

ホルスタイン種個体乳における氷点の変動要因

高田 修*・榎本全能**・富永敬一郎*

要 約

個体乳(牛群検定乳)において氷点の変動要因を分析した。

- 1 高氷点農家群(個体例数303例)は低氷点農家群に比較し,多頭飼養で高乳量であるが,乳蛋白質率と無脂固形分率は低かった。
- 2 低氷点農家群(個体例数162例)は,泌乳期や夏季の影響が明瞭であった。
- 3 氷点と乳成分率との相関は,バルク乳より個体乳において高い相関が得られ,無脂固形分率では $-0.71 \sim -0.75$ の高い相関であった。
- 4 氷点と体細胞数との関連は,低氷点農家群と高氷点農家群との差は認められないが,高氷点個体群は低氷点個体群より明らかに体細胞数が多かった。

Factors of Change in Freezing Point of Individual Holstein Cow Milk in Hyogo Prefecture

Osamu TAKATA, Masayoshi ENOMOTO and Keiichiro TOMINAGA

Summary

The purpose of this survey was to investigate the factors of influences on the freezing point of individual cow milk. Data of the freezing point processing of Dairy Herd Improvement (DHI) records obtained from 6 farms during 2004 through 2005 fiscal year were analyzed. Cows that had records of more than 8 continuous monthly tests were chosen for analysis.

- (1) The farm group (no.of cows: 303) at high level of freezing point was larger scale, higher in milk yield and lower in rates of protein and solid non-fat in milk than farm group at low level of freezing point.
- (2) Farm group (no.of cows: 162) at low level of freezing point was clearly influenced by lactation period and the summer season.
- (3) Negative correlation of the freezing point with the solid non-fat rate of individual cow milk was higher ($r=-0.71 \sim -0.75$) than that of bulk milk.
- (4) Somatic cell count (SCC) was higher for cow group at high level of freezing point than for that at low level of freezing point; however there was no difference in SCC between farm groups.

キーワード：氷点, 個体乳, 変動要因, 乳成分率, 泌乳期, 体細胞数

緒 言

従来の氷点測定は加水有無の判定を目的としている。事実,バルク乳では加水の疑い¹⁾が生じているが,氷点

の変動と加水の程度については判定が困難である。氷点変動は加水のみならず飼養環境等の影響を強く受けているものと推察されるが,その変動要因は明確にされていない。そこで,加水を排除した条件での要因調査が必要であり,加水要因が無いと推察される牛群検定乳(個体乳)において,生乳氷点の変動要因を検討した。

2007年8月31日受理

* 兵庫県立農林水産技術総合センター淡路農業技術センター

** 兵庫県酪農農業協同組合連合会

材料及び方法

1 牛群検定農家群の選定

兵庫県内酪農家の牛群検定実施農家において、2005年度のパルク乳氷点平均値から、低・中・高氷点農家に区分し、それぞれ12戸ずつを選定した。その内から、2004・2005年度牛群検定成績が完備している中規模以上の農家で、牛群検定乳氷点平均値から、低及び高氷点農家をそれぞれ6戸ずつ（本州地区3戸、淡路地区3戸）選定した。

2 個体乳成績の集計

2004年3月21日～2005年6月31日の間に分娩した牛で、分娩後連続8回以上の検定値が完備している牛の牛群検定成績値を集計した。乳量は305日補正乳量を使用した。

3 農家内個体群の選定

低及び高氷点農家群の中から、それぞれの氷点平均値から0.005以上差のある個体を低及び高氷点個体群として選定した。なお、個体の氷点は10回検定成績の平均値を使用した。

4 生乳成分測定方法

生乳成分の測定は、全て兵庫県酪農農業協同組合連合会生乳検査所において実施し、氷点・乳脂肪率・乳蛋白質率・無脂固形率はミルコスキャン4300で、体細胞数はフォソマチック430で、細菌数はバクトスキャンFC50（以上、FOSS ELECTRIC社製造）で測定した。

5 統計処理

統計処理は、スチューデントのt検定、一元配置分散分析法或いはピアソンの相関係数の検定で実施した。

結 果

1 低及び高氷点農家群の比較

(1) 平均値比較

低及び高氷点農家群の個体例数は、それぞれ162例、303例で、高氷点農家群の方が多頭飼養であった。氷点の平均値は、低氷点農家群が -0.5257°C 、高氷点農家群が -0.5179°C で、差は 0.0078°C であった（表1）。なお、個体乳氷点の最高値は -0.477°C 、最低値は -0.567°C であった。

低氷点農家群は産次・乳量が有意に低く、乳蛋白質率・無脂固形率が有意に高かった。乳脂肪率と体細胞数は有意差がなかった。

個体乳氷点の泌乳期変動は、いずれの群も分娩後が

表1 個体乳氷点による農家群別の乳量・乳成分等の比較

区 分	低氷点農家群	高氷点農家群	P 値
例 数(頭)	162	303	
産 次	2.23±1.23	2.73±1.57	0.001
補正乳量(kg)	9,661±1,572	10,236±1,932	0.001
乳脂肪率(%)	3.96±0.56	3.98±0.45	0.695
乳蛋白質率(%)	3.29±0.20	3.23±0.20	0.002
無脂固形分率(%)	8.78±0.26	8.65±0.30	0.000
体細胞数(万/ml)	32.0±44.3	30.9±44.9	0.810
氷 点($^{\circ}\text{C}$)	-0.5257 ± 0.0046	-0.5179 ± 0.0054	0.000

平均値±標準偏差 P値：スチューデントのt検定

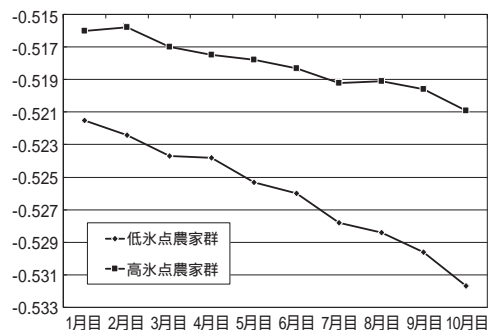


図1 個体乳氷点の泌乳期変動（農家群別）

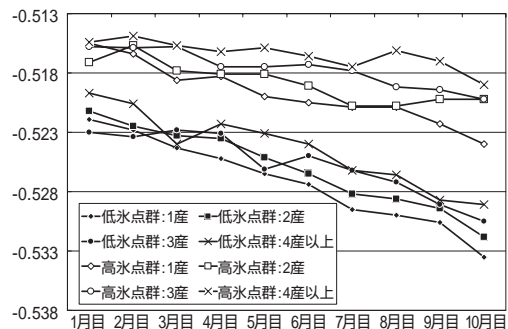


図2 個体乳氷点の泌乳期変動（産次別）

高く、泌乳期進行と共に低下するが、その低下割合は、低氷点農家群で大きく、高氷点農家群で小さかった（図1）。

(2) 産次別・分娩月別・乳量別比較

個体乳氷点の産次別変動は、低及び高氷点農家群共に1産が低く、産次と比例して高くなった。泌乳期変動は低氷点農家群ではいずれの産次においても泌乳期進行とともに低下し、高氷点農家群では1産では同様に低下したが、2産以上では低下割合が小さくなった（図2）。分娩月別に比較した泌乳期変動は、低氷点農家群ではいずれの分娩月においても夏季に上昇したが、高氷点農家

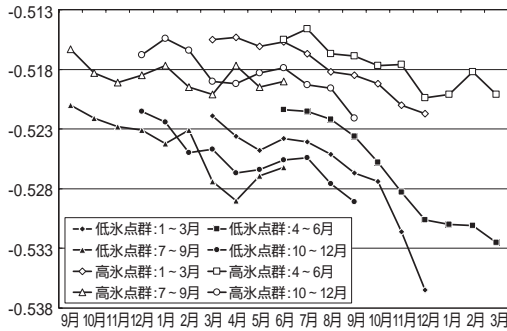


図3 個体乳氷点の泌乳期変動(分娩月別)

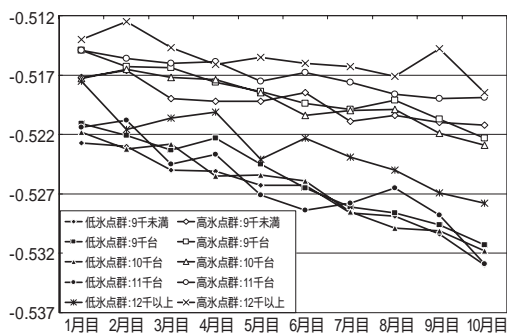


図4 個体乳氷点の泌乳期変動(乳量別)

群では夏季に上昇する傾向が認められるものの、特に明瞭な差は認められなかった(図3)。

乳量別変動は、低氷点農家群は12,000 kg以上で高く、高氷点農家群では11,000 kg台と12,000 kg以上で高かった。泌乳期変動はいずれも泌乳期進行とともに低下した(図4)。

2 氷点と乳成分率等との相関

個体乳氷点は、乳量及び体細胞数とは正の相関が、乳成分率とは負の相関が見られ、乳量の低氷点農家群以外は全て有意な相関係数が得られた。個体乳氷点と無脂固形分率との相関は低及び高氷点農家群共に0.7以上の高い相関係数が得られた。個体乳氷点と体細胞数との相関は低氷点農家群では0.35、高氷点農家群では0.23で、低氷点農家群の方が高い相関であった(表2)。

3 低及び高氷点個体群の比較

(1) 平均値比較

低及び高氷点農家群における低及び高氷点個体群の比較では、乳量・乳成分率及び体細胞数のいずれも有意な群間差が得られた。乳脂肪率と体細胞数は、農家群間差は認められなかったが、個体群間においては有意な差が認められ、低氷点個体群において乳脂肪率は

表2 個体乳氷点と乳成分率等との相関係数

項目	低氷点農家群		高氷点農家群	
	相関係数	P値	相関係数	P値
補正乳量(kg)	0.14	0.071	0.23	0.000
乳脂肪率(%)	-0.44	0.000	-0.39	0.000
乳蛋白質率(%)	-0.43	0.000	-0.50	0.000
無脂固形分率(%)	-0.71	0.000	-0.75	0.000
体細胞数(万/ml)	0.35	0.000	0.28	0.000

P値:ピアソンの相関係数の検定

表3 低氷点及び高氷点個体群の乳量・乳成分等の比較

項目	低氷点農家群		高氷点農家群		P値
	低個体	高個体	低個体	高個体	
例数(頭)	32	21	49	48	
補正乳量(kg)	9,312	10,204	9,410	10,930	0.096
乳脂肪率(%)	4.31	3.49	4.28	3.70	0.000
乳蛋白質率(%)	3.44	3.19	3.38	3.06	0.000
無脂固形分率(%)	9.04	8.47	8.95	8.25	0.000
体細胞数(万/ml)	18.2	77.7	20.4	61.1	0.000

P値:一元配置分散分析法

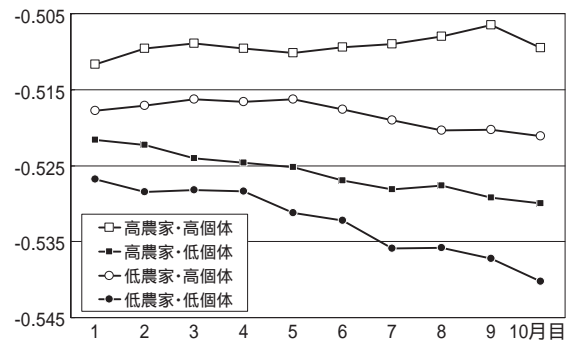


図5 氷点の泌乳期変動(高個体群と低個体群の比較)

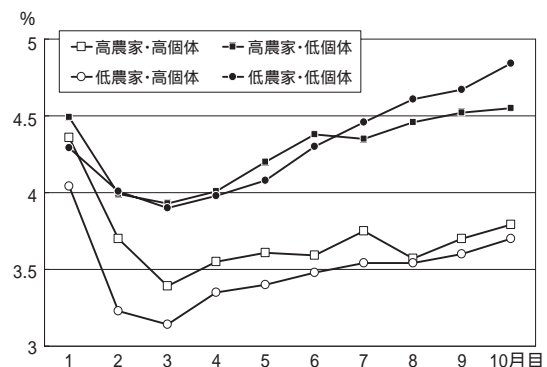


図6 乳脂肪率の泌乳期変動(高個体群と低個体群の比較)

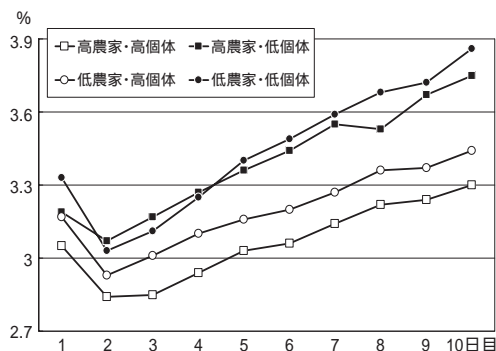


図7 乳蛋白質率の泌乳期変動（高個体群と低個体群の比較）

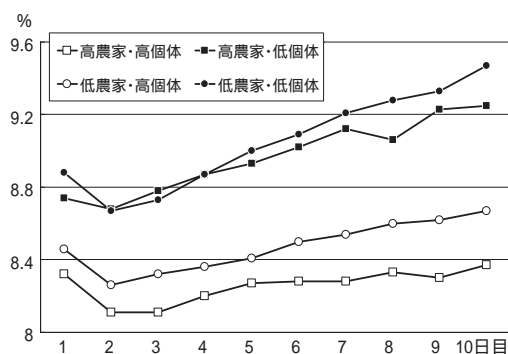


図8 SNF率の泌乳期変動（高個体群と低個体群の比較）

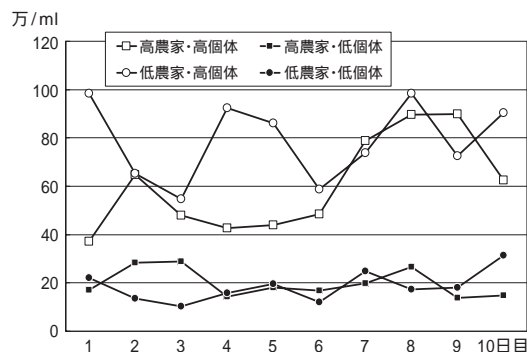


図9 体細胞数の泌乳期変動（高個体群と低個体群の比較）

有意に高く、体細胞数が有意に低い結果であった（表3）。

(2) 泌乳期変動

低及び高氷点農家群における低及び高氷点個体群の4群の泌乳期変動比較をおこなった。氷点比較では、低氷点農家・低氷点個体群は泌乳期進行と共に氷点が低下したが、高氷点農家・高氷点個体群では逆に泌乳期進行と共に上昇傾向が見られた（図5）。

乳成分率比較では、各成分とも同様の変動傾向を示し、分娩2～3月目に低下するが、その後上昇している（図6～8）。体細胞数比較では、低氷点個体群は低値のままで推移しているが、高氷点個体群は変動が

大きく、特に高氷点農家群の高氷点個体群では泌乳期後半に体細胞数が大きく上昇している（図9）。

考 察

個体乳氷点の変動要因は、バルク乳氷点より多くの要因を直接的に受けているものと考えられるため、牛の条件設定を整理しながら、要因分析を行った。バルク乳氷点¹⁾においては、高氷点バルクでは明らかに加水と思われる氷点上昇が認められた。さらに季節変動として、夏季に上昇し、冬季に低下する傾向や、乳成分率では無脂固形分率と高い相関が認められている。加水の要因を排除するため、牛群検定の個体サンプル乳を対象とし、低・高氷点農家群及び農家群内低・高氷点個体群を比較する方法で、産次別・分娩月別・乳量別にも検討を加えた。

農家群の平均値比較では、高氷点農家群の方が低氷点農家群よりも飼養頭数が多く、高産次・高乳量で、無脂固形分率と乳蛋白質率が低く、高氷点農家群では乳量主体の改良や飼養管理形態をとっているものと推察できる。氷点と乳成分率等との相関は、バルク乳より個体乳において高い相関が得られた。これは、加水等の影響がないため、要因が明確となり、相関が高まったと考察される。最新型の多成分測定では、氷点は乳糖と液体伝導率から求められている²⁾ため、氷点と無脂固形分率との相関は当然高くなるが、乳糖は牛乳の風味評価と高い相関がみられる³⁾ため、氷点は風味評価項目としても利用できると考えられる。

氷点と体細胞数とは、農家群としては低いが正の相関が認められる。農家群間の体細胞数においては有意差は認められないが、個体群間においては低個体群と高個体群との間に有意な差が認められている。個体群比較で、高氷点個体群は低氷点個体群より明らかに乳量・体細胞数が高く、乳成分率が低い。体細胞数の高いことは乳房炎が疑われるが、乳房炎では一般に乳量も低下するため、乳房炎以外に牛の改良方向や飼養管理方針が影響していることも考えられる。体細胞数は生乳評価指標に広く用いられ、その補助的評価法も検討⁴⁾されており、氷点との関連も重要と考える。

氷点の泌乳期変動は、高氷点農家群では低下傾向がやや不明瞭であり、高氷点農家群の高氷点個体群では逆に上昇傾向が見られる。この原因は高氷点農家群の高氷点個体群では、泌乳期後半に体細胞数が大きく増加しており、氷点上昇との関連性が高いと推察される。

氷点のその他の変動要因として、産次比較ではいずれの農家群においても産次と共に上昇し、季節の影響としては夏季の氷点上昇が低氷点農家群において明瞭に認め

られる。高氷点個体群で夏季の上昇が不明瞭なのは、季節要因より強い要因，例えば全般的な飼養環境要因が存在していることも推察できる。飼養環境と体細胞数との関連性も検討されており⁵⁾，飼養環境が氷点にとっても大きな要因になり得る。乳量においては，低氷点農家群では12,000 kg 以上で，高氷点農家群では10,000 kg 以上で氷点が大きく上昇していることから，高泌乳牛管理に問題点があるものと推察する。

以上より，氷点は多くの要因により変動し，生乳の品質や飼養環境を反映しているため，生乳品質の総合的な評価指標としても適していると思われる。

引用文献

- (1) 高田修・榎本全能・富永敬一郎 (2007): バルク乳における氷点の変動要因: 兵庫農技総セ研報 (畜産) 43, 6-9
- (2) 笹野貢 (1998): 消費者に安全・安心を約束する生乳の品質管理: 酪農総合研究所 99-101
- (3) 高田修・山口悦司・武田正美 (1995): 牛乳のおいしさ度評価と乳成分及び飼養環境との関連: 兵庫農技研報 (畜産) 31 61-65
- (4) 石井めぐみ・平間拓栄・樋口豪紀・永幡肇 (2006): バルク乳の体細胞数の把握を目的とした補助的評価法の検討: 日獣会誌 59 12 847-851
- (5) 山根逸郎 (2006): 繋ぎ飼いの酪農家における飼養管理要因のバルク乳体細胞数に与える影響: 日獣会誌 59 10 674-678

(1) 高田修・榎本全能・富永敬一郎 (2007): バルク乳
