌株を接種したところ、白く懸濁した尿酸が12時間後には、透明になったことから、本菌株は明かに尿酸を利用する菌株と認められた。

今回選出した、FY2菌株及びFY4菌株は、5714菌株に比べて生育温度及び生育pHが広範囲であり、尿酸に対する耐性も強かったことから、鶏糞の飼料化に適していると言える。有用微生物を選出する際には、耐性の強い菌株を選出することが重要であり、今回は、温度、pH及び尿酸濃度に対する耐性株を選出した。酵母は一般に生育pHは7以下で、生育温度は35℃までのものが多いが、選出酵母は、pHは酸性側の5からアルカリ性側の9、温度は15℃から45℃まで増殖する能力がある。鶏糞は、発酵するとpHが約7から9に上昇し、温度は約50℃に上昇する。このため、飼料化に使用する酵母には、耐熱性のアルカリ酵母が必要であり、この点において、FY2菌株及びFY4菌株は、5714菌株に比べて優れており、尿酸を菌体蛋白に変換する耐熱性の弱アルカリ酵母と言える。

(2) 選出酵母の特性

第2表に選出酵母の特性を示した。

FY2菌株及びFY4菌株の発酵能は認められなかった。

同化能はガラクトース、サッカロース、ラフィノース及びグルコースにおいて認められた。

硝酸塩同化能は認められなかった。

形態的特徴は、色はクリーム色、偽菌糸を形成し、出芽増殖し、形状は楕円形で、胞子を形成する。

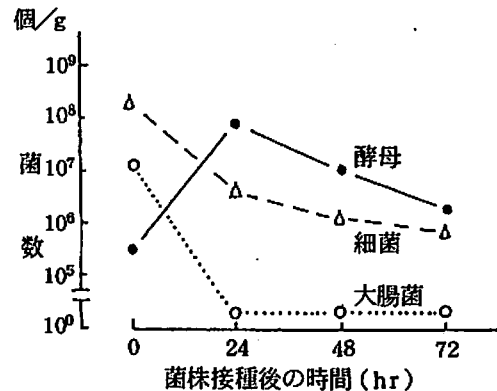
また、選出酵母の特性は、IFO保有の菌株(*Candida apis galacta*)に比べて、ラフィノースの同化能を除いて同じであり、THE YEAST(1984年版)と照合したところ、選出酵母の属種名は*Candida apis*と判明した。鶏糞中には約 10^6 個/gの野外酵母が存在し、その大半が*Candida*属と言われている⁸⁾。今回選出した酵母は*Candida*属の菌株であり、選出酵母は、糖の発酵能はなく、同化能はグルコース等に認められ、同時に尿酸資化能が強いことから、鶏糞中の糖等を炭素源に、尿酸を窒素源として野外菌株より優勢に増殖すると考えられる。

3 みかんジュース粕添加鶏糞中の微生物の推移

第5図にみかんジュース粕添加鶏糞中の生菌数の推移を示した。

みかんジュース粕を10%添加した無殺菌の新鮮鶏

糞に選出酵母のFY2菌株、FY4菌株及び5714菌株を各々 0.3×10^6 個/g接種したところ、3菌株の酵母数の合計は24時間後には約 10^8 個/gになり、48時間後には 10^7 個/g、72時間後には 10^6 個/gに減少した。鶏糞中の野外細菌及び大腸菌は、酵母の増殖が進む



第5図 みかんジュース粕添加鶏糞の生菌数

に従って減少し、野外細菌は培養開始時の 10^8 個/gが24時間後には 10^7 個/g、48及び72時間後には 10^6 個/gに減少した。大腸菌は培養開始時の 10^7 個/gが24時間後には認められなくなった。

みかんジュース粕を副資材として使用したことについては、みかんジュース粕の水分は約11%、粗蛋白質が約6%であり、既に牛及び豚の飼料として利用されており、生産量も多く、価格も安くて入手しやすいことから、鶏糞発酵飼料製造の副資材として好適と考えられることによる。

本試験でみかんジュース粕を10%混合した鶏糞は、団粒状となり、pHは約6.5を示し、鶏糞特有の不快感は無かった。この混合鶏糞の発酵終了時のpHは約8.5で、汚物感が無く、みかんの香りのする鶏糞発酵飼料となった。

FY2菌株及びFY4菌株による発酵終了時間は、酵母の生育ピークが、酵母を接種してから24時間後であることから、1~2日でよい。5日以上発酵するとカビ等の繁殖が認められたので長期間発酵した物を飼料として利用するには問題がある。

以上の結果は、実験室での結果であり、今後はみかんジュース粕等の添加による鶏糞の大量培養技術を確認し、鶏糞の飼料化を図る予定である。

本試験の主な成果は、九州大学発酵学教室への内地留学研修中に得られたもので、御指導、御協力頂いた発酵学教室の諸先生並びに学生の皆様方に感謝します。

引用文献

- 1) Parsons, C. M. (1982) : Microbial contribution to dry matter and amino acid content of poultry excreta. *Poultry Sci.*, 61, 925.
- 2) 林田晋策・南里信也・崔 武英・河野 晃 : 発酵による畜産廃棄物の高速脱臭処理と利用に関する研究(1986)。「環境科学」研究報告集 第4分冊 B304-R30, 文部省「環境科学」特別研究, 環境改善技術領域班, 101~106.
- 3) 林田晋策・田中米実(1981) : 生物による環境浄化, 東京大学出版会, 東京.
- 4) Shuler, M. L. and Roberts, E. D. (1979) : Process for the aerobic conversion of Poultry manure into high-protein feedstuff. *Biotechnology and Bioengineering*, 21, 19~38.
- 5) 宮園幸男(1980) : 畜産公害対策全書, 195~198, 鶏卵肉情報センター, 東京.
- 6) Kreger-van Rij, N. J. W. (1984) : *The Yeasts*, Elsevier, Amsterdam.
- 7) 大西 博・宮原るみ子・園田浩二(1978) : 尿酸利用性酵母の選択と培養. *日本農芸化学会誌* 52, (8), 17~321.
- 8) 田中米実・林田晋策・本江元吉(1977) : 真菌による鶏糞の処理. *醸酵工学会誌* 55, 134~140.
- 9) 徳満 茂・中島治美・西原弘人(1986) : 福岡県におけるブロイラー飼養農家の実態調査報告. 福岡県農業総合試験場.
- 10) 梅田 勲・目加田博行・海老沢昭二(1975) : 産卵用飼料におけるフスマあるいは脱脂米ヌカの乾燥鶏ふんによる代替効果. *日本家禽会誌* 13, 240~243.
- 11) 吉沢 淑・丹野一雄・鈴木 修(1981) : 酵母を用いる馬鈴薯でんぷん廃水の処理. *日本農芸化学会誌* 55 (22), 1~229.

Micro-Biological Conversion of Poultry Waste to a Feedstuff

(1) Cultivation and Screening of Efficient Uric Acid-Utilizable Yeasts

TOKUMITSU Shigeru, Hidemitsu ISHIYAMA, Shinsaku HAYASHIDA
and Nobuya NANRI

Summary

As a preliminary examination for production of poultry feed by cultivation of yeasts in poultry waste, efficiency uric acid-utilizable yeasts were screened and their cultivation methods in a poultry wastes were examined.

Candida sp. and *Trichosporon sp.* of uric acid-utilizable yeasts grew vigorously in the grained fresh waste supplemented with 10% sawdust or 2% water absorbent polymer.

There were many kinds of yeasts which could assimilate uric acid in the waste as a sole nitrogen source. Among them, *Candida apis* FY2 and *Candida apis* FY4 were selected, as the efficient strains which showed rapid growth and high cell yield. After one day cultivation of these yeasts in the waste supplemented with 10% pulp of orange juice, maximal cell yield and a nice smell feedstuff for poultry were obtained.

昆虫寄生性線虫による ガイマイゴミムシダマシ殺虫効果

西尾祐介・福田憲和・和田渉一
(畜産研究所養鶏部)

ガイマイゴミムシダマシ幼虫に対し昆虫寄生性線虫の接触試験を行い、防除方法としての適用の可能性を検討した。線虫は *Steinernema feltiae* 種の All 株及び DD-136 株の 2 株を使用した。ガイマイゴミムシダマシ幼虫は若齢期と成熟期の 2 ステージに分けて供試した。また接触の環境条件として、濾紙上における直接接触と滅菌バーク堆肥中における接触の 2 通りを設定した。

- 1 濾紙上では 2 株の殺虫効果に差が見られなかったが、バーク堆肥中では DD-136 株の殺虫効果が All 株と比較して大きく低下した。
 - 2 幼虫の発育ステージ別では、若齢幼虫において接触後の効果発現が早いことが示されたが、最終的な死亡率には明かな差はなかった。
- All 株においては、いずれの条件下においても安定した高い殺虫効果を示し、防除に適用できる可能性は高いと考えられる。ただし、濾紙上試験から、乾燥した場合には効果が消失することが推察される。

[Keywords: dark beetle, *Alphitobius diaperinus* PANZER, entomogenous nematodes, *Steinernema feltiae*, biological control]

緒 言

無窓鶏舎内に発生するガイマイゴミムシダマシの対策としては、主として薬剤による防除が行われている。

ガイマイゴミムシダマシはマラソン、フェントロチオン、テトラクロルピホス等の有機リン系殺虫剤に対して高い感受性を有し、耐性の発達も特に報告されていないことから、薬剤の殺虫効果は充分に高いと言える。しかし、ガイマイゴミムシダマシの生息場所が堆積糞や断熱材の内部であるため、薬剤と接触させることが困難であり、防除効果が上がり難いのが実状である。

一方、キバチ、カミキリムシ、ヨトウガ等の果樹、園芸害虫に対して昆虫寄生性線虫を施用し、防除効果を得た例が過去に散見され、現在も生物農薬としての検討が続けられている。昆虫寄生性線虫は、寄生宿主となる害虫を自ら探索し、接近する能力を持ち、害虫に直接接触しなくても、樹皮上の害虫の巣穴や作物周囲の地面に塗布あるいは散布することで効果が得られる特徴がある。また、施用場所の生物相を変えるほどの分散能力、増殖力を持たないので天敵としての定着は期待できないが、土壌、作物、有用昆虫に影響する可能性は少ない。

このような昆虫寄生性線虫の特色は、ガイマイゴ

ミムシダマシに対して有効であると考えられるので今回 1 種 2 株の線虫によるガイマイゴミムシダマシ殺虫効果を調査し、防除への応用の可能性について検討した。

試 験 方 法

1 供 試 虫

昆虫寄生性線虫の殺虫効果は、線虫の体内に共生する細菌が昆虫に敗血症を引き起こすことによつて発揮される²⁾。

一方、鶏舎内に生息するガイマイゴミムシダマシの虫体には相当の雑菌が付着すると考えられる。このような雑菌は、線虫の共生細菌の増殖を抑制し、試験結果に影響する可能性がある。

そこで、当場の無窓鶏舎から採取した成虫をシャーレ内で産卵させ、ふ化した幼虫にフスマと大豆粕を給与して育成し、これを供試虫として用いた。

2 供試線虫

今回使用した線虫は、佐賀大学農学部応用動物学教室より分与された *Steinernema feltiae* 種 All 株及び同種 DD-136 株の 1 種 2 株である。

2 株とも、市販キャットフードを粉碎して混合した寒天培地に接種して 28℃ で培養し、昆虫に寄生する世代である第三世代幼虫の発生を確認して試験に使用した。

第1表 試験区分

線虫株 条件	All		DD-136		対照 (ホルマリン液のみ)		
	幼虫 ステージ	成熟幼虫	若齢幼虫	成熟幼虫	若齢幼虫	成熟幼虫	若齢幼虫
濾紙上		10頭 × 3反復	10 × 3	10 × 3	10 × 3	10 × 1	10 × 1
パーク堆肥中		10 × 3	10 × 3	10 × 3	10 × 3	10 × 1	10 × 1

3 接触環境の設定

温度27℃、直径9cmのシャーレ内において、以下の2通りの接触環境を設定した。

(1) 線虫にとって、ガイマイゴミムシダマシが基本的に宿主となるかどうかを調査するための、平面上(濾紙上)における直接接触。

(2) 堆積糞や断熱材等の実際の使用場所と同じく立体的の広がりのある条件下で、線虫がガイマイゴミムシダマシを探索し、接近する能力をも含めて寄生性を検討するための、滅菌パーク堆肥(125℃、1.2 kg/cm³で45分間蒸気滅菌、深さ7mm)中における接触。

4 線虫の接種方法

培地上で増殖した線虫を0.1%ホルマリン水溶液に懸濁させ、浮遊する線虫の密度を3000頭/mlに調節した。これを1シャーレ10頭の供試虫に対し1ml接種した。

濾紙上試験においては供試虫に直接ふりかけるように滴下し、パーク堆肥中試験においては供試虫が潜入した堆肥の表面に滴下した。パーク堆肥に対しては、濾紙と同程度の水分にするためにホルマリン液を3ml追加した。

乾燥防止のため、線虫接種後24時間毎に濾紙、パーク堆肥ともに1mlずつのホルマリン液を滴下した。

5 試験区分

第1表の通りである。

供試虫に対するホルマリンの影響を考慮して、ホルマリン液のみの区を対照区とした。

また、ガイマイゴミムシダマシ幼虫は成長段階によって運動の活発さ、外皮の硬さがやや異なり、線虫の寄生性に差が生じる可能性が考えられたため、成熟幼虫(体長9~11mm)及び若齢幼虫(3~6mm)に分けて殺虫効果を検討した。

6 調査項目

24, 48, 72, 96, 120時間後の供試虫死亡数及び

生存状況(寄生され敗血症を発症した様子の有無。反転、けいれん等。)を調査した。調査毎に死亡虫は除去した。

結果及び考察

1 線虫株間における殺虫効果の差

濾紙上接触試験においては最終的死亡率は73.3~90.0%と比較的高い範囲内にあり、All株とDD-136株との間に明確な差は認められなかった(第2表)。ただし24時間後の死亡率から、All株の方が効果の発現が早い傾向が示された。

一方、パーク堆肥中接触試験においては、第3表に示した通り、DD-136株による死亡率と効果発現速度が明らかに低下した。

この結果から、今回使用した2株の線虫においては、ガイマイゴミムシダマシ幼虫を探索し接近する能力において、All株がDD-136株よりも優れているものと推測される。

なお、濾紙上試験ではどちらの株においても48時間以後はほとんど変化が見られなかった。このことから濾紙上では接種後間もなく線虫が活性を失ったと思われる。

なお、ホルマリンのみの対照区においては、共食による死亡は見られたが、線虫接種区で見られたような死虫の変色や反転、けいれん、不動化等の症状は全く見られず、ホルマリンの影響はないと考えられる。

2 幼虫ステージによる効果の差

若齢幼虫と成熟幼虫の最終死亡率に明らかな差は見られず、寄生性に大きな差はないと思われる。

ただし、濾紙上試験、パーク堆肥中試験の両方において、若齢幼虫の方が成熟幼虫よりも効果の発現が早い傾向であった。この理由としては、若齢幼虫の体が小さいため、敗血症の発症がより早いことによるものと考えられる。

第2表 濾紙上接触試験死亡率(反復平均・%)

線虫株	幼虫ステージ		~ 24 hr	~ 48	~ 72	~ 96	~ 120
All	成熟	死亡	40.0	80.0	80.0	80.0	80.0
		異常	36.7	0	0	0	0
		正常	20.0	16.7	16.7	16.7	16.7
		(共食)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
	若齢	死亡	73.3	90.0	90.0	90.0	90.0
		異常	16.7	0	0	0	0
正常		10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
	(共食)	0	0	0	0	0	
DD-136	成熟	死亡	16.7	70.0	73.3	73.3	73.3
		異常	36.7	0	0	0	0
		正常	43.3	16.7	13.3	13.3	13.3
		(共食)	3.3	13.3	13.3	13.3	13.3
	若齢	死亡	50.0	90.0	90.0	90.0	90.0
		異常	16.7	0	0	0	0
正常		33.3	10.0	10.0	10.0	10.0	
	(共食)	0	0	0	0	0	
対照 (ホルマリン液)	成熟	死亡	0	0	0	0	0
		異常	0	0	0	0	0
		正常	100	80.0	70.0	70.0	60.0
		(共食)	0	20.0	30.0	30.0	40.0
	若齢	死亡	0	0	0	0	0
		異常	0	0	0	0	0
正常		100	100	100	90.0	70.0	
	(共食)	0	0	0	10.0	30.0	

第3表 バーク堆肥中接触試験死亡率(反復平均・%)

線虫株	幼虫ステージ		~ 24 hr	~ 48	~ 72	~ 96	~ 120
All	成熟	死亡	16.7	83.3	90.0	90.0	96.7
		異常	33.3	0	3.3	3.3	0
		正常	46.7	6.7	3.3	3.3	0
		(共食)	3.3	6.7	3.3	3.3	3.3
	若齢	死亡	40.0	90.0	90.0	93.3	93.3
		異常	30.0	0	0	0	3.3
正常		30.0	10.0	10.0	6.7	3.3	
	(共食)	0	0	0	0	0	
DD-136	成熟	死亡	0	3.3	20.0	36.7	43.3
		異常	36.7	40.0	26.7	10.0	3.3
		正常	60.0	46.7	43.3	43.3	40.0
		(共食)	3.3	10.0	10.0	10.0	13.3
	若齢	死亡	3.3	10.0	26.7	40.0	40.0
		異常	36.7	36.7	23.3	6.7	10.0
正常		56.7	43.3	33.3	26.7	20.0	
	(共食)	3.3	10.0	16.7	26.7	30.0	
対照 (ホルマリン液)	成熟	死亡	0	0	0	0	0
		異常	0	0	0	0	0
		正常	100	100	80.0	80.0	80.0
		(共食)	0	0	20.0	20.0	20.0
	若齢	死亡	0	0	0	0	0
		異常	0	0	0	0	0
正常		100	100	100	100	100	
	(共食)	0	0	0	0	0	

3 防除手法としての可能性と問題点

All株において、供試虫1頭当り線虫300頭の接種で80~97%の高い死亡率を得たことから、防除手法として適用できる可能性は十分に高いといえる。

しかし、実際の使用にあたってはいくつかの問題点が考えられる。

今回の試験は、ほぼ無菌状態であったため、鶏糞中の生物相が線虫にどのように影響するかは不明である。ダニ、クマムシ等線虫の天敵となる生物³⁾の存在も考えられるため、影響の検討が必要であろう。

また、線虫は乾燥に対して弱く、今回の試験においても乾燥しがちな濾紙上では効果の持続性が低かった。園芸害虫等に対する施用時にも、この点は大きな問題となっており、パラフィン等の蒸発防止剤が検討されているが²⁾、効果は完全ではない。ガイマイゴミムシダマシは堆積糞表層の乾燥した部位の内側に集中する傾向があるので、線虫の乾燥防止

は実用化へ向けての大きな課題になることが予想される。

最後に、この試験を行うにあたり、線虫の培養法試験方法について御指導頂き、また線虫株を分与して頂いた佐賀大学応用動物学教室の石橋信義教授に深く感謝します。

引用文献

- 1) 石橋信義(1983):線虫による害虫防除。遺伝37(6), 31~35.
- 2) 石橋信義(1984):線虫による害虫の防除。植物防疫38(3), 44~49.
- 3) 石橋信義・楊発柱・中島正博・原口直人・阿比留千代磨・近藤栄造(1987):文部省試験研究(1)研究成果報告書, 昆虫寄生虫による生物的防除手法の開発, 159~163.

The Feasibility of Entomogenous Nematodes for Biological Control of Dark Beetle, *Alphitobius diaperinus* PANZER

NISHO Yusuke, Norikazu FUKUDA, and Shoichi WADA

Summary

Larvas of dark beetle (*Alphitobius diaperinus* PANZER) were contacted with entomogenous nematodes to examine the suitability of the nematodes for control of dark beetle.

Two strains of nematode; *Steinernema feltiae* All and DD-136, and two stages of larva; immature stage and mature stage, were studied for this examination.

The larvas were contacted with the nematodes under two conditions. One was of two-dimensional; on filter papers, and the other was of three-dimensional; in bark compost.

(1) On filter papers, there was no disparity between mortalities by the two strains. However, in bark compost, the mortality of larvas, which had been contacted with DD-136 strain was decreased.

(2) It was observed that the immature larvas died sooner than the mature larvas after the contact.

In the contact test with All strain, the mortality of larvas was very high and steady. Therefore it is thought that the suitability of this nematode for control of dark beetle is high. But, judging from the result of the test on filter papers, it is suggested that this nematode have no durability in dry condition.

トウモロコシ、ソルガムにおける 日長反応の品種間差異 (第2報)

上田允祥・福田誠実
(畜産研究所飼料部)

ソルガムの日長反応の品種間差異を明らかにするため子実型、兼用型及びソルゴー型品種を供試して形態的、生態的变化について検討した。日長処理は長日(16時間)、短日(12時間)及び対照(自然日長)とし、4月及び8月に播種し、温度の影響についても検討した。

ソルガムを形態別に分けて調査した結果、長日による出穂遅延傾向の最も大きいのはソルゴー型品種(特に晩生品種)であり、子実型及び兼用型ソルガムは長日による出穂遅延傾向は小さかった。しかし、その程度は品種や播種期の違いにより異なった。品種ではソルゴー型品種であるFS 902、シロップ2号が長日による出穂遅延が顕著であり、子実型ソルガムの中ではGS 401が出穂遅延傾向が大きく、兼用型及びソルゴー型品種の中の早生品種は日長の違いによる出穂の変化は小さかった。

[Keywords: sorghum, day length, seeding time, photoperiodic reactions]

緒 言

トウモロコシ、ソルガムの生育は日長時間の長短に大きく影響され、両草種ともに長日条件で栄養生長が旺盛となり、短日条件で生殖生長が促進されるが、その程度は草種によって異なり、トウモロコシに比べてソルガムで大きいことを既に報告^{4,5)}した。

また、前報⁶⁾でトウモロコシ、ソルガム栽培における日長反応の品種間差異について報告し、特にソルガムではスーダン型品種(P 988)や子実型品種(DN-E 7)は日長の違いによる生育への影響が比較的小さく、ソルゴー型品種は日長の違いによる生育の変化が大きいことを明らかにした。

ソルゴー型品種はサイレージ用品種として最も広く栽培されているが、品種の数は極めて多い。熊井ら⁷⁾はソルガムサイレージはトウモロコシサイレージに比べ、2回刈の合計栄養収量で有利なことを報告している。近年、長稈で糖含量の高い多収なソルゴー型品種を求める傾向がみられるようになったが、これらの品種については特性が不明な点も多く栽培利用上問題が多い。

そこで子実型、兼用型及びソルゴー型品種を供試して日長反応特性を検討し、ついで晩生品種を主としたソルゴー型品種の日長、温度反応特性について検討した結果、若干の知見が得られたので報告する。

試 験 方 法

1 供試品種

(1) 1986年 子実型: DN-E 7 (D), E-5, G S 401 (GS), 兼用型: スズホ(S), P 956 (P), ソルゴー型: FS 304 (F), SG-1A (SG), X 8280 (X), シロップソルゴー-2号(S 2), シュガーグレイズ(SU)

(2) 1987年 ソルゴー型: X 8280 (X), KCS 105 (K), シュガーグレイズ(SU), FS 902 (FS), SG-1A (SG), NC 69 E (N)

2 播種期

(1) 1986年 4月3日(早播), 8月12日(晩播)
(2) 1987年 4月13日(早播), 8月8日(晩播)

3 日長処理

短日(12時間)、長日(16時間)及び対照(自然日長)の3水準を設定し、短日及び長日処理は日長調節装置を用いて行った。

4 播種方法

条間65cmとし、株間は1986年18cm、1987年14cmとし、2粒点播で出芽後1本立とした。

5 刈取時期

(1) 1986年 早播 短日及び対照: 7月30日, 長日: 8月11日, 晩播 全処理とも12月4日刈取
(2) 1987年 早播 短日及び対照: 7月27日, 長日: 8月6日, 晩播 短日及び対照: 11月17日, 長日: 12月10日

結果及び考察

1 出穂時期

(1) ソルガム品種のタイプ別日長反応：ソルガムは利用目的、形態の違い等により種々の分類が行われているが、農林水産技術会議²⁾ではソルガムを子実型、兼用型、ソルゴ-型、スーダン型及びスーダングラスに分類している。前報¹⁾でスーダン型の日長感性の小さいことを報告した。本報では子実型、兼用型及びソルゴ-型の日長反応特性について検討した。第1表は出穂月日と出穂到達所要日数の処理間差を示したものである。子実型品種はE-5、D及びGSを供試した。E-5とDの比較ではDの方

がやや晩生品種であるが、日長の違いによる出穂到達所要日数の差は両品種ともほとんどみられない。GSは短日条件で極端に出穂が早まり、全品種の中でも極端に出穂が早かった。長日条件では出穂が遅くなり、晩播では出穂がみられず、日長感性の極めて高い品種であることが判明した。

兼用型品種としてS及びPの2品種を供試した。Sの方がPよりやや早生であるが、日長反応についての差は小さかった。

ソルゴ-型品種については5品種を供試した。その結果、長日条件により出穂が遅延し、出穂がみられなかったSG、S2及びSUと長日条件による出穂遅延の程度が小さいF、Xの2群に分けられた。短日条件下では5品種の出穂時期は早播、晩播ともに大差はないが、長日条件での差が大きくなった。

(2) ソルゴ-型品種の日長反応：ソルゴ-型品種を主体として出穂月日と出穂到達所要日数の処理間差を第2表に示した。対照に対して全品種とも長日条件により出穂は遅延した。出穂遅延傾向が大きい品種は、ソルゴ-型品種の中でも特に極晩生品種であるFS、S2及び子実型のGSであった。

対照に対して短日条件により出穂が促進された品種は、早播ではF、Xを除く全品種であった。その程度はソルゴ-型品種のS2、K、SU及びFS等の晩生品種で顕著であった。晩播の場合、対照と短日の差は早播と比べて小さくなった。反面、対照と長日の差が大きくなる傾向が認められた。九州地域の日長時間は4月上旬で12時間30分、8月上旬で13時間30分であり、早播の方が約1時間短いことになる。

このことから、播種時点でみた場合、早播の方が対

第1表 出穂月日と出穂到達所要日数の処理間差

型	品種	早播			晩播		
		短日	長日	長日-短日	短日	長日	長日-短日
子実	E-5	7. 2	7. 15	13	10. 5	10.28	23
	D	7. 4	7. 18	14	10.13	10. 9	26
	GS	6. 19	7. 18	29	9.28	(12. 4)	(67)
兼用	S	6. 30	7. 19	19	9.29	10.15	16
	P	7. 2	7. 20	18	10. 6	10.30	24
ソルゴ	F	7. 2	7. 19	17	10.10	10.31	21
	SG	7. 10	7. 29	19	10.15	(12. 4)	(49)
	X	7. 9	7. 22	13	10. 8	10.28	20
	S2	7. 4	(8. 11)	(38)	10.10	(12. 4)	(55)
	SU	7. 10	7. 31	21	10.13	(12. 4)	(22)

注) ()内は止葉期

第2表 ソルゴ-型品種の出穂月日と出穂到達所要日数の処理間差

播種期 品種\処理	早播				晩播			
	短日	対照	長日	長-短	短日	対照	長日	長-短
P956	7. 4	7. 9	7.19	15日	10. 6	10. 6	10.24	18日
FS-304	7. 2	7. 1	7.19	17	10.10	10. 4	10.31	21
GS-401	6.19	6.26	7.18	29	9.28	10.15	(12. 4)	(67)
NC-69E	7.10	7.15	7.30	20	10.21	10.21	11.16	26
X8280	7.12	7.11	7.23	11	10. 9	10. 7	10.18	9
SG--1A	7.11	7.21	7.29	18	10.13	10.24	(11.26)	(44)
シロップ2号	7. 4	7.11	(8.11)	(38)	10.10	10.30	(12. 4)	(55)
KCS-105	7.13	7.24	7.30	17	10.12	10.20	11.14	33
シロ-グレイ	7.10	7.24	7.28	18	10.11	10.19	11.17	37
FS-902	7.10	7.24	(8.11)	(32)	10.12	10.24	(12.10)	(59)

注) ()は止葉期

照と短日の日長時間の差は小さいことになるが、出穂期は早播の方が晩播より差が大きくなった。これは日長の影響が幼穂分化時期に最も強く現われるためと考えられる。一般的に主稈葉数が7～8枚に達したときに幼穂の分化が行われるが、この時期は早播では5月上～中旬、晩播では9月上旬である。5月上～中旬の日長時間は13時間40分、9月上旬は12時間40分となり、逆に早播の方が約1時間日長時間が長くなっている。このことが、早播では対照と短日の差が大きくなり、晩播で出穂期の差が対照と長日間で大きくなった原因と考えられる。

このように、日長時間の変化はソルガムの出穂に大きく関与している。農業上、作物の開花が日長に影響されることは好ましくないため、育種、選抜の過程で日長依存性の低い品種が選択されてきた³⁾が、ソルガムは栽培歴の短い作物であり、育種、選抜も他作物に比べて遅れているため、日長感応性の高い品種が多く、ソルガム栽培に際して、この点を活用していくことも重要であろう。

2 生態特性の変化

(1) ソルゴー型品種の出葉数：主稈葉数は栄養生長と密接な関係があり、栄養生長の程度に応じて主稈葉数は変化する。第3表に主稈葉数の調査結果を示した。

対照区で主稈葉数が少ない品種は、早播ではF及びGSであり、晩播ではF、P、X等が15枚前後で少なかった。主稈葉数が19枚以上と多い品種は、早播ではN、SG、K、SU及びFS、晩播ではGS、SG、S2、K及びFSで、特にS2、K及びFSが多かった。短日ではP、F、N及びX等の早生系品種は対照区との差は少なかったが、SG、S2、K、

SU及びFS等の晩生系品種では短日により主稈葉数は顕著に減少した。主稈葉数と播種期の関係では、全般的に早播の方がやや多い傾向がみられた。短日と対照区間の主稈葉数の差は約2枚、対照区が多い傾向がみられた。

ソルゴー型品種の中で早生品種は短日による主稈葉数の減少程度は小さいが、絶対的に主稈葉数が少ないため多収栽培には不適當と思われる。晩生品種は播種期の遅れや短日条件で主稈葉数は減少するが、基本的に主稈葉数の多いことが特徴的であり、この特性は晩播栽培での多収栽培に適していることがうかがわれる。

3 総合考察

ソルガムは日長感応性の極めて高い作物であることから、ソルガム品種のタイプ別に主要品種の日長感応性を明らかにし、栽培利用技術の参考に資することを目的に実施した。

(1) 子実型ソルガム：3品種を供試した。その中ではGSが最も早生品種であるが、この品種は日長感応性が極めて大きく、出穂は長日条件によって大きく遅延する。この特性は播種後1カ月前後の幼穂分化時期を6月中旬に合致させることにより、最も旺盛な栄養生長が可能となることから、5月中旬が播種の適期となる。E-5やDは短稈で子実生産性の高い品種であり、日長感応性も比較的小さいことから播種期の幅は広い。

(2) 兼用型ソルガム：兼用型ソルガムの利用法として、1番草は生草又はサイレージ、2番草を熟熟期前後にホールクロップサイレージ用として利用する方法が一般的であり、このためには5月上旬までに播種を終え、8月上旬に刈取り、その後の短日条件への移行に伴って生殖生長が進むことを利用してホールクロップサイレージとして収穫する。8月中旬以降の刈取りは短日と低温のため十分な栄養生長が期待できず低収となる可能性がある。

(3) ソルゴー型ソルガム：このタイプには種々の品種がある。本試験で主要な品種について検討した結果、S2、FS等の極晩生、長稈品種は日長感応性は高いが、その特性を活用することにより、茎葉収量が極めて多収な栽培技術の確立が可能となることがうかがえた。S2、FSのような極晩生品種は長日条件により主稈葉数は増加するが、出穂はかなり遅く、他のソルガム品種と比較して栄養生長が極めて旺盛である。5月中旬に播種すれば、夏至の最大日長条件下で乾物の多収生産が可能となろう。これら

第3表 ソルゴー品種の出葉数

項 目	主稈葉数			
	早播		晩播	
播種期	短日	対照	短日	対照
品種\処理	短日	対照	短日	対照
P956	16.3	17.0	15.3	15.1
FS-304	15.6	15.0	15.5	14.5
GS-401	13.5	14.8	13.0	19.3
NC-69E	18.4	19.0	15.9	17.9
X8280	18.1	17.5	16.5	15.5
SG--IA	18.3	20.2	17.0	19.2
シロップ2号	17.0	17.7	16.6	20.6
KCS-105	18.3	21.0	17.0	19.0
シロップグレイ	17.3	19.5	17.5	18.5
FS-902	17.7	20.0	17.5	19.0

品種は短日条件でも絶対的な主稈葉数が多く、晩播でも多収生産が可能と思われる。

引用文献

- 1) 熊井清雄・福見良平(1985)：暖地におけるサイレージ用ソルガムの栽培と利用。自給飼料4, 7～12。
- 2) 小野信一(1986)：牧草・飼料作物の品種解説。農林水産技術会議, 119～126。
- 3) 菅 洋(1977)：作物の生長と発育生理。農業及び園芸45(11), 1425～1429。
- 4) 上田允祥・川口俊春(1982)：トウモロコシにおける日長反応に関する研究(第1報)。日本草地学会誌別号28, 9～10。
- 5) 上田允祥・川口俊春(1982)：トウモロコシにおける日長反応に関する研究(第2報)。日本草地学会誌別号28, 11～12。
- 6) 上田允祥・福田誠実(1987)：トウモロコシ, ソルガムにおける日長反応の品種間差異(第1報)。福岡県農業総合試験場研究報告C(畜産)6, 63～68。

Variety Difference of Photoperiodic Reactions in Maize and Sorghum (2)

UEDA Mitsuyoshi and Narumi FUKUDA

Summary

The varietal differences in the photoperiodic reaction of three Sorghum types (grain, sorgho and whole crop silage) were investigated. The photoperiodic treatments were long-day, short-day and natural-day.

The effect of changing temperatures was also investigated by seeding in April and in August.

The response differed among three Sorghum types. The delay of heading by the long day treatment was the longest in Sorgho type. Grain and whole crop silage type showed a slight delay though its degree differed among varieties.

Heading of FS-902, SHILOPPU-2 in Sorgho type and GS-401 in Grain type delayed very much, while whole crop silage varieties and early-maturing varieties in Grain type were less sensitive to the difference of day-length.

アンモニア処理による稲ワラ、小麦ワラ、 青刈ヒエの飼料品質と青刈ヒエの採食性

棟加登きみ子・高椋久次郎・津留崎正信・家守紹光・平川孝行*
(畜産研究所飼料部)

稲ワラ、小麦ワラ、青刈ヒエの飼料品質向上のためにアンモニア処理を行うとともに、アンモニア処理した青刈ヒエの乳牛による採食性について検討した。

- 1 アンモニア処理で消化性の高いOCC(細胞内容物)が約20~80%増加し、消化性の低いOCW(細胞壁物質)は約10~20%減少した。また、OCW中のヘミセルロースは可溶化されて30~45%減少し、高消化性繊維であるOa(OCW中のセルラーゼ可溶画分)が2~3倍に増加した。このような高消化性繊維の増加によりIVDMD(インビトロ乾物消化率)が著しく改善された。
- 2 飼料品質向上のためのアンモニア処理は原物重当り2%処理が4%処理に比べ効率的であり、かつ経済的と考えられた。
- 3 アンモニア処理で青刈ヒエの採食性が著しく向上した。

[Keywords: ammoniation, rice straw, wheat straw, barnyard millet]

緒 言

乳用牛及び肉用牛等大家畜経営の安定的発展のためには、生産費の約40~50%を占める飼料費の低減を図ることが重要である。そのため、県下では粕類(ビール粕、ミカンジュース粕、豆腐粕等)の利用が進められており生産量の57~99%が利用されている。しかし、稲ワラ、小麦ワラ等は生産量の3~8%が飼料として利用されているにすぎない現状である。近年、全国的にも刈遅れ牧草等の低品質飼料の飼料品質、採食性、保存性等の向上を目的としたアンモニア処理が注目されている^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13}が、著者らも稲ワラ、小麦ワラ、青刈ヒエのアンモニア処理を試みたので、その概要を報告する。

試 験 方 法

- 1 飼料品質の向上
 - (1) 試験区分 供試材料、アンモニア(NH₃)注入量、密封期間等は第1表のとおり。
 - (2) 処理方法 ガス化注入法
 - (3) 開封時の処理 開封後1日間残存のアンモニアガスを飛散。
 - (4) 分析項目 飼料一般成分、OCC、OCW、Oa、Ob(OCW中のセルラーゼ不溶画分:低消化性繊維)、セルロース、ヘミセルロース、ADF、(酸性デタージェント繊維)、IVDMD(インビトロ乾

* 現農政部農業技術課

物消化率:アクチナーゼ・セルラーゼ処理)

第1表 試験区分

材 料	材料水分 (%)	NH ₃ 注入量 (%)	処理期間 (日)
稲ワラ	49.1	0, 2, 4	90
小麦ワラ	51.3	0, 2, 4	90
青刈ヒエ	44.6	0, 2, 4	82

注) NH₃注入量は原物重当り%

2 青刈ヒエの採食性

- (1) 供試材料 1の飼料品質の向上試験に用いた青刈ヒエ
- (2) 試験期間 1986年11月11日~12月14日(各期1週間I~V期)
- (3) 供試頭数と開始時体重 ホルスタイン搾乳牛7頭、平均体重611±22kg
- (4) 飼養形態 つなぎ方式
- (5) 飼料給与 日本飼養標準に準じ給与量と養分量を決定。給与飼料は配合、ビートパルプ、ハイキューブ、イタリアンライグラスサイレージ、青刈ヒエ、なお、青刈ヒエは2kg/頭・日の定量給与。
- (6) 青刈ヒエの給与 下記のとおり
I期:無処理, II期:2%処理, III期:4%処理,
IV期:2%処理, V期:4%処理
- (7) 調査項目 飼料採食性、乳量、健康状態

結果及び考察

1 飼料品質の向上

第2表に材料別及びアンモニア処理別の飼料成分を示した。

アンモニア処理することによりアンモニアガスが材料中に取り込まれたり、吸着されたりするため、見かけ上のCPは2%処理で約2~5倍に、4%処理で約2~7倍に増加した。また、この状態は材料間で差が認められた。2%処理でのCP増加は稲ワラで約2~3倍^{9,10,11)}に、小麦ワラでは2~3倍^{12,13)}、青刈ヒエでは約2倍¹⁴⁾との報告もあり、処理効果にはやや幅が認められた。EE, CA等の増減は少なかったが、NFEはいずれの材料においても約20~30%減少した。NFEの減少は既報の結果^{9,10,12)}と全く同じ傾向であったが、これはNFEの算出方法から考えて、CPが増加した量だけ減少するのは当然のことと言える。

材料に吸着されたNH₃-Nの残存率は、材料間の差は少なかったが、処理間の差が大きく、2%処理では60~65%、4%処理では30~41%となり、アンモニア注入量の増加に伴い残存率は著しく低下した。この傾向は既報⁷⁾の結果と同じであった。

近年、牛乳生産効率向上の目的から、高泌乳牛指向が高いが、高泌乳生産のためには体重の約3.5~4.0%のDM摂取が必要で、例えば体重600kg、乳量40kg時のDM必要量は約21kg⁷⁾にも達する。この

ため粗飼料は良質で消化性の高い粗飼料、換言すれば、良品質繊維を給与しDM摂取量の増加を図ることが高泌乳牛の能力を十分に生かすための飼養方法である。しかし、従来の飼料分析方法による粗繊維成分は、飼料の全ての繊維(総繊維)含量を代表するものではなく、総繊維中の一成分にすぎないことから、繊維をもっと明確な成分として表わすため、デタージェントや酵素を用いた分析方法^{2,15,16)}が提唱されている。アンモニア処理効果はこれら新しい分析方法による成分で判断されている報告^{1,3,9,12,13)}が多い。

OCCは稲ワラ、小麦ワラでは55~80%増加し、青刈ヒエでは20~30%増加した。一方、OCWは材料間の差が少なく9~17%の減少であった。有機物は非繊維画分で高消化性のOCCと繊維画分で低消化性のOCWに分画される¹⁷⁾ことから、アンモニア処理効果は繊維画分から非繊維画分への可溶化と考えられる。この結果は同種の材料を用いた報告等^{9,11,18)}に比べ、処理効果はやや異なるものの同様であった。OCW中のOaの割合では、いずれの材料においても2~4倍に増加した。

OCW中のセルロース、ADFの増減はいずれの材料においても少なかったが、ヘミセルロースは約35~45%減少した。このヘミセルロースの減少は阿部ら⁹⁾や、既報^{9,11,17,18)}によれば約9~44%の範囲であり、本試験結果と大差はなかった。

以上の結果から、アンモニアはヘミセルロースに

第2表 材料及び処理別の飼料成分

(DM%)

区 項目	稲ワラ			小麦ワラ			青刈ヒエ		
	0%	2%	4%	0%	2%	4%	0%	2%	4%
水分	49.1	35.5	32.4	51.3	17.1	28.1	44.6	31.6	28.6
CP	5.5	13.5	13.8	1.7	9.3	11.9	8.0	15.3	15.4
CF	30.7	32.9	31.9	41.3	43.9	45.4	31.4	34.8	36.2
NFE	47.4	37.4	38.3	49.4	38.9	35.2	47.8	38.5	37.7
NH ₃ -N 残存量	-	1.3	1.3	-	1.2	1.6	-	1.2	1.2
NH ₃ -N 残存率	-	65.0	32.5	-	60.6	40.6	-	60.0	30.0
OCC	19.7	30.5	31.2	13.3	21.3	24.2	26.8	33.0	35.2
OCW	65.4	54.9	54.5	80.4	72.4	69.6	62.8	56.9	55.2
Oa/OCW	12.1	49.0	48.6	15.2	30.5	38.9	16.2	39.4	43.8
OCC+Oa	27.6	57.4	57.7	25.5	43.4	51.3	37.0	55.4	59.4
セルロース	32.5	32.5	35.3	42.2	43.8	44.4	32.6	37.6	38.7
ヘミセルロース	27.5	15.3	14.9	30.2	20.8	16.3	25.6	14.3	11.6
ADF	37.9	39.7	39.7	50.2	51.6	53.3	37.1	42.6	43.7
IVDM	36.4	68.3	67.9	30.4	48.0	56.2	46.0	64.5	68.6

作用し，その一部が解離され，OCC，Oa画分が増加したものと考えられる。このようなアンモニア処理による易消化性成分の増加で，IVDMDは稲ワラ，小麦ワラ，青刈ヒエでそれぞれ87%，70%，45%向上し，飼料品質が著しく改善された。

アンモニア処理は，いずれの材料においても2%区と4%処理区間での成分差が少ないこと，また，前述のようにNH₃-Nの残存率は2%区に比べ4%区が低かったこと等から，飼料品質向上のための効率的なアンモニア注入量は，原物当り2%で十分であると考えられる。

2 青刈ヒエの採食性

アンモニア処理した青刈ヒエ以外に給与した1日1頭当りの飼料給与量は，配合3.5±2.0kg，ビートパルプ0.6±0.4kg，ヘイキューブ2.7±0.1kg，サイレージ10.9±0.3kgであったが，ほとんど残食がなかったので，第3表には青刈ヒエだけの採食量を示した。

第3表 青刈ヒエの採食量 (kg/頭・日)

期	I (0%)	II (2%)	III (4%)	IV (2%)	V (4%)
最少	0.4	0.8	0.9	1.1	1.8
最大	1.5	1.6	2.0	2.0	2.0
平均	0.9 ±0.4	1.1 ±0.3	1.6 ±0.4	1.8 ±0.3	2.0 ±0.1

無処理の青刈ヒエの採食性は悪く，個体差も大きかった。アンモニア処理した青刈ヒエでは，最初の採食性は無処理のものと同程度であったが，給与を始めて7～8日目頃より急に増加し，V期では5頭が全量を採食した。既報^{5,9,10)}でもアンモニア処理により採食性の向上が認められているが，本試験の結果も全く同じであった。供試牛の開始時平均乳量は，乾乳期に近いものが2頭いたため，約16kg/日程度であったが，終了時には約14kg/日に減少した。これは乳期の進行による自然減であり，下痢，軟便等の発生もなく異常は全く観察されなかった。なお，牛体生理及び乳成分への影響については松永ら⁴⁾の胃液性状，丸山ら³⁾の血液性状についての報告があり，生理的に特に異常は認めていないが，アンモニア処理した材料を長期的に給与した報告はほとんどなく，長期間給与による牛体生理，乳成分への影響も考えられるので，今後はこの点の究明が必要であろう。

引用文献

- 1) 阿部英則・藤田 保(1985)：アンモニア処理による稲ワラ，小麦稈，スィートバーナルグラスの細胞壁物質の変化について。滝川畜産試験場研究報告22, 1～8。
- 2) ABE, Akira・Tadashi NAKUI(1979)：Application of Enzymatic Analysis to the Prediction of Digestible Organic Matter and the Analysis of the Changes in Nutritive Value of Forages. J. Japan. Grassl. Sci. 25 (3), 231～240。
- 3) 丸山富美子・石黒哲也(1984)：アンモニア処理したスーダングラスの飼料価値。富山県畜産試験場試験成績書, 93～98。
- 4) 松永章宏・高柳弘一・武藤照治(1987)：アンモニア処理飼料の給与に関する試験。静岡県畜産試験場試験調査報告12, 29～33。
- 5) 三上 昇・崎 昭夫・小林亮英・斎野 保(1985)：アンモニア処理による麦ワラの飼料価値の向上。北海道農業試験場研究報告143, 201～212。
- 6) 長松 始・今田昭平(1988)：アンモニア処理による低品質粗飼料の品質改善。香川県畜産試験場研究報告45, 114～115。
- 7) 農林水産省農林水産技術会議事務局編(1987)：日本飼養標準。乳牛(1987年版), 52～54。
- 8) 芹沢俊治・小山 弘・大元良晃・村上達夫(1984)：粗飼料の貯蔵性と品質に対するアンモニアの処理効果。静岡県畜産試験場試験調査報告10, 143～150。
- 9) 鈴木義邦・東海林善治・桜井麻男(1988)：肉めん羊の飼養管理技術に関する試験。山形県畜産試験場研究報告35, 54～57。
- 10) 東海林善治・寒河江 孝(1984)：転換畑で生産される粗飼料の調製貯蔵利用試験。山形県畜産試験場研究報告31, 175～179。
- 11) 東海林善治・瀬川 薫(1984)：転換畑で生産される粗飼料の調製貯蔵利用試験。山形県畜産試験場研究報告31, 175～179。
- 12) 高橋 仁・飯島孝雄(1986)：アンモニア処理による粗飼料の品質と保存性の改善に関する試験。栃木県酪農試験場研究報告111, 17～25。
- 13) 苫米地達生・木村容子・金子信夫・須藤平次郎・角田龍司(1987)：未利用資源の開発に関する試験。群馬農業研究C4, 4～10。
- 14) 津留崎正信・棟加登きみ子・平川孝行(1987)：

- トウモロコシ, ソルガムにおけるデタージェント法の応用と消化生の比較。福岡県農業総合試験場研究報告C(畜産)/6, 79~84.
- 15) Van Soest, P. J. (1963): The use detergents in the analysis of fibrous feeds: II A rapid method for determinations of fiber and lignin, J. Assn. Official Anal. Chem., 46, 829~835.
- 16) 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.
- 17) 渡邊晴生・堀田正樹・高山文雄(1985): 低品質粗飼料のアンモニア処理に関する研究, 千葉県畜産センター研究報告9, 79~87.
- 18) 筒原信夫・沼川武雄・高井慎二(1986): アンモニア処理による半乾草ワラの飼料価値向上に関する研究。東北農業試験場研究報告65, 91~97.
- 19) 山本哲久・森村隆作・綱弘・宮崎清・福島修:(1985): 未利用資源の開発に関する試験。群馬農業研究C2, 45~48.

Improving the Feed Quality of Rice Straw, Wheat Straw and Soiling Barnyard Millet by Ammoniation and Feed Intake of the Soiling Barnyard Millet for Dairy Cows

MUNEKADO Kimiko, Kyujiro TAKAMUKU Masanobu TSURUSAKI,
Tsumimitsu KAMORI and Takayuki HIRAKAWA.

Summary

Ammonia treated rice straw, wheat straw and soiling barnyard millet were analyzed for chemical component contents and feed in take of ammonia treated soiling barnyard millet was examined for use of dairy cows.

(1) The feed quality was improved by ammoniation. The high digestibility components; organic cellular content (OCC), the fraction of solubles in cellulase (Oa) and in vitro dry matter (IVDMD; by Actinase and cellulase method) were increased. The low digestibility component; organic cell wall (OCW) and hemicellulose were decreased.

(2) Rice straw, wheat straw and soiling barnyard millet were treated by 2% and 4% ammonia gas (NH₃, by wt.) on air dry matter basis. There was no significant difference between 2% and 4% treatments in the effect of the feed quality. But 2% treatment was better than 4% in the cost and effect of ammoniation.

(3) Experiment by dairy cows showed that the feed in take of ammoniated soiling barnyard millet was better than untreated one.

These results showed that the ammonia treatment was effective to improve the feed quality and feed intake.

トウモロコシとソルガムの混播による 転換畑飼料作物の安定生産

柿原孝彦, 福田誠実
(畜産研究所飼料部)

水田転換畑におけるトウモロコシの栽培は、湿害等により生育不安定となることが多い。そこでトウモロコシとソルガムの混播による安定生産技術について検討した。

- 1 トウモロコシとソルガムを混播することにより、トウモロコシが湿害を受けて減収した場合でも、ソルガムがトウモロコシの減収分を補って安定収量が確保された。
- 2 混播に用いるソルガムの品種は、スズホ(兼用型、中稈、分けつ少)がP988(スーダン型、長稈、分けつ多)よりもトウモロコシに対する抑圧が少なかったが、ソルガム自体の収量はP988の方が高かった。
- 3 混播の場合、両草種を同じ播種溝に播種する同条播種よりも、草種間に20cmの条間を設けた2条並木播種の方が、競合を緩和して相互の収量を高める傾向が見られた。
- 4 混播栽培において、トウモロコシは早生品種、ソルガムは兼用型もしくはスーダン型の早生品種を用い、5月播種で2回刈を行うことにより、排水不良な転換畑でも収量を安定させることが可能である。

[Keywords : corn, sorghum, mixed seeding, rotational uplandfield]

緒 言

乳牛の泌乳能力向上に伴ない、エネルギーの高い飼料が求められ、サイレージ用トウモロコシ栽培の重要性が高まっているが、本県においては転換畑での作付けが多いため湿害の発生が多く、期待した収量が得られていないのが現状である。トウモロコシより耐湿性の高い長大作物としてソルガムがあるが、栄養の面でトウモロコシには及ばない。このような両草種の欠点を補いあう栽培法として混播栽培が考えられる。

トウモロコシとソルガムの混播は、従来から一部農家の間で省力化を目的に行なわれていた栽培法である。混播に関してこれまで横山ら¹⁾、黒江ら²⁾、向井ら³⁾の報告があり、1回の播種で2回収穫が可能で、しかもトウモロコシとソルガムの両方の収穫が得られる栽培法として、その省力多収性が認められている。本研究においては特に混播による不良環境適応性の向上に注目し、排水不良条件下でも安定多収を確保する混播技術について検討したので、その結果の概要を報告する。

試 験 方 法

1 試験区分

第1表に示すとおり、トウモロコシ1品種、ソルガム2品種を用い、混播についてはトウモロコシとソ

ルガムを組合せた。また混播の播種法について同条播種と2条並木播種の2水準を設けた。

2 播種方法

トウモロコシは条間75cm、株間20cmの2粒点播とし、6~7葉期の中間追肥施用時に1本立とした。ソルガムは条間75cm条播とした。混播については、第1図に示すとおり両草種とも単播と同様の播種法を組合せ、2条並木播種の場合はさらに草種間に20cmの条間を設けた。

3 播種期

播種期A(1986年6月2日、1987年6月4日)、播種期B(1986年6月20日、1987年6月18日)と2カ年とも播種を2回行った。

4 試験規模

1区面積12m²(4×3m)の乱塊法3区制で行った。

5 施肥

基肥として10a当たりN、P₂O₅、K₂O各10kg、中間追肥(6~7葉期)、刈取後追肥としてN、K₂O各7kgを施用した。

6 管理

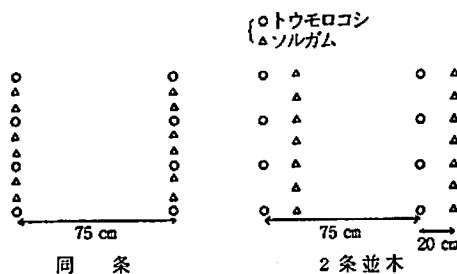
- (1) 除草剤 播種直後にアトラジン水和剤150ml/10a、アラクロール乳剤200ml/10aを条間に散布した。
- (2) 湛水処理 1986年6月30日~7月15日、1987年7月8日~15日に湛水処理を行い、湿害を誘引した。

7 収穫時期

播種期Aについて1番草は1986年9月5日、1987年

第1表 試験区分

区	試験区略号	播種法	トウモロコシ	ソルガム
混	1	G + P 同	同条播種	G4578 (6667本/10a) P988(1kg/10a)
	2	G + S 同	"	" スズホ(")
	3	G + P 並	2条並木	" P988(")
	4	G + S 並	"	" スズホ(")
単	5	G	2粒点播	G4578 (6667本/10a) -
	6	P 2	条播	- P988(2kg/10a)
	7	S 2	"	- スズホ(")



第1図 播種法

8月20日, 2番草は1986年11月19日, 1987年11月6日に収穫した。播種期Bについては1986年9月19日, 1987年9月10日の1回刈収穫を行った。

8 供試圃場

畜産研究所内試験圃場。花崗岩残積土の転換畑で実施した。

結果及び考察

1 生育

(1) 生育概況 トウモロコシの生育成績を第2表に, ソルガムの生育成績を第3表に示した。両草種の発芽定着は2カ年とも全般的に良好であった。7月上旬に灌水処理を行って湿害を誘引したが, 株の枯

死までは至らなかった。しかし生育に与えた影響は大きく, 特にトウモロコシの生育が不良になった。

トウモロコシG 4578 (G) の絹糸抽出期は播種期Aで8月7日, 播種期Bで8月18日頃であった。ソルガムのスズホ (S) の出穂はGより1~2日早く, P 988 (P) は3~5日遅かった。

収穫について播種期Aは1番草収穫後ソルガムの再生草を収穫する2回刈が可能であったが, 播種期Bは出穂が8月下旬まで遅れ, 2回刈は不可能であった。

(2) 混播の影響 生育成績について, 混播と単播を比較すると, ソルガムではほとんど変化が見られないのに対し, トウモロコシでは雌穂数の減少, 雌穂高割合の増加, 稈の細化が顕著であり, 混播はトウモロコシの生育に少なからぬ影響を与えたことがうかがえた。

これは混播により栽植密度が増加したことや, 湿害が軽度であったソルガムの生育が勝り, トウモロコシを抑圧したことによるものと考えられる。

ソルガムの品種については, PがSに比して長稈で, Pと混播したGは雌穂数の減少, 雌穂高割合の増加, 稈の細化がより顕著に現われ, Pの方がトウモロコシを抑圧する傾向が強いことがうかがえた。

播種法の違いによる両草種の生育特性への影響は, 調査結果からは明確でなかった。

2. 収量

(1) 混播の効果 播種期Aの乾物収量を第4表, 第5表に, 播種期Bの

第2表 トウモロコシの生育 (1986年, 1987年)

試験区分	項目	播種期 A					播種期 B				
		茎数本/a	雌穂数本/a	稈長cm	雌穂高割合%	稈径mm	茎数本/a	雌穂数本/a	稈長cm	雌穂高割合%	稈径mm
1	G+P同	600	511	196	42	9.7	544	178	169	45	12.5
	G+S同	661	494	221	38	13.1	644	367	198	46	13.1
	G+P並	633	517	192	42	11.9	583	222	178	44	13.2
	G+S並	633	572	203	41	12.9	667	356	179	45	13.2
5	G	656	561	201	39	15.8	672	617	193	41	17.2

第3表 ソルガムの生育 (1986年, 1987年)

試験区分	項目	播種期 A					播種期 B				
		1番草		2番草			茎数本/m ²	穂数本/m ²	稈長cm	稈径mm	
1	G+P同	22	16	238	8.9	30	10.5	23	21	216	9.7
	G+S同	19	16	211	8.6	23	11.1	18	16	176	10.0
	G+P並	18	15	247	9.1	31	9.9	25	21	233	9.3
	G+S並	18	15	213	8.8	19	11.5	18	16	176	10.5
6	P 2	50	38	226	8.6	53	9.7	42	34	229	10.0
	S 2	40	33	207	8.5	31	10.5	37	30	180	10.0

乾物収量を第6表、第7表に示した。播種期Aのトウモロコシ単播は、485kg/10a、656kg/10aと強い湿害を受けて低収であったのに対し、混播はトウモロコシの減収分をソルガムが補って810~981kg/10aの収量を確保し、ソルガム再生草の収量を加えれば、1008kg~1839kg/10aとトウモロコシ単播の2~3倍の収量となった。播種期Bではトウモロコシ単播の湿害が播種期Aよりも軽度であったことや、2番草収穫が不可

能であったことにより、混播の効果は小さくなったが、それでもトウモロコシ単播(801~883kg/10a)と同等か、それ以上の収量(688kg~1236kg/10a)が確保された。

これらの結果より、混播による収量低下防止効果が認められ、湿害の発生が懸念される転換畑で混播栽培を導入することにより、湿害が発生した場合でも、被害を最少限に食い止めることが可能であると推察される。

しかし、混播が実用的な栽培法として普及するためには、湿害がなく生育良好な場合には、1番草はトウモロコシ主体となることが求められる。横山ら⁵⁾の報告によると、混播区の1番草のトウモロコシ混入割合は70%を占め、1、2番草合計収量は、各草種の単播より多収であったとしている。また黒江ら¹⁾は、混播により増収し、播種割合が適正で生育良好な場合には、1番草のトウモロコシ混入割合は70%を確保できたとしている。さらに農研センター⁴⁾や九州農試²⁾の成績によると、混播により増収し、1番草のトウモロコシ混入割合も70~90%が得られている。このように本研究の場合と異なって、湿害がなく生育良好な場合には、混播の1番草は、初期生育に勝るトウモロコシが優勢になって、収量の主体を占め、良質のサイレージ原料草と

第4表 乾物収量(播種期A・1986年) kg/10a

試験区分	項目	1 番 草				合 計	2番草 ソルガム 全重	1・2番草 合 計
		トウモロコシ 全重	雌穂	ソルガム 全重	穂			
1	G+P同	343	82	467	36	810	228	1,038
2	G+S同	393	89	374	17	767	242	1,008
3	G+P並	441	116	468	35	908	234	1,142
4	G+S並	591	180	377	19	968	200	1,168
5	G	485	123			485		485
6	P2			924	68	924	391	1,316
7	S2			737	37	737	288	1,025

第5表 乾物収量(播種期A・1987年) kg/10a

試験区分	項目	1 番 草				合 計	2番草 ソルガム 全重	1・2番草 合 計
		トウモロコシ 全重	雌穂	ソルガム 全重	穂			
1	G+P同	232	20	641	56	873	827	1,700
2	G+S同	411	55	417	37	827	713	1,540
3	G+P並	317	39	664	68	981	858	1,839
4	G+S並	443	82	482	35	925	736	1,660
5	G	656	135			656		656
6	P2			952	75	953	914	1,867
7	S2			841	71	841	798	1,640

第6表 乾物収量(播種期B・1986年) kg/10a

試験区分	項目	トウモロコシ		ソルガム		合 計
		全重	雌穂	全重	穂	
1	G+P同	353	39	702	120	1,055
2	G+S同	674	177	381	72	1,055
3	G+P並	212	0	1,024	192	1,236
4	G+S並	388	53	505	97	894
5	G	883	242			883
6	P2			1,063	164	1,063
7	S2			913	230	913

第7表 乾物収量(播種期B・1987年) kg/10a

試験区分	項目	トウモロコシ		ソルガム		合 計
		全重	雌穂	全重	穂	
1	G+P同	182	26	718	121	900
2	G+S同	246	13	443	66	688
3	G+P並	308	79	693	177	1,000
4	G+S並	349	131	641	54	990
5	G	801	319			801
6	P2			1,026	151	1,026
7	S2			866	122	866

なると考えられる。

これまで混播による効果を述べてきたが、もちろん長所ばかりでなく、混播の欠点も存在する。第4～6表をみると、混播区はトウモロコシ単播に対してトウモロコシ自体の収量や雌穂重が低下している。これは前述したように、混播による栽植密度の増加や、ソルガムによる抑圧のためと考えられる。さらに他のいずれの報告においても同様の結果が挙げられており、これらは混播の欠点として避けられぬことと判断された。

(2) 品種の組合せ ソルガムの品種について、第4～6表をみると、混播にPを用いた場合、ソルガムの収量は高くなったが、トウモロコシの収量は抑えられて低収となった。混播にSを用いた場合はその逆で、ソルガムの収量は低くなったがトウモロコシの収量低下は少なかった。この傾向は、長稈で分けつが多いPがSに対して競合力の点で勝れているためと考えられる。また1番草刈取後の再生はPの方が良好であり、混播の1・2番草合計収量はPを用いた場合が多収な傾向になった。

他の報告でも混播に用いる品種の選定について種々の検討がなされており、ソルガムのタイプについては、スーダン型、グレイン型よりも兼用型、ソルゴー型を用いた方がよいとするものが多いが、はっきりした結論は得られていない。混播における品種の選定は難しい問題で、まだ検討すべき点が多いが、基本的には栽培条件と利用目的により品種を使い分けることが必要である。本研究の結果によると、圃場条件が比較的良好で、トウモロコシの収量を重視する場合はソルガムに兼用型を選定し、圃場条件が悪く、安定収量の確保を求める場合はスーダン型を選定するのが適当であろう。一方トウモロコシについては受光態勢が良く、密植適応性の高いアップライト型品種を選定するのが適当と考えられる。また2回刈を安定して行うため、両草種とも早生品種を選定するのがよいであろう。

(3) 播種法 播種法について散播の検討を行った報告¹⁾もあり、条播よりも多収であったとしているが、機械作業のためには条播が適当と考えられる。本研究では条播を前提として同条播種と2条並木播種を比較検討したが、第4～6表に示すように、2条並木播種の方が両草種の収量や、トウモロコシの雌穂重が高くなった。これは草種間に条間を設けたことにより、競合が緩和されたためであると考えられ、多収を求める場合に2条並木播種の効果が期待できるが、機械作業に対する適応性を含めて更に検

討の余地がある。

(4) 播種量 播種量については本研究ではトウモロコシ6,667本/10a、ソルガム1kg/10aに設定し、播種量水準の検討は行っていない。この問題に関してはこれまで多くの検討がされており、向井ら³⁾はトウモロコシ:ソルガム=3:2kg/10a、横山ら⁵⁾、黒江ら¹⁾は3:1kg/10aが適当であるとし、九農試²⁾では播種粒数として7,000:21,000粒/10a、農研センター⁴⁾では6,000:10,000粒/10a程度が適当であるとしており、個々の報告により値にかなりの差が見られる。このように混播は播種量についても難しい一面を持っているが、多収性だけでなく、倒伏や雌穂重低下の防止も考慮すると、過度の密植は避けるべきであり、定着本数としてトウモロコシ6,000～7,000本/10a(約2kg)、ソルガム15,000～20,000本/10a(約500g)を確保する程度が適当であると考えられる。ただし、ソルガムは圃場での発芽が不安定であるので、安全策として場合によっては1kg/10a程度まで増量してもよいであろう。

(5) 播種期 本研究では播種期を湿害を受け易い6月初旬(播種期A)と6月下旬(播種期B)に設定したが、混播の場合、播種期Bの方がソルガムの生育が優勢になり、トウモロコシの生育は抑えられて収量の減収が大きかった。これは高温条件下においてソルガムの生育が優勢になるためと考えられる。また刈取回数について播種期Aは2回刈が可能であるのに対し、播種期Bは1回刈で、合計収量は播種期Aが多収な傾向にあり、播種期Aの方が混播による利点大きいと考えられる。ただし2回刈を安定的に行なうには、さらに早播を行う方が望ましく、湿害を受け易い6月播種は可能な限り避けるべきであろう。黒江ら¹⁾の報告によれば、5月播種の方が6月播種よりも合計収量、トウモロコシの混入割合が共に高い結果になっており、混播の利点を最大限に生かすためには5月播種が適切と考えられる。

また、4月中旬に播種する長期栽培も報告されており^{2,4)}、収量的には更に多収な結果になっているが、4月中旬の播種は低温伸長性に乏しいソルガムの生育が不良になることが懸念され、今後更に検討を要すると考えられる。

(6) 収穫期 播種期Aの収穫について1986年度は1番草トウモロコシの熟期を黄熟期まで進めて収穫したが、1987年度は乳熟期程度で早目の収穫を行った。その結果、1番草収量は両年とも大きな差がないが、2番草収量は1987年度が1986年度の3倍以上の多収となった。混播の1番草収穫期については、

黒江ら¹⁾、横山ら⁵⁾が報告しているように、トウモロコシは黄熟期、ソルガムは糊熟期を目標にするのが最適と考えられるが、1番草の生育次第では、2番草の生育も考慮して収穫期を決定する必要がある。本研究のように、1番草の湿害が著しく、トウモロコシの生育が不良な場合には、1番草の登熟を待つよりも、8月中旬までの早目の収穫を行い、ソルガ

ムの再生草に重点を置く方が収量的には増加すると判断される。

以上本研究の成果より、トウモロコシとソルガムの混播による不良環境適応性の向上が認められ、転換畑において混播栽培を取り入れることにより、気象の影響を軽減し、サイレージ原料草を省力的、安定的に確保することが可能である。

引用文献

- 1) 黒江秀雄・折田安行・恒吉利彦・原田満弘(1982) : 青刈トウモロコシと青刈ソルガムの混播試験。鹿児島畜試研究報告 14, 98~106.
- 2) 九州農試, 草地部, 牧3研(1986) : 兼用型ソルガム, トウモロコシの混播栽培法。昭和61年度草地試験研究成績・計画概要集II, 417~418.
- 3) 向井 康・野崎国彦・高田康之(1980) : トウモロコシとソルガムの混播。宮崎総合農試だより 58, 6~7.
- 4) 農研センター, 耕地利用部, 家畜導入研究室(1986) : トウモロコシ・ソルガム混播方式を利用した粗飼料生産体系。昭和60年度研究成果情報(総合農業), 269~270.
- 5) 横山三千男・大脇精一・窪田 弥(1982) : トウモロコシ, ソルガムの混播試験とサイレージ品質・飼料価値。九州農業研究 44, 177~178.

Stable Production of Forrage Crop in Rotational Upland Field by Mixed Seeding of Corn and Sorghum.

KAKIHARA Takahiko and Narumi FUKUDA

Summary

Growth of corn is often unstable due to wet-injury in rotational upland field, and to overcome the problem, production techniques by mixed seeding of corn and sorghum were examined.

(1) Owing to mixed seeding of corn and sorghum, low yield of corn was compensated by high yield of sorghum, and it's possible to obtain high yield of the mixture.

(2) Sorghum cultivar, SUZUHO (whole crop silage type, medium culm length, small number of tillers) and P988 (sudan type, high culm length, numbers of tillers) were used for mixed seeding. Yield of corn was higher when SUZUHO was used. But yield of the mixture (corn and sorghum) was higher when P988 was used.

(3) Seeding methods of seed-blends row seeding (interrow space was 75cm.) and paired row seeding (Corn and sorghum were seeded alternately one row and one row. Distance between paired rows was 20cm.) were compared in mixed seeding. Yield of both corn and sorghum were higher when paired row seeding was used.

(4) Stable production of forrage crop in rotational upland field was possible by mixed seeding. And in case of mixed seeding, early cultivar of corn and whole crop type sorghum and sudan type sorghum were suitable. Seeding in May and twice harvests should be carried out.

農業総合試験場の組織

管 理 部
企 画 調 整 室
経 営 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
茶 業 指 導 所
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8号

昭和63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 シルバー印刷株式会社

福岡県行政資料

分類記号 PE	所属コード 0704106
登録年度 63	登録番号 7