

Series C(Animal Industry) No. 10

November 1990

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10号

平成2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10号

目次

1 過排卵処置及び採卵が泌乳牛に及ぼす影響	城内 仁・家守紹光・磯崎良寛 ……………	1
2 豆腐粕を利用した搾乳肥育技術	後藤 治・大石登志雄・藤島直樹 ……………	5
3 豚の高床式分娩柵の効率的利用法	大和碩哉・投野和彦・古賀康弘 ……………	9
4 豚の産肉能力に及ぼす諸要因の影響 第1報 気温及び季節の影響	古賀康弘 ……………	13
5 豚の産肉能力に及ぼす諸要因の影響 第2報 平均気温の影響	古賀康弘 ……………	19
6 無窓鶏舎における褐色卵鶏の低コスト飼養管理技術 第2報 成鶏期給与飼料のエネルギー水準	福田憲和・浅田研一・上野呈一 ……………	23
7 低メチオニン飼料による卵重の抑制と卵質の改善効果	西尾祐介・福田憲和・和田渉一 ……………	27
8 ハイブリッドミツバチの作出 第1報 ハイブリッドミツバチ作出素材としての系統蜂群の能力	深江義忠・福田誠実・和田渉一 ……………	31
9 ハイブリッドミツバチの作出 第2報 ハイブリッドミツバチの能力とその特性	深江義忠・福田誠実・和田渉一 ……………	35
10 ミツバチ人工授精技術の実用化	大崎順子・深江義忠 ……………	39

11 晩夏播における飼料用麦類とイタリアンライグラスの混播栽培	
	柿原孝彦・福田誠実 43
12 青刈ダイズサイレージの飼料成分特性と発酵品質	
	棟加登きみ子・津留崎正信 47
13 大型メタン発酵処理装置を用いた豚舎污水处理施設の実態調査	
	浅田研一・徳満 茂・高椋久次郎・山下滋貴 51

BULLETIN OF THE
FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER
Series C (ANIMAL INDUSTRY) No. 10
CONTENTS

1	Influence of Superovulation and Embryo Recovery on Lactating Holstein Cows JONAI Hitoshi, Tsugumitsu KAMORI and Yoshihiro ISOZAKI	1
2	Fattening of Disused Dairy Cows by Utilizing Bean-Curd Refuse Cake GOTO Osamu, Toshio OISHI and Naoki FUJISHIMA	5
3	Effective Utilization of Raised Deck-Farrowing Crate for Swine YAMATO Hiroya, Kazuhiko NAGINO and Yasuhiro KOGA	9
4	Effects of Factors on Pig Meat Production (1) Effects of Air Temperature and Season on Pig Performance Test KOGA Yasuhiro	13
5	Effects of Factors on Pig Meat Production (2) Effects of Mean Air Temperature on Pig Performance Test KOGA Yasuhiro	19
6	Management for Saving Egg Production Cost for Brown Egg Strain in Windowless Poultry House (2) Effect of High-Energy Laying Feed for Hens on Egg Production FUKUDA Norikazu, Kenichi ASADA and Teiichi UENO	23
7	Effects of Feeding Low Methionine Diet on Improvement of Egg Shell Strength and Yolk/Albumen Ratio by Control of Egg Weight NISHIO Yusuke, Norikazu FUKUDA and Shoichi WADA	27
8	Producing of Hybrid-Honey Bees (1) Performance of Some Line Colonies for Producing Hybrid-Honey Bees FUKAE Yoshitada, Narumi FUKUDA and Shoichi WADA	31
9	Producing of Hybrid-Honey Bees (2) Ability and Property of Hybrid-Honey Bees FUKAE Yoshitada, Narumi FUKUDA and Shoichi WADA	35

10	The Insemination Technique of Queen Honey Bees	OSAKI Junko and Yoshitada FUKAE	39
11	Mixed Cultivation of Barley or Oats and Italian Ryegrass Sown in Late-summer	KAKIHARA Takahiko and Narumi FUKUDA	43
12	Characteristics of Chemical Composition of Green-Soybean Silage and its Silage Fermentation Quality	MUNEKADO Kimiko and Masanobu TSURUSAKI	47
13	Piggery Waste Managing System using Aerobic and Anaerobic Digestion	ASADA Kenichi, Shigeru TOKUMITSU, Kyujiro TAKAMUKU and Shigetaka YAMASHITA	51

過排卵処置及び採卵が泌乳牛に及ぼす影響

城内 仁・家守紹光・磯崎良寛
(畜産研究所大家畜部)

過排卵処置及び採卵が、泌乳牛に与える影響を明らかにするため、当场において採卵を実施した延べ39頭のホルスタイン種雌牛の泌乳成績を中心に検討した。

- 1 採卵実施時点での産次は3.1産、分娩後経過日数は256.7日、また、1頭当たりの採卵成績は回収卵数7.2個、うち正常卵数4.6個であった。
- 2 過排卵処置前、過排卵処置後及び採卵後の各期において、平均値間に有意な差は認められなかった。
- 3 過排卵処置前泌乳レベル別では、日乳量30kgを越える群で、日乳量が採卵により有意に低下した ($P < .01$)。
- 4 回収卵数別では、過排卵処置以降、回収卵数10個以上の群が、10個未満の群より常に低い乳量で推移した。また、回収卵数10個以上の群で、発情誘起日と採卵後における急激な乳量低下が認められた。
- 5 乳脂率及び無脂固形分率は採卵によって変化しなかった。しかし、体細胞数は採卵後、顕著に増加する個体が見られた。
- 6 採卵から発情回帰までの間隔は37.8日であり、5頭が採卵後4カ月以内に発情回帰しなかった。そのうち4頭は過排卵処置後、卵胞嚢腫となった。

以上の結果より、個体の泌乳レベル、回収卵数が、採卵後の乳量推移に影響を与える要因であることが推察された。

[Keywords: superovulation, embryo recovery, milk production]

材料及び方法

緒 言

受精卵移植を利用した乳牛の改良増殖を効率的に進める場合、その必須条件は、フィールドにおける高泌乳牛の積極的利用である。そこで、このような新技術の導入に当たって、酪農家の不安は、自然の摂理に反して実施される一連の処置が乳牛個体に与える影響の有無である。

しかしながら、現在までの研究は、受精卵移植技術や回収卵数の増加を図る技術等のいわゆる手法の確立を主としており¹⁾、乳牛個体への影響を調査したものは数少ない。

欧米で報告されている関連研究^{2, 3, 4)}については、わが国とは飼養形態、利用する飼料、供卵牛の泌乳レベル等様々な相違が指摘され、一概にその結果を受け入れ難い点が存在する。

わが国においても、清水ら⁵⁾による報告があるものの、依然情報が極めて少ない状況である。

そこで、本研究では泌乳牛の過排卵処置及び採卵が乳牛個体に与える影響を調査し、若干の知見を得たので報告する。

1 供試データ

供試データは、1986年6月～1990年2月までに過排卵処置を施し、採卵を実施した当场繁養のホルスタイン種雌牛延べ39頭の採卵及び泌乳成績を用いた。産次は 3.1 ± 1.2 産、採卵時での分娩後経過日数は 256.7 ± 140.7 日であった。

なお、泌乳成績の分析には、過排卵処置前2週間～採卵後4週間の泌乳記録を有する24例を用いた。

2 採卵方法

過排卵処置及び採卵は第1図のスケジュールで実施した。

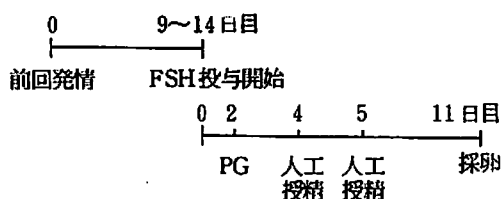
過排卵処置は、前回発情日を0日として9～14日目からFSH漸減-PG投与方法を用いた。FSH(アントリン)は3～4日間、1日2回計23～36A.U.を筋肉内投与した。PG(エストラメイト)はFSH投与開始後3日目に朝夕2回計750～1000 μ gを筋肉内投与した。採卵は、バルンカテーテルを用いて頸管経由法により実施し、灌流液にはイーグルMEM液を用いた。

3 泌乳成績の分析

泌乳成績の分析は、過排卵処置前の泌乳及び回収

卵数レベルごとに分類し、採卵による泌乳成績への影響を検討した。

それぞれの分類は、泌乳レベルが20kg/日以下(LL群)、20~30kg/日(ML群)及び30kg/日を越えるもの(HL群)とし、回収卵数レベルが、10個未満(LR群)及び10個以上のもの(HR群)とした。



第1図 過排卵処置・採卵スケジュール

結果及び考察

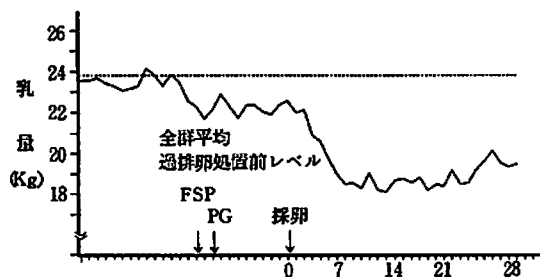
1 採卵結果

採卵結果については、1頭当たりの回収卵数は 7.2 ± 5.8 個、うち正常卵数は 4.6 ± 3.6 個であった。

2 乳量変化

第1表には、全群及び各分類別平均乳量を過排卵処置前(14日間)、過排卵処置後(10日間)及び採卵後の各期間ごとに示した。なお、採卵後の4週間については1週ごとに平均乳量を示した。また、第2~4図には、全群及び各分類別平均乳量の推移を全期間についてプロットした。

(1) 全群平均乳量の推移 過排卵処置前14日間の乳量は23.9~25.5kg(平均24.9kg)で、おおむね一定値をとった。過排卵処置後10日間の乳量は23.0~24.2kgで、過排卵処置前平均乳量に対して92~97%であった。採卵後乳量は19.4~23.9kgで、過排卵処置前平均乳量に対して78~96%であった(第2図)。



第2図 全群平均乳量の推移

過排卵処置直後の乳量低下は、前期間からの低下傾向のため、過排卵処置の直接の影響によるものかどうか言明できない。しかしながら、その後乳量の回復がみられないことより、過排卵処置の物理的ストレス等の影響が示唆された。また、人工授精予定日にはホルモン処置によって強度の発情が誘起されたため、一時的な乳量低下をもたらしたと推察された。

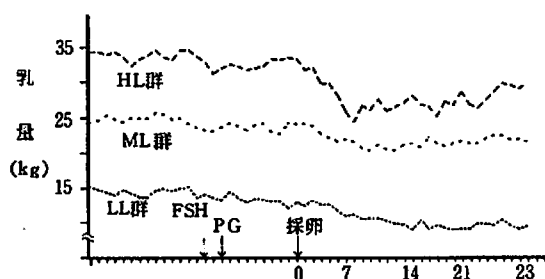
採卵後の乳量は、採卵から1週間後に最低値に達し、採卵後3週で回復に向かった。この一因として、採卵から1週間は黄体最盛期に当たり、黄体ホルモンの分泌により泌乳が抑制された結果と考えられ、その後黄体の退行と共に乳量が回復したと推察される。この点は清水ら⁵⁾も同様な見解を示している。

HALLANDら⁴⁾は、過排卵処置後3週間での乳量は過排卵処置前と変化なかったと報告している。また、COWENら³⁾は、試験区45.9kg/日、対照区41.5kg/日の牛群について、過排卵処置前平均と採卵後1、2回目の検定日乳量間に有意差($P < .05$)を認めたと報告している。本研究においては、過排卵処置前と過排卵処置後及び採卵後4週の平均乳量との間に統計的有意差を認めなかった。しかし、過排卵処置及び採卵により特徴的な乳量変化が認められた。

(2) 泌乳レベル別乳量の推移 過排卵処置前平均乳量は、LL群14.4kg ($n=6$)、ML群24.8kg ($n=11$)及びHL群33.8kg ($n=7$)であった。

過排卵処置から採卵の期間では、どの泌乳レベルにおいても過排卵処置による人工授精予定日で乳量が低下した後、採卵まで徐々に回復する傾向が認められた。採卵以降の期間では、乳量はLL・ML群において緩やかに低下したが、HL群では採卵後急激に低下した(第3図)。

過排卵処置から採卵前までの乳量推移には、各泌乳レベルによる特徴は認められなかった。しかし、



第3図 泌乳レベル別乳量推移

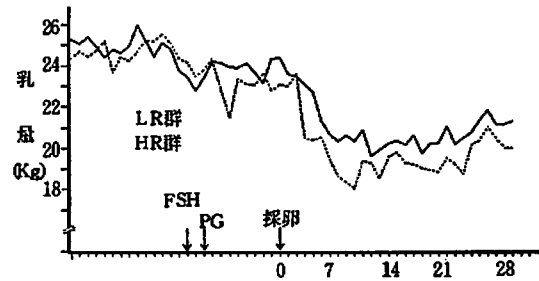
採卵による影響は、特に泌乳レベルの高い群で顕著であった。すなわち、過排卵処置前平均33.8kgから採卵後2～3週で26.8kgへと20%強の有意な乳量低下を示した ($P < .01$)。この群の大部分はストレス感受性が最も高いとされる分娩後日数100日までの個体で、そのような時期に採卵を実施したため、極端な乳量変化をもたらしたと推察される。一般に、フィールドで利用される供卵牛は、泌乳ピークから泌乳中期の個体に限られる。したがって、過排卵処置ないし採卵による乳量低下がかなり早期に回復されない限り、過排卵処置前の泌乳レベルへの回復は期待できない。このことは、泌乳曲線の推移からも容易に推察可能である。

(3) 回収卵数レベル別乳量の推移 過排卵処置前平均乳量は、LR群24.9kg ($n = 16$)及びHR群24.7kg ($n = 8$)でほぼ同様であった。過排卵処置前と比較して、過排卵処置以降の乳量推移は回収卵数レベルにより顕著な相違が認められた。すなわち、過排卵処置から採卵を通じて、HR群はLR群より常に低い乳量で推移した。特に、人工授精予定日では、採卵成績に対する裏返しの影響として、強度の発情発現による乳量への影響が示唆された。また、HR群で顕著な、採卵後の急激な乳量低下も、清水ら⁵⁾の指摘と同様、強い卵巣反応に伴う性ホルモンの分泌過多がその一因と推察された(第4図)。

HALLANDら⁴⁾や清水ら⁵⁾は、PG投与での黄体機能除去によって、この低下の予防を試みたが明確な結果を得てはいない。

乳質については、24例の記録すべてについて調査できなかったが、採卵前1週、採卵日及び採卵後1週での乳脂率、無脂固形分率(SNF)、体細胞数は、それぞれ、3.85、3.81、3.99%及び8.72、8.47、

8.40%及び43.3、22.1、191.6千個であった。



第4図 回収卵数別乳量推移

BAKら²⁾は59例の供卵牛の検定記録から、過排卵処置から採卵後の期間中の乳脂率の分散は、それ以外の期間より有意に大きい ($P < .05$)。過排卵処置前の乳脂率低下率は、3.5g/日(0.23%)、過排卵処置後では3.1g/日(0.22%)で泌乳成績に影響はなかったと報告している。

本研究の結果では、乳脂率及びSNFについて採卵の影響は明らかではないが、体細胞数の増加が顕著である。清水ら⁵⁾も潜在性乳房炎が疑われる個体では、過排卵処置により乳房炎発症率が高まると報告しており、供卵牛選定時の留意点であろう。

過排卵処置及び採卵が繁殖性に与える影響は、採卵後の発情回帰遅延、受胎成績、繁殖障害の発生等であろう。本研究で採卵を実施した39例について、採卵後4カ月以内に発情回帰しなかった個体は5頭で、そのうち4頭が卵胞嚢腫となったが、子宮内膜炎の発生はなかった。また、これらを除いた30頭の発情回帰までに要した日数は37.8±25.0日であった。

第1表 分類別平均乳量 (単位 kg/日)

	全群	泌乳レベル			回収卵数レベル	
		LL群	ML群	HL群	LR群	HR群
過排卵処置前	24.9±8.0	14.4±4.6	24.8±2.9	33.8±3.0	24.9±6.9	24.7±10.3
過排卵処置後	23.6±8.1	13.2±5.0	23.6±3.6	32.4±3.6	23.8±7.3	23.2±10.1
採卵後1週	21.7±7.5	12.0±6.0	22.6±3.6	28.8±3.2	22.2±6.6	20.9±9.5
採卵後2週	19.9±7.4	10.0±4.6	20.8±3.9	26.8±3.4**	20.3±6.8	19.0±8.9
採卵後3週	19.9±7.7	9.3±4.8	21.3±4.0	26.8±3.4**	20.3±7.0	19.1±9.6
採卵後4週	20.8±7.9	9.6±4.1	21.9±3.2	28.7±3.1	21.1±7.2	20.1±9.7

注) **: 過排卵処置前と比較して $P < .01$ で有意差あり

過排卵処置及び採卵は、自然の繁殖サイクルとは異なったものであるため、既報では空胎日数が増加することを指摘しているが^{1, 3)}、受胎に要する授精回数には大差ないとの結果も示されている^{2, 3)}。

以上のように、過排卵処置及び採卵が乳牛の泌乳性について何等かの形で影響を与えていることが認められた。しかしながら、現時点では、それらの解決策が確立されているとは言い難い。今後は、フィールドでのデータ集積を行いつつ、泌乳量低下の防止技術の開発が期待される。

謝 辞

本研究の牛乳成分分析には、福岡県酪農業協同組合連合会牛乳分析室の協力をいただいた。ここに記して深謝する。

引用文献

- 1) BAK, A., T. GREVE and M. SCHMIDT (1989): Effect of Superovulation on Reproduction. *Theriogenology*, 31, 169.
- 2) BAK, A., T. GREVE, M. SCHMIDT and T. LIBORIUSSEN (1989): Effect of Superovulation on Milk Production. *Theriogenology*, 31, 170.
- 3) COWEN, P and U. SOSNIK (1987): Effect of Superovulation on Lactating Holsteins. *Theriogenology*, 28, 783~788.
- 4) HALLAND, M. A., J. E. MANSPEAKER, W. F. WILLIAMS, E. RUSSEK and T. MORELAND (1983): Effects of Superovulation and Embryo Collection with and without PGF₂alpha on Milk Production in High Producing Dairy Cows. *Theriogenology*, 19, 132.
- 5) 清水悟, 小山圭介, 榎堀善文 (1989): 搾乳牛の過排卵処置等に対する影響. *奈良畜試研報*16, 1~9.

Influence of Superovulation and Embryo Recovery on Lactating Holstein Cows

JONAI Hitoshi, Tsugumitsu KAMORI and Yoshihiro ISOZAKI

Summary

As the commercial use of superovulation or embryo transfer technique increases, it is important to clarify the relationships between superovulation or embryo recovery and productivity of donor cow. In this study, 39 cows were evaluated for the effects of superovulation or embryo recovery on productivity.

- (1) Embryo recovery was performed at 256.7 ± 140.7 (average \pm S. D.) days after calving.
- (2) In the period before superovulation, the total average milk production was 24.9 kg/d, but superovulation or embryo recovery treatment decreased the average, 23.5 kg/d and 19.9 kg/d, respectively.
- (3) In the group of more than 30 kg/d milk production, embryo recovery treatment significantly decreased the average milk yield from 33.9 kg/d to 26.8 kg/d.
- (4) In the period after superovulation, the average milk yield in the group of more than 10 recovered was less than that of less than 9 recovered eggs, consistently.
- (5) Percentages of milk fat and solids-not-fat were not changed with superovulation or embryo recovery treatment, but somatic cell count was remarkably increased after embryo recovery treatment.
- (6) The interval from embryo recovery to return of estrus was 37.8 days, and five cows had no estrus within 4 months after the embryo recovery treatment. Four of these animals developed follicular cyst following superovulation treatment.

In conclusion, the results of this study showed that milk production was affected by superovulation or embryo collection treatment. And, it was suggested that decline in milk yield was associated with level of milk production and the number of eggs recovered.

豆腐粕を利用した搾乳肥育技術

後藤 治・大石登志雄・藤島直樹
(畜産研究所大家畜部)

ホルスタイン種廃用経産牛の搾乳肥育(搾乳肥育期:70日,乾乳肥育期:70日)のコストの低減と肉質の改善を図るため,豆腐粕給与の影響について検討した。

豆腐粕給与の搾乳肥育期及び乾乳肥育期を通算した1日増体量は0.76kgで,無給与の1.01kgに対して低く推移した。乳脂肪率4%補正乳量と乳脂肪率については,泌乳量が日量15kg程度の場合,大きな低下は認められなかった。また,肉質の「BMS」及び「脂肪の色沢と質」が改善され,1日の粗利益も搾乳肥育期が23%,乾乳肥育期が17%高めることができた。以上のことから,豆腐粕は搾乳肥育の飼料として有効であることが明らかとなった。

[Keywords: disused dairy cow, economical fattening, bean-curd refuse]

緒 言

酪農経営における収入は,牛乳生産によるものと生産子牛や成雌牛の家畜販売によるものからなっている。乳代による収入は,牛乳の需要と供給のバランスから乳価と生産量に制約を受けながらも,その収入額は比較的安定している。しかし,家畜販売による収入は,その時々取引相場によって大きく変動し,酪農経営に与える影響は大きい。現在,成雌経産牛の枝肉は,その肉質から非常に低価格で取り引きされ,牛肉輸入自由化後は,さらに取引価格は低下する可能性がある。したがって,廃用される成雌経産牛を低コストで肥育するとともに,肉質を改善し,より高額に販売する技術は,家畜販売収入の減少を防ぐ点から重要である。また,泌乳期と乾乳期を通して実施された搾乳肥育の試験報告は少ない¹⁾。そこで,安価に入手できる食品製造粕の豆腐粕給与が,泌乳期と乾乳期にわたる搾乳肥育に与える影響について検討したのでその概要を報告する。

試 験 方 法

1 供試牛

供試牛は,県内の酪農家から廃用された平均年齢4.5才,平均産次2.1産,平均乳量13.8kgのホルスタイン種経産牛12頭を用いた。

2 試験期間及び試験区分

試験は,1988年10月3日から1989年2月20日まで実施した。試験区分は第1表に示したとおり,豆腐粕を給与しない区と全期間給与する区の2区を設定し,各区に6頭ずつ配置した。

第1表 試験区分

区 分	頭数	搾乳肥育期	乾乳肥育期	豆腐粕
対照区	6頭	70日	70日	無給与
試験区	6頭	70日	70日	全期間給与

第2表 供試飼料と配合内容

(原物%)

	サイレージ	稲ワラ	アルファルファミール	ビートパルプ	大麦圧べん	市販配合飼料	豆腐粕	TDN
搾乳期 対照区	26.2	5.2	8.4	16.8	13.1	30.4	—	55.9
試験区	20.4	7.8	—	11.8	9.4	22.0	28.6	42.7
乾乳期 対照区	—	12.7	—	15.8	21.5	50.0	—	42.6
試験区	—	9.7	—	6.3	15.0	35.0	34.0	40.9

注) ①サイレージ:とうもろこしサイレージDM25.6%, DCP1.2%, TDN16.5% ②市販配合飼料: DM87.4%, DCP10.2%, TDN77.2% ③豆腐粕: DM 21.4%, DCP3.8%, TDN 14.5%

* 現農政部農政課

第3表 体重の推移と増体量

(kg)

区 分	開始時	搾 乳 期					乾 乳 期					1 日 増 体 量		
		2週	4週	6週	8週	10週	12週	14週	16週	18週	20週	搾乳期	乾乳期	全期間
対照区	586	605	607	619	636	631	652	662	691	716	728	0.63	1.38	1.01
試験区	594	607	605	620	630	624	652	652	674	695	701	0.53	1.10	0.76

注) ①搾乳期：搾乳肥育期 ②乾乳期：乾乳肥育期

3 飼養管理

(1) 供試飼料と配合内容 供試飼料と配合内容を第2表に示した。とうもろこしサイレージは、両区とも搾乳肥育期のみ給与した。

(2) 飼養管理方法 全期間繋留方式で管理し、不断給餌した。搾乳は朝夕2回行い、乳量が15kg/日以下に低下した時点で朝1回搾乳とした。乾乳方法は、急速乾乳法で実施した。

結果及び考察

1 増 体

体重は、全期間で試験区107.0kg、対照区140.8kgの増体量を得ることができた。試験区の1日当たり増体量(以下DGと言う)は、対照区に比べ全期間をとおして低く推移した(第3表)。これは、豆腐粕混合飼料の採食性が悪くTDN摂取量が少なかったためであると考えられた。両試験区の乾乳肥育期のDGは、搾乳肥育期間のDGの2倍に相当し、その値は竹原ら⁶⁾の行った乳用種経産牛の乾乳肥育におけるDGと同程度であった。搾乳肥育期の増体が少ないのは、産乳にエネルギーを用いるため増体向けのエネルギーが少なくなったことによると考えられた。したがって、肥育期間の都合から短期間に多くの増体量を得るには、できるだけ早く乾乳肥育に移行した方が有利であると考えられた。

2 産乳及び乳質

乳脂率4%補正乳量(FCM乳量)を第4表に示した。豆腐粕を給与した試験区の産乳量が多い傾向にあった。このことから、豆腐粕を混合給与しても市販配合飼料で飼養した場合と同レベルの産乳量を

得られることが明らかとなった。乳脂率は試験区、対照区共に2.9~3.8%で推移し、両区とも同程度の乳質であり、泌乳量が日量15kg程度という条件下では、原ら⁷⁾が報告するような、豆腐粕の増給による乳脂率の低下は認められなかった。

3 飼料摂取量

豆腐粕の原物摂取量は1日平均5.9~6.9kgであり、給与飼料の乾物(以下DMと言う)摂取量は、搾乳肥育期では試験区919.9kg、対照区1,047.2kg、乾乳肥育期では試験区795.7kg、対照区839.7kgとなり、搾乳肥育期のDM摂取量は、両区とも乾乳肥育期よりも多かった。これは泌乳生理によるものと考えられた。川西ら⁸⁾、小島ら⁹⁾は豆腐粕を他の飼料と分離給与し、給与割合が高くなるほど、豆腐粕の摂取量が減少したと報告しているが、コンプリートフィーダーで調製した豆腐粕混合飼料でも、DM摂取量は対照区に比べて全期間をとおして低く推移した。これは豆腐粕混合飼料が変敗しやすく、飼槽の中で容易に変敗臭を呈したためであった。したがって、豆腐粕を肥育用の飼料として効率的に利用するためには、保存、調製及び給餌方法の検討が必要である。TDN摂取量は、供試飼料を混合飼料として給与したためDM摂取量と同様に推移し、試験区が1,313.8kg(搾乳肥育期702.3kg、乾乳肥育期611.3kg)、対照区が1,387.5kg(搾乳肥育期747.7kg、乾乳肥育期639.8kg)であった。

4 1kg増体に必要としたTDN量

搾乳肥育期においては泌乳が伴うことから、泌乳量に影響されない1kg増体に必要としたTDN量(以下飼料要求率と言う)を把握するため、実際の

第4表 FCM乳量の推移

(kg)

区 分	開始乳量	搾 乳 肥 育 期 間										期 間合計
		1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週	9週	10週	
対照区	14.1	12.8	12.4	11.1	10.8	11.1	10.4	9.8	9.4	8.7	8.9	743.2
試験区	13.0	13.1	12.7	12.6	11.8	11.3	10.6	10.7	10.7	10.3	8.6	791.6

第5表 1 kg 増体に必要としたTDN量

(kg)

区 分	摂取TDN量/増体量			(摂取TDN量-産乳TDN量)/増体量		
	搾乳肥育期	乾乳肥育期	全期間	搾乳肥育期	乾乳肥育期	全期間
対 照 区	25.1	6.8	10.3	16.9	6.8	8.4
試 験 区	21.2	8.5	13.5	13.1	8.5	11.0

第6表 枝肉成績

区 分	歩留等級	肉質等級	コース(cm)	BMS	脂肪交雑	BCS	肉色	肉締まり	BFS	脂肪
対照区	B:5頭 C:1頭	2:6頭	38.5	2.3	2.3	5.2	2.3	2.0	3.0	3.3
試験区	B:5頭 C:1頭	2:5頭 3:1頭	36.7	3.0	2.7	5.0	2.3	2.2	3.2	4.0

注) ①BMS：脂肪交雑基準 ②脂肪交雑：脂肪交雑等級 ③BCS：牛肉色基準 ④肉色：肉の色沢等級
⑤肉締まり：肉の締まり及びきめ等級 ⑥BFS：牛脂肪色基準 ⑦脂肪：脂肪の色沢と質等級

TDN摂取量と理論的なTDN摂取量(TDN摂取量-産乳に要したTDN量⁵⁾)を用いて、2通りの飼料要求率を第5表に示した。飼料要求率は両区ともに乾乳肥育期では、竹原ら⁶⁾の値より良好な結果であった。しかし、搾乳肥育期では、乾乳肥育期に比べて2倍ほど悪く、搾乳しながら肥育することは非常に効率が悪いことが明らかになった。

5 肉 質

枝肉成績を第6表に示した。枝肉重量は、試験区の方が10kg程度小柄な枝肉となったが、有意な差はなかった。枝肉歩留は、試験区が53.1%、対照区が52.8%となり、歩留等級は、両区ともにB等級5頭、C等級1頭に格付けされた。肉質等級は、両区ともに同程度であった。

肉質成績の内容は、コース芯面積、肉色及び肉締まりはいずれも試験区と対照区の間には差はないものの、「BMS」及び「脂肪の色沢と質」については、試験区の方が良好であり、枝肉単価も試験区891.7円、

対照区863.5円となり試験区の方が30円程高く評価された。また、藤島ら⁷⁾は、経産牛の乾乳肥育を3カ月以上実施することで、肉質の改善が可能であることを示唆しており、このことから豆腐粕を用いて140日以上肥育することによって、さらに肉質の改善が期待できることが考えられた。

6 経済性

1日の粗利益を第7表に示した。豆腐粕を搾乳肥育に利用することで、1日の粗利益は搾乳肥育期で167.5円(23%)、乾乳肥育期で49.7円(17%)向上した。なお、素畜の評定額については、全酪連の試算⁸⁾に基づいて求めた。

以上、本試験の結果から産乳量が日量15kg程度の牛で、豆腐粕を原物6.5kg/日程度用いて搾乳肥育を実施する場合、乳質に悪影響を与えないことが推察できた。また、搾乳肥育期では0.5kg程度、乾乳肥育期では1.1kg程度のDGを期待でき、枝肉歩留は向上しないが、「BMS」及び「脂肪の色沢や

第7表 経 済 性

(円)

区 分	飼料単価 (DM当たり)		飼 料 費		乳 代	肉 代		差 益	
	搾乳期	乾乳期	搾乳期	乾乳期		搾乳期	乾乳期	搾乳期	乾乳期
対照区	48.16	45.08	720.4	536.7	1061.7	377.9	828.7	719.2	292.0
試験区	43.90	45.33	576.9	508.3	1130.9	332.7	850.0	886.7	341.7

注) ①乳代：FCM乳量÷70日×乳価(100円/kg) ②搾乳期：搾乳肥育期 ③乾乳期：乾乳肥育期

④肉代：

搾乳肥育期：(枝肉販売額-素畜評価額)×(搾乳期の増体量/全期間の増体量)÷70日

乾乳肥育期：(枝肉販売額-素畜評価額)×(乾乳期の増体量/全期間の増体量)÷70日

⑤素畜評価額：体重×推定枝肉歩留×枝肉単価(850円/kg) ⑥推定歩留：体重×0.0216×36.1328

質」の改善によって市場の枝肉評価が向上することが明らかになった。豆腐粕はDG及び飼料要求率から考えて、市販配合飼料の代替となるが、豆腐粕の嗜好性は牛の個体によって差が認められ、安定的でなく変敗しやすいため、DM摂取量が少なくなる傾向がある。したがって、豆腐粕を飼料として利用する場合、その飼料調製や給与方法について改善する必要がある。なお、豆腐粕を用いて肉質改善効果を発揮させるためには、140日以上が必要であると考えられた。

本試験を実施するにあたり、御協力を賜った、福岡県酪農業協同組合牛乳分析室の方々に感謝します。

引用文献

- 1) 藤島直樹・大石登志雄・竹原 誠 (1988) : 乳用種経産牛の経済的乾乳肥育技術 (第2報). 福岡農総試研報C-7, 1~6.
- 2) 原 拓夫 (1976) : 凍豆腐粕の乳牛利用について. 長野畜試研報13, 1~4.
- 3) 川西隆智・江川寿夫・佐藤洋三郎 (1983) : 豆腐粕給与による乳用去勢牛肥育試験. 神奈川畜試研報73, 17~27.
- 4) 小島豊司・青山 譲・清水 悟・榎堀善文・中島一夫・藤田英雄 (1986) : トウフ粕による乳用雌子牛の肥育技術. 奈良畜試研報13, 1~15.
- 5) 農林水産技術会議事務局 (1987) : 日本飼養標準・乳牛 (1987年版).
- 6) 竹原 誠・大石登志雄・藤島直樹 (1987) : 乳用経産牛の経済的乾乳肥育技術 (第1報). 福岡農総試研報C-6, 7~12.
- 7) 鰐石征記・折田正義・田中敏正・山本卓朗 (1977) : 乳廃用牛の肥育試験 (完了). 山口県種畜場試験成績7, 1~47.
- 8) 全国酪農業協同組合連合会 (1987) : 乳用牛高度利用促進調査委託事業報告書.

Fattening of Disused Dairy Cows by Utilizing Bean-Curd Refuse Cake

GOTO Osamu, Toshio OISHI and Naoki FUJISHIMA

Summary

The effects of feeding bean-curd refuse cake on fattening of disused dairy cows were examined. In this study, 12 disused dairy cows were divided into 2 groups : group I was fed by the market feed and group II was fed by the feed including bean-curd refuse cake.

Experimental results are summarized as follows.

- (1) The average daily gains during tested period were 1.01kg for the group I and 0.76kg for the group II, respectively.
- (2) As the feed including bean-curd refuse cake was liable to deteriorate, it had tendency to remain in the manger.
- (3) Feeding bean-curd refuse cake had tendency to improve "beef marbling standard" and "luster and quality of fat" in evaluation of carcass judging.

豚の高床式分娩柵の効率的利用法

大和碩哉・投野和彦・古賀康弘
(畜産研究所中小家畜部)

従来の平床式分娩柵に代わる高床式分娩柵の効率的な利用方法を明らかにするために、平床式分娩柵との床構造及び高床式分娩柵の床材質について比較検討した。

- 1 高床式分娩柵は、平床式と比較し床構造が網状（オープンワイヤー）であるために、ふん尿の切れが良く、母豚の汚れも少なく、子豚の発育は良好であった。また、育成率は、夏期において良好であった。飼養管理作業時間は、平床式分娩柵に比べ37%と大幅に省力化された。
- 2 高床式分娩柵の床材質の比較では、育成率は夏期において鋳物とビニールコーティングが優れていた。母豚の汚染状況は、スチールスラットが最も清潔であった。母豚の肢蹄損傷状況は、ビニールコーティングと鋳物ではほとんど損傷がなかった。これらのことから、高床式分娩柵の床材質は、母豚の肢蹄損傷及びふん尿切れから判断して、前部はビニールコーティング及び鋳物、後部はスチールスラットの組み合わせが適当である。

[Keywords : swine, reproduction, raised deck-farrowing crate, floor material]

緒 言

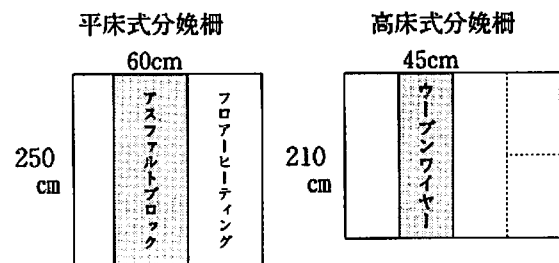
最近の養豚経営では、繁殖・肥育一貫経営の増加と規模拡大の急速な進展に伴い、繁殖豚管理は省力化及び生産性向上のために、高床式分娩柵^{1, 2, 3)}の利用が大規模養豚農家を中心に次第に普及しつつある。著者らは、高床式分娩柵設置農家40戸の実態を調査したが、分娩柵の構造が母豚の繁殖性や哺乳豚の発育に及ぼす影響について十分な調査結果を得るには至らなかった。

そこで、高床式分娩柵の効率的な利用法を明らかにするために、平床式分娩柵との比較試験及び高床式分娩柵の床材質の比較試験を実施したのでその概要を報告する。

試験方法

- 1 高床式分娩柵と平床式分娩柵の床構造比較
(1) 試験期間 1987年2月～3月の冬期と、同年7月～9月の夏期に試験を行った。
(2) 試験区分及び供試母豚 試験区分は平床式分娩柵（平床区）と高床式分娩柵（高床区）の2区とし、平床区は大ヨークシャー種母豚を冬期27頭、夏期12頭、高床区は大ヨークシャー種母豚を冬期22頭、夏期12頭を供試した。
(3) 分娩柵の構造及び床材質 平床区と高床区の

構造及び床材質を第1図に示した。平床区は長さ250cm×幅60cm×高さ90cm、床材質はアスファルトブロックとした。高床区は、長さ210cm×幅45cm×高さ80cm×床面の高さ45cm、床材質はオープンワイヤー（鋼鉄製網）とした。



第1図 分娩柵の構造と床材質

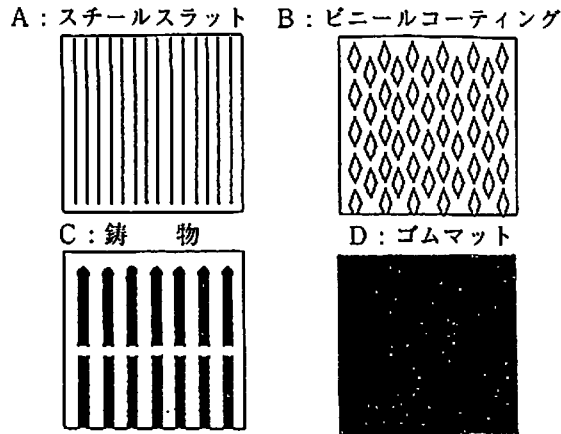
- (4) 飼養管理 母豚の分娩柵への収容は、分娩予定7日前とし、分娩後21日まで飼養した。飼料は母豚に種豚用飼料（TDN72%，DCP12%）を制限給飼した。哺乳子豚には、人工乳（TDN85%，DCP22%）を生後14日から不断給餌した。

2 高床式分娩柵床材質の性能比較

- (1) 試験期間1988年7月～9月の夏期と、1989年2月～3月の冬期に試験を行った。
(2) 試験区分及び供試豚 試験区分は、床材質がスチールスラット（A区）、ビニールコーティング

(B区), 鋳物 (C区), ゴムマット (D区) の4材質とした。供試品種及び頭数は, 各区ともに大ヨークシャー種を, A区は冬期6頭, 夏期3頭, B区は冬期6頭, 夏期3頭, C区は冬期3頭, 夏期3頭, D区は冬期5頭, 夏期3頭供試した。

(3) 高床式分娩柵の構造及び床材質 高床式分娩柵の構造は, 長さ210cm×幅45cm×高さ80cm×床面の高さ45cmとした。床材質の種類を第2図に示した。



第2図 供試した床材質の種類

(4) 飼養管理 母豚の分娩柵への収容は, 分娩予定7日前とし, 分娩後21日まで飼養した。飼料は母豚に種豚用飼料 (TDN72%, DCP12%) を制限給餌した。哺乳子豚には人工乳 (TDN85%, DCP22%) を生後14日から不断給餌した。

結果及び考察

1 高床式分娩柵と平床式分娩柵の床構造比較

(1) 子豚数と損耗率及び育成率 第1表に繁殖成績と子豚の発育を示した。哺乳頭数は, 冬期, 夏期

ともに高床区と平床区間には有意な差は認められなかった。損耗率は, 母豚の分娩前の環境状態に影響されるものと考えられ, 平床区では冬期の影響が大きく, 高床区では冬期, 夏期においてなんらかの影響を受けるものと考えられた。育成率は, 冬期では平床区が高く, 夏期では高床区が高く優れていたことから, 高床式分娩柵は夏期に適した構造と言える。また, 冬期においてもガスブローダーを設置して室温を高めることにより平床式と変わらない成績が期待出来るものと考えられた。

(2) 子豚の発育 子豚の発育状況は, 冬期では, 高床区と平床区間には発育に差はなかった。夏期では高床区は子豚の汚れが少なく清潔であったために, 子豚の発育が優れたものと考えられた。

(3) 母豚の汚染状況 夏期の哺乳期間中における母豚の汚染状況を第3図に示した。分娩後の日数が経過するにしたがって, 平床区の母豚の汚染は進行する傾向を示したが, 高床区の汚染度合は分娩から離乳までほぼ一定の状態を保ち, わずかに母豚の尻の部分にふんが付着する程度であった。

(4) 母豚の肢蹄損傷状況 母豚の肢蹄損傷を第4図に示した。肢蹄の損傷は, 平床区では床面が柔らかいアスファルトブロックであったために母豚の肢蹄の損傷は全くなかったが, 高床区は軽度の損傷が認められた。

(5) 母豚の発情再帰日数 離乳後の母豚の発情再帰日数は, 冬期では平床区と高床区ともに発情の再帰が遅れ, バラツキも大きく, 両区間に差は認められなかった。また, 夏期では平床区が高床区より発情再帰日数が早かった。

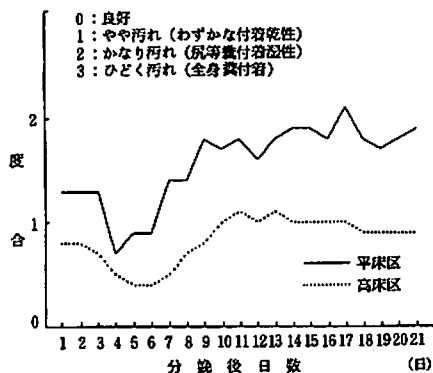
(6) 飼養管理作業時間 1日1豚房当たりの飼養管理作業時間を第2表に示した。除ふん時間では, 高床区は平床区の40%となり, 敷料投入時間では, 高床区は敷料を使用しないので投入時間は不要であった。各作業時間の合計は, 平床区の69.2秒に対し高

第1表 繁殖成績と子豚の発育

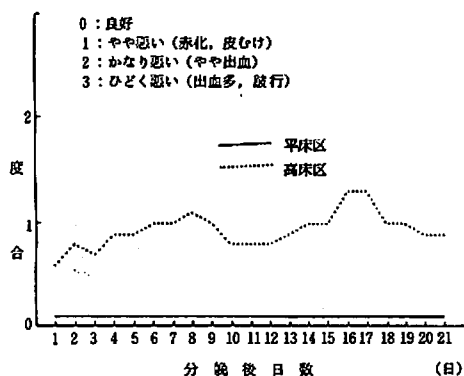
区	季節	繁殖成績					子豚の発育			
		分娩頭数	哺乳頭数	損耗率	離乳頭数	育成率	発情再帰日数	生時	1週齢	3週齢
平床	冬	9.9頭	8.8頭	11.1%	8.2頭	93.6%	27.4日	1.1kg	1.9kg	4.6kg
	夏	10.8	10.6	1.9	9.8	91.8	12.4	1.4	2.5	4.6
高床	冬	10.1	9.3	7.9	8.6	92.0	27.3	1.2	2.0	4.6
	夏	10.4	9.6	7.6	8.8	93.4	17.6	1.4	2.7	5.4

注) ① 育成率 = (離乳頭数 / 哺乳頭数) × 100

② 損耗率 = | (分娩頭数 - 哺乳頭数) / 分娩頭数 | × 100



第3図 母豚の汚染状況 (夏期)



第4図 母豚の肢蹄損傷状況 (冬, 夏期)

床区は25.9秒になり平床区の37%と大幅に削減された。

2 高床式分娩欄床材質の性能比較

(1) 子豚数と損耗率及び育成率 床材質の種類と子豚数、損耗率、育成率及び発育を第3表に示した。

第2表 飼養管理作業時間 (冬期)

区	給餌	除ふん	敷料投入	合計
平床	5.1秒 (100)	50.6秒 (100)	13.5秒 (100)	69.2秒 (100)
高床	5.7 (112)	20.2 (40)	0.0 (0)	25.9 (37)

注) カッコ内は平床区を100とした指数

子豚の損耗率は、床の安定が良い鋳物、ゴムマット区が小さく、やや不安定なスチールスラット、ビニールコーティング区は高くなる傾向にあった。育成率はゴムマット区以外の各区は夏期が高く、冬期が低い傾向にあったが、特に、鋳物区は夏期において100%と高かった。

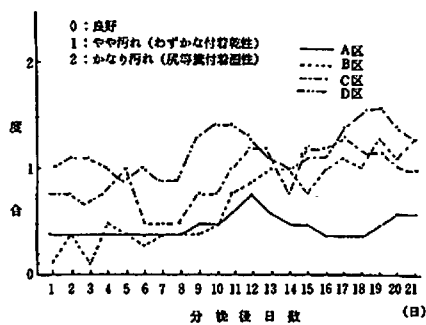
(2) 床材質の種類と子豚の発育 子豚の発育は、夏期では鋳物区が他区に比べ良好であり、冬期では保温面で優れたゴムマット区が良好であった。一般に、各区ともに夏期が冬期よりも優れていた。

(3) 豚体の汚染状況 夏期における豚体の汚染状況は、子豚では平床と同様にゴムマット区以外汚れが少なく清潔であった。母豚の汚染状況を第5図に示した。スノコ及び金網の間隙が大きいスチールスラット、ビニールコーティング、鋳物区は、ふん尿切れが良く、汚れが少ない傾向にあった。特に、スチールスラット区は汚れが最も少なかった。

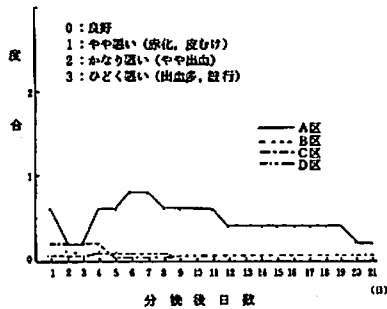
(4) 母豚の肢蹄損傷状況 哺乳期間中の母豚の肢蹄損傷状況を第6図に示した。母豚の肢蹄損傷の状況では、ビニールコーティング、鋳物、ゴムマット区はほとんど損傷がなく、スチールスラット区においても症状は軽微であった。

第3表 床材質の種類と子豚数、損耗率、育成率及び子豚の発育

区	季節	分娩頭数	哺乳頭数	損耗率	離乳頭数	育成率	生時	1週齢	3週齢
スチールスラット (A)	冬	9.5頭	9.0頭	5.3%	7.5頭	83.3%	1.2kg	2.1kg	5.5kg
	夏	13.3	12.0	9.8	10.5	87.5	1.3	2.4	5.1
ビニールコーティング (B)	冬	9.3	9.0	3.2	7.2	80.0	1.2	2.1	5.3
	夏	9.3	8.7	6.5	8.0	92.0	1.4	2.7	5.4
鋳物 (C)	冬	11.3	11.3	0.0	9.3	82.3	1.1	2.1	5.2
	夏	10.5	10.5	0.0	10.5	100.0	1.5	2.8	6.1
ゴムマット (D)	冬	10.4	10.0	3.8	8.4	84.0	1.1	2.3	5.7
	夏	9.7	9.7	0.0	7.7	79.4	1.3	2.3	5.4



第5図 母豚の汚染状況 (夏期)



第6図 母豚の肢蹄損傷状況 (冬, 夏期)

以上の結果から、高床式分娩柵の利用により、子豚の発育の向上、夏期の育成率の改善及び飼養管理作業時間の短縮等のメリットが大きかったことがわかった。また、床材質の品質や形状によっては、軽度であるが肢蹄損傷が発生していたので、床全面を単一の床材に限定せずに、分娩柵の前部は母豚の肢蹄損傷が少ないビニールコーティングあるいは鋳物、後部はふん尿切れの良いスチールスラットを使用することにより、一層の生産性向上が期待できる

引用文献

- 1) 尾崎晴美 (1988) : 床材質と床構造. 日本の養豚38(4), 36~40.
- 2) 占野靖年 (1988) : 養豚技術に関する基礎知識 畜産の研究42(6), 84~85.
- 3) 占野靖年 (1989) : 養豚技術に関する基礎知識 畜産の研究43(1), 80~81.

Effective Utilization of Raised Deck-Farrowing Crate for Swine

YAMATO Hiroya, Kazuhiko NAGINO and Yasuhiro KOGA

Summary

The present study was designed to improve the utilization of the elevated floor-farrowing crate for sows and piglets.

- (1) In expt. 1, the performance of piglets and the cleanliness of the floors were compared between the raised deck- and flat floor-farrowing crates. Cleanliness was better and the growth of piglets was faster for the raised deck-farrowing crate than those for the flat floor-farrowing crate, probably because woven wire grids were used for the raised deck-farrowing crate and the waste, were disposed sufficiently. Mortality of piglets was lower in summer than that in winter. The labour time needed for animal management in the raised deck-farrowing crate was only 37% of that of the flat floor-farrowing crate.
- (2) In expt. 2, four different types of slats were compared for the floors of the farrowing crate. In summer, mortality of piglets was low when they were kept on cast iron or plastic coated slats. The cleanliness was the best for the slat with steel bars. Leg injury was not observed for sows kept on the cast iron or plastic coated slats. It was suggested that the combination of plastic coated or cast iron slats in the front area of the pen and slat with steel bars in the back area was most suitable for the floor of the farrowing crate.

豚の産肉能力に及ぼす諸要因の影響

第1報 気温及び季節の影響

古賀 康弘
(畜産研究所中小家畜部)

豚の産肉能力に影響を及ぼす諸要因のなかで、特に気象要因の影響を明らかにするために、138頭の1日平均増体量(DG)、飼料要求率(FC)及び検定日数(DAY)における気象要因及び品種の影響を重回帰分析により解析した。統計的モデルに用いた気象要因は、個々の検定豚における検定期間中の平均気温、日平均気温の変動、日内温度較差及び検定開始季節とした。

体重30~90kgまでの成績の全平方和の内、気象要因及び品種から説明できる平方和の割合(寄与率)は、DGで24.1%、FCで16.2%、DAYで23.4%と推定された。また、検定開始月ごとに1~6月の上半期及び7~12月の下半期に分割した場合の各々の寄与率は、DGで47.4%・55.6%、FCで42.6%・43.3%、DAYで47.0%・67.6%と推定された。

年間を通した検定成績の重回帰分析では、平均気温の相対的重要度は、DGで75.8%、FCで64.8%、DAYで72.5%であり、検定成績は気象要因のなかでも特に二次の平均気温と強い関係にあることが認められた。日平均気温の標準偏差の相対的重要度は、DGで14.4%、FCで19.1%、DAYで22.9%であり、検定期間中の日平均気温の標準偏差が大きいと産肉能力に対してマイナスの影響を及ぼしていた。日内温度較差の影響は認められず、また、検定開始季節及び品種の影響も小さいと推定された。但し、上半期及び下半期別成績の重回帰分析では、平均気温及び検定開始季節の影響が大きかった。

[Keywords : pig meat production, air temperature, season, breed, multiple regression]

緒 言

温熱環境が豚の生産に及ぼす影響については、これまでも温度制御を行った環境下で、体温調節機能との関連から多くの知見が得られており、一般に豚の適温域は、気温15~20℃の比較的狭い範囲とされている^{1, 4, 6, 7)}。しかし、豚の生産環境は、長期的にも短期的にも変動の大きい気象変化に左右されており、気象の地域性や豚自体の持つ環境順応性も考えられることから⁴⁾、豚の産肉能力に及ぼす気象要因の影響を明確にするためには、年間を通した集積データの解析が必要であるが、そのような報告は少ない。

本研究は、西南暖地での気温要因の変動を明らかにすると共に、豚産肉能力直接検定成績と気温変動や季節変化を考慮した温熱環境条件との関係を統計的に解析した結果から、温度調節を行わない豚舎で飼養する場合の産肉能力に及ぼす気象要因の影響に関する2~3の知見を得たので報告する。

材料及び方法

1 供試データの収集

第1表に福岡県農業総合試験場で1981~1984年度の4年間に豚産肉能力直接検定を行った大ヨークシャー種及びランドレース種138頭の検定開始月別の構成を示した。分析に用いた産肉能力のデータは、この検定成績から、1日平均増体量(DG)、飼料要求率(FC)及び検定日数(DAY)の3項目とし、気象要因は、検定開始季節及び個々の検定豚の検定開始月日から終了月日までの期間(n)における舍外平均気温(TA:℃)、日平均気温の標準偏差(TS:℃)及び日内温度較差(TD:℃)を、次のように集計した。

$$TA = \sum (TH + TL) / 2 / n$$

$$TS = [(\sum Ta^2 - n \times Ta \text{の平均}^2) / n]^{1/2}$$

$$TD = \sum (TH - TL) / n$$

Ta : 1日の平均気温 TL : 日最低気温

TH : 日最高気温 n : 検定期間

2 供試データの分類

豚産肉能力検定期間である体重30kgから90kgまでを全期とし、さらに体重別の影響を調べるために、この期間を体重30kgから55kgまでの前期、体重55

第1表 検定開始月別検定豚の構成 (単位: 頭)

検定開始月	大ヨークシャー種	ランドレース種	計
1月	2	4	6
2月	13	14	27
3月	7	6	13
4月	18	2	20
5月	8	4	12
6月	8	3	11
7月	6	10	16
8月	6	3	9
9月	3	2	5
10月	9	1	10
11月	4	3	7
12月	2	0	2
計	86	52	138

kg から90kg までの後期に分割した。また、全期のデータは、検定開始月ごとに1～6月の上半期及び7～12月の下半期に分類し、気温の単純上昇期と単純下降期における影響を検討した。

3 検定豚の飼養管理

飼養管理は豚産肉能力検定基準²⁾に基づき、運動場を併設した間口120cm、奥行270cmの豚房に単飼した。飼料給与は1日朝夕2回とし、産肉能力検定飼料 (TDN70.1%, DCP12.7%) を制限給与した。

豚舎は東西棟の中央通路式、複列の閉鎖式豚舎であり、建坪は328.5㎡、屋根は波形スレート板を使用した切り妻型 (裏面は木毛セメント板張り) で、上窓はガラス張りの引き違い戸、下窓は鉄板片開き戸、豚房と豚房の境は鉄パイプ、床・通路及び運動場はコンクリートである。

運動場は2豚房併用、下窓は年間を通して一方を開放し、冬季は上窓を閉鎖した。夏季は特別な防暑対策を行わず、冬季は床面暖房を行った。

4 統計的解析法

データの統計的解析は、重回帰分析^{8, 9)}により行った。豚産肉能力に及ぼす諸要因の影響を推定するために、次の統計的モデルを設定した。

$$Y = b_0 + b_1 \times TA + b_2 \times TA'^2 + b_3 \times TS + b_4 \times TD + b_5 \times x + b_6 \times y + b_7 \times B + \epsilon$$

$b_0 \sim b_7$: 偏回帰係数

Y : DG (kg), FC, DAY (日)

TA : 平均気温 (°C)

TA'² : 平均気温の偏差の2乗値 (°C²)

TS : 日平均気温の標準偏差 (°C)

TD : 日内温度較差 (°C)

x・y : 季節因子

B : 品種 (ランドレース: 0, 大ヨークシャー: 1)

上述の統計的モデルでは、気温以外の季節諸要因をx・y因子に代表させた。このx・y因子は、各検定豚ごとに異なる検定開始月日を半径1の円周上に置くことにより、周期性のある連続変数に変換したもので、次式により算出した。

$$x = \sin \theta, \quad y = \cos \theta$$

ここで θ は、 $(360^\circ / 365日) \times (1月1日から検定開始までの日数)$ とした。

結 果

1 気温変動の地域性

第2表に調査期間である1981～1985年の月別気温の平均値及び標準偏差を示した。

年間を通した気温の実変動幅は、月平均気温が3.8～27.2°C、月最高気温が7.4～31.1°C、月最低気温が0.2～23.3°Cであった。

月最高気温の年間変化は、最も高い8月前後で差が認められ、5～7月では毎月約3°Cづつ上昇したのに対し、8～11月では毎月約5°Cづつ下降した。

月平均気温の標準偏差は、気温が高い7・8月に小さくなる傾向を示した。また、日内温度較差及びその標準偏差は、各々7～9°C・2～3°Cであり、年間を通してほぼ一定していた。

2 重回帰分析結果

第3表に検定期間別分類による重回帰分析結果を、第4表に上半期及び下半期別分類による重回帰分析結果を示した。重回帰式は、いずれも1%水準で有意であった。

(1) 検定全期の分析 DG・FC・DAYの実変動幅は0.482～0.925kg・2.47～4.64・56～112日であった。

年間を通した全平方和の内、回帰により説明できる平方和の割合 (寄与率) は、DGで24.1%, FCで16.2%, DAYで23.4%と推定された。

偏回帰係数の相対的重要度は、TA・TA'²・TS因子が大きく、この3因子がDGで90.2%, FCで83.9%, DAYで95.4%を占めていた。特にTA'²因子は、約60%の極めて高い相対的重要度を示し、検定成績は平均気温と強い二次の関係にあることが認められた。また、FCにおいては品種の相対的重要度がやや大きくなる傾向であった。

第2表 月別気温要因の変化（1981～1985の平均値，単位：℃）

月	平均気温	最高気温	最低気温	日内温度較差
1月	3.81±2.59	7.40±3.08	0.21±2.43	7.20±1.99
2月	4.71±3.01	8.34±3.38	1.08±2.99	7.27±2.09
3月	8.77±3.22	12.62±3.71	4.91±3.14	7.71±2.47
4月	14.22±3.42	18.68±3.92	9.76±3.56	8.92±3.07
5月	19.03±2.81	23.70±3.49	14.36±2.75	9.35±2.77
6月	22.42±2.26	26.45±2.90	18.38±2.54	8.07±3.09
7月	26.15±1.74	29.66±2.39	22.63±1.73	7.03±2.33
8月	27.20±1.68	31.10±2.28	23.30±1.65	7.80±2.11
9月	22.78±2.26	26.43±2.48	19.14±2.51	7.29±2.10
10月	17.55±3.02	21.79±2.96	13.31±3.47	8.48±2.27
11月	12.48±2.84	16.32±3.00	8.65±3.10	7.67±2.28
12月	6.62±3.43	10.38±4.06	2.86±3.09	7.52±2.34

注) 数値は，平均値±標準偏差。

第3表 検定期間別分類による重回帰分析結果

期 間	偏回帰係数 (標準偏回帰係数：相対的重要度 %)				
	1日平均増体量 (DG)	飼料要求率 (FC)	検定日数 (DAY)		
全 期 n=138 DG: R ² =0.241**TD FC: R ² =0.162** x DAY: R ² =0.234** y	TA	-0.016* (-1.384: 12.6)	0.065 (1.061: 9.6)	1.121 (0.823: 5.0)	
	TA' ²	-0.001**(-0.603: 63.2)	0.006** (0.495: 55.2)	0.158** (0.588: 67.5)	
	TS	-0.029* (-0.319: 14.4)	0.151* (0.323: 19.1)	3.955** (0.380: 22.9)	
	B	0.016 (0.102: 3.5)	-0.140 (-0.168: 12.3)	-1.618 (-0.087: 2.9)	
	b0	1.132	1.232	40.386	
	前期	TA	-0.027**(-2.058: 30.1)	0.132** (1.920: 26.9)	1.405** (1.671: 22.6)
	TA' ²	-0.001**(-0.448: 22.9)	0.005** (0.438: 22.5)	0.068** (0.514: 34.3)	
前期 n=138 DG: R ² =0.212**TD FC: R ² =0.193** x DAY: R ² =0.227** y	TS	-0.025 (-0.179: 2.4)	0.187 (0.255: 5.0)	2.354 (0.262: 5.9)	
	B	0.016 (0.080: 1.4)	-0.174 (-0.162: 5.9)	-1.571 (-0.119: 3.6)	
	b0	1.123	0.355	10.762	
	後 期 n=138 DG: R ² =0.202**TD FC: R ² =0.157** x DAY: R ² =0.201** y	TA	-0.017 (-0.905: 13.6)	0.054 (0.564: 7.8)	0.327 (0.335: 2.1)
		TA' ²	-0.001**(-0.437: 56.4)	0.006** (0.416: 75.8)	0.062** (0.423: 60.3)
		TS	-0.027 (-0.153: 6.2)	0.053 (0.059: 1.4)	2.534* (0.274: 22.6)
		B	0.014 (0.058: 1.9)	-0.095 (-0.075: 4.8)	-0.597 (-0.046: 1.4)
b0		0.960	2.761	36.898	

注) ① TA'²は，全期では (TA-16.64)²，前期では (TA-15.96)²，後期では (TA-17.28)²。

②**は1%水準で有意，*は5%水準で有意。

第4表 上半期、下半期別分類による重回帰分析結果

半 期		偏回帰係数 (標準偏回帰係数: 相対的重要度%)			
		1日平均増体量 (DG)	飼料要求率 (FC)	検定日数 (DAY)	
上半期	TA	-0.062** (-4.837 : 43.6)	0.299** (4.412 : 41.6)	6.860** (4.510 : 41.5)	
	TA' ²	-0.002** (-0.735 : 11.5)	0.012** (0.867 : 18.3)	0.206** (0.639 : 9.5)	
	n = 89	TS	-0.029* (-0.334 : 3.9)	0.162* (0.356 : 5.2)	4.470** (0.437 : 7.4)
	DG: R ² = 0.474**	TD	-0.023 (-0.167 : 1.3)	0.058 (0.077 : 0.3)	3.007 (0.179 : 1.7)
	FC: R ² = 0.426**	x	0.097 (0.327 : 1.8)	0.034 (0.022 : 0.0)	-16.048* (-0.451 : 3.8)
	DAY: R ² = 0.470**	y	-0.546* (-4.517 : 35.2)	2.558* (3.973 : 31.2)	59.533** (4.123 : 32.1)
		B	0.026 (0.160 : 2.5)	-0.148 (-0.170 : 3.3)	-3.781* (-0.194 : 4.1)
	b0	1.250	-3.339	-77.398	
下半期	TA	0.034** (3.260 : 34.6)	-0.168** (-3.289 : 36.0)	-4.886** (-4.317 : 40.6)	
	TA' ²	-0.000 (-0.144 : 0.5)	0.001 (0.118 : 0.4)	0.033 (0.165 : 0.5)	
	n = 49	TS	-0.018 (-0.174 : 2.5)	0.126 (0.253 : 5.3)	2.837 (0.259 : 3.6)
	DG: R ² = 0.556**	TD	-0.003 (-0.017 : 0.0)	0.135 (0.149 : 2.5)	1.809 (0.090 : 0.6)
	FC: R ² = 0.433**	x	-0.179 (-0.730 : 8.4)	0.769 (0.643 : 6.6)	20.946 (0.792 : 6.6)
	DAY: R ² = 0.676**	y	0.359** (3.130 : 40.1)	-1.704** (-3.042 : 38.7)	-50.292** (-4.060 : 45.1)
		B	0.050* (0.313 : 13.9)	-0.208 (-0.269 : 10.5)	-3.079 (-0.180 : 3.1)
	b0	0.188	4.659	134.120	

注) ① TA'²は、上半期では (TA-16.29)², 下半期では (TA-17.28)²。
 ②**は1%水準で有意,*は5%水準で有意。

(2) 検定期及び後期の分析 前期及び後期における実変動幅は、各々DGで0.286~0.864kg・0.425~1.071kg, FCで2.10~6.41・2.50~6.18, DAYで27~63日・28~56日であった。

前期及び後期の重回帰式の寄与率は、全期とほぼ同程度の数値であった。

前期の偏回帰係数の相対的重要度はTA・TA'²因子がDGで53.0%, FCで49.4%, DAYで56.9%と全期に比較してやや低くなり、特にTA'²因子が小さく、前期成績と平均気温との二次の関係はやや弱くなる傾向を示した。反面、x・y因子の相対的重要度はDGで41.9%, FCで38.8%, DAYで30.2%であり、全期の分析値に比べて上昇した。

後期の偏回帰係数の相対的重要度は、全期と同様にTA'²因子が極めて大きく、後期成績は平均気温と極めて強い二次の関係にあることが認められた。また、DAYではTS・TD因子が比較的大きな相対的重要度であった。

(3) 上半期及び下半期別による分析 上半期及び下半期の実変動幅は、DGで0.482~0.919kg・0.541~0.925kg, FCで2.60~4.64・2.47~4.17, DAYで62~112日・56~98日であった。

半期間ごとにデータを分類し、重回帰分析を行うことにより年間を通したデータの分析値よりも寄与

率が上昇した。

偏回帰係数の相対的重要度は、全期に比較して上半期及び下半期共にTA'²・TS因子が小さくなり、TA・y因子が大きく評価された。特に、下半期ではTA'²因子は極めて小さな相対重要度であり、検定成績と平均気温の間には二次の関係は認められなかった。

考 察

年間の平均気温は15.5±7.94℃, 各月の平均気温は、夏季8月の27.2℃から冬季1月の3.8℃まで、23.4℃の較差があり、豚の適温域を平均気温15~20℃と考えれば、適温期間は4~6月の3カ月間及び9~11月の3カ月と推察された。

気温の季節変化では、日平均、日最高及び日最低気温の標準偏差が夏季の7・8月を中心として小さくなる傾向を示しており、夏季の暑熱環境は、気温が高いばかりでなく、変化の小さい高温環境が持続することも生産に影響を与えていると考えられた。また、春季から夏季にかけての気温の変化は、比較的高い温度帯でゆるやかに上昇するのに比べて、夏季から秋季にかけての気温の下降は急であり、平均気温から判断すれば春季と秋季は同等と考えられるが、気温変化の推移としてとらえれば季節差の存在

が明らかである。

全期成績を分析した重回帰式の寄与率は、年間を通じた成績では16~24%に過ぎなかったが、上半期及び下半期別の成績では43~68%と推定された。重回帰式から目的変数を推定する場合、寄与率が43~68%では説明力としては低く、本報告で統計的モデルに用いた気象要因及び品種だけでは説明しきれない変動がまだかなりあることを示している。しかし、一般に豚の遺伝率は1日増体量で0.3~0.4、飼料要求率で0.2~0.5と推定されていること³⁾から推察すれば、遺伝に起因する部分を除いた産肉能力の変動は、説明変数のなかでも特に相対的重要度の大きかった平均気温及び検定開始季節の変化に左右されると考えられる。

秦ら³⁾は、年間を通じた豚産肉能力後代検定成績の分散の内、舎内気温、日内温度差、性、品種及び年次に起因する部分は、日増体量では30%、飼料要求率では32%と推定している。本報告の年間を通じた寄与率は、これに比べてやや低い値であったが、上半期及び下半期別の寄与率は高い値を示した。秦ら³⁾の報告と本結果は、重回帰分析に用いたデータや地域性の違いから、一概に比較できないが、上半期及び下半期別に年間成績を分類することは、気温以外の季節的な要因の影響を明確にし、寄与率の上昇をもたらしたことが考えられる。

本結果から、気象要因に起因する産肉能力の変動は、平均気温及び季節よりほぼ推測できることが考えられる。但し、季節の影響は、年間を通じた成績では小さく評価され過ぎるが、気温との関係も深いと考えられることから、豚の産肉能力に及ぼす気象要因のなかで最も大きい影響力を持つものは、生産期間を通じた平均気温であると言える。

その他の気象要因では、日平均気温の標準偏差の影響が比較的大きく、豚の生産に対してマイナスの影響を及ぼすと推定された。このことは、変動の大きい不安定な気象条件に対する豚の順応性は小さく、気温の変動をストレスと感じていることを示している。

秦ら³⁾は、日内温度較差が10℃以下であれば、発育成績に影響はないと報告しており、本結果と一致した。すなわち、日内温度較差は、変動が大きいと生産に対してプラスの影響を持つが、その効果は長期的にみれば極めて小さいと考えられる。

後期成績は、全期と同様に平均気温との間に強い二次の関係にあったが、前期成績ではその関係がやや弱くなる傾向にあった。前期では、季節因子の相

対的重要度が高く、平均気温との二次の関係が後期より弱くなることから、豚の産肉性は、体重が小さい時期は、気温以外の季節的な要因の影響を受けやすく、体重が大きくなるにしたがって気温の変動に対して敏感に反応すると考えられる。

引用文献

- 1) 朝日田康司 (1979) : 環境生理. 農業技術体系畜産編 4, 125~132, 農文協.
- 2) 豚産肉能力検定実務書 (1979) : 直接検定について. 82~96, 日本種豚登録協会.
- 3) 秦寛・梶野清二・所和暢・朝日田康司 (1983) : 不断給餌された肥育豚の飼料摂取量, 増体量および飼料要求率に及ぼす舎内温度とその季節変動の影響. 家畜の管理19 (2), 35~42.
- 4) 三村 耕 (1976) : 家畜管理の技術. 14~18, 40~42, 97~98, 養賢堂.
- 5) 内藤元男 (1980) : 家畜育種学. 237~247. 養賢堂.
- 6) 岡本正幹 (1970) : 家畜・家禽の環境と生理. 4~8, 123~125, 養賢堂.
- 7) 笹崎龍雄 (1974) : 養豚大成. 346~354, 養賢堂.
- 8) スネディガー・J. W., コ克蘭・W. G. (1979) : 統計的方法. 361~393, 439~466, 岩波書店.
- 9) 吉田 実・阿部猛夫 (1982) : 畜産における統計的手法. 138~182, 245~263, 中央畜産会.

Effects of Factors on Pig Meat Production

(1) Effects of Air Temperature and Season on Pig Performance Test

KOGA Yasuhiro

Summary

The pig individual performance test records were analyzed to examine the effects of the air temperature, the season and the breed on daily gain (DG), feed conversion rate (FC) and the number of days (DAY) from the weights of 30kg to 90kg. The data consisted of 138 boars of Large White and Landrace tested at Fukuoka Agr. Rec. Cent. during the years 1981 to 1984. From the result of multiple regression analysis, the variance of the factors to the whole year for DG, FC and DAY were 24.1%, 16.2% and 23.4%, respectively. By separating the whole year data into two groups (Jan.-June and July-Dec. by the beginning month of test), the variance of the factors for DG, FC and DAY were 47.4% · 55.6%, 42.6% · 43.3%, and 47.0% · 67.6%, respectively. Among the factors, especially the quadratics of mean air temperature had the effect of most importance on DG, FC and DAY for the whole year. The relative importance on DG, FC and DAY were 75.8%, 64.8% and 72.5%, respectively. The variation of the mean daily air temperature had a little effect on DG, FC and DAY, but the difference between maximum and minimum air temperature, the beginning season of test and the breed had no effect.

豚の産肉能力に及ぼす諸要因の影響

第2報 平均気温の影響

古賀 康弘

(畜産研究所中小家畜部)

豚の産肉能力に影響する気象要因のなかで、生産期間を通した平均気温の影響が特に大きいと考えられることから、1981~1984年に豚産肉能力直接検定を行った大ヨークシャー種及びランドレース種の検定成績から、1日平均増体量(DG)、飼料要求率(FC)及び検定日数(DAY)の3項目について、平均気温に対する産肉能力の変動を分散分析、重回帰分析により検討した。

気温7水準、品種2水準とした副次級内平均値による分散分析の結果、体重30~90kgでは気温水準間にDG・DAYで1%水準、FCで5%水準の有意差が認められ、各項目は、気温域15~18℃で最も良好な成績を示した。また、体重30~55kg(前期)及び体重55~90kg(後期)のDG・FCは各々気温域21~24℃・12~15℃、DAYは前期及び後期共に気温域15~18℃での成績が良好であり、気温が24℃以上・9℃未満になると、前期のDGで17.2%減・10.6%減、後期のDGで14.4%減・12.8%減と推定された。

体重30~90kgにおけるDG、FC及びDAYの気温水準別平均値を目的変量とし、平均気温を説明変量(二次式)とした重回帰式の寄与率は、DGで73.4%、FCで55.1%、DAYで77.1%と推定された。産肉能力が最も良好な気温は、16℃付近であると推定された。また、平均気温が16℃からt℃上昇及び下降することによる成績低下の理論値は、次の重回帰式で表された。

16℃以上に上昇: $\Delta DG(g) = 14.08 \times t + 0.64$, $\Delta FC = 0.056 \times t + 0.029$, $\Delta DAY(\text{日}) = 1.50 \times t + 0.66$

16℃以下に下降: $\Delta DG(g) = 10.41 \times t + 13.03$, $\Delta FC = 0.042 \times t + 0.094$, $\Delta DAY(\text{日}) = 1.36 \times t + 0.85$

[Keywords : pig meat production, mean air temperature, multiple regression]

緒 言

豚の生産環境を支配する諸要因の中で、特に人為的に制御し難いものは気象要因であり、その変動は季節変動及び日内変動に代表される一定の周期性や地域特性を持つ。一方、豚の成長曲線は、比較的なめらかなS字状であるが、成長に伴う過当たりの増体量の変動は、大きな増減を示すことが認められており²⁾、気象要因の影響評価は、豚の生産に対応した期間で検討する必要があると考えられる。

著者は、第1報⁵⁾において豚の産肉能力に最も大きく影響する気象要因は、生産期間を通した平均気温であることを報告した。すなわち、平均気温の生産への影響を知ることは、気象要因の影響を解明する上で最も重要な意味を持つといえる。

そこで、本報告では第1報⁵⁾で検討した成績を平均気温ごとの7水準に分類し、分散分析及び重回帰分析に供して、平均気温の変化と豚の産肉能力の関係を検討した。

材料及び方法

供試データの収集・分類、検定豚の飼養管理は、第1報⁵⁾と同一である。

1 統計的解析法

データの統計的解析は、副次級内平均値による分散分析及び重回帰分析^{6, 10)}により行った。

分散分析における気温要因は7水準(24℃以上・21~24℃・18~21℃・15~18℃・12~15℃・9~12℃・9℃未満)、品種要因は2水準(ランドレース種・大ヨークシャー種)とした。

平均気温と産肉能力の関係は、各気温水準におけるデータの推定平均値を用いて、次の統計的モデルにより解析した。

$$Y = b_0 + b_1 \times TA + b_2 \times TA'^2 + \epsilon$$

$b_0 \dots 2$: 偏回帰係数

Y : DG (kg), FC, DAY (日)

TA : 平均気温 (°C)

TA'² : 平均気温の偏差の2乗値 (°C²)

結 果

1 副次級内平均値による分散分析

第1表に気温水準別の推定平均値及び標準誤差を、第2表に副次級平均値による分散分析結果を示した。

(1) 全期成績の分析 検定豚は気温15~18°Cで最も高い生産性を示したが、気温12~15°C・15~18°C・18~21°Cの各水準間に有意差は認められなかった。

また、気温24°C以上での生産性は最も低かった。

(2) 前期成績の分析 DGは気温21~24°Cで最も高く、FCは同気温で最も低く、DAYは気温15~18°Cで最も短期間であったが、気温9~24°Cの範囲内の各水準間には有意差は認められなかった。また、気温24°C以上での生産性は最も低かった。

(3) 後期成績の分析 DGは気温12~15°Cで最も高く、FCは気温12~15°C・15~18°Cで最も低く、

第1表 気温水準別の検定成績

気温水準	全 期			前 期			後 期		
	DG (kg)	FC	DAY (日)	DG (kg)	FC	DAY (日)	DG (kg)	FC	DAY (日)
24°C以上	0.671 ^a ±0.015	3.35 ^a ±0.08	79.8 ^a ±1.7	0.596 ^{a,c} ±0.018	3.14 ^a ±0.10	39.0 ^{a,c} ±1.2	0.703 ^{a,c} ±0.025	3.79 ^{a,c} ±0.13	43.2 ^{a,c} ±1.3
21~24°C	0.699 ^{a,c} ±0.016	3.36 ^a ±0.09	76.6 ^{a,b} ±1.9	0.720 ^b ±0.031	2.59 ^{b,c} ±0.17	31.9 ^b ±2.0	0.782 ^{b,d} ±0.023	3.57 ±0.12	40.7 ±1.2
18~21°C	0.747 ^{b,c} ±0.023	3.11 ±0.12	73.1 ^{b,c,d} ±2.7	0.680 ^{b,d} ±0.022	2.80 ^c ±0.12	33.1 ^b ±1.4	0.806 ^b ±0.030	3.40 ±0.16	38.4 ^b ±1.6
15~18°C	0.793 ^b ±0.024	2.89 ^b ±0.13	66.5 ^c ±2.8	0.719 ^{b,d} ±0.036	2.71 ±0.19	30.6 ^b ±2.3	0.817 ^b ±0.030	3.33 ^b ±0.16	37.5 ^b ±1.6
12~15°C	0.742 ^{b,c} ±0.021	3.21 ±0.11	71.0 ^{b,c} ±2.4	0.686 ^{b,d} ±0.036	2.70 ±0.19	32.0 ^b ±2.3	0.821 ^b ±0.024	3.33 ^b ±0.13	38.6 ^b ±1.3
9~12°C	0.700 ^{a,c} ±0.017	3.28 ^a ±0.09	77.2 ^{a,b} ±2.0	0.651 ±0.024	2.94 ±0.13	34.7 ^{b,d} ±1.6	0.751 ±0.034	3.48 ±0.18	41.0 ±1.8
9°C未満	0.702 ^{a,c} ±0.015	3.30 ^a ±0.08	78.0 ^{a,b} ±1.8	0.643 ^{c,d} ±0.016	2.93 ±0.09	37.4 ^{c,d} ±1.0	0.716 ^{c,d} ±0.030	3.84 ^c ±0.16	43.2 ^c ±1.6

注) ① 数値は、推定平均値±標準誤差。

② a, b, c, d 異文字間に有意差あり (p ≤ .05)。

第2表 副次級内平均値による分散分析表

期 間	要 因	自由度	平均平方			F 値		
			DG	FC	DAY	DG	FC	DAY
全 期	気 温	6	0.025	0.419	324.71	4.64 ^{**}	2.75 [*]	4.44 ^{**}
	品 種	1	0.003	0.263	10.16	0.58	1.73	0.14
	交互作用	6	0.007	0.173	59.28	1.28	1.13	0.81
	副次級内	124	0.005	0.152	73.14			
前 期	気 温	6	0.023	0.417	115.14	2.62 [*]	1.61	3.07 ^{**}
	品 種	1	0.003	0.217	55.57	0.36	0.84	1.48
	交互作用	6	0.010	0.268	27.24	1.07	1.03	0.73
	副次級内	124	0.009	0.259	37.55			
後 期	気 温	6	0.038	0.712	86.24	2.93 [*]	1.91	2.26 [*]
	品 種	1	0.002	0.064	19.18	0.14	0.17	0.50
	交互作用	6	0.008	0.145	27.62	0.64	0.39	0.72
	副次級内	124	0.013	0.374	38.18			

注) ** は1%水準で有意, * は5%水準で有意。

第3表 気温域別検定成績の平均値と平均気温の関係

期 間	回 帰 式	変曲点	寄与率	相対的重要度
全 期	$DG = -0.00105 \times TA^2 + 0.03355 \times TA + 0.492$	15.9	0.734**	TA : 5.3, TA' ² : 94.7
	$FC = 0.00377 \times TA^2 - 0.12102 \times TA + 4.052$	16.1	0.551**	TA : 3.3, TA' ² : 96.7
	$DAY = 0.12462 \times TA^2 - 4.01892 \times TA + 102.6$	16.1	0.771**	TA : 2.4, TA' ² : 97.6
前 期	$DG = -0.00075 \times TA^2 + 0.02432 \times TA + 0.508$	16.1	0.574**	TA : 0.6, TA' ² : 99.4
	$FC = 0.00293 \times TA^2 - 0.09430 \times TA + 3.460$	16.1	0.485**	TA : 0.7, TA' ² : 99.3
	$DAY = 0.06346 \times TA^2 - 2.05520 \times TA + 48.0$	16.2	0.824**	TA : 0.3, TA' ² : 99.7
後 期	$DG = -0.00108 \times TA^2 + 0.03444 \times TA + 0.540$	15.9	0.863**	TA : 1.5, TA' ² : 98.5
	$FC = 0.00500 \times TA^2 - 0.15831 \times TA + 4.583$	15.8	0.992**	TA : 2.7, TA' ² : 97.3
	$DAY = 0.05239 \times TA^2 - 1.67744 \times TA + 51.7$	16.0	0.904**	TA : 1.0, TA' ² : 99.0

注) ① TA'²は、全期では (TA-16.53)²、前期では (TA-15.35)²、後期では (TA-16.33)²。

②**は1%水準で有意。

DAYは気温15~18℃で最も短期間であったが、気温9~24℃の範囲内の各水準間には有意差は認められなかった。また、DGは気温24℃以上で最も低く、FCは9℃未満で最も高く、DAYは気温9℃未満・24℃以上で最も長期間であった。

2 気温域別平均値による重回帰分析

第3表に気温域別DG、FC及びDAYの推定平均値と平均気温との関係を示した。

全期における重回帰式の寄与率は、DG及びDAYで高く、FCではやや低い値であった。また、後期の寄与率は、3項目とも極めて高い値を示したが、前期ではDG及びFCがやや低い値であった。

偏回帰係数の相対的重要度は、TA'²因子がほぼ100%に近い値であり、各期間の成績は平均気温の二次回帰式で説明できることが認められた。

回帰式の変曲点は、各検定成績ともに平均気温16℃付近であり、平均気温が16℃からt℃上昇及び下降した場合の30~90kgまでの産肉能力低下の理論値は、次の単回帰式で表された。

平均気温が16℃以上に上昇した場合：

$$\Delta DG (g) = 14.08 \times t + 0.64 \quad (R^2 = 0.988)$$

$$\Delta FC = 0.056 \times t + 0.029 \quad (R^2 = 0.895)$$

$$\Delta DAY (日) = 1.50 \times t + 0.66 \quad (R^2 = 0.932)$$

平均気温が16℃以下に下降した場合：

$$\Delta DG (g) = 10.41 \times t + 13.03 \quad (R^2 = 0.853)$$

$$\Delta FC = 0.042 \times t + 0.094 \quad (R^2 = 0.753)$$

$$\Delta DAY (日) = 1.36 \times t + 0.85 \quad (R^2 = 0.929)$$

考 察

一般に、豚の体重が大きくなるにしたがい暑熱の影響を受けやすくとされ、生産に対する適温域も低くなることが報告されている^{3, 4, 6, 7)}。本報告にお

いても体重30~55kgの豚では、やや高い温度域での成績が良く、体重55~90kgの豚では、やや低い温度域での成績が良い傾向を示した。しかし、平均気温が24℃以上・9℃未満になった場合、前期及び後期の1日平均増体量の低下率は、最適温度域に対して各々17.2%・10.6%、14.4%・12.8%と推定され、特に厳しい不適環境での影響は、豚の体重に関係なく同程度に影響を及ぼしていることが考えられる。

HEITMANら¹⁾は、気温変動に伴う生産の変化を豚の体重別に評価し、体重45kgから160kgまでの豚が最高の生産を示す環境温度は、23.1℃から16.1℃まで段階的に推移することを報告している。また、岡本⁶⁾は、このHEITMANのデータから環境温度に対する増体変動の分布曲線は、二次曲線に近い形となることを示しており、増体量の減少傾向は適温から離れるにしたがって大きくなることを認めている。このことは、本報告において豚の産肉能力が平均気温の二次回帰式で説明できるとしたことと一致する。このような産肉能力低下の理論値は、平均気温が25℃になるような暑熱環境では増体日量で127g減少、飼料要求率で0.53増加、検定日数で14日増加し、また、平均気温が10℃になるような寒冷環境では、増体日量で76g減少、飼料要求率で0.35増加、検定日数で9日増加すると推定される。

朝日田ら¹⁾は、気温20~29℃の範囲では気温1℃の上昇に伴い増体日量は40g、飼料摂取日量は130g低下することを認めている。また、山本ら⁹⁾は、同様な増体日量の減少は50g前後としているが、環境温度を用いてより高い精度で推定し得る豚の生産反応は飼料摂取日量であり、飼料摂取日量は増体日量と極めて高い相関関係にあることを報告している。本報告での飼料給与は、検定豚の体重に応じた制限

給餌であるため、高温環境における増体量の減少傾向を飼料摂取量の減退から説明できないが、朝日田ら¹⁾、山本ら⁹⁾の報告に比較して増体量の減少割合が低いことは、制限給餌の影響と考えられる。

引用文献

- 1) 朝日田康司・古賀脩・西山久吉 (1983) : 北海道、沖縄、九州における夏季の総合熱環境が肉豚肥育に及ぼす影響. 昭和57年度科学研究費補助金(総合研究A)研究成果報告書 20~33.
- 2) 後藤信男・山田清行・森 彰 (1974) : 豚の週増体量の成長にともなう変動. 日畜会報45 (1), 22~27.
- 3) HEITMAN, H. Jr. and E. H. HUGHES (1949) : The Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Physiological Well being of Swine. J. Anim. Sci., 8, 171~181.
- 4) HEITMAN, H. Jr., C. F. KELLY and T. E. BOND (1958) : Ambient Air Temperature and Weight Gain in Swine. J. Anim. Sci., 17, 62~67.
- 5) 古賀康弘 (1990) : 豚の産肉能力に及ぼす諸要因の影響. 福岡農総試研報 C-10, 13~18.
- 6) 岡本正幹 (1970) : 家畜・家禽の環境と生理. 4~8, 123~125, 養賢堂.
- 7) 笹崎龍雄 (1974) : 養豚大成. 346~354, 養賢堂.
- 8) スネディガー・J. W., コ克蘭・W. G. (1979) : 統計的方法. 361~393, 439~466, 岩波書店.
- 9) 山本禎紀 (1983) : 高温環境下における肥育豚の生理・生産反応の関係について. 昭和57年度科学研究費補助金(総合研究A)研究成果報告書 35~44.
- 10) 吉田 実, 阿部猛夫 (1982) : 畜産における統計的手法. 138~182, 245~263, 中央畜産会.

Effects of Factors on Pig Meat Production

(2) Effects of Mean Air Temperature on Pig Performance Test

KOGA Yasuhiro

Summary

The relationships between the pig meat production and the mean air temperature (MAT) during the test periods were examined by the analysis of variance and multiple regression. The data of daily gain (DG), feed conversion rate (FC) and the number of days (DAY) from the the weights of 30kg to 90kg on 138 boars of Large White and Landrace were separated into seven levels (less than 9°C, 9-12°C, 12-15°C, 15-18°C, 18-21°C, 21-24°C, above 24°C) by MAT. 1) There were differences ($p < .01$ or $P < .05$) in DG, FC and DAY from 30kg to 90kg among MAT levels. DG, FC and DAY of 30kg to 90kg at 15-18°C were better than at other MAT levels. DG from 30kg to 55kg and from 55kg to 90kg were better at 21-24°C and 12-15°C, respectively, than at other MAT levels. At above 24°C and less than 9°C, DG from 30kg to 55kg was 17.2% and 10.6% lower, respectively, than at 21-24°C, and DG from 55kg to 90kg was 14.4% and 12.8% lower, respectively, than at 12-15°C. 2) The mean values of DG, FC and DAY under each MAT level were used for the analysis of multiple regression. The variance of the quadratics of MAT on DG, FC and DAY from 30kg to 90kg were 73.4%, 55.1% and 77.1% of the total variance, respectively. The air temperature for maximum DG, FC and DAY was around 16°C. When the air temperature (AT) was above 16°C, the deterioration of DG, FC and DAY were derived as :

$$\Delta \text{DG (g)} = 14.08 \times (\text{AT} - 16) + 0.64, \quad \Delta \text{FC} = 0.056 \times (\text{AT} - 16) + 0.03, \quad \Delta \text{DAY (日)} = 1.50 \times (\text{AT} - 16) + 0.66$$

無窓鶏舎における褐色卵鶏の低コスト飼養管理技術

第2報 成鶏期給与飼料のエネルギー水準

福田憲和・浅田研一・上野呈一[※]
(畜産研究所中小家畜部)

採卵鶏への高エネルギー飼料給与が普及するなかで、体重が大きい褐色卵鶏を、舎内温度が開放鶏舎より高い無窓鶏舎で飼養する場合の飼料費を低減するために、成鶏期を前期(20~44週齢)と後期(44~64週齢)に分割し、CP17%-ME2,800kcal/kg飼料とCP17%-ME3,000kcal/kg飼料を用いて、これらの給与時期の違いが産卵に及ぼす影響を検討した。

ME3,000kcal/kg飼料を前期または後期に給与しても産卵率は改善されず、飼料価格がME2,800kcal/kg飼料より安価な場合に限って、後期での給与が生産コストの低減に有効であると認められた。

無窓鶏舎で飼養する褐色卵鶏への給与飼料のエネルギー水準は、成鶏期全期間を通してME2,800kcal/kgで良く、さらに褐色卵鶏の代謝エネルギー要求量の推定式については、白色卵鶏とは異なるパラメータを用いる必要性が示唆された。

[Keywords : poultry, brown egg strain hens, laying feed, metabolizable energy]

緒 言

採卵鶏の高産卵維持には、代謝エネルギー(以下ME)量が高い飼料の給与が有効^{2, 7)}といわれ、改良が進んだ採卵鶏に対して、日本飼養標準⁹⁾以上のME量の飼料を給与する傾向がある。このことは、生産費に占める施設費や電力費が大きいために飼養技術の改善に積極的な無窓鶏舎養鶏場において顕著であるが、低卵価時では、生産卵量の増加より費用の軽減を重視すべきで、生産費の上昇につながる高ME飼料の給与は、必ずしも得策ではない。

一方、最近の褐色卵を好む消費者の嗜好を反映して、県内養鶏場の無窓鶏舎においても褐色卵鶏が一定の規模で飼養されており、褐色卵鶏は体重が大きく、生産と維持に要するME量は、白色卵鶏より多くなる⁶⁾と考えられる。

このため、本試験では褐色卵鶏を群飼ケージ式無窓鶏舎で飼養する際に予想される飼料費の増加を抑制するために、成鶏期給与飼料のME水準の違いが、産卵成績に及ぼす影響と、その経済的効果について検討した。

試 験 方 法

各飼養期の飼料のME水準は第1表に示すとおり

※ 前畜産研究所中小家畜部

で、3種類の給与方式を設定した。

第1表 給与飼料の期別ME水準

給与方式	前期(20~44週齢)	後期(44~64週齢)
1	2,800kcal/kg	2,800kcal/kg
2	2,800kcal/kg	3,000kcal/kg
3	3,000kcal/kg	2,800kcal/kg

注) 飼料の粗蛋白質は17%で統一。

給与飼料は、ME2,800kcal/kgの成鶏用市販配合飼料とME3,000kcal/kgに高めた飼料(ME2,800kcal/kg飼料に動物性油脂を添加)を用い、飲水とともに不断給与とした。

供試鶏は、1988年6月ふ化の市販褐色卵鶏(褐)と市販白色卵鶏(白)で、両鶏種とも各給与方式に144羽(36羽×4反復)を割り当てた。

試験期間は、1988年10月(20週齢)から1989年8月(64週齢)までの44週間で、高床式無窓鶏舎(3段群飼ケージ)を用いて、1ケージ(40×31cm)に3羽を収容した。

光線管理は、第1報¹⁾における節電方式1を採用した。即ち、1日の点灯時間は20週齢から36週齢の

間に6時間から14時間まで漸増し、その後14時間一定とした。点灯時間中の明暗周期は20~36週齢間は連続明期、その後は30分明期・30分暗期とした。照度は全期間を通して2ルクスとした。

調査項目は、20週齢時から産卵数・卵重・舎内温度を毎日、飼料消費量・体重を4週間毎に測定した。ME摂取量は、飼料消費量に計算分析値の含有率を乗じて算出した。経済性の指標は鶏卵1kg生産に要する飼料費(成鶏飼料費÷生産卵量)及び粗利益(鶏卵販売額-育成費-成鶏飼料費)とし、育成費は褐色卵鶏が465円/羽・白色卵鶏が426円/羽、鶏卵価格は150円/kg、成鶏飼料価格は42.8円/kgを用いて算出した。

成績は、前期(20~44週齢)・後期(44~64週齢)・全期(20~64週齢)で集計し、給与方式と鶏種の2因子実験として分散分析した。

結 果

1 飼養成績

20~64週齢の成績は第2表に示すとおりである。

(1) 給与方式別成績 産卵率は、給与方式1が前期・後期ともに最も高く、前期あるいは後期での高

ME飼料給与による産卵率改善効果は認められなかった。前期に高ME飼料を給与した給与方式3では、白色卵鶏が前期・後期ともに低産卵率を示したが、給与方式と鶏種の交互作用効果は認められず、白色卵鶏の特異的な産卵低下とは判定できなかった。

卵重は、ME水準の違いによる差はなく、産卵日量は、産卵率の高低に対応して給与方式1が最も多かった。

飼料消費日量は、前期は給与方式3が、後期は給与方式2が少なく、高ME飼料給与による減少が明らかであったが、ME摂取量は、前期はME水準の高低に対応して給与方式3が多くなる傾向を示し、後期は飼料消費日量に対応して給与方式1と給与方式3が多かった。

増体量は、前期は給与方式3が、後期は給与方式2が大きく、両方式とも高ME飼料の給与による飼料消費日量の減少に反して、体重は増加した。

(2) 鶏種別成績 産卵率は、前期・後期ともに褐色卵鶏が高い傾向を示し、産卵日量は卵重が大きい褐色卵鶏が多く、鶏種間に有意差が認められた。

飼料消費日量とME摂取量は、前期・後期ともに褐色卵鶏が多くなったが、増体量は前期は褐色卵鶏

第2表 飼養成績

鶏種	給与方式	産卵率(%)			卵重(g)	産卵日量(g)	飼料消費日量(g)			ME摂取日量(g)			増体量(kg)		
		前期	後期	全期			前期	後期	全期	前期	後期	全期	前期	後期	全期
(褐)	1	75.0	80.6	77.5	64.9	54.2	111.3	118.5	114.5	312	332	321	0.44	0.13	0.57
	2	73.4	77.1	75.0	64.6	51.7	110.6	107.8	109.3	310	323	316	0.46	0.16	0.62
	3	75.5	76.6	76.0	64.5	51.6	106.6	118.7	111.9	320	332	325	0.45	0.11	0.56
(白)	1	76.6	79.7	77.7	61.9	51.2	109.5	118.4	113.4	307	332	318	0.35	0.18	0.53
	2	73.9	76.2	74.9	61.9	49.1	108.3	103.6	106.3	303	311	307	0.33	0.21	0.54
	3	72.2	71.2	71.8	62.3	46.0	102.4	115.1	107.9	307	322	314	0.40	0.12	0.52
給与方式	1	75.5	80.2 ^A	77.6 ^A	63.4	52.7 ^A	110.4 ^A	118.4 ^A	114.0 ^A	309	332 ^A	319 ^A	0.39 ^A	0.15 ^A	0.54
	2	73.7	76.6 ^B	75.0 ^B	63.2	50.4 ^B	109.4 ^A	105.7 ^B	107.8 ^B	306	317 ^B	311 ^B	0.39 ^A	0.19 ^B	0.58
	3	73.9	73.9 ^C	73.9 ^C	63.4	48.8 ^C	104.4 ^B	116.9 ^A	109.9 ^C	313	327 ^A	320 ^A	0.43 ^B	0.12 ^C	0.55
鶏種	(褐)	74.6	78.1	76.2	64.8 ^A	52.5 ^A	109.5 ^A	115.0 ^A	111.9 ^A	314 ^A	329 ^A	321 ^A	0.45 ^A	0.13 ^A	0.58 ^A
	(白)	74.2	75.7	74.8	62.1 ^B	48.8 ^B	106.7 ^B	112.4 ^B	109.2 ^B	306 ^B	322 ^B	312 ^B	0.38 ^B	0.16 ^B	0.54 ^B

注) ① 成績は延べ生存羽数をもとに1羽当りに換算。卵重・産卵日量は全期成績。

② 縦列のA・B・C異文字間(P≤0.01)とa・b異文字間(P≤0.05)に有意差あり。

第3表 経済性 (円/羽)

鶏種	給与方式	卵 1 kg 飼料費	粗利益
(褐)	1	97.6	347
	2	96.7	331
	3	97.8	325
(白)	1	101.1	298
	2	98.1	315
	3	103.6	216
給与方式	1	99.3	322 ^a
	2	97.4	323 ^a
	3	100.7	270 ^b
(褐) 鶏種		97.4 ^A	334 ^A
	(白)	100.9 ^B	276 ^B

注) 有意差は第2表と同じ。

に要する飼料費が安い褐色卵鶏が多かった。

考 察

本試験の実施にあたっての最大の関心は、褐色卵鶏は体重が大きく、無窓鶏舎は開放鶏舎より舎内温度が高いことから、高ME飼料給与の必要性が明確に示されるのではないかと、いう点であった。しかし、給与方式1で飼養することにより、産卵に必要な1日当たりのME摂取量の330kcalはほぼ充足され、無窓鶏舎で褐色卵鶏を飼養する場合でも、飼養期間を通して2,800kcal/kg飼料を給与してよいことが明らかになった。

山上ら⁷⁾は、産卵最盛期以後の高ME飼料の給与により高産卵が持続することを認めているが、本試験では給与方式2の成績が示すとおり、44週齢以後に3,000kcal/kg飼料を給与しても産卵率の改善に効果はなかった。しかし、鶏卵1kg生産に要する飼料費は安くなる傾向を示し、産卵最盛期以後が高温期に当たる場合の高ME飼料の給与は、生産コストを低減する方向に作用すると考えられた。

但し、給与方式2の粗利益が給与方式1より多くなるのは、3,000kcal/kg飼料のkg単価が、卵価

が、後期は白色卵鶏が大きく、鶏種間で各飼養期の増体に違いがみられた。

2 経済性

経済性は第3表に示すとおりである。鶏卵1kg生産に要する飼料費は、給与方式別では試験期間を通して飼料消費量が少ない給与方式2が安くなる傾向を示したが、各処理間に有意差はなく、鶏種別では褐色卵鶏が安かった。

粗利益は、給与方式別では産卵日量が少ない給与方式3が最も少なく、鶏種別では鶏卵1kg生産

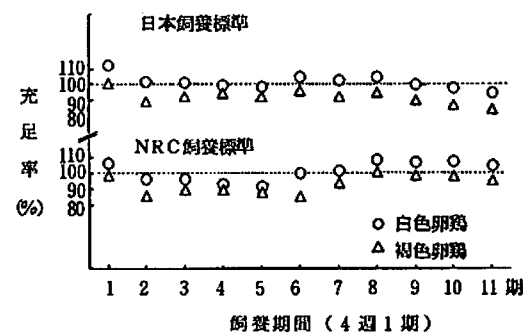
150円では42.8円未満、卵価175円では41.9円未満、卵価200円では41.0円未満の場合と試算され、飼料のME水準を100kcal/kg高めるのに1~2円を要するとされる市販配合飼料の価格設定の実態からは、給与方式2は実用性があるとはいえない。

本試験では、飼料消費日量において鶏種間に有意差が認められたが、実量の差は小さかった。そこで給与方式1の飼養成績を用いて、両鶏種の1日1羽当たりME要求量を、①日本飼養標準⁵⁾と②NRC飼養標準⁴⁾にもとづき、20週齢以後4週間を1期として推定し、ME充足率 (ME摂取量÷ME要求量×100) を算出した。ME要求量の推定に用いた計算式は次のとおりで、体重は2式とも各4週間の期首・期末体重の平均値とした。

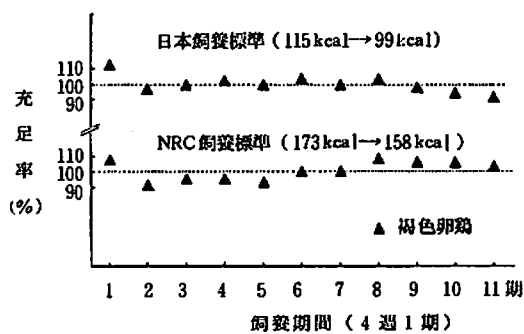
- ① 115×体重+2.2×産卵日量
- ② (173-1.95×温度) × (体重)^{0.75} + 2.07×産卵日量

求めた充足率は第1図に示すとおりである。

白色卵鶏のME摂取量はME要求量とはほぼ一致したが、褐色卵鶏のME摂取量は2式で求めたME要求量を大幅に下回った。



第1図 ME充足率の推移



第2図 維持ME量変更後のME充足率の推移

養分要求量が鶏種によって異なるかどうかについては十分に研究されておらず、体重等が著しくはずれの場合は再計算を要する⁵⁾。さらに、ME要求量を計算する式はME摂取量となるべく一致する式が良い⁷⁾。

そこで、体重が白色卵鶏より0.3kg程度大きい褐色卵鶏のME要求量を推定するにあたって、前記の①・②式を変更した結果、維持ME量の係数を①式は115kcalから99kcalに、②式は173kcalから158kcalに下げることによりME摂取量との適合が良くなり、且つ、第2図に示す係数変更後の褐色卵鶏のME充足率は、第1図の白色卵鶏のME充足率と近似した。このことは、ME要求量の推定において、体重を考慮することは基本的には正しいが、褐色卵鶏の場合は維持ME量が過大に見積られる恐れがあり、維持ME量の係数を最大限で15kcal程度は下げることがあることを示唆するものとする。

改良が進んだ最近の褐色卵鶏は、生産卵量が多く、飼料要求率が改善されており、経営的には白色卵鶏を飼養するより有利だといえるが、体重が大きいことから、適正な収容方法を明らかにする必要があり、次報では褐色卵鶏飼養時のケージ規格と飼育密度について報告する予定である。

引用文献

- 1) 福田憲和・西尾祐介・井上尊尋・上野呈一 (1989). 無窓鶏舎における褐色卵鶏の低コスト飼養管理技術 (第1報). 福岡農総試研報C-9, 45~50.
- 2) 平瀬一博・平島元・福田憲和・木庭研二・森泰良・窪田大作 (1975): ノーリン101の産卵成績におよぼすCPおよびTDN水準の影響 (第3報). 日本家禽会誌17, 214~217.
- 3) 近藤恭・石本佳之・海沼敏彦 (1984). 卵用鶏の栄養要求量と定量給餌法. 愛知農総試研報16, 425~430.
- 4) National Research Council: Nutrient Requirements of Poultry. National Academy Press Washington, D. C., 1984.
- 5) 農林水産省農林水産技術会議事務局編: 日本飼養標準・家禽 (1984年版). 中央畜産会.
- 6) 鳥居幸男・岩崎一男・椎原隆・川島安一 (1985). 卵用鶏の銘柄別管理技術確立試験 (第11報). 静岡鶏試研報20, 9~22.
- 7) 山上善久・小林正樹 (1985): 飼料の代謝エネルギー水準が産卵におよぼす影響. 埼玉鶏試研報. 19, 26~37.

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

(2) Effect of High-Energy Laying Feed for Hens on Egg Production

FUKUDA Norikazu, Kenichi ASADA and Teiichi UENO

Summary

This experiment was carried out to study the optimum energy level of laying feed for low cost egg production. Hens were divided into 3 groups at 20 weeks of age, and each group was subjected to different feeding program from 20 to 64 weeks of age. Laying feeds examined were 17%CP-2800kcal/kgME and 17%CP-3000kcal/kgME. The feeding programs were ; the program 1 fed 17%CP-2800kcal/kgME from 20 to 64 weeks of age (Control), the program 2 fed 17%CP-2800kcal/kgME from 20 to 44 weeks of age and 17%CP-3000kcal/kgME from 44 to 64 weeks of age, the program 3 fed 17%CP-3000kcal/kgME from 20 to 44 weeks of age and 17%CP-2800kcal/kgME from 44 to 64 weeks of age.

There was no difference between the program 1 and the program 2 in the egg production ration cost per 1kg egg production, however egg production of the program 2 was lower than the program 1. Saving egg production cost in case of brown egg strain was also possible by using the program 1, like in case of white egg strain.

低メチオニン飼料による卵重の抑制と卵質の改善効果

西尾祐介・福田憲和・和田渉一[※]
(畜産研究所中小家畜部)

破卵の減少と卵質の改善による収益の向上を図るために、40～64週齢間にメチオニン含量が通常の0.35%に対して0.23%の低メチオニン飼料を給与し、低メチオニン飼料が卵重に及ぼす影響と卵殻強度及び卵黄/卵白比の変化を調査し、次の結果を得た。

- 1 白色卵鶏においては低メチオニン飼料給与開始後9～20週間に、卵重が対照区より1.8～2.0g抑制されたが、卵殻強度、卵黄/卵白比では明確な向上は見られなかった。また、M・Lサイズの卵が増加したが、産卵率が低下したため収益は減少した。
- 2 褐色卵鶏においては、低メチオニン飼料の給与による卵重抑制の効果は認められなかった。
メチオニン含量を通常の65%程度に削減した飼料は、鶏種によっては卵重の抑制効果を発揮するが、卵質の明確な向上は認められず、64週齢までの飼養では卵形質の改善手法としての実用性はないと思われる。

[Keywords : methionine, egg weight, egg shell strength, yolk/albumen ratio]

緒 言

採卵鶏は、産卵開始以降、卵重が徐々に増大する結果、産卵期間の後期には卵の大きさに対して卵殻の形成量が不足し、破卵が多発する原因となることが知られている。特に、44週齢以降は、卵重は増加し続けているのに卵殻重の増加は停止するため、卵殻強度は顕著に低下し、破卵率が上昇する³⁾。

一方、卵重の人為的な抑制について、富家ら²⁾は普通の制限給餌では実現されないことを報告しているが、PETERSENら¹⁾はメチオニンの1日当たり摂取量を300mgから255mgに制限したところ、卵重が有意に減少し、これに伴って、卵殻質の指標として測定した卵比重も有意に高くなったと報告している。このことから、産卵後期に飼養管理上の処理によって卵重増加が抑制されれば、卵殻と卵の大きさとのアンバランスが小さくなり、卵殻強度の低下が防止できると考えられる。また、卵黄重は加齢とともに増加するため、卵重の抑制によって通常よりも

卵黄/卵白比の高い卵を生産できる可能性がある。さらに、卵重抑制効果が短期間で発現されるならば卵相場に即応する経営手法としての応用も可能である。

そこで、1日当たりのメチオニン摂取量が、通常より約35%低い250mg程度となるように設定した飼料を給与して、卵殻強度と卵黄/卵白比の変化を調査した。さらに、卵重抑制による規格別産卵数の変化が収益に及ぼす影響を検討した。

第1表 試験区分

区	40～64週 給与飼料	給与飼料水準		
		CP	ME	メチオニン含量
A	低メチオニン	15%	2,800Kcal	0.23%
B	標準メチオニン	15%	2,800Kcal	0.35%
C	標準(対照)	17%	2,800Kcal	0.35%

第2表 飼料配合組成(%)

飼 料	トウモロ コシ	マイロ	大豆粕	イエロー グリス	CaCO ₃	NaCl	Ca ₃ (PO ₄) ₂	プレ ミックス	アルファル ファ	メチオニン
低CP低メチオニン	51.0	15.0	19.9	1.6	6.5	0.4	1.8	0.2	3.6	0
低CP標準メチオニン	51.1	15.1	19.7	1.6	6.48	0.4	1.8	0.2	3.6	0.12

※前畜産研究所飼料部

試験方法

1 供試鶏及び供試羽数

1988年5月24日餌付けの市販白色卵鶏(シェーバースタークロス288)及び市販褐色卵鶏(イサブラウン)を用いて40~64週齢の期間に試験を行った。育成期及び39週齢までの成鶏期は、一般的メチオニン含量の市販配合飼料を給与した。

白色卵鶏は1区につき52羽×2反復及び26羽×1反復の計390羽、褐色卵鶏は1区につき26羽×3反復の計234羽を供試した。白色卵鶏は復飼としたが、卵質データを個体ごとに採取するため、反復区の1つを単飼とした。

2 試験区分及び給与飼料

第1表に示すとおり、対照飼料を含めた3種類とした。

低メチオニン飼料及び標準メチオニン飼料については、PETERSENら¹⁾の配合組成にもとづき第2表に示すとおりの組成とした。飼料は自由摂取とし、1日1羽当たり約110g摂取するものとして、メチオニン摂取量が250mg前後となるように、低メチオニン飼料のメチオニン含量を0.23%に設定した。

低メチオニン飼料は、CPが通常の17%から15%

に低下するので、CP低下の影響とメチオニン低下の影響を個々に把握するため、低メチオニン飼料にメチオニンを通常量まで添加した標準メチオニン飼料を設定した。

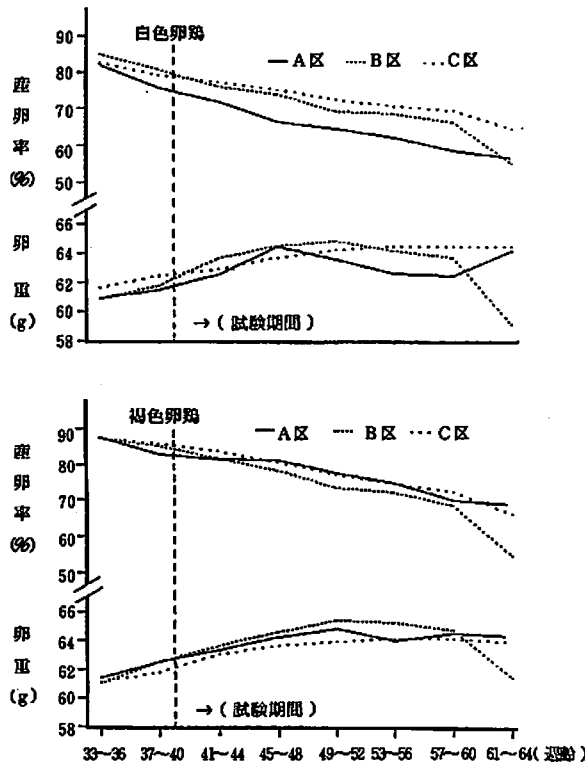
3 調査項目及び調査方法

(1) 産卵成績 試験開始前の33週齢から4週毎にヘンデイ産卵率、平均卵重、破卵率、飼料消費量、飼料要求率を調査した。収益は、40週齢時1000羽のモデルを想定し4週毎の産卵率、平均卵重、卵重のサイズ別分布、1988~1989年度平均サイズ別卸売価格にもとづき算出した。

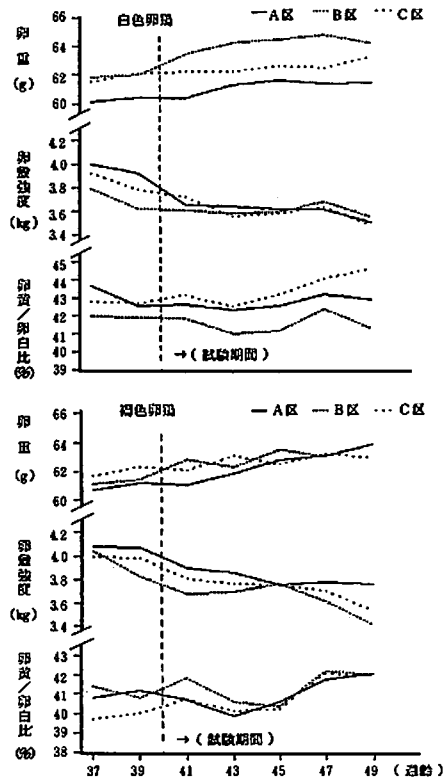
(2) 卵殻強度及び卵黄/卵白比の変化 白色卵鶏、褐色卵鶏とも各飼料区の3反復のうち単飼の1反復26羽について、試験開始前の37週齢から2週間隔で49週齢まで、測定を行う週の7日のうち6日連続で卵殻強度及び卵黄/卵白比を測定した。49週齢まで生存し、産卵を継続した個体について集計した。

結果及び考察

産卵最盛期以後(33~64週齢)の産卵率及び卵重の推移を第1図に、卵質調査期間(37~49週齢)の卵重、卵殻強度及び卵黄/卵白比の推移を第2図に、破卵率の推移を第3図に示した。



第1図 産卵率と卵重の変化



第2図 卵殻強度、卵黄/卵白比の変化

第3表 卵重のサイズ別分布 (%)

区	SS	S	MS	M	L	LL	>LL (M+L)
A	0.1	1.5	14.7	43.8	33.4	6.2	0.5 (77.2)
C	0	1.8	12.8	43.5	32.0	9.1	0.7 (75.5)

注) 白色卵鶏, 40~64週齢通算。

1 卵重の変化

低メチオニン飼料を給与した場合の卵重への影響は、鶏種間で異なった。

白色卵鶏では、低メチオニン飼料のA区において49~60週齢付近で1.8~2gの卵重の抑制効果が見られた(第1図)。また、卵質調査時の平均卵重では、標準メチオニン飼料のB区に比較して抑制の傾向が認められたが、対照飼料のC区と比較した場合は増加量に差がなかった(第2図)。

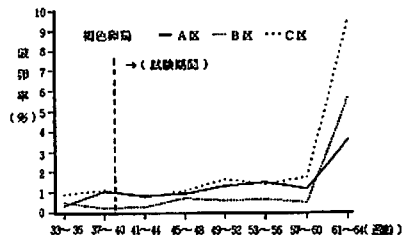
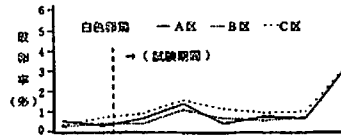
褐色卵鶏は、卵重において抑制効果が認められなかった(第1図, 第2図)。

標準メチオニン飼料の給与区Bの卵重は、白色卵鶏, 褐色卵鶏ともに抑制されていない。このことから、白色卵鶏の49~60週齢時における卵重の抑制はCPの低下ではなくメチオニン摂取量の低下によって生じたと考えられる。

2 卵質の変化

卵殻強度及び卵黄/卵白比は、49週までの白色卵鶏A区を他区と比較しても、向上する傾向は認められなかった(第2図)。しかし、49~52週付近で破卵の減少が見られ、卵重の抑制が明確に認められる時期と一致した(第3図)。PETERSENらの報告¹⁾では、低メチオニン飼料給与開始後9週間目以降に卵殻質に有意差を認めている。これと上記の結果から、低メチオニン飼料の効果は、発現までにかなり

の期間を要すると考えられる。今回の試験では、低メチオニン飼料の効果発現は2カ月以内に起こり得ると予測し、49週齢以降の卵殻強度及び卵黄/卵白比の測定を行わなかったため、最も卵重の抑制された49~60週付近の卵質については検討できなかった。



第3図 破卵率の変化

褐色卵鶏の卵殻強度は、A区が高く推移し、またA区は61~64週の破卵率が他区よりも少なかったが、卵重の抑制は認められなかったため、これらは当初意図した卵重抑制による低メチオニンの効果とは考えられない。しかし、破卵率が急増する暑熱期であった61~64週齢時に破卵の減少が認められたことは、卵重抑制とは別の低メチオニン飼料の効果と考えられ、今後の検討が必要と思われる。

3 産卵成績及び収益性

白色卵鶏ではA区の産卵率が対照のC区に比較して有意に低下した(第4表, 第1図)。一方、褐色卵鶏はほとんど同等の産卵率であった。そこで、有意差の認められた白色卵鶏の低メチオニン飼料について、収益を試算したが、産卵率の低下をM・Lサイズの増加で補うまでには至らず、標準飼料よりも

第4表 産卵成績 (40~64週齢)

区	白色卵鶏						褐色卵鶏							
	産卵率	卵重	日産卵量	飼料摂取量	飼料要求率	生存率	メチオニン摂取量	産卵率	卵重	日産卵量	飼料摂取量	飼料要求率	生存率	メチオニン摂取量
	%	g	g/日	g/日	%	mg/日	%	g	g/日	g/日	%	mg/日	%	mg/日
A	64.5 ^a	62.8	40.5	107.0	2.66	96.8	256	76.0	64.0	48.7	108.5	2.23	94.8	260
B	69.4 ^{a,b}	63.4	44.0	107.0	2.46	97.4	342	72.5	64.1	46.5	106.0	2.28	94.8	339
C	72.5 ^b	63.9	46.3	109.5	2.37	98.1	350	76.5	63.5	48.6	106.5	2.26	97.4	341

注) ①各区3反復平均。

②産卵率 a, b 異符号間に危険率1%で有意差あり。

低い結果であった(第5表)。標準飼料と同等の収益を得るためには低メチオニン飼料が対照飼料より7円/kg以上安価であることが必要である。なお、B区において、白色卵鶏、褐色卵鶏ともに61~64週齢時に産卵率と卵重が急激に低下したのは、暑熱期であったための異常と思われる。

第5表 飼料単価と粗収益(円/羽)

飼料	飼料単価(円/kg)				
	42	39	36	35	34
低メチオニン	540	602	664	684	705
標準	690	-	-	-	-

A区は、PETERSENらの試験²⁾のメチオニン255mg区とほとんど変わらないメチオニン摂取量を実現した(第4表)にもかかわらず、卵殻質は改善されなかったことから、通常の65%程度の低メチオニン飼料給与を産業的な卵質改善手法として応用することはかなり困難であるように思われる。また、短期的に卵重抑制効果が現れないことから、相場に

即応するための手法としての利用も難しい。ただし、褐色卵鶏は低CP低メチオニンの飼料を給与しても産卵成績にほとんど変化がなかったことから、褐色卵鶏の栄養要求量については白色卵鶏とは異なる標準を設ける必要があることが示唆された。

この試験を行うにあたり、低メチオニン飼料の設計を指導していただいた畜産試験場栄養第三研究室の土黒定信室長、並びに配合に御協力いただいた元全農福岡支所の徳島進氏、福岡県購販連の松尾義光氏に深謝いたします。

引用文献

- 1) PETERSEN, C. F., E. A. SAUTER, E. E. STEELE, and J. F. PARKINSON (1983): Use of Methionine Intake Restriction to Improve Egg Shell Quality by Control of Egg Weight. Poultry Sci. 62 (10), 2044~2047.
- 2) 冨家武男・中沢 稔・鳥飼善夫(1975): 卵用鶏の産卵期における制限給餌の影響。滋賀種鶏研報3, 11~14.
- 3) 山上義久・飯野雅夫・田家清一(1979): 卵殻に関する諸形質と破卵発生との関連。埼玉鶏試研報14, 41~46.

Effects of Feeding Low Methionine Diet on Improvement of Egg Shell Strength and Yolk/Albumen Ratio by Control of Egg Weight

NISHIO Yusuke, Norikazu FUKUDA and Shoichi WADA

Summary

In laying hens after 40 weeks of age, egg weight usually increases and egg shell strength tends to fall. In this stage, low methionine diet (L. M. D.) was fed to hens, and the effects of L. M. D. on the depression of egg weight increase and on the improvement of egg shell strength and yolk/albumen ratio were examined.

L. M. D., including 0.23% methionine in contrast with control diet including 0.35% methionine, was fed by free feeding from 40 to 64 weeks of age, to white egg strain (SHEBER STARCROSS 288) and brown egg strain (ISA BROWN).

- (1) In white egg strain, increase in egg weight was depressed by L. M. D. and the increase was 1.8~2.0g lower than that of control at 49~60 weeks of age. However, egg shell strength and yolk/albumen ratio were not improved. Egg production rates on L. M. D. were significantly lower than that of control, and profits were lower, too.
- (2) In brown egg strain, no effect on egg weight and egg production rate of L. M. D. were seen.

It was not seen effective in layers before 64 weeks of age, to use L. M. D. for production of high quality eggs.

ハイブリッドミツバチの作出

第1報 ハイブリッドミツバチ作出素材としての系統蜂群の能力

深江義忠・福田誠実・和田渉一^{*}
(畜産研究所飼料部)

能力の優れたハイブリッドミツバチを作出するため、海外及び国内から種蜂を導入し、離島に設けた隔離蜂場での交配により、系統女王蜂を養成すると共に系統間交配女王蜂を養成した。また、その系統蜂群の能力を内陸部のかんきつ園蜂場で調査した。

離島での女王蜂養成率は、内陸部に設けた隔離蜂場での養成率に比べて低く、雄蜂の補充が必要であった。

チョーク病の発生では畜研系と米国系が少なく、刺習性は畜研系、豪州系が低かった。

系統蜂群6系統の春期蜂量及び産卵育児数の成績は、アメリカ系、畜研系及び愛知系が良好で、集蜜能力については畜研系とアメリカ系が優れており、ハイブリッドミツバチ作出の素材として畜研系、アメリカ系及び愛知系が有望であった。

[Keywords: Honey bee, line breeding, hybrid-honey bees]

緒 言

近年、レンゲやかんきつ類などの減少や広葉樹林の伐採で、蜜源植物は減少してきている。さらに、定置養蜂家においては地域内での近親繁殖が続き、その弊害による生産性の低下も起きている。このようなミツバチの飼育環境のもとで、養蜂経営の安定化を図るには、蜜源植物栽培の促進や飼育管理技術の改善とともに、産卵能力や集蜜能力に優れたミツバチの品種改良が重要と考えられる。しかし、ミツバチの交尾は空中で飛翔しながら行われるため、計画交配を行うには、ミツバチが生息していない離島などの隔離蜂場を確保する必要がある。これには多くの労力と経費を要するため個々の対応は困難であり、日本国内での品種改良はほとんど行われておらず、アメリカ合衆国（以下米国）などの諸外国から民間レベルで小規模な輸入が試みられているに過ぎない。米国では人工授精を含めた育種プログラムにより、近交度の高い系統間の交雑で、両親より優れた能力を持ったハイブリッドミツバチを作出している²⁾。当該においてもこの育種方法を採用し、1985年から5カ年計画で海外及び国内から種蜂を導入して、産卵能力、耐病性、集蜜能力などに優れたハイブリッドミツバチの素材となる系統蜂群の能力について検討した。

^{*}前畜産研究所飼料部

試 験 方 法

1 種蜂の導入

ハイブリッドミツバチ作出の素材として、当场保有系統（以下畜研系）と1983年米国から5頭、1985年にはオーストラリア（以下豪州）から10頭、1986年には愛知県と兵庫県からそれぞれ5頭、3頭、1987年にはイタリアから10頭の種蜂を導入した。導入した種蜂について、女王蜂の産卵能力、集蜜能力などを調査し交配のための選抜を行った。

2 蜂群の養成と選抜

女王蜂養成用の無王蜂群は選抜した系統蜂群を1群当たり6,000~7,000頭に人工分蜂し、選抜蜂群の女王蜂が産卵した雄蜂児を移入して作った。この無王蜂群内に、交配計画に基づいて王台を移入して、6月上旬~8月上旬の2カ月間、玄界島と相島及び筑紫野市内の山中に設けた隔離蜂場（以下隔離蜂場）へ転飼して女王蜂の養成を行った。各系統無王蜂群の年次別の転飼は、畜研系は1985年には玄界島で、1986年~1989年の4年間は場外隔離蜂場で、米国系は1985年~1989年の5年間に相島で、豪州系は1986年、愛知系は1987年に、またイタリア系は1988年~1989年にともに玄界島で行った。

養成した系統蜂群の選抜は、秋期~翌春期に女王蜂の産卵性、群勢、性質及び耐病性を調査した。集蜜能力については、5月上旬~5月下旬に新宮町の野のかんきつ園に設けた蜂場に転飼して調査した。

結果及び考察

1 女王蜂の養成

隔離蜂場での系統別(雄系)及び隔離蜂場別の女王蜂養成頭数は、第1表及び第2表に示すとおりであった。系統別の養成頭数では、前年養成蜂群の産卵能力及び集蜜能力の高かった有望3系統について女王蜂養成を行ったことから、5年間継続して隔離蜂場で女王蜂を養成した畜研系と米国系の養成頭数が多くなった。

第1表 隔離蜂場における女王蜂養成 (頭)

系統名 (雄系)	年次	1985	1986	1987	1988	1989	合計
畜研系		15	21	22	25	29	112
米国系		10	22	24	21	21	98
豪州系			9	-	-	-	9
愛知系				20	-	-	20
イタリア系					19	17	36

隔離蜂場別の女王蜂養成率は、全期間平均では玄界島での養成率が38.8%、相島が45.8%、場外隔離蜂場が69.3%で、場外隔離蜂場に比べて離島での養成率が著しく低かった。この原因として、離島での養成率が海洋性の気候で風が強いために、交尾飛行に出た女王蜂が風に吹かれて帰巣できないことや、内陸部に比べて雄蜂の消耗が著しく、交配に必要な雄蜂が不足することが考えられる。SLADEN³⁾は16頭の女王蜂と500頭の雄蜂をオンタリオ湖の離島で飼育したが、その女王蜂のほとんどが交尾をせず、また翌年に15頭の女王蜂と2,128頭の雄蜂を供試し、

さらに22頭の女王蜂を追加導入した結果、27頭が完全な交尾を行い、2頭は不完全交尾、8頭の女王蜂が行方不明になったと報告している。このことは、女王蜂の交尾には一定数以上の雄蜂が必要であることを示唆しており、離島での女王蜂の養成率を高めるためには、雄蜂の定期的な補給を行う必要があると考えられた。

2 養成蜂群の群勢

1987年に養成した女王蜂の平均体重(10月測定)は、豪州系が270mgで最も重く、次いで畜研系216mg、イタリア系206mg、愛知系200mg、米国系190mgの順であった。養成した系統蜂群の春期の群勢を第3表、第4表に示した。3月及び4月から5月時の蜂量と産卵育児数では、愛知系が優れている傾向が認められるが、春期40日間の蜂量及び産卵育児数の伸び率では、畜研系が比較的良好であった。米国系は、畜研系に比較して群勢が年々弱くなる傾向が認められるが、伸び率では最も高かった。イタリア系は5月時の蜂量は多いが4月以降の伸び率はやや鈍る傾向が認められた。豪州系、兵庫系は蜂量、産卵育児数並びに伸び率ともに少なかった。

3 耐病性及び刺習性

各系統蜂群のチョーク病発生程度は第4表に示すとおりであった。畜研系、米国系、イタリア系の発生が少ないのに対し、兵庫系、豪州系の発生が著しく愛知系にも多発した。HOLM¹⁾は、ミツバチ蜂児病への抵抗性は、ミツバチの巣内清掃行動の遺伝的な差異によるところが大きく、チョーク病が死亡原因となる場合には、死んだ蜂児を巢外に除去する遺伝的な行動により、この病原菌の蔓延を防ぐことができるとしている。畜研系、米国系にチョーク病の発生が少ない原因は、遺伝的な形質による可能性が

第2表 隔離蜂場別の女王蜂養成率 (%)

年次	1985	1986	1987	1988	1989	合計
蜂場名						
相島	41.7 (10/24)	42.3 (22/52)	41.4 (24/58)	46.7 (21/45)	60.0 (21/35)	45.8 (98/214)
玄界島	45.5 (15/23)	20.5 (9/44)	40.0 (20/50)	42.2 (19/45)	50.0 (17/34)	38.8 (80/206)
場外隔離蜂場		67.7 (21/31)	68.8 (22/32)	58.1 (25/43)	85.3 (29/34)	69.3 (97/140)

注) () 内は養成頭数/女王蜂羽化頭数 (頭)

考えられる。刺習性では、畜研系、豪州系に比べて
米系、愛知系、兵庫系がやや強く、イタリア系が
最も強い傾向があった。

4 集蜜能力
各系統から選抜した蜂群の収蜜成績は第5表に示
すとおりであった。各年次の蜜源植物（かんきつ類）

第3表 養成蜂群の蜂量 (kg/群)

年次 系統名	1986			1987			1988		
	3月	5月	伸び率	4月	5月	伸び率	4月	5月	伸び率
畜研系	0.94kg	2.67kg	284 %	0.68kg	2.09kg	307 %	1.95kg	5.25kg	269 %
米系	0.98	2.83	289	0.38	1.48	390	1.19	3.86	324
豪州系	0.67	1.73	258	0.62	1.54	248	-	-	-
愛知系	1.02	2.80	275	1.18	2.15	182	-	-	-
兵庫系	0.80	1.66	208	-	-	-	-	-	-
イタリア系				0.69	1.56	226	2.16	5.71	264

第4表 養成蜂群の産卵育児数及び疾病並びに刺習性

年次 系統名	1986			1987			疾 病 (チヨーク)	刺習性
	産卵育児数 (頭/群)			産卵育児数 (頭/群)				
	3月	5月	伸び率	4月	5月	伸び率		
畜研系	12,277	22,857	186 %	9,363	25,571	273 %	微	-
米系	13,573	27,460	202	4,785	18,193	380	微	+
豪州系	10,365	19,910	192	8,822	22,357	253	中～多	-
愛知系	11,705	27,144	232	10,522	27,900	265	中	+
兵庫系	9,604	13,288	138	-	-	-	多	+
イタリア系	-	-	-	9,477	19,200	203	微	++

注) 刺習性→- : 温和, + : やや攻撃性がある, ++ : 攻撃性が強い

第5表 系統蜂群の収蜜成績

年次 系統名	1986			1987			1988			1989		
	平均蜂量1kg			平均蜂量1kg			平均蜂量1kg			平均蜂量1kg		
	収蜜量	当たり	対照比	収蜜量	当たり	対照比	収蜜量	当たり	対照比	収蜜量	当たり	対照比
畜研系	7.3kg	2.3kg	100	23.9kg	6.3kg	100	21.2kg	7.7kg	100	16.0kg	3.0kg	100
米系	6.6	2.2	96	24.1	6.6	105	14.2	8.8	114	9.7	2.5	83
豪州系	4.0	1.6	70	13.2	6.2	98	7.1	4.6	60	-	-	-
愛知系				14.3	5.1	81	11.6	5.4	70	-	-	-
兵庫系				6.1	3.7	59	-	-	-	-	-	-
イタリア系							13.9	7.6	99	14.5	2.5	83

の着花状況や開花期間中の天候によって、取蜜量にも大きな変動が認められた。1群当たり平均取蜜量及び蜂量1kg当たり取蜜量では畜研系が多取であったが、米国系も年次間差はあるものの他の系統に比較して多取であった。また、イタリア系は畜研系、米国系に次ぐ取蜜量であった。愛知系は群勢としては良好であったが、1群当たり及び蜂量1kg当たり取蜜量のいずれも低取であった。豪州系、兵庫系については、チョーク病の影響による群勢不良のため著しく低取であった。

以上のように、女王蜂の産卵能力、耐病性、刺習性、集蜜能力が優れている畜研系と米国系及び早春から産卵育児が良好な愛知系が、ハイブリッドミツバチ作出の素材として有望であり、これらを中心と

して最適な組合せを検討する必要がある。

引用文献

- 1) HOLM. S. N (1985) : 第30回国際養蜂会議総集録, チョーク病抵抗性ミツバチ品種の育成, 111~113.
- 2) MACKENSEN, O. and K. W. TUCKER (1970) : Instrumental insemination of queen bees. Agricultural Handbook. NO. 390 USDA, Louisiana. 28.
- 3) SLADEN. F. W. L (1920) : Gleanings in bee culture. 48, 80-82, 717-718.

Producing of Hybrid-Honey Bees

(1) Performance of Some Line Colonies for Producing Hybrid-Honey Bees

FUKAE Yoshitada, Narumi FUKUDA and Shoichi WADA

Summary

Six strains were compared for ability of honey gathering, weight of all bees in the colony, fertility and brood rearing in spring, resistance to disease and aggressive character. They were three Japanese strains; native strains maintained at Fukuoka Agric. Res. Center and strains collected from Aichi prefecture, and Hyogo prefecture, and three foreign country strains collected from U. S. A., Italy and Australia.

Results were indicated as follows

1. Chalk brood.

Native strain and U. S. A. strain were more tolerant than the other strains

2. Aggressive character.

Native strain and Australia strain were more unaggressive than the other strains.

3. Number of eggs laid and brood rearing in spring

Native strain, U. S. A. strain and Aichi prefecture strain were superior.

4. Ability of honey gathering.

Native strain and U. S. A. strain were superior.

Therefore, native strain, U. S. A. strain and Aichi prefecture strain were more suitable strains for producing of hybrid-honey bee.

ハイブリッドミツバチの作出

第2報 ハイブリッドミツバチの能力とその特性

深江義忠・福田誠実・和田渉一^{*}
(畜産研究所飼料部)

系統間交雑ミツバチの産卵能力・集蜜能力及び耐病性等について現地調査を行い、最適な組合せによるハイブリッドミツバチを選定した。

女王蜂の産卵能力、建勢、チョーク病に対する耐病性、刺習性及び収蜜量の総合評価から、畜研系(雄)とアメリカ系(雌)の組合せが最も優れており、この組合せを「ふくおかハイクイーン」と命名した。この「ふくおかハイクイーン」は、指定養蜂場で飼育されている農家保有群と比べても、10~20%高い収蜜量であった。

[Keywords: honey bee, incross, hybrid-honey bees]

緒 言

第1報¹⁾では、ハイブリッドミツバチ作出の素材として数種系統の能力について検討し、女王蜂の産卵能力、集蜜能力、耐病性等に優れている畜産研究所保有系統(以下畜研系)とアメリカ合衆国導入系統(以下米国系)及び早春から産卵育児が良好な愛知系を、ハイブリッドミツバチ作出の有望素材として選定した。これらの組合せ交配を中心に交雑種の産卵能力、集蜜能力、耐病性について検討したので報告する。

試 験 方 法

1 異系統間女王蜂の作出と王台の養成

異系統間交配女王蜂の作出は次の手順によって行った。まず女王蜂を養成するために準備した無王蜂群のなかに、雄系として米国系、愛知系、畜研系の各選抜女王蜂から生産した雄蜂児を移入して、米国系は相島、愛知系は玄界島、畜研系は筑紫野市内の山中隔離蜂場へそれぞれ転飼し、次にこれらの群に6系統から養成した王台を移入して交配を行った。

異系統間の組合せについては雄×雌(例:畜研系×米国系とした場合は、畜研系が雄で米国系が雌となる)として、正逆交配を実施した。

交雑女王蜂となる王台の養成は、正逆交配で作出した異系統間女王蜂の一方について、その交配女王蜂が働き蜂巣房内に産卵したふ化2日齢の幼虫をプラスチック製の王わんに移虫し、これを他の蜂群に

※ 前畜産研究所飼料部

預けて王台を養成する移虫法²⁾により実施した。なお、王台の蜂群への預入は2~6日齢までの5日間とし、以降7~11日齢までの5日間を恒温恒湿器内(温度34℃、湿度70%R. H.)で養成した。

2 交雑蜂群の作出及び能力調査

養成した王台を1987年と1988年の2か年間、県内の養蜂農家10戸(福岡、糸島、粕屋、宗像、飯塚、北九州、小郡、久留米、の各1戸、八女2戸)に配布(配布時期:6月上旬~下旬)した。配布王台は、養蜂農家が準備した無王蜂群へ移入され女王蜂の養成と蜂群の強化を行った。養成した蜂群の能力調査は、越冬前(11月下旬)と建勢期(3月下旬)に蜂量、産卵育児数の測定及び刺習性、チョーク病、ミツバチヘギイタダニによる被害等について調査した。また、収蜜量調査は4月下旬から5月下旬のレンゲ開花時期から、かんきつ類開花期間までに2回以上の収蜜調査を行った。

結果及び考察

1 女王蜂の養成及び群勢調査

1987年に実施した畜研系と4交雑種の女王蜂養成頭数及び蜂量、産卵育児成績は第1表に示すとおりであった。羽化を確認した各供試蜂群20頭の女王蜂のうち交尾をして産卵を開始した女王蜂は、畜研系×オーストラリア系(以下豪州系)が20頭(100%)で最も多く、次いで畜研系×米国系が19頭(95%)で、畜研系×愛知系が15頭(75%)とやや少なかった。全体での産卵開始頭数は88頭(88%)であった。養成できなかった12頭の女王蜂は、羽化が確認され

第1表 女王蜂養成及び蜂量、産卵育児成績 (1987~1988年)

供試蜂群	養成 群数	11月下旬			3月下旬			伸び率		
		蜂量	産卵 育児数	対照比	養成 群数	蜂量	産卵 育児数	蜂量	産卵 育児数	
		kg		%		kg		%	%	
畜研系×米国系	19	1.02	2,269	83	14	1.28	13,830	115	126	610
畜研系×豪州系	20	1.10	1,930	71	18	1.10	13,664	113	100	708
畜研系×愛知系	15	1.10	2,357	86	15	1.10	13,735	114	100	583
愛知系×兵庫系	17	0.91	1,675	61	16	1.05	11,195	93	115	668
畜研系	17	1.11	1,847	68	16	1.13	13,287	110	102	719
農家保有(対照)	19	1.08	2,731	100	15	1.22	12,077	100	113	442

注) 対照比: 農家保有群の産卵育児数を100とした指数

たのちに巣箱内から行方不明になったものであり、おそらく交尾飛行に出て帰巢できなかったものと考えられる。また、産卵を開始したのちにミツバチヘギイタダニ及びチョーク病等の被害で建勢不良のため9頭が越冬不能となり廃用となった。そのため越冬後に建勢した女王蜂(蜂群)は、産卵を開始した女王蜂88頭中79頭で全体の89.8%であった。

越冬前(11月下旬)の蜂量は、農家保有蜂群と各交雑種蜂群ともほぼ同程度であったが、産卵育児数

では農家保有蜂群に対して、各交雑種蜂群は61.3~86.3%でやや少なかった。建勢期(3月下旬)の蜂量は、畜研系×米国系が最も多く、越冬前からの伸び率及び農家保有群との比較でも良好な群勢であった。産卵育児数については、愛知系×兵庫系以外は、いずれも農家保有群を上回る産卵を示した。なかでも畜研系×米国系は、蜂量の増加から見て、早春から産卵旺盛であることがうかがえた。

1988年も前年同様な方法で8交雑種について女王

第2表 女王蜂養成及び蜂量、産卵育児成績 (1988~1989年)

供試蜂群	養成 群数	11月下旬			3月下旬			伸び率(%)		
		蜂量	産卵 育児数	対照比	養成 群数	蜂量	産卵 育児数	蜂量	産卵 育児数	
		kg		%		kg		%		
畜研系×米国系	17	0.89	1,925	135	17	1.48	18,369	114	166	954
畜研系×豪州系	15	0.82	1,555	109	14	1.06	13,942	87	129	897
畜研系×愛知系	15	0.78	1,569	110	15	1.23	15,760	98	158	1,005
畜研系×兵庫系	12	0.92	1,685	118	12	1.15	14,410	90	125	855
愛知系×米国系	14	0.86	1,502	105	13	1.17	14,259	89	136	949
愛知系×豪州系	17	0.62	1,378	96	17	1.13	15,355	96	182	1,114
愛知系×兵庫系	13	0.66	857	60	11	1.11	15,479	96	168	1,806
イタリア系×豪州系	18	0.80	2,130	149	16	1.10	14,334	89	138	673
農家保有(対照)	14	0.93	1,430	100	17	1.22	16,056	100	131	1,123

注) 対照比: 農家保有群の産卵育児数を100とした指数

第3表 交雑種の収蜜成績

(kg/群：%)

供試蜂群	1988年		1989年		チョーク病 -~+	刺習性 -~+
	収蜜量	対照比	収蜜量	対照比		
畜研系×米国系	21.4	123.0	22.5	111.9	-	-
畜研系×豪州系	16.8	93.9	23.2	115.4	+	-
畜研系×愛知系	17.1	98.3	21.5	107.0	+	+
畜研系×兵庫系			18.2	90.5	+	+
愛知系×米国系			24.4	121.4	+	+
愛知系×豪州系			17.9	89.1	+	+
愛知系×兵庫系	15.1	86.8	18.1	90.0	+	+
イタリア系×豪州系			17.4	86.6	-	+
畜研系	19.9	114.4	-	-	-	-
農家保有(対照)	17.4	100.0	20.1	100.0	±	+

注①) チョーク病 -：無，±：微，+：中，++：多

②) 刺習性 -：温和，+：やや攻撃性がある，++：攻撃性が強い

③) 対照比 : 農家保有群を100とした指数

蜂を養成した。女王蜂の養成頭数及び蜂量・産卵育児成績は第2表に示すとおりであった。羽化を確認した各供試蜂群20頭の女王蜂のうち、交尾をして産卵を開始した女王蜂は、イタリア系×豪州系が18頭(90%)で最も多く、次いで、畜研系×米国系、愛知系×豪州系が17頭(85%)で畜研系×兵庫系が12頭(60%)と最も少なかった。各供試蜂群の養成頭数の違いについては、系統間組合せによる影響よりも女王蜂が交尾飛行に出た時の外的要因に左右されることが大きいと考えられる。産卵開始した女王蜂の頭数は全体で121頭、養成できなかった女王蜂は39頭で養成率(75.6%)は前年より低かった。また、産卵を開始した女王蜂のうち、群勢不良のために6頭が廃用された。越冬後に建勢した女王蜂は115頭で、産卵を開始した女王蜂121頭に対して95.0%であった。

越冬前の蜂量は農家保有群が最も多く、産卵育児数では、イタリア系×豪州系、畜研系×米国系が良好であった。建勢期の蜂量は、前年同様畜研系×米国系が最も多く、産卵育児数で農家保有群より多かった交雑蜂群は畜研系×米国系のみであった。

以上2年間の調査結果から畜研系×米国系の交雑女王蜂は産卵能力が他に比べて優れていることが認められた。

2 特性及び耐病性

越冬後の産卵開始時期及び早春の活動性では、畜研系×米国系にやや早い傾向が認められた。

刺習性では、愛知系、兵庫系、イタリア系を両親のいずれかに用いた交雑種でやや攻撃的であったが、畜研系×米国系は比較的温和であった。

分蜂性では、畜研系×豪州系、愛知系×兵庫系の蜂群に王台の発生するものが多く、これらは分蜂性が高いと考えられる。

チョーク病の発生は、愛知系、豪州系及び兵庫系を用いた交雑種で多かったが、畜研系×米国系での発生はほとんど認められなかった。

3 収蜜量

供試した蜂群の収蜜成績は第3表に示すとおりであった。

1987年は、レンゲとかんきつ類の開花期に、2回以上の採蜜を行った農家は4戸であった。各群の収蜜量は、農家保有群に比較して畜研系が114%、畜研系×米国系が123%であったが、他の交雑種は農家保有群より低収量であった。

1988年は、2回以上の採蜜を行った農家は3戸であった。収蜜量は、農家保有群に比較して愛知系×米国系が121%、次いで畜研系×豪州系115%、畜研系×米国系112%、畜研系×愛知系107%の順で他の

交雑種は農家保有群より低収量であった。

収蜜量において畜研系×米国系は、農家保有群より2年間の平均で約17%高収量であった。

以上の結果から、女王蜂の産卵能力、刺習性、分蜂性、チョーク病に対する耐病性及び収蜜量等の総合評価より、畜研系×米国系の組合せが他の交雑種に比べて最も優れていると判断され、これをハイブリッドミツバチとして選定し、「ふくおかハイクイーン」と命名した。

引用文献

- 1) 深江義忠・福田誠実・和田渉一 (1990) : ハイブリッドミツバチの作出 第1報 ハイブリッドミツバチ作出素材としての数種系統蜂群の能力. 福岡農総試研報 C-10, 31~34.
- 2) 徳田義信 (1958) : 新養蜂, 王蜂. 蜂群. 王乳の生産. 205~222, 産業図書, 東京.

Producting of Hibrid-Honey Bees

(2) Ability and Property of Hybrid-Honey Bees

FUKAE Yoshitada, Narumi FUKUDA and Shoichi WADA

Summary

Eight hybrid honey-bees were compared for oviposition ability, honey gathering, resistance to chalk brood, building up of colonies and aggressive character. The most superior hybrid-honey bee was selected from these eight hybrid-honey bees.

This hybrid-honey bee was produced by hybridization between native strain and U. S. A. strain.

It was named "FUKUOKA High Queen." The amount of honey gathered by FUKUOKA High Queen was 10%~20% higher than other beekeeper's colonies.

ミツバチ人工授精技術の実用化

大崎順子・深江義忠
(畜産研究所大家畜部・飼料部)

ミツバチの人工授精技術を確立することを目的に、精液注入量及び注入方法と産卵能力について検討した。

- 1 精液の注入量は、女王蜂の貯精嚢を充すためにも、7~9 μ lを注入した方が産卵に好影響を与えることが明らかとなった。
- 2 女王蜂の固定に使用する刺針側の鉗子を、刺針基部に直接引っかけて固定するブルフック型鉗子と、刺針を直接固定するピアスフック型鉗子の2種類を使用して比較検討を行い、その産卵状況を調査した結果、ピアスフック型鉗子の正常産卵率が高かった。
- 3 産卵を促進する麻酔を、人工授精の前日に行う前麻酔と、翌日に行う後麻酔の2方法についての比較検討を行った結果、両方法について差はみられなかった。

[Keywords: bee, artificail insemination, mackensen syringe, hook]

緒 言

近年、輸入ハチミツの増加、レンゲ等蜜源植物の減少、チョーク病等の新たな疾病の発生に伴い、養蜂経営は厳しい状況に置かれている。

このような現状に対応するためには、産卵能力、集蜜能力及び耐病性等に優れた蜂群の品種改良が重要な課題である。

しかし、自然交配で品種改良及び系統維持を行っていくためには、系統数と同数の隔離蜂場の確保が不可欠であり、その蜂群の管理にも多くの労力を要する。

このため、隔離蜂場を必要としない人工授精の実用化が望まれている。

そこで、ミツバチの人工授精技術を確立する上で重要な精液の注入量及びその方法について検討した結果、若干の知見が得られたので報告する。

試 験 方 法

試験1 精液注入量

1 試験期間

1986年6月~1988年10月

2 供試材料

(1) 女王蜂 移虫法⁹⁾により養成し、性成熟に達した羽化後7日齢のものをを用いた。

(2) 雄蜂 雄蜂は雄専用巣板で養成し、性成熟に達した日齢のものを供試した。また、性成熟の判定は羽化直後にカラーマーカーでマーキングを行い、10, 15, 20及び25日齢で捕獲し、射精の有無で判定した。

3 人工授精時期

人工授精は、蜜源が比較的豊富にあり、かつ産卵育児の盛んな6月~10月までの5カ月間に実施した。

4 試験区

試験区の構成は、注入する精液の量について、3, 5, 7及び9 μ lの4水準を設定し、人工授精適期の時期的検索も同時に行った。

5 実施方法

第1表 試験区の構成

試験NO	検討項目	試験区	実施時期
1	精液の注入量	3, 5, 7, 9 μ l	6~10月
2	固定鉗子	ブルフック型, ピアスフック型	4~10月
3	産卵促進麻酔	前麻酔, 後麻酔	6~10月

精液の注入は、MACKENSEN^らの方法に準じて行った。精液注入後、交尾飛行防止のために羽の一方の下半分を切り落とし、さらに区別し易くするために胸部にカラーマーカーで印をつけた。その後、保温に注意しながら、完全に麻酔が醒めてから王籠に入れた状態で蜂群に戻した。

また、女王蜂の王籠からの群内開放は、人工授精を行った翌日もしくは翌々日に実施した。

なお、同蜂群の働き蜂が攻撃を行う場合は、王籠の蓋部に餌を置いて徐々に女王蜂と働き蜂が混じるように群内開放した。

6 調査項目

調査項目は正常産卵率、産卵開始日数、産卵状況、越冬群数及び産卵育児数とした。

産卵状況は、人工授精後2～3日後から調査を行い、2週間経過しても産卵を開始しないものについては、生殖口内の炎症及び貯精囊内の精子の有無について調査を行った。

試験2 固定鉗子の種類

1 試験期間

1989年4月～10月

2 試験区分

女王蜂の背板側固定鉗子の操作性を検討するために、ブルフック型鉗子と、ピアスフック型鉗子の2区を設定した。

3 実施方法

(1)ブルフック型鉗子 刺針基部全体を鍵状になった先端部で引っ掛け、後方に引っ張った。精液を注入する際は、valvefoldの部分が十分に反転してないので、探針で皮膜を引っ張り上げて操作を行う。

(2)ピアスフック型鉗子 ピアスフックの操作はPETER^らの方法に準じて行った。刺針を直接フックの先端の穴に通し、後方に引っ張った。ピアスフックはvalvefoldの部分の反転が十分なので、注入はそのまま実施した。供試材料及び調査項目については、試験1に同じである。

試験3 麻酔方法

1 試験期間

1989年6月～10月

2 試験区分

産卵を促進するための麻酔は、実施時期により人工授精の前日(前麻酔)及び翌日(後麻酔)の2区を設定し、比較検討した。

3 実施方法

人工授精当日の保定の麻酔の他に、産卵を促進するために、女王蜂に炭酸ガス麻酔を10分間施した。

供試材料及び調査項目については、試験1に同じである。

結果及び考察

1 人工授精の実施時期

人工授精の実施月は、8～9月に実施した場合が正常産卵率が44.4%と、他の月に比較して良好であった(第2表)。しかし、女王蜂の養成や雄蜂の確保等の諸条件を考慮した場合、蜂群の勢いが強く、蜜源の豊富な6～7月に人工授精を実施した方が良いと推察されるため、この時期の人工授精成績の向上が今後の課題である。

2 精液の注入量

正常産卵率は、7及び9 μ l注入区が各々56.0%、42.9%と良好であった(第3表)。

ミツバチは自然交配の場合、注入された精液は、まず左右に分かれた輸卵管(最高容量:20 μ l)に入る⁹⁾。その後、筋肉収縮によって逆行し、膈の側面に開口している受精囊管に入り、6～7時間後には貯精囊(容量:1 μ l)に充填され、それ以外の不要な精液は排出される²⁾という生殖器の機構になっているために、人工授精の場合にも貯精囊の容量以上の精液が必要だと推測される。

第2表 月別の産卵状況 (1988)

注入時期	頭数(頭)	産卵状況				死亡・死亡(頭)	死亡(%)
		正常産卵(頭)	正常産卵(%)	雄蜂産卵(頭)	雄蜂産卵(%)		
6～7月	10	2	20.0	—	3	30.0	5 50.0
8～9月	9	4	44.4	1	11.1	1	11.1 3 33.3
10月	4	1	25.0	—	—	—	3 75.0

3 固定鉗子の種類

ピアスフック型鉗子は正常産卵率が平均58.3%と、ブルフック型鉗子に比較して良好であった(第4表)。

この要因としては、ピアスフック型鉗子は、その先端の孔(ϕ 0.20mm)の部分に刺針を通し、刺針本体を引っ張ることによって生殖口のvalvefoldの部分を十分反転させることができるため、シリンジの注入がスムーズに行えた。その結果、シリンジ先端部分による生殖口の損傷を最少限に抑えることができ、正常産卵率が高かったのではないかと推測される。

第3表 精液注入量別の人工授精結果

注入量 (μ l)	供試 頭数 (頭)	産卵状況				産卵開 始日数 (日)	越冬 群数 (群)
		正常産卵 (頭) (%)	雄蜂産卵 (頭) (%)	無産卵 (頭) (%)	亡失・死亡 (頭) (%)		
3	9	3 33.3	1 11.1	2 22.2	3 33.3	—	2
5	14	4 28.6	—	2 14.3	8 57.1	6.0	3
7	25	14 56.0	1 4.0	4 16.0	6 24.0	6.5	7
9	7	3 42.9	—	1 14.3	3 42.9	8.7	2

また、ピラスフック型鉗子の様に探針を使用しないので、生殖口の損傷が少なく、高い正常産卵率が得られたのではないかと考えられる。

4 麻酔の方法

麻酔処理時期の違いによる産卵促進効果を検討するために、人工授精前日もしくはその翌日に炭酸ガス麻酔を施した結果、正常産卵率に顕著な差は認められなかった(第4表)。

MACKENSEN³⁾は、炭酸ガスによる麻酔は単に女王蜂を静止させ、人工授精を容易にするだけではなく、産卵を刺激すると報告し、またRAHIMら⁷⁾は、麻酔は75%炭酸ガスで2回施した方が産卵促進効果があると報告している。しかし、両者の報告では麻

酔時期についての検討はなされていない。

産卵を促進するためには、麻酔処理が不可欠であるが、今回の結果では、その実施時期については人工授精の前後どちらに実施しても有意な差は認められなかった。

5 女王蜂の死亡及び亡失

今回はミツバチの人工授精技術を確立するためにその方法や精液の最適注入量について検討を行ったが、いずれの試験においても人工授精後、女王蜂の亡失及び死亡が多く見られた。

死亡の原因としては、生殖口の炎症及び操作ミスによる中央輸卵管の穿孔が考えられる。これらは技術的な問題に依ることが多く、今回検討したピラス

第4表 鉗子・麻酔方法の人工授精結果

鉗子の 種類	麻酔 方法	供試 頭数 (頭)	産卵状況			
			正常産卵 (頭) (%)	雄蜂産卵 (頭) (%)	無産卵 (頭) (%)	亡失・死亡 (頭) (%)
プルフック	前麻酔	13	3 23.1	—	—	10 76.9
	後麻酔	26	8 30.8	—	3 11.5	15 57.7
	計	39	11 28.2	—	3 7.7	25 64.1
ピラスフック	前麻酔	9	5 55.6	1 11.1	—	3 33.3
	後麻酔	3	2 66.7	1 33.3	—	—
	計	12	7 58.3	2 16.7	—	3 25.0

フック型鉗子の様な操作器具や、操作技術の向上によって改善することが可能であると考えられる。

亡失の原因としては、女王蜂自ら巢外に出るものと、同蜂群の働き蜂の攻撃による排除が考えられる。女王蜂の出巢は、人工授精によって産卵可能な状態にもかかわらず、本能的に交尾飛行しようと巢を出て、帰巢不能になることが推察される。

働き蜂の攻撃は不明な点が多く、はっきりした原因が解明されていないのが現状である。自然下においては女王蜂から放出されるフェロモン (trans-9-keto-2-decenoic-acid)⁶⁾ の働きによって、女王蜂としての役割が他の蜂に認識される⁵⁾ が、人工授精女王蜂では、人工授精後、何等かの要因によってこのフェロモンの放出に変化が起きるために、同蜂群の働き蜂から攻撃もしくは排除されるのではないかと考えられる。

今後、人工授精技術の向上のためにも、これらの点についてさらに研究を進めていく必要がある。

引用文献

- 1) DR. PETER SCHLEY (1988) : An Important Improvement the Insemination Technique of

Queen Honey Bees. American Bee Journal, 4, 282~284.

- 2) F. RUTTNER (1956) : Bee World. 37(2).
- 3) MACKENSEN, O (1947) : Effect of Carbon Dioxide on Initial Oviposition of Artificially Inseminated and Virgin Queen Bees. F. econ. 40(3), 344-349.
- 4) MACKENSEN, O. · ROBERTS, W. C. (1948) : A Manual for the Artificial Insemination of Queen Bees. U. S. Dep. Agric. Bur. Ent. 250.
- 5) N. E. GARY (1963) : J. Apic. Res, 2, 64.
- 6) 岡田一次 (1971) : ミツバチ. 文永堂東京, 230~231.
- 7) RAHIM EBADI · NOMAN E. DRAY (1980) : Factors Affecting Survival, Migration of Spermatozoa and Onset of Oviposition in Instrumentally Inseminated Queen Honeybees. Journal of Apicultural, 19(2), 96~104.
- 8) 徳田義信 (1968) : 巣房移虫法. 新養蜂, 207~212.
- 9) 吉田忠晴 (1989) : ミツバチの配偶行動. 化学と生物, 27(7), 466~470.

The Insemination Technique of Queen Honey Bees

OSAKI Junko and Yoshitada FUKAE

Summary

In order to establish the insemination technique of queen honey bees, the effects of quantity of semen and technique of insemination were examined for capacity of oviposition.

Experimental results are summerized as follows :

- (1) Using Mackensen's insemination apparatus and syringe, honey bee queens were inseminated with 3, 5, 7 and 9 $\mu\ell$ semen. Rate of oviposition with 7 and 9 $\mu\ell$ semen was 56.0 and 42.9%, respectively.
- (2) Pulling typed hook and pierced typed hook as a setting tool were compared. Pierced typed hook had no danger of injury because of catching the sting of queen.
- (3) The carbon dioxide gas treatment at 24 hours before insemination was also effective on beggining of oviposition, as compared with that treatment at 24 hours after insemination.

晩夏播における飼料用麦類とイタリアンライグラスの混播栽培

柿原孝彦・福田誠実
(畜産研究所飼料部)

晩夏播栽培における飼料用麦類の収量を安定させるため、麦類とイタリアンライグラス混播の効果とその栽培法について検討した。

- 1 晩夏播において麦類にイタリアンライグラスを混播することにより、湿害等が緩和され、1番草は麦単播より安定した収量を確保できた。
- 2 混播はイタリアンライグラスの再生も良好で、2番草を加えた合計収量では麦類単播より多収であった。
- 3 混播における、播種方法は両草種とも散播が良く、イタリアンライグラス品種の選定は後作の関係で早晩性を使い分ける。麦の播種量は8 kg/10a, イタリアンライグラスの播種量は2 kg/10a程度が良好であった。

[Keywords: late-summer, mixed cultivation, Barley, Italian ryegrass]

緒 言

飼料用麦類(以下麦類)の晩夏播は8月末~9月初めに播種し、12月~1月に収穫する栽培法である。この晩夏播は1970年代後半に水田の高度利用のため、水稲作との競合なしに早期水稲の後地を利用する作付方式として考案されたものである^{6, 10, 11)}。さらに、ホルクroppとして利用する場合、単位面積当たりの栄養収量の増収が可能な点、転換畑での輪作体系に組み込み易い点や粗飼料の端境期に収穫が可能である点等^{1, 3, 7)}、飼料利用上の有利性に加え、最近ではサイレージとしての利用が多くなってきた。

しかし、播種適期の期間が非常に短い点⁹⁾、発芽期に降雨が多く湿害を受け易い点³⁾、秋期の気候の影響により登熟の年次間差が大きい点等により、生育や収量が不安定であり、普及上の大きな問題点となっている。そこで、本研究においては晩夏播麦類の利点を生かした上で、これらの欠点を補う補完策としてイタリアンライグラス(以下イタリアンと略す)との混播を検討した。

試 験 方 法

1 混播組合せ 二条大麦(以下大麦と略す)とイタリアン混播、エンバクとイタリアンの混播を設定し、対照区としての各単播と比較した。

2 播種法 散播区(両草種とも散播)と麦条播区(麦類を40cm条播, イタリアンは散播)について比較した。

3 品種 大麦はイシュクシラス, エンバクはハヤテを用い, イタリアンはワセアオバ(早生)とマンモスA(晩生)を用いた。

4 播種量 麦類の播種量は単播, 混播いずれも8 kg/10aとし, イタリアンの播種量は単播は2 kg/10a, 混播は2 kg/10a及び1 kg/10a(1986年)とした。

5 播種期と収穫期 播種期は1985年は9月11日, 1986年は9月3日で, 収穫は両年とも1番草は1月中旬, 2番草は5月上旬に行った。

6 圃場条件 圃場の土質は花崗岩残積土の砂壤土の試験圃場を用い, 1985年は排水良好な条件, 1986年はやや排水不良な圃場条件下であった。

結果及び考察

1 生育概況

大麦は初期生育の年次間差が大きかった。両年とも9月にかなりの降雨があったが、排水条件の差により1985年は湿害が軽微で、1986年は湿害が著しく分けつや草丈の伸長が抑制された。エンバクとイタリアンには発芽や分けつに年次間差が認められたが、湿害は少なく全般的な差は小さかった。混播においては麦類がイタリアンより草丈の伸長が早く、イタリアンは生育が抑制された。

2 出穂及び登熟

麦類の出穂及び登熟は年次間差が大きかった(第1表)。即ち、1985年は1986年に比較して出穂・登熟が大きく遅れ、収穫期の生育ステージは開花期ま

第1表 麦類の出穂期及び
1番草刈取時生育ステージ

年	品 種	出穂期 刈 取 時		有効積算 温 度
		月 日	生育ステージ	
1985	イシユクシラズ	11.18	開花期	969℃
	ハ ヤ テ	11.25	開花期	969
1986	イシユクシラズ	10.25	黄熟期	1074
	ハ ヤ テ	10.27	糊熟期	1074

注) 有効積算温度の基準温度は5℃

でしか達しなかった。初期生育は1985年の方が良好であったのに対し、生育後半にこのような差が生じた要因を解析するため、有効積算温度(5℃基準)で両年を比較したところ、1986年の方が100℃高かった。その差は主として播種期の8日間の差によるものであり、このように晩夏播では麦類の登熟に対して播種期の影響が非常に大きく、他の報告^{2, 3, 5)}と同様の結果であった。イタリアンは1番草では出穂しなかった。

なお、福岡県における混播の播種適期は、すでに上田⁹⁾が大麦、エンバクで指摘しているように8月末から9月5日迄が最適と思われる。

3 混播の効果(1番草)

麦類の収量は年次間差が大きく、大麦単播は1985年は多収、1986年は湿害の影響で極めて低収であった。エンバク単播は1986年の方が登熟は早く、穂重割合も高く多収であった(第2表)。

混播の1番草収量を単播と比較すると、1番草を構成する麦類とイタリアンの収量はそれぞれの単播より低くなり、1番草合計収量も麦類の生育が良好ならば麦単播を上回るものではなかった(1985年)。この結果は他の報告^{2, 4, 5, 8)}とほぼ一致しており、

混播による直接の1番草の増収効果はほとんど期待できないと思われる。

しかし、混播の効果は収量安定化の面で発揮されている。即ち、1986年に大麦が湿害で低収の時、大麦混播はイタリアンが増収して麦の減収分を補完し、大麦単播より多収になっている。また、1986年にエンバクが多収な時、エンバク混播はイタリアンの収量が低く抑制されてエンバク単播と同等の収量を得ている。これらの結果により、草丈の伸長の早い麦類の方が混播における競合力は強く、両草種の収量は麦類の生育良否に左右されると考えられる。このことは混播により麦の収量不安定な面をイタリアンで補完可能なことを示唆している。つまり、麦が生育良好な時はイタリアンが抑制されて、収量のほとんどを麦が占め、逆に麦が生育不良の場合はイタリアンが増収して収量の主体となると考えられ、混播により生育条件に臨機応変に対応して収量構成が変化し、収量の安定化が可能と判断された。

4 混播の効果(2番草)

2番草のイタリアンは全体的に1986年が多収であったが、処理別に比較するとイタリアンの単播が最も多収で、混播もそれには及ばないが良好な収量を得た。従って1, 2番草合計収量では混播は再生の見られない麦類単播に対していずれの場合もかなり多収になり、イタリアン単播と同等の収量を得た。この結果は他の報告^{2, 5, 8)}とほぼ一致しており、混播は2番草の収量も含めれば、麦類単播より確実に多収が可能と判断された。特に、大麦が湿害を受けた1986年の混播は、2番草を加えれば大麦単播の約3倍の収量を得ており、麦の生育の悪いときにその増収効果が大きかった。

5 播種法の影響

播種法については、通常の散播のほかにも両草種の競合の緩和を試みた麦条播(麦類のみ40cm条播)

第2表 混播と単播の収量比較

(乾物kg/10a)

処 理	項 目	1985年度					1986年度				
		1番草		合 計	2番草		1番草		合 計	2番草	
		麦類	イタリアン		イタリアン	麦類	イタリアン	イタリアン			
混 播	大麦・イタリアン	488	280	768	587	1354	239	360	600	788	1387
	エンバク・イタリアン	497	270	767	493	1260	932	122	1054	603	1657
単 播	大 麦	870	—	870	—	870	473	—	473	—	473
	エンバク	768	—	768	—	768	1039	—	1039	—	1039
播	イタリアン	—	690	690	728	1418	—	517	517	841	1359

第3表 播種法・品種・播種量の影響 (乾物 kg/10a)

処 理	1 番 草		2 番 草		合 計
	麦類	イタリアン	計	イタリアン	
播 種 法					
散 播	549	258	808	650	1457
麦条播	408	295	708	654	1361
イタリアン品種					
ワセアオバ	440	326	767	725	1492
マンモスA	518	230	749	578	1331
イタリアン播種量					
2 kg/10a	212	402	614	740	1354
1 kg/10a	267	319	586	835	1421

を設定した。その結果、麦条播のイタリアン収量は増加したが麦の減収が著しく、合計収量は散播より低収にとどまった(第3表)。麦の単播について条播と散播を比較した結果でも麦条播の方が低収で、40cmの条間幅は麦の収量を確保するには、減収が大きく、やや不適と考えられた。しかし、三好⁴⁾は麦条播と麦の側条施肥を組合せて比較した結果、イタリアンの収量は変わらず、大麦は麦条播が多収になったと報告しており、他の条件と組合せての検討が必要である。

6 イタリアンの品種の影響

混播に用いるイタリアンの品種について早生種のワセアオバと晩生種のマンモスAを比較した結果、1番草において、イタリアンの収量はワセアオバを用いた方が多収であるが、麦の収量は逆にマンモスAの方が多収であった。1番草の合計収量はほとんど差がなかったが、2番草は収穫時期が5月上旬と早かったため、ワセアオバの方が多収であった(第3表)。この結果は高崎⁵⁾がワセユタカとエースを用いて比較した結果と同様で、麦とイタリアンの競合が、早生種はイタリアンに有利に、晩生種は麦に有利に作用すると考えられた。混播におけるイタリ

アの品種についてはこれらの特性を踏まえ、利用目的や後作の作付計画により、適当な品種を選定するのが良いと考えられる。

7 イタリアンの播種量の影響

イタリアンの播種量について、大麦との混播で2 kg/10a及び1 kg/10aを比較した結果、イタリアンの収量は2 kg播種の方が、麦の収量は1 kg播種の方が多収になり、1番草合計収量では2 kg播種の方がやや多収であった(第3表)。ただし、この結果は大麦が低収となった場合のもので、大麦の生育が良い場合の検討が残されている。他の報告^{2, 5, 8)}でも同様の傾向であるが、総じてイタリアンの播種量は麦の播種量に比較して収量に与える影響が少なかった。また高崎⁸⁾は4倍体のエースは千粒重が重く、播種量が少ないとイタリアン収量の低下が大きいとも報告しており、イタリアンの播種量は2 kg/10a程度でよいと考えられる。

8 麦類の穂重割合

1985年は麦類が登熟しなかったため、1986年において単播と混播を比較すると、エンバクは処理間に大きな差は見られなかったが、大麦では混播の方が単播より穂重割合が高かった(第4表)。古川ら²⁾は大麦混播について同様の結果を報告し、その原因は混播により大麦の生育が早まったためであるとしているが、本試験においては生育の促進はみられていない。筆者らの推測では混播においては、競合によって麦の無効分けつが減少したためと考えられるが、今後さらに解析する必要がある。また、イタリアンの品種や播種量による穂重割合の差は単播と混播の差に比較して小さく、一定の傾向は見られなかった。

以上の結果より、晩夏播において麦類とイタリアンを混播することにより、湿害等の環境条件の影響を緩和して麦単播より安定収量を確保し、さらにイタリアンの再生草を収穫することで、多収を得ると共に遊休期間を無くして圃場の有効利用を図ることも可能と判断された。

第4表 麦類の穂重割合 (1986年) (乾物 %)

処 理	単播と混播		麦類播種法		イタリアン品種		イタリアン播種量	
	単播	混播	散播	麦条播	ワセアオバ	マンモスA	1 kg	2 kg
大麦	35.9	44.8	43.3	42.7	44.8	44.8	45.3	44.3
エンバク	30.9	33.0	31.4	33.2	32.5	33.5	—	33.0

引用文献

- 1) 葵 一八・三好祐二・吉田智彦 (1979) : 飼料用夏播き大麦の栽培と利用. 畜産の研究, 33 (2), 315~320.
- 2) 古川陽一・森 大二・西谷公志・白石太郎 (1982) : 秋作麦ホールクロップサイレージ調製と飼料価値 (2). 岡山県酪農試験場研究報告, 19, 15~29.
- 3) 飯田克美 (1978) : 飼料用青刈ムギの秋作栽培の実用化. 畜産の研究, 32 (8), 1019~1024.
- 4) 三好祐二 (1981) : 大麦とイタリアンライグラスの混播栽培. 畜産の研究, 35 (4), 557~561.
- 5) 森 大二・白石太郎・古川陽一・尾崎厚一 (1980) : 秋作麦ホールクロップサイレージ調製と飼料価値 (1). 岡山県酪農試験場研究報告, 17, 47~68.
- 6) 西川省造 (1978) : 飼料用大麦の夏播き栽培法. 農業技術, 33 (8), 365~367.
- 7) 高木啓輔・福田誠実・平川孝行 (1983) : 夏播き麦の飼料利用. 福岡農総試研報C-2, 81~86.
- 8) 高崎久生 (1983) : 秋作麦類とイタリアンライグラスの混播栽培における作物の種類・品種とその混播量. 日草近中支報, 12 (1), 9~12.
- 9) 上田允祥 (1984) : 有望飼料作物の栽培期間拡大 (二条大麦及びエンバクの晩夏播). 昭和58年度農業関係の研究結果, 258~259, 福岡県農政部.
- 10) 吉田智彦 (1978) : 麦の夏播き栽培用品種. 農業技術, 33 (4), 173~174.
- 11) Tomohiko YOSHIDA (1981) : Cultivation of Barley Sown in Late-summer. Bull. Kyushu natl. Agric. exp. sta., 22 (2), 165~202.

Mixed Cultivation of Barley or Oats and Italian Ryegrass Sown in Late-summer

KAKIHARA Takahiko and Narumi FUKUDA

Summary

Growth and yield of Barley or Oats sown in late-summer are often unstable due to meteorological conditions. The effects for yield by mixed cultivation of Barley or Oats and Italian ryegrass were examined to stabilize the yield.

- (1) Influence of wet injury was alleviated by mixed cultivation of Barley or Oats and Italian ryegrass in late-summer. Stable growth and yield were obtained by mixed cultivation in primary crop than single cultivation of Barley or oats.
- (2) Regrowth of Italian ryegrass was fast, and total yield of the primary crop and aftermath was higher than single cultivation of Barley or Oats.
- (3) Broadcast sowing was suitable for mixed cultivation of Barley or Oats and Italian ryegrass. Early varieties of Italian ryegrass and late varieties in mixed cultivation were used for maximum yield of each cropping schedule. A seeding rate of 8kg/10a for Barley or Oats and 2kg/10a for Italian ryegrass was suitable for mixed cultivation.

青刈ダイズサイレージの飼料成分特性と発酵品質

棟加登きみ子・津留崎正信
(畜産研究所 飼料部)

青刈ダイズをサイレージ調製し、生育に伴う飼料成分組成の変化と飼料特性を明らかにするとともに、予乾処理による発酵品質の改善を試みた。

1 青刈ダイズサイレージの各生育ステージにおける粗蛋白質 (CP) 含量は、14.1~20.1%の範囲であった。生育に伴う各繊維成分含量の変化は比較的小さく、総繊維 (OCW) 含量は46.1~53.9%、OCW中のセルラーゼ可溶のOa含量は9.3~11.8%、ヘミセルロース含量は10.6~14.0%、セルロース含量は25.4~33.7%であった。また、リグニン含量は6.6~10.0%でイタリアンライグラスと比較して約3.4倍の含量であった。

これらのことから、青刈ダイズサイレージの繊維成分の消化性はイネ科牧草より劣るものと考えられた。

2 予乾処理により、全窒素 (T-N) に対する揮発性塩基性窒素 (VBN) の割合と有機酸組成は改善されたが、pHは改善されなかった。

[Keywords : green-soybean , silage , chemical composition]

緒 言

乳牛の泌乳能力が飛躍的に向上した今日、高泌乳牛に適した良質粗飼料の確保が必要となっている。

西南暖地の夏作の自給粗飼料は、ホールクroppサイレージとしてのトウモロコシ、ソルガムのイネ科が主体となっている。

一方、高泌乳牛飼養のためには、マメ科飼料作物も蛋白質、ミネラルの供給という面で重要視されるようになった。

夏季に栽培されるマメ科飼料作物としては青刈ダイズがあるが、その栄養価及び飼料成分組成に関する研究はほとんど行われておらず、また飼料特性も明らかにされていない。また、マメ科牧草はイネ科牧草より粗蛋白質含量が高く、水溶性糖含量が低いのに加え、緩衝能が高いことからサイレージ調製が困難なことが知られている^{2,3)}。

そこで、青刈ダイズを各生育ステージ毎にサイレージ調製し、その飼料成分特性を明らかにするとともに、予乾処理を施したサイレージ発酵品質の改善を試みたのでその概要を報告する。

試 験 方 法

1 供試草種及びサイレージ調製

供試した青刈ダイズは黒千石、イタリアンライグラスはワセアオバで、青刈ダイズは出蕾期、開花期、

着莢期、莢肥大期の各生育ステージで刈取り、イタリアンライグラスは1番草の出穂期に刈取り収穫を行った。

また、サイレージ調製は実験室規模 (2ℓ容) のサイロを用い、材料草を約2cmに細切した後、無予乾区は刈取り後直ちに詰込み、予乾区は天日で1~2日間程度予乾した後詰込みを行った。

2 試料の分析

青刈ダイズサイレージの飼料成分については次の分析を行った。一般成分は常法⁴⁾に基づき定量した。

各種の繊維成分については、酵素分析法⁴⁾により以下の分析を行った。試料をアクチナーゼ処理し、アクチナーゼ不溶分画の有機物を総繊維 (OCW) とした。細胞内容物 (OCC) は有機物 (OM) よりOCWを差引き算出した。さらに、OCWはセルラーゼ処理を行い、セルラーゼ可溶分画の易消化性繊維 (Oa) とセルラーゼ不溶分画の難消化性繊維 (Ob) とに分けた。酸性デタージェント繊維 (ADF) 及びリグニンは、VAN SOESTの方法を一部改変した方法⁴⁾によって求めた。なお、ヘミセルロースはOCWよりADFを差引くことにより、またセルロースはADFよりリグニンを差引いて求めた。

有機酸の分析はガスクロマト法により定量し、酢酸とプロピオン酸を併せて酢酸として示した。また、i,n-酪酸、i,n-吉草酸及びi,n-カプロン酸を併せて酪酸として示した。

結 果

1 青刈ダイズの飼料成分特性

第1表に青刈ダイズサイレージの各種飼料成分含量を刈取ステージ毎に示した。

出蓄期から莢肥大期にかけての生育に伴い、一般成分ではCP含量が、また、酵素分析成分では非繊維成分OCCとOCW中のOa含量が減少した。

一方、繊維成分のCF, OCW, ADF及びセルロース含量は生育ステージによる変動はあまり認められずほぼ一定であり、ヘミセルロース含量は生育が進むに伴って増加した。

出蓄期から着莢期のCP含量は19.1%から14.1%に減少したが、逆に子実の充実してくる莢肥大期ではCP含量は20.1%と増加した。この生育に伴う成分含量の変化はOCCにおいても同様であった。しかし、莢肥大期では繊維成分のCF, OCW, ADF及びセルロース含量は減少した。

次に、青刈ダイズとイタリアンライグラスの成分組成を比較した結果、CP含量と繊維成分含量に差異が認められた。CP含量は青刈ダイズが14.1~20.1%であったのに対し、イタリアンライグラスでは9.2%と、青刈ダイズは約2倍のCP含量であった。

総繊維としてのOCW含量は、生育ステージにあまり関係なく46.1~53.9%と比較的一定であった。この青刈ダイズのOCW含量をイタリアンライグラスのOCW含量の64.0%と比較すると、青刈ダイズはイタリアンライグラスのOCW含量より出蓄期で10.1%、莢肥大期で17.9%低く、青刈ダイズではイタリアンライグラスのOCW含量の約72~84%程度であった。

OCWを構成しているヘミセルロースとセルロースでは、青刈ダイズのOCW中のヘミセルロースの占める割合は45.7~56.7%でイタリアンライグラスの約45%であったが、出蓄期から着莢期のセルロース含量は約33%と一定でイタリアンライグラスと同等であった。しかし、莢肥大期には子実の充実によりセルロース含量は25.4%に低下した。

OCW中のOa含量は青刈ダイズが9.4~11.8%で、イタリアンライグラスの24.5%に比較して12.7~15.2%低かった。また、OCWに対するOaの割合は青刈ダイズが約20%であり、イタリアンライグラスの約38%に比較して青刈ダイズのOCWに対するOaの割合は低かった。このように、青刈ダイズはイタリアンライグラスよりヘミセルロース、OCW及びOa含量が低い一方、リグニン含量は高くイタリアンライグラスの約3.4倍であった。

2 青刈ダイズサイレージの発酵品質

第2表に青刈ダイズサイレージの発酵品質を示した。

全窒素に対する揮発性塩基性窒素の割合は無予乾区が6.8~29.2%、予乾区が6.1~14.2%であった。乳酸含量は無予乾区が0~5.33%、予乾区が1.55~8.98%であったのに対し、無予乾及び予乾区における酢酸含量は各々1.43~2.76%、0.40~0.85%、酪酸含量は各々0.87~6.63%、0.12~1.10%であった。予乾区は無予乾区より、酪酸及び酢酸含量が低く、乳酸含量が高いことからフリークの評点は高い値を示した。

pHは無予乾区と予乾区の間に明確な差は認められず、乳酸含量が高くなるとpHは低くなる傾向を示した。

第1表 青刈ダイズサイレージの飼料成分含量

(DM, %)

	DM	CP	EE	CF	OM	OCC	OCW		ADF	※1	※2	He-Cel	Oa	OCW
							Oa	Ob		He-Cel	Cell	Lignin	Cell	
青刈ダイズサイレージ														
出蓄期	21.0	19.2	3.7	36.8	89.4	36.2	11.8	41.4	42.6	10.6	33.7	8.9	31.5	22.2
開花期	22.6	17.1	3.9	36.4	89.1	35.2	11.4	42.5	41.9	11.9	32.0	10.0	37.2	21.2
着莢期	21.2	14.1	3.8	38.8	89.1	32.2	9.3	42.9	42.9	14.0	33.1	9.9	42.3	16.3
莢肥大期	24.7	20.1	3.6	27.0	90.4	44.7	9.4	36.7	32.0	13.7	25.4	6.6	53.9	20.6
イタリアンライグラスサイレージ														
出穂期	29.3	9.2	3.7	32.2	90.2	26.2	24.5	39.5	36.3	27.7	33.7	2.6	82.2	38.3

注) *1 He-Cel: ヘミセルロース *2 Cell: セルロース

第2表 青刈ダイズサイレーズの発酵品質

処理区	刈取熟期	(%)		(DM%)				フリーク 評点	酪酸 総酸
		pH	VBN/T-N	乳酸	酢酸	酪酸	総酸		
無予乾区	出蕾期	5.2	6.8	5.33	1.87	0.87	8.07	45	10.8
	開花期	5.7	12.2	0	1.80	8.30	10.10	12	82.8
	着莢期	6.1	29.2	0	2.76	6.63	9.39	2	70.6
	莢肥大期	6.1	17.0	0.93	1.43	3.45	5.81	9	59.4
予乾区	出蕾期	5.2	6.1	4.97	0.57	0.12	5.66	80	2.1
	開花期	6.0	5.6	1.55	0.85	0.60	3.00	26	20.0
	着莢期	5.2	6.7	8.98	0.40	1.10	9.90	58	11.1
	莢肥大期	5.8	14.2	3.70	0.77	0.45	4.92	58	9.1

考 察

本試験の結果、出蕾期から着莢期における青刈ダイズのOCW含量は約55%とイタリアンライグラスより約10~20%低かった。また、セルロース含量は約33%でイタリアンライグラスと等しいが、ヘミセルロース含量は青刈ダイズが約13%、イタリアンライグラスが約28%と青刈ダイズの含量が低く、セルロースに対するヘミセルロースの割合は青刈ダイズが約39%、イタリアンライグラスが約82%であった。

一方、莢肥大期は出蕾期から着莢期よりセルロース含量が低くなったことから、セルロースに対するヘミセルロースの割合は54%と高くなった。このことについて、VAN SOEST⁶⁾はマメ科牧草とイネ科牧草の繊維成分組成を比較した結果、マメ科はイネ科よりOCW及びヘミセルロース含量が低く、マメ科のセルロースに対するヘミセルロースの割合は約1:0.4であるが、イネ科は約1:1であると報告している。本試験の結果はVAN SOESTの報告と同様の傾向を示していることから、青刈ダイズサイレーズの繊維成分組成は他のマメ科牧草と同様の組成であると考えられる。

また、WALDO⁹⁾はOCW含量と家畜の採食量の間には負の相関があると報告していることからみると、OCW含量の低い青刈ダイズはイタリアンライグラスより採食量は多くなる可能性が示唆された。

本試験では、青刈ダイズのOCW中に占めるリグニン含量の割合は14.3~19.0%に対し、イタリアンライグラスは4.0%と青刈ダイズで3.6~4.8倍高かった。また青刈ダイズのOa含量はイタリアンライグ

ラスの約37~46%程度であり、OCWに対するOa含量の割合でみると青刈ダイズがイタリアンライグラスの約53%程度であるという結果を得た。

OCWの消化性についてVAN SOEST⁶⁾はOCWの消化率とリグニン含量の間には負の相関があると報告している。また、阿部ら¹⁾はイネ科牧草及びマメ科牧草を、津留崎ら⁷⁾はトウモロコシ及びソルガムを用い、Oaの見かけの消化率は約80%以上であるが、その真の消化率は100%であると報告している。

これらのことを合わせて考えると、青刈ダイズのOCWの消化性はイタリアンライグラスより劣るものと推察される。

青刈ダイズサイレーズの発酵品質は、無予乾では全窒素に対する揮発性塩基性窒素の割合と酪酸含量が高く低品質であるが、予乾処理により全窒素に対する揮発性塩基性窒素の割合及び有機酸組成が改善されることが明らかになった。しかし、予乾処理でもサイレーズの至適pH(4.0~4.2)まで低下せず、更に発酵品質を向上させるには添加物の使用が必要と考えられる。

以上の結果から、青刈ダイズサイレーズの飼料特性としては、イネ科牧草よりCP含量が高く、その繊維成分組成はOCWとヘミセルロース含量及びセルロースに対するヘミセルロースの割合が低いという他のマメ科牧草と同様の組成を持つことが明らかになった。このことから青刈ダイズの家畜に対する給与設計を行う際の給与量は、アルファルファをはじめとする他のマメ科牧草と同じように使用することが可能であると考えられるが、脱葉による圃場で

の養分ロスを少なくするためにもサイレージ調製が適していると考えられる。

引用文献

- 1) AKIRA ABE and TADASHI NAKUI (1979) : Application of Enzymatic Analysis to the Prediction of Digestible Organic Matter and the Analysis of the Changes in Nutitive Value of Forages. J. Japan. Grassl. Sci., 25 (3), 231~240.
- 2) McCULLOUGH, M. E. (1961) : A Study of Factors Associated with Silage Fermentation and Dry Matter Intake by Dairy Cows. J. Anim. Sci., 20, 228~290.
- 3) 森本宏 (1970) : 飼料学. 養賢堂, 東京.
- 4) 農林水産省畜産試験場 (1981) : 新しい飼料分析法とその応用. 畜産試験場資料 No56-1.
- 5) 大山嘉信 (1972) : サイレージ発酵に関連する諸問題. 日畜会報 42, 7, 303~317.
- 6) VAN SOEST, P. J. (1976) : Development of Comprehensive System of Feed Analyses and its Application Forages. J. Anim. Sci., 26, 119~128.
- 7) 津留崎正信・棟加登きみ子・平川孝行 (1987) : トウモロコシ・ソルガムにおけるデタージェント法の応用と消化性の比較. 福岡農総試研報 C-6, 79~84.
- 8) WALDO, D. E. (1986) : Effect of Forage Quality on Intake and Forage Concentrate Interactions. J. Dairy Sci., 69, 617~631.

Characteristics of Chemical Composition of Green-Soybean Silage and its Silage Fermentation Quality

MUNEKADO Kimiko and Masanobu TSURUSAKI

Summary

The chemical composition and silage fermentation quality of green-soybean were studied at 4 growth stages ; emergence, flowering, early-podding and mid-podding stage.

- 1) The content of crude protein (CP) at 4 growth stages ranged from 14.1 to 20.1%. Change of the content of various fiber fractions with increasing maturity was comparatively little. Mean values of the various fiber fractions were , organic cell wall (OCW): 46.1-53.9, organic a (Oa): 9.3-11.8, hemicellulose : 10.6-14.0, cellulose : 25.4-33.7 and lignin : 6.6-10.0%.
- 2) In wilted silages, the proportion of volatile based nitrogen (VBN) to total nitrogen (T-N), organic acid composition were improved, but pH value was not improved.

大型メタン発酵処理装置を用いた 豚舎污水处理施設の実態調査

浅田研一・徳満 茂・高椋久次郎・山下滋貴[※]
(畜産研究所大家畜部)

県内の養豚農家(飼養頭数約3,400頭)に新設の大型メタン発酵装置を組み入れたふん尿処理施設の実態調査を実施した。

- 1 污水处理形態：原污水はメタン発酵処理装置で処理された後、回転円板接触装置と二段酸化処理装置にかけられ最終的には土壤浸透蒸散処理し、場外には一切放流しない経営内完結型処理方式であった。
- 2 メタン発酵処理：発酵槽内部のガス圧を利用して発酵槽内部を撪はんするガスリフト式で、メタンガス発生量は197.5m³/日であった。発生したメタンガスは発酵槽の保温、液状飼料の調理に有効利用されていた。
- 3 污水の浄化：原污水に対するSS、BOD、T-Nの除去率は、二段酸化処理水でそれぞれ98%、97%、70%、土壤浸透処理水でそれぞれ99%、99%、89%であり、窒素の除去率が低かった。また、余剰汚泥の管理が不十分な場合には、処理能力の低下や土壤浸透蒸散装置の目詰まり等のトラブルが認められた。

以上のことから、この污水处理施設は窒素の除去率がやや低い、適切な余剰汚泥の管理をすれば、トラブルも少なく、処理水の放流困難な大規模養豚農家に適用できると考えられた。

[Keywords: disposal of excreter, methane fermentation, activated sludge process]

試 験 方 法

緒 言

福岡県下の畜産経営に起因する環境汚染に対する苦情の発生件数は、1973年の600件をピークに年々減少し、1988年には120件とピーク時の1/5に減少している¹⁾が、最近の畜産農家戸数の減少を考えると、農家戸数に対する苦情発生件数では1973年の2%に比べ、ここ数年は約3%¹⁾と逆に増加傾向にある。

このことは、畜産経営内の要因として、特に、養豚経営に見られるような比較的土壌とのつながりの薄い集約的な飼養形態において、規模拡大の進展がふん尿処理能力を越えたこと、また、外的な要因として住宅地域が農村地帯まで急速に拡大して来たこと、地域住民の環境問題に対する意識の高まり等が考えられる。

このような状況の中で処理水の無放流、ふん尿の有効利用及び経費節減等を考慮したメタン発酵処理+活性汚泥処理+土壤浸透蒸散処理の三種類のふん尿処理方式を組み合わせた処理施設が県下の大規模養豚農家に設置されたので、その処理施設及び污水の浄化状況等の調査を行い、一応の結果を得たので概要を報告する。

※ 現農政部畜産課

1 調査対象農家

常時飼養頭数が母豚300頭、肥育豚3,100頭規模の福岡県田川郡川崎町のY畜産農家を対象とした。

2 調査期間及び調査方法

1988年6月から1990年3月まで、現地において、処理施設の維持管理状況等の聞き取り調査を行うと共に、污水の浄化状況を把握するために定期的に水質調査を実施した。

3 調査項目

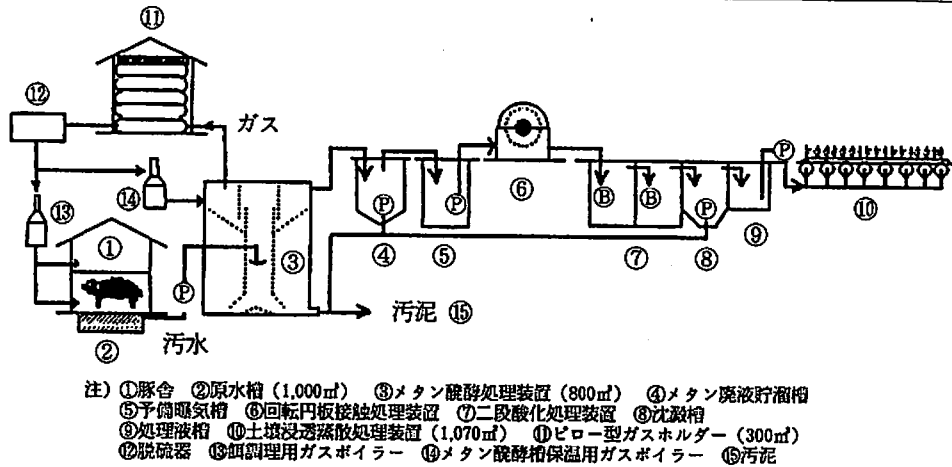
現地調査ではふん尿処理施設の概要、処理施設の維持管理、動力装備状況と装備動力の電気料、メタンガスの発生量及び利用状況等を調査した。

水質調査は第1図のフローシートで示した②原污水、④メタン処理水、⑥回転円板接触処理水、⑨二段酸化活性汚泥処理水、並びに⑩土壤浸透蒸散処理水の5検体を採水し下水試験方法²⁾によりpH、SS、BOD、T-N、NH₄-N、NO₃-Nの定量成分分析を行った。

結果及び考察

1 ふん尿処理施設の概要

施設の処理方式は第1図に示した。豚舎(①)から排出された污水を原水槽(②1,000m³)に流入し



第1図 ふん尿処理施設のフローシート

た後、メタン発酵処理装置 (③800 m^3) で一次処理し、メタン廃液貯溜槽 (④) から予備曝気槽 (⑤) を経て、回転円板接触装置 (⑥) と二段酸化処理装置 (⑦) で二次処理した後、最終的には土壌浸透蒸散処理装置 (⑩) で三次処理し、場外には処理水を一切放流しない経営内完結型であった。

汚水の処理段階で発生する汚泥 (③, ④, ⑧) の汚泥は余剰汚泥として抜き取られた後、堆肥舎でふんと混合処理され発酵堆肥として販売されていた。

なお、メタン発酵処理は発酵槽内部のガス圧を利用して発酵槽内部を撈はんするガスリフト方式であった。上述のとおり、汚水浄化のためには一次処理から三次処理までしなければ環境保全が保てない現実を考える時、畜産経営存続の厳しさを明示している。

2 処理施設の維持管理と動力装備状況

ふん尿処理施設は専任者1人で管理されており、堆肥舎施設を含む処理施設全体の管理時間は約2時間/日 (メタン発酵施設15分、活性汚泥処理施設60分、土壌浸透蒸散施設10分、堆肥舎施設35分) であった。処理施設の動力装備状況は、汚水の移送、曝気、消泡、汚泥引き抜き用としてポンプが11台、活性汚泥法による汚水浄化のための曝気用ブローア4台、さらに汚泥を含む発酵堆肥生産のための通気ブローア18台が装備されていた (第1表)。第1表中の (*) の動力は、連日、稼動していたが、その他の動力は必要に応じて1回当たり2~5時間程度、使用されていた。これらを稼動させるための処理施設全体の電気料金は約112,500円/月で、豚1頭当たり換算では約33円/月と試算された。

3 メタン発酵装置におけるメタンガス発生量

第1表 ふん尿処理施設の動力装備

装置名	動力名	台数	消費電力
		台	kw/h
原水槽	移送ポンプ	1	3.7
メタン発酵	コンプレッサー	1	0.4 (*)
	補助ブローア	1	5.5
	汚泥ポンプ	1	3.7
活性汚泥	移送ポンプ	2	0.75 (*)
	曝気モーター	1	1.5 (*)
	曝気ブローア	4	1.5~3.75 (*)
	汚泥ポンプ	3	1.5~3.75 (*)
	調整ポンプ	2	0.75
土壌浸透	移送ポンプ	1	1.5
堆肥舎	通気ブローア	18	0.4 (*)

注) (*)は24h/日、連続使用

第2表 メタンガス発生量

汚水量	液温	pH	有機物負荷	ガス発生量
(m^3 /日)	($^{\circ}\text{C}$)		(kg/m^3 , 日)	(m^3 /日)
16.7	30.6	7.5	1.8	197.5
± 3.2	± 1.3	± 0.1	± 0.3	± 28.6

メタンガス発酵装置に流入する汚水量は17 m^3 /

日で日間の変動が意外と少なかった（第2表）。このことから、調査期間中の飼養頭数や除ふん方法等に大きな変動がなかったことが推測された。

家畜ふん尿の場合、経済性や維持管理の面から中温発酵が適当であるとの報告がある⁴⁾が、本施設でも中温発酵が採用されており、発酵槽液温は冬期の数カ月間に30℃を下回ったことがあったが、約31℃前後に、pHもガス生成に関与する細菌の最適pH 7.0～7.5に保持され、発酵槽に投入する有機物負荷量も約2 kg/m³・日で、標準的負荷量2～4 kg/m³・日⁴⁾であった。

このため、メタンガス発生量は約200m³/日で年間を通じ安定していた。また、メタンガスは発酵槽の保温と液状飼料の調理に利用され、プロパンガス代50万円/月が節約されていると試算された。

4 汚水の成分変化

各装置における汚水浄化による成分変化を第3表に示した。メタン発酵処理でのBOD除去率は61%であり、羽賀の報告³⁾とほとんど同じ結果であった。

メタン発酵の場合、T-N（全窒素）は増減しないが、NH₄-N（アンモニア態窒素）は発酵液中に重炭酸塩等の形で溶解しているために揮散されず保持され、T-P（全リン酸）も減少することなく発酵液中に保持されるとの報告もある⁴⁾が、本調査でもBODを除く成分は全く減少せず、逆に増加傾向を示した（第3表）。このことは発生するメタンガスが発酵槽の保温や餌の調理に利用できる長所を考慮せず、汚水の浄化処理と言う視点からすれば短所と言える。

亀岡ら⁶⁾は流入汚水のBOD濃度が3,600ppmの時の回転円板接触装置でのBOD除去率は83%と報告している。本調査でも回転円板接触装置に流入したBOD濃度は約3,600ppmで全く同濃度であったが、その除去率は27%と極端に低く、原汚水に対する除去率も72%程度であった。この除去率が低かった原因としては、①予備曝気槽での曝気不足による浄化能の低下、②メタン廃液貯溜槽の余剰汚泥引き抜きが十分に行われなかったこと、さらに、生物処理に適したBOD:N:Pの比率は100:5:1程度で、窒素の割合を高めても100:15:1が限度との報告もある⁹⁾が、亀岡の調査⁶⁾ではBOD:Nは100:68であり、本調査でもBOD:N:Pは100:100:50と、③BODに比べ窒素やリンの比率が特に高かったこと等が考えられた。

回転円板処理水に対する二段酸化処理装置における除去率はSSで78%、BOD89%、T-N30%、

第3表 汚水の成分変化

汚水の種類	pH	SS	BOD	T-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	T-P
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
原汚水②	7.2	5,085	9,266	2,317	1,505	17	589
メタン処理水④	7.5	13,315	3,597	3,249	2,097	27	1,205
		(-)	(61)	(-)	(-)	(-)	(-)
回転円板処理水⑥	8.7	934	2,613	1,373	972	171	248
		(93)	(72)	(58)	(54)	(-)	(79)
二段酸化処理水⑨	7.7	208	286	961	708	215	123
		(98)	(97)	(70)	(66)	(-)	(90)
土壌浸透処理水⑩	7.6	127	57	359	223	101	-
		(99)	(99)	(89)	(89)	(-)	(-)

注) (-)内はメタン処理水に対する除去率（BODは原汚水に対する除去率）

NH₄-N27%であり、SSとBODの除去率は比較的高かったが、窒素の除去率は非常に低かった。

二段酸化処理に限らず標準活性汚泥法、接触安定化法、酸化溝法等⁹⁾の活性汚泥法では、窒素の除去率が低いことが一般的であるが、窒素、リン、BODと同時に、しかも、高率で除去する技術は家畜尿汚水を対象としては未だ確立されておらず、今後の研究に待つところが多い。

土壌浸透蒸散処理は土壌の孔隙による濾過作用、土壌粒子の吸着作用、土壌微生物によるSS等の有機物の分解作用を活用するものであるが、あまりに有機物濃度が高いSSを流入させると土壌孔隙が目詰まりし処理水の浸透蒸散ができなくなる。

このため、土壌浸透蒸散処理施設へのSS濃度は、一般的には250ppm以下⁷⁾にすべきだと言われている。

本調査では、土壌浸透蒸散処理装置に流入する二段酸化処理水のSS濃度は年間平均では208ppmであったが、時には600～700ppmという高濃度のSSが流入し、目詰まりによるトラブルが発生していた。この最終段階でのトラブルさえ防止できれば、処理水の放流困難な大規模養豚農家に適用できる処理施設と考えられた。

謝 辞

本調査の実施にあたり多大の御協力を頂いたY畜産農家、川崎町役場、県田川農業改良普及所並びに飯塚農林事務所の関係者に感謝の意を表します。

引用文献

- 1) ふくおかの畜産 (1989) : 福岡県. 29~38.
- 2) 下水試験方法 (1974) : 社団法人日本下水道協会. 62~137.
- 3) 羽賀清典 (1984) : ふん尿のメタンガス利用. 畜産公害対策全書. 株式会社鶏卵肉情報センター, 128~148.
- 4) 羽賀清典 (1976) : 家畜ふん尿のエネルギー利用, 特にメタンガス生産利用法. 畜産の研究, 30 (1), 222~226.
- 5) 亀岡俊則 (1990) : 豚舎汚水の処理技術. 畜産技術, 422, 5~9.
- 6) 亀岡俊則・松本浩一・明度昌夫 (1976) : 畜舎高濃度汚水の処理に関する研究 [1]. 大阪府農林技術センター研究報告 13, 75~82.
- 7) 佐野 修 (1976) : 豚舎汚水の土壌浸透蒸散法による処理. 畜産の研究, 30 (1), 159~164.
- 8) 中央畜産会 (1978) : 家畜排せつ物の処理・利用の手引. 121~126.
- 9) 代永道裕 (1989) : 水質汚濁とくに窒素・りんに関する基礎的知見. 平成元年度家畜ふん尿処理利用研究会資料. 農林水産省畜産試験場・農林水産省草地試験場. 17~22.

Piggery Waste Managing System using Aerobic and Anaerobic Digestion

ASADA Kenichi, Shigeru TOKUMITSU, Kyujiro TAKAMUKU and Shigetaka YAMASHITA

Summary

The waste of 3,400 pigs was treated by the new type anaerobic digestion before the aeration.

The volume of treatment was 17m³ per one day.

The system had a 1,000m³ holding tank, a 800m³ anaerobic digester vessel and a 200m³ gas holder, rotating disc system, two steps airtation system and a soil column.

This digester was stirred, overflowed by the gas lift method.

The handling of the digester was easy and the cost was low.

The effluent from the digester could be treated with the soil column after the aeration.

The methane gas producted was 200m³ per one day by the digester.

The gas was utilized for cooking a liquid feed for fatting pigs.

The reductions in suspended solids (98 percent), BOD₅ (97 percent), total kjeldahl nitrogen (70 percent) in the effluent were achieved by the anaerobic digestion and the aeration .

The major trouble in the all system was been caused in the soil column system.

This trouble, that the effluent with the high suspended solids reduced the filtering through the efficiency soil column system, has being settled in the removal of the sluge in the digester and the aerater.

農業総合試験場の組織

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

農業総合試験場 研究報告類別

作 物 ……A

園 芸 ……B

畜 産 ……C

福岡県農業総合試験場研究報告

C (畜 産) 第10号

平成 2 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 2	登録番号 7