

# 福岡県農業総合試験場特別報告

第 2 9 号

---

高能力乳用牛の多頭数飼養方式に関する研究  
－現状の問題点と解決への方策－

---

平成 2 1 年 3 月

福岡県農業総合試験場  
(福岡県筑紫野市大字吉木)

SPECIAL BULLETIN  
OF  
THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

No.29

Studies on Large Herds Management of High Genetic Merit Dairy Cattle  
— present problems and methods for settlement —

by

Manabu Yokoyama

THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan

March 2009

---

高能力乳用牛の多頭数飼養方式に関する研究  
－現状の問題点と解決への方策－

---

横山 学

2009

## 要 約

本研究は、高能力乳用牛の多頭数飼養に関し、改良、繁殖、哺育、自給飼料給与、飼料利用性、飼養管理等の幅広い観点から現状の問題点を探り、今後の改善策を検討したものである。

1. 福岡県（以下、本県）のホルスタイン雌牛集団における泌乳能力の現状を把握するため、推定育種価（EBV）の年次的変化を求め、北海道および都府県平均と比較・検討した。また、全国の EBV パーセンタイルを 6 つに区分けし本県牛を当てはめ、改良方向を分析した。

その結果、①本県牛は、乳量および乳成分量 EBV は、北海道と同等またはそれ以上で都府県平均よりも高く推移したが、乳成分率 EBV は、北海道よりも低く推移していた。②乳量および無脂固形分量 EBV において、全国上位牛における本県検定牛の割合は増加傾向であり、下位牛の割合は減少傾向であった。乳脂肪量および乳蛋白質量 EBV では、2001 年以後、上位牛が減少し、下位牛が増加していた。

これらより、本県牛は、北海道と同等の泌乳能力を持ち、乳量・乳成分量 EBV は向上しているが、乳成分率 EBV は低下していることが明らかとなった。本県における改良方向は、乳成分向上よりも乳量重視であったが、今後、乳成分 EBV の高い種雄牛の利用を推進していく必要があると考えられた。

2. 泌乳牛の泌乳成績と繁殖成績の関連について知見を得るため、1999 ～ 2005 年における福岡県の牛群検定データを解析した。

その結果、泌乳成績および体重は増加、繁殖成績は低下傾向にあり、濃厚飼料による TDN および CP 充足率は低下傾向にあった。分娩間隔については、体重、乳蛋白質率および無脂固形分率と正の相関が ( $p<0.05$ )、空胎日数に関しては、体重との間に 0.899、乳脂率との間に 0.928、無脂固形分率との間に 0.889 の正の相関係数が得られ ( $p<0.01$ )、乾物要求量 ( $p<0.01$ )、TDN および CP 要求量 ( $p<0.05$ ) との間に有意な正の相関が、濃厚飼料による TDN および CP 充足率 ( $p<0.05$ ) との間に負の相関が見られた。分娩後初回授精日数は、体重 ( $p<0.05$ )、乳脂率 ( $p<0.05$ )、乳蛋白質率および無脂固形分率 ( $p<0.01$ ) との間に有意な正の相関を示した。

以上より、繁殖成績を向上させるには高泌乳牛に対応した飼養管理が必要であると考えられた。

3. 多頭数飼養方式における繁殖成績の向上を目的とし、省力的繁殖管理法である排卵同期化・定時人工授精 (OVSYNCH/定時 AI) について検討した。併せて、TDN 充足率の違いと OVSYNCH/定時 AI 成績との関係を調査した。

本試験では、分娩後 7 週における TDN 充足率で 90%以上と 90%未満に区分けし、さらに、それぞれを分娩後 60 日から OVSYNCH/定時 AI する区と自然発情時に人工授精する区に区分けし、計 4 区（① 90%以上 OV 区、② 90%未満 OV 区、③ 90%以上無処理区、④ 90%未満無処理区）で比較・検討した。その結果、受胎に要した授精回数、受胎率、分娩間隔

は、90%以上 OV 区が最も優れ（1.3 回，83.3 %，382.5 日），乳代損益の試算においても 90%以上 OV 区が最も高い値を示した。

これらのことから，TDN 充足率が 90 % 以上もしくは 90%未満のいずれの場合でも OVSYNCH/定時 AI は分娩間隔の短縮に有効であったが，泌乳初期のエネルギー不足を緩和した上で OVSYNCH/定時 AI を行うことが最も効果的であると考えられた。

4. 多頭数飼養では哺育管理の省力，低コスト化が求められる．そこで，集団哺育の手法として哺乳ロボットを用い，代用乳設定量が子牛の人工乳摂取量および発育に及ぼす影響について，4ℓ（対照区），3.2ℓ（少量区），10ℓ（多量区）の 3 区で比較した。

その結果，①少量区の人工乳摂取量は対照区および多量区よりも多かった．②1～3 週齢では，少量区および対照区の子牛の哺乳ロボットアクセス回数は多量区よりも多くなったが，3 週齢以降，人工乳自動給餌装置アクセス回数が増加し，哺乳ロボットアクセス回数が減少した．③多量区における 4 週齢および 5 週齢時の体重と代謝体重は，少量区よりも大きい傾向を示した．④5 週齢までに人工乳 1kg を摂取した子牛の割合は少量区では 100 %であったが，対照区では 25 %，多量区では 0 %であった．⑤哺育コストは，多量区は 8,324 円，少量区は 3,893 円であった。

以上のことから，哺乳ロボットにおける 1 日当たりの代用乳設定量は，子牛の増体を目的とする場合は 10 ℓ，早期離乳・哺育コスト低減を目的とする場合は 3.2 ℓ，が望ましいと考えられた。

5. 乳牛の多頭数飼養方式において低コストかつ省力的にロールベールサイレージを給与する目的で，給与方法の違いが泌乳牛の飼料摂取量および泌乳成績に及ぼす影響について検討した。

試験は，分娩後 5～7 ヶ月のホルスタイン種泌乳牛を用い，3 群×3 期のラテン方格法で行った．ロールベールサイレージを細断し TMR と混合して給与する区（混合給与区），ロールベールサイレージを無細断で TMR と別々の飼槽で給与する区（分別給与区），同一飼槽において無細断ロールベールサイレージ上に TMR を載せて給与する区（同時給与区），の 3 区を設定し，泌乳牛の飼料摂取量および泌乳成績等を調査した。

その結果，①ロールベールサイレージの摂取量は，混合給与区および同時給与区が分別給与区より有意に高い値を示した．②乳量・乳成分は，各区に差は認められなかった．③摂取飼料費および乳飼比は，混合給与区および同時給与区が，分別給与区より低い値を示した。

以上のことから，同時給与区は分別給与区よりも，ロールベールサイレージの摂取量が多く，また，同時給与区は混合給与区と同等の泌乳成績が得られることが明らかとなった。

6. 高泌乳牛には高エネルギー飼料給与が不可欠であるが，多頭数飼養方式における経営安定の面からも，バイオエタノール製造等に対応した新たなデンプン質飼料を探索する必要がある．そこで，乾燥カンショを含む TMR 給与が，泌乳牛の乾物摂取量，第一胃内性状および泌乳成績に及ぼす影響について明らかにするため，給与試験を実施した。

フリーストールバーン飼養の 4 頭のホルスタイン種泌乳後期牛を用い，1)乾燥カンショ

を含む TMR（乾燥カンショ区）、2)大麦を含む TMR（大麦区）、の 2 つの TMR の影響について、2 × 2 のクロスオーバー法で調査した。その結果、乾物摂取量、第一胃内容液 pH、プロトゾア数、VFA モル比率（%）および A/P 比について、処理区間に差はなかった。また、乳量および乳脂率（%）に差は認められなかったが、乳蛋白質率（%）について乾燥カンショ区よりも大麦区のほうで高い傾向が見られた。

これらの結果から、乾燥カンショ給与による乾物摂取量、乳量、乳脂率（%）および第一胃内性状への影響は大麦給与時と変わらないことが示唆された。しかしながら、乳蛋白質率（%）から見ると、尿素等の併給について検討の余地があると考えられた。

7. 泌乳初期におけるエネルギー不足を解消するためには、TMR の消化率を向上させ乾物摂取量を高める必要がある。そこで、TMR への酵素剤の添加が *in vitro* 乾物消化率ならびに泌乳牛の乾物摂取量、第一胃内性状、泌乳成績に及ぼす影響を検討した。

その結果、*in vitro* 消化試験（対照区、酵素剤 A 区、同 D 区、同 N 区）において、酵素剤添加は TMR の *in vitro* 乾物消化率を高めた。特に、酵素剤 A 区は対照区より培養後 3 時間で高く（ $p < 0.05$ ）、6 および 48 時間でも高い傾向が見られた。

酵素剤 A を用いた泌乳牛での給与試験では、TMR 摂取量は酵素剤 A 区で向上し、第一胃内プロピオン酸割合では対照区より高い値を示した。乳量も向上し、分娩後 2, 3 週次では酵素剤 A 区が対照区よりも高い傾向を示した。さらに、乳成分の向上も認められた。

以上のことから、TMR への酵素剤添加は、第一胃内乾物消化率を向上させ、摂取量、泌乳成績を向上させることが明らかとなった。

# **Studies on Large Herds Management of High Genetic Merit Dairy Cattle**

## **— Present problems and methods for settlement —**

**by**

**Manabu Yokoyama**

### **Summary**

#### **(1) Genetic Trends of Milk Production on Holstein Cows**

To investigate the milk production abilities of Holstein cows in Fukuoka, estimated breeding value (EBV) trends in Fukuoka were compared with averages of those in Hokkaido and all other prefectures. To analyze breeding programs, the EBV of Holstein cows in Fukuoka were classified into six classes by Japanese EBV percentile.

① EBV of milk yield (kg) and milk composition (kg) in Fukuoka tended to be equal to those in Hokkaido, but higher than the averages in other prefectures. However, EBV of milk composition (%) in Fukuoka tended to be lower than that in Hokkaido.

② Holstein cows in Fukuoka by EBV of milk yield (kg) and solids-not-fat (%) tended to increase in the top three classes but were less in the sixth class by Japanese EBV percentile; however, Holstein cows in Fukuoka on EBV of milk fat (kg) and milk protein (kg) tended to decrease in the first class by Japanese EBV percentile.

The results suggested that the present breeding program in Fukuoka stresses milk yield (kg) rather than milk composition (%). However, from the viewpoint of an effective breeding program in Fukuoka, we propose inseminating semen from sires with high EBV of milk composition (%) characteristics.

#### **(2) Relationships between Reproductive Performance, Milk Production and Nutritional Status in Dairy Cows in Fukuoka, Japan**

This study was conducted in order to determine the relationships between reproductive performance, milk production, and nutritional status in dairy cows. Data of the Dairy Herd Performance Test for Fukuoka prefecture from 1999 to 2005 were investigated to clarify these relationships.

The milk yield, milk fat%, milk protein% and solids-not-fat% tended to increase year by year and the body weight tended to be heavier as well. The mean of days to first service, days open and calving intervals showed a trend to be delayed. However, from 1999 to 2005, the amount of concentrate feed did not increase. Meeting the nutritional requirements of concentrate feeding

tended to decrease year by year. Calving intervals correlated ( $P<0.05$ ) with body weight, milk protein% and solids-not-fat%. The average days open correlated with body weight ( $r=0.899$ ,  $P<0.01$ ), milk fat% ( $r=0.928$ ,  $P<0.01$ ) and solids-not-fat% ( $r=0.889$ ,  $P<0.01$ ). Correlation between, the average days open and the dry matter requirement ( $P<0.01$ ), TDN requirement ( $P<0.05$ ), CP requirement ( $P<0.05$ ), and the level of TDN and CP intake% by concentrate ( $P<0.05$ ) were also shown. The average days to first service correlated with body weight ( $P<0.05$ ), milk fat% ( $P<0.01$ ), milk protein% ( $P<0.01$ ) and solids-not-fat% ( $P<0.01$ ).

These results suggest that adequate feeding management is imperative in order to improve reproductive performance in high-producing dairy cows.

### **(3) Shortening of Calving Intervals by Ovulation Synchronization / Fixed-Time Artificial Insemination of Dairy Cows**

The study sought to determine the effects of ovulation synchronization / fixed-time artificial insemination (OVSYNCH/TAI) on calving intervals, and to determine the relationships between reproductive performance by OVSYNCH/TAI and nutritional status in Holstein dairy cows.

Twenty-four Holsteins were divided into four groups; Group1: OVSYNCH/TAI and total digestible energy (TDN) intake/requirements (%) at 7wk postpartum were more than 90% ( $n=6$ ), Group2: OVSYNCH/TAI and TDN intake/requirements at 7wk postpartum were less than 90 % ( $n=6$ ), Group3: Untreated and TDN intake/requirements at 7wk postpartum were more than 90% ( $n=6$ ), Group4: Untreated and TDN intake/requirements at 7wk postpartum were less than 90 % ( $n=6$ ).

Group1 were superior by number of inseminations for conception, conception rate and calving intervals to other groups, and were thus more economical.

These results suggested that OVSYNCH/TAI improves reproductive performance in dairy cows and is more effective at a high level of TDN intake % in early lactation.

### **(4) Effects of Feeding Limitations in Automatic Milk Replacer Feeding System on Calf-starter Intake and Calf Growth**

This study aimed to determine the effects of feeding limitations in an automatic milk replacer feeding system on calf-starter intake and calf growth. Eleven Holstein male calves were divided into three groups; 1) limitation of milk replacer to 3.2 liter (3.2L,  $n=4$ ), 2) limitation 4 liter (4L,  $n=4$ ), and 3) limitation 10 liter (10L,  $n=3$ ).

- ① Total calf-starter intake at 1 to 5 wk of age was higher in the 3.2L group than in 4L and 10L.
- ② At 1 to 3 wk of age, the frequency of access to the automatic milk replacer feeding system of the 3.2L increased to more than the 4L and 10L. However, at 3 to 5 wk of age, the frequency of access to the automatic milk replacer feeding system of the 3.2L group had decreased but the frequency of access for 4L and 10L to automatic calf-starter feeding system increased.
- ③ At 4 wk and 5 wk of age, body and metabolic body weights of the 10L group tended to be



heavier than that of 3.2L.

④ At 5 wk of age, the percentage of calves in each group that took calf-starter of more than 1kg were 3.2L:100%, 4L:25%, 10L:0%. The Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle (1999) notes that the weaning yardstick is a calf-starter intake of more than 1kg.

⑤ In respect to nursing costs, the 10L group was higher than the 3.2L.

These results suggested that the 10L limitation was good to obtain heavy body weights; however, from the viewpoint of nursing cost, the 3.2L limitation for early weaning was more economical.

#### **(5) Effects of a Roll-bale Silage Feeding Method on Feed Intake and Lactation Performance in Lactating Dairy Cows**

This study examined of a roll-bale silage feeding system that does not require the use of cutting and mixing machine, which can be labor intensive as well as expensive. The roll-bale silage was Italian ryegrass. Six Holstein cows in late lactation were used in a  $3 \times 3$  Latin square design to examine the effect of 3 feeding systems: 1) MIXED — cut roll-bale silage mixed with TMR; 2) SEPARATED — uncut roll-bale silage fed separately from TMR; 3) LAYERED — TMR laid over uncut roll-bale silage. The cows were housed in a free-stall barn.

① Roll-bale silage intake was higher in the MIXED and LAYERED methods than in the SEPARATED system.

② There were no differences in lactation performance.

③ With respect to feeding costs, the MIXED and LAYERED methods were lower than the SEPARATED one.

These results suggested that the LAYERED method was equal to the MIXED in roll-bale silage intake, lactation performance, and feeding costs.

#### **(6) Effects of a Total Mixed Ration Containing Dried Sweet Potato on Dry Matter Intake, Rumen Fermentation, and Lactation Performance in Lactating Dairy Cows.**

This study aimed to determine the effects of a total mixed ration (TMR) containing dried sweet potato on the dry matter intake, rumen fermentation, and lactation performance in lactating dairy cows. Four Holstein cows in late lactation were used in a  $2 \times 2$  crossover design to examine the effect of 2 TMRs : 1) DSP — TMR containing dried sweet potato (DSP) (8.6% on a dry matter basis) and 2) FB — TMR containing flaked barley (FB) (10% on a dry matter basis). The cows were housed in a free-stall barn.

There were no statistical differences in mean daily dry matter intake, ruminal pH and protozoal number or mole percentage of rumen volatile fatty acids and A/P ratio between the treatments. Though there were no statistical differences in milk yield and milk fat%, milk protein% tended to be higher in the FB than the DSP.

These results suggested that DSP was equal to FB in mean daily dry matter intake, milk yield

and milk fat%, and rumen fermentation. However, from the viewpoint of milk protein%, there is room for improvement of feeding value of DSP.

**(7) Effects of Enzyme Supplementation of Total Mixed Ration on *In Vitro* Dry Matter Digestibility, Dry Matter Intake, Rumen Fermentation, and Lactation Performance in Early Lactation Dairy Cows.**

This study aims to determine the effects of enzyme supplementation of TMR on *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD), dry matter intake (DMI), rumen fermentation, and lactation performance.

1) We compared the IVDMD from four treatments: control, EA (xylanase and pectinase), ED (cellulase, pectinase and protease), and EN (cellulase and pectinase). The enzyme supplementation was added at 2% of the TMR dry matter. The IVDMD of EA was significantly ( $P<0.05$ ) higher than in the controls after 3h of incubation, and tended to be higher than the control after 6h and 48h of incubation.

2) Seven Holstein cows in early lactation were used in the examination (control:n=3, EA:n=4). EA was added at 2% of the TMR dry matter. The percentage of propionic acid in the rumen fluid was higher in EA than in the control at 2 wk ( $P<0.05$ ) and 14 wk ( $P<0.01$ ) postpartum. DMI, milk yield and milk composition % with EA-supplemented TMR were greater than in the controls.

These results suggest that the offer of TMR with EA improves DMI and lactation performance because of improved digestibility and rumen fermentation.