

Series C(Animal Industry) No. 9

November 1989

ISSN 0286-3049

BULLETIN  
OF  
THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

(Chikushino, Fukuoka 818 Japan)

---

福岡県農業総合試験場研究報告

C (畜産) 第9号

平成元年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9号

### 目次

- 1 乳用牛育成期の粗飼料給与比率と管理法が発育とその後の生産性に及ぼす影響  
家守紹光・城内 仁・磯崎良寛・武富 功…………… 1
- 2 乳牛に対する大豆・トウモロコシ混合サイレージの給与効果  
武富 功・家守紹光・磯崎良寛・柿原孝彦・高椋久次郎…………… 7
- 3 西南暖地におけるカーフハッチ哺育効果  
第1報 カーフハッチの環境特性  
磯崎良寛・家守紹光・城内 仁・武富 功…………… 11
- 4 西南暖地におけるカーフハッチ哺育効果  
第2報 新生子牛の哺育成績  
磯崎良寛・城内 仁・家守紹光・武富 功…………… 15
- 5 牛の体外受精卵移植技術  
第1報 体外受精卵の現地移植  
上田修二・大崎順子・山下滋貴・田口清実…………… 19
- 6 家畜尿汚水の立体的ハウス蒸散処理  
第2報 実用装置の開発と処理能力  
山下滋貴・上田修二・大崎順子・井上尊尋…………… 25
- 7 母豚及び子豚に対する豚丹毒ワクチンの接種方法  
浅田研一・杉野 繁・大江龍一・神田雅弘・牧野 淳…………… 31
- 8 豚精液の凍結保存技術  
第1報 錠剤化凍結精液の処理方法と精子生存性  
古賀康弘・投野和彦・藤原 隆・大和碩哉…………… 35
- 9 豚精液の凍結保存技術  
第2報 錠剤化凍結精液による人工授精適期  
古賀康弘・投野和彦・藤原 隆・大和碩哉…………… 39
- 10 無窓鶏舎における褐色卵鶏の低コスト飼養管理技術  
第1報 低照度・間欠点灯併用による節電型光線管理法  
福田憲和・西尾祐介・井上尊尋・上野呈一…………… 45

11	ブロイラーの育成時期の特性に対応した飼料給与技術と出荷体系 第3報 特定体重到達時出荷による年間粗利益	徳満 茂・石山英光……………	51
12	二元交雑組合せによる高品質肉鶏「はかた地どり」の作出	徳満 茂・森本義雄・石山英光・上野呈一……………	55
13	酪農総合診断システム「酪楽手帳」の開発 第1報 酪楽手帳の全体構成	田口清実・井上尊尋・平川孝行・原田裕子・平川一郎……………	59
14	酪農総合診断システム「酪楽手帳」の開発 第2報 個体管理プログラム	家守紹光・山下滋貴・田口清実・塚本克美……………	63
15	酪農総合診断システム「酪楽手帳」の開発 第3報 飼料給与診断・設計プログラム	山下滋貴・磯崎良寛・田口清実・亀田 博・平川孝行……………	69
16	酪農総合診断システム「酪楽手帳」の開発 第4報 飼料生産管理・施肥設計プログラム	柿原孝彦・福田誠実・山下滋貴……………	75
17	酪農総合診断システム「酪楽手帳」の開発 第5報 経営管理プログラム	田口清実・井上尊尋・原田裕子・平川一郎……………	81

BULLETIN OF THE  
FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER  
Series C (ANIMAL INDUSTRY) No. 9  
CONTENTS

- 1 Influence of Changing Roughage Ratios in Dietary Feed and Managements on Growth and Performance in Holstein Heifer  
KAMORI Tsugumitsu, Hitoshi JONAI, Yoshihiro ISOZAKI and Isao TAKETOMI ..... 1
- 2 Feeding Effects of Silage of Corn and Soybean Mixture for Dairy Cattle  
TAKETOMI Isao, Tsugumitsu KAMORI, Yoshihiro ISOZAKI,  
Takahiko KAKIHARA and Kyujiro TAKAMUKU..... 7
- 3 Effectiveness of Calf Hutches for Nursing Newborn Dairy Calves in Fukuoka  
(1) Environmental Characteristics of Calf Hutches  
ISOZAKI Yoshihiro, Tsugumitsu KAMORI, Hitoshi JONAI and Isao TAKETOMI ..... 11
- 4 Effectiveness of Calf Hutches for Nursing Newborn Dairy Calves in Fukuoka  
(2) Performance of Dairy Calves Nursed in Calf Hutch  
ISOZAKI Yoshihiro, Tsugumitsu KAMORI, Hitoshi JONAI and Isao TAKETOMI ..... 15
- 5 In Vitro Fertilization and Embryo Transfer of the Bovine  
(1) Pregnancy Rates Following Transfer of Embryo on the Farm  
UEDA Shuji, Junko OSAKI, Shigetaka YAMASHITA and Kiyomi TAGUCHI ..... 19
- 6 Vertical Evaporation Disposal of Livestock Waste Water in a Plastic House  
(2) Development of an Evaporation Apparatus for Animal Waste Water Disposal  
YAMASHITA Shigetaka, Shuji UEDA, Kiyomi TAGUCHI and Takahiro INOUE ..... 25
- 7 The Optimum Time of Vaccination with Live-Erysipelothrix Vaccine for Sows and Piglets  
ASADA Kenichi, Shigeru SUGINO, Ryuichi OHE, Masahiro KANDA and Jun MAKINO ..... 31
- 8 Frozen Sperm of Boar  
(1) Influence of Holding Time and Thawing Temperatures on the Post-Thawing Viability of Boar Sperm Frozen in Pellet-Form  
KOGA Yasuhiro, Kazuhiko NAGINO, Takashi FUJIWARA and Hiroya YAMATO ..... 35
- 9 Frozen Sperm of Boar  
(2) Optimum Time of Artificial Insemination with Boar Sperm Frozen in Pellet-Form  
KOGA Yasuhiro, Kazuhiko NAGINO, Takashi FUJIWARA and Hiroya YAMATO ..... 39

10	Management for Saving Egg Production Cost for Brown Egg Strain Pullets and Hens in Windowless Poultry House	
	(1) Effect of Combination of Low-Intensity Artificial Lighting and Intermittent Lighting	
	FUKUDA Norikazu, Yusuke NISHIO, Takahiro INOUE and Teiichi UENO .....	45
11	Relationship of Marketing Weight and Marketing Time to Total Income in Broiler (3)	
	TOKUMITSU Shigeru and Hidemitsu ISHIYAMA .....	51
12	A New Ovory Meat Type Poultry 'Hakata Jidori' of Two Way Hybrid Utilized Large Japanese Game Bantam Breed in Fukuoka Prefecture	
	TOKUMITSU Shigeru, Yoshio MORIMOTO, Hidemitsu ISHIYAMA and Teiichi UENO .....	55
13	On the Development of the System Program 'The Rakuraku Techo' for Dairy Farm Management	
	(1) Outline and Composition	
	TAGUCHI Kiyomi, Takahiro INOUE, Takayuki HIRAKAWA, Hiroko HARADA and Ichiro HIRAKAWA .....	59
14	On the Development of the System Program 'The Rakuraku Techo' for Dairy Farm Management	
	(2) Identification Program for Dairy Management	
	KAMORI Tsugumitsu, Shigetaka YAMASHITA, Kiyomi TAGUCHI and Katsumi TSUKAMOTO .....	63
15	On the Development of the System Program 'The Rakuraku Techo' for Dairy Farm Management	
	(3) Ration Evaluation Programs for Dairy Cows and Heifers	
	YAMASHITA Shigetaka, Yoshihiro ISOZAKI, Kiyomi TAGUCHI, Hiroshi KAMADA and Takayuki HIRAKAWA .....	69
16	On the Development of the System Program 'The Rakuraku Techo' for Dairy Farm Management	
	(4) Programs for Product Management of Forage Crop and for Planning of Fertilizing	
	KAKIHARA Takahiko, Narumi FUKUDA, and Shigetaka YAMASHITA .....	75
17	On the Development of the System Program 'The Rakuraku Techo' for Dairy Farm Management	
	(5) Financial Management Program	
	TAGUCHI Kiyomi, Takahiro INOUE, Hiroko HARADA and Ichiro HIRAKAWA .....	81

## 乳用牛育成期の粗飼料給与比率と管理法が 発育とその後の生産性に及ぼす影響

家守紹光・城内 仁・磯崎良寛・武富 功  
(畜産研究所大家畜部)

育成期の飼養法の違いが乳用牛の発育とその後の生産性に及ぼす影響を明らかにするため、ホルスタイン種雌子牛10頭を供試し、粗飼料多給・放飼区(試験区)と濃厚飼料多給・舎飼区(対照区)を設定し、8~22カ月齢の間飼養した。その後、供試牛を両区とも同一条件で飼養し2産次まで調査した。

- 1 育成期間中に摂取した TDN量は、両区とも必要養分量に対し98~99%を摂取し、粗飼料と濃厚飼料の摂取比率は、試験区が65.2 : 34.8, 対照区が42.1 : 57.9であった。
- 2 育成期間中の日増体量は区間に有意差が認められ、試験区が0.72kg, 対照区が0.83kgと対照区で増体スピードが早く、過肥傾向を示した。
- 3 成牛期の飼料摂取状況及び繁殖性に区間の差はなく、育成法の違いによる影響はなかった。
- 4 初産時の FCM乳量は試験区が対照区に比べ6.2%良好であり、育成期の増体を早め過肥にすると、泌乳量を抑制する可能性がある。
- 5 両区の疾病発生数は同様であったが、対照区は死産率が高かった。

[Keywords : Holstein heifer, concentration and roughage ratio, management, growth, milk production]

### 緒 言

生乳の計画生産下にあつて経営合理化が要求され、1頭当りの生産性を高めるため、優良種雄牛による改良と駄牛淘汰によって高能力牛の頭数は増加の傾向にある。これらの牛が能力を十分發揮するためには、泌乳盛期に応じた飼料摂取が不可欠であり、牛の泌乳能力が高まるに従つて細心な泌乳期の飼養管理が要求される。このため、育成法も見直され、高泌乳、高乳成分生産を可能にする飼料摂取量が多く、ストレスに強い牛作りが要望されている。

本県の育成法は、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<sup>5)</sup>。そこで、粗飼料と濃厚飼料の給与比率に関する検討を行った結果、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<sup>7, 8)</sup>。しかし、泌乳期の生産性に及ぼす影響が明らかでないため、この育成法の有効性が確定できなかった。これについて岡本ら<sup>6)</sup>は、標準発育牛と発育をやや抑制した育成牛を比較した場合、乳量や繁殖成績に差がないことを報告している。また、極端な増体速度で育成した場合、泌乳性に悪影響を及ぼすことが明らかになっている<sup>1)</sup>。

本試験では、粗飼料多給、放飼による育成法と濃

厚飼料多給、舎飼による育成法が発育、繁殖性、乾物摂取量及び産乳性に及ぼす影響を比較検討したので、その結果の概要を報告する。

### 試 験 方 法

#### 1 育成期の試験方法

##### (1) 供試牛

8カ月齢のホルスタイン種雌子牛10頭を用いた。

##### (2) 試験期間

試験は1984年9月3日~1985年10月18日に実施した。試験期間中の供試牛月齢は8~22カ月齢であった。

##### (3) 試験区分

試験区分の構成は、第1表のとおり2水準を設定した。供試牛は父牛の同じ個体を区間で同数になるように、また、発育値がほぼ同程度になるように配置した。

試験区は、放飼を行い、粗飼料多給により飼養した。給与飼料の粗飼料と濃厚飼料の給与割合はTDN比で65 : 35とした。ただし、この給与比率では育成初期に所定の養分量を摂取できないことが懸念されたため、試験初期は粗飼料の給与割合を少な目にし、試験の進行に伴つて給与割合を高め、育成期間を通して所定の割合を摂取できるようにした。対照

第1表 試験区の構成

区	頭数	管理方法	TDN給与水準 (%)	
			粗飼料	濃厚飼料
試験区	5	放飼 (自由運動)	65	35
対照区	5	舎飼 (無運動)	40	60

区は、舎内でスタンションに繋留し、濃厚飼料多給により飼養した。対照区の給与飼料中の粗飼料と濃厚飼料の給与割合は、TDN比で40:60とした。

## (4) 飼料給与方法

## ア 栄養水準

飼料給与量は、その含有養分量 (TDN) が日本飼養標準 (乳用牛: 1974年版) 雌子牛育成に要する養分量 (TDN) の 100% になるよう 2週毎に算出した。

## イ 給与飼料

粗飼料はサイレージ及び乾草を試験期間中を通して給与した。期間中に給与したサイレージはイタリアンライグラス、トウモロコシ、ソルガム及びイタリアンライグラス・大麦混播、乾草はローズグラス、チモシー及びイタリアンライグラスであった。乾草とサイレージの給与割合は TDN比で 2:1 あるいは 3:2 とした。試験期間中の粗飼料の平均栄養価は乾物当り TDN56%, DCP6% であった。

濃厚飼料は13カ月齢まで市販育成後期配合飼料 (DM87%, DCP12%, TDN71%), それ以降は市販成牛用配合飼料 (DM87%, DCP10%, TDN70%) を給与した。

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

試験区は、屋根付きの給餌場を設置した放飼場で群飼育した。対照区は、牛舎内で1日中繋留し個別飼育した。全供試牛とも水と鉈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、毎日の摂取量を試験区は群別、対照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8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15カ月齢時の血中 $\beta$ -カロテン濃度を甫立ら<sup>2)</sup>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。

## 2 成牛期の試験方法

## (1) 供試牛

育成期試験に用いた供試牛10頭を引続き供試した。

## (2) 試験期間

1985年10月19日 (供試牛月齢: 23カ月齢) ~ 2産次終了時までとした。

## (3) 飼料の給与方法

## ア 供試飼料

濃厚飼料は市販配合飼料及びビートパルプを用いた。粗飼料はサイレージ、乾草 (試験初期に稲ワラを用いた) 及びヘイキューブを用いた。粗飼料の給与は1日2回、濃厚飼料及びビタミン・ミネラル添加剤は混合して1日3回に分けて給与した。

## イ 飼料の給与量

## (ア) 初産次

粗飼料の乾物給与量: 分娩前は体重の1.8%, 分娩後は分娩後24週まで1.4%, それ以降は1.5%を給与した。

TDN 給与水準: 維持の要求量は増体量を考慮し、日本飼養標準 (乳用牛: 1974年版) の成雌牛の維持に要する要求量の115%を給与した。泌乳、妊娠に要する要求量は100%を給与した。粗飼料で不足するTDNは濃厚飼料で補給した。

## (イ) 2産次

粗飼料の乾物給与量: 分娩前は体重の1.4%, 分娩後は1.6%を給与した。

TDN給与水準: 分娩前3週より分娩まで日本飼養標準の維持及び妊娠に要する要求量の115%を給与した。分娩後は維持及び泌乳に要する養分量の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。

## (4) 飼養管理

牛舎内ではスタンション繋留し、雨天時以外はなるべく3時間程度運動場で運動させた。水と鉈塩は自由摂取させた。搾乳回数は1日2回とし搾乳開始時間は9:00及び17:00とした。

## (5) 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個体別に測定し、養分摂取量を計算した。

体重: 2週に1回及び分娩前後に測定した。

繁殖: 直腸検査による子宮及び卵巣の触診と発情徴候の観察及び受胎までに要した授精回数を計測した。

泌乳成績: 乳量は毎日測定し、乳脂肪率と全固形分率はそれぞれミルコテスター、TMS測定装置により2週に1回測定した。

## 結果及び考察

## 1 育成期

第2表 飼料摂取状況 (410日間)

区	摂取量			飼養標準比		DM/体重	TDN摂取量比率	
	DM	DCP	TDN	DCP	TDN		濃厚飼料	粗飼料
	(kg)	(kg)	(kg)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
試験区	3,032	232	1,915	133.7	98.2	1.9	34.8	65.2
対照区	2,817	256	1,932	147.1	99.2	1.8	57.9	42.1

## (1) 飼料摂取量

育成期間中の飼料摂取状況を第2表に示した。

対照区は、試験を通してほぼ100%の飼料摂取であったのに対し、試験区は試験開始初期及び夏期に粗飼料の残食があった。しかし、試験期間を通しての摂取差分量は、ほぼ計画どおりであり、日本飼養標準に対し、TDN充足率で両区とも98~99%を摂取した。また、供試牛が摂取した粗飼料と濃厚飼料のTDNの比率は、試験区が65.2:34.8、対照区が42.1:57.9とほぼ計画どおりの摂取比率となった。供試飼料は両区とも同種類の飼料を使用したため、乾物摂取量及びDCP摂取量は区間で異なっていた。乾物摂取量は試験区が0.5kg/日多く、DCP摂取量は対照区が0.06kg/日多くなっていた。

放飼の試験区は、夏期に庇陰施設があるにも関わらず食欲が低下し、粗飼料の摂取率は乾物で90~95%となっていた。この時の乾物摂取量は、日本飼養標準の過食限界量に対し85.5%と数字上はまだ採食可能な状態であった。西南暖地の夏期に放飼しながら確実に栄養分を摂取させるには嗜好性の良い良質粗飼料の給与か、あるいは給与飼料中の濃厚飼料比

率を高め飼料中の養分含量を高める必要がある。

## (2) 発育経過

8, 15, 21カ月齢時の体重及び体の8部位の発育値を第3表に示した。

試験開始時(8カ月齢)の体各部位の発育値は、各区ともほぼ同程度になるように供試牛を配置したが、胸囲については試験開始時に既に試験区のほうが有意に大きな値であった。両区の体各部位の発育は、試験が経過するとともに対照区が試験区に比べほぼ同様かあるいは良好となり、試験終了時には体重、寛幅、尻長で有意に大きな値となった。体長、胸囲についても有意な差ではないが、対照区が良好であった。試験期間中の日増体量は、試験区が0.72kg、対照区が0.83kgで、この差は有意な差(P<0.05%)であった。

両区の発育値を日本ホルスタイン登録協会発行のホルスタイン種雌牛の正常発育曲線の正常発育値と比較すると、試験開始時には両区の発育は、正常発育範囲の平均値に達しておらず発育は遅れていたが、試験終了時には対照区はもとより、発育が劣っていた試験区においても正常発育範囲の平均値と同程度

第3表 発育成績

区	月齢	体重 (kg)	体高 (cm)	体長 (cm)	胸深 (cm)	腰角幅 (cm)	寛幅 (cm)	尻長 (cm)	胸囲 (cm)	管囲 (cm)
試験区	8	225.2	114.7	120.0	55.4	34.4	37.0	39.3	138.8	14.8
	15	396.0	131.6	145.2	66.3	46.4	46.6	48.4	175.2	17.5
	21	518.0	137.8	153.6	71.9	50.4	48.5	50.7	188.8	18.3
対照区	8	220.6	114.1	120.8	54.7	34.1	36.5	40.0	134.4	14.5
	15	413.4	132.7	151.1	67.2	46.3	47.9	49.2	171.9	17.6
	21	557.0	137.7	159.6	72.2	50.6	50.4	52.4	190.3	18.8
区間差	8	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	P<0.05	NS
	15	NS	NS	P<0.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	21	P<0.01	NS	NS	NS	NS	P<0.05	P<0.05	NS	NS
ホル協 正常発 育値	8	252.5	115.2	126.7	55.0	37.1	38.6	44.0	146.5	15.5
	15	370.0	128.5	146.6	64.3	45.0	44.8	46.5	172.5	17.3
	21	480.7	133.8	155.1	68.7	50.2	47.5	50.9	184.0	18.2



第4表 繁殖成績

区	初回発情 日齢	授精開始 月齢	受胎月齢	受胎に要した授精回数			
				E T		E T+A I	
				1回	2回	1回+1回	2回+1回
試験区	310	15.1	16.2	2	1	1	1
対照区	297	15.0	15.3	4		1	

注) E T : 受精卵移植, A I : 人工授精

か、あるいはこれを上回る発育を示した。

正常発育範囲の平均値の肥育度指数に対する、各区の試験終了時における肥育度指数の比率は、試験区の104.6%に対し、対照区は112.6%と高かった。また、体の各測定部位で、区間の発育値に差が認められた部位は、差が認められなかった部位に比べ皮下脂肪の影響を受け易い部位であった。両区に骨格的な発育差はなく、区間の差は脂肪沈着によるもので対照区は過肥傾向にあると考えられる。

本試験では給与飼料の粗濃比とともに管理形態を変えている。試験区は舎飼に比べ放飼によるエネルギーが必要であり、両区の摂取した TDN水準は同一であったが、増体に使われたエネルギー量は区間で異なると思われる。しかし、放飼場は平坦で給水場と給餌場は近接しており、運動量は少なく、放飼に要したエネルギー量はわずかと推察される。給与飼料中の粗濃比に関する既往の報告では TDN水準が同一でも濃厚飼料多給により増体効果が大いことが認められている<sup>3,7,8)</sup>。本試験の増体差も粗濃比による影響が大いと思われる。

### (3) 繁殖成績

繁殖成績を第4表に示した。

供試牛の初回発情は生後300日前後で観察された。初回授精は15カ月齢時より開始した。初回の授精は受精卵移植により実施した。この初回の授精より45日以内に発情が認められた場合は、2回目も受精卵移植により授精を実施し、3回目以降は人工授精を

行った。しかし、初回の授精より45日を越えて発情が認められた場合は、2回目の受精から人工授精による授精法に切り替えた。この結果、全頭が受胎した。受胎に要した授精回数は対照区がやや少なく、受胎月齢では試験区が対照区より約1カ月遅れたが、有意な差ではなかった。

受精卵移植は、受精卵の質及び実施者の技術差が受胎に与える影響が大きい。今回、移植に用いた受精卵は凍結卵、新鮮卵が含まれており、区間に本質的な繁殖力の差はないと考えられる。また、繁殖性との関連が深いとされる血中 $\beta$ -カロテン濃度は、授精開始時において両区とも $3.0 \mu\text{g/ml}$ 前後と高濃度であった。

管理形態の違いにかかわらず、飼養標準に対する TDN水準100%の設定条件において粗飼料の比率が35~60%の範囲にあれば繁殖性に与える影響は少ないと考えられる。

## 2 成牛期

### (1) 飼料摂取量

分娩後15週間の飼料摂取状況を第5表に示した。

初産次及び2産次の分娩後15週間の乾物摂取量及び養分摂取量は、両区に大きな差は認められなかった。体重当りの乾物摂取率は、初産次に試験区で有意に大きかったが、この差も2産次には消失した。

高泌乳牛は泌乳開始から泌乳最盛期にかけて急速に泌乳量が増加し、これに伴って必要養分量も急速に増加するが、分娩と泌乳によるストレス等により

第5表 分娩後15週間の飼料摂取量

産次	区	摂取量			飼養標準比		DM/体重 (%)	粗飼料乾物/体重 (%)
		D M	D C P	T D N	D C P	T D N		
		(kg/日)	(kg/日)	(kg/日)	(%)	(%)		
1	試験区	14.4	1.5	10.3	121.7	103.3	2.9 <sup>a</sup>	1.2
	対照区	14.6	1.4	10.3	121.4	102.2	2.8 <sup>b</sup>	1.3
2	試験区	18.9	2.1	13.5	127.7	98.9	3.1	1.3
	対照区	18.7	1.8	13.2	124.1	106.4	3.1	1.4

注) a, b 異符号間 (P<0.05) に有意差。

第6表 泌乳成績

産次		305日乳量	F C M乳量	乳脂肪率	無脂固形分率
		kg	kg	%	%
1	試験区	6,075	5,507	3.36	8.80
	対照区	5,781	5,187	3.33	8.74
2	試験区	7,940	7,607	3.72	8.89
	対照区	7,037	6,583	3.57	9.02

注) F C M乳量=0.4×乳量+15×乳脂量

十分に採食量が伴わないことから、結果的に体内に蓄積したエネルギーを消費する状態となる。この時期に如何にして乾物摂取量を増加させるかが生産性と繁殖性に影響を及ぼすことになる。本試験では、育成期に給与飼料の粗濃比を変えた結果、育成期の日当たり平均乾物摂取量は0.52kgの差が認められたが、この摂取量の差は成牛期の飼料摂取量の増加には影響を及ぼさなかった。今後、成牛期の飼料摂取量の向上のため、育成期に本試験で設定した区以上の粗飼料多給による飼養方法、あるいは本試験での供試開始月齢（8カ月齢）以前の飼養法の検討が必要である。

(2) 泌乳成績

泌乳成績を第6表に示した。

泌乳量、乳質ともに区間に有意な差は認められなかったが、試験区の305日F C M乳量で初産次が6.2%、2産次が15.5%多かった。

HARRISONら<sup>1)</sup>は育成期に高栄養飼養、特に濃厚飼料多給により体内により多くの脂肪が蓄積し、乳腺にも脂肪が沈着することを報告している。本試験の育成期の栄養水準は標準であったが、濃厚飼料多給の場合増体量が大きく、脂肪蓄積が認められ、これが乳腺実質の発達を阻害したと考えられる。しかし、本試験の場合、産次が進むとともに泌乳量の差は大きくなる結果となったが、2産次の差は育成法の影響よりも試験牛の死廃用によりデータ数が少

くなり、個体間差の影響が強くてたためと思われる。

(3) 体重の変化

試験期間中の体重変化を第7表に示した。

分娩前8週の体重は、試験区が対照区に比べ小さかったが、この差は初産次の期間に消失した。分娩後の最大体重減少量は、初産次は同様にその到達日も差がなかったが、2産次は対照区で短期間に大きく減少した。

(4) 繁殖成績

繁殖成績を第8表に示した。

分娩後の子宮復古日数、発情回帰日数ともに区間に差は、認められなかった。授精回数、区間の差によるものより個体の泌乳量による影響が大きく、泌乳量が多い個体ほど受胎までに要した授精回数を多く要した。

第8表 繁殖成績

産次	区	子宮復古日数	発情回帰日数	空胎日数	授精回数
		日	日	日	回
1	試験区	24.3	36.3	100.5	1.50
	対照区	25.3	31.5	132.3	1.75
2	試験区	28.0	39.3	170.8	2.75
	対照区	28.0	36.3	163.7	2.00

(5) 疾病の発生状況

初産分娩後に第4胃右方変位が両区の父牛が同じ各1頭に発生し、試験区牛は治療後回復したが対照区牛は廃用となった。また、2産分娩後に悪性の大腸菌性乳房炎が両区の各1頭に発生し、試験区牛は、乳量が減少したが治癒した。しかし、対照区牛は全身症状を呈し廃用となった。他には子宮脱が試験区に1頭、前膝あるいは飛節の腫張が対照区の全頭に観察された。

疾病の発生という点では両区ともに同程度発生したが、回復力においては試験区が優れており、肢蹄

第7表 体重変化

産次	区	分娩前8週	分娩直前	分娩直後	分娩後最低体重	分娩後体重減少量	最低体重到達日数
		kg	kg	kg	kg	kg	日
1	試験区	523.5	591.0	504.3	469.8	34.5	38.8
	対照区	561.0	605.3	538.3	499.5	38.8	40.5
2	試験区	663.8	717.0	648.5	603.5	45.0	42.3
	対照区	644.0	710.0	643.0	572.3	70.7	32.7

も強健であった。これが育成期の管理形態の違い、あるいは粗飼料多給の効果によるものか不明であるが、粗飼料多給と放飼は肢蹄強化及び強健性につながると考えられる。

以上の結果から、本県で一般に行われている濃厚飼料を多給し、舎飼いとす育成方式は、育成期の増体スピードは速いが、脂肪蓄積が多くなり、このため、初産次にわずかではあるが乳量が減少するという結果になった。また、肢蹄が弱く、疾病に対する抵抗性も弱いため連産性にも問題があり、この点で粗飼料多給、放飼による育成法の有利性が認められる。

#### 引用文献

- 1) HARRISON, R. D., J. P. REYNOLDS and W. LITTLE (1983) : A Quantitative Analysis of Mammary Glands of Dairy Heifers Reared at Different Rate of Live Weight Gain. *J. Dairy Res.* 50, 405.
- 2) 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. 農水省畜試研報 43, 59~65.
- 3) 瓦井哲夫・前之園孝光・江藤哲雄・木下善満・田中農夫幸・柿内正敏 (1979) : 乳用雌子牛の育成時における濃厚飼料と粗飼料の給与比率が発育及びその後の生産性に及ぼす影響について. 千葉県畜産センター研報 3, 9~17.
- 4) 農水省農林水産技術会議事務局 (1974) : 日本飼養標準. 乳牛 (1974年版).
- 5) 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. 福岡県種畜場研報18, 7~12.
- 6) 岡本昌三・今泉英太郎・四十万谷吉郎 (1977) : 乳用子牛の育成時における栄養水準がその後の生産性に及ぼす影響. 農水省北海道農試研報 119, 9.
- 7) 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. 福岡県種畜場研報18, 7~12.
- 8) 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. 福岡県農総試研報C-1, 1~6.

#### Influence of Changing Roughage Ratios in Dietary Feed and Managements on Growth and Performance in Holstein Heifer

KAMORI Tsugumitsu, Hitoshi JONAI, Yoshihiro ISOZAKI and Isao TAKETOMI

#### Summary

Ten holstein heifers were assigned to two treatments : fed more roughage in dietary feed and reared in outdoors (group A), and fed less roughage in dietary feed and reared in dry lot (group B) from 8 to 22 months of age. After first parturition, both groups were fed by same feeding method during first and second lactation.

- (1) In both groups, heifer took 98~99% of total digestible nutrient (TDN) recommended by Japanese Feeding Standard from 8 to 22 months of age. The ratio of roughage to concentration in feed during this period was 65.2:34.8 in group A, and 42.1:57.9 in group B.
- (2) Average daily weight gain from 8 to 22 months of age was 0.72kg in group A, and 0.83kg in group B.
- (3) Dry matter intake and reproductive performance in first and second lactation did not differ between two treatments.
- (4) Fat corrected milk production of average 305 days of group A was 6.2% more than that of group B in first lactation and 15.5% more in second lactation.
- (5) The number of cattles caught a disease did not differ between two treatments, but mortality rate of cattle was 0% in group A and 40% in group B.

## 乳牛に対する大豆・トウモロコシ混合サイレーズの給与効果

武富 功・家守紹光・磯崎良寛・柿原孝彦・高椋久次郎  
(畜産研究所大家畜部)

泌乳中の乳牛に対する大豆・トウモロコシ混合サイレーズの給与が乳牛の採食性、産乳性に及ぼす影響を検討するため、搾乳牛6頭を用いて、大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区とトウモロコシサイレーズ給与区の2区を設けて試験を実施した。

体重当り乾物摂取量は、大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が2.87%で、トウモロコシサイレーズ給与区の2.76%より有意に多く、TDN・DCPの充足率も大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区がトウモロコシサイレーズ給与区よりも高い傾向にあった。

1日当り乳量は、大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が21.9kgで、トウモロコシサイレーズ給与区の20.7kgより有意に多く、乳脂率、無脂固形分率、全固形分率も大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区がトウモロコシサイレーズ給与区より高い傾向にあった。

[Keywords : dairy cows, corn - soybean silage, milk yield, milk quality ]

### 緒 言

土地面積に制約を受ける酪農経営においては、限られた飼料畑から飼料作物を効率的かつ安定的に生産する体系として、トウモロコシやイタリアンライグラスなどのイネ科作物を中心とした作付体系が一般化している。

しかし、トウモロコシはエネルギーは高いが蛋白質含量の低さ、ミネラル含量のアンバランスなどが問題<sup>1)</sup>となっており、これらの欠点を補う方策の一つとして、最近、マメ科作物を混播あるいは混作してサイレーズにする方法が検討されている<sup>3, 4)</sup>。

トウモロコシについては、サイレーズの通年給与方式の重要な基幹作物として採食性の問題、飼料価値の検討、産乳性の検討など種々の研究<sup>2)</sup>が実施されているが、大豆を混作してサイレーズに調製し、乳牛に給与した試験<sup>3, 4)</sup>は少ない。

本試験では、トウモロコシに大豆を混合して調製したサイレーズの給与が搾乳牛の採食性、産乳性に及ぼす影響について検討したので結果の概要を報告する。

### 試 験 方 法

#### 1 供試牛

供試牛として、試験開始時の平均体重が597kg、平均乳量が23kg、平均乳脂率が3.8%、平均産次が1.3産の當場繁殖牛6頭を用いた。

#### 2 試験期間及び試験区分

試験期間は1988年1月12日から3月14日までの63日間で、大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区とトウモロコシサイレーズ給与区の2区を設け、1期3週間(予備試験期1週間、本試験期2週間)の3期反転試験法により試験を実施した。

#### 3 飼料給与

試験開始前2日間の体重、同じく2日間の乳脂率、及び7日間の乳量の平均値から日本飼養標準(1974年版)に基づいてTDN要求量を算出し、その110%量を試験期間中継続して給与した。

給与した飼料の内訳は、粗飼料を体重の1.5%(乾物)、そのうちの70%をサイレーズ、30%をチモシー乾草とし、そのほかビートバルブを2kg定量給与して残りを濃厚飼料で補った。

供試した大豆・トウモロコシ混合サイレーズはトウモロコシ(品種P3358)に大豆(品種フクユタカ)を混播して栽培したものを1日予乾して1987年9月22日、FRPサイロ(円筒型10m<sup>3</sup>)に詰め込んだものである。詰め込み時のステージは、トウモロコシが黄熟期、大豆は結実初期で、大豆の収量割合が10%程度であったので、同一圃場に単播していた同一品種の大豆を加えて、大豆の混合割合が全体の20%になるように混合して詰め込んだ。一方、トウモロコシサイレーズは大豆・トウモロコシ混合サイレーズと同一品種のトウモロコシを同一圃場で栽培し、同型のサイロに同じ方法で詰め込んだ。

## 4 飼養管理

供試牛は、飼槽を個々に区切ったスタンション式牛舎に繋養し、晴天時は午前10時半頃から午後4時頃まで運動場に出し、自由に運動させ、飼料の給与は午前8時30分、午後4時、午後6時30分の3回給飼とし、水と鉱塩は自由に摂取させ、搾乳はパイプラインミルクで午前9時と午後5時の2回行った。

## 5 調査項目

(1) サイレージの成分及び品質：成分は常法により分析し、品質は、酢酸及び酪酸はガスクロマトグラフにより、乳酸はパーカーアンドサマーソンの方法によって測定し、フリーク評点を計算して判定した。

(2) 飼料摂取量：試験期間中、毎日の飼料給与量及び残飼量を測定し、その差を摂取量とした。

(3) 乳量：毎搾乳時、アルファラバル社製のミルクメーターで測定した。

(4) 乳成分：各試験期の最終日とその前日の2日間サンプリングして、ミルクテスターで乳脂率を、TMS測定機で全乳固形分率を測定し、無脂固形分率は両者の差で算出し、乳蛋白質はプロミルクで測定した。

(5) 血液性状：牛の健康状態を見るため、各試験の最終日午後1時に血液を採取し、血漿蛋白、ヘマトクリットを測定した。

## 結果及び考察

1 サイレージの品質、成分含量及び養分含量  
サイレージの発酵品質は第1表のとおりである。

第1表 サイレージの発酵品質

項目	大豆・トウモロコシ 混合サイレージ	トウモロコシ サイレージ
有機酸 (現物中%)		
総酸	2.43	2.36
乳酸	2.12	1.99
酢酸	0.28	0.28
酪酸	0.03	0.09
フリーク評点	93	72

サイレージの品質は両区ともほぼ良好なものが得られ、フリーク評点では大豆・トウモロコシ混合サ

イレージが93点、トウモロコシサイレージが72点であった。高野ら<sup>4)</sup>は、青刈り大豆単味では、良質サイレージを作るのにかなりの努力が必要であるが、トウモロコシと混合するときは特別の考慮を払わなくとも、30%程度の青刈り大豆の混合詰め込みは酸生成に悪い影響はないと言っているが、本試験においては、青刈り大豆の混合割合を20%としたので混合サイレージの品質には問題はなかった。

サイレージの成分及び養分含量は第2表のとおりであった。

第2表 サイレージの成分及び養分含量

項目	大豆・トウモロコシ 混合サイレージ	トウモロコシ サイレージ
水分	64.4%	78.4%
粗蛋白質	8.3	8.1
粗脂肪	2.4	2.8
可溶性無窒素物	51.0	55.9
粗繊維	29.3	27.2
粗灰分	9.1	7.5
DCP	3.8	3.7
TDN	61.5	62.4

注) 水分以外は乾物中%

粗蛋白質、粗繊維、粗灰分の含量は大豆・トウモロコシ混合サイレージがトウモロコシサイレージに比較して高く、粗脂肪と可溶性無窒素物含量は、大豆・トウモロコシ混合サイレージがトウモロコシサイレージより低かった。

DCP含量は、大豆・トウモロコシ混合サイレージが3.8%で、トウモロコシサイレージの3.7%より高くなっている。高野ら<sup>4)</sup>は、30%の青刈り大豆をトウモロコシサイレージに添加し、DCP含量が増加することを示している。また、杉本ら<sup>3)</sup>は、大豆の混合率10%の混作サイレージを給与し、蛋白質含量が改善され、流通蛋白質飼料との代替がある程度可能であるとしている。本試験においても、大豆の混合によってDCP含量が増加したものであろう。

TDN含量は、逆に、大豆・トウモロコシ混合サイレージが61.5%で、トウモロコシサイレージの62.4%より僅かに低い値であった。これについても青刈り大豆サイレージのTDN含量が55%程度<sup>6)</sup>

と、トウモロコシサイレーズより低いことから考えて、大豆の混合によってTDN含量が減少したものと考えられる。

2 飼料・養分の摂取状況

供試牛の飼料及び養分摂取状況は第3表のとおりである。

両区とも配合飼料、ビートパルプ、チモシー乾草は全量が摂取された。サイレーズについては、トウモロコシ及び大豆の茎の硬い部分とトウモロコシの子実の芯が若干食い残された。

乳量については、実乳量は大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が21.9kgで、トウモロコシサイレーズの20.7kgより多く、有意差が認められた。これは大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が体重当り乾物摂取量が多かったことと、TDN充足率及びDCP充足率が高かったためと思われる。FCM乳量、SCM乳量についても大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が各々22.2kg、20.8kgで、トウモロコシサイレーズ給与区の各々20.9kg、19.9kgより多い傾向にあった。

第3表 供試牛の飼料及び養分摂取状況

項目	大豆・トウモロコシ 混合サイレーズ 給与区	トウモロコシ サイレーズ 給与区	差
飼料摂取量(kg)			
現物	28.95	29.53	
乾物	17.70	17.30	
養分摂取状況			
TDN充足率(%)	107	105	
DCP充足率(%)	128	127	
乾物中粗繊維率(%)	20.0	19.4	
DM/体重×100(%)	2.87	2.76	p<0.05

1日1頭当りの現物摂取量は、大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が28.95kgで、トウモロコシサイレーズ給与区の29.53kgより少なかった。これはトウモロコシサイレーズの水分が高かったためであり、乾物摂取量は大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が17.7kgで、トウモロコシサイレーズ給与区の17.3kgより多く、体重当り乾物摂取量も大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が2.87%で、トウモロコシサイレーズの2.76%より有意に多かった。

TDN充足率及びDCP充足率は、大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が各々107%、128%で、トウモロコシサイレーズ給与区の105%、127%に比べて僅かに多い傾向にあった。

摂取した飼料乾物中の粗繊維含量は、大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が20.0%に対し、トウモロコシサイレーズ給与区は19.4%で、大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が僅かに高かった。

3 乳量及び乳成分

乳量及び乳成分は第4表のとおりである。

第4表 乳量及び乳成分

項目	大豆・トウモロコシ 混合サイレーズ 給与区	トウモロコシ サイレーズ 給与区	差
乳生産量(kg)			
実乳量	21.9	20.7	p<0.05
FCM乳量	22.2	20.9	
SCM乳量	20.8	19.9	
乳成分(%)			
乳脂率	4.2	4.1	
無脂固形分率	8.4	8.2	
全固形分率	12.5	12.3	
乳蛋白質率	3.8	3.8	

注) ① 乳量は1日平均乳量

② FCM乳量=15×乳脂量+0.4×乳量

③ SCM乳量=12.3×乳脂量+6.56×無脂固形分量-0.0752×乳量

乳成分については乳脂率、無脂固形分率、全固形分率は大豆・トウモロコシ混合サイレーズ給与区が各々4.2%、8.4%、12.5%で、トウモロコシサイレーズ給与区の4.1%、8.2%、12.3%より高い傾向にあったが有意差は認められなかった。乳蛋白質率については両区とも3.8%で差はなかった。

福見ら<sup>9)</sup>は青刈り大豆サイレーズ試験の中で、着夾期の青刈り大豆サイレーズの栄養価はDCP含量13%、TDN含量55%で栄養比が狭くミネラルに富む粗飼料であり、一方、黄熟期のトウモロコシサイレーズのDCPは4.3~4.8%、TDNは66~68%と栄養比の広い粗飼料で、両者を併給すれば栄養バランスのとれた粗飼料に改善できるとしているが、本試験において、大豆・トウモロコシ混合サイレー

ジ給与区が乳量、乳質とも高い傾向にあったのはこの栄養バランスの改善によるためと思われる。

#### 4 供試牛の血液性状と健康状態

供試牛の血液性状は第5表に示したとおりである。

ヘマトクリット及び血漿蛋白については、大豆・トウモロコシ混合サイレージ給与区が各々28.2%、7.1g/dℓで、トウモロコシサイレージ給与区が各々28.4%、7.2g/dℓであり両区には差がなく、いずれも正常値の範囲内であった。

試験期間中、いずれの供試牛にも下痢や食欲不振などの消化器障害は認められず、健康状態は良好であった。

第5表 血液検査

項目	大豆・トウモロコシ 混合サイレージ 給与区	トウモロコシ サイレージ 給与区
ヘマトクリット (%)	28.2	28.4
血漿蛋白 (g/dℓ)	7.1	7.2

杉本ら<sup>3,4)</sup>は、大豆の混合率10%の混合サイレージは乳牛の嗜好性は良好で、泌乳中期に20kgを採食させることが可能で、乳量及び乳質は良好な成績が得られ、第1胃液、血液の生理所見も問題はみられず、トウモロコシサイレージに比べて蛋白質含量が高いので良質の粗飼料としている。本試験においても大豆・トウモロコシ混合サイレージはトウモロ

コシサイレージと遜色のない発酵品質で、乳牛の嗜好性や健康状態にも問題は見られず、体重当り乾物摂取量も多く、産乳効果の高い飼料であることが認められた。杉本ら<sup>3)</sup>はサイロ取り出し中にpHが上昇し変敗の可能性があるとして指摘しているが、本試験においても取り出し後期頃より大豆の葉部に少量の白カビの発生を見ており、今後の検討が必要である。

#### 引用文献

- 1) 飯田克実(1980)：サイレージ用トウモロコシの栽培技術と作付体系。畜産の研究 34(3), 413~420.
- 2) 和泉康史(1988)：サイレージ多給による搾乳牛の飼養技術に関する研究。北海道新得畜試報告69,22~38.
- 3) 杉本 裕・反町 裕・藤城清司(1988)：乳牛に対する大豆・トウモロコシ混作サイレージの給与試験。千葉畜七報11, 11~16.
- 4) 高野信夫・戸田節郎・三股正年・阿部幹夫(1963)：デントコーンの栽培からサイレージの調製及びその給与まで。畜産の研究17(7), 957~962.
- 5) 栃木畜試・千葉畜七・山梨酪試(1988)：マメ科牧草混作サイレージの調製、利用技術の確立。総合助成試験成果・共同研究成績書, 90~96.
- 6) 福見良平・熊井清雄・三宅伸男・丹比邦保(1988)：青刈り大豆サイレージの品質と飼料価値。畜産の研究42(6), 73~75.

#### Feeding Effects of Silage of Corn and Soybean Mixture for Dairy Cattles

TAKETOMI Isao, Tsugumitsu KAMORI, Yoshihiro ISOZAKI, Takahiko KAKIHARA.  
and Kyujiro TAKAMUKU

#### Summary

Six lactating holstein cows were assigned to two groups :fed with silage of corn and soybean mixture (corn-soybean silage) or fed with corn alone silage. And the feeding effects of corn-soybean silage were studied in double reversal trial method.

Dry matter intake per body weight was significantly higher in cows fed with corn-soybean silage (2.87%) than that in cows fed with corn silage (2.76%).

Milk production was also higher in cows fed with corn-soybean silage (21.9kg/day) than that in cows fed with corn silage (20.7kg/day).

Percentage of milk fat and solid-not-fat were 4.2% and 8.4% in cows fed with corn-soybean silage, and 4.1% and 8.2% in cows fed with corn silage, respectively.

## 西南暖地におけるカーフハッチ哺育の効果

### 第1報 カーフハッチの環境特性

磯崎良寛・家守紹光・城内 仁・武富 功  
(畜産研究所大家畜部)

西南暖地において、子牛の哺育をカーフハッチにより実施する技術資料を得るため、慣行哺育施設である牛舎内哺育ペン、市販のFRP製カーフハッチ及び自作の木製カーフハッチの衛生的環境及び夏期の暑熱環境について調査した。

1 カーフハッチ内の落下細菌数は、舎内ペンより有意に少なかった。また、相対湿度についてもカーフハッチ内は舎内ペンより低い傾向にあり、衛生的に優れた哺育環境であることが確認された。

2 暑熱時における気温及び不快指数は、カーフハッチ内が舎内ペンより高かった。熱損失率を示すカタ冷却力についてもカーフハッチ内が舎内ペンより小さく、子牛に対する暑熱ストレスはカーフハッチの方が大きいと思われる。

西南暖地の酷暑期にカーフハッチで子牛を哺育する場合には、直射日光の遮蔽及び通気の促進等の防暑対策を実施する必要がある。

[Keywords : calf hutch, conventional calf pen, sanitary environment, heat stress]

### 緒 言

カーフハッチは、子牛を牛舎外の新鮮な空気の中で1頭ずつ飼養する簡易哺育施設であり、子牛の疾病予防対策としてわが国でも普及しつつある。

北海道における詳細な研究によれば、平均気温が-10℃以下の厳冬期においても、カーフハッチによる哺育は子牛の健康や発育に悪影響を与えなかった<sup>1)</sup>。このことから、寒冷地でのカーフハッチの使用には特に問題はないと思われる。

一方、西南暖地では夏期に高温・多湿となり、子牛の適温域(0~20℃)から大きくはずれる。この暑熱環境は、西南暖地におけるカーフハッチ利用にとって非常に大きな問題であると思われる。

そこで本研究では、西南暖地におけるカーフハッチ及び慣行哺育施設である牛舎内哺育ペンの衛生的環境及び夏期環境について比較検討した。

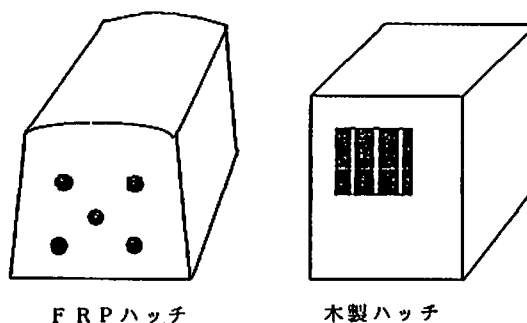
### 試 験 方 法

牛舎内哺育ペン(以下舎内ペン)、使用前の市販のFRP製カーフハッチ(以下FRPハッチ)及び自作の木製カーフハッチ(以下木製ハッチ)の3施設について、落下細菌数及び夏期環境を調査した。各施設の構造を第1表に、ハッチ奥壁部の窓の構造を第1図に示した。窓の開口面積は、FRPハッチ

が392.5cm<sup>2</sup>、木製ハッチが1640cm<sup>2</sup>であった。

第1表 各哺育施設の構造

施設名	材 質	大きさ(WLH, cm)
舎内ペン	コンクリート床 鉄パイプ枠 牛舎天井高: 470cm	125×170×105
FRPハッチ	FRP一体型 鉄枠パドック	130×204×125 122×250×91
木製ハッチ	コンパネ壁 ブリキトタン屋根 樹脂パイプパドック	110×160×136 110×153×93



FRPハッチ

木製ハッチ

第1図 カーフハッチの窓構造(黒塗部分)



## 1 落下細菌数の測定

(1) 測定期間：1985年10月1日から12月12日の間に9回(DHL寒天については、6回)測定した。

(2) 測定地点：舎内ペン内、FRPハッチ内外及び木製ハッチ内外の計5地点に、プラスチックコンテナ(33×48×28cm)を置き、その上で測定した。

(3) 測定方法：普通寒天培地及びDHL寒天培地(栄研化学)を入れた内径8.5cmのガラスシャーレのふたを、各測定地点でそれぞれ10分及び40分間開放した。回収した培地を37℃で18~24時間培養した後、コロニー数を計測した。

## 2 夏期環境調査I

1986年7月26日から8月20日の間に、子牛を飼育していない舎内ペン及びハッチの環境について、調査を実施した。ハッチは、南西向きに設置した。

(1) 調査地点：舎内ペン、FRPハッチ、木製ハッチ内部及び舎外の4地点について調査した。

## (2) 調査項目及び調査方法

ア 気温の日変動：試験期間中、2:00,6:00,10:00,14:00,18:00及び22:00時の各地点の気温を、毎日自記録計で測定した。

イ 環境調査：期間中13:00から15:00時の間に、9回実施した。気温及び相対湿度は、絶対湿度計により測定し、不快指数を算出した。風速は、アネモマスター(カノマックス)により測定した。カタ冷却力は、カタ寒暖計により測定した。

## 3 夏期環境調査II

1987年8月11日から9月14日の間に、舎内ペン及びカーフハッチによる子牛の哺育試験を実施しながら11回の環境調査を実施した。ハッチは、南東向きに設置した。

(1) 調査地点：舎内ペン、FRPハッチ及び木製ハッチ内部の3地点について調査した。

(2) 調査項目及び調査方法：13:00から15:00時の間に絶対湿度計により、舎内ペン、FRPハッチ及び木製ハッチ内の気温及び相対湿度を測定し、不快指数を算出した。

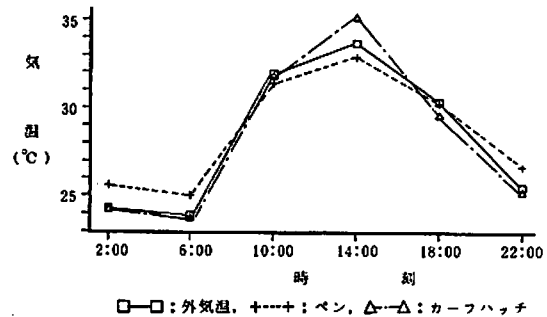
## 結果及び考察

## 1 衛生的環境

各地点における落下細菌数の測定結果を、第2表に示した。普通寒天による一般細菌数及びDHL寒天による腸内細菌数ともに、舎内ペンよりカーフハッチの方が少なかった。この結果は、空中浮遊細菌数を測定した新得畜試<sup>4)</sup>の結果と同様であり、本試験に用いた施設においても、牛舎内より牛舎外のカーフハッチの方が衛生的に優れた環境であることが確認された。

## 2 暑熱環境

夏期環境調査Iにおいて測定した各施設内の気温の日変動を、第2図に示した。日中の気温はカーフハッチ内が舎内ペンより高く、夕刻から明け方の気温はカーフハッチ内が低かった。夏期のカーフハッチ使用に当たっては、最高気温時の環境に留意する必要があると思われる。



第2図 各施設内の気温の日変動

子牛を飼育していない状態(環境調査I)における各施設の夏期環境調査結果を第3表に示した。舎内ペンにおける気温はハッチ内より低く、相対湿度は高い傾向にあった。これは、牛舎の方がハッチより断熱性に優れているが、同居牛の呼吸・糞尿等により空气中水分が高くなっているためと思われる。

第2表 各地点における落下細菌数(平均コロニー数±標準偏差)

寒天 培地	FRPハッチ			木製ハッチ	
	ペン内	ハッチ内	パドック	ハッチ内	パドック
普通	174±48.1 <sup>a</sup>	39±11.1 <sup>b</sup>	17±3.8 <sup>b</sup>	47±15.7 <sup>b</sup>	32±8.1 <sup>b</sup>
DHL	63±20.4 <sup>aA</sup>	6.8±2.5 <sup>b</sup>	3.2±1.6 <sup>b</sup>	13±5.2 <sup>B</sup>	8±4.5 <sup>b</sup>

注) a, b: 同行異符号間に危険率1%で有意差あり  
A, B: 同行異符号間に危険率5%で有意差あり (Tukey検定)

第3表 各地点における夏期環境（子牛未飼養状態；平均値±標準偏差）

区 分	気温 (°C)	相対湿度 (%)	不快指数*	風速(m/s)	カタ冷却力**
舎内ベン	32.5±1.5 <sup>A</sup>	54.5±3.6	82.4±2.5	0.37±0.15 <sup>b</sup>	15.5±3.8 <sup>A</sup>
FRPハッチ内	35.1±1.5 <sup>B</sup>	45.2±4.7	84.0±1.6	0.28±0.19 <sup>b</sup>	11.3±1.9 <sup>B</sup>
木製ハッチ内	34.2±2.0	50.5±5.5	83.8±2.1	0.42±0.27 <sup>b</sup>	13.4±2.4
牛舎外	34.9±1.7 <sup>B</sup>	48.1±5.5	84.3±1.9	0.89±0.35 <sup>a</sup>	15.9±2.9 <sup>A</sup>

注) \* : 不快指数 =  $0.81 \times \text{気温} + 0.01 \times \text{相対湿度} \times (0.99 \times \text{気温} - 14.3) + 46.3$

\*\* : (kcal/cm<sup>2</sup>·sec)

a, b : 同列異符号間に危険率1%で有意差あり

A, B : 同列異符号間に危険率5%で有意差あり (Tukey検定)

牛にとって快適な環境は、不快指数が73以下といわれているが、本試験の結果では舎内ベン、カーフハッチ内及び牛舎外共に、不快指数が73を大きく上回っていた。Stottら<sup>5)</sup>による試験の結果では、アリゾナにおける暑熱時の不快指数は舎内ベンが82.4、カーフハッチ内が84.5であり、ハッチで哺育した子牛はストレスのため初乳からのIgGの吸収が悪く、死亡率が25%と高かった。本試験における不快指数は、アリゾナの場合と同様であり、夏期のハッチにおける哺育は舎内ベンの場合よりストレスが大きいと思われる。

風速については、牛舎外が他の地点より有意に大きく、FRPハッチ内が最も小さかった。人体の体温に等しい示度における周辺冷却力を表わすカタ冷却力においても、舎内ベンがハッチ内より大きく、FRPハッチが最も小さかった。FRPハッチは、窓の開口面積が392.5cm<sup>2</sup>と最も小さいため風通しが悪く、熱環境的に不利な条件になっていると思われる。牛舎外は、気温及び不快指数においてはハッチ内と同等であるが、風速が大きいためカタ冷却力はハッチ内より大きかった。このことから、ハッチの窓の開口面積を大きくして通気を良くすることで、暑熱環境がかなり改善できることが示唆された。

子牛を飼養した状態（環境調査Ⅱ）における、夏期環境調査結果を第4表に示した。各地点における環境条件は、環境調査Ⅰの場合と同様に、気温及び

不快指数については舎内ベンがハッチ内より低かった。相対湿度については、各哺育施設共に子牛を飼養しない場合（環境調査Ⅰ）よりかなり高く、舎内ベンがハッチ内より高かった。

1987年の夏は、1986年に比べ平均最高気温が1.8℃低かった。このため調査地点の気温は、環境調査Ⅰの場合より3.5～4.6℃低かった。また不快指数についても、環境調査Ⅰの場合より低く、ハッチ内においても約82と、アリゾナの試験<sup>5)</sup>における舎内ベンと同等であった。

環境調査Ⅱと同時に実施した哺育試験の結果では<sup>2)</sup>、夏期に舎内ベン及びハッチで哺育した子牛に熱射病等暑熱ストレスに関連した疾病は発生せず、他の疾病もほとんど発生しなかった。

### 3 総合考察

本試験の結果、カーフハッチは衛生的環境（落下細菌数、湿度）については、舎内ベンよりはるかに優れているという利点が確認された。

一方、夏期の暑熱環境については、ハッチは舎内ベンより劣っており、1986年の夏のように暑さが厳しい場合には、カーフハッチ内は子牛にとってかなり過酷な環境になると思われる。

木製ハッチとFRPハッチの間に、環境条件の差はほとんど認められなかったが、窓の開口面積の大きい木製ハッチ内の方が、風速及びカタ冷却力が大きい傾向にあった。

干場ら<sup>1)</sup>は、ハッチ表面の白色塗装及び奥壁の除去により気温が4.1℃低下したと報告している。また小川ら<sup>3)</sup>は、寒冷紗による庇陰及び有窓化によりハッチ内の気温は、舎内ベンと同等に改善されたと報告している。

したがって、西南暖地の夏期にカーフハッチを利用して子牛を哺育する際には、塗装、庇陰等により直射日光を遮蔽し、窓の開口面積をできるだけ大き

第4表 各地点における夏期環境（子牛飼養状態；平均値±標準偏差）

区 分	気温 (°C)	相対湿度 (%)	不快指数
舎内ベン	28.4±1.4	71.9±5.4	79.2±2.0 <sup>A</sup>
FRPハッチ内	30.5±2.9	70.2±8.3	82.0±3.3
木製ハッチ内	30.7±2.9	70.0±7.5	82.2±3.5 <sup>B</sup>

注) A, B : 危険率5%で有意差あり (Tukey検定)

くして通気を促進することにより、カーフハッチ内の夏期環境の改善を図る必要がある。

### 引用文献

- 1) 干場信司, 佐藤義和, 五十嵐誠一郎, 曾根章夫, 岡本全弘, 堂腰 純 (1985) : カーフハッチの熱的環境. 家畜の管理 20(3) ,101~107.
- 2) 磯崎良寛, 城内 仁, 家守紹光, 武富 功 (1989) : 西南暖地におけるカーフハッチ哺育の効果 第2報 新生子牛の哺育成績. 福岡農総試研報 C-9, 15~18
- 3) 小川正幸, 柳原英和, 酒井謙司, 富田良平, 本田昌宏, 度会 巖 (1984) : カーフハッチによる哺育実用性試験(4). 岐阜畜試研報10,1~10.
- 4) 新得畜試 (1982) : 簡易哺育施設による乳用子牛の育成技術確立に関する試験. 昭和56年度成績会議資料, 1~11.
- 5) STOTT, G. H., F. WIERSMA, B. E. MENEFEE and F. R. RADWANSKI (1976) : Influence of Environment on Passive Immunity in Calves. J. Dairy Sci.,59,1306~1311.

## Effectiveness of Calf Hutches for Nursing Newborn Daily Calves in Fukuoka

### (1) Environmental Characteristics of Calf Hutches

ISOZAKI Yoshihiro, Tsugumitsu KAMORI, Hitoshi JONAI and Isao TAKETOMI

### Summary

Sanitary and thermal environment of conventional calf pen, FRP calf hutch and Wooden calf hutch were compared to evaluate the effectiveness of calf hutches for nursing newborn calves in Fukuoka (Southwestern warm area in Japan) .

Experimental results are summarized as follows:

- (1) The aerial bacterial counts in calf hutches were significantly less than those in calf pen. And relative humidity in hutches was also lower than that in pen. Calf hutches were proved to be excellent sanitary facilities for nursing newborn calves.
- (2) The ambient temperature and the temperature humidity index in calf hutches were higher than those in pen during hot season. The heat loss values measured by Kata-thermometer in calf hutches were less than those in pen. So, the heat stress to calves during hot season in calf hutches was greater than that in conventional calf pen.

## 西南暖地におけるカーフハッチ哺育の効果

### 第2報 新生子牛の哺育成績

磯崎良寛・城内 仁・家守紹光・武富 功  
(畜産研究所大家畜部)

飼養施設の違いが哺育期の子牛に及ぼす影響を明らかにするため、23頭のホルスタイン種新生子牛を用いて慣行哺育施設である牛舎内哺育ベン及びカーフハッチで13週齢まで哺育し、その哺育成績を比較した。

- 1 舎内ベン及びカーフハッチで哺育した子牛の試験期間中の日増体量は、ともに0.7kgであった。また体高、体長、胸囲及び腹囲の発育速度にも差はなかった。
- 2 人工乳及び乾草の摂取量に差はなかった。
- 3 舎内ベンで哺育した3頭及びカーフハッチで哺育した2頭の子牛に下痢が発生したが、その他の疾病は発生しなかった。
- 4 13週齢までの間に子牛の哺育に要した労働時間は、舎内ベンが784分、FRP製カーフハッチが885分及び木製カーフハッチが950分であった。

哺育管理が適切であれば、施設の違いが子牛の哺育成績に重大な影響を及ぼすことはなく、西南暖地においてもカーフハッチによる新生子牛の哺育は可能である。

[Keywords : calf hutch, conventional calf pen, nursing of dairy calves, growth rate ]

### 緒 言

哺育期の子牛は、抗病性が弱いため下痢や肺炎にかかりやすく、死亡率も高い。近年、初乳給与の徹底及び抗生物質、ビタミン剤の利用により子牛の損耗率は着実に減少しているが、この時期の疾病が将来の泌乳性、肥育性にまで影響することが明らかになり、より積極的な哺育期子牛の疾病予防が重要視されている。

これまで哺育期子牛は、牛舎内において成牛や他の子牛と同居して飼育されており、病原体に接触しやすい環境にあった。そこで、舎外の清浄な環境で子牛を1頭ずつ哺育するカーフハッチが考案された。

カーフハッチによる子牛の哺育成績については、これまで多くの報告があるが<sup>1, 3, 4, 5, 6)</sup>、西南暖地における報告はない。

第1報<sup>2)</sup>では、西南暖地における牛舎内哺育ベン及びカーフハッチの環境特性について報告したが、本報告では両施設による子牛の哺育成績について報告する。

### 試 験 方 法

1987年5月から1988年11月まで、当场で生まれたホルスタイン種子牛23頭を、第1報で環境特性を調

査した牛舎内哺育ベン、FRP製カーフハッチ及び木製カーフハッチで哺育し、その成績を比較した。

#### 1 カーフハッチの設置

カーフハッチは、互いに2m以上離れた場所ので約15cmの盛土をして、南東向きに設置した。梅雨時期には、排水対策のため周囲に溝を掘った。寒冷時及び風雨の時には窓を閉め、それ以外は窓を開放した。夏期の防暑対策は、特に実施しなかった。

#### 2 試験区分及び供試牛

各試験区の供試頭数の内訳を、第1表に示した。木製ハッチ区の供試頭数が少ないため、哺育成績については、舎内ベン区11頭及びハッチ区12頭の2区で比較した。

第1表 各試験区の供試牛数

試験区分	性別	頭数	春産	夏産	秋産	冬産
舎内 ベン	雄	5	0	3	1	1
	雌	6	1	3	1	1
FRP ハッチ	雄	5	1	2	0	2
	雌	4	1	2	1	0
木製 ハッチ	雄	1	1	0	0	0
	雌	2	1	0	0	1

注) 春、夏、秋及び冬産は、それぞれ3~5月、6~8月、9~11月及び12~2月に生まれた子牛。

## 3 試験期間

分娩直後から13週齢まで供試子牛を哺育した。

## 4 飼養管理

供試牛は、分娩後12時間以内に各施設に収容した。給与飼料の成分値を第2表に示した。飼料給与方法は、第3表に示したとおりで、7週齢で離乳した。牛床清掃及び敷料交換は、舎内ペンでは毎日1回、ハッチでは必要に応じて実施した。

第2表 給与飼料の成分値 (現物中%)

飼料名	乾物	可消化 養分総量	粗蛋 白質	粗 纖維
代用乳	96.0	100.0	26.0	0.3
人工乳	86.5	74.0	20.0	5.5
乾草 (イタリアン)	84.8	50.9	12.2	25.1
〃 (ローズ)	85.9	49.7	8.8	29.1
〃 (チモシー)	90.8	62.8	5.9	36.5

第3表 飼料給与方法 (1日1頭当りkg)

週 齢	0	1~4	5~6	7~13
全乳	4	0	0	0
代用乳	0	0.5	0.25	0
人工乳	0	0.1~1.0	1.5	2.0
乾草	0	不	断	給 餌

## 5 調査項目

(1) 発育成績 供試牛の体重、体高、体長、胸囲及び腹囲を、週1回測定した。

(2) 飼料摂取状況 全乳、代用乳及び人工乳については毎日残飼量を測定し、摂取量を計算した。乾草は、週毎に摂取量を測定した。

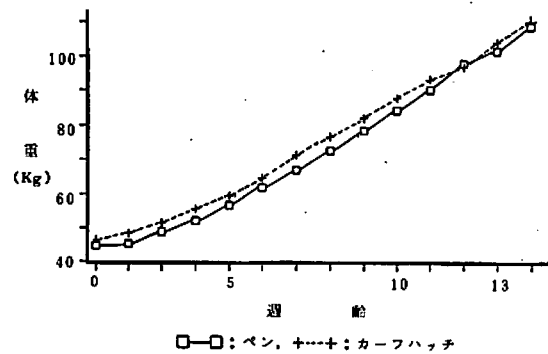
(3) 健康状態 下痢、肺炎及びその他の疾病の有無について、毎日観察した。

(4) 労働時間 哺乳、給餌、清掃に要した時間を調査し、各試験区における労働時間を算出した。

## 結果及び考察

## 1 発育成績

試験期間中の、体重の推移を第1図に示した。分娩時の体重は、舎内ペン区平均の44.5kgに対し、ハッチ区平均が46.4kgとやや重かった。両区とも順調に発育し、哺乳時(分娩~7週齢)及び離乳後(離乳~13週齢)の日増体量(DG)は、舎内ペン区が0.57kg及び0.84kg、ハッチ区が0.62kg及び0.79kgであった。全期間のDGは、両区とも0.70kgと全く差がなかった。



第1図 体重の推移

供試牛の体高、体長、胸囲及び腹囲の発育状況を第4表に示した。分娩時の体高、胸囲及び腹囲は、ハッチ区が舎内ペン区より若干大きかった。各部位とも、分娩後から試験終了までほぼ直線的に発育し、発育速度において両区間に差はなかった。

第4表 体各部位の発育状況

項目	区分	分娩時 (cm)	離乳時 (cm)	13週齢 (cm)	成長量 (cm/日)		
					分娩~離乳	離乳~13週	分娩~13週
体 高	舎内ペン	74.3	84.3	91.9	0.20	0.18	0.19
	ハッチ	76.6	86.3	93.6	0.20	0.17	0.19
体 長	舎内ペン	69.5	79.9	91.2	0.21	0.27	0.24
	ハッチ	69.7	81.9	92.4	0.25	0.25	0.25
胸 囲	舎内ペン	79.2	94.5	106.5	0.31	0.29	0.30
	ハッチ	80.5	96.1	108.7	0.32	0.30	0.31
腹 囲	舎内ペン	80.2	109.1	133.8	0.59	0.59	0.59
	ハッチ	82.6	108.8	134.5	0.53	0.61	0.57

本試験における子牛の発育は、ホルスタイン登録協会の平均値よりやや低かったが、日本飼養標準(1987年版)の発育基準は上回っていた。

以上のように、本試験の結果では舎内ベン及びカーフハッチで哺育した子牛の発育には差がなく、両区とも良好な発育を示した。

## 2 飼料摂取状況

給与した全乳及び代用乳については、残飼は全くなかった。各区の1日当りの人工乳及び乾草の摂取量は第5表に示したとおりで、人工乳及び乾草の摂取量共に、区間差は認められなかった。

給与当初の人工乳の摂取量は0.071kg/日であったが、7週齢(離乳時)には1.42kg/日に達し、離乳後はほぼ2.0kg/日と給与設計通りであった。また乾草の摂取量は離乳後徐々に増加し、12~13週齢では約0.6kg/日であった。

第5表 人工乳及び乾草の摂取状況

項目	区分	1日当りの摂取量 (kg)	
		2週齢~離乳	離乳~13週齢
人工乳	舎内ベン	0.68	1.97
	ハッチ	0.71	2.00
乾草	舎内ベン	0.17	0.48
	ハッチ	0.15	0.48

## 3 疾病の発生状況

舎内ベン区及びハッチ区共に、疾病等による子牛の損耗はなかった。下痢は、舎内ベン区で3頭、ハッチ区で2頭に発生したが、哺乳や人工乳を一時的に減らし、抗生物質、経口補液剤を投与することにより2~3日で治癒した。その他の疾病は発生しなかった。

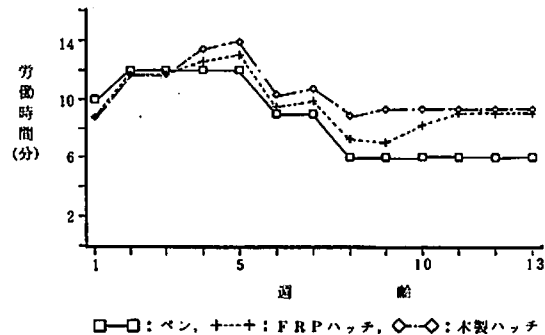
DAVIS<sup>1)</sup>らは、厳冬期に実施した試験において、舎内ベンでは下痢、肺炎が多発したのに対し、ハッチではほとんど発生しなかったと報告している。本試験で利用した牛舎内哺育ペンは成牛から隔離され、清掃も毎日実施されているため衛生的に優れており、子牛の疾病はほとんど発生しなかった。酪農現場において子牛の衛生的環境に問題がある場合に、カーフハッチの利用が有効であると思われる。

カーフハッチは舎内ベンより熱的環境が劣る<sup>2, 6)</sup>が、本試験において厳寒期にハッチで哺育した子牛に鼻汁、せき等の症状は見られず、暑熱期にハッチで哺育した子牛に熱射病等は発生しなかった。また

季節により、子牛の発育速度に差は認められなかった。このことから子牛は暑熱環境に対してはかなり適応性を持っていることがわかり、子牛の哺育に当たっては熱的環境より感染症予防、つまり衛生的環境を重視すべきと考えられる。

## 4 作業性

各哺育施設における1日1頭当りの哺育労働時間の推移を第2図に示した。舎内ベン、FRPハッチ及び木製ハッチの試験期間中の1頭当り総労働時間は、それぞれ784分、885分及び950分であった。カーフハッチは、飼料の運搬や清掃に時間を要するため舎内ベンより労働時間が長く、特に糞の量が多くなる離乳以後に長くなった。特に、木製ハッチは面積が狭いため、清掃回数が多く作業もやりにくい傾向にあった。舎内ベン、ハッチともに離乳期以後はスペース的にもやや狭くなり、牛床の汚れも増加することから、固形飼料をしっかりと摂取できるようになった時点で、スーパーカーフハッチ等の育成施設に子牛を移動する必要があると考えられる。



第2図 1日1頭当り哺育労働時間の推移

## 5 総合考察

子牛の哺育にカーフハッチを用いる目的は、主として成牛や他の子牛からの疾病感染の予防である。DAVISらの報告<sup>1)</sup>では、舎内ベンで疾病が多発したために増体量(DG)もハッチより劣っていた。MCKNIGHT<sup>2)</sup>及びMURLEY & CULVAHOUSE<sup>3)</sup>は、舎内ベン及びハッチで哺育した子牛について、疾病の発生は同程度であったが、ハッチの子牛の方が人工乳や乾草の摂取量が多く、DGも良い傾向にあったと報告している。

一方、JORGENSENら<sup>3)</sup>は飼養管理が適切であれば、哺育施設や離乳時期は哺育成績に重大な影響を与えなかったと報告している。本試験の結果においても、舎内ベン及びハッチで分娩直後から13週齢

まで哺育した子牛の発育成績、飼料摂取量及び疾病の発生状況に差は認められず、JORGENSENらの報告<sup>3)</sup>と同様な結果となった。しかし、カーフハッチは新鮮な空気、日光、運動性等子牛の哺育環境として牛舎内より優れた点を持っており、乳用後継牛の健全な哺育や集団育成時の疾病牛と健康牛の隔離等に有効であると思われる。

#### 引用文献

- 1) DAVIS, L. R., K. M. AUTREY, H. HE Rlich and G. E. HAWKINS, JR. (1954) : Outdoor Individual Portable Pens Compared with Conventional Housing for Raising Dairy Calves. *J. Dairy Sci.*, 37, 562-570.
- 2) 磯崎良寛, 家守紹光, 城内 仁, 武富 功 (1989) : 西南暖地におけるカーフハッチ哺育の効果 第1報 カーフハッチの環境特性. 福岡農総試研報 C-9, 11~14.
- 3) JORGENSEN, L. J., N. A. JORGENSEN, D. J. SCHINGOETHE, and M. J. OWENS (1970) : Indoor versus Outdoor Calf Rearing at Three Weaning Ages. *J. Dairy Sci.*, 53, 813-816.
- 4) MCKNIGHT, D. R. (1978) : Performance of Newborn Dairy Calves in Hutch Housing. *Can. J. Anim. Sci.*, 58, 517-520.
- 5) MURLEY, W. R. and E. W. CULVA HOUSE (1958) : Open Shed and Portable Pens versus Conventional Housing for Young Dairy Calves. *J. Dairy Sci.*, 41, 977-981.
- 6) 新得畜試 (1982) : 簡易哺育施設による乳用子牛の育成技術確立に関する試験. 昭和56年度成績会議資料, 20-63.

Effectiveness of Calf Hutches for Nursing Newborn Dairy Calves in Fukuoka

#### (2) Performance of Dairy Calves Nursed in Calf Hutch

ISOZAKI Yoshihiro, Hitoshi JONAI, Tsugumitsu KAMORI and Isao TAKETOMI

#### Summary

Twenty-three holstein newborn calves were allotted to two housing systems ( 11 calves in conventional calf pens versus 11 calves in calf hutches), and raised for 13 weeks. And the rearing results were compared.

Experimental results are summarized as follows :

- (1) The average weight gains during test periods were 0.7kg per day in both housing systems. And the growth rates in withers height, body length, chest girth and abdominal girth were not different between two groups.
- (2) Calf starter and hay consumption by calves were similar in two groups.
- (3) Scours occurred in 3 calves nursed in calf pens and 2 calves in calf hutches, but the other diseases did not occur.
- (4) Total labor requirements for raising one calf during 13 weeks were 784min, 885min and 950min for conventional calf pens, FRP calf hutches and wooden calf hutches, respectively.

## 牛の体外受精卵移植技術

### 第1報 体外受精卵の現地移植

上田修二・大崎順子・山下滋貴・田口清実  
(畜産研究所大家畜部)

体外培養によって発育した体外受精卵を野外で移植し、受精卵及び受卵牛の条件が受胎率におよぼす影響について検討した。

体外受精卵は、屠畜場で採取した卵巣の未成熟卵子を体外培養して成熟させ、凍結精液により体外受精させた後、体外培養により作出した。新鮮卵の移植では、327個の後期桑実胚～脱出胚盤胞を1個又は2個ずつ、性周期5～9日目の受卵牛198頭に子宮頸管経由で移植した。その結果、1卵移植で69頭中16頭(23.2%)、2卵移植で129頭中47頭(36.4%)が受胎した。胚盤胞を性周期6日目、7日目及び8日目の受卵牛に移植した時の受胎率は、各々30.0%、47.4%、40.0%であった。拡張胚盤胞では、15.4%、39.5%、44.4%であった。また、移植時の黄体は硬肉様よりも軟肉様の方が受胎率が高く、黄体の大きさによる差はなかった。凍結卵の移植では、耐凍剤を1ステップで除去し、2卵移植した受卵牛12頭のうち2頭が受胎した。

[ Keywords: in vitro fertilization, co-culture, embryo transfer, recipient ]

### 緒 言

牛の体外受精は、1977年IRITANI and NIWA<sup>1)</sup>が最初の成功例を報告した。1982年には、BRACKETTら<sup>2)</sup>が生体から採取した成熟卵子を体外受精し、産子を得ることに成功し、その後、BRACKETTら<sup>2)</sup>、SIRARDら<sup>3)</sup>、LAMBERTら<sup>4)</sup>が、同様な方法による成功例を報告している。一方、花田ら<sup>5)</sup>は、屠畜場で採取した卵巣から得た未成熟卵胞卵子を体外成熟、体外受精後、家兔の卵管で発育させた胚盤胞を移植して産子を得た。同法による成功例は、下平ら<sup>6)</sup>や上田ら<sup>7)</sup>などによっても報告されている。さらに、福田ら<sup>8)</sup>と梶原ら<sup>9)</sup>は体外培養のみにより胚盤胞まで発育したことを報告し、GOTOら<sup>4)</sup>は体外培養による受胎例を報告している。

これらの報告は数例単位の受胎・分娩例であるが、湊<sup>10)</sup>は、1987年家兔卵管内培養により発育した体外受精卵の野外での移植実証試験を実施し、111頭の受胎例(受胎率58.7%)を得ている。

本試験は体外受精卵の野外移植試験を実施し、体外受精卵の移植に係わる諸問題、特に移植卵の卵齢及び発育ステージと受卵牛の性周期との関係、移植時の黄体所見と受胎率との関係について検討したものである。

### 試 験 方 法

試験は1988年7月から1989年3月の間に実施した。

#### 1 卵胞卵子の成熟培養

屠畜場で採取した卵巣を保温した生理食塩水に入れ、実験室内に持ち帰った。ダルベッコのPBS(リン酸緩衝液)に牛血清アルブミン(Gibco:A 7906, 以下BSA)を3mg/ml加え、これを少量吸った注射器で小卵胞を吸引し、実体顕微鏡下で卵丘細胞が付着した卵子を検索し回収した。卵子は成熟用培養液で2度洗浄後、0.5mlの同液に100個まで入れ、炭酸ガス5%、空気95%、39℃の気相条件に調整した炭酸ガス培養装置内で20～24時間培養した。

成熟用培養液は、25mMヘベス緩衝TCM199(Gibco:380-2340)に子牛血清を5%、ペニシリンGカリウム(明治製薬K.K.)を100IU/ml、硫酸ストレプトマイシン(明治製薬K.K.)を100µg/ml添加したものをを用いた。

#### 2 精子の処理

精液はすべて家畜改良事業団より購入した黒毛和種の凍結精液を用いた。

ストローを37℃の温湯で溶かし、10mMカフェイン(Sigma:C-4145)添加Brackett & Oliphant(BSA欠; 以下BO)液で2度洗浄後(1800rpm, 5分)、精子濃度を4000万/mlに調整した。その後、下記の(1)又は(2)の方法のいずれかによって、精子の受精能獲得を誘起した。

(1) 前培養法: BSA(Sigma:A-4378) 20mg/ml



添加BO液で等量希釈して、精子濃度を2000万/mlとし、35mmの培養皿 (Falcon: 1008) に100~200  $\mu$ lの微小滴を作り、流動パラフィン (半井化学: アミノ酸分析用) で覆った後、炭酸ガス培養装置内で3時間静置した。

(2) ヘパリン処理法: ヘパリンナトリウム (和光製薬: 085-00134) 1  $\mu$ g/ml添加BO液で等量希釈して、精子濃度を2000万/mlとし、前法と同様に微小滴を作り、炭酸ガス培養装置内で15分静置した。

### 3 媒精及び体外培養

(1) 媒精: 成熟培養を終えた卵子を、前処理を終えた精子液100及び200  $\mu$ lの微小滴に、各々50個と50~100個の卵子を投入した。

(2) 体外培養: 3~6時間媒精した卵子は発生用培養液で2度洗浄し、500  $\mu$ lの同液に投入した。発生用培養液は10%子牛血清添加TCM199を用いた。媒精48~72時間後に培養液を交換するとともに、ピペティングによって卵丘細胞を外し、卵子とともに培養を継続した。

### 4 移植供試卵

(1) 新鮮卵: 供試卵は、媒精6~9日目の後期桑実胚~脱出胚盤胞を用いた。移植用保存液は、PBSかTCM199に、20%の子牛血清と抗生物質を加えたものを用いた。受精卵の現地への輸送は、魔法瓶で35~37°Cに保温して行った。

(2) 凍結卵: 3ステップ希釈法 (以下3ステップ法) 及び1ステップ希釈法<sup>9)</sup> (以下1ステップ法) により凍結処理した。3ステップ法は、上記發育ステージの受精卵を10%グリセリン添加PBSで凍結した。供試卵は融解後、3段階で耐凍剤を除去し、形態的に正常と思われた受精卵を移植した。1ステップ法は、10%グリセロール添加PBSと10%グリセロールと0.25Mシュクロース添加PBSで脱水後凍結した。供試卵は融解後、0.25Mシュクロース添加PBSで耐凍剤を除去し、正常卵を移植した。

### 5 受卵牛

京都酪農業協同組合及び甘木朝倉酪農業協同組合管内のホルスタイン種の未経産及び経産牛を対象とした。受卵牛の選定及び移植は、京都酪農2名、甘木朝倉酪農3名の人工授精師が主となり実施した。

受卵牛は、移植前日か当日に直腸検査により黄体の形成状態が極端に悪くない牛を選定した。移植当日の性周期は、5~9日目の範囲とした。移植試験の前・中期までは、移植当日の黄体を主観的に判断し、A、B、Cの3段階に評価した。後期では、黄体の大きさ、弾力性及び卵胞の有無について調査し

た。

### 6 移植方法

新鮮卵・凍結卵とも頸管経由法により移植した。原則として尾椎麻酔は行わなかった。1卵移植は、主として未経産牛に実施し、黄体側の子宮に行った。また、2卵移植は、主として経産牛に実施し、黄体側もしくは両側の子宮に行った。

## 結果及び考察

### 1 供試卵の状態と受胎率

(1) 供試卵の処理法: 新鮮卵移植と凍結卵移植による受胎率を第1表に示した。

今回の移植試験では、220頭に移植を実施した。内訳は、新鮮卵移植が198頭、凍結卵移植が22頭であった。受胎率は、前者は31.8%、後者は9.1%であった。

第1表 供試卵と受胎率

供試卵	移植頭数	受胎頭数	受胎率 (%)
新鮮	198	63	31.8
凍結	22	2	9.1
計	220	65	29.5

3ステップ法で凍結した体外受精卵は、融解後形態的に正常と思われたものを移植したが受胎しなかった。1ステップ法で凍結した体外受精卵は、前法に比べ融解後の生存性は向上し、2例ではあるが受胎例が得られた。しかし、生体から採取する受精卵の場合に比べ、まだ生存性は低いので凍結手法について検討の必要がある。

以下の結果は、新鮮卵のみについてまとめた。

(2) 移植個数: 移植個数と受胎率について第2表に示した。

198頭の新鮮卵移植のうち、移植個数による内訳は、1卵移植は69頭、2卵移植は129頭で、受胎率は、前者が23.2%、後者が36.4%で2卵移植が高い傾向にあった。この傾向は、移植を実施した両地区

第2表 移植個数と受胎率

移植個数	移植頭数	受胎頭数	受胎率 (%)
1	69	16	23.2
2	129	47	36.4
計	198	63	31.8

注) 新鮮卵移植

においても同様であった。

浸<sup>10</sup>の受胎成績は、1卵移植が59.4%、2卵移植が57.8%と、共に高く、しかも同等の受胎率となっているが、本試験での受胎成績が低かったのは、一つは、移植する受精卵の選定が不十分であったこと、また、受卵牛の選定幅を広くし、種々の状態の受卵牛に移植したことなどによるものと思われる。

(3) 受精卵の品種：品種別受胎率を第3表（1卵移植）と第4表（2卵移植）に示した。

1卵移植では、黒毛和種の移植が69頭中44頭で、他はF1（BDとBR）の移植であった。受胎率は、黒毛和種で20.5%、F1で平均28.0%と後者が若干高い結果となった。

第3表 1卵移植の品種別受胎率

品種	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)
BB	44	9	20.5
BD	18	5	27.8
BR	7	2	28.6
計	69	16	23.2

注) ①新鮮卵移植  
 ②品種：BBは黒毛和種  
 BDは黒毛和種×ホルスタイン種  
 BRは黒毛和種×褐毛和種

また、2卵移植では、黒毛和種の移植が129頭中61頭であった。受胎率は、黒毛和種のみで2卵移植が44.3%と他の品種の受胎率より高かった。

1卵移植と2卵移植の結果から、品種による受胎率には差は無いと思われる。

(4) 供試卵の卵齢と発育ステージ：体外受精卵は

第4表 2卵移植の品種別受胎率

品種	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)
BB+BB	61	27	44.3
BD+BD	36	11	30.6
BB+BD	21	4	19.0
BB+BR	9	3	33.3
(BR+BR)	1	1	100.0)
(BD+BR)	1	0	0.0)
計	129	46	35.6

注) ①新鮮卵移植  
 ②( )内は移植頭数が少ないので参考区として記載。

発育速度が必ずしも一様でないため、同じ卵齢でも発育ステージが異なる。そこで、卵齢と発育ステージのどちらが受胎率に影響を及ぼすかについて検討した。

移植卵の卵齢と受卵牛の性周期が受胎率におよぼす影響について集計した結果を第5表に示した。

8日齢の受精卵を性周期が7日目の受卵牛に移植したとき、受胎率は58.3%と高率であったが、6日目と8日目の受卵牛への移植では、各々31.3%と27.3%と低率であった。9日齢の受精卵を、6日目、7日目、8日目及び9日目の受卵牛に移植したときの受胎率は7日目が最も高かったが、全体的に低率であった。10日齢の受精卵では、8日目の受卵牛に移植したとき、57.1%と高率であったが、6、7日目の受卵牛に移植したときの受胎率は、25.0%以下であった。11日齢の受精卵の移植では、受胎例は得られなかった。浸<sup>10</sup>は、8日齢と9日齢の受精卵を

第5表 受精卵の卵齢及び受卵牛の性周期と受胎率

卵 齢	性 周 期											
	6 日 目			7 日 目			8 日 目			9 日 目		
	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)
8	16	5	31.3	12	7	58.3	11	3	27.3	( 2	1	50.0)
9	14	2	14.3	45	16	36.4	22	5	22.7	8	2	25.0
10	5	1	20.0	16	4	25.0	14	8	57.1			
11	( 1	0	0.0)				( 3	0	0.0)	( 1	0	0.0)

注) ①新鮮卵の1卵移植と2卵移植（同じ卵齢の組合せのみ）の計。  
 ②卵齢は体外受精した日を1日目とし、受卵牛の性周期は発情日を0日目とした。  
 ③( )内は移植頭数が少ないので参考区として記載。

第6表 受精卵の発育ステージ及び受卵牛の性周期と受胎率

発育 ステージ	性 周 期											
	6 日 目			7 日 目			8 日 目			9 日 目		
	移植 頭数	受胎 頭数	受胎 率(%)	移植 頭数	受胎 頭数	受胎 率(%)	移植 頭数	受胎 頭数	受胎 率(%)	移植 頭数	受胎 頭数	受胎 率(%)
後期桑実胚	( 1	0	0.0)	( 2	1	50.0)	( 1	0	0.0)			
初期胚盤胞	( 1	0	0.0)				( 2	0	0.0)			
胚 盤 胞	10	3	30.0)	19	9	47.4)	10	4	40.0)	( 2	0	0.0)
拡張胚盤胞	13	2	15.4)	43	17	39.5)	27	12	44.4)	6	2	33.3)
脱出胚盤胞	( 1	0	0.0)	( 1	0	0.0)	( 3	0	0.0)			

注) 新鮮卵の1卵移植と2卵移植(同じ発育ステージの組合せのみ)の計。

6日目、7日目、8日目及び9日目の受卵牛に移植したとき、8日齢の受精卵は7日目と8日目の受卵牛との組合せで受胎率が高く、また、9日齢の受精卵では、6日目、7日目及び8日目との組合せで受胎率が高かったと報告している。この報告と著者らの結果の傾向とは必ずしも一致していないが、受精卵の日齢と受卵牛の性周期との組合せにおいて、少なくとも、受精卵の日齢より進んだ性周期の受卵牛に移植しない方が望ましいと思われる。

移植卵の発育ステージ及び受卵牛の性周期と受胎率について第6表に示した。

胚盤胞を性周期6日目、7日目、8日目、9日目の受卵牛に移植した時の受胎率は、7日目と8日目が高く、9日目は受胎しなかった。また、拡張胚盤胞を移植した時の受胎率でも、7日目と8日目が高かったが、9日目でも受胎した。後期桑実胚、初期胚盤胞及び脱出胚盤胞はいずれも移植例数が少なく、後期桑実胚の移植で1例の受胎例(性周期=7日目)が得られただけであった。

以上のことから、移植卵の発育ステージからは、胚盤胞は7日目前後の受卵牛に、拡張胚盤胞は8日目前後の受卵牛への移植が適していると思われ、受卵牛を中心に考えると、性周期7日目の受卵牛には8~9日齢の胚盤胞あるいは拡張胚盤胞、8日目の受卵牛には10日齢の拡張胚盤胞あるいは胚盤胞の移植が適していると思われる。

## 2 受卵牛の状態と受胎率

(1) 移植時の黄体所見: 移植試験の前・中期まで、人工授精師の直検触診により黄体のランクをA, B, Cの3段階に評価した。Aランクは移植に最適、Bランクは適当、Cランクは不適とし、ランクごとの受胎率を第7表に示した。

受胎率は、最適のAランクが38.9%と最も高かつ

第7表 黄体のランクと受胎率

ランク	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)
A	36	14	38.9
B	38	9	23.7
C	16	5	31.3

注) 新鮮卵移植

たが、不適と判断されたCランクも31.3%の受胎率であった。このことにより、人工授精師の個人差が出やすい判定方法では、受卵牛の選定は困難であると思われる。

移植試験の後期では、移植時の黄体の大きさ及び弾力性と受胎率について検討し、結果を第8、9表に示した。

大きさ別受胎率では、20mm以上が27.8%、10~20mmが34.0%、10mm未満が29.7%と差は見られなかった。例数は少ないが、卵胞を有する卵巣でも

第8表 移植時の黄体の大きさと受胎率

大きさ	卵胞の有無	移植頭数	受胎頭数	受胎率(%)
20mm≤	-	16	3	18.8
	+	( 2	2	100.0)
計		18	5	27.8
10~	-	48	16	33.3
	+	( 2	1	50.0)
計		50	17	34.0
10mm>	-	37	11	29.7

注) ①新鮮卵移植

②5mm以上で波動感のあるものを「+」。

第9表 移植時の黄体の弾力性と受胎率

弾力性	卵胞の有無		移植頭数	受胎頭数	受胎率 (%)
	有	無			
軟肉様	-		69	23	33.3
	+		(4)	3	75.0
計			73	26	35.6
硬肉様	-		32	7	21.7

注) 新鮮卵移植

4例中3例が受胎した(第8表)。

移植時の黄体の弾力性と受胎率については、対象とした105頭中、軟肉様黄体の受卵牛73頭、硬肉様黄体が32頭であった。受胎率は、硬肉様の黄体では21.7%と低率であったが、軟肉様の黄体では35.6%と高くなる傾向を示した(第9表)。

砂川ら<sup>19)</sup>は、移植時の黄体所見として、大きさ、弾力性、卵胞の有無によって分類したところ9種類になり、それを受胎成績と照合した結果、黄体の大きさが20mm以上か15mm前後の軟肉様で5mm以上の卵胞を持たない群が、他の黄体形状を示した群に比べ、受胎率が有意に高かった(62.2>8.3%)と報告している。著者らは黄体の大きさについては、受胎率に差は認めなかったが、弾力性については砂川らの報告と同様な結果であった。本試験において、移植例数は少ないが、卵胞を持つ受卵牛でも受胎例が見られたことから、5mm前後の卵胞であれば、受胎率への影響は少ないと思われる。これらの結果から、主観的な判断のみでは、適切な判定は困難と思われるが、移植前日か当日に黄体の弾力性や大きさを客観的に評価することにより受胎率の向上が図れると思われる。

(2) 未経産牛と経産牛：対象とした198頭中、未経産牛が73頭、経産牛が125頭であり、それぞれの受胎率を第10表に示した。

未経産牛と経産牛の1卵移植による受胎率は、各々25.9%、13.3%であり前者において高く、2卵移植では、各々31.6%、38.0%で差はなかった。また、4産以上の受卵牛の受胎率は、47.1%(8/17)と経産牛の平均値34.4%(43/125)より高かった。

湊<sup>20)</sup>は受卵牛を未経産牛と経産牛とに分けて受胎率を比較したところ、前者が60.0%、後者が56.5%で差はなかったと報告している。本試験でも両者に顕著な差は見られなかった。本試験において4産以上の受卵牛の受胎率が高い傾向を示したが、その理由として高産次の牛ほど繁殖性が高いことが考えられる。

第10表 未経産牛と経産牛の受胎率

	1卵移植			2卵移植		
	移植頭数	受胎頭数	受胎率 (%)	移植頭数	受胎頭数	受胎率 (%)
未	54	14	25.9	19	6	31.6
経	15	2	13.3	110	41	38.0
4>	14	2	14.3	94	33	35.1
4≤	(1)	0	0.0	16	8	50.0

注) ① 新鮮卵移植

② 4>は4産未満。4≤は4産以上。

当面考えられる体外受精卵の受胎率向上対策としては、①新鮮卵で胚盤胞～拡張胚盤胞の移植、②2卵移植、③性周期7日目と8日目で軟肉様黄体保有牛の選定、が考えられる。さらに、体外受精卵移植技術確立には、体外受精卵の凍結技術の確立が今後の大きな課題である。

### 謝 辞

受卵牛の選定、体外受精卵の移植及び受卵牛の妊娠判定を実施していただいた京都酪農業協同組合山下好氏、藤井直樹氏、甘木朝倉地区乳牛診療人工授精所西原武司氏、三浦孝憲氏、桑野俊夫氏に深謝いたします。また、卵巣採取に協力していただいた福岡市食肉衛生検査所、北九州市食肉センター、福岡県食肉衛生検査所、(株)フクチク、福岡食肉市場関連企業組合、九州協同食肉株式会社の関係職員の方々に深謝いたします。

### 引用文献

- 1) BRACKETT, B. G., D. BOUSQUET, M. L. BOICE, W. J. DONAWICK, J. F. EVANS and M. A. DRESSEL (1982): Normal Development Following in Vitro Fertilization the Cow. Biol. Reprod. 27, 147~158.
- 2) BRACKETT, B. G., C. L. KEEFER, C. G. TROOP, W. J. DONAWICK and K. A. BENNETT (1984): Bovine Twins Resulting from in Vitro Fertilization. Theriogenology 21, 224.
- 3) 福田芳詔・市川優樹・久保加奈子・小池美子・高見健一郎・恩谷武志・豊田 裕 (1987): 牛体外成熟-体外受精卵の体外培養による胚盤胞への発生について。第79回日本畜産学会大会講演要旨 I-35.
- 4) GOTO, K., KAJIHARA, Y., KOSATO, S., KOBAYASHI, M., NAKANISHI, Y. and K. OGAWA (1988)

- : Pregnancies after Co-culture of Cumulus Cells with Bovine Embryos Derived from In-vitro Fertilization of In-vitro Matured Follicular Oocytes. *J. Repr. Fert.* 83,753~758.
- 5) 花田 章・鈴木達行・塩谷康生 (1986) : 体外成熟卵子の体外受精により得られた牛胚の非外科的移植による受胎出産例. 第78回日本畜産学会大会講演要旨 I-36.
- 6) IRITANI, A. and K. NIWA (1977) : Capacitation of Bull Spermatozoa and Fertilization in Vitro of Cattle Follicular Oocytes Matured in Culture. *J. Reprod. Fert.* 50,119~121.
- 7) 梶原 豊・後藤和文・小坂昭三・中西喜彦・小川 清彦 : 牛卵胞卵子の体外受精および体外培養によるふ化. *家畜繁殖学会誌* 33, 173~180.
- 8) 梶原 豊・米谷尚子・小山恒太郎・菱山和洋・小柴雄二・小林里美・白岩憲司・安積弥一郎 (1988) : 牛体外受精由来胚の凍結保存 (0ステップ移植法による凍結保存について). *家畜繁殖学会第74回大会講演要旨* I-17.
- 9) LAMBERT, R. D., M. A. SIRARD, C. BERNARD, R. BELAND, J. E. RIOUX, P. LECLERC, D. P. MENARD and M. BEDOYA (1986) : In Vitro Fertilization of Oocytes Matured In Vivo and Collected at Laparoscopy. *Theriogenology*, 25, 117~133.
- 10) 湊 芳明 (1989) : 乳用牛からの肉牛生産への応用. 第4回東日本家畜受精卵移植技術研究会, 講演要旨 11~14.
- 11) 下平乙男・花田 章・鈴木達行・酒井 豊・松田修一・石田隆志 (1986) : 凍結保存した体外受精卵による双子生産. *家畜繁殖学会第70回大会講演要旨* 26.
- 12) SIRARD, M. A., R. D. LAMBERT, D. P. MENARD and M. BEDOYA (1986) : In Vitro Fertilization in the Cow: 6 Calves are Born From Surgical or Non-Surgical Uterine Transfer to Heifers. *Theriogenology* 25, 198.
- 13) 砂川政広・笠原民夫・角田龍司・大津昇三 (1987) : 牛受精卵 (胚) 移植における受卵 (胚) 牛の黄体形状及び血中プロジェステロン値と移植成績. *家畜繁殖学会誌* 33, 206~208.
- 14) 上田修二・山下滋貴・田口清実・井上尊尋 (1988) : 牛の体外受精による分娩例. *福岡農総試研報 C-7*, 23~28.

#### In Vitro Fertilization and Embryo Transfer of the Bovine

##### (1) Pregnancy Rates Following Transfer of Embryo on the Farm

UEDA Shuji, Junko OSAKI, Shigetaka YAMASHITA and Kiyomi TAGUCHI

#### Summary

Embryos were obtained after in vitro maturation of follicular oocytes, in vitro fertilization and in vitro development utilizing a co-culture system with bovine cumulus cells.

Embryos developed to late morulae, blastocysts and hatched blastocysts were non-surgically transferred to the uteri of cows at Day 5-9 of the oestrus cycle (Day 0 = oestru). Pregnancy diagnosis was done by rectal palpation 40-50 days after transfers.

When 1 and 2 embryo per a recipient were transferred, pregnancy rates were 23.2% (16/69) and 36.4% (47/129), respectively. When blastocysts were transferred to recipients at Day 6, Day 7 and Day 8, pregnancy rates were 30.0% (3/10), 47.4% (9/19) and 40.0% (4/10), respectively. When expanded blastocysts were transferred at each day, pregnancy rates were 15.4% (2/13), 39.5% (17/43) and 44.4% (12/27), respectively. Pregnancy rate was higher in recipients with tender corpus luteum (CL) than those with tough CL. By the size of CL, pregnancy rates were unaffected.

Out of 22 recipient cows which had received frozen and thawed embryos (2 embryos/recipient), 2 became pregnant.

## 家畜尿汚水の立体的ハウス蒸散処理

### 第2報 実用装置の開発と処理能力

山下滋貴・上田修二・田口清実・井上尊尋  
(畜産研究所大家畜部)

従来の放流型や土地還元型の尿汚水処理方式に代わる新しい尿汚水処理技術を確認するため、実用規模の立体的ハウス蒸散処理装置を開発し、その処理能力を調査した。

処理装置は、第1報で報告した被膜式蒸散処理方式を改良したもので、36㎡の汚水槽上に、幅1.8m、長さ2mの蒸散シートを10cm間隔で縦に92列、並列配置した構造になっており、装置設置面積当りの処理面積を、約20倍に拡大しているのが特徴である。

本処理装置の処理能力を調査した結果、装置設置面積当りの蒸散量は年間平均で約11.2ℓ/㎡・日であり、立体的な構造にすることによって、従来のハウス蒸散処理方式に比べて約4倍程度処理量が増加した。

また、処理液の水質を調査した結果、調査期間中、浮遊性固形物含量、BOD濃度は低濃度で推移しており浄化効果の高い処理方式であるが、長期間の処理を行うと処理液の濃縮化が進行する傾向を示した。

[Keywords: waste water, evaporation disposal, plastic house, swine waste]

### 緒言

近年、畜産経営においては、自然環境保全の立場から、放流型の尿汚水処理が困難となっており、これに代わる尿汚水処理技術の開発が急務となっている。

特に、土地との結びつきの少ない養豚農家における尿汚水処理については、処理の対応が困難なことから、ふんの乾燥及び発酵処理途中に尿汚水を投入する蒸散処理法や土壤浸透蒸散処理法が普及しつつある。しかし、いずれの処理方式も広い施設面積が必要であり、悪臭、水分調整、目詰まり等、多くの問題点が残されているのが現状である。

このような背景から、著者らは、少ない施設面積で、しかも処理コストの安い尿汚水処理技術として、立体的ハウス蒸散処理方法についての研究を行っており、第1報<sup>6)</sup>で5種類の立体的蒸散処理方式を用いた処理能力調査結果を報告した。

その結果、設置面積当りの有効処理面積を多くした被膜蒸散方式の処理効果が高く、その処理能力は対照区の約3倍であることを明らかにした。

本報は、この被膜蒸散方式を、さらに改良した実用規模の立体的ハウス蒸散処理装置を開発し、その処理能力について検討したので報告する。

### 材料及び方法

#### 1 処理装置の開発

蒸散処理装置の開発は、次のような基本構想に基づいて行った。

(1) 単位面積当りの処理面積を大きくするため、立体的な構造とする。

なお、処理方式の選定に際しては、単純構造でありメンテナンスが容易であること、及び設置面積当りの製作コストが安価であることという条件から、第1報で報告した被膜蒸散方式の構造を基本にして改良、試作を行った。

(2) 従来の放流型、あるいは土地還元型の処理とは異なる完全処理型の処理方式とする。

本県のように都市近郊型畜産経営農家が多い地域では、排水規制の強化に伴い、放流型の尿汚水処理が困難となりつつあり、また、尿汚水を液肥として還元する田畑も限られている。そこで、今回の蒸散処理方式は、経営体内でできるだけ処理を行う閉鎖型処理方式とした。

(3) 運転経費を抑えるために、太陽熱、風等の自然エネルギーを効率的に利用できる施設構造とする。

本処理方式と同様の観点から、亀岡ら<sup>2)</sup>も無放流型の処理方式であるディスク蒸発処理装置を開発し、既に実用化しているが、強制送風によって尿汚水中の水分を蒸発処理するため、送風機の運転経費

が高いという欠点がある。

したがって、今回の蒸散処理方式は、処理にかかる運転経費をできるだけ抑えるように、自然エネルギーを効率的に利用できる施設構造とした。

## 2 処理装置の尿污水处理能力調査

1987年4月から1989年3月に、当場で開発した立体的ハウス蒸散処理装置の処理能力調査を行った。

供試材料は、当場の豚舎から排出される豚尿污水(原污水のBOD濃度は約3,000mg/l)を用い、汚水中の粗大固形物の除去と臭気の軽減のために、おが屑ろ過処理、又はメタン発酵処理で前処理を行った汚水を、蒸散処理装置に投入した。

調査項目は、汚水槽の水位変化を計測して求めた蒸散量、気象、処理水の水質、及び消費電力量である。

## 結果及び考察

### 1 処理装置の開発

前述のように今回開発した立体的ハウス蒸散処理装置は、第1報で報告した被膜蒸散方式を基本型として改良を加えたものであり、装置の概要については第1図に示すとおりである。

本装置はハウス内に設置した汚水槽の上に、蒸散助材であるシートを縦型に多数懸架し、装置設置面積当たりの処理面積を大きくする構造をとっている。尿污水は汚水槽から揚水ポンプで装置上部の投入器に入り、蒸散シートを伝わって再び汚水槽に戻る。このように汚水をシートに循環散布することによって、常時シート表面を汚水と接触させた状態にして、シート表面から水分を蒸発させる仕組みになっている。

る。

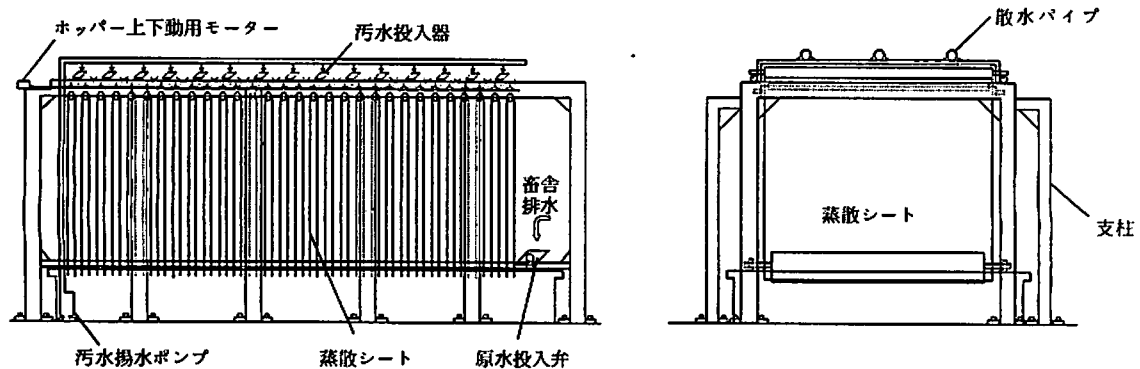
次に、本処理装置の構造上の特徴点を以下に示す。

(1) 尿污水投入機構：蒸散シートに尿污水を散布するに当たっては、シート表面を有効に利用するために、尿污水をシートに均一に散布する必要がある。そのために独自の尿污水投入機構を考案した。

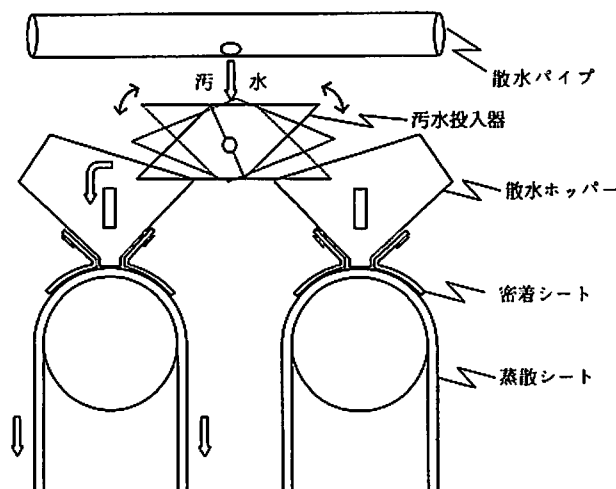
概要を第2図に示したが、汚水槽から投入ポンプで揚水された尿污水は、装置上部に配管された塩ビ製の散水パイプから污水投入器に入る。この污水投入器は、3角形の樋を貼合わせた形をしたもので、尿污水が投入器の片側に入ると污水自体の重さで投入器が転倒し、両側に配置している散水ホッパーに交互に分配される。散水ホッパーとシートの接する部分は、3mm程度の隙間ができるように調整しており、この隙間から尿污水がシート上に流れ出るようになっているが、投入器の転倒によって入ってくる尿污水は落下時の勢いが強く、この隙間から水平に飛散する可能性があるため、これを防止するために飛散防止用の密着シートを取り付けた。

散水パイプの污水排出口から直接シートに散水した場合には、必ず污水の通り道ができてシートに均一に散布されず有効面積が小さくなることから、このような投入機構を考案したが、本方式を用いることによって蒸散シートに均一に尿污水を散布することができるようになった。

(2) 目詰まり防止機構：上述の污水投入方式を用いて長時間汚水を循環散水する場合には、散水ホッパーとシートの隙間に汚水中の固形物が蓄積し、目詰まりが発生する恐れが生じたため、第3図に示



第1図 立体蒸散処理装置概要図



第2図 尿汚水投入機構

すような目詰まりを防止するための固形物除去機構を考案した。

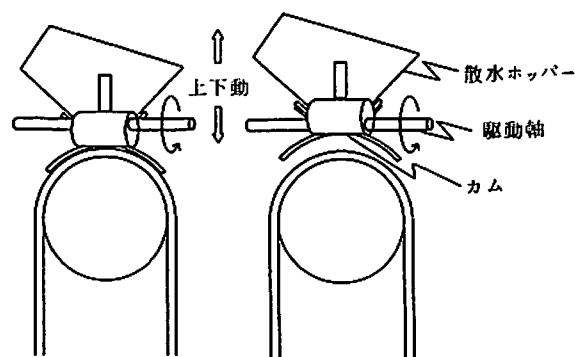
目詰まりは汚水飛散防止用の密着シートと蒸散シートの間で発生しやすいため散水ホッパーを上下動させ、散水ホッパーと蒸散シートとの隙間を広げ、汚水投入器から入ってくる汚水の勢いで固形物を洗い流せるようになっている。

散水ホッパーの上下動は、第1図に示したホッパー上下動用モーターの駆動軸に中心軸をずらせた円筒カムを取り付け、駆動軸を回転させることによって行った。

本方式を用いることにより、投入部の目詰まりが発生した場合でも散水ホッパーを上げて30分程度汚水を流すことにより固形物が洗い流され、目詰まりが解消された。

(3) 蒸散シートの材質：第1報で報告した被膜蒸散方式では、蒸散シートの材質に麻布を使用していた。また、斉藤ら<sup>5)</sup>は種々の繊維を用いて蒸散効率についての基礎調査を行い、綿生地が優れていることを報告している。しかし、一般には植物性の繊維は尿汚水のような腐蝕性の強い液体に対して弱いとされており、実際に第1報で使用した麻布に尿汚水を長時間散布すると繊維が腐蝕して破れてしまうことが確認された。したがって、装置の開発に当たっては耐久性の強い化学繊維を使用することにした。

材質の選択に当たっては、シート表面の撥水性が



第3図 目詰まり防止機構

高いと有効蒸散面積が小さくなり蒸散効率が低下するため、吸水性の高い材質であることと、シートの単価が安いことの2点を選択基準とした。

以上の条件に適合する材質を検討した結果、蒸散シートには、ポリプロピレン製の家庭用カーペットマットを使用することにした。この材質は、吸水性も高く、一般家庭用として大量生産されているため、1㎡当たりの単価が1,000円程度（有効蒸散面積当たりでは裏表を利用するので500円/㎡）と安く、蒸散装置に用いるのに適していると考えられる。

なお、本シートを用いた尿汚水の蒸散処理を開始してから2年経過しているが、まだシートの破損等の事故は発生していないことから、本シートは耐久性の高い材質であると思われる。

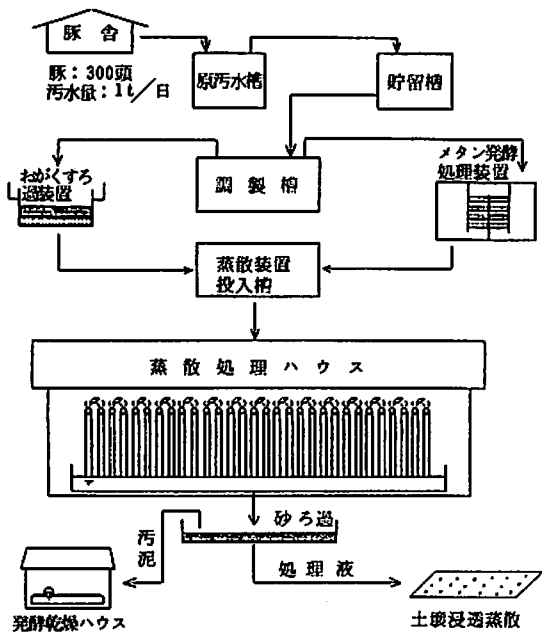
(4) ハウス構造：開発の基本構想でも述べたように、立体的ハウス蒸散処理の場合には、太陽熱や風等の自然エネルギーを有効に利用することが、処理効率を高める重要な要因となる。したがって、処理装置を設置するハウスは太陽熱及び風を最大限に利用できる構造とした。

まず、ハウスの被覆材は太陽光の透過率が高く耐久性の高いFRA（アクリル樹脂）を使用した。この材質は園芸用のハウス等にも利用されており、太陽エネルギーを効率的に利用することが可能で、蒸散処理ハウスの屋根材として適すると考えられる。

次に、ハウスの側面は手動式のはね上げ窓を取り付け、側面積の1/2を開放できるようにした。

これは、第1報での試験結果に基づいたもので、ハウスを密閉して強制換気を行うよりも、ハウス側面を開放した方が蒸散効果が高く、側面の開放度は1/2開放で全開放の場合と同程度の処理効果が得





第4図 立体的ハウス蒸散処理フローシート

られたことによる。

なお、ハウス側面の窓は通常は開放して処理を行うが、台風や異常低温時には窓を閉じて運転することとした。

(5) 施設、装置の概要：処理のフローシートを第4図、施設・装置仕様の概要を第1表に示した。

尿汚水の蒸散処理においては、投入汚水濃度及び臭気の軽減が技術上の問題点である。これらの問題解決のため、蒸散処理の前処理としておがくずろ過処理、メタン発酵処理を取り入れた。

また、処理液は原則として装置外には排出しないようにしたが、長期間の処理で濃厚になった処理液は、砂ろ過後、土壌浸透蒸散処理するようになっている。

2 処理装置の能力

(1) 蒸散処理量：開発した立体シート式蒸散処理装置の月別蒸散処理量は第5図に示すとおりである。

設置面積当たりの蒸散量は多い時期で15 l/m<sup>2</sup>・日、少ない時期で7 l/m<sup>2</sup>・日を記録し、季節間変動が大きかったが、平均蒸散処理量は、11.21 l/m<sup>2</sup>・日(シート表面積1 m<sup>2</sup>当たりで610 ml/日)であった。

この値は従来のハウス蒸散処理方式の年平均処理量3 l/m<sup>2</sup>・日に比較すると4倍程度多く、ハウス

第1表 処理施設装置概要

項目	仕様
おがくずろ過装置	槽容積 1 m <sup>3</sup> × 2基 (交互使用)
メタン発酵装置	発酵槽容積 15 m <sup>3</sup>
蒸散処理ハウス	100 m <sup>2</sup> (L20m × W5m), FRA製
装置設置面積	36 m <sup>2</sup> (L12m × W3m)
汚水槽容積	17 m <sup>3</sup> (L12m × W2.8m × D0.5m)
蒸散シート	ポリプロピレン製カーペットマット
シートの延面積	662 m <sup>2</sup> (L2m × W1.8m × 2面 × 92枚)
散水動力	0.4kw水中ポンプ1台
蒸散量測定方式	水位センサー測定

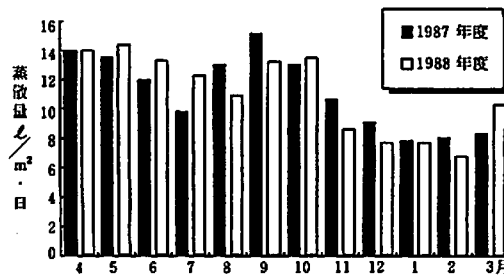
設置面積を約1/4に縮小することができる。

また、冬期の蒸散処理量は夏期の約2分の1に低下したが、3月から11月までの蒸散量は、ほぼ10 l/m<sup>2</sup>・日以上であった。

他の蒸散試験の報告では、亀岡ら<sup>2)</sup>の行ったディスク蒸発処理装置が有効蒸発面積1 m<sup>2</sup>当たりで1600 ml/日、森本ら<sup>1)</sup>の行った回転シートベルトを用いた立体蒸発装置が640 ml/日、千葉畜産センターの開発した立体蒸発処理装置<sup>1)</sup>が585 ml/日の処理能力であった。これらの報告と比較すると本処理装置は年平均で有効蒸散面積当たり610 ml/日の処理量であることから、森本らや千葉畜産センターの装置と同程度の処理能力を有しているといえる。

なお、亀岡らの開発したディスク蒸発装置は強制送風を行って処理を行っているため、他の3方式に比べて処理能力が高かったと考えられ、単純に比較することはできない。しかし、ディスク蒸発装置を除いた他の3処理方式の処理量が大きく変わらないことを考慮すると、立体的な構造を採用した蒸発処理方式では有効蒸散面積当たりの処理量は年平均で600 ml/日前後ではないかと推察される。

(2) 蒸散量と気象要因の関係：蒸散に関係すると



第5図 蒸散処理量の推移

第2表 蒸散量と各気象要因の関係

従属変数 Y	独立変数				回帰式	相関係数 又は 重相関係数
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>		
蒸散量	温度				$Y = 10.6749X_1 + 442.6586$	0.3466
蒸散量		湿度			$Y = -10.2671X_2 + 1245.1867$	-0.3671
蒸散量			日射量		$Y = 0.1468X_3 + 305.8042$	0.6559
蒸散量				風速	$Y = 134.9402X_4 + 506.9855$	0.1313
蒸散量	温度	湿度	日射量	風速	$Y = 14.878X_1 - 13.5462X_2 + 0.0816X_3 + 135.1434X_4 + 1008.3317$	0.7716

注) 1988年4月から1989年3月までの1年間のデータを使用。

第3表 蒸散処理液の成分変化

項目経過	pH	溶解性固形分 mg/ℓ	浮遊性固形分 mg/ℓ	BOD mg/ℓ	総窒素 mg/ℓ	リン mg/ℓ	電気伝導度 mS/cm	塩素 mg/ℓ	透視度 度
開始時	6.3	20.0	1.0	11.0	3.8	4.6	0.6	46.1	>50.0
0.5ヵ月	6.2	759.0	1.7	3.0	-	-	1.0	69.3	>50.0
1ヵ月	6.1	1,719.0	18.7	25.0	85.4	79.3	2.7	219.7	13.0
3ヵ月	7.1	4,293.0	84.0	32.0	171.9	146.6	4.8	624.3	11.5
6ヵ月	6.7	7,643.0	46.1	34.0	480.6	164.5	11.2	1,135.6	12.5
1年	6.2	17,145.0	20.2	42.0	1,309.0	175.4	27.9	2,796.0	11.5

注) 開始時は汚水槽を水で満たした状態にしており、これに汚水を追加投入する形式で調査を行った。調査期間は1987年9月～1988年8月である。

思われる気象要因と蒸散量の相関を第2表に示した。単回帰分析の結果では日射量との相関が高いことが示されたが、温度、湿度、風速との相関は低かった。

また、総合的な気象要因と蒸散の関係を見るために、重回帰分析を行った結果、温度(℃: X<sub>1</sub>)、湿度(%: X<sub>2</sub>)、日射量(kcaℓ/m<sup>2</sup>・日: X<sub>3</sub>)、風速(m/s: X<sub>4</sub>)とシート表面積1m<sup>2</sup>当たりの蒸散量(ml/m<sup>2</sup>・日: Y)の間に、 $Y = 14.8785X_1 - 13.5462X_2 + 0.0816X_3 + 135.1434X_4 + 1008.3317$ の関係があり、重相関係数は0.7716であった。

したがって、本処理装置を設置する場合には、設置場所の気象データをこの重回帰式に代入することによって推定蒸散量を求めることが可能で、処理施設設計時の施設規模算定に利用することができる。

(3) 蒸散処理による水質の変化: 本処理装置で連続して蒸散処理を行った場合の処理液の水質変化を第3表に示した。なお、投入液は前処理後の液で、浮遊性固形物含量が500mg/ℓ、BOD濃度が1,500mg/ℓ程度の汚水を常時装置に投入して処理を行った。

浮遊性固形物含量及びBODについては、試験期間中低濃度で推移しており、1年を経過しても100mg/ℓを越えることはなく、投入液に対する除去率は、浮遊性固形物は90%以上、BODは97%以上を示し、非常に浄化能力の高い処理方式であった。

これは、本処理装置が常時汚水を蒸散シートに循環散水しているため曝気効果が高く、蒸散シート表面が好氣的になり、緑藻類等の微生物が繁茂したためにこのような高い浄化効果が得られたと考えられる。

一方、溶解性固形物含量、総窒素、リン、塩素等の成分は処理の経過に伴って濃度が高くなっており、装置汚水槽内で処理液の濃縮化が進行していることが示された。

本処理方式は前述のように微生物による浄化効果が期待できるが、閉鎖系処理方式であるので、塩類のように微生物による処理が困難な無機物質は装置内に蓄積すると考えられる。

また、濃縮液のまま運転を継続した場合には、処理液を土地還元することが困難になるとともに装置を腐蝕してしまう恐れもあるため、長期間にわたる連続運転は避け、濃縮化がそれほど進まない3ヵ

第4表 消費電力量

総消費電力量	1日当たり	汚水1m <sup>2</sup> 当たり
4,064.8kwh	11.14kwh	27.42kwh

注) 調査期間: 1987年9月～1988年8月

月程度で処理液を抜取ったほうがよいと思われる。

なお、濃縮化の進行程度が蒸散効果に及ぼす影響については今後検討を要する問題である。

(4) 処理経費について：本処理装置の直接処理経費である電力消費量を調査し、第4表に示した。

汚水1 m<sup>3</sup>を処理するのに要する消費電力量は27.42kwhであるので、1kwh当たりの電気料金を21円として計算すると約576円かかることになる。

他の蒸発処理装置の処理経費は、川野ら<sup>3)</sup>の行ったディスク蒸発処理装置の処理経費試算では汚水1 t当たりの電力消費量は55.2kwh (3 m<sup>3</sup>/日処理の装置で消費電力量4,968kwh/月)、千葉畜産センターの開発した装置<sup>1)</sup>では3.16kwhを要したと報告されている。また、県内の養豚農家に設置されている活性汚泥処理施設の処理経費試算を行ったところ、汚水1 t当たりの消費電力量は7.5kwhであり、本処理装置はディスク蒸発装置に比べると電力消費量は少ないが、他の2法に比べるとかなり多い結果となった。

これは本処理装置が24時間運転を行ったことや、放流型の処理方法とは異なり閉鎖型処理方式であるためと考えられ、処理量の減少する夜間の間欠運転方法や土壌処理との組み合わせ処理方法によって、装置にかかる負荷を軽減すれば、電力消費量を節減することが可能であると考えられる。

以上要約すると、著者らが開発した立体的ハウス

蒸散処理装置は、従来のハウス蒸散処理方式に比べて約4倍程度処理量が多く、汚水の浄化効果も高いことが確認された。しかし、長期間運転時に処理液の濃縮化が進行して後処理が困難になることや、処理経費が浄化処理方式に比較して割高になること等の問題点が明らかになり、今後さらに検討する必要があることが示唆された。

#### 引用文献

- 1) 千葉畜産センター資料(1988)：立体蒸発装置による畜舎汚水の処理に関する研究(第1報)。
- 2) 亀岡俊則，因野要一，崎元道男，三浦正信(1983)：ディスク蒸発法による牛尿汚水の処理。畜産の研究37(9)37~44。
- 3) 川野組男，福元守衛，宮内泰千代，献元隆男(1980)：家畜のふん尿処理に関する研究。鹿児島畜試研報12, 175~188。
- 4) 森本善明，中山隆司，中井貞夫：家畜の尿および畜舎汚水の蒸発処理に関する試験(第2報)。兵庫畜試研報21, 189~196。
- 5) 斉藤敏行，鈴木要，福島実，福光健二(1979)：尿汚水の大气処理に関する試験。群馬畜試研報18, 177~179。
- 6) 山下滋貴，上田修二，田口清実，井上尊尋(1987)：家畜尿汚水の立体的ハウス蒸散処理。福岡農総試研報C-6, 41~44。

#### Vertical Evaporation Disposal of Livestock Waste Water in a Plastic House (2) Development of an Evaporation Apparatus for Animal Waste Water Disposal

YAMASHITA Shigetaka, Shuji UEDA, Kiyomi TAGUCHI and Takahiro INOUE

#### Summary

In order to establish a new technique for a waste water disposal, we developed a practical evaporation apparatus for the treatment of livestock waste water in a plastic house.

Many sheets of polypropylene clothes were hung vertically in the apparatus, and the disposal surface was about 20 times as broad as the facility area.

The amount of evaporation per unit facility area by this system was 11.2 l in a day.

More than 90 percent of Suspended Solids and Biological Oxygen Demand in the disposal solution was removed during a test period. But the treated solution tended to graduate when it was not drained from the evaporation apparatus for a long time.

## 母豚及び子豚に対する 豚丹毒生菌ワクチンの接種方法

浅田研一・杉野 繁・大江龍一\*・神田雅弘\*\*・牧野 淳\*\*\*  
(畜産研究所中小家畜部)

豚丹毒生菌ワクチン接種による、免疫産生の向上を図る目的で、母豚及び移行抗体を保有する子豚に対する、ワクチンの効果的な接種時期を検討した。

- 1 母豚において、ワクチン接種1カ月後の血清で、抗体価が上昇した個体及び高い個体と、抗体価が低下した個体及び低い個体とに分けて抗体価の推移を調査した結果、いずれの場合も豚丹毒抗体価持続期間は6カ月が限界であり、予防接種は6カ月間隔以内で行う必要があることが明らかになった。
- 2 分娩6カ月間前にワクチン補強接種を行った母豚から生産した子豚について、ワクチン接種日齢を変えて接種した結果、子豚のワクチン接種時期は、母豚の抗体価4倍未満のときは45日齢、4倍のときは60日齢、8倍のときは60日齢以降に接種した方が抗体の上昇がよく、母豚の抗体価の高低により接種時期を変える必要があることが明らかになった。

野外において、母豚に対し6カ月間隔で補強接種を行う場合、補強接種1カ月後の抗体価から子豚のワクチン接種時期を推定できる。

[Keywords: swine, live-erysipelothrix vaccine, vaccination, antibody ]

### 緒 言

豚丹毒は豚丹毒菌の感染によって発生する法定家畜伝染病であり、人畜共通の伝染病で、数ある豚の伝染病の中でも古典的なものの一つである。しかし、今なお世界各地で発生しており、死亡率の高い急性敗血症のみならず、慢性型である心内膜炎、関節炎による発育障害など養豚業に与える損害は少くない。

これらの損害の防止にはワクチン接種が有効な予防手段であることから、年々ワクチン接種頭数が増加し、それに伴い急性型の発生頭数は減少した。しかし1985年頃から、と畜検査において慢性型豚丹毒による、廃棄頭数が漸増していることが指摘されている。また県下においても、1984年に肉豚経営農家で、ワクチンを接種したにもかかわらず、尋麻疹型豚丹毒が発生した事例<sup>1)</sup>もみられている。このような背景から、抗体産生阻害要因としての移行抗体と、ワクチンの接種時期との関連性について検討する必要性が生じた。

そこで本試験では、ワクチン接種による免疫産生を向上させるため、豚丹毒ワクチンを接種した母豚

の抗体価の推移を調査し、母豚に対するワクチンの接種間隔を検討するとともに、移行抗体を保有する子豚に対する豚丹毒ワクチンの効果的な接種時期を検討した。

### 試 験 方 法

#### 1 試験区分

(1) 母豚の抗体価の推移調査 繁殖用雌豚12頭を供試し、ワクチン接種1カ月後の血清で、抗体価が上昇した個体及び高い個体6頭をA群、抗体価の低下した個体及び低い個体6頭をB群とし、抗体価の推移を調査した。

(2) 子豚に対するワクチン接種時期 A及びB群の母豚より生産された子豚104頭を供試し、分娩6カ月前にワクチン補強接種を行った母豚の1カ月後のIgG-WP価(以下GWP価)を基準に、子豚のワクチン接種日齢を30、45及び60日齢とし、第1表のとおり試験区を設定した。

#### 2 供試ワクチン及び接種方法

アクリフラビン耐性弱毒豚丹毒菌小金井65-0.15株を用いてシードロットシステムにより製造された市販ワクチンを使用した。豚丹毒生菌ワクチンは供試豚の頸部皮下に1.0mlづつ接種した。

#### 3 供試豚の観察及び採血

ワクチン接種後3~5日間、健康状態、食欲等の

\* 現筑後家畜保健衛生所  
\*\* 現北九州家畜保健衛生所  
\*\*\* 中央家畜保健衛生所

臨床所見を観察するとともに、注射部位に出現する腫脹度を観察する善感反応検査を行った。採血時期は、母豚についてはワクチン接種前と、接種1, 3, 5, 及び7カ月後、子豚については接種1カ月後とし、採血は頸静脈より行った。

4 抗体価測定法

Marienfelde株を用い、生菌発育凝集反応により血清抗体価(以下WP価)を測定し、さらに、生体内で産生される最も重要な感染防御抗体価を示すGWP価は、血清を2-メルカプトエタノールで処理したのち、上記反応により測定した。ただし、GWP価の陽性限界は4倍とした。

第1表 子豚の試験区分

区分	母豚のGWP価(倍)	ワクチン接種日齢(日齢)	供試頭数(頭)
1-1		30	12
2	< 4	45	14
3		60	14
2-1		30	13
2	4	45	12
3		60	17
3-1		30	5
2	8	45	6
3		60	11

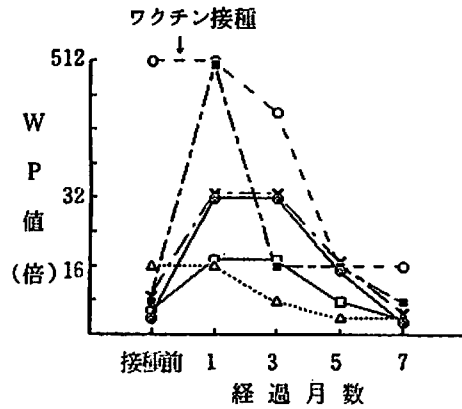
結 果

1 母豚の抗体価の推移

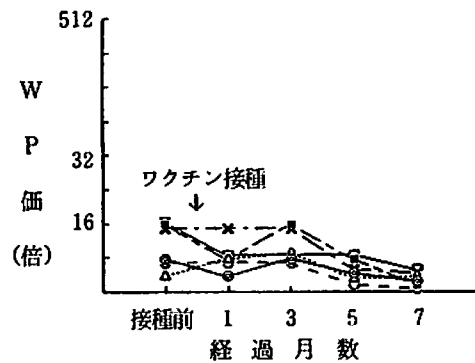
(1) WP価の推移 A群 6頭のワクチン接種前から接種7カ月後までのWP価の推移を第1図に、同じくB群 6頭の推移を第2図に示した。

A群では、ワクチン接種前のWP価が4~8倍のものは、接種1カ月後には、16~512倍に上昇した。接種前のWP価が16~512倍の2頭は接種1カ月後も抗体価は変らなかった。6頭のWP価の推移は、接種1カ月後で最高値に達し、3カ月後まで8倍以上を維持したが、以後減少し5カ月後では4~16倍、7カ月後では4~8倍に低下した。

B群では、ワクチン接種前のWP価が4~16倍のものを補強接種した結果、WP価4倍の豚1例においてわずかに抗体の上昇はみられたが、接種1カ月後の抗体価は8倍であった。他の5例は抗体価の上昇は認められなかった。この群のWP価の推移は、接種前WP価をほぼ3カ月維持したが、以後低下し、7カ月後には2~4倍になった。

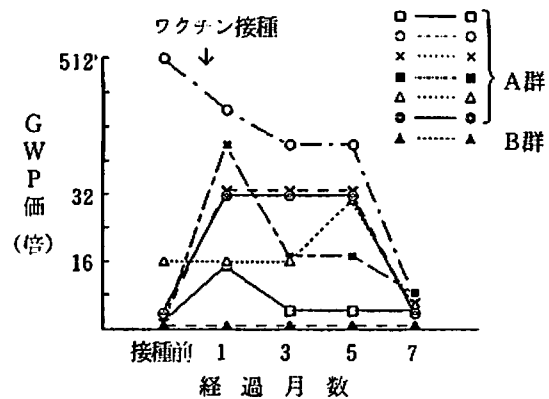


第1図 A群のWP価の推移



第2図 B群のWP価の推移

(2) GWP価の推移 A・B群12頭のワクチン接種前から接種7カ月後までのGWP価の推移を第3図に示した。



第3図 GWP価の推移

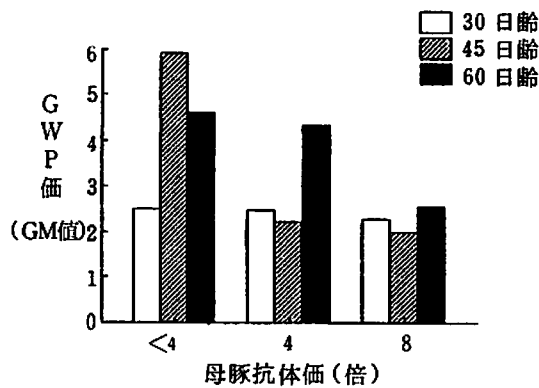
A群のGWP価はWP価とはほぼ同様の推移を示した。ワクチン接種1カ月後に抗体価は最高に達し、接種

5～7カ月後のGWP価は4～8倍に低下した。

B群のGWP価は、ワクチン接種前から接種7カ月後まで4倍以下で、抗体価の上昇はみられなかった。

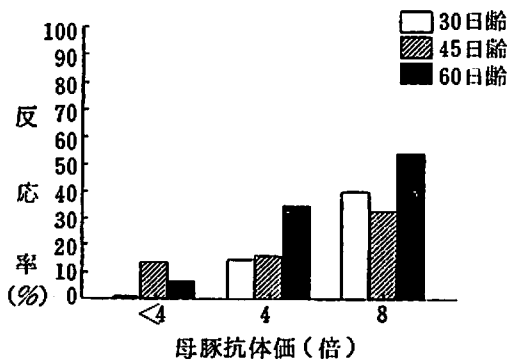
2 移行抗体保有子豚のワクチンに対する反応

(1) ワクチン接種日齢別抗体価 子豚のワクチン接種1カ月後のGWP価の幾何平均値（以下GM値）を第4図に示した。GWP価が4倍未満の母豚から生産された子豚のGWP価は、45日齢に接種した区が最も高く、60日齢接種区はやや劣った。母豚のGWP価が4倍の子豚のGWP価は、60日齢に接種した区が最も高く、これ以前の日齢では抗体の上昇は劣った。母豚のGWP価が8倍の子豚のGWP価は、どの日齢においても、ワクチン接種による抗体の上昇は全体に劣った。30日齢に接種した子豚のGWP価は、母豚の抗体価に関係なく、抗体の上昇は劣った。



第4図 ワクチン接種日齢別抗体価

(2) ワクチン接種日齢別善感反応率 接種部位の腫脹度から判定した善感反応率を第5図に示した。



第5図 ワクチン接種日齢別善感反応率

母豚のGWP価が4倍未満の子豚の善感反応率は、45日齢接種が14%で最も良く、母豚のGWP価が4

倍及び8倍の子豚の善感反応率は、いずれも60日齢接種が最も良かった。また、母豚のGWP価が8倍のときに、いずれの接種日齢においても反応率が高い傾向にあった。

考 察

1 GWP価とWP価の比較

豚丹毒のWP価と感染防御の関係について、NISHIMURAら<sup>2)</sup>はWP価8倍以下の豚はほとんど敗血症を示し、16～32倍のWP価を示す豚の中にも感染所見を示す豚があることを報告しており、瀬戸ら<sup>4)</sup>は、感染防御能が認められるのは、成豚ではWP価32倍以上としている。しかし、渋谷ら<sup>6)</sup>は、20倍～80倍の豚も感染することを報告し、また、5倍～10倍のWP価を示す豚においても感染を阻止する豚があることも報告しており、WP価と感染防御能との関係は、必ずしもはっきりしていない。

IgG抗体については、安藤ら<sup>1)</sup>は感染防御はIgG抗体により判定する必要があることを報告し、首藤ら<sup>7)</sup>は、GWP価4倍以上の抗体保有豚は、強毒藤沢株の攻撃に全例耐過したが、GWP価4倍未満の豚では全例発症したことを報告している。

これらのことを考慮すると、ワクチンの接種効果は、GWP価で判断してよいと考えられる。

2 母豚に対する豚丹毒生菌ワクチン接種時期

本試験において、GWP価で4倍以上を示したものはA群6頭であり、4倍以上のGWP価を6カ月間持続したので、これらの抗体保有豚に対しては、6カ月間隔の接種でよいと考えられる。しかし、B群のように、GWP価が上がらないものもあり、4倍未満のものについては、抗体価が上昇しない原因及び子豚への抗体の移行状況について検討する必要がある。

3 子豚に対する豚丹毒生菌ワクチン接種時期

A及びB群の母豚より生産された子豚104頭の移行抗体価は、GWP価で4倍未満であった。この子豚のワクチン接種日齢を30、45及び60日齢と分けて試験した結果、子豚のワクチン接種時期は、分娩6カ月前にワクチン補強接種を行った母豚の抗体価の高低により変える必要があり、母豚のGWP価4倍未満のときは45日齢、4倍のときは60日齢、8倍のときは60日齢以降とする方が、抗体価の上昇がよいと考えられる。

一方、善感反応は、瀬戸ら<sup>5)</sup>によると感染防御能と一致し、GWP価4倍以下で認められるということ報告している。しかし本試験では、子豚のワ

クチン接種時の抗体価は、GWP価4倍未満であったにもかかわらず、善感反応は供試豚全体でわずか22%であった。このことは、瀬戸<sup>3)</sup>によると、野外においては、生後1～2カ月齢でWP価4倍以下の子豚は、弱毒菌ではWP価が上昇し、強固な免疫が成立するが、善感反応の出現率は10%未満であると報告していることと類似している。さらに、首藤ら<sup>7)</sup>は、善感反応の出現率は、ワクチン接種日齢が60日齢以下30.4%、80日齢以上94.2%と報告しており、本試験の結果は、この60日齢以下に相当するので、反応率が低くなったものと考えられる。

善感反応は、野外においては様々な要因を伴うため、必ずしも感染防御能とは一致しないと考える。

以上の結果から、母子ともにワクチン接種効果を得るには、母豚のGWP価が4倍以上となるように補強接種し、4倍以上の母豚からの子豚に対し、60日齢時に接種するのが最も良いと考えられる。

#### 引用文献

- 1) 安藤敬太郎(1960)：豚丹毒に対するマウスの生菌免疫に関する研究。日獣学雑誌 22, 67～71.
- 2) NISHIMURA Yutaka, Usaburo SATO, Takuma HANAKI and Hideo KAWASHIMA (1960)：JAP. J. VET. Sci. 22, 241.
- 3) 瀬戸健次(1980)：動物用ワクチンの概要とその正しい使い方(Ⅲ), 3, 豚丹毒ワクチン。日獣会誌 33, 32～35.
- 4) 瀬戸健次(1984)：日生研報 1～9.
- 5) 瀬戸健次, 花木琢磨, 佐々木英治, 佐沢弘士(1971)：弱毒豚丹毒菌小金井株のブタに対する有疫免疫菌量。動薬研年報 8, 35～41.
- 6) 渋谷重雄, 野崎忠三郎, 岡本又男, 青木貞夫, 橋本和典, 田中正三, 岡崎和夫(1971)：豚丹毒生菌ワクチンの経口投与試験。日獣学雑誌 33, 26～27.
- 7) 首藤敏之, 内田 税, 武光 哲, 中井正久, 佐々木文存(1986)：豚丹毒ワクチン効果の検討。畜産の研究 40(1), 23～26.
- 8) 山田皓之, 牧野 淳, 大江龍一(1984)：豚丹毒の発生と抗体調査からみた問題点。家畜保健衛生業績発表集録 60～66.

### The Optimum Time of Vaccination with Live-Erysipelothrix Vaccine for Sows and Piglets

ASADA Kenichi, Shigeru SUGINO, Ryuichi OHE, Masahiro KANDA and Jun MAKINO

#### Summary

The best time of swine vaccination with live-erysipelotheix vaccine was examined.

(1) Sows were assigned to two test groups with antibody levels, which were measured on 1 month after vaccination. Their antibody titers were pursued for 7 months after vaccination.

The protective immunity of sows was maintained in both groups up to 6 months after vaccination.

(2) Piglets were assigned to 3 groups with their mother,s antibody titers ( <1:4, 1:4 and 1:8) on 5 months before delivery.

Each group was assigned to 3 subgroups with the time of vaccination (30, 45 and 60 days of age) , and their antibody titers were compared. The results obtained were as follows.

The best time of piglet vaccination was 45 days when their mothers had antibody titers below 1:4, 60 days when their mothers had antibody titers 1:4 and after 60 days when their mothers had antibody titers 1:8.

For piglets, the time of the vaccination needs to be changed according to their mother's antibody levels.

## 豚精液の凍結保存技術

### 第1報 錠剤化凍結精液の処理方法と精子生存性

古賀康弘・投野和彦・藤原 隆\*・大和碩哉  
(畜産研究所中小家畜部)

豚の錠剤化凍結精液の融解後精子生存性に関して、ホールディングタイム処理及び融解液温度の影響を検討した。

- 1 ホールディングタイム処理を行うことにより、融解後30分以降の精子生存性に若干の改善傾向が認められた。融解後30分での精子生存指数は、ホールディングタイム処理精液で $51.6 \pm 3.7$ 、無処理精液で $48.4 \pm 5.9$ であった。
- 2 錠剤化凍結精液を40、50、60℃の融解液中で融解すると、融解温度が高くなるにしたがい、精子生存指数のピーク到達時間が早まる傾向が認められた。60℃融解処理精子の生存指数のピークは融解後15分に認められ、ピーク値も他の処理に比べ高い値を示したが、その後の精子生存性の衰退は急速に進行した。一方、40℃融解処理精子では、融解後30分にピークが認められ、その後の衰退は比較的緩やかであった。

[Keywords : frozen sperm, holding time, thawing solution (TS-4), sperm viability index]

#### 緒 言

家畜の人工授精技術の中で、精液の保存技術は、液状精液の中温保存から低温保存、さらには、長期保存が可能な凍結保存へと進展してきた。特に、牛の人工授精では、凍結精液の利用が普及し、その実用化に関する研究も多く、それらの成果に基づいた技術改善が絶えず行われている。一方、豚においては、近年、凍結精液の検討が盛んであるが、受胎率が不安定で産子数が少ないなどの問題があり、実用化に向けての検討事項は多い。

豚凍結精液の融解後の精子生存性は、受胎率、産子数の大きな支配要因であり、精子生存性は凍結や融解に際しての処理条件の影響を受けていると考えられる。特に、精子生存に対して有害な温度域が指摘されており<sup>3)</sup>、凍結に際しての凍結速度についての報告は比較的多いが、融解方法、融解液温度等の融解条件と融解後の精子生存性を関連づけた報告は少ない。

本試験では、融解後の精子生存性に影響を及ぼすと考えられるホールディングタイム処理及び融解液温度の影響についてについて検討した。

#### 試 験 方 法

\* 現農政畜産課

#### 1 供試精液

精子の耐凍性が高いと認められた當場繁養のランドレース種雄豚から分離採取した濃厚部精液を用いた。精液採取は、昭和62年8月から9月の間に7日以上の間隔で4回行った。供試精液の性状は第1表のとおりである。

第1表 供試精液の性状

採 取 精液量	精子数 億/ml	精子活力 (3 プラス)		
		採取後	1次希釈後	2次希釈後
116.5	4.5	90	78.8	72.5
$\pm 7.9$	$\pm 0.9$	$\pm 4.1$	$\pm 2.5$	$\pm 5.0$

#### 2 精液検査

採取した濃厚部精液 10ml 当り、抗生物質としてペニシリンGカリウムを1万IU添加し、精液量、精子活力及び精子濃度の検査を行った。

#### 3 希釈液及び融解液

希釈液はTF-1希釈液<sup>6)</sup>を第1次希釈液とし、これにグリセリンを2%添加したものを第2次希釈液とした。融解液はTS-4融解液<sup>6)</sup>を用いた。

#### 4 精液の凍結前処理

精液検査終了後、ホールディングタイム処理 (以



下HT処理)として、室温(28~30℃)に1時間放置するもの及びHT無処理に分け、各々50mlの遠沈管に分取した。

遠心分離は1500r. p. m. で20分間行い、上澄みを除去した後に第1次希釈した。

#### 5 精液の冷却及び凍結方法

第1次希釈後の精液は4℃の恒温器内で徐々に冷却し、精液温度が4~5℃に下がった時点(冷却開始後約4時間)で、最終希釈精子濃度が5億/mlとなるように第2次希釈を行った。

精液の凍結は丹羽らの錠剤化法<sup>3,4)</sup>により、ドライアイス上で約0.2mlのペレット状に凍結し、保存は液体窒素(以下LN<sub>2</sub>)中で行った。

#### 6 融解方法

凍結ペレット1個当り融解液1mlを試験管に取り、40、50、60℃に湯煎し、LN<sub>2</sub>中から取り出した凍結ペレットを室温に3分放置した後、融解液中に投入して融解した。その後、37℃でインキュベートを行い、精子活力の経時的变化を融解後5、15、30、45、60、90、120、180分に調査した。活力調査は、1回の調査において2つの融解液温度の処理精液を同時に3サンプルずつ調査し、各融解温度ごとの調査回数は6回とした。

#### 7 精子の活力検査

精子の活力検査は定法により実施した。

精子生存性の評価に用いた生存指数は、丹羽らの方法<sup>3)</sup>に準じ、生存率及び活力を基にして、次式により算出した。

$$\text{生存指数} = \sum (\text{生存率} \times \text{活力係数}) / 100$$

生存率に乗じた活力係数は、活力3プラス:100, 2プラス:60, 1プラス:30とした。

また、融解後30分と採取時の精子生存指数の比率を求め、精子回復率とした。

### 結果及び考察

#### 1 HT処理の影響

融解後の精子生存指数の経時的变化を第2表に、融解後30、60、120分における精子の各活力ごとの生存率の変化を第1図に示した。

融解後15分までの精子生存指数は、HT処理及びHT無処理精子とも同等の値を示したが、30分以降ではHT処理精子が良好な傾向を示した。しかし、時間が経過するにしたがいバラツキが大きくなり、特に有意差は認められなかった。このことから、融解後の精子生存性には、精液の凍結処理条件のみならず、融解処理時の微妙な条件の違いが影響してい

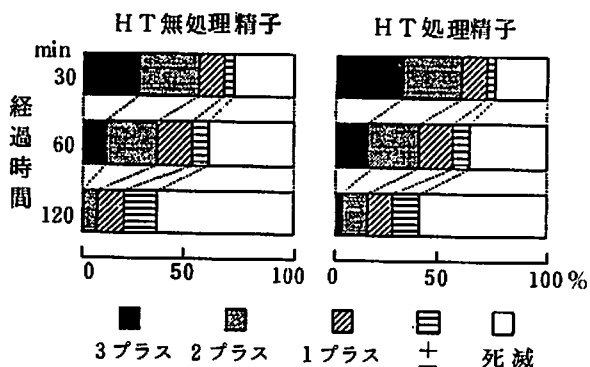
第2表 HT処理別精子生存指数の経時的变化

時間(分)	5	15	30	45	60	90	120	180
HT処理	44.9	48.3	51.6	42.7	33.4	21.5	14.1	4.5
無処理	45.1	48.5	48.4	40.8	29.6	17.0	8.0	0.8

ると考えられる。

第1図により、経時的な各活力ごとの精子比率について見ると、HT処理により、活発に運動する精子の減少傾向が若干ながら緩和された。特に、120分後の活力3プラスの精子は、HT無処理では全く認められなかったが、HT処理では低率ではあるが認められた。しかし、死滅精子の割合はほぼ同等であった。

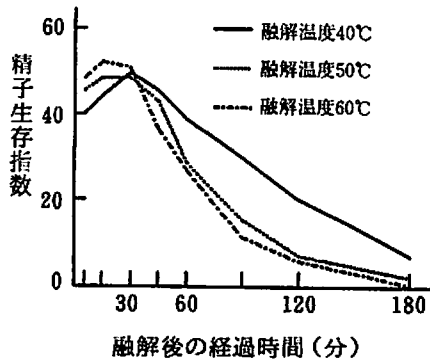
HT処理は、寒冷衝撃に対する精子の抵抗性を増強することが知られているが、凍結融解後の精子活力の改善効果は小さいとされている<sup>4)</sup>。本試験においても、精子の活力持続性に若干のHT処理効果は認められたが、顕著な効果とは言えない。但し、本試験のHT処理は28~30℃の室温下に1時間で設定したが、放置時間が長くなるほど寒冷衝撃に対する精子の抵抗性が高くなるとされており<sup>3)</sup>、精液を凍結する前段階での処理方法と精子の耐凍性、受精能力維持の関係は、今後の精液処理の改善点として検討を要する。



第1図 HT処理別精子活力の推移

#### 2 融解温度の影響

各融解温度ごとの精子生存指数の経時的推移を第2図に、融解後30、60、120分における各活力ごとの生存率の変化を第3図に示した。



第2図 融解温度別精子生存指数の推移

凍結精液の融解に際しては、生存率向上の点からできるだけ急速に融解することが良いとされており、融解は融解液を使用する方法が一般的である<sup>3)</sup>。通常は、LN<sub>2</sub>から取り出したペレットを室温に3分間放置後、50℃の融解液中に投入して行われているが<sup>3)</sup>、本試験では融解液温度を40、50、60℃とし、生存指数の経時的推移を調査した。

融解温度処理間の経時的な変化をみると、精子生存指数がピークに達する所要時間に差が認められた。融解温度が高いほど、生存指数のピーク到達時間が早まる傾向であり、60℃処理精子のピークが最も早く、融解後15分に認められ、その時の回復率は63.4%と、他の処理のピーク値に比べてかなり高い値を示した。また、50℃処理精子のピーク到達は、40℃処理精子と同じく融解後30分であったが、それまでの精子生存性の推移は40℃処理に比べて高い傾向を示した。融解後30分までの精子生存指数では、40℃と60℃処理間に5分、15分で有意差が認められた

第3表 精子回復率

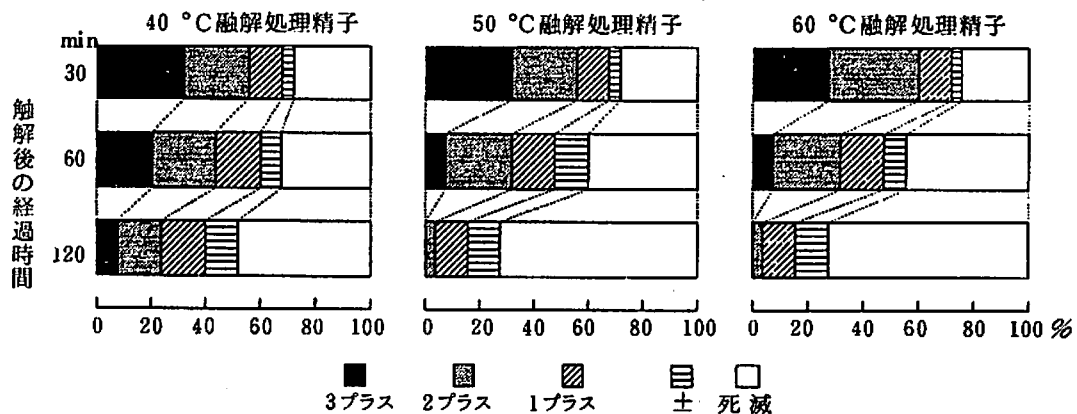
融解温度 (℃)	40	50	60
精子回復率 (%)	56.5	56.0	60.0

( $P < 0.05$ )。

融解後30分での精子回復率は、第3表に示すように60℃処理が良好であったが、精子生存指数には有意差は認められなかった。

融解後30分を過ぎると、精子生存性の衰退が各処理区に認められた。精子生存性の衰退は、融解温度が高くなるほど急激であったが、融解温度が低い40℃処理精子では、比較的緩やかであり、融解後60分、120分の精子生存指数は60℃処理の1.4倍、4.0倍であった。これは、最も活発な活力である3プラス精子の生存持続性の差によるところが大きいと考えられる。融解後60分以降の精子生存指数には40℃と60℃処理間で1%水準、40℃と50℃処理間で5%水準の有意差が認められた。

丹羽ら<sup>3)</sup>は、凍結・融解の処理条件が融解後の精子頭帽部の形態異常に影響し、このことが精子の老化や生存性に関係していると推察している。また、大沼ら<sup>5)</sup>は、精液温度を30℃から0℃まで急速下降させると、精子頭帽部の膨化や欠損の原因となり、このような形態異常が精子生存性と密接に関係していると報告している。このように、精子に対する急激な温度変化は、その下降、上昇に関わらず精子頭帽部の形態異常をもたらし、精子生存性に悪影響を与えると考えられる<sup>1)</sup>。本試験の結果についても、



第3図 融解温度別精子活力の推移

第4表 融解直後の精液温度

融解温度 (°C)	40	50	60
精液温度 (°C)	28.0	34.0	42.8
	±1.73	±1.29	±0.69

融解液温度が精子頭帽部形態異常に関係している可能性が示唆された。

精液の凍結保存に際して、0～-50°Cの間、特に、-15～-25°Cが非常に有害な温度域であることが知られており<sup>3)</sup>、凍結融解処理においては、この温度域を急速に通過させる必要があるとされている。また、融解後から授精までは、精液をできるだけ低温に維持することが精子生存性の向上の上から必要と言える。本試験において、一般に行われている融解液温度50°Cの処理精子は60°C処理精子と同等の経時的衰退を示し、融解後30分以降の衰退が著しいことから、LN<sub>2</sub>から精液を取り出し、室温に3分

間放置して融解する場合の融解液温度は40°Cが好ましいと考えられる。

## 引用文献

- 1) 加藤征史郎, 井上陽一, 広野 森, 入谷 明, 西川義正 (1976) : 凍結豚精子の運動性及び頭帽の形態に及ぼす融解方法の影響. 凍結精液研究会報 48,15~19.
- 2) 栢田博司 (1983) : 豚精子の凍結保存技術の進歩. 畜産の研究38,(1),13~16,(2),267~270,(3),379~385.
- 3) 丹羽太左衛門, 伊藤和雄, 呂 連心, 橋爪力 (1981) : 錠剤化法による豚精子の凍結保存. 岩手大農・人工授精研報1, 66~79, 2,24~29.
- 4) 丹羽太左衛門, 伊藤和雄, 呂 連心, 橋爪力 (1978) : ペレット法による豚精子の凍結保存. 凍結精液研究会報54,3~4.
- 5) 大沼秀男 (1963) : 家畜精子の acrosomic system. 農水省畜試研報3, 105~117.
- 6) 農水省畜試 (1982) : 昭和57年度畜試年報36~38.

## Frozen Sperm of Boar

## (1) Influence of Holding Time and Thawing Temperatures on the Post-Thawing Viability of Boar Sperm Frozen in Pellet-Form

KOGA Yasuhiro, Kazuhiko NAGINO, Takashi FUJIWARA and Hiroya YAMATO

## Summary

(1) Soon after boar semen was collected, the semen was divided between the holding for an hour at 28~30°C and no holding semen to evaluate the influence of holding time on post-thawing sperm viability. The boar sperm was frozen in pellet-form. After thawing by TS-4 solution, the sperm viability was examined for 3 hours. By holding for an hour, the sperm viability index after thawing slightly was improved. The sperm viability index at 30 min. after thawing was 51.6 ± 3.66 in holded sperm, and 48.4 ± 5.90 in no holded sperm.

(2) Boar sperm frozen in pellet-form was thawed at 40°C, 50°C and 60°C to evaluate the influence of thawing solution(TS-4) temperatures on the post-thawing viability. As the thawing solution temperature elevated higher, the peak of sperm viability index was recognized at earlier time after thawing. The peak of sperm viability index in 60 °C thawing was 52.8 ± 5.34, and this index was higher than other treatments. But as the thawing solution temperature elevated higher, the sperm viability index after peak declined intensely.

## 豚精液の凍結保存技術

### 第2報 錠剤化凍結精液による人工授精適期

古賀康弘・投野和彦・藤原隆\*・大和碩哉  
(畜産研究所中小家畜部)

排卵誘起処理を行った若雌豚に錠剤化凍結精液による人工授精を行い、授精適期を検討した。

排卵誘起は、PMSG製剤とhCG製剤の分離投与により行い、排卵時間をPMSG製剤投与の114時間後と推定し、人工授精はPMSG投与の102, 110, 112, 114, 116時間後とした。供試豚は大ヨークシャー種24頭、交雑種2頭の若雌豚26頭を用い、人工授精から70~110時間後にと殺して卵巣及び子宮を採取し、卵回収を行った。受精の判定は、回収卵の発育状態及び透明帯への精子の付着状況により行った。

正常受精率は、110h区で30.4%、112h区で46.2%、114h区で65.4%であり、推定排卵時間に近づいたが徐々に向上したが、推定排卵時間の2時間後の116h区では16.7%と急に低下した。このことから、凍結精液の授精時期は、排卵前約4時間以内が適期であると言える。この適期は自然交配又は新鮮精液の授精適期よりかなり短い時間であるが、凍結精液は融解後の精子の生存時間が短いことによると考えられる。

排卵は発情徴候のピーク後、約20~30時間で起こることが推察され、この時期のスタンディング反応は顕著に高いことが認められ、この時期が授精適期と考えられる。

[Keywords : frozen sperm, gilts, optimum time of artificial insemination, embryos]

#### 緒 言

豚精液の凍結処理方法は、これまでペレット状に凍結する錠剤化法が主流であったが、衛生的で保存しやすいストロー法が開発されるなど技術的改良が進められており、豚凍結精液の実用化についての最近の報告<sup>1)</sup>によれば、平均受胎率は50%を越え、平均産子数は自然交配に比べて1~2頭少ないものの8頭程度が生産されている。しかし、実用的には満足できる水準とは言えず、融解後の精子の生存時間が短いことによる受胎率、産子数の低下を改善するためには、人工授精技術の検討の中で、特に授精適期を的確に把握する必要がある。

本試験は、凍結精液を用いた人工授精における受胎率、産子数の向上を図るため、排卵誘起処理をした若雌豚に対して、ホルモン剤投与後の時間を変えて人工授精を行い、受精状況と外観的発情徴候を調査することにより、授精適期を検討し、2, 3の知見を得たので報告する。

#### 試 験 方 法

\* 現農政部畜産課

#### 1 供試豚

当場で生産した大ヨークシャー種24頭及び交雑種2頭の若雌豚計26頭を供試した。供試豚の平均日齢は $214.5 \pm 12.2$ 日、平均体重は $100.7 \pm 8.8$ kgであった。

#### 2 排卵誘起方法及び人工授精区分

排卵誘起は、PMSG製剤を800又は1000IU皮下注射し、72時間後にhCG製剤を500IU筋肉内注射して行った。排卵誘起による排卵時間は、HUNTER and DZIUK<sup>1)</sup>によりhCG投与後の40~44時間(PMSG投与後の112~116時間)とされていることから、本試験においてはPMSG製剤投与の114時間後を推定排卵時間とし、人工授精(AI)の区分は、推定排卵時間の12時間前から2時間後の間で、授精時期を102, 110, 112, 114, 116時間とする5区を設けた。各区とも凍結精液の注入量は50ml、精子数は50億とし、授精回数は1回とした。

各区の供試雌頭数は1区4~6頭とし、授精は供試豚を鼻保定の後、スパイラルカテーテルを用いて実施した。

#### 3 供試精液

供試精液は、液体窒素中で2~18カ月間保存した錠剤化凍結精液を用いた。

人工授精にあたっては、供試雌豚1頭に対して1ケーン分の凍結精液(約10ml)を液体窒素中から取り出し、室温に約3分間放置した後、50℃に湯煎したTS-4融解液<sup>1)</sup> 50ml中に投入して融解し、速やかに授精に供した。

#### 4 卵の回収及び回収卵の検査

供試豚は、人工授精の70~110時間後にと殺して、卵巣及び子宮角上部1/2を摘出し、卵巣重量、排卵数、未排卵發育卵胞数(直径5mm以上)を調査した。

卵の回収は、回収液としてリンゲル液50mlを用い、卵管采から下方向へ洗浄して行った。

回収卵の受精判定は、卵の發育形態及び透明帯への精子付着の有無により行った。

#### 5 発情徴候の調査

供試豚の発情観察は、1日朝夕の2回行い、外陰部の赤発・腫脹の程度による相対的な強度、外陰部の長径、短径及び腰部圧迫に対するスタンディング反応を調査した。

外陰部の赤発・腫脹の相対的強度は、次のように評価した。

強度0【無反応】

強度1【ごく軽度の赤発・腫脹】

強度2【軽度の赤発・腫脹】

強度3【明瞭な赤発・腫脹】

強度4【極めて明瞭な赤発・腫脹及び粘液漏出】

スタンディング(ST)反応は、次のように評価した。

STスコア1【無反応：頻繁に動く】

STスコア2【やや反応：時々ゆっくり動く】

STスコア3【数回の圧迫により反応：静止】

STスコア4【直ちに反応：静止、交尾姿勢】

## 結 果

### 1 排卵誘起

第1表に示すように、供試豚26頭の卵巣所見から総数280個の排卵が確認された。PMSG投与量ごとの排卵誘起成績をみると、1頭当りの排卵数は1000IU処理で12.1個、800IU処理で10.2個、未排卵卵胞数は1000IU処理で1.5個、800IU処理で2.1個が認められ、1000IU処理の排卵誘起効果が高い傾向であった。

排卵誘起効果はほぼ全頭に認められたが、114h区には卵巣所見で黄体及び發育卵胞が認められない個体が1頭あった。

卵巣重量は、102h区と110h区が重かったが、両区の卵巣には閉鎖卵胞が認められた。

### 2 回収卵数

第1表に示すように、回収卵の総数は168個であり、60%の卵回収率(回収卵数/排卵数)であった。各A I区分ごとの卵回収率は、第2表に示すように、110h区が最も高く、順次114h区、112h区、116h区、102h区と低下した。102h区には、排卵は認められたものの、卵が回収できなかった個体が1頭あった。

### 3 回収卵の評価

回収卵の評価成績は第2表に示した。回収卵の評価において未受精卵と評価したものは、透明帯に精子の付着が認められず、卵細胞が変性したのものや1細胞のものであり、發育不良と評価したものは、透明帯に精子付着が認められるものの發育が停滞していると考えられる2~4細胞のものであった。なお、

第1表 排卵及び採卵成績

A I 区分	PMSG 投与量	hCG 投与量	頭数	平均卵巣重量(g)	排卵総数	未排卵卵胞総数	回収卵総数	1頭当り(個)		
								排 卵 数	未排卵卵胞数	回収卵数
102h	800 IU	500 IU	6頭	6.8±3.83	82 個	15個	33 個	13.7±4.96	2.5±3.55	5.5±4.31
110	1000	500	4	8.0±4.58	60	9	46	15.0±4.74	2.3±1.48	11.5±5.32
112	800	500	6	4.5±1.22	58	5	39	9.7±3.68	0.8±1.46	6.5±2.75
114	1000	500	4	4.5±1.74	37	3	26	9.3±6.10	0.8±0.83	6.5±4.61
116	800	500	6	4.2±1.81	43	18	24	7.2±2.91	3.0±2.83	4.0±2.45
計	800	500	18	5.2±2.81	183	38	96	10.2±4.76	2.1±2.90	5.3±3.43
	1000	500	8	6.2±3.88	97	12	72	12.1±6.17	1.5±1.41	9.0±5.57

第2表 回収卵の評価成績

A I 区分	卵回収率	未受精卵				發育不良卵		正常受精卵				
		変性	1 c.	計	率	2~4 c. 率	8 c.	16 c.	M.	計	率	
102h	40.2%	23個	1個	24個	72.7%	9個	27.3%	0個	0個	0個	0個	0.0%
110h	76.7	9	15	24	52.2	8	17.4	6	7	1	14	30.4
112h	67.2	13	0	13	33.3	8	20.5	4	10	4	18	46.2
114h	70.3	5	0	5	19.2	4	15.4	3	14	0	17	65.4
116h	55.8	12	4	16	66.7	4	16.7	1	3	0	4	16.7

注) c. : 細胞; M. : 桑実胚

第3表 カイ2乗検定値

$\chi^2$ 値	正常受精卵率				
	102h	110h	112h	114h	116h
未	102h	16.1**	20.3**	30.3**	5.9*
受	110h	3.4	0.4	4.2*	3.4
精	112h	11.1**	3.0	2.3	5.7*
卵	114h	16.7**	7.5**	1.5	12.2**
率	116h	0.2	1.4	6.6**	11.5**

注) \*\*:  $p < 0.01$ , \*:  $p < 0.05$ 

4細胞のものは、卵の分割が不揃いなものが大多数であった。

回収卵の未受精卵率（未受精卵数/回収卵数）は、102h区及び116h区において顕著に高く、また、102h区では發育不良卵も比較的多い傾向が認められた。

卵が回収された24頭の供試豚の内、正常受精卵を保有していた個体の割合は、102h区が0%、110h区が100%、112h区が66.7%、114h区が100%、116h区が16.7%であり、PMSG投与後の110時間から114時間にかけての時間帯で高い値を示し、この時間帯を外すと極端に低い成績であった。

正常受精卵は、102h区以外の各A I区で認められ、正常受精卵率（正常受精卵数/回収卵数）は110h区の30.4%、112h区の46.2%、114h区の65.4%と推定排卵時間に近づくにしたがって高い値を示した。しかし、その2時間後に人工授精を行った116h区では16.7%と急に低下した。

回収卵の正常受精卵率及び未受精卵率の $\chi^2$ 検定

結果は第3表に示すとおりである。

第4表に人工授精の94~98時間（平均96.3時間）後に回収した正常受精卵の發育状態を示した。卵の發育状況は、16細胞のものが64.3%と最も多く、次いで8細胞の26.2%であり、桑実胚まで發育していたものは9.5%とやや少なかった。

第4表 正常受精卵の發育状態

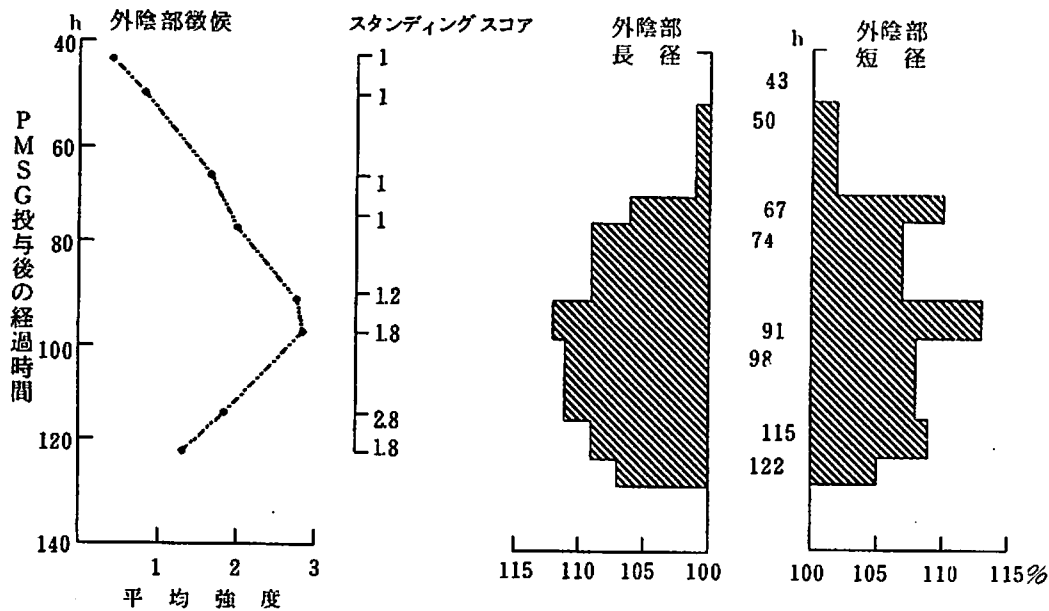
	8細胞	16細胞	桑実胚
個数 (個)	11	27	4
割合 (%)	26.2	64.3	9.5

#### 4 発情徴候

第1図に供試雌豚26頭のうち18頭について、PM SG製剤投与後の43時間から122時間の間で調査した外陰部徴候、外陰部の長径、短径及びスタンディング反応の経時的変化を示した。なお、外陰部の長径、短径は43時間後の計測値を100として、各調査時間における腫脹比率で示した。

外陰部徴候の発現は、PMSG製剤投与の43時間後から見られ、43時間後で44.4%の個体が強度1を示した。また、50時間後では77.8%の個体に強度1~2の徴候が認められた。

外陰部徴候のピーク到達は、91~98時間の間と推定された。発情徴候を調査した18頭の内、外陰部の赤発・腫脹の強度が2以下で発情のピークが掴み難い個体が22.2%存在したが、61.1%は91~98時間でピークを迎えており、74~91時間でピークが観察さ



第1図 発情徴候の経時的推移

れた個体は16.7%であった。

発情徴候のピーク時の強度別では、強度3の個体が最も多く55.6%であり、強度4の個体は22.2%とやや低い傾向であった。

外陰部徴候からみた発情持続時間は48~55時間が16.7%、72~79時間が44.4%、89~96時間が38.9%であり、平均78.1±15.4時間であった。

以上のように、外陰部徴候の経時変化及びその相対的強度には個体差が認められたが、どの個体も115時間後では急速に徴候が消退した。

外陰部の長径、短径は、PMSG製剤投与の91~98時間後で最も腫脹し、外陰部徴候の相対的強度と密接に関係していた。

スタンディング反応は、91時間後で若干の兆しが現れ、98時間後にはやや反応が強まり、推定排卵時間近くで最も強い反応が観察された。

## 考 察

### 1 PMSGとhCG製剤による排卵誘起効果

発情の同期化処理は、一定期間の排卵抑制、排卵の誘起、黄体期の延長、黄体退行の促進等の方法<sup>9)</sup>によって行われるが、本試験では性成熟前の発情周期がまだ明確でない若雌豚を供試したため、外因性のゴナドトロピンによる排卵誘起同期化を行った。一般に、外因性のゴナドトロピンによる排卵誘起は、誘起ホルモン剤としてPMSG、hCG、FSH、LH、

GnRH等が用いられるが、本試験では、PMSGとhCGの分離投与により排卵誘起を行った。卵胞期にPMSGを投与すれば、その3~4日後に発情が発現し、卵巣において卵胞が発育するが、排卵はhCG投与により誘起される<sup>10)</sup>。hCG投与後に排卵する個体の割合は20~39時間後で6%、40時間後で93%、42時間後で100%とされており<sup>9)</sup>、排卵率(排卵卵胞数/発育卵胞数)はhCG投与後32時間の16%から48時間の86%まで排卵時間帯の幅が認められている<sup>10)</sup>。本試験においては推定排卵時間をPMSG製剤投与の114時間後としたが、摘出した卵巣所見では黄体期のもの(54.3±31.42%)と前黄体期のものが同一卵巣に認められたことから、排卵はある程度の時間帯をもって行われることが示唆された。

自然発情における未経産豚の排卵数は、12個程度と考えられており<sup>10)</sup>、ホルモン剤を投与した本試験においても同等か又はやや少ない排卵成績であった。PMSGとhCGの分離投与による排卵誘起では、PMSGを500~1500IU投与した場合の排卵数及び受精卵数は、PMSGの投与量増加に伴って多くなる傾向が認められている<sup>9)</sup>。本試験では、1000IU投与区の排卵数は800IU投与区に比較して1頭当たり約2個多かったが、有意な差ではなかったことから、ホルモン剤に対する感受性には個体差があることが考えられる。

### 2 凍結精液の人工授精適期

交配または人工授精が行われると精子は15分以内に卵管に達し、授精後2～3時間で受精が行われることが知られており<sup>9)</sup>、この時間は豚精子が受精に際して雌生殖器官内で受精能を獲得する時間と一致している<sup>2)</sup>。本試験に用いた凍結精液は、第1報で報告したように最も良好な融解条件下で、融解2時間後の精子生存指数が20という成績であった。この成績は、試験管内でのものであり、雌生殖器官内の精子生存性を直接的に反映しているとは言えないが、1回の人工授精により推定排卵時間付近で高率の正常受精卵が得られたことは、人工授精での受精率及び受胎率には精子生存性の影響が大きく、融解後の精子の生存時間が短い凍結精液を用いた人工授精においては、授精適期の把握が特に重要であることを示唆している。

自然交配の適期及び新鮮精液の授精適期は、排卵前の約12時間であることが知られているが、岩本ら<sup>3)</sup>は、液状精液による授精適期をホルモン剤投与による排卵誘起開始後98時間～115時間の間と推定し、98時間ではやや早すぎるし、115時間では遅すぎる恐れがあると報告している。凍結精液の授精適期もほぼこの範囲内に入るが、回収した大半の正常受精卵が110h区から114h区の間で得られ、この範囲の前後では正常受精率が低いという本試験の結果から、PMSGとhCG製剤により排卵誘起を行った場合の凍結精液の授精適期は、PMSG製剤投与後の110時間から114時間の間であり、また、前述のように排卵時間にはある程度の幅があると考えられることから、この時間内に2回の人工授精を行えば受胎率及び産子数が向上することが推察される。

### 3 発情徴候による授精適期の推定

ホルモン剤投与による排卵誘起を行えば、かなりの精度をもった排卵時間の推定が可能であり、本試験の結果から推定排卵時間に応じた授精適期は明らかとなったが、卵胞嚢腫、子宮内膜炎等を誘発することもあり、この点から自然発情での排卵時期と授精適期判定技術の確立が必要と考えられる。本試験においては、自然発情での授精適期推定の指標とするため、外陰部の赤発・腫脹の相対的強度、外陰部の長径・短径の腫脹比率及びスタンディング反応の3点から授精適期を検討した。

自然発情における排卵時期の推定は、松川ら<sup>7)</sup>が性周期における体温、膈温の変化を調査し、上山ら<sup>4)</sup>は発情粘液のpH値による推定を試みているが、明確な指標は得られていない。また、液状精液では雄許容開始の12～24時間後が授精適期とされており、

凍結精液ではこれよりやや遅らせ24時間以降が適当と考えられている<sup>10)</sup>。本試験では、雄を用いずに腰部圧迫によるスタンディング反応を調査したため雄許容開始が明確でないが、PMSG製剤投与の91時間後に反応の兆しが認められ、この時間を雄許容開始とすれば、その19時間から23時間後で受精率が高く、この時期は腰部圧迫のスタンディング反応が最も強いことが認められ、このような発情徴候を示す時間帯が授精適期であると推察される。

自然発情においては、外陰部徴候あるいは腰部圧迫反応の個体差が大きく、未經産豚と経産豚の発情徴候にも差があるなど、授精適期の判定には、今後個体差に影響されない判定法を開発する必要があるが、凍結精液の実用化における受胎率の目標は、60%とされており、外陰部徴候やスタンディング反応などの発情徴候を十分に観察することにより排卵時期を推定し、それに基づいて2～3時間の間隔で2回の人工授精を実施することにより、この目標は達成可能と考えられる。

### 引用文献

- 1) HUNTER, R. H. F. and P. J. DZIUK, (1968) : Sperm penetration of pig eggs in relation to the timing of ovulation and insemination. *J. Reprod. Fertil* 15, 199.
- 2) 入谷 明 (1977) : 精子の受精能獲得. 日畜会報 48, (9), 445～452.
- 3) 岩本雅幸, 花田 章, 小川 徹, 佐藤 巖, 浅井孝康, 川上剛延, (1978) : 未經産豚の発情同期化. 鳥取中小家畜試研報 42, 10～16.
- 4) 上山謙一 (1976) : 膈粘液のpHによる種付適期の判定法. 日豚研誌 13, (2), 75～86.
- 5) 家畜改良技術センター (1988) : 豚凍結精液実用化確立事業 (昭和60年～62年度) のまとめ.
- 6) 耕田博司 (1983) : 豚精子の凍結保存技術の進歩. 畜産の研究 38, (1), 13～16, (2), 2, 67～270, (3), 379～385.
- 7) 松川善昌, 玉城 敬, 松井 孝, 大城弘四郎 (1980) : 種雌豚の性周期及び妊娠期における体温の変化. 沖縄畜試研報 18, 57～67.
- 8) 森 純一, 富塚常夫 (1979) : 豚の発情同期化. 畜産の研究 33, (3), 363～369.
- 9) 西川義正 : 家畜・家禽繁殖学 (1977) . 255～259, 養賢堂.
- 10) 丹羽太左衛門, 伊藤和雄, 呂 連心, 橋爪 力 (1981) : 錠剤法による豚精子の凍結保存.



- 岩手大農・人工授精研報 1,66~79,2,24~29.
- 11) 農水省畜試 (1982) : 昭和57年度畜試年報 36~38.
- 12) 農水省畜試 (1982) : 昭和57年度畜試年報 38~39.
- 13) PURSELV. G. (1983) : Effect of Processing of Semen on Capacitation Time of Fresh and Frozen-thawed boar Spermatozoa. J. Anim. sci. 56 (5), 1161~1166,
- 14) 豚病学, 第3版 (1987) : 交配適期と受胎率. 195~197, 近代出版.

### Frozen Sperm of Boar

#### (2) Optimum Time of Artificial Insemination with Boar Sperm Frozen in Pellet-Form

KOGA Yasuhiro, Kazuhiko NAGINO, Takashi FUJIWARA and Hiroya YAMATO

#### Summary

Ovulation time of twenty-six gilts was controlled by PMSG combined with hCG injections, and the optimum time of artificial insemination with boar sperm frozen in pellet-form was examined. HCG injection was done at 72h after PMSG injections. Artificial inseminations were done at 102, 110, 112, 114, and 116h after PMSG injection. Embryos were recovered at 185h to 216h after PMSG injection and their stage of development was examined. Gilts inseminated at 110h to 114h after PMSG injection had significantly more normal embryos than gilts inseminated at 102h and 116h. The normal embryos rate at 102h, 110h, 112h, 114h and 116h insemination were 0.0%, 30.4%, 46.2%, 65.4% and 16.7%, respectively.

## 無窓鶏舎における褐色卵鶏の低コスト飼養管理技術

### 第1報 低照度・間欠点灯併用による節電型光線管理法

福田憲和・西尾祐介・井上尊尋・上野呈一  
(畜産研究所中小家畜部)

無窓鶏舎において褐色卵鶏を飼養する場合の光線管理法として、低照度点灯と間欠点灯の併用が、育成期の成長と成鶏期の生産性に及ぼす影響について、明暗周期を変えて検討した。

照度を育成期は5ルクス、成鶏期は10ルクスとし、5~64週齢の全飼養期間を通して1日の点灯時間中は連続点灯とする慣行方式と比較して、照度を育成期・成鶏期ともに2ルクスとし、5~20週齢と36週齢以後の1日の点灯時間中の明暗周期を30分明期30分暗期とする低照度・間欠点灯併用方式は、全飼養期間中の点灯用電力量の約60%が節減され、雛の増体や性成熟に悪影響はなく、正常な成長が可能であり、産卵率は若干低下するものの、飼料消費量が減少することから、鶏卵の生産コスト低減のための光線管理法として実用的であることが明らかになった。

[Keywords : poultry, intermittent lighting, low-intensity artificial lighting]

#### 緒 言

最近の鶏卵価格の低迷と、褐色卵を好む消費者の嗜好を反映して、鶏卵を比較的有利に販売できる褐色卵鶏の飼養が増加している。県内の採卵鶏飼養羽数に占める褐色卵鶏の比率は、農協系の養鶏場で約18%、A商社系の養鶏場で約18%、B商社系の養鶏場で約3%となっており、一部には褐色卵鶏専用農場を新設する動きもある。

本県で普及している無窓鶏舎においても、褐色卵鶏を飼養する事例が増加しており、今後も一定の飼養規模が維持されると考えられるが、無窓鶏舎の既往の飼養管理技術は白色卵鶏を対象としたものが中心である。本研究は、これらの技術の褐色卵鶏への適応性を検討し、さらには褐色卵鶏に対する独自の飼養管理法を確立することを目的に、群飼ケージ式無窓鶏舎で褐色卵鶏を飼養する場合の適正な光線管理法、飼料栄養水準及び収容方法を検討するものである。

無窓鶏舎における節電型光線管理法として、著者らはこれまでに、白色卵鶏を対象にした間欠点灯方式<sup>1)</sup>及び低照度点灯方式<sup>2)</sup>について検討し、両点灯方式ともに産卵成績は従来の点灯方式と差がなく、間欠点灯は電力消費量と飼料消費量の節減が可能であること、低照度点灯は電力消費量の節減と悪癖等による鶏の損耗防止が可能であることを確認した。本試験は、これらの成果をもとに、両点灯方式の併

用がより節電的な光線管理法になり得るかを確認するとともに、褐色卵鶏に対する影響と効果を把握するために実施した。

#### 試 験 方 法

点灯方法は、第1表に示すとおりで、対照区(慣行方式)は、1日の点灯時間は餌付け後1週間は24時間一定、1~18週齢は5時間一定で、18~36週齢間に週30分単位で14時間まで漸増し、36週齢以後は14時間一定とし、照度は5~20週齢は5ルクス、20~64週齢は10ルクスとした。試験区は、3群に分割し、各群とも1日の点灯時間は対照区と同一で、5週齢以後の全期間の照度を2ルクスとし、異なる間欠点灯を実施した。第1グループ(節電方式1)は5~20週齢と36週齢以後を30分明期30分暗期とし、第2グループ(節電方式2)は5~20週齢と36週齢以後を15分明期45分暗期とし、第1・第2グループともに20~36週齢は連続点灯とした。第3グループ(節電方式3)は5週齢以後の全期間を30分明期30分暗期とした。照度は、40ワット白熱球を光源とし、下段ケージの給餌樋部の平均照度が所定の値になるように変圧器で調整した。なお、本稿では1日の所定の点灯時間中を明期とすることを「連続点灯」、1日の所定の点灯時間中に分単位で明暗周期を繰り返すことを「間欠点灯」と記述することとした。

供試鶏は、1987年6月孵化の市販の褐色卵鶏(銘柄I)及び白色卵鶏(銘柄S)を用いた。

第1表 飼養期間中の照度及び点灯周期

点灯方法	[略称]	5~20週齢			20~36週齢			36~64週齢			備考
		照度 (ルクス)	明期 (分)	暗期 (分)	照度 (ルクス)	明期 (分)	暗期 (分)	照度 (ルクス)	明期 (分)	暗期 (分)	
慣行方式	[10Lx : 60L - 0D]	5	60	0	10	60	0	10	60	0	全期間連続点灯
節電方式1	[2Lx : 30L - 30D]	2	30	30	2	60	0	2	30	30	産卵最盛期連続点灯
節電方式2	[2Lx : 15L - 45D]	2	15	45	2	60	0	2	15	45	産卵最盛期連続点灯
節電方式3	[2Lx : 30L - 30D*]	2	30	30	2	30	30	2	30	30	全期間間欠点灯

試験鶏舎は、育成期・成鶏期ともに無窓式で、5~19週齢は2段式群飼ケージ育成舎を使用し、1ケージ(90×50cm)に7~8羽を収容した。19週齢以後は3段式群飼ケージ成鶏舎を使用し、1ケージ(40×31cm)に3羽を収容し、各区に144羽(72羽×2反復)を割り当てた。

給与飼料は、全群に対し0~4週齢はCP21%-ME2,950kcal/kg、4~10週齢はCP18%-ME2,800kcal/kg、10~20週齢はCP14%-ME2,700kcal/kg、20週齢以後はCP17%-ME2,800kcal/kgの市販配合飼料を用い、飼料・飲水ともに不断給与とした。

調査項目は、性成熟状況・飼料消費量・体重・産卵数・生産卵量・死亡数及び原因・点灯用電力消費量で、電力量は各區別に電力消費量積算計を用いて測定した。経済性の指標として、飼料費(鶏卵1kg生産に要した成鶏飼料費)、電力料(育成期・成鶏期の点灯用電力料)、粗利益(鶏卵販売額-雑代-

育成・成鶏飼料費-電力料)を試算した。鶏卵価格は全農福岡相場のL・M級の総平均値である147.2円/kgを、飼料価格は育成前期用・育成中期用・育成後期用・成鶏用の順に50.3・44.6・37.6・40.6円/kgを、電力価格は19.0円/kwhを用いた。

試験期間は、1987年7月(5週齢)から1988年8月(64週齢)までの59週間で、試験成績は20週齢以後を成鶏期として集計した。育成期成績は、反復区を設定していないため群別に集計し、成鶏期成績は前期(20~36週齢)と後期(36~64週齢)に分割して、各期毎に点灯方法と鶏種の2因子実験として分散分析した。

## 結 果

## 1 育成期成績

5ルクス：連続点灯(5Lx : 60L - 0D), 2ルクス：30分明期30分暗期(2Lx : 30L - 30D), 2ルクス：15分明期45分暗期(2Lx : 15L - 45D)

第2表 育成期成績(5~20週齢)

鶏種	点灯方法	飼料消費量(kg)			体 重(kg)			5-20週 増体(kg)	要求 率	育成率 (%)	死亡原 因(羽)
		5-12週	12-20週	5-20週	5週齢	12週齢	20週齢				
褐	[5Lx : 60L - 0D]	2.76	3.79	6.55	0.36	1.13	1.60	1.24	5.28	97.3	不明 2
色卵	[2Lx : 30L - 30D]	2.73	3.72	6.45	0.36	1.14	1.63	1.27	5.08	100	-
鶏	[2Lx : 15L - 45D]	2.66	3.76	6.42	0.36	1.17	1.67	1.31	4.90	100	-
白	[5Lx : 60L - 0D]	2.39	3.54	5.93	0.34	0.99	1.36	1.02	5.81	96.0	MD2, 脚弱 1
色卵	[2Lx : 30L - 30D]	2.47	3.61	6.08	0.34	0.99	1.40	1.06	5.74	97.3	MD2, 脚弱 1
鶏	[2Lx : 15L - 45D]	2.38	3.56	5.94	0.34	1.01	1.43	1.09	5.45	100	-

の3群について、5～20週齢の成績を第2表に、性成熟状況を第3表に示した。

(1) 飼料消費量 褐色卵鶏は低照度・間欠点灯併用により減少し、明期が短いほどその傾向が強かったが、白色卵鶏では一定の傾向は認められなかった。

(2) 体重及び増体量 体重は、褐色卵鶏・白色卵鶏ともに、低照度・間欠点灯併用方式が重く、明期が短いほどその傾向が強かった。5～20週齢の増体量も同様であった。

(3) 飼料要求率 体重1kg増量に要した飼料消費量は、褐色卵鶏・白色卵鶏ともに、低照度・間欠点灯併用方式が少なく、2Lx:15L-45Dが最小であった。鶏種別では、褐色卵鶏の方が飼料利用性が優れた。

(4) 育成率 褐色卵鶏・白色卵鶏ともに、低照度・間欠点灯併用方式が高く、雛の生存に対する悪影響はなかった。

(5) 性成熟状況 50%産卵到達日齢は、褐色卵鶏・白色卵鶏ともに、点灯方法の違いによる差はなく、20週齢時にみられた点灯方法間の体重差も小さくなった。鶏種別では、褐色卵鶏の性成熟が3日程度早く、性成熟時の体重・卵重も重かった。

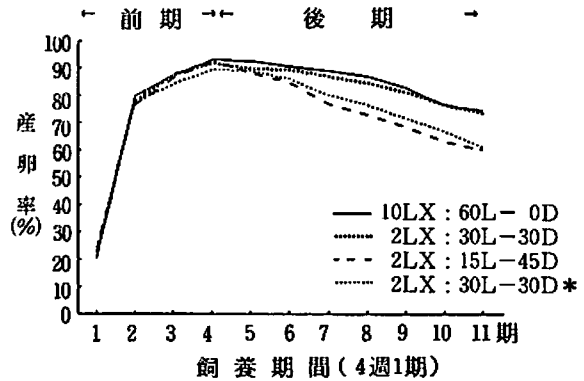
第3表 性成熟状況

鶏種	点灯方法	50%産卵時		
		日齢	体重(kg)	卵重(g)
褐 色卵 鶏	{5Lx:60L-0D}	164	1.92	54.7
	{2Lx:30L-30D}	164	1.92	55.0
	{2Lx:15L-45D}	164	1.94	54.5
白 色卵 鶏	{5Lx:60L-0D}	167	1.64	52.2
	{2Lx:30L-30D}	167	1.65	52.1
	{2Lx:15L-45D}	166	1.68	52.8

## 2 成鶏期成績

20～64週齢の成績を第4表に示した。

(1) 産卵率 点灯方法別では、前期(20～36週齢)は処理間に有意差は認められなかったが、白色卵鶏の2Lx:30L-30D\*は産卵が正常ではなかった。後期(36～64週齢)は連続点灯の10Lx:60L-0Dが最も高く、明期が短い2Lx:15L-45Dが最も低くなった。2Lx:30L-30Dと2Lx:30L-30D\*は後期が同一処理であるが、2Lx:30L-30D\*が明らかに低く、両点灯方法間に有意差が認められた。



第1図 点灯方法別の産卵率推移(両鶏種平均)

全期(20～64週齢)の点灯方法別の産卵率推移は第1図に示すとおりで、両鶏種とも10Lx:60L-0Dと2Lx:30L-30Dが、2Lx:15L-45Dと2Lx:30L-30D\*がそれぞれ同じような推移を示した。

鶏種別では、性成熟がやや早い褐色卵鶏が、前期において白色卵鶏より高くなったが、前期・後期ともに両鶏種間に有意差は認められず、全期間の産卵率推移はほぼ同じであった。

(2) 日産卵量 点灯方法別では、試験期間を通して各処理の卵重に差がないことから、日産卵量は産卵率に応じて、両鶏種ともに10Lx:60L-0Dが最も多く、2Lx:15L-45Dが最も少なかった。

鶏種別では、全期間を通して卵重が重かった褐色卵鶏が多くなり、鶏種間に有意差が認められた。

(3) 飼料消費日量 点灯方法別では、前期は間欠点灯の2Lx:30L-30D\*が少なく、連続点灯とした他の3方式との間に有意差が認められた。後期は10Lx:60L-0Dが最も多く、産卵率の高低に対応した結果となった。全期では両鶏種とも明期が長いほど多くなったが、10Lx:60L-0Dと2Lx:30L-30Dとの間に有意差は認められなかった。

鶏種別では、褐色卵鶏が前期・後期ともに多く、鶏種間に有意差が認められた。

(4) 飼料要求率 点灯方法別では、前期は処理間に差はなかったが後期は処理間に有意差が認められ、全期では後期の影響が強く残り、10Lx:60L-0Dと2Lx:30L-30Dがともに最小で、2Lx:15L-45Dと2Lx:30L-30D\*は明らかに劣った。

鶏種別では、鶏種間に有意差は認められなかったが、日産卵量が多い褐色卵鶏が改善される傾向を示した。

第4表 成鶏期成績 (20~64週齢)

鶏種 (II)	点灯方法 (I)	産卵率 (%)			日産 卵量(g)	飼料消費日量 (g)			飼料		経済性 (円/羽)	
		前期	後期	全期		前期	後期	全期	要求率	飼料費	電力料	粗利益
褐色卵鶏	[10Lx:60L-0D]	71.7	83.9	79.4	51.5	110.4	120.2	116.6	2.27	91.9	50.9	328
	[2Lx:30L-30D]	70.0	82.1	77.6	50.3	110.1	116.7	114.3	2.27	92.1	19.3	342
	[2Lx:15L-45D]	69.4	74.7	72.7	46.2	110.8	113.0	112.2	2.43	98.5	12.9	185
	[2Lx:30L-30D*]	70.0	76.8	74.3	48.0	105.1	112.1	109.5	2.28	92.7	14.2	297
白色卵鶏	[10Lx:60L-0D]	70.1	85.9	80.1	50.2	105.9	118.4	113.8	2.27	91.9	50.9	338
	[2Lx:30L-30D]	68.7	84.3	78.6	49.1	103.3	115.9	111.3	2.27	91.8	19.3	353
	[2Lx:15L-45D]	68.8	72.8	71.3	44.9	105.6	109.4	108.0	2.40	97.3	12.9	211
	[2Lx:30L-30D*]	65.1	75.5	71.7	44.6	100.9	110.3	106.9	2.40	97.3	14.2	200
I	[10Lx:60L-0D]	70.9	84.9 <sup>A</sup>	79.7 <sup>A</sup>	50.9 <sup>A</sup>	108.1 <sup>A</sup>	119.3 <sup>A</sup>	115.2 <sup>A</sup>	2.27 <sup>A</sup>	91.9 <sup>A</sup>	50.9	333 <sup>A</sup>
	[2Lx:30L-30D]	69.4	83.2 <sup>A</sup>	78.1 <sup>A</sup>	49.7 <sup>A</sup>	106.7 <sup>A</sup>	116.3 <sup>B</sup>	112.8 <sup>A</sup>	2.27 <sup>A</sup>	91.9 <sup>A</sup>	19.3	347 <sup>B</sup>
	[2Lx:15L-45D]	69.1	73.8 <sup>B</sup>	72.0 <sup>B</sup>	45.6 <sup>B</sup>	108.2 <sup>A</sup>	111.2 <sup>C</sup>	110.1 <sup>B</sup>	2.42 <sup>B</sup>	97.9 <sup>B</sup>	12.9	198 <sup>C</sup>
	[2Lx:30L-30D*]	67.6	76.2 <sup>B</sup>	73.0 <sup>B</sup>	46.3 <sup>B</sup>	103.0 <sup>B</sup>	111.2 <sup>C</sup>	108.2 <sup>B</sup>	2.34 <sup>C</sup>	95.0 <sup>C</sup>	14.2	249 <sup>D</sup>
II	褐色卵鶏	70.3	79.4	76.0	49.0 <sup>A</sup>	109.1 <sup>A</sup>	115.5 <sup>A</sup>	113.1 <sup>A</sup>	2.31	93.8	24.3	288
	白色卵鶏	68.2	79.6	75.4	47.2 <sup>B</sup>	103.9 <sup>B</sup>	113.5 <sup>B</sup>	110.0 <sup>B</sup>	2.33	94.6	24.3	275

注) ① 前期: 20~36週齢, 後期: 36~64週齢

② 成績は延べ生存羽数をもとに1羽当りに換算, 但し電力料は総額/成鶏期首羽数

③ 縦列のA・B・C・D異文字間 ( $P \leq 0.01$ ), a・b異文字間 ( $P \leq 0.05$ )に有意差

(5) 経済性 飼料費は, 飼料要求率に飼料価格を乗じて算出したことから飼料要求率に対応し, 点灯方法別では, 10Lx:60L-0Dと2Lx:30L-30Dが最も少なく, 2Lx:15L-45Dと2Lx:30L-30D\*は明らかに多くなった。鶏種別では, 有意差は認められなかったが, 飼料要求率が小さい褐色卵鶏が少ない傾向を示した。

電力料は, 照度が低く暗期が長い2Lx:15L-45Dが最も少なく, 10Lx:60L-0Dに対する節減比は2Lx:30L-30Dから順に62.1%・74.7%・72.1%であった。

粗利益は, 点灯方法別では, 2Lx:30L-30Dが最も多く, 各処理間に有意差が認められ, 低照度と間欠点灯の併用により電力消費量が節減された。鶏種別では, 有意差は認められなかったが, 日産卵量が多く飼料要求率が小さい褐色卵鶏が, 多くなる傾向を示した。

#### 考 察

育成期での光線管理法としての低照度点灯と間欠点灯の併用は, 慣行方式に比べて飼料消費量が減少し, 増体量が増加することから, 飼料の利用性が改善されるとともに, 性成熟の遅延はなく, 雛の成長に対する悪影響は認められない。特に, 褐色卵鶏ではこの現象が明らかであり, 褐色卵鶏を無窓鶏舎で育成する場合の節電型点灯法として, 照度を2ルクスとし, 点灯周期を30分明期30分暗期あるいは15分明期45分暗期とすることは実用性が高いといえる。成鶏期での間欠点灯の実施時期について, 産卵最盛期以後とするのが良いとピューリナ社は提唱しており<sup>3)</sup>, その理由は飼料消費量の減少による産卵の抑制を防止するためとされている。このことを確認するために, 本試験では産卵最盛期までの20~36週齢を連続点灯とする2Lx:30L-30Dと, 同期間を間欠点灯とする2Lx:30L-30D\*を設定して

成績を比較した。この期間に間欠点灯を実施することの産卵への影響は、褐色卵鶏では小さく白色卵鶏では大きいといった違いがみられるが、産卵率は間欠点灯を実施した方が低い傾向を示し、さらに第1図に示すとおり、2Lx:30L-30D\*は36週齢以後の産卵低下が著しいのに対し、2Lx:30L-30Dは36週齢以後も産卵低下はない。育成期では、15分明期45分暗期の間欠点灯を実施しても産卵開始の遅延はなく、飼料消費量の減少による悪影響は認められないが、産卵の開始から最盛期までの期間に間欠点灯を実施して生じた飼料消費量の減少による産卵抑制の影響は、産卵最盛期以後も残ると考えられる。産卵開始後、急速に産卵数が増加する期間での間欠点灯の実施が、産卵率の正常な上昇を抑制することは明らかで、24~28週齢を45分明期15分暗期とし、28~36週齢を30分明期30分暗期としたLEESON<sup>4)</sup>の試験結果と一致しており、先述のピューリナ社の提唱どおり、産卵最盛期までは間欠点灯を実施しないほうがよい。

成鶏期での間欠点灯の明暗周期について、30分明期30分暗期と15分明期45分暗期を設定して成績を比較したが、2Lx:15L-45Dの成績が示すとおり、15分明期45分暗期では正常な産卵を維持できない。明期時間の絶対的な不足が原因と考えられるが、2Lx:30L-30Dの産卵率が慣行方式の10Lx:60L-0Dよりやや低く推移していることからして、間欠点灯処理と低照度点灯処理との間に負の交互作用が存在することが推察され、この点は明暗周期と照度水準を独立の因子とした試験によって明らかにする必要がある。また、2Lx:15L-45Dと2Lx:30L-30D\*は、36週齢以後の産卵率の推移が似ており、産卵最盛期以前から30分明期30分暗期の間欠点灯を実施することと、産卵最盛期以後に15分明期45分暗期の間欠点灯を実施することが、産卵最盛期以後の産卵に同等の影響を及ぼすのは興味深い。このことは、産卵開始後の光線管理が、成鶏期全体の産卵成績を規定するほどの強い作用を持つことを示唆するものと考えられる。

経済性に関して、低照度点灯と間欠点灯が単独でも点灯用電力料の節減に有効であることから、その併用が節電になるのは当然である。5~64週齢の電力消費量は、10Lx:60L-0Dを100%とした場合、2Lx:30L-30Dは37.9%で約60%の節電率となり、1羽当りの電力料にして31.6円が節減される。低照度点灯と間欠点灯の併用によるこの節電分を、2Lx:30L-30Dのデータを用いて産卵成績に換

算すると、1羽当りの産卵数で3.4個に相当し、産卵率が78.1%から79.2%に上昇するのと同等の効果があり、低照度・間欠点灯併用による節電型光線管理法は、粗利益の増加に寄与することが明らかである。

試験成績を見る限り、褐色卵鶏が各点灯方法に対して特異な反応を示さないことから、低照度点灯、間欠点灯及びこれらの併用を白色卵鶏と同様に褐色卵鶏に適用することは可能であり、実用的な光線管理法としては、照度を常時2ルクスとし、産卵開始までは30分明期30分暗期の間欠点灯を実施し、その後連続点灯として、産卵最盛期以後に再び30分明期30分暗期の間欠点灯を実施すれば良い。なお、産卵開始までに15分明期45分暗期の間欠点灯を実施し、その後連続点灯として、産卵最盛期以後に30分明期30分暗期の間欠点灯を実施することについては、本試験の育成期成績からして問題ないと考えられるが、今後の検討が必要である。

#### 引用文献

- 1) 福田憲和・西尾祐介・上野呈一(1985):採卵鶏のウィンドウレス鶏舎における光線管理(第3報).福岡農総試研報C(畜産)5,25~30.
- 2) 福田憲和・西尾祐介・上野呈一(1987):採卵鶏のウィンドウレス鶏舎における光線管理(第4報).福岡農総試研報C(畜産)6,51~56.
- 3) 鶏の研究社<訳>(1985):ピューリナ社点灯プログラム.鶏の研究60(5),85~92.
- 4) LEESON, S., J. P. WALKER and J. D. SUMMERS, (1982): Performance of Laying Hens Subjected to Intermittent Lighting Initiated at 24 weeks of Age. Poultry Sci. 61(4), 567~568.

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

(1) Effect of Combination of Low-Intensity Artificial Lighting and Intermittent Lighting

FUKUDA Norikazu, Yusuke NISHIO, Takahiro INOUE and Teiichi UENO

Summary

Control birds were subjected to 5 hr of lighting per day from 1 to 18 weeks of age. Then photoperiod was increased by 30 min. per week to maximum of 14 hr. lighting, and subjected to lighting of 5 Lx from 5 to 20 weeks and 10 Lx from 20 to 64 weeks [5→10Lx: 60L-0D]. Experimental birds were divided into 3 groups and each group was subjected to the same lighting hour as control, although subjected to 2 Lx and intermittent lighting after 5 weeks. Group 1 was subjected to 30L-30D (30 min. light: 30 min. dark in each 1hr.) from 5 to 20 weeks and after 36 weeks [2→2Lx: 30L-30D]. Group 2 was subjected to 15L-45D in the same period as group 1 [2→2Lx: 15L-45D.] Group 3 was subjected to 30L-30D after 5 weeks [2→2Lx:30L-30D\*]. All birds were fully fed during the whole period and were fed with laying feed containing 17%CP-2,800 kcal/kgME after 20 weeks.

Growth and sexual maturation of experimental birds were normal. Egg production and feed intake of group 1 in the laying period showed a decrease compared with control, but no significant difference was observed between group 1 and control with regard to feed efficiency. The electrical energy consumption for lighting from 5 to 64 weeks in the group 1 was about 40% of control.

Saving egg production cost in case of brown egg strain was also possible by the 2→2Lx:30L-30D treatment in the same manner as white egg strain.

## ブロイラーの育成時期の特性に対応した 飼料給与技術と出荷体系

### 第3報 特定体重到達時出荷による年間粗利益

徳満 茂・石山英光  
 (畜産研究所中小家畜部)

ブロイラーの年間を通した鶏舎回転数の向上と飼料費の節減による粗利益の改善を目的として、出荷方法を、7~9月は雄雌平均体重2.3kg、10~6月は雄雌平均体重2.5kgの特定体重到達時とした場合と、従来の9週齢到達時出荷を比較検討した。育成時期は、温暖期(3~5月)、高温期(5~7月)、暑期(7~9月)、適温期(9~11月)、寒冷期(12~2月)の5時期とした。

特定体重到達時出荷方式の育成率及び飼料要求率は、9週齢出荷方式に比べて各育成時期とも優れ、出荷週齢は約1~2週間短縮された。このため、年間を通した鶏舎回転数は約10%向上し、鶏舎の単位面積当たりの年間粗利益は、9週齢出荷に比べて、20~50%高くなった。

[Keywords : broiler, market weight, market time, total income]

#### 緒 言

ブロイラーの生育至適温度範囲は約10~27℃であり、この範囲外では、育成成績が劣ることが、良く知られている。特に、福岡県では季節の移り変わりによる気温の年間較差が30℃と大きく、最高気温が30℃以上の日数が約70日もあることから、育成時期の気温特性が産肉性に及ぼしている影響は大きいと考えられる。

しかし、一般農家では、年間を通して同一飼料組成及び同一出荷日齢の生産体系を実施しているため、出荷体重が大きく変動する等の問題を起こしている。このため、本報では、第2報<sup>2)</sup>の育成時期に高温期・暑期の育成時期を加え、出荷体重に主体を置

いた生産体系が、年間を通した粗利益及び鶏舎回転数等に及ぼす影響を検討した。

#### 試 験 方 法

##### 1 育成時期

育成時期は、温暖期(昭61年3~5月)、高温期(昭60年5~7月)、暑期(昭61年7~9月)、適温期(昭60年9~11月)、寒冷期(昭61年12月~昭62年2月)の5時期とした。

##### 2 試験区分

第1表に試験区分を示した。

(1) 出荷体重及び出荷週齢：出荷週齢は、慣行区では各育成時期とも9週齢とし、低密度区・中密度区・高密度区では、高温期・暑期が雄雌平均体重

第1表 試験区分

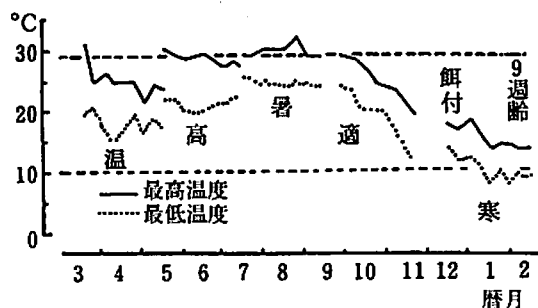
区	出荷体重(kg/羽)					出荷重量(kg/3.3m <sup>2</sup> )					餌付け羽数(羽/3.3m <sup>2</sup> )					出荷時期			
	高	暑	適	温	寒	高	暑	適	温	寒	高	暑	適	温	寒	高	暑	適	温
慣行区	2.5	2.3	2.6	2.6	2.8	95	95	105	105	105	39	41	41	41	40	9週齢到達時			
低密度区	2.3	2.3	2.5	2.5	2.5	80	80	100	100	100	37	37	42	42	42	出荷体重到達時			
中密度区	2.3	2.3	2.5	2.5	2.5	100	100	120	120	120	46	46	51	51	51	出荷体重到達時			
高密度区	2.3	2.3	2.5	2.5	2.5	120	120	140	140	140	55	55	59	59	59	出荷体重到達時			

注) 慣行区の出荷体重及び出荷重量は、9週齢時の予測値。



第2表 後期用飼料組成

飼料内容	高温期	暑期	温暖期	適温期	寒冷期
CP (%)	18.7	17.6	16.5	16.5	16.5
ME (Kcal/kg)	3,301	3,303	3,271	3,232	3,307
後期用 (円/kg)	76.8	76.8	75.5	73.8	74.8
休薬用 (円/kg)	74.5	74.0	72.7	71.0	72.0



第1図 鶏舎内温度の推移

2.3Kg, 温暖期・適温期・寒冷期が雄雌平均体重2.5Kgの特定体重到達時とした。

(2) 飼料：育成前期用飼料は、各区とも、くみあい前期用飼料 (CP22, ME3080kcal/kg, 78.97円/kg) を用いた。後期用飼料は、慣行区ではくみあい後期用飼料 (CP18%, ME3200kcal/kg, 77.43円/kg) 及び休薬用飼料 (CP18%, ME3200kcal/kg, 74.63円/kg) を用いた。慣行区以外の試験区は、第2表に示す飼料組成の飼料を用いた。なお、この飼料組成は、第1報<sup>1)</sup>で明らかにした各育成時期の最適飼料成分である。

(3) 飼育方法：鶏舎は開放平飼い舎を用い、雄雌同羽数の混飼とした。反復数は各区3反復とし、1区の面積は、5.6m<sup>2</sup>とした。全餌付け羽数は、高温期903羽、暑期913羽、温暖期984羽、適温期984羽、寒冷期978羽の合計4,762羽とした。

(4) 粗利益の計算方法

3.3m<sup>2</sup>当たり粗利益＝肉販売額－雛代－飼料代

①肉販売額：雄雌平均体重×生存羽数÷1.7 (＝5.6m<sup>2</sup>÷3.3m<sup>2</sup>) ×258.7円/kg

②雛代：餌付け羽数×96.33円/羽

③飼料代：(前期用飼料総消費量÷1.7×78.97円/kg) + (後期用飼料総消費量÷1.7×第2表の単価) + (休薬用飼料総消費量÷1.7×第2表の単価)

(5) 低密度区、中密度区、高密度区の出荷体重到達時週齢及び育成成績の推定：出荷体重到達時を挟む2つの週齢とその週齢の体重から1次回帰式を作成し、出荷体重到達時週齢を推定した。育成成績についても、同様に1次回帰式を作成し、出荷体重到達時育成成績を推定した。

## 結果及び考察

### 1 各育成時期の舎内温度

第1図に、鶏舎内温度の推移を示した。給温期間を除き、床上30cmで測定した舎内温度は、温暖期・適温期は最高・最低温度とも10～27℃の範囲内であったが、高温期・暑期では最高温度が27℃を越え、寒冷期では10℃を下回った。各育成時期の舎内温度特性は、高温期・暑期では最高温度に問題があるが、他の時期はブロイラーの生産に適していると考えられる。

### 2 育成成績

第3表に、各育成時期の育成成績及び3.3m<sup>2</sup>当たり粗利益を示した。

(1) 各育成時期の育成成績：出荷週齢は、慣行区の9週齢に比べて、低密度区・中密度区・高密度区は、各育成時期とも約7～8週齢となった。また、特定体重到達週齢は、3.3m<sup>2</sup>当たり生産重量が約20kg高くなるにつれて、約0.1週齢遅れた。特に、舎内温度の高かった暑期では、到達週齢の遅れが、他の育成時期に比べて大きい傾向を示した。

育成率及び飼料要求率は、慣行区に比べて、各区とも同じか、又は、優れる傾向を示した。特に、育成率の低下が問題となる暑期では、慣行区の91%に比べて、各区とも5～7%優れていた。

生産指数 (PS値) は、慣行区の暑期が169と劣ったが、他の時期は各区とも200以上であった。

(2) 3.3m<sup>2</sup>当たり粗利益：粗利益は、慣行区に比べて、低密度区では高温期・温暖期・適温期は劣り、寒冷期はほぼ同じであったが、暑期は約1.5倍高くなった。粗利益低下の原因は、3.3m<sup>2</sup>当たりの生産重量が、慣行区に比べて、約15%少ないためである。一方、中密度区・高密度区では、各育成時期とも慣行区に比べて優れた。

また、高密度区は、各育成時期とも生産重量が多く、3.3㎡当たり粗利益は明らかに優れていたことから、出荷週齢は暑期・高温期では雄雌平均体重2.3kg、温暖期・適温期・寒冷期では雄雌平均体重2.5kgの特定体重到達時とし、3.3㎡当たり生産重量を暑期・高温期は100～120kg、温暖期・適温期・寒冷期は120～140kgにすれば、暑熱ストレス等による育成成績の低下なしに粗利益を改善できるものと考えられる。

3 年間粗利益

第4表に3.3㎡当たりの年間粗利益及び生体重1kg生産に要する飼料費を示した。各育成時期の出

荷日齢に空舎期間を各々20日加えたものを、各区の飼育期間とすると、5育成時期を合計した飼育日数は、慣行区415日、低密度区352日、中密度区359日、高密度区364日となり、試験各区の年間飼育期間は慣行区に比べて約50～60日短縮された。鶏舎回転数は、慣行区の4.39回に比べて、各区とも年間約5回となり、鶏舎回転率は、約10%向上した。また、5育成時期の3.3㎡当たり粗利益合計を飼育期間で割った1日当たり粗利益は、慣行区の70円に比べて各区とも約10～30円高くなった。

1日当たり粗利益に365日に乗じた、3.3㎡当たり

第3表 育成成績

育成時期	区	出荷週齢 (週)	育成率 (%)	体重 (g/羽)	生産重量 (kg/3.3㎡)	飼料消費量 (g)	飼料要求率	PS 値	粗利益 (円/3.3㎡)
高温期	慣行区	9.00	95.4	2,961	109.8	6,474	2.19	205	6,141(100)
	低密度区	7.14	99.4	2,300	83.8	4,511	1.96	233	5,507( 90)
	中密度区	7.28	97.8	2,300	103.2	4,579	1.99	222	6,539(106)
	高密度区	7.47	96.8	2,300	123.1	4,684	2.03	210	7,298(119)
暑期	慣行区	9.00	91.0	2,744	102.8	6,454	2.35	169	4,023(100)
	低密度区	6.94	98.4	2,300	82.6	4,267	1.86	251	6,255(155)
	中密度区	7.38	95.9	2,300	101.1	4,666	2.02	212	6,293(156)
	高密度区	7.70	97.3	2,300	123.7	5,060	2.08	201	7,435(185)
温暖期	慣行区	9.00	95.7	3,080	121.4	7,020	2.28	205	6,092(100)
	低密度区	7.29	95.4	2,500	101.5	5,090	2.13	220	5,835( 96)
	中密度区	7.54	97.1	2,500	122.8	5,443	2.17	212	6,824(112)
	高密度区	7.60	94.3	2,500	138.4	5,523	2.20	202	7,134(117)
適温期	慣行区	9.00	97.6	3,230	129.8	7,016	2.17	231	7,812(100)
	低密度区	7.33	98.3	2,500	104.0	5,161	2.06	232	6,909( 88)
	中密度区	7.36	96.6	2,500	122.2	5,152	2.05	228	8,052(103)
	高密度区	7.45	97.6	2,500	143.5	5,250	2.09	224	9,180(118)
寒冷期	慣行区	9.00	92.7	3,192	118.3	7,352	2.31	204	5,722(100)
	低密度区	7.30	94.5	2,500	100.3	5,274	2.10	221	6,064(106)
	中密度区	7.48	93.5	2,500	119.3	5,486	2.17	206	6,589(115)
	高密度区	7.56	94.7	2,500	140.3	5,368	2.13	210	8,241(144)

( ) は慣行区に対する比率。

第4表 年間粗利益と飼料費

区	飼育 期間 (日)	鶏舎 回転数 (回/年)	1日当たり 粗利益 (円/3.3㎡)	年間 粗利益 (円/3.3㎡)	生体重1kg生産に要する飼料費(円)				
					高温期	暑 期	温暖期	適温期	寒冷期
慣行区	415	4.39	72	26,201(100)	169(100)	176(100)	176(100)	168(100)	174(100)
低密度区	352	5.18	87	31,668(121)	150(89)	140(80)	161(91)	153(94)	157(90)
中密度区	359	5.08	96	34,870(133)	153(91)	152(86)	163(93)	152(90)	160(92)
高密度区	364	5.00	108	39,288(150)	156(92)	155(88)	166(94)	155(92)	161(93)

注) ( ) は慣行区に対する比率。

年間粗利益は、慣行区約26,000円、低密度区約32,000円、中密度区約35,000円、高密度区約39,000円となり、慣行区に比べて低密度区は約20%、中密度区は約30%、高密度区は約50%優れた。特に、高温期・適温期・温暖期では、慣行区に比べて低密度区が劣っていたが、年間を通すと、低密度が、明らかに優れていた。

粗利益に最も影響を及ぼす飼料費は、生体重1kg当たりでは、慣行区に比べて各区とも約10~20%少なくなった。特に、各育成時期の慣行区と中密度区の3.3㎡当たりの生産重量は、ほぼ同じにもかかわらず、中密度区の粗利益が優れていたのは、慣行区に比べて、飼料費が約10%節減されたためと考えられる。ブロイラー生産費のうち、飼料費は約67%を占めており<sup>3)</sup>、他の生産費の大半を固定費とすると、飼料費節減効果は、鶏舎回転数の向上と同様に農家の経営に大きく寄与すると考えられる。

しかし、特定体重到達遅延等の予測は難しいため、今後は、ブロイラーの生産予測及び生産計画ができるコンピュータープログラムの開発が必要と考えられる。

#### 引用文献

- 1) 徳満茂・石山英光・中島治美・森本義雄・福田由美子・上田修二(1986) : ブロイラーの育成時期の特性に対応した飼料給与技術と出荷体系(第1報). 福岡農総試研報C(畜産), 6,57~62.
- 2) 徳満茂・森本義雄・石山英光(1987) : ブロイラーの育成時期に対応した飼料給与技術と出荷体系(第2報). 福岡農総試研報C(畜産) 7,39~44.
- 3) 農林水産省畜産局経営課(1987) : 昭和62年畜産経営の動向. 中央畜産会, 東京.

### Relationship of Marketing Weight and Marketing Time to Total Income in Broiler(3)

TOKUMITSU Shigeru and Hidemitsu ISHIYAMA

#### Summary

Two methods were compared for the total income and poultry house's turnover rate. One method(A) was keeping for 9 weeks. Another method(B) was keeping for the specific marketing weights.

The marketing weights of average body weight were 2.3Kg at early summer and midsummer, and 2.5 Kg at spring, autumn and winter. Marketing time of B method was from 7 to 8 weeks of age, and the livability and feed conversion ratio were better than A method.

Total income of house and turnover rate in a year of B method was 150 and 110% of A method.

## 二元交雑組合せによる高品質肉鶏 「はかた地どり」の作出

徳満 茂・森本義雄・石山英光・上野呈一  
(畜産研究所中小家畜部)

現在のブロイラー肉は、約60日間の短期飼育に主眼を置いているため、軍鶏等の地どりの肉に比べて柔らかく、脂肪が多量に付着している。このような鶏肉は、水炊き及び筑前煮等の和風郷土料理の素材として適していないので、二元交雑方式による福岡県特産の高品質肉用鶏の開発を行った。

二元交雑鶏の性能調査には、父鶏として軍鶏を2系統、母鶏としてホワイトロックを2系統、横斑プリマスロック及びロードアイランドレッドを用いた6組合せの交雑鶏及びブロイラーの合計7種類を用いた。最も性能が優れていたのは、当场生産の軍鶏とホワイトロックとの交雑鶏であった。この交雑鶏は、13週齢時の雄雌平均体重が2.5kg以上あり、腹部脂肪量が少なく、肉色が濃い等の優れた特性を保有しており、食味も良いため、本交雑鶏を県特産の「はかた地どり」に選定した。

[Keywords : interbreed crossing, two-way hybrid, meet type breeder, meet quality]

第1表 作出目標

項目	目標
出荷週齢	13週齢
雄雌平均体重	2.5kg
腹部脂肪	2%以下
肉質	肉色が濃く、味がよい

### 緒 言

ブロイラーは、食肉の中で最も大量生産に適しており、貴重な動物性蛋白質源として定着している。

しかし、最近になって、消費者サイドからはブロイラーに比べて食味の良い鶏肉を求める声も多い。特に、福岡県は「京都のかしわ料理」・「東京のしゃも鍋」・「秋田のキリタンポ」に並ぶ、鶏の四大料理のひとつである「博多の水炊き」の本場であること<sup>1)</sup>、鶏肉の一人当たり年間消費量が全国平均の3.9kgに比べて5.8kgと非常に多いこと、山海の珍味に恵まれているため消費者の食品に対する高品質志向が高いこと等の特徴を有しており、高品質鶏肉を求める声が強い。

一方、生産者サイドからも、外国産のブロイラー輸入増加と国内生産量の増加に伴う価格競争が激化しているため、従来のブロイラーとは異なった県特産の肉用鶏の作出の要望が強くなっている。

このため、本試験では消費者及び生産者の希望に沿った高品質肉用鶏を作出するため、二元交雑組合せ様式を検討した。

### 試 験 方 法

#### 1 作出目標

第1表に二元交雑鶏の作出目標を示した。13週齢時の雄雌平均体重を2.5kgとし、脂肪が少ない鶏の作出を目標とした。

#### 2 交配様式及び試験期間

第2表に二元交雑鶏の作出に使用した素材鶏の品種を、第3表に二元交雑鶏の交配様式及び試験期間を示した。

素材鶏のGは2系統、WRは3系統とし、他の品種は1系統とした。

交雑鶏は、当场でふ化した。正常雛について雌雄鑑別した後、各組合せにつき雄を45羽、雌を45羽とし、合計630羽を使用した。

1~6区は、地どり交雑鶏であるが、参考区の7区はブロイラーである。

#### 3 管理方法

鶏舎は、鉄骨スレートぶきの開放平飼い鶏舎を用い、雄雌分離飼育とし、1区の面積を5.6㎡とした。飼料及び飲水は不断給与した。

#### 4 飼料

餌付けから3週齢までの前期飼料は、1~6区は採卵鶏用前期飼料(CP18%, ME2,850kcal/kg)、7区はブロイラー用前期飼料(CP18%, ME3,080kcal/kg)

第2表 交雑組合せに使用した素材鶏

品 種	記 号	備 考
軍 鶏	G 1	赤笹種
〃	G 2	黒色種
ホワイトロック	WR 1	羽色遺伝子優性
〃	WR 2	羽色遺伝子劣性
〃	WR 3	羽色遺伝子優性
横斑プリマスロック	BP	卵肉兼用種
ロードアイランドレッド	RI	〃
イサ	イサ	褐色プロイラー母鶏
ホワイトコーニッシュ	WC	市販プロイラー父鶏

第3表 交配様式及び試験期間

区	父鶏×母鶏	試験期間	備 考
1	G 1×WR 1	昭62年 3月～6月	
2	G 2×WR 1	〃 9月～12月	
3	G 2×WR 2	〃 6月～9月	
4	G 1×BP	〃 3月～6月	
5	G 1×RI	〃 3月～6月	
6	G 2×イサ	〃 8月～11月	
7	WC×WR 3	〃 3月～6月	参考区

を使用した。4週齢以降の後期飼料は、1～6区は採卵鶏用後期飼料 (CP14%, ME2,700kcal/kg), 7区はプロイラー用後期飼料 (CP18%, ME3,200kcal/kg) を使用した。

#### 5 調査項目

体重, 育成率, 飼料消費量, 飼料要求率, 肉質, 解体調査 (雄雌各3羽のもも肉Ⅱ型, むね肉Ⅲ型, ささみ, 腹腔内脂肪) 及び食味官能検査とした。

官能検査は, 水炊き等の調理に最も重要な要因であるスープの食味について育成成績の最も優れた区と市販プロイラーについて実施した。スープの作成は料理専門学校で行い, 23人の女子学生をパネラーとした。

## 結 果

### 1 育成成績

第4表に二元交雑鶏の雄雌平均育成成績を示した。育成率は, 6区の84%を除いて約95%以上と優れ

第4表 育成成績 (餌付け～13週齢)

区	父鶏×母鶏	育成率 (%)	9週体重 (g)	13週体重 (g)	飼料要求率	羽色
1	G 1×WR 1	94	1570	2100	3.60	白黒褐
2	G 2×WR 1	97	1610	2700	3.14	白黒褐
3	G 2×WR 2	100	1670	2440	3.01	褐
4	G 1×BP	97	1080	1630	3.86	♂白黒 ♀黒
5	G 1×RI	94	1090	1530	4.18	褐
6	G 2×イサ	84	1350	2120	3.16	褐
7	WC×WR 3	95	2960	—	2.18	白

注) 7区は餌付け～9週齢の成績。

ていた。6区の主な死亡原因は, 脚弱症及び呼吸器病であった。

9週齢時体重は, 3区>2区=1区>6区>5区=4区の順に重かった。父鶏の違いによる影響では, G 2を用いた2区及び3区が, G 1を用いた1区に比べて重くなる傾向を示した。母鶏の違いによる影響では, WRを用いた1区, 2区及び3区が, BP及びRIを用いた4区及び5区に比べて約500g重かった。

13週齢時体重は, 2区>3区>6区=1区>4区>5区の順に重かった。作出目標である2.5kgに到達した区は, 2区のみであった。父鶏の違いによる影響では, G 2を用いた2区及び3区が, G 1を用いた1区に比べて重くなる傾向を示した。母鶏の違いによる影響では, WR及びイサを用いた1区, 2区, 3区及び6区が, BP及びRIを用いた4区及び5区に比べて500～1000g重かった。特に, イサの体重は, わい性の遺伝子がホモとなっているため, WRの体重の約6割であるが, Gとイサを交雑した6区の体重は2.12kgとなっており, 1区とほぼ同じであった。

飼料要求率は, 3区<2区=6区<1区<4区<5区の順であった。父鶏の違いによる影響では, G 2を用いた2区及び3区が, G 1を用いた1区に比べて約0.5優れていた。母鶏の違いによる影響では, WR及びイサを用いた1区, 2区, 3区及び6区が, BP及びRIを用いた4区及び5区に比べて優れていた。

羽色は、プロイラーの7区が全身白色であったが、他の区は有色であった。3区、5区及び6区は、全身褐色の羽色を示した。4区では、雄は白黒の横斑、雌は全身が黒色を示した。1区及び2区では、雄は白羽色に褐色の刺し毛が入り、雌は白羽色に黒色の刺し毛が入った。

2 解体成績

第5表に、二元交雑鶏の雄雌平均解体成績を示した。

第5表 解体成績

区	父鶏×母鶏	もも正肉	むね正肉	ささみ	正肉	腹腔脂肪
1	G1×WR1	21	16	4	40	1.9
2	G2×WR1	20	14	4	38	1.4
4	G1×BP	20	14	4	38	1.5
5	G1×RI	20	13	4	37	0.6
6	G2×イサ	21	16	4	41	1.6
7	WC×WR3	19	14	3	37	3.3

注) ①数値は、生体重に対する割合(%)。  
②調査鶏は、7区は9週齢、他の区は14週齢の雄雌平均。

もも肉の割合は、各区とも、プロイラーの7区に比べて、多くなる傾向を示した。特に、1区及び6区は21%となり、7区の19%に比べて2%も多かった。むね肉は、1区及び6区が16%となり、他の区に比べて2%多かった。ささみは、各区とも3~4%であった。もも肉、むね肉及びささみを合計した正肉は、各区とも、7区に比べて、多くなる傾向を示した。特に、最も多かった6区は41%となり、7区の37%に比べて、4%多くなった。

腹部脂肪は、7区の3.3%を除いて、各区とも2%以下となった。最も少なかった5区は0.6%であった。

3 肉質

第6表に、二元交雑鶏の雄の肉質、第7表に官能検査の成績を示した。

色調は、明るさでは5区がプロイラーの7区に比べて、ほぼ同じであったが、1区及び4区は低くなった。赤色は、各区とも7区に比べて約2~3倍高くなった。逆に黄色は、7区に比べて低くなった。

伸展率は、各区とも7区に比べて高くなった。特

第6表 肉質

区	父鶏×母鶏	色調			伸展率 (cal/g)	保水力
		明るさ	赤	黄		
1	G1×WR1	45	6	5	37	88
4	G1×BP	42	4	6	25	78
5	G1×RI	49	6	5	32	85
7	WC×WR3	48	2	8	20	-

注) ①調査鶏1, 4, 5区は、14週齢の雄のもも肉、7区は9週齢の雄のもも肉。

②明るさは数値が高いほど淡く、赤及び黄は数値が高いほど濃い。伸展率及び保水力は数値が高いほど肉質は良い。

第7表 官能検査

(%)

区	父鶏×母鶏	好ましい	普通	好ましくない
2	G2×WR1	70	17	13
	市販プロイラー	22	43	35

に、1区及び5区は、7区に比べて10以上高かった。保水率は、1区及び5区が4区に比べて高かった。

官能検査は、「好ましい」では、2区の70%に比べて市販プロイラーは22%と少なかった。逆に「好ましくない」では、2区の13%に比べて市販プロイラーは35%と多かった。

考 察

高品質肉用鶏の作出には、食味の点からは、鶏肉の味が優れている軍鶏等の地どりのみを使用することが望ましいが、現在の地どりは、増体量等の生産性がプロイラーに比べて著しく劣っており、肉の価格が牛肉クラスの高価格となる。このため、高品質肉用鶏の短期的作出方法としては、異品種間交雑により、増体量等の改善を図る必要がある。

二元交雑鶏の父鶏には、RI及びBPに比べて体重の重いG、母鶏にはWRが適していたが、同じG×WRでも、系統により、交雑鶏の性能は異なっており、二元交雑による高品質肉用鶏の生産に際しては、優れたG及びWRの確保が重要と言える。Gは地ど

りの中で、味が最も優れていると言われており<sup>1)</sup>、特に、県内には、大型の軍鶏<sup>2)</sup>が数多く残されている。このため、福岡県特産の高品質肉用鶏の作出には、軍鶏を主体とした育種改良の推進が適していると考えられる。

解体成績の正肉割合において、G×WRが、プロイラーに比べて高い原因は、解体週齢が異なること及びプロイラーに比べて脂肪の量が少ないこと等が考えられる。また、肉質は、G×WRが、プロイラーに比べて肉色が濃く、進展率が高く、また、スープ

の食味も良いことから、水炊き等の調理適性も優れていると考えられる。

以上のことから、「はかた地どり」の交雑様式は、体重が重く、低脂肪で、肉質及び食味が優れているG×WRが良いと考えられる。

#### 引用文献

- 1) 浦上武次郎(1973)：郷土鶏料理の伝統と復活。日本畜産振興会。
- 2) 小山七朗(1983)：原色日本鶏。家の光協会。

### A New Ovory Meat Type Poultry 'Hakata Jidori' of Two Way Hybrid Utilized Large Japanese Game Bantam Breed in Fukuoka Prefecture

TOKUMITSU Shigeru, Yoshio MORIMOTO, Hidemitsu ISHIYAMA and Teiichi UENO

#### Summary

A new ovory meat type poultry developed by Fukuoka Agricultural Research Center was selected from the six crosses between two male strains of Japanese Game Bantam (G) and three female strains of White Plymouth Rock (WR), Barred Plymouth Rock (BP) and Rhode Island Red (RIR).

The best growth and ovory meat poultry was obtained in the cross of the large type G in Fukuoka Prefecture × WR.

The new hybrid was named 'Hakata Jidori' and was applied 150,000 birds in a year as a brand poultry of Fukuoka Prefecture.

## 酪農総合診断プログラム「酪楽手帳」の開発

### 第1報 酪楽手帳の全体構成

田口清実・井上尊尋・平川一郎・平川孝行\*・原田裕子\*  
(畜産研究所大家畜部)

乳牛の合理的、科学的飼養管理技術の確立と効率的経営管理を実施するため、農家現場での利用を目的としたコンピュータによる酪農総合診断プログラム「酪楽手帳」を開発した。

- 1 酪楽手帳は乳牛の個体管理、粗飼料生産管理、飼料給与診断設計、経営管理からなる総合的な酪農経営管理診断プログラムである。
- 2 プログラムの開発は、福岡県農業総合試験場を中心とし、畜産課、農業技術課、農業改良普及所、福岡県酪農業協同組合連合会、福岡県畜産会、草地飼料協会の技術者で構成する開発委員会において実施し、プログラム作成はソフト会社に委託した。
- 3 酪楽手帳は54本のプログラム、4枚のフロッピーディスクで構成され、640KB以上のメモリーを有する NEC PC-9801 シリーズの機種で利用できる。

[Keywords:computer,dairy cattle, management system, financial management]

### 結 言

今日の酪農経営を取り巻く経済環境は、牛乳の生産調整に象徴されるように、非常に厳しい状況にあり、産地間競争の激化から、益々、生産コスト低減への対応を迫られている。このため、徹底した個体管理による群全体の生産性向上と合理的な経営管理によるコスト低減が大きな課題となっているが、農家現場においては、規模拡大の傾向から個体管理や経営管理が困難な状況となっている。

一方、安価で高性能なパーソナルコンピュータが開発され、一般家庭にも普及しつつあることから、これを畜産農家に導入し、より科学的、合理的な飼養管理に利用しようとする試み<sup>1, 2, 3, 4)</sup>が盛んになっている。しかし、ソフトウェアの開発を含めた利用技術の確立は特殊な専門知識を要するため、未だ不十分で、特に、農家現場で使い易いソフトの開発が急務となっている。

そこで、農家現場でパソコン利用をして、乳牛の個体管理、飼料生産管理、飼料給与診断設計、経営管理などが実施可能な酪農総合診断プログラム「酪楽手帳」を開発した。開発に当たっては、普及、行政、指導団体の技術員からなる委員会を設置して、プログラムのシステム構成、処理フローなどの内容

について十分な検討、審議を行い、プログラミングは専門業者に委託した。

なお、プログラムの構成が多岐にわたるため、報告に当たっては、第1報で全体構成、第2報で個体管理プログラム、第3報で飼料給与診断・設計、第4報で粗飼料生産管理プログラム、第5報では経営管理プログラムを報告する。

### 設 計 方 法

#### 1 基本的設計条件

当システム開発に当たっての基本的設計条件及び設計思想は以下のとおりである。

- (1) 適応規模は飼養牛250頭以内の経営農家で、乳牛群改良検定農家を対象とする。
- (2) 個体繁殖管理、飼料生産管理、飼料給与診断設計、経営管理からなる総合的なシステムとする。
- (3) 飼料給与診断設計は、診断基準として日本飼養標準(1987年版)を用い、設計方法は線形計画法(LP法)及び試行錯誤法を用いる。
- (4) 初心者でも簡単に利用できるような、明るく楽しいシステムとする。

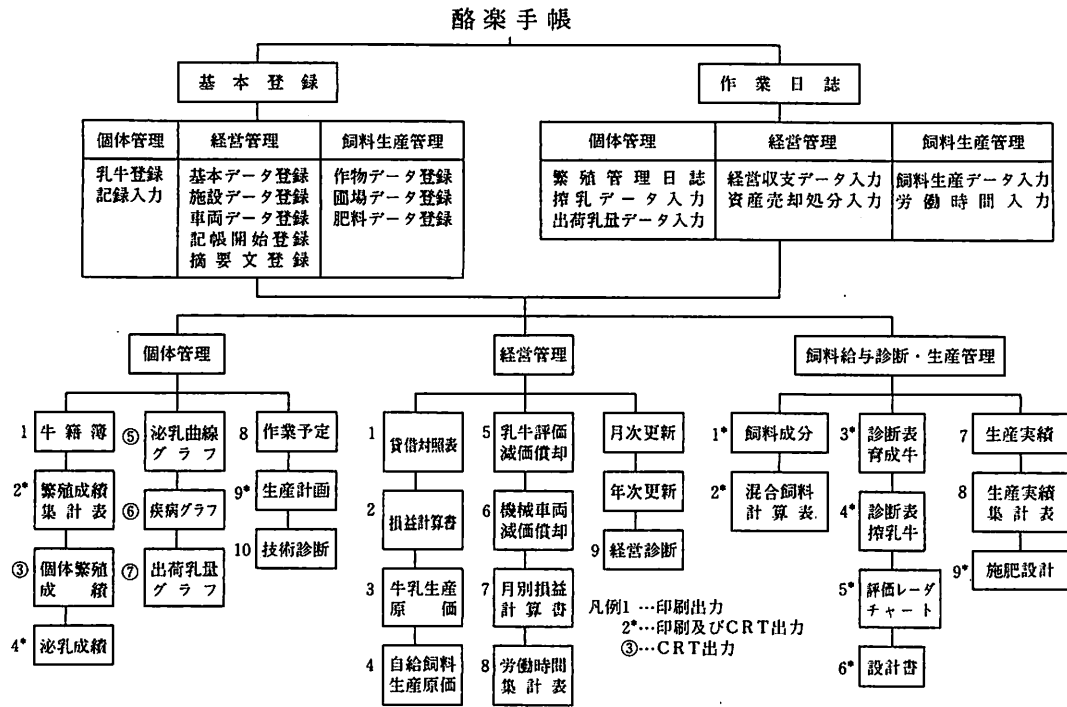
#### 2 ハードウェアの構成

使用したコンピュータの構成は次のとおりである。

- (1) 機種: NEC PC-9801 VM2 640KB RAM
- (2) CRT: 高解像カラー NEC PC-KD854
- (3) プリンター: 136桁日本語プリンター, NEC

\* 農業技術課専門技術員





第1図 システムの全体構成

PC-PR201

(4) OS及び言語:MS-DOS N88-BASIC (86) Ver.3.0  
 (5) フロッピー: 5インチ2HD, 4枚1セット  
 使用コンピュータは、本県の農業関係者に最も多く導入されている NEC PC-9801シリーズを選択した。また、OSについても、最近、最も普及しているMS-DOSを採用、プログラム言語は著者らが理解できるBASICを用いた。さらに外部記憶装置としては、最も安価で一般的な5インチ2HDフロッピーディスクを用いたが、3.5インチ版及び5インチ2DD版も用意している。

**構成及び内容**

**1 プログラムの全体構成**

(1) プログラムの構成: 当プログラムはメニュー選択方式で、1本のサブメニューを含む54本のプログラムにより仕事を選択でき、その全体構成は第1図のとおりである。

ア 基本登録: 乳牛の個体登録プログラムとして、乳牛の名号、父親や母親の名号、血統登録番号、略号、生年月日、導入年月日、評価価格、現在の状況など、乳牛の個体識別用データを入力する乳牛登録プログラムや各産次毎の発情年月日、人工授精日、種雄牛名、分娩年月日、疾病記録など過去の繁殖記録や疾病記録を入力する個体生涯記録プログラムが

ある。また、経営管理用データ登録プログラムとして、技術や経営の診断基準値・目標値、飼料給与診断基準値、費用負担割合、育成牛の価格目安表などを入力する基本データ登録プログラムや酪農家所有の施設、車両・機械などの各データ登録プログラム、さらに、作物、圃場、肥料データ登録プログラムなど、酪農手帳を使用するのに必要な基本的なデータを登録するプログラム群で構成されている。

イ 作業日誌: 作業日誌部のプログラム群は、金銭の出入りを中心とした経営収支データや販売、自家ほ乳などの出荷乳量データ、また、人工授精日、分娩年月日などの繁殖データ、収穫量や仕向などの飼料生産データ、さらには粗飼料生産に要した労働時間データ、乳牛や車両等の資産処分データなど、日々または月々に発生するデータを入力する各データの入力プログラム群で構成されている。

ウ 個体管理: 個体管理部のプログラム群は、牛籍簿、繁殖成績、泌乳成績、疾病発生割合グラフ、泌乳曲線グラフ、出荷乳量グラフなどの乳牛の個体管理に関する成績集計・分析帳票出力プログラムと、計画的な飼養管理のための作業予定出力プログラムや生産調整のための生産計画作成プログラム、さらには基準値との比較を中心とした技術診断表出力プログラムなど、個体管理に関する各種の帳票出力プ

プログラム群で構成されている。

エ 経営管理：経営管理部のプログラム群は、財務諸表である貸借対照表、損益計算書出力プログラム、牛乳や粗飼料の生産原価計算プログラム、また、乳牛や機械・車両、建築物などの減価償却・評価出力プログラム、労働時間集計表、月別の損益計算書出力、経営診断表出力プログラム、さらには月毎のデータを集計・加工するデータ更新プログラムなど、経営管理に関する各種の帳票出力プログラム群とデータの更新プログラム群によって構成している。

オ 飼料給与診断・粗飼料生産管理：飼料給与診断・粗飼料生産部では、試行錯誤法と線形計画法による育成牛や経産牛の飼料給与診断と設計プログラム、及び、その結果の評価レーダーチャート表出力プログラム、また、飼料成分表管理データの入力と成分表出力プログラム、コンプリート飼料の成分計算・保存など、乳牛の飼料給与診断・設計に関するプログラム群と作物別、月別、仕向別などの粗飼料生産実績集計表出力プログラム群及び有機質施肥を前提とした施肥量設計プログラムなど、主として飼料給与診断・設計と粗飼料生産管理に関するプログラム群から構成されている。

カ システム管理部：システム管理部は第1図には図示していないが、フロッピーの複写やデータシートの準備など、酪楽手帳のシステムメンテナンスに関するプログラム群で構成されている。

## 2 基本的な使用手順

(1) 使用手順：「酪楽手帳」を使用する場合の基本的な手順を第2図に示した。

酪楽手帳を使用する以前の作業として、乳牛の過去の繁殖記録や資産状況、労働時間などの調査やデータの整理を実施する。例えば、財産調査の場合、土地、建築物、機械・車両や乳牛等の資産の評価額、購入年月日、耐用年数などのデータを整理しておく。次に、開始時入力として各基本データの登録、乳牛の過去の記録や現状データ及び経営の期首残高の登

録を実施する。

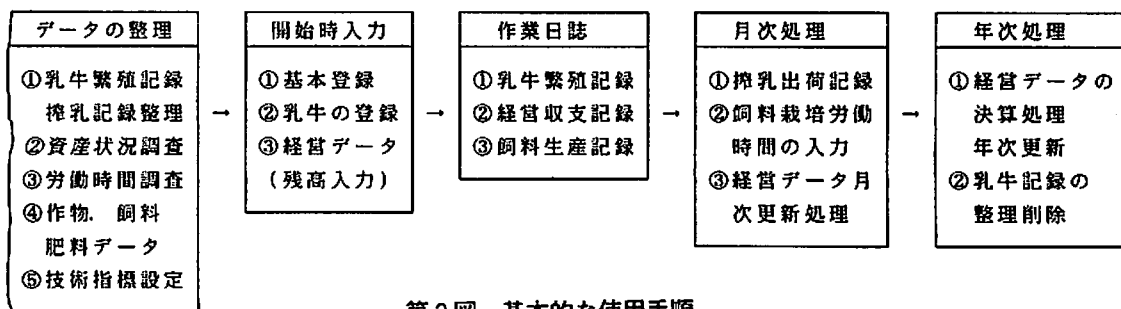
次に、搾乳、出荷、繁殖、経営収支、飼料生産など、日々発生するデータを入力する。これらの日次データは週または月毎にまとめ入力も可能であるが、できるだけデータの発生時に入力することが望ましい。さらに、経営データの月次更新を実施するとともに、年度末には年次更新を行い、各データの更新を実施する。

以上が基本的な使用手順であるが、使用開始時の基本データの登録を怠るとシステムが十分に機能しないことがあるので、使用開始時には担当普及員と相談しながら入力することが望ましい。

## 結果及び考察

当システムは、その構成や内容を全て著者らが作成し、専門家にプログラミングを依頼して開発したものであるが、プログラマーが畜産の専門家でないことから、目的や内容の伝達に困難を極めた。結局、かなりの部分を著者ら自身でプログラミングを実施したが、この点では、使用言語を著者らが理解できる BASIC としていたことで助かった。当システムのように非常に内容が専門的である場合は、十分な準備と綿密なプログラマーとの打ち合わせはもちろんのこと、依頼者がある程度プログラミングを理解できるということも必要であると考えられる。

システムの構成については、ほぼ当初の計画どおりとなっているが、プログラムが54本にもなったため、フロッピーディスクが4枚にもなり、頻繁なフロッピーディスクの差替えが必要となった。誤操作の原因となりやすい頻繁なフロッピーディスクの差替えは、フロッピーディスクチェックプログラムを加えることで解決したが、反面、やや操作性が低下した。また、明るく楽しいプログラムとするため、アニメ風画面や音を出力する計画であったが、プログラム数の増加、経費の関係で初期画面のみとなったのは、残念であった。



第2図 基本的な使用手順

キーボード操作については、農家段階のコンピュータ使用を考慮し、ESC キーとファンクションキー及びビジネステンキーの三種類のキーに使用を極力限定するようにした。また、日本語データの入力については、漢字入力を用いず、カタカナ入力を採用した。これは、漢字入力の場合、帳票出力時に読みやすいが、漢字入力のための辞書によるフロッピーディスクの増加や漢字入力操作が複雑などの理由によるが、今後は、読み易い漢字入力の方がよいと考える。また、酪楽手帳には操作方法をプログラムとして組み込んでおり、メニュー画面において、見たい仕事を選択し、HELP キーを押すことによって、操作方法を事前に確認することができる構成としており、マニュアルを読まなくても操作がわかるようになっていた。これは、今までのシステムではあまり見られない「酪楽手帳」の特徴的なシステム構成である。

以上、酪楽手帳の全体構成と基本的な操作などについて述べてきたが、農家で利用できる総合プログラムということで非常に大きなシステムとなった。利用を進めて行く上で、各プログラム毎にはまだま

だ不十分な部分も出てくるものと考えられるので、今後さらに改善を加えていく必要がある。

#### 謝 辞

酪楽手帳の開発に当たり、畜産課を始め農業技術課、農業改良普及所、福岡県酪農業協同組合連合会、福岡県畜産会など、多くの技術職員や団体職員の方々に多大なる御協力をいただいたことに感謝の意を表します。

#### 引用文献

- 1) 伊藤 稔(1984)：飼養管理におけるコンピュータ利用の技術的問題と将来展望。研究ジャーナル。7(6), 24~26.
- 2) 曾根 勝(1982)：畜産経営へのマイコン導入の試み。畜産の研究。36(8), 45~51.
- 3) 曾根 勝(1982)：畜産経営へのマイコン導入の試み。畜産の研究。36(9), 49~54.
- 4) 横内国生(1986)：乳用牛群改良支援ソフトの開発。NARC研究速報2, 51~55.

### On the Development of the System Program "The Rakuraku Techo" for Dairy Farm Management (1) Outline and Composition

TAGUCHI Kiyomi, Takahiro INOUE, Takayuki HIRAKAWA, Hiroko HARADA and Ichiro HIRAKAWA

#### Summary

The Rakuraku Techo was developed in order to establish a rational and scientific animal feeding, in cooperation with Fukuoka Agricultural Research Center, Agricultural Policy Division and extension organizations in Fukuoka. This system was also developed for dairy farmers who have progressive ideas for analyzing the milk production techniques and the financial management by the use of a personal computer, but it might be available for their farming under the cooperation of extension workers.

The Rakuraku Techo has excellent characteristics as follows.

- (1) It is composed of four main programs; dairy cattle management, ration evaluation, crop management and financial management.
- (2) The system was aimed at dairy farming which had less than 250 cows and was in practice for Dairy Herd Improvement.
- (3) Individual programs included in the suite operate independently from each other, but they are linked together so that data has to be entered only once.
- (4) A NEC type PC-9801VM2 microcomputer(640KB) was used in the present study.

## 酪農総合診断システム「酪楽手帳」の開発

### 第2報 個体管理プログラム

家守紹光・山下滋貴・田口清実・塚本克美\*  
(畜産研究所大家畜部)

乳牛の合理的、科学的な飼養管理を実施するためコンピュータを利用した個体管理プログラムを開発した。本プログラムは、酪農総合診断システム「酪楽手帳」のサブプログラムである。

- 1 本プログラムは、7本の入力プログラムと11本の出力プログラムから構成されている。
- 2 必要最小限の入力項目と簡単な入力法により、250頭の血統情報と7産までの繁殖、産乳データ及び疾病状況が保存できる。
- 3 出力項目は血統情報、繁殖成績、産乳成績、作業予定、技術診断及び生乳生産シミュレーションである。結果は、表またはグラフとしてディスプレイとプリンタによって出力される。
- 4 出力結果をもとに農家は技術レベルとその問題点を探り、また計画的な交配、導入あるいは淘汰が実施できる。

[Keywords : dairy cattle, computer, management system, identification]

### 緒 言

家畜の飼養管理、繁殖管理の基本は記録であり、乳牛個体の情報を蓄積し各個体能力の把握と飼養技術の解析を行うことは、生産性の向上につながる。このことは、牛群検定参加農家と未加入農家の成績を比較すると明らかであり、本県における62年度の経産牛の平均乳量は、後者が5,158kgに対し、前者は6,963kgと生産性が高い。

しかし、個体情報の項目は血統、泌乳、繁殖、疾病など多岐に亘り、その情報量は多い。このため、農家現場では、記録簿は項目により数冊に分けられ、情報を一覽できず総合的な判断を下しにくいのが実情である。また、集計に時間を要し、すぐに経営に反映できないことなどが情報の蓄積あるいは情報活用における障壁となっていると考えられる。

そこで、農家現場でパーソナルコンピュータを利用して簡易に乳牛個体の情報の蓄積と集計を行い、合理的、科学的な個体管理を行うための個体管理プログラムを開発した。なお、この個体管理プログラムは、酪農総合診断システム「酪楽手帳」のサブプログラムである。

### 設 計 方 法

プログラム開発の基本的設計条件は次のとおりである。

(1) 乳牛250頭の7産までの繁殖、産乳成績の集計ができること。

農家現場において、単年度の成績は記録し整理されているが、過去の成績は捨てられることが多く各成績の蓄積量は少ない。本県の平均飼養頭数は32.3頭であり、毎年淘汰更新を行っても1枚のデータファイルで約40年間分の個体情報の蓄積が可能である。

(2) 産乳成績は、乳用牛群改良検定事業と同等のデータを1産12回まで集計、分析できること。

(3) 1産次につき5回までの疾病の発生記録と分析が可能であること。

(4) 種付け、分娩などの作業予定を作成できること。

人的ミスによる分娩事故の防止や観察不足による空胎日数の長期化を防ぐため、入力データをもとに各月の作業予定を自動的に立てるようにした。

(5) 入力データをもとに簡単な技術診断ができること。

(6) 計画生産の徹底により生産枠に対する生産不足あるいは超過のいずれに対してもペナルティーが課せられ、安定経営に与える影響は大きい。このため、淘汰と導入のシミュレーションにより生乳生産量調節のためのアウトラインを作成し、計画的な生乳生産が実行できるようにした。

\* 八女西部農業改良普及所

## 構成及び内容

## 1 プログラムの構成

当プログラムは「酪楽手帳」の7本のメインメニューのうち基本登録、作業日誌、個体管理の3本のメインメニューから成る。この3本のメインメニューから18本のサブメニューが選択でき、その全体構成は、第1図のとおりである。

## 2 各プログラムの内容

## (1) 乳牛の登録、記録プログラム

個体データの新規登録と訂正及び削除が行える。個体の登録項目として、個体番号(1からの連番で登録数を検出し自動的に付ける)、名号(35桁以内)、父名号(15桁以内)、母名号(35桁以内)、母方父名号(15桁以内)、略号(15桁以内)、生年月日(西暦)、血統書登録番号、牛群審査時産次、毛色コード、導入年月日、導入価格(円)、評価年月、評価額(円)、牛群審査得点、除籍年月日、現在の状態コードを入力する。現在の状態は、繁殖状況を中心に7つの状態、①育成中、②AI待ち、③AI中、④妊娠中、⑤分娩待ち、⑥次回発情待ち、⑦肥育中に分け出力される。

## (2) 個体生涯記録プログラム

このプログラムは、乳牛の登録・記録プログラム

と連動しており、個体データの新規登録時に過去の繁殖記録を持っている場合、ここで入力する。乳牛の登録・記録プログラムで訂正を選択すると、連動して個体生涯記録でも訂正が可能となる。

繁殖記録として、初回の発情年月日、初回授精日、最終授精日、授精回数、受精卵移植日、種雄牛名、受胎確認日、乾乳日、分娩月日、分娩状態、産子数(雄、雌)を入力する。

また、後述する搾乳データ入力プログラムで入力された各搾乳データ及び体重を各産次の1乳期毎に集計し、この画面上に表示する。

## (3) 個体生涯疾病プログラム

このプログラムは、乳牛の登録・記録プログラム、個体生涯記録プログラムと連動しており、個体データの新規登録時に過去の疾病記録を持っている場合、ここで入力する。また、乳牛の登録・記録プログラムで訂正を選択すると、連動して個体生涯疾病でも訂正が可能となる。

疾病記録として、疾病発生日、疾病コード、転帰年月日、転帰区分コード(治療、廃用、死亡)を入力する。疾病により各疾病コード番号が割り振られている。疾病記録は、各産次に5回記録できる。

## (4) 基本データ登録プログラム

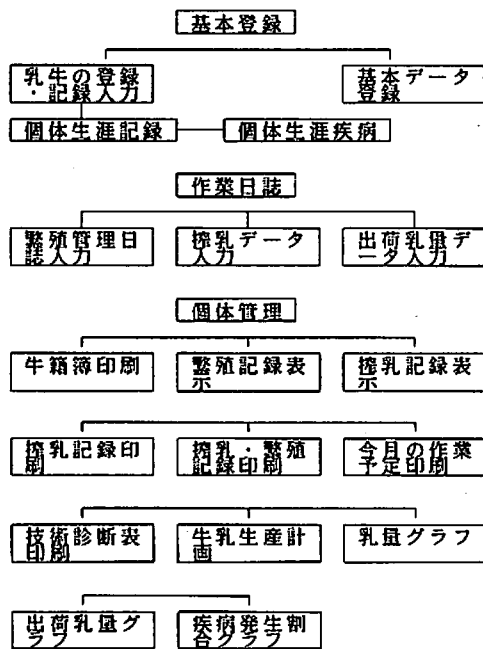
後述する技術診断プログラムにおいて、技術診断を実施するに当たっての基準値の入力、訂正を行う。

## (5) 繁殖管理日誌入力プログラム

ここでは日誌形式で日々発生する繁殖記録の入力を行う。目的の個体番号を入力すると、略号、現在状態、現産次及び登録済みデータが表示される。現在状態は、登録済み項目により決定され、先に述べた7つの状態のいずれかを表示する。入力ミスを防ぐため、現在の状態により入力可能項目にのみカーソルが移動する。しかし、登録したファンクションキーを押すことにより、登録済みのデータも変更可能となる。また、目的牛を捜すとき、あるいは間違えて個体番号を入力した場合は、それぞれの登録したファンクションキーを押すことにより、現在表示されている前後の個体、あるいは指定した個体呼び出すことができる。この機能は、後述する画面上に各成績を表示するいずれのプログラム群も有している。

入力項目は発情年月日、授精年月日とAIかETの区分及び種雄牛の略号、分娩月日、状態、性別産子数、受胎確認日、乾乳日、疾病発生日と疾病コード、転帰日と区分コード、除籍日と区分である。

## (6) 搾乳データ入力プログラム



第1図 個体管理プログラム構成

第1表 牛籍簿帳票

\*\*\* 牛籍簿 \*\*\* 89年 1月 29日

個体番号	略号(血統)	名	号	生年月日	登録番号	審査 得点	審査時 産次	毛色	導入 年月日	除籍 年月日	除籍 原因
5	アラール	アラールハイパーマーキート		83,08,08	45612322	85	3	白黒			
		父 シルバースト									
		母 アラールハイパーマーキート									
		祖父 コーガンヤン									

搾乳及び体重データの入力と訂正を行う。入力モードを選択することにより、登録牛全頭の略号が表示され、連続して入力できる。訂正モードでは個体別の訂正となる。

1 乳期のデータ保存数は、牛群改良検定事業のデータが活用でき、検定事業未加入農家においても月1回であれば乳量測定が無理なくできることを考え、各産次の搾乳成績のファイル保存数を12件とした。これを越えて入力されたデータは、乳期の集計データに加算されるが、データファイルには残らない。

データは朝、夕2回入力あるいは1日量の1回入力が可能である。入力項目は、測定日、体重、乳量、乳脂肪率、無脂固形分率、体細胞数である。

(7) 出荷乳量データ入力プログラム

各月の出荷乳量、哺乳量及び自家消費量の入力と訂正画面である。この画面は、縦横の合計計算が自動的に行われるので、各月の生産量と現時点までの各項目の合計量を知ることができる。

(8) 牛籍簿印刷プログラム

牛群の能力向上には、計画的な交配が必要であり、産乳、繁殖及び体型情報とともに血統情報を把握することは重要である。このプログラムにより全牛群あるいは個体の血統情報を印字できる。その出力例を第1表に示した。

(9) 繁殖記録表示プログラム

このプログラムは、任意の個体の血統情報、現状の繁殖状況、初産月齢及び、繁殖管理日誌プログラムによって入力した最終登録データを、各産次別に画面上に表示する。

出力画面は、第2表に例示したとおりである。

(10) 搾乳記録表示プログラム

任意の個体及び産次を選択し、選択した産次及び前産次の各月の搾乳データを画面上に一覧することができる。

出力画面は、第4表に例示した搾乳記録帳票の下半分の月別泌乳記録と同じである。

出力項目は、1日量に換算して表示する。

第2表 繁殖記録表示画面

個体番号	5										
種名	登録番号	父名	母名	母方父名	現在の状態	生年月日	初産月令	現在年月令	導入年月日	除籍年月日	除籍原因
	アラール	アラールハイパーマーキート	シルバースト	アラールハイパーマーキート	初産待ち	83,08,08	25	8.1			
産次	初日	最終人工授精(ET)日	受胎日	人工授精回数	空胎回数	産乳月日	分娩月日	産仔数	分娩状態		
1	84,12,08	84,12,08	85,02,15	1	0	8202	85,08,12	1	正常		
2	85,11,01	85,11,23	86,01,31	2	71	388	86,08,28	86,08,28	1	正常	
3	86,11,25	87,01,08	87,03,01	3	124	3515	87,08,01	87,10,10	1	正常	
4	88,01,12	88,01,12	88,03,31	1	83	3322	88,08,01	88,10,18	1	正常	
5	88,01,28										
6											
7											

(11) 搾乳記録印字プログラム

全頭あるいは任意の個体の搾乳記録が印刷できる。出力結果は、第4表のとおりである。

個体管理プログラムは、乳量の推定には第3表の月別産乳率を用いて算出する。これは305日乳量に対して分娩後の各月の産乳比率を示したものである。

第3表 分娩後月別産乳比率

分娩後経過月数	1	2	3	4	5
月別産乳率 (%)	14.0	14.5	13.5	12.5	11.5
分娩後経過月数	6	7	8	9	10
月別産乳率 (%)	10.5	9.0	7.0	5.0	2.5

累計乳量の算出には、まず入力された測定日より分娩後月数を算出する。そして、その月の搾乳日数を乳量に乗じて月別産乳量を算出し、これを累計する。搾乳データの実測値がない場合、その月の産乳量の推定は次式による。

$$\text{月産乳量} = 305\text{日推定乳量} \times \text{該当月産乳率} \div 30 \times$$

第4表 搾乳記録帳票

97化<sup>7</sup> 89/01/29  
 \*\*\*\*\* 略 号: 47374 生年月日: 84,010,26  
 \*\*\*\*\* 名 号: 47374/47374-1 導入年月日:  
 \*\*\*\*\* 登録番号: 48955222 寄立得点: 85  
 \*\*\*\*\* 母 名号: 47374-197 除籍年月日:  
 \*\*\*\*\* 母方祖父: 273177- 除籍原因:

年齢	分娩月日	産次	原計					305日泌乳記録		授精種雄牛
			日数	乳量	乳脂量	無脂固形分	分次	乾乳日数	分娩間隔	
2.2	86,12,25	1	289	8,840	8,892	329.0	873.3	60	349	J-66
		2								
		3								
		4								
		5								
		6								
		7								

月別泌乳記録(2産)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
認定日	88/12/28	87/01/15	87/02/15	87/03/15	87/04/15	87/05/15	87/06/15	87/07/15	87/08/15	87/09/15
日乳量 (kg/d)	28.0	28.0	29.0	27.0	25.0	23.0	21.0	18.0	14.0	10.0
乳脂率 (%)										
無脂固形分 (%)										
体細胞 (千個)										
体重 (kg)										

月別泌乳記録(1産)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
認定日										
日乳量 (kg/d)										
乳脂率 (%)										
無脂固形分 (%)										
体細胞 (千個)										
体重 (kg)										

第5表 搾乳繁殖記録帳票

\*\*\* 泌乳・繁殖成績 \*\*\* (88年1月30日~89年1月29日)

個体番号	略号	年齢	現在の状況	前産次の乳類成績		今産次		次回産次				疾病回数								
				分娩後日数	乳量(kg)	乳脂率	無脂固形分	産次	分娩日	初回授精日	最終授精日	受胎回数	空胎回数	授精回数	授精種雄牛	乳房炎	卵巣炎	子宮炎	その他	
1	7インネ-	5.0	分娩待	301	7819	3.7	8.8	2	870618	870910	871022	+	880729	126	1	J-66	0	0	0	0
2	47A	6.3	販売	377	6384	3.6	8.5	4	880118	880405	880427					P185	0	0	0	0

該当月の搾乳日数。

305日推定乳量の算出は、搾乳日数が305日未満の場合、現産次の累計乳量を分娩後の現在の月数までの累計産乳率で割り、これを100倍し算出する。搾乳日数が305日以上の場合、日本ホルスタイン登録協会による305日補正係数を用い算出する。

305日泌乳記録の乳量は、305日推定乳量に日本ホルスタイン登録協会による年型補正した乳量である。

乳脂量及び無脂固形分量もこれに準じる。

(12) 搾乳・繁殖記録印刷プログラム

指定期間内に飼養されていた経産牛を対象にして、前産次泌乳記録と最新の繁殖記録及び疾病記録を印字する。この帳票により経産牛の現状と泌乳、繁殖状況が一覧でき、経産牛の淘汰計画の参考資料となる。

出力例は、第5表のとおりである。

(13) 作業予定プログラム

分娩、発情、妊娠鑑定、乾乳及び乾乳前のPLテストの各作業項目について任意の月における該当牛を拾い上げカレンダー形式で予定表を印字出力する。なお、授精実施済み個体と未実施の個体の区別は発情予定日を示す丸印が白抜きか黒塗りかで区別する。

各予定日の算出は、次式のとおりである。

分娩予定日 = 最終人工授精日 + 280日

発情日 = 前回発情日 + 21日

妊娠鑑定予定日 = 最終人工授精日 + 60日

乾乳予定日 = 最終人工授精日 + 220日

乾乳前PLテスト予定日 = 最終人工授精日 + 190日

(14) 技術診断プログラム

指定した期間の牛群の繁殖、泌乳成績による集計値と、前年度の同じ期間の集計値及びその対比値を出力する。また、「基本データ登録」によって登録した基準値と、その基準値と比較した診断コメントを出力する。

診断項目は次のとおりである。

平均経産牛飼養頭数, 平均未經産牛頭数, 授精実頭数, 受胎頭数, 受胎率, 疾病発生数, 初回授精までの日数, 空胎日数, 分娩間隔, 平均授精回数, 搾乳牛率, 育成牛率, 初産分娩月齢, 経産牛廃用率, 経産牛1頭当り305日乳量, 搾乳牛1頭当り日乳量, 乳脂率, 無脂固形分率, 体細胞。

#### (15) 生乳生産計画プログラム

生乳生産計画は, 将来の牛乳生産計画を立てることを目的としたシミュレーションプログラムで, 現状での生産量予測はもとより, 模擬的な除籍, 導入操作による飼養頭数の変化に対応した生産量の推定も行える。

計画を立てるには, 画面上で集計開始年月の入力, 及び出荷枠と, シミュレーション期間中に分娩が予定される未經産牛の泌乳量等の設定条件を入力する。この設計条件及び各個体の現産次乳量あるいは前産次乳量により, 305日乳量を推定する。現産次からの推定は, 搾乳記録印字プログラムと同様である。前産次からの推定には, 第6表の係数を用いて行う。

第6表 産次補正係数

前産次数	1	2	3	4
係数	1.11	1.05	1.05	1.00

また, 各月の産乳量を推定するには, 分娩月及び乾乳月を決定する必要がある。分娩月が不確定の個体で授精済みのものは, 最終授精日を受胎日として算出し, 未授精の個体は, 分娩後4カ月目に受胎するものとして算出する。乾乳月は, 11カ月泌乳するものとして算出する。乳量の月割りは, 305日乳量より分娩後月数別産乳比率を用いて各月の生産量を算出する。この結果, 生産量と出荷枠に大きな差が生じた場合, 生乳生産プログラムで印字される3つの帳票(個体別乳量の推移, 生産計画表, 成績順位表)をもとに除籍, 肥育向け, あるいは導入により画面を見ながら調整する。

個体別乳量の推移帳票では, 各登録牛の月別生産量の実績値及び推定値を一覧として印字出力する。

生産計画表では, 各個体の現泌乳量あるいは前産次乳量, 次回分娩予定月, そして設計・変更条件, 各月の生乳生産予想結果及び搾乳牛頭数・乾乳牛頭数・育成牛頭数・分娩予定牛頭数を印字する。

成績順位表では今産次及び5産次での305日推定乳量, 乳成分, 疾病数について, 成績が悪い順に個

体番号を出力印字する。

#### (16) 個体乳量グラフプログラム

指定した個体及び産次について, 乳量の実測値と推定値を折れ線グラフで表示する。また, 前期泌乳量の実測値を同時に折れ線グラフで表示する。

#### (17) 出荷乳量グラフプログラム

前期及び今期における出荷乳量の推移を, 折れ線グラフで表示する。

#### (18) 疾病グラフプログラム

任意の年の1年間に発生した疾病名と, その発生割合を円グラフで表示する。

### 結果及び考察

繁養群の個体能力の把握及び飼養技術の解析には少なくとも1年以上の入力が必要であり, 本システムの開発意義は, 入力が続いて行われるか否かで成否が決定する。このため, 操作のためのガイドを画面上に表示することで操作性を良くし, また, カラフルな画面にすることで入力に飽きがない画面作りに努めた。この結果, コンピュータ操作が不慣れな人でも幾つかの基本的な規則を守れば, マニュアルを詳細に読むことなく使用できると考える。

入力プログラムは大別すると血統入力のための基本登録と搾乳及び繁殖に関する入力のための作業日誌の2つのプログラム群に分類できる。使用頻度は作業日誌が多いが, 搾乳データは月1回程度で連続して入力できるため比較的短時間で入力できる。一方, 繁殖データの入りは, 個体別に入力するため入力に多少時間を要する。また, 入力頻度は作業予定表を使用するか否かで違ってくる。作業予定表は, カレンダー形式で繁殖に関する作業を喚起するため, 観察不足による分娩事故や受胎の遅れを防止し繁殖性を向上させられると思われるので, その使用意義は高いと考えられる。したがって, 繁殖データの入りはその都度入力するのがもっとも望ましいが, 少なくとも月2回の入力が必要となる。

入力方法で繁殖管理日誌プログラムに若干不便を感じる。新しい人工授精日を入力すると前回の人工授精日はもちろんであるが, 前回授精した種雄牛の略号及び授精回数も消えてしまうことである。この入力方法については検討を要する。

本システムの305日乳量の推定には日乳量とその計測日の分娩後月数により推定した。しかし, 本県が位置する西南暖地では夏期の暑熱による生産量の低下が大きく, 分娩月が違えば泌乳カーブは異なることが考えられる。又, 産次あるいは年齢によって



も泌乳カーブは異なる。したがって、305日乳量の推定精度を高めるためにも、本県における泌乳カーブの回帰式を乳量階層、分娩月及び年齢別に作成し、本システムに組み込むことが緊急の課題である。

本システムの技術診断は経営内の年間の牛群構成、繁殖、泌乳性を集計するのみで、これに対する管理技術の解析や改善点を指摘するわけではなく、本当の意味の技術診断ではない。しかし、飼養管理技術がどの程度の水準にあるかを把握でき、改善目標を設定する資料として技術診断表を利用できると考える。

昭和54年度から始まった生乳の計画生産はかなり定着した感があるが、無計画な牛の導入と淘汰により、生産乳の廃棄あるいは生産不足となる農家も少なくない。本システムの生乳生産プログラムを使用することにより、牛の計画的な導入と淘汰及び淘汰対照牛の選定が可能となり、このことは牛群の生産性向上と生産費を抑制することにつながると考えられる。

廃用牛のデータはデータシートのメモリーを節約

するため除籍用データシートに移すが、技術診断を行うため過去2年程度の廃用牛データは、データシートに保存しておく必要がある。このため、全牛の印字出力を行った場合、廃用牛のデータも出力されるため出力に時間を要し、また、紙面も無駄に費やされる。今後この点についても改良の余地がある。

本プログラムは、当場のデータにより検証し、十分に稼働することを確認しているが、農家使用段階あるいはデータ数が膨らむにつれて、改良点は先に述べた以外に出てくるものと考えられるが、農家実証をしながら改良を加えて行きたい。

#### 参 考 文 献

- 1) 上野繁, 高棕久次郎(1985): 高能力牛の新しい飼養法. 福岡県農業試験場第4回成果発表会講演要旨72~79.
- 2) 福岡県畜産会(1986): 福岡県における酪農経営指標
- 3) 日本登録協会(1986): ホルスタイン登録必携

### On The Development of the System Program "The Rakuraku Techo" for Dairy Farm Management (2) Identification Program for Dairy Management

KAMORI Tsugumitsu, Shigetaka YAMASHITA, Kiyomi TAGUCHI and katsumi TSUKAMOTO

#### Summary

This program was developed for identification of each cow by the performance test because dairy cattles required more individual care and management than any other livestock.

- (1) This program can store 250 cow's data about pedigree, milk production, reproductive performance and health condition untill 7th lactation in a datafile.
- (2) Lactation performances of individual cow on each lactation were estimated by milking data inputed at every month.
- (3) Reproductive performances of individual cow on each lactation were calculated by inputting the date of estrus, artificial insemination and parturition.
- (4) This program can simulate milk production of the future and can illustrate the operation plan about reproduction.

## 酪農総合診断システム「酪楽手帳」の開発

### 第3報 飼料給与診断・設計プログラム

山下滋貴・磯崎良寛・田口清実・亀田 博\*・平川孝行\*\*  
(畜産研究所大家畜部)

酪農経営の現場で適正かつ迅速な乳牛の飼料給与診断及び設計を行う目的で、パーソナルコンピュータを利用した乳牛飼料給与診断・設計プログラムを開発した。本プログラムは酪農総合診断システム「酪楽手帳」のサブシステムで、5本のプログラムから成っており、以下のような特徴がある。

- 1 日本飼養標準(1987年度版)に準拠した個体または牛群の飼料給与診断・設計が行える。
- 2 飼料ファイルは最大200種類の飼料成分を登録管理することができる。
- 3 コンプリートフィードや自家配合飼料の混合計算が行える。
- 4 診断・設計は自由設計を基本とした試行錯誤法と、最小飼料コスト計算を行うLP法により行える。
- 5 飼料給与設計プログラムはシステムから切り離して利用することが可能である。

[Keywords: computer, dairy cattle, ration evaluation program, linear programming]

#### 緒 言

乳牛の泌乳能力の向上を図るためには適正な飼料給与を行うことが最も重要であり、ひいては酪農経営における生産コストの低減にもつながる。

従来、乳牛の飼料給与設計は飼養標準に基づいて行われてきたが、乳牛の場合は養分要求量に影響する要因が多く、また、使用する飼料も多種多様であるため、手計算で最適給与設計を行うことは非常に困難であった。

一方、コンピュータの普及に伴い、コンピュータを利用した給与管理モデルを構築する試み<sup>1,2,3,4,7)</sup>がなされているが、利用技術は未だ十分ではなく、酪農現場に適應するソフトの開発が急務となっている。

このような背景から、乳牛の合理的・科学的飼料給与技術を確立するため、酪農総合診断プログラム「酪楽手帳」のサブプログラムとして、飼料給与診断設計プログラムを開発した。

#### 設 計 方 法

プログラムを開発するに当たっての基本的設計条件は次のとおりである。

- (1) 日本飼養標準に準拠した個体または群の給与

診断設計が行えること。

従来、飼料給与設計は日本飼養標準やNRC飼養標準を基にして行われてきたが、このほど日本飼養標準がコンピュータを利用した飼料給与管理システムの開発にも対応できるように改訂された。<sup>5)</sup>したがって、本飼料給与設計プログラムはこの新しい日本飼養標準に準拠することを設計条件とした。

- (2) 一般飼料成分をできるだけ多く登録できること。

日本飼養標準飼料成分表<sup>6)</sup>に掲載されている一般飼料の数は500種類以上にも及ぶ。実際に農家が利用する飼料はこの内の数十種類程度に過ぎないが、使用する可能性のある飼料はすべて登録利用できるような飼料成分ファイル構造とすることを条件とした。

- (3) 自家配合飼料の成分計算ができ、これを登録することができること。

農家で使用している飼料は一般飼料だけでなく、コンプリートフィードや自家配合飼料等の農家自身が独自に混合利用するものもある。しかし、この場合は混合割合によって飼料成分が変動するため、実際の成分を把握することは容易ではない。したがって、本プログラムでは混合飼料の成分計算が簡単に行える計算プログラムを組み入れることを条件とした。

- (4) 設計方法は、自由設計を基本とした試行錯誤法と自動的に設計を行う線形計画法(LP法)の2

\* 京都農業改良普及所

\*\* 農政部農業技術課

つの方法によって行えること。

給与飼料の診断・設計を行うには、対象牛の体重、泌乳量等の条件を入力して必要養分量を算出した後、給与飼料の成分及び給与量を入力して、必要養分量に対する給与養分量の割合(充足率)から給与量を決定する試行錯誤法が一般的である。

この試行錯誤法に対して、牛や給与飼料の条件等を入力して、条件に適合するような給与量を自動的に計算させる手法がすでに確立されている。この方法は Linear Programming 法(略してLP法)と呼ばれるもので、コンピュータの発達と共に幅広い分野で利用されている計算手法である。<sup>3, 4, 7)</sup>

本プログラムではこれら2種類の計算方法によって飼料給与診断設計が行えることを前提条件とした。

構成及び内容

1 プログラムの構成

飼料給与診断設計の5本のプログラムは、かなり独立性の高いプログラムであるため、この5本のプログラムを「酪楽手帳」のシステムから切り離して使用することも可能である。

飼料給与診断設計プログラムの動作の流れ図を第1図に示した。

2 各プログラムの内容

(1) 飼料成分表管理プログラム：本プログラムの処理の流れを第2図に示した。本プログラムは飼料成分データの登録、登録データの訂正、データの削除及び登録飼料の成分表印刷の4つの処理を行うことができる。

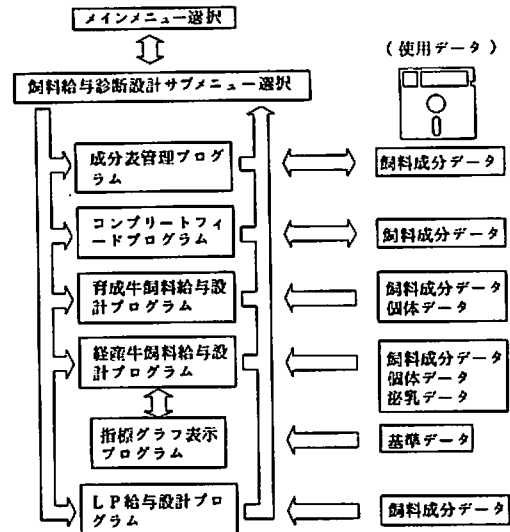
飼料データを登録するには、飼料コード、飼料名、各飼料成分、飼料単価をキーボード入力した後、飼料ファイルへ登録するようになっている。

飼料コードは4桁の数字で表され、上2桁が飼料区分を表している。この飼料区分は第1表に示すように飼料の分類番号で、「酪楽手帳」では飼料を11種類に分類している。なお、飼料コードの下2桁は登録時に自動的に付けられる通し番号で、登録順に番号が加算されるようになっている。

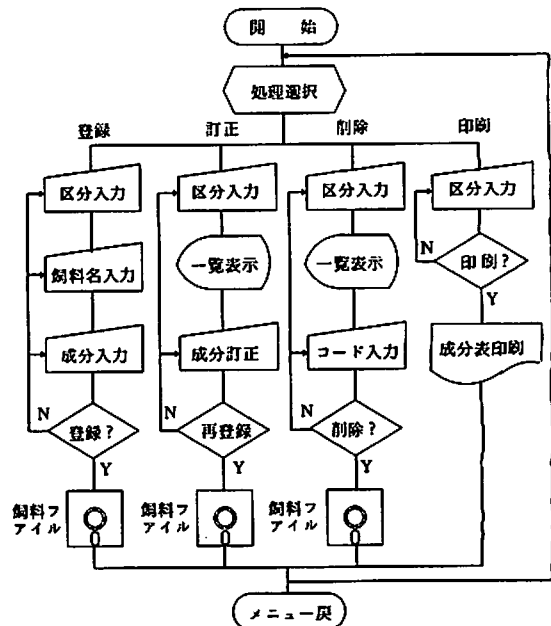
また、登録データの訂正及び削除処理は、この飼料区分及び飼料コードを入力して目的の飼料データを画面上に出力し、データ訂正または削除操作を行うようになっている。

次に飼料ファイルの構造を第3図に示した。

各飼料のデータはランダムファイル形式で保存されるが、1種類の飼料データは全部で41バイトあるため、1レコード(256バイト)に6種類の飼料デー



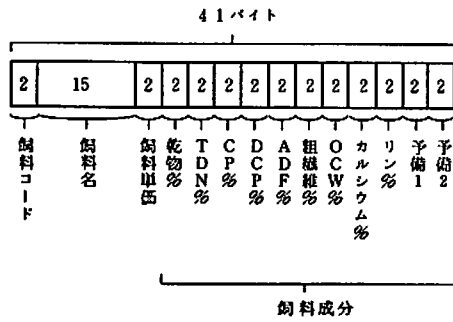
第1図 飼料給与診断設計プログラム動作フロー



第2図 飼料成分表管理プログラムの処理フロー

第1表 飼料区分分類表

粗飼料		濃厚飼料	その他
区分種類	区分種類	区分種類	区分種類
11 サイレージ	21 乳配等	31 製造粕類	
12 乾草	22 穀類	41 飼料添加物	
13 生草	23 他濃厚飼料	50 自家配飼料	
14 ワラ類			
15 他粗飼料			

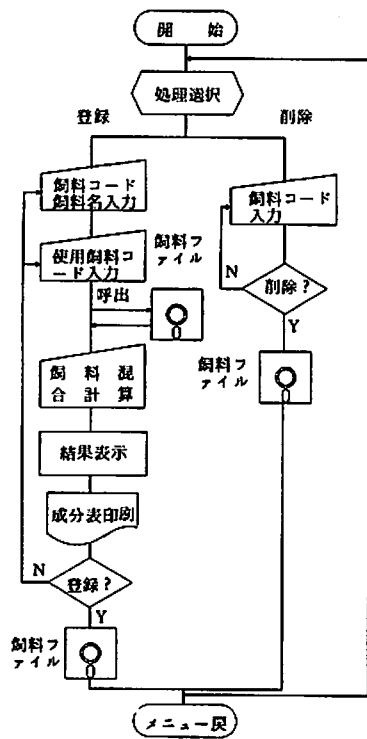


第3図 飼料ファイルの構造

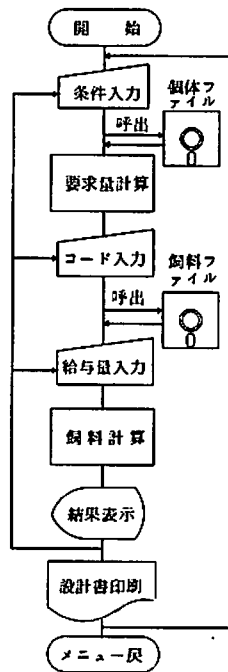
タが格納されることになる。

なお、飼料ファイルは最大で200種類の飼料を登録することができ、飼料給与診断設計を行う場合にも余裕をもって利用することができるように配慮した。

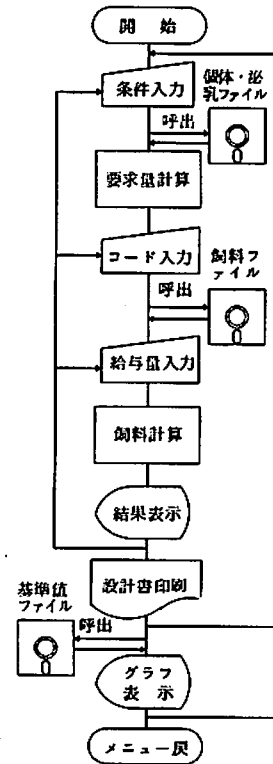
(2) コンプリートフィードプログラム：本プログラムはコンプリートフィードや自家配合飼料の混合計算を行い、結果を飼料ファイルに登録することを目的としたプログラムで、処理の流れは第4図に示したとおりである。



第4図 コンプリートフィードプログラム処理フロー



第5図 育成牛飼料給与診断設計プログラム処理フロー



第6図 経産牛飼料給与診断設計プログラム処理フロー

図に示すように、このプログラムでは混合計算・登録処理とデータ削除処理が行える。

混合計算・登録を行う場合は、飼料コード（自家配合飼料であるので上2桁が50で始まる数字）と飼料名を入力する。次に混合使用する飼料のコードを入力するとコード番号に応じた飼料のデータを飼料ファイルから読みだすので、混合量を入力して混合計算を行う。このように適宜飼料コードと混合量の入力を行い、最終的には計算した飼料成分結果を印刷後、飼料ファイルに登録する。

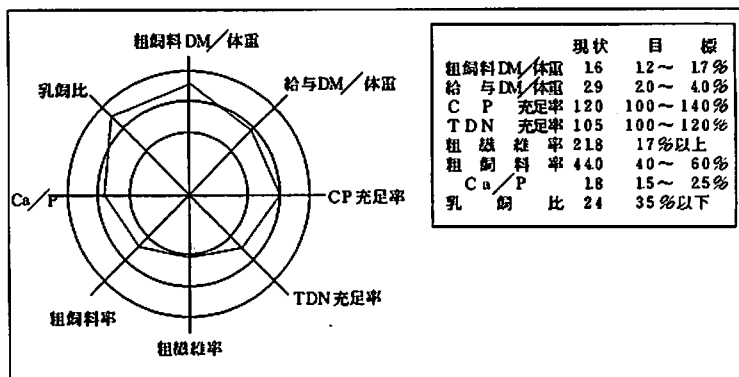
(3) 育成牛飼料給与診断設計プログラム：本プログラムは育成牛の飼料給与診断及び設計を、試行錯誤法によって行うことを目的としたプログラムで、処理の流れは第5図に示したとおりである。

まず、牛の条件として体重と1日当たり増体量を入力するが、もし、その牛が登録牛であれば、個体番号を入力することによって個体ファイルから最新のデータを読み込み養分要求量の計算を行う。養分要求量は「維持」及び「増体」に要する養分量の和として算出しているが、その算出方法は日本飼養標準（1987年度版）<sup>5)</sup> に準拠している。

なお、本プログラムは1頭だけでなく牛群の飼料

計算も行うが、群の場合は入力する体重、増体量は群の平均値でなく合計値を入力する必要があるので注意を要する。

次に、給与したい飼料のコード番号と給与量を入力することによって、要求量に対する栄養充足率、給与乾物量の体重比を計算し、結果を画面に出力する。利用者は給与飼料の種類や給与量を随時変化させ、充足率等を勘案しながら最適設計書を作成することができる。



第7図 点検用指標グラフ出力例

(4) 経産牛飼料給与診断設計プログラム：本プログラムは前記育成牛プログラムと同様に、経産牛の飼料給与診断設計を試行錯誤法によって行うもので、処理の流れは第6図に示したとおりである。

育成牛の場合と異なるのは、経産牛の場合、養分要求量の算出が複雑であるため、牛の条件として入力する項目が頭数、産次毎の頭数、体重、泌乳量、乳質、乳価、ボディコンディション等10項目と多い点である。これに伴い、登録牛の場合は、個体ファイルだけでなく、泌乳ファイルからも必要データを読み込むようになっている。

日本飼養標準では経産牛の養分要求量は、泌乳時には「維持」及び「産乳」に要する養分量の和として、乾乳時には「維持」及び「妊娠末期(分娩前2か月間)」に要する養分量の和として算出している。1987年度版の日本飼養標準ではこの際に産次補正と乳量補正を次のように行っているため注意が必要がある。

産次補正：初産及び2産の経産牛の維持の養分要求量は、成雌牛の維持の要求量のそれぞれ115%及び105%に補正される。

乳量補正：現在の乳牛は高泌乳化が進み、泌乳最盛期の養分要求量は非常に大きく、また飼料摂取量の増加に伴い消化率等の効率が低下する。これに対応するため、20kgを超えた乳量10kgにつき、「維持」と「産乳」に要する養分量を5%増加している。例えば、1日の乳量が30kgの場合は要求量が105%に、40kgの場合には110%に補正される。

さらに、本プログラムは診断または設計の結果を点検するための指標グラフを、サブプログラムとして備えている。これは第7図に示したようなレーダーチャートで、診断基準値を基準値ファイルから読み込み、この値と設計値を比較して、設計した給与方

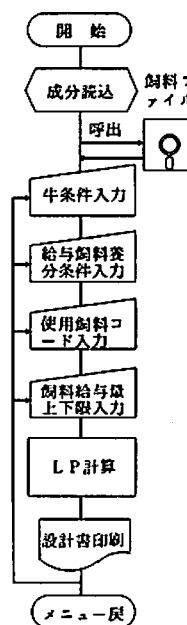
法が適切であるかどうかを視覚的に判断できるようになっている。

なお、グラフ中の大中小の円は、それぞれ各点検項目の目標値の上限、中間、下限値を示しており、各項目の値を結んだ線ができるだけ円に近い方が適正給与設計と言える。

(5) LP給与設計プログラム：飼料計算を行うに当たって、TDN、DCPなどの栄養成分が充足率を満たしていても、他にもっと飼料代が安くなる組み合わせがあるのではないかと疑問を持つことがある。このような場合、使用する飼料の数が数種類ならば試行錯誤的に計算を行っても経験を積み、ある程度見当をつけることができる。しかし、飼料の数が10種類以上になったような場合には、相当な熟練者でも容易に設計することはできない。そこで、この問題を解決する方法としてLP法を利用した飼料給与設計計算が取り入れられるようになった。

本プログラムは、牛及び給与飼料等の条件を入力することにより、栄養養分的に適合し、かつ価格が最も安くなるような飼料の組み合わせを見いだすことを目的としており、処理の流れは第8図に示したとおりである。

まず、当プログラムを起動すると、飼料ファイ



第8図 LP給与設計プログラム処理フロー

ルから成分データを全てコンピュータのメモリー内に読み込む。この操作はコンピュータの主記憶容量を減少させるが、ファイルへのアクセスは1回で済むため、計算処理は格段に早くなる。LP法は計算が複雑で、計算速度の向上を図る必要があることから、このような処理構成とした。

次に、設計条件を入力する。この場合、入力する条件は、以下のとおりである。

ア 牛の条件；体重，乳脂率，産次数，泌乳量。

イ 養分条件；乾物，TDN，CPの養分要求量に対する充足率の範囲，粗繊維率のDM要求量に対する下限値。

ウ 飼料条件；飼料コード，給与量の上下限値。以上の条件を入力した後，計算処理を選択すると自動的にLP計算を行うようになっている。

LP計算は吉田<sup>7)</sup>が行った単体表による計算手法に準じており，まず，牛の条件から試行錯誤法と同様に養分要求量を算出後，養分，給与量，飼料価格等の制約条件を基にしてLP計算を行い，要求量に適合するような給与方法を求めるようになっている。

本法における計算処理概要は以下のとおりである。

ア 養分制約条件

$$\text{下限制約量} \leq \Sigma (A \times B) \leq \text{上限制約量}$$

イ 給与量制約条件

$$\text{下限制約量} \leq B \leq \text{上限制約量}$$

$$0 \leq B \leq 100$$

ウ 飼料価格制約条件

$$\Sigma (B \times C) \rightarrow \text{最小}$$

ここでA：飼料成分値（乾物，TDN，CP，粗繊維率），B：給与量，C：飼料価格である。

なお，LP計算は飼料の単価及び成分により大きな影響を受けるため，これらの数値はなるべく最新のものに更新しておく必要がある。

また，計算結果が，設定した範囲から大きくはみ出す場合があるが，これは現在の設定条件下では，計算上条件を満たせなかったため，条件設定の見直しを行う必要がある。

### 結果及び考察

本プログラムは酪農現場で利用できる実用的な飼料給与診断設計プログラムを目的として開発したが，飼料給与設計に関する必要な仕事は，ほぼ行うことができ，基本的設計条件どおりのものができていると考えられる。

このプログラムは酪農家の使用を前提としているため，市販のアプリケーションプログラムと比べて

も遜色のない操作性を持たせ，データ入力等のキー操作が非常にやり易くなっている。例えば，データ入力項へのカーソルの移動はカーソル移動キーで前後左右に自由に移動してデータの入力が可能であるし，入力操作中に随時ファンクションキーによる登録等の割り込み処理が行えるのも特徴の一つである。プログラムの開発に当たっては，計算処理部分が一番重要であることは間違いないが，このように操作性や画面の構成にも十分気を配る必要があると考える。

次に，本プログラムで利用するデータは飼料成分，個体，泌乳及び診断基準値データであるが，個体，泌乳データと診断基準値データについては，「酪楽手帳」の個体管理及び基本登録の部分で蓄積したデータがそのまま利用できるようになっており，利用者はデータを重複して入力する必要がないため，効率的なシステムとなっている。「酪楽手帳」のような総合的なシステムでは，データの共有が可能なのが利点の一つであり，本プログラムでもこのようにデータを有効に活用することができた。

一方，飼料成分データは飼料成分表管理プログラムで一括管理する構成としたため，飼料成分の登録，訂正がこのプログラムでしか行えず，飼料給与診断・設計時に飼料成分値を変更したい場合等には，現在のシステムでは，必ず飼料成分表管理プログラムに戻らないと成分値の変更はできないようになっている。今後，プログラムの見直しを行う場合には，飼料成分値を用いるプログラム上で，成分値の変更が可能になるように改変する必要がある。

また，現在のシステムでは飼料給与診断・設計結果や飼料混合方法は，印字結果としてのみ残すことが可能であるが，これらの計算結果を別ファイルに保存することができるように改良すれば，より実用的なシステムになると考えられる。

さらに，本プログラムは日本飼養標準（1987年版）に準拠して開発したが，この新しく改訂された日本飼養標準に基づいた給与管理モデルの開発例は今までになく，今回開発した本プログラムが最初ではないかと思われる。

また，1987年度版の日本飼養標準の大きな特徴に，飼料中の繊維分の取扱い方法が変わってきたことがあげられる。これに伴って，日本飼養標準飼料成分表の中にも従来の粗繊維に加えて，ADFのような新しい項目も追加表示されるようになってきた。本プログラムではADFやOCWのような新しい成分についても入力ができるようになってきていることに加

え、成分項目については、2つの予備の項目を設けているため、今後成分が追加されるようになって、ファイル構造を変更しないで対応できるようになっている。

このように、本プログラムは日本飼養標準に準じて飼料給与診断・設計を行うが、得られた飼料給与診断・設計書は一つの目安でしかない。すなわち、日本飼養標準でも明記されているように、牛の養分要求量は、環境条件、個体差、給与飼料の成分変動及び利用率、残飼、運動、泌乳ステージ等によって変動するため、利用者は状況により安全率等を考慮する必要がある。

最後に、飼料成分値については一般には日本飼養標準飼料成分表に示されているデータを利用する機会が多いが、このデータは標準値であって、必ずしも真値ではない。より正確な飼料給与設計を行うには、各酪農家単位で使用している飼料の成分値を把握する必要がある。そのためには現在開発を進めている、近赤外分析器を利用した飼料成分の迅速測定システムとの関係によって、より一層実用的な飼料給与管理システムができると期待される。

#### 引用文献

- 1) 糟谷泰(1985)：NRC飼養標準による泌乳牛の飼料給与計算とコンピュータープログラム(1). 畜産の研究39 (1), 26~28.
- 2) 糟谷泰(1985)：NRC飼養標準による泌乳牛の飼料給与計算とコンピュータープログラム(2). 畜産の研究39 (2), 311~319.
- 3) 川村国男(1985)：パソコンによる搾乳牛のための適正かつ最低コスト飼料設計システム(1). 畜産の研究39 (11), 1355~1360.
- 4) 川村国男(1985)：パソコンによる搾乳牛のための適正かつ最低コスト飼料設計システム(2). 畜産の研究39 (12), 1479~1486.
- 5) 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)。
- 6) 農林水産省農林水産技術会議事務局編(1987)：日本標準飼料成分表(1987年度版). 中央畜産会.
- 7) 吉田実(1986)：コンピュータ活用・飼料給与設計のための線形計画法. 養賢堂.

### On the Development of the System Program "The Rakuraku Techo" for Dairy Farm Management (3) Ration Evaluation Programs for Dairy Cows and Heifers

YAMASHITA Shigetaka, Yoshihiro ISOZAKI, Kiyomi TAGUCHI, Hiroshi KAMEDA and Takayuki HIRAKAWA

#### Summary

Computer programs were developed, in order to calculate nutrient balance of given rations and to evaluate feeding composition for dairy cows and heifers.

An outline of the programs was as follows.

- (1) Nutrient requirements for dairy cows and heifers are calculated based on Japanese Feeding Standard for dairy cattle (1987).
- (2) A library file which is utilized for various feeding calculations can store about 200 feeds and their nutrient values.
- (3) Trial-and-error ration balancing and Linear Programming method are adopted for evaluations of feeding composition for dairy cows and heifers.
- (4) Nutrient contents of Total Mixed Ration and Self-formulation can also be calculated using these programs.
- (5) Ration evaluation programs can be used independently.

# 酪農総合診断システム「酪楽手帳」の開発

## 第4報 飼料生産管理・施肥設計プログラム

柿原孝彦・福田誠実・山下滋貴  
(畜産研究所飼料部・大家畜部)

酪農経営の現場で迅速かつ適正簡易に自給粗飼料生産管理及び施肥設計を行う目的でパーソナルコンピュータを利用した飼料生産管理・施肥設計プログラムを開発した。本プログラムは酪農総合診断システム「酪楽手帳」のサブシステムであり、次のような特徴がある。

- 1 運搬車の運搬台数や乾草の梱包数により粗飼料の収穫量を推定できる。
- 2 収穫量を月別に整理・集計して収穫量の把握を行うことができる。
- 3 糞尿の施用も含めて一筆毎に土壌条件を配慮した合理的な施肥設計が迅速に行える。

[Keywords:dairy cattle, computer, management system, product of forage crop]

### 緒言

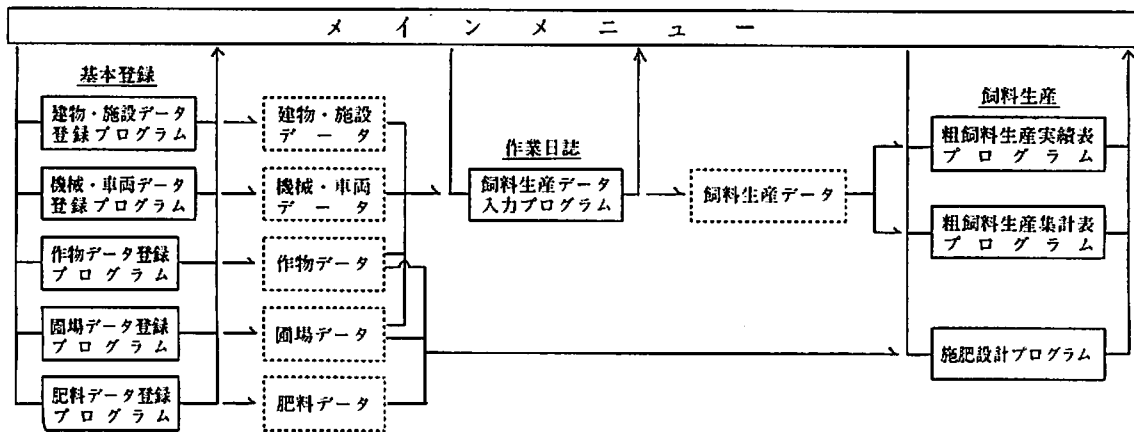
従来、酪農家の経営では自給粗飼料生産量の把握や糞尿・肥料施用量計算は、ほとんど行なわれておらず、そのため計画的な粗飼料在庫管理や適正な家畜の飼養管理などができず、畜産農家の経営改善の大きな妨げとなっていた。このためパーソナルコンピュータを使って粗飼料生産量や施肥量を把握し、合理的で適正な生産・肥培管理を行うプログラムを開発した。なお、このプログラムは酪農総合診断システム「酪楽手帳」のサブプログラムである。

### 設計方法

基本的設計条件は次のようである。

(1) 生産管理は、粗飼料生産の実績を簡易に的確に把握することを第1の目的とし、生産量は実際に計量せず、推定するための目安を設定して計算させることにした。その目安としては、運搬車の運搬台数や、乾草の個数を採用した。生産実績の出力に当たって、入力されたデータや計算された収量について集計し、仕向別、圃場別、草種別、月別、収容施設別、作業順別等目的に応じて取出せるように設計し、さらに収穫量について全体をまとめた実績集計表も設定した。

(2) 施肥設計は、圃場別に合理的な施肥を行うことを目的とし、糞尿施用を前提として設計した。糞尿、化学肥料の肥料成分、最適施用量については福岡県家畜糞尿処理物施用基準<sup>1)</sup>、飼料作物施肥基準<sup>2)</sup>に



第1図 飼料生産管理・施肥設計プログラムの構成と作業の流れ。



従って設計した。肥料成分としてN, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>Oを取り扱った。計算に当たって圃場の排水性, 土質, 地力も加味して施用量を補正することとし, 糞尿成分について化学肥料代替率(糞尿成分のうち化学肥料と同等な肥効を示す成分割合), 分配率(糞尿の化学肥料代替成分の肥効が持続する期間とその割合)を設定して計算することとした。

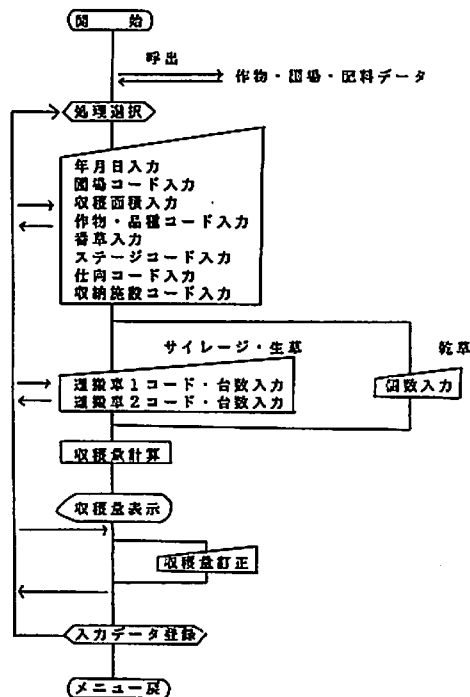
### 構成及び内容

#### 1 プログラムの構成

第1図にプログラムの構成と作業の流れを示した。生産管理プログラムは基本的には粗飼料生産実績表と粗飼料生産集計表の2つの作表プログラムで構成し, 作動のためには作物, 圃場, 建物・施設, 機械車両, 飼料生産などの基本的データ登録・入力が必要である。したがってこれらの登録・入力を行う各々のプログラムも生産管理プログラムに含まれている。施肥設計関係プログラムの構成は1本の施肥設計プログラムのみであるが, 生産管理と同様に作動のために作物, 圃場, 肥料などの基本的データ登録が必要である。

#### 2 基本登録プログラムの内容

「酪楽手帳」の動作に必要な基本的なデータについての新規登録・訂正・削除を行うものである。



第2図 飼料生産データ入力の処理フロー

8つのプログラムより構成されているが, そのうち作物, 圃場, 建物・施設, 機械車両のデータ登録プログラムを粗飼料生産管理で用い, 作物, 圃場, 肥料のデータ登録プログラムを施肥設計で用いることになっている。作業に当たっては, 画面で指定された順に各項目を登録していく。

これらのデータの登録がされていないとプログラムが正常な動作をしないので注意する。

#### 3 飼料生産データ入力プログラムの内容

本プログラムは作業日誌プログラム群に含まれる。粗飼料生産管理を行うために必須な, 日々の飼料生産データの入力, 訂正を行うものである。

第2図にこのプログラムについての処理フローを示した。入力項目として①生産年月日, ②圃場コード, ③収穫面積, ④作物コード, ⑤品種コード, ⑥番草, ⑦生育ステージ, ⑧仕向け(サイレージ, 乾草, 青刈), ⑨収容施設, ⑩運搬車1(コードと台数), ⑪運搬車2(コードと台数) ⑫乾草個数, ⑬収穫量を設けた。

#### 4 粗飼料生産実績表プログラムの内容

(1) プログラムの内容: 粗飼料生産実績について, 利用者の目的に応じて整理・集計できるように設計した。飼料生産データ入力プログラムにより記録された生産実績について, 各種の処理項目別(仕向, 圃場, 草種, 月, 収納施設, 作業順)に整理して出力する。

(2) 収穫量の算出方法: 収量を表す単位として乾物(DM)収量と生草換算収量を用いている。生草換算収量は収穫量を刈取り段階での収量に直したものである。特徴的な点は運搬車の運搬台数や乾草の収納個数により収穫量を簡易に算出できるようにしたことである。

乾物収量の算出について, サイレージ, 青刈の場合は仮比重(作物データ), 運搬容積(機械・車両データ), 運搬台数(飼料生産データ)を用い, 次式により推定される。

DM収量  $t = \text{運搬容積} \text{ m}^3 \times \text{仮比重} \times \text{運搬台数}$   
 運搬台数について, 1台分に満たない場合は小数点をつけて入力するほうがよい(例: 0.5)。仮比重として本来は運搬車積載重量, 収穫草乾物率を測定して, 次式により計算した値を使用するのが望ましいが, 実測値が無い場合は第1表に示す値を代入してもよい。

仮比重 =  $1 \text{ 台当積載量 } t \times \text{乾物率} \% \div 100 \div \text{運搬容積} \text{ m}^3$

第1表の仮比重のうちトウモロコシ, ソルガム, イタリアンライグラス, オオムギについては第2表

第1表 各草種の仮比重・1梱包重登録例

草種	仮比重	1梱包重(t)
イタリアンライグラス	0.065	0.010
トウモロコシ	0.083	-
ソルガム	0.075	0.013
飼料カブ	0.070	-
ギニアグラス	0.070	0.011
ローズグラス	0.070	0.011
背刈ヒエ	0.070	0.010
エンバク	0.080	0.010
オオムギ	0.100	0.011

第2表 運搬車の積載能力

草種	台数	乾物重 kg	1台当積載重 (乾物) kg
イタリアンライグラス	19	7,375	388
トウモロコシ	21	10,403	495
ソルガム	7	3,169	453
オオムギ	7	4,482	640

使用運搬車容積 6 m<sup>3</sup>

DM収量を算出すると、生草換算収量を水分が80%であったと仮定し、次式より計算する。

$$\text{生草換算収量 } t = \text{DM収量 } t \times 5$$

に示した本研究所の運搬車データに基づいて算出したものであるが、他の草種については仮入力した。

また乾草の場合は1梱包の乾物重(作物データ)、梱包数(飼料生産データ)を用いて次式により推定される。

$$\text{DM収量 } t = 1 \text{ 梱包重 (乾物) } t \times \text{梱包数}$$

1梱包重については機種、サイズ調整等により異なってくるため、各利用者別に実測値を登録する必要があるので注意する。

$$1 \text{ 梱包重} = 1 \text{ 個当り現物重 } t \times \text{乾物率} \% \div 100$$

以上の手順で収獲量の推定がなされるが、計算上最も重要なデータは仮比重と1梱包重であり、この値の正確さが計算値全体の信頼性を左右することになる。運搬車の積載程度や1梱包重は機種や個人、調整サイズの差が大きく、できれば普及所等の協力を得て実測値を計測して仮比重・1梱包重を採用した方が望ましい。なお仮比重・1梱包重を変更した場合、入力済みの飼料生産データの収量値までは変更されないで、必要があれば訂正入力する。

(3) 実績表の出力：第3表に全データについての

第3表 粗飼料生産実績表出力例(全データ)

\*\*\* 88年度飼料生産実績表 \*\*\*

生産年月日	圃場名	面積 (a)	作物名	品種名	番草	刈取スペース	収獲面積	仕向	収給施設	台数	DN収量 (t)	生草換算 (t)	反収 (t)	生草換算 (t)	
88,07,01	ヒカシ30コウ	105	イタリアンライグラス	ワカラフヒ	2	出穂	105	サイ	キヌツワイ0		19.0	7.41	37.05	0.71	37.1
88,07,10	ヒカシ40コウ	105	トウモロコシ	コウ1	1	黄熟	105	サイ	タフ-ワイ0		21.0	10.46	52.29	1.00	89.3
88,07,02	ヒカシ20コウ	80	オオムギ	イユクシラス	1	黄熟	80	サイ	スタックワイ01		7.0	4.20	21.00	0.53	110.3
88,07,15	キヤ5コウ	90	ソルガム	P988	1	黄熟	90	サイ	スタックワイ02		7.0	3.15	15.75	0.35	126.1
88,07,20	キヤ6コウ	43	ローズグラス	ハツアツ	1	出穂	43	乾草	チクシヤ1		200.0	2.00	10.00	0.47	136.1
88,05,20	ヒカシ30コウ	105	イタリアンライグラス	ワカラフヒ	1	出穂	105	サイ	キヌツワイ0		19.0	7.41	37.05	0.71	173.1
88,05,15	キヤ2	71	イタリアンライグラス	ワカラフヒ	1	出穂	71	乾草	チクシヤ1		350.0	3.50	17.50	0.49	190.6
88,07,25	キヤ2コウ	54	ギニアグラス	アツカヒ	1	開花	54	背刈	チクシヤ1		11.0	3.58	17.88	0.66	208.5

第4表 粗飼料生産集計表出力例

\*\*\* 88年 7月度分 飼料生産実績集計表 \*\*\*

作物名	サイレーシ (当月)			乾草 (当月)			草 (累計)			生草利用 (当月)			合計 (累計)								
	面積 (a)	生草 収量	DM 収量	面積 (a)	生草 収量	DM 収量	面積 (a)	DM 収量	包数	面積 (a)	生草 収量	DM 収量	面積 (a)	生草 収量	DM 収量						
イタリアンライグラス	105	37.1	7.4	74.2	0	0.0	0.0	0	17.5	3.5	350	0	0.0	0.0	0.0	105	37.1	7.4	281	91.7	18.3
トウモロコシ	105	52.3	10.5	52.3	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	105	52.3	10.5	105	52.3	10.5
ソルガム	80	15.8	3.2	15.8	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	80	15.8	3.2	80	15.8	3.2
オオムギ	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	54	17.9	3.6	17.9	54	17.9	3.6	54	17.9	3.6
ギニアグラス	0	0.0	0.0	0.0	43	10.0	2.0	200	10.0	2.0	200	0	0.0	0.0	0.0	43	10.0	2.0	43	10.0	2.0
ローズグラス	80	21.0	4.2	21.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	80	21.0	4.2	80	21.0	4.2
背刈ヒエ	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
エンバク	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
合計	380	128.1	25.2	-	43	10.0	2.0	200	-	-	-	54	17.9	3.6	-	477	154.0	30.8	-	-	-
累計	485	-	-	183.1	114	-	-	-	27.5	5.5	550	54	-	-	17.9	-	-	-	653	208.5	41.7

帳票の出力例を示した。さらに種々の処理や指定を行えば目的に応じて必要なデータを抽出して一覧表示することも可能である。台、個の出力項目はサイレージと青刈の場合運搬車台数、乾草の場合梱包の個数を示している。生草換算累計は当該年次における生草換算収量のこれまでの積算値を示している。

5 粗飼料生産集計表プログラムの内容

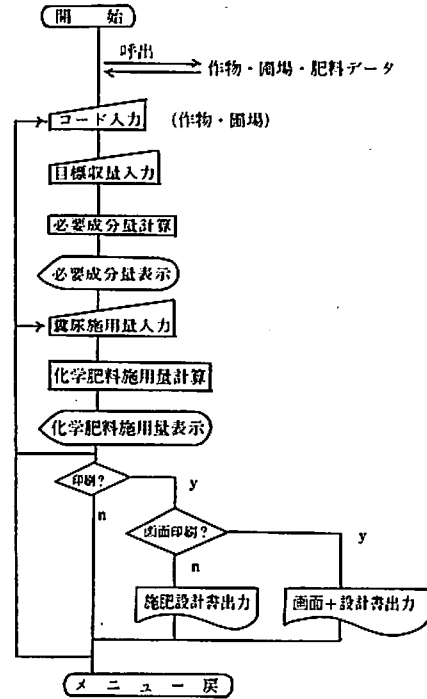
(1) プログラムの内容：特に栽培全体における収穫量の集計に主眼をおいて設計したものである。生産実績から収穫量を算出し、草種別、仕向別に集計し、月別に出力するものである。特徴として、出力したい月迄の粗飼料生産状況が一見してわかる。

(2) 実績集計表の出力：第4表に帳票の出力例を示した。各草種について、仕向別に当月、年次累計の収穫面積、生草換算収量、DM収量を表示するようしており、現時点の収穫量の全体的な把握ができる。

6 施肥設計プログラムの内容

(1) プログラムの流れ：合理的な施肥設計を行うもので、圃場別に必要なN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>Oの施肥量を求める。特徴としてまず糞尿の施用を前提としている点があげられ（但し無施用でもよい）、糞尿を施用した上での不足分を施肥量として表示する。また目標収量、土壌条件、排水良否、肥沃度等により、施肥量を調節して増減するようにしている。

第3図に施肥設計処理フローを示した。まず①作物コード、②圃場コード、③目標収量を入力すると10aに必要な肥料成分量を計算して表示する。次に④糞尿コード、⑤糞尿施肥量を入力すると、施用糞尿の化学肥料相当成分量と化学肥料施肥量（=過不足成分量）を計算して表示（分施表示）する。また、下欄には糞尿肥料成分及び化学肥料相当成分量の合計と糞尿からの成分充足率を表示する。満足できる設計であれば選択により表示画面と設計書の印刷ができる。なお、追肥1は1番刈迄の中間追肥を示し、追肥2、追肥3は各刈取り後追肥を示している。



第3図 施肥設計の処理フロー

糞尿の多用により成分が過剰になる場合は化学肥料施肥量の欄に+を表示し、糞尿からの充足率を赤字（N、K<sub>2</sub>Oのみ）で表示するようにした。

(2) 施肥設計の計算方法：施肥量は目標収量を基準に設計されるが、目標収量が入力されない場合、目標収量に替わるべき基準収量の計算がまず行われ、以後これが目標収量として使われる。基準収量は作物データの標準収量より次の式より算出される。

基準収量  $t / 10a = \text{標準収量 } t / 10a \times \text{収量補正係数}$   
 収量補正係数は圃場データ中の排水良否により第5表に示す様に設定した。

目標収量が決まると作物データ中の施肥量、施肥割合を用い、次の式によって適用作物の各必要成分

第5表 収量補正係数

コード	排水良否	収量補正係数
1	過剰	0.9
2	良	1.0
3	やや良	0.9
4	やや不良	0.8
5	不良	0.7

第6表 増肥係数

コード	土壌の種類	増肥係数	
		N, K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	砂土	1.10	1.10
2	砂壤土	1.05	1.05
3	壤土	1.00	1.00
4	埴壤土	0.95	0.95
5	植土	0.90	0.90
6	黒ボク	1.00	1.30

第7表 減肥係数

コード	地力	減肥係数
1	非常に肥沃	0.80
2	肥沃	0.90
3	普通	1.00
4	やややせている	1.05
5	やせている	1.10

第8表 各種糞尿の化学肥料代替率、分配率（分施割合）

コード	糞尿	代替率 (%)			分配率 (%)		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	1	2	3
1	牛固型物	30	60	90	60	25	15
2	牛液状物	40	70	80	70	20	10
3	牛尿	100	100	100	90	10	0
4	豚乾燥物	70	70	90	70	20	10
5	豚発酵物	70	70	90	70	20	10
6	豚尿	100	100	100	90	10	0
7	鶏乾燥物	70	70	90	70	20	10
8	鶏発酵物	70	70	90	70	20	10
9	その他	60	70	90	70	20	10

量、各分施量が算出、表示される。

必要成分量  $kg/10a = 施肥量 kg/t \times 目標収量 t/10a \times 増肥係数 \times 減肥係数$

分施量（基肥，追肥）  $kg/10a = 成分量 \times 施肥割合$

増肥係数は圃場データの土壤の種類<sup>2)</sup>，減肥係数は圃場データの地力により第6，7表のように設定した。

次に糞尿の施用量を入力すると、代替率と分配率により、肥料データの糞尿の肥料成分のうち、化学肥料相当の糞尿成分量と糞尿分配量が次の式より算出、表示される。

糞尿成分量  $kg/10a = 施用糞尿量 t/10a \times 1000 \times 糞尿成分含量\% \times 代替率\%$

糞尿分配量  $kg/10a = 糞尿成分量 kg/10a \times 分配率\% \times 100$

代替率は、化学肥料と同等の肥効を示す糞尿成分の割合を示すもので<sup>1)</sup>，また、分配率は糞尿肥効の緩急により、第8表にのように設定した。

最後に必要成分量より糞尿成分量を差し引いて必要な化学肥料成分量が算出される。

化学肥料成分量  $kg/10a = 必要成分量 - 糞尿成分量$

化学肥料分施量  $kg/10a = 分施量 - 糞尿分配量$

(3) 出力帳票と試算例：ここでは主に施肥設計書について述べる（設計画面については6-(1)を参照）。

第9表に糞尿施用が適正な場合の設計書を示した。設計圃場全体での糞尿施用量と、化学肥料による肥料成分施肥量を表示するようにしている。追肥1は中間追肥を示し、追肥2，追肥3は各刈取り後追肥を示している。糞尿施用が過剰な場合は、過剰になった肥料成分について、過剰量の値を+付きで表示するようにしている。N，K<sub>2</sub>Oが著しく過剰の場合は、糞尿施用量を減らして設計し直す必要がある。

### 結果及び考察

本プログラムは酪農家自身が利用することを前提に、なるべく簡易で迅速に生産管理や施肥設計ができるように工夫したつもりであるが、プログラム内容や構成についてまだ不備な点、付け加えるべき点があり、今後、農家での実証結果に基づいて改良していく必要がある。

#### 1 飼料生産管理について

設計上最も特徴的な点は、仮比重・1梱包重という係数を設けて収穫草を計量することなく、収量を簡易に把握できるようにした点である。その反面、正確さにやや欠ける点も持っている。さらに、使用した係数についても問題点（根拠データ数が少ない）があり、今後はデータの集積を行った上で修正する必要がある。

第9表 施肥設計書出力例

** 施肥設計書 **		作物名	イタリアンライグラス	目標収量	36.8 トン (8000 Kg/10a)		
ふん尿の種類		量 (t/46a)		施	肥	量	(Kg/46a)
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
キタコウ	圃場への	基肥	牛固形物	9.2	55.14	14.23	31.13
	施肥量は	追肥1	牛尿	2.3	40.68		21.78
		追肥2		0.0	45.81		38.81
		追肥3		0.0	0.00		0.00

また、現時点では収穫調製時における管理のみを扱っているが、さらに飼料作物の栽培管理（作付圃場、播種期、収穫期等の管理）に関する機能を付け加える必要があろう。さらに、データを特定の項目や条件について並び替えを行うソート機能を強化する必要を感じる。

## 2 施肥設計について

施肥設計中で4つの係数を設定しているが、収量補正係数、減肥係数、分配率については筆者等の経験によって設定した係数を用いており、改善の余地がある。今後これらの点に関するデータが蓄積され、より適正な値が用いられるよう期待するところである。

また、現時点では肥料成分（N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ）の必要量を求めるまでであるが、種々の化学肥料についての施用量まで計算可能にして、農家に分かり易いものにする必要がある。さらに糞尿データも1種類の糞尿について1種類のデータしか登録できないが、今後は複数のデータが登録できるようにする必要もある。

## 引用文献

- 1) 福岡県農政部 (1986) : 福岡県家畜糞尿処理物施用基準.
- 2) 福岡県農政部 (1984) : 福岡県飼料作物施肥基準.

On The Development of the System Program "The Rakuraku Techo" for Dairy Farm Management  
(4) Programs for Product Management of Forage Crop and for Planning of Fertilizing

KAKIHARA Takahiko, Narumi FUKUDA and Shigetaka YAMASHITA

## Summary

Computer programs were developed to manage the production of forage crop and planning of fertilizing. An outline of these program is as follows.

- (1) Yields of forage crop can be estimated easily by the number of forage wagons or baled hays.
- (2) Total monthly yields of forage crop can be calculated and output.
- (3) Rational fertilizing planning can be accomplished according to the fertilizing standard of forage crop, including the use of barnyard manure.

## 酪農総合診断プログラム「酪楽手帳」の開発

### 第5報 経営管理プログラム

田口清実・井上尊尋・平川一郎・原田裕子\*  
(畜産研究所大家畜部)

農家で使えるパソコンを利用した効率的な酪農経営管理プログラムを開発した。当プログラムは総合診断プログラム「酪楽手帳」のサブシステムである。

- 1 当プログラムは複式簿記方式を用い、経営収支データは伝票方式による入力を実施できる。
- 2 記帳の範囲は酪農部門だけでなく、家計を除く生産部門全体である。
- 3 当プログラムは、貸借対照表や損益計算書などの財務諸表の出力や土地、建物、機械・車両、乳牛などの資産管理と減価償却の計算ができる。
- 4 粗飼料と牛乳の生産原価計算、及び労働時間の集計、経営診断書の出力などの仕事ができる。

[Keywords:computer,dairy cattle, management system, financial management, dairy farming]

### 緒 言

これからの畜産経営は、産地間競争に対応した生産コストの低減を図るため、従来の経験と勘に頼った経営管理から脱却しなければならない。そのためには、合理的で科学的な企業的経営管理を目指すべきであり、一般企業と同様にコンピュータを利用した経営管理を導入する必要がある。

一般企業においては、汎用的な財務管理プログラムが使用されているが、畜産経営管理では、①同一経営内でいくつもの生産部門を有するという畜産農家経営の特殊性、②生産部門に共通する費用計算、生産原価分析の困難性、③経営データ収集の現場採取の困難性などの問題点があり、汎用的な財務管理プログラムは利用しにくい。畜産農家の経営実態に適合する経営管理プログラムの開発が課題となっている。

そこで、酪農総合診断プログラムのサブシステムとして、酪農経営管理プログラムの開発を行った。

### 設 計 方 法

当プログラム開発に当たった基本的設計条件及び設計思想は、以下のとおりである。

- 1) 記帳方法は複式簿記方式で、データ入力は振替伝票による入力とする。
- 2) 農家の経営状況を酪農経営を中心として把握

し、記帳の範囲は経営全体とする。

3) 部門間で明確な区分ができない勘定科目は、部門間比率または使用比率によって案分する。

4) 勘定科目はデータ入力の省力化のため、詳細に区分せず、科目数は76科目とする。

5) 収支データは年間600件以内とする。

6) 個体管理、飼料生産管理などの他のプログラム群と連動し、データの重複入力は避けるようにする。

### 構成及び内容

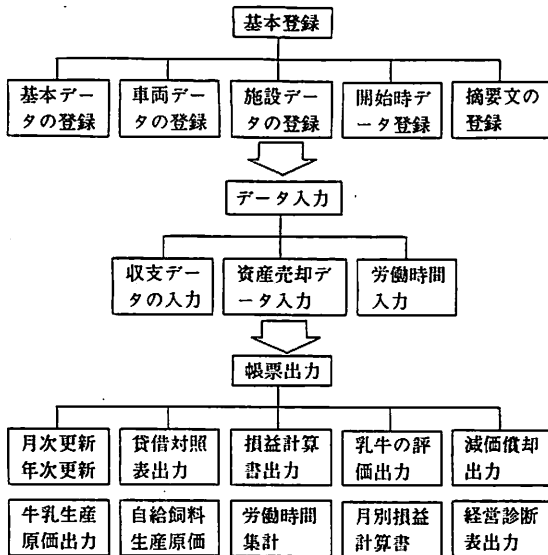
#### 1 プログラムの構成

プログラムの構成：経営管理プログラムのシステム構成と利用のフローチャートを第1図に示した。

経営管理プログラムは、経営管理を実施するのに必要な基本データ、機械・車両データ、施設データ、開始時データ、摘要文などの基礎的なデータを登録するための基本登録プログラム群と、日常発生する収支データや資産売却データ、粗飼料生産の労働時間データなどを入力する日次データ入力用プログラム群、また貸借対照表、損益計算書、乳牛の評価表、機械・車両減価償却表、牛乳生産原価表、自給飼料生産原価表、月別損益計算書、経営診断表など、各種のデータを集計・分析し、結果を出力する帳票出力用プログラム群、及び収支データの更新を行う月次、年次更新のデータメンテナンス用プログラムの計3群、19本のプログラムで構成した。

仕事の流れは第1図に示したように、使用開始時の基本登録から日次データの入力を実施し、各月デー

\* 農業技術課専門技術員



第1図 経営管理プログラムの構成

タの更新処理を行うことによって、上記の各種帳票を出力できる。また、年度末には決算処理を実施後、年次更新を行って、次年度への繰越を行う。

## 2 各プログラムの内容

各プログラムの基本的なフローチャートを第2図に示した。

(1) 基本データ登録：このプログラムでは飼料給与や技術診断、経営診断などの各種診断項目基準値や育成牛の評価額算出基準値、労働単価、部門間の費用負担割合など、当システムを使用するに当たっての基礎または基準となる数値を記録し、ファイル化する。

(2) 車両データ登録：農家が所有している機械や車両に関するデータを登録するプログラムで、名称、購入年月日、購入価格、耐用年数、運搬容積などを入力記録し、減価償却費の算出、粗飼料生産量の算出に用いる。

(3) 施設データの登録：畜舎、サイロ、倉庫など建物や構築物に関するデータを登録するプログラムで、建築年月日、価格、耐用年数などのデータを入力し減価償却費の算出に用いる。

(4) 開始データ入力：使用開始時の前年度繰越額を入力するプログラムで、科目数は76勘定科目を設定、科目コードは新井<sup>1)</sup>の方法に準じ4桁の数字で構成し、部門や科目区分が容易になるようにしている。

(5) 摘要文の登録：経営収支データの摘要文を予め作成、登録しておき、コード選択によって入力する。また、摘要文とはその取引の内容や伝票、金額などを具体的に示すメモであり、データの確認・訂正などに有効である。

(6) 資産売却処分入力：乳牛、建築物、機械、車両など減価償却をする資産の売却処分のデータを入力するプログラムで、売却年月日、資産コード、売却金額を入力すると自動的に処分益または処分損が計算され、それぞれの資産登録データの売却処理と処分益または処分損金の経営収支データの入力が1回の入力で同時に実施できる構成としている。

(7) 経営収支データの入力：経営収支データを複式簿記の振替伝票方式で入力するプログラムであり、データは振替年月日、借方及び貸方の勘定科目コード、摘要文コード、金額の5種類である。借方貸方勘定科目と摘要文のコード入力は、画面選択によって行う構成としている。

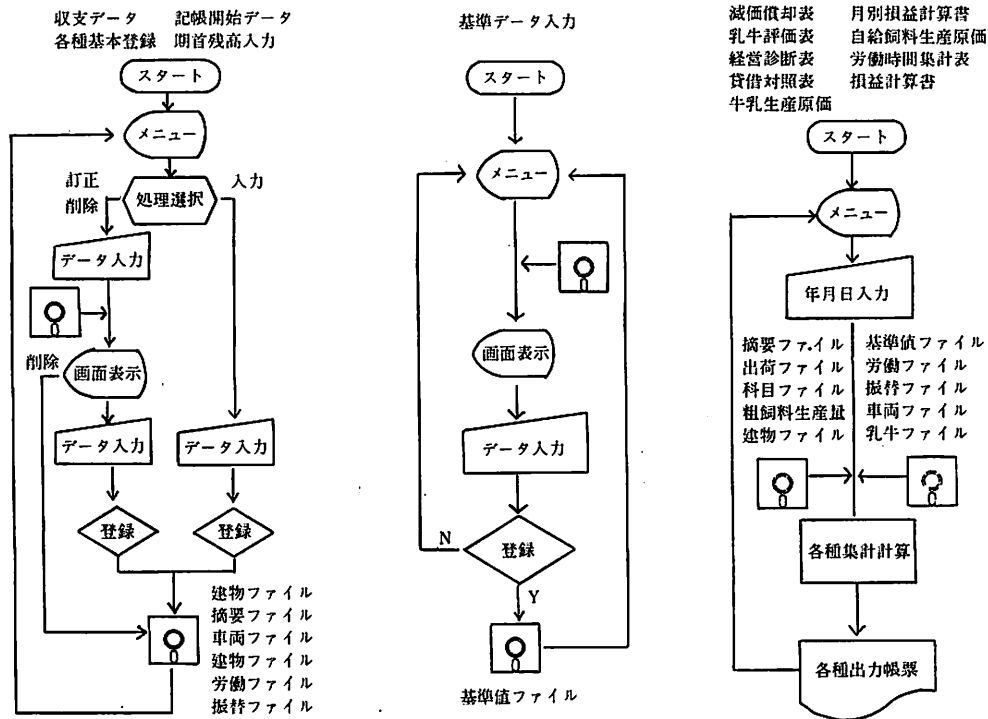
「酪農手帳」の勘定科目は簿記の学問上分類のように厳密に分類しておらず、あくまで正確な収益を明らかにすることと、データを酪農経営の改善に役立てることを主眼にして、細かい費目は合体させたり、酪農部門以外の費用・収益は他部門費用、他部門収益として簡単に設定している。また、酪農部門でも牛乳や自給飼料の原価計算の必要があるので、共通的な費目については部門間または部門内の負担、使用比率を基本データプログラムで登録し、原価計算ができるような設定としている。

(8) 貸借対照表：貸借対照表は、決算期末などの一定の時期に経営活動に用いられている資産や資本の状況を示す表で、経営の財政状態や資金繰り、資産負債、資本のバランス、利用状況等を診るために重要な帳票である。

表の構成は、資本等式の「資産＝資本＋負債」に準じ、左側に資産勘定、右側に負債勘定と資本勘定を表示する。資産勘定は更に現金、定期預金や各棚卸し資産等の流動資産と土地、乳牛（経産牛）等の固定資産に分類している。また、負債勘定は買掛金、長期借入金等の負債勘定を出力、資本は、繰越利益金、資本金、事業主勘定と当期純利益を表示する。

以上の合計を算出し、左側の合計を資産合計、右側の合計を負債資本合計とし、この左右合計は必ず一致する。特に、損益計算書の当期純利益と貸借対照表の当期純利益が一致しない場合は、データ入力に間違いがあることになる。

(9) 損益計算書：損益計算書は、経営体の一定期



第2図 各プログラムのフローチャート

間の経営成績を明らかにし、その収益を獲得するためにどの様な費用を要したかを対照表示して、期末における未処分利益を求める帳票であり、経営者が経営活動を検討する上で最も重要な表である。

帳票の構成は収益、費用とその差としての損益部分に分けて表示し、収益の部分は主な事業内容である酪農部門について、実際の売上高と家計や経営仕向額とを出力し、その他部門については一括出力としている。費用の部分は収益の部分に対比させて、酪農部門費用、その他部門費用、事業外費用とを出力する。損益の部分は酪農部門損益、他部門損益、事業外損益それぞれについて計算するとともにその合計としての当期純利益を出力、この当期純利益は貸借対照表における当期純利益と一致する。また、借入金償還額を所得より差し引き、経営体として正味の所得額を表示するようにした。

(10) 牛乳生産原価表：牛乳1kg当りの生産に要した費用と販売単価とを比較することにより、その生産効率や収益性を知るとともに、生産、経営管理改善に役立てる目的のプログラムである。

生産段階の費用については、当期生産費用合計として出力するが、これには家族労働評価額として専

従者給与額をあげている。次に、この当期生産費合計から育成牛増殖額や副産物価格を差し引いて正味の生産原価を出力、正味の生産原価を生産乳量で除すると牛乳1kg当りの生産原価が算出される。また、販売単価との比較のために借地料や販売費を加え総原価を算出し、販売乳量で除して販売乳量1kg当たりの総原価を表示できるようにした。最後に事業外費用を加えて牛乳総費用を表示、生産乳量で除して牛乳1kg当りの総費用を表示できるようにした。

(11) 自給飼料生産原価表：酪農経営の中で、今まで詳細な分析が困難であった、自給飼料の単位乾物生産量当り生産原価を把握するプログラムである。自給飼料の生産費とその内訳を知ることにより経営分析をより精密に実施できる。

自給飼料生産に要した費用としては、種子、肥料、農薬、労働費等の直接的経費と牛乳生産や水稲、園芸等の他部門両方にかかる共通の経費がある。これは減価償却費、雑費などであるが、記帳段階で自給飼料生産に必要な部分の部門比率または使用比率を定め、その比率を乗じて費用額を算出する方法を用いている。

(12) 乳牛の評価表：乳牛の評価は育成牛と経産牛



第1表 経営診断表の出力例

\*\*\* 経営診断表 \*\*\* (88.12.31)

項 目	実 績	基準値 (目標)	診断コメント
経産牛1頭あたり年間平均乳量	42.5	50.0	良好です。
経産牛1頭あたり年間平均飼料消費量	15.6	20.0	努力を要します。
経産牛1頭あたり年間平均労働時間	1,120.000	1,200.000	良好です。
経産牛1頭あたり年間平均粗飼料消費量	2,324.000	3,000.000	努力を要します。
経産牛1頭あたり年間平均粗飼料生産原価	190.000	200.000	良好です。
経産牛1頭あたり年間平均粗飼料生産原価	105.1	105.6	良好です。
経産牛1頭あたり年間平均粗飼料生産原価	200.000	230.000	努力を要します。
経産牛1頭あたり年間平均粗飼料生産原価	30.2	34.0	良好です。
乳飼料(乾物)1Kgあたり自給生産原価	40.0	38.0	良好です。
DM(乾物)1Kgあたり自給生産原価	30.5	50.4	非常に良好です。
経産牛1頭あたり年間平均労働時間	220	215	良好です。
自己資本比率	55.0	75.0	努力を要します。
経産牛1頭あたり借入金償還額	44,500	60,000	非常に良好です。
固定比率	88.0	70.0	努力を要します。

に区別し、育成牛については福岡県酪農業協同組合連合会が用いている育成牛の評価目安表により、初生時の評価額と飼育期間の育成費によって算出した。経産牛は初産分娩時を起点に残存率20%、耐用年数6年の定額法<sup>2)</sup>で減価償却費を算出、初産分娩時より差し引いて評価額とした。また、導入牛については未經産導入と経産導入に分類し、未經産導入の場合、導入価格と初産分娩時までの育成費を加え評価額とした。

経産導入の場合は、導入価格を基準とし、導入年月日と初産分娩年月日により、初産分娩時の評価額を算出、以後の計算は上述の経産牛に準じた。

乳牛の減価償却費の算出法については、法令<sup>2)</sup>では性成熟時点からとなっており、成熟時点の判断で起点が異なる。性成熟時点の判断としては初回人工授精日を採用する場合もあるが、初回人工授精日は非常に変動しやすく、明確でないため当プログラムでは初産分娩時を減価償却開始の起点とした。

(13) 減価償却表：機械・車両及び建物・構築物の減価償却費は経費の中でも大きな割合を占めるため、重要な費目の一つである。減価償却費の算出は購入時を起点に残存率10%とし、耐用年数は大蔵省令<sup>3)</sup>によった。損益計算書及び牛乳生産原価表の減価償却費の算出は以下の式により自動計算とした。

$$\text{酪農部門減価償却費} = (\text{取得価格} \times 0.9 \div \text{耐用年数}) \times \text{出力月} \div 12 \times \text{部門比率} \% \div 100$$

$$\text{他部門減価償却費} = (\text{取得価格} \times 0.9 \div \text{耐用年数}) \times \text{出力月} \div 12 - \text{酪農部門減価償却費}$$

中古購入の場合は耐用年数を減じるか、新規購入時の購入価格に換算して登録するようにした。

粗飼料生産原価表の減価償却費の算出は上記同様自動計算によって求めるが、損益計算書の場合と異なって部門比率のかわりに自給飼料使用率を用いて計算する。また、減価償却表には期中売却の場合の処分益、処分損を表示する。

減価償却費、燃料費などの費用を算出する場合に問題となるのが、部門毎の区分けである。通常、経営形態が酪農専業でない場合が多く、経営収支データの全てを部門毎に完全に掌握することは、非常に困難な実状である。また、逆にあまりにも詳細すぎるとデータ数が増加し、入力に面倒で利用されないケースも考えられるので、費用の算出方法として、簡単な部門間比率あるいは使用比率を用いることとしたが、この方法が最適かどうかは、まだまだ議論のあるところである。

(14) 経営診断表：経営診断項目については、経営規模関連、収益性関連、技術関連、安全性関連の4分野について主要な項目を算出し、表示できるようにしている。その出力例は、第1表に示しておりであり、各診断項目の算出式は第2表に示した。

出力方法は、算出データの表示とともに基本データで登録した基準値(目標値)を100とし、実績値が100以上の場合「非常に良好です」、80-100の時は「良好です」、80以下の場合「努力を要します」というコメントを出力する構成とした。

(15) 飼料生産労働時間入力と労働時間集計表：労働時間は家族労働と雇用労働に区分するとともに、搾乳、飼料給与、除ふんなど酪農経営の中で日常的に定型的な労働と自給飼料生産のように不定期で非定型的なものに区分した。定型的労働は基本データの登録で人数、時間を入力し、日数を乗じて算出した。非定型的な粗飼料生産労働時間は、月に1回そ

の月の合計人数と労働時間を入力し、算出した。出力は家族、雇用別と搾乳、飼料生産などの作業別に集計し、表示できるようにした。

(16) 月次更新と年次更新：月次更新は経営収支データである振替データを各科目ファイルに整理、集計、記録するプログラムであり、これにより貸借対照表や損益計算書を容易に作成できる。また、年次更新は年頭にすべての経営収支データを更新処理するとともに、次年度へ各科目の繰越処理を行うプログラムである。

第2表 診断項目算出式一覧表

診断項目	算出式	
経営規模分析	経産牛平均飼養頭数	経産牛の期間内飼養延べ日数÷期間日数
	経産牛1頭当たり耕地草地延べ面積	耕地草地延べ面積÷経産牛頭数
	経産牛1頭当たり平均投下資本額	負債資本の合計の期首期末平均÷経産牛頭数
収益性分析	家族労働一人当たり年間所得	当期所得÷(家族労働時間合計÷2200時間)
	牛乳1kg当たり平均単価	牛乳販売代金合計÷牛乳販売量
	経産牛1頭当たり年間飼料購入費	購入飼料費合計÷経産牛頭数
	所得率	当期所得÷(酪農部門収益+他部門収益)
技術分析	乳飼比(育成牛その他を含む)	購入飼料費÷牛乳販売収入
	乾物1kg当たり自給飼料生産原価	自給飼料生産費合計÷自給飼料乾物収量
	経産牛1頭当たり年間労働時間	家族・雇用労働時間÷経産牛頭数
安全性分析	自己資本率	自己資本÷総資本×100
	経産牛1頭当たり借入金償還額	長期借入金元金償還額÷経産牛頭数
	固定比率	固定資産÷自己資本×100

## 結果及び考察

### 1 プログラムの構成について

プログラムの構成は、経営管理に関する必要な仕事がほぼ含まれ、基本的設計条件どおりのものできていると考えられる。しかし、当プログラムの現状は、データの集計・加工のプログラムが大部分であり、損益分岐点分析などの分析・診断プログラムが、経営診断表だけで非常に少ない。これは、予算

による制約や経営分析技術の欠如などの理由によるが、今後は、畜産経営における経営分析・診断手法の確立と体系化を進めるとともに、分析・診断用のプログラム開発を行う必要があると考えられる。

### 2 伝票入力方法について

伝票方式の収支データの入力方法については、複式簿記の振り分け伝票の記入方法の知識を必要とし、マニュアルに必要な説明を行っているが、不慣れな利用者も多いと思われる。しかし、一般企業では複式簿記は当然であり、今後、農業分野においても複式簿記方式による記帳が必須条件であると考えられることから、経営者の学習による知識向上も期待して、当方法を採用した。

また、当入力プログラムを運用した結果では、1画面1データ入力としたため、やや入力に時間を要すると思われ、省力的にデータの連続入力ができる構成にする必要があった。

### 3 勘定科目について

当プログラムでは、76勘定科目を固定的に設定しており、任意の科目設定ができない方法となっている。当初の計画では、科目の増設を可能となるような構成としていたが、開発の段階で計画を変更し、固定とした。これは、勘定科目を任意設定とすると損益計算書や生産原価表の出力形式が一定にできないことや収支計算が複雑化するためである。また、勘定科目を詳細に分類せず、分析に必要な最も標準的な科目を設定し、細かい科目は合体させ、できるだけ入力が簡略になるようにした。このため、今まで青色申告を実施している農家の場合、設定勘定科目とやや異なる場合が生じているが、収入や費用の内容を考慮し、該当科目を決定する必要がある。

しかし、今後の方向としては、やはり農家で任意の科目が設定できる方法がより良いと考えられるため、種々の出力帳票の構成を検討する必要がある。

### 4 出力方法について

当プログラムの出力方法は、全て帳票印刷方式を用いており、ディスプレイへの画面出力がない。これは、開発時のプログラム数を制限した結果であるが、農家において、パソコンを用い、楽しく経営管理が実施できるようにするためには、利用者の視覚に訴えることができ、カラーディスプレイの特徴を生かしたカラフルなグラフや画面出力を多用すべきであり、今後は、その出力方法について、検討を要する。

当プログラムは、普及に移ったばかりであり、実際の農家段階での検証が不十分である。当分の間、

管轄普及所の指導の基に普及・利用を進めていく計画であるが、今後、まだ改善点が出てくるものと考えられ、より使いやすく、より速く、より正確なシステムとなるように改良を行う必要がある。

#### 引用文献

1) 新井 肇(1987) : 複式農業簿記, 82~83.

2) 法務大臣官房編(1989) : 現行日本法規32, 国税編 (減価償却資産の耐用年数等に関する省令), 3540~3568.

3) 法務大臣官房編(1989) : 現行日本法規32, 国税編 (減価償却資産の耐用年数等に関する省令), 3459~3568.

### On the Development of the System Program "The Rakuraku Techo" for Dairy Farm Management (5) Financial Management Program

TAGUCHI Kiyomi, Takahiro INOUE, Ichiro HIRAKAWA and Hiroko HARADA

The computer program for use in dairy farm management was developed in order to establish a rational and scientific financial management. This is a subsystem of The Rakuraku Techo.

This program has excellent characteristics as follows.

- (1) The ranges of applications for this program are all of the farm management and the data is entered for the use of the double entry bookkeeping.
- (2) Outputs of the program are a balance sheet, a statement of profit and loss, depreciable expense, crop product cost, milk product cost and labor requirement, etc.
- (3) The titles of account are divided into 76 divisions and each title is coded by a number of four figures.

# 農業総合試験場の組織

管 理 部  
企 画 経 営 部  
生 産 環 境 研 究 所  
農 産 研 究 所  
園 芸 研 究 所  
畜 産 研 究 所  
豊 前 分 場  
筑 後 分 場  
茶 業 指 導 所  
果 樹 苗 木 分 場  
鉞 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9号

平成元年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 プリント九州有限会社

## 福岡県行政資料

分類記号 P E	所属コード 074106
登録年度 1	登録番号 7