

バルク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

兵庫県内における生乳品質の向上を図るため、バルク乳における氷点の変動要因を検討した。氷点平均値±標準偏差は -0.522 ± 0.006 で、最低値は -0.538 、最高値は -0.472 であった。

- 1 バルク乳氷点には季節変化が見られ、夏季が高く、冬季が低い傾向で、その差は0.005以上であった。
- 2 バルク乳氷点の高氷点牛群においても、この季節変化は同様に認められたが、牛群検定乳氷点はほぼ平均値であるため、ミルカー等からの水の混入が疑われた。
- 3 バルク乳氷点の低氷点牛群においては、牛群検定乳氷点も低いいため、氷点を低下させる何らかの要因が存在すると考えられる。
- 4 バルク乳において、氷点は無脂乳固形分率と比較的高い負の相関 ($r = -0.621$) が認められ、体細胞数とは正の相関 ($r = 0.326$) が認められた。

Survey of Freezing Point of Bulk Milk in Hyogo Prefecture

Osamu TAKATA, Masayoshi ENOMOTO and Keiichiro TOMINAGA

Summary

The purpose of this survey was to analyze the factors of influences on the freezing point of bulk milk in Hyogo Prefecture. Freezing point of 644 bulk milk from 33 farms were analyzed by the method of dairy herd improvement test (DHIT) at total of 36 times (3 times per month) in 2005 fiscal year. Three categories of farm were classified into high, average and low level based on the freezing point.

- (1) The freezing points of bulk milk were -0.522 ± 0.006 (Ave \pm SD), -0.538 (Min), and -0.472 (Max)
- (2) There was a tendency to increase in the freezing point in summer above 0.005 than that in winter.
- (3) In low and average level groups, both freezing points of bulk milk were similar to that of DHIT records.
- (4) In high level group, the freezing point of bulk milk was different from DHIT records. In referring to freezing points investigated in Ontario in USA and in Hokkaido in Japan, above -0.503 is considered to be caused by freezing of the milk during cooling, or by water adding to the milk due to rinse or added to the tank.
- (5) The freezing point of bulk milk showed negative correlation ($r = -0.621, P < 0.05$) with the solid non-fat ratio and positive correlation ($r = 0.326, P < 0.05$) with the somatic cell count.

キーワード：氷点，バルク乳，変動要因，季節変動，加水，無脂乳固形分率

緒 言

近年の酪農情勢は、飲用牛乳の消費低迷から生乳生産

の過剰傾向が見られ、生乳取引において高品質乳への要望が極度に強まっている。

生乳の品質は、従来からの乳脂肪分率や無脂乳固形分率等の栄養品質に加え、細菌数や体細胞数の衛生品質や風味が重要視されている。さらに、兵庫県においては2004

2006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

年度より氷点の測定が実施されている。

氷点は溶質のモル数に比例して低下し、牛乳に水が入ると上昇する。この現象を利用し、通常、氷点の測定は乳への加水の有無を推定するために行われており、乳価に反映する取引項目とはなっていない。

しかし、氷点は加水判定以外に牛乳のおいしさや総合的品質に関係する項目であると推察し、生乳の品質評価項目として確立するため、氷点の変動要因をバルク乳において調査した。

材料及び方法

1 調査材料

バルク乳：兵庫県酪農農業協同組合連合会会員酪農家の2005年度バルク乳定期検査における全成績の内、年間成績が揃っている644バルクを対象とした。定期検査は、毎月上旬・中旬・下旬の3回検査で、年間36回の検査数である。

牛群検定乳：牛群検定実施農家のバルク乳氷点年間平均値から高氷点牛群10戸・平均氷点牛群12戸・低氷点牛群12戸を選定した。この内、平成17年度検定成績が完備している多頭（30頭以上）飼養農家を牛群検定対象材料として、高氷点牛群8戸・平均氷点牛群12戸・低氷点牛群11戸をさらに選定した。

2 測定方法

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・脂肪率・蛋白質率・無脂乳固形分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、細菌数はパクトスキャンFC50（以上、FOSS ELECTRIC社製造）で測定した。

3 統計処理

相関係数の検定はピアソンの方法で、母数の検定は対応のあるt検定で行った。

結 果

1 バルク乳年間平均値の基本統計数値

バルク乳定期検査36回を平均した年間平均値の基本統計数値を表1に、氷点の分布を図1に示す。

氷点（ ）の平均値は - 0.522で、最低値は - 0.538、最高値は - 0.472、標準偏差は0.006、範囲は0.066であった。中央値は - 0.523であり、平均値の方が高い値であった。平均値と中央値の関係では、脂肪率・蛋白質率は平均値がやや高く、無脂乳固形分率は平均値がやや低いが、体細胞数と細菌数は平均値の方がかなり高かった。

2 バルク乳氷点の季節変化

平成17年度バルク乳氷点の季節変化として、地域別比較を図2に、グループ別比較を図3に示す。

地域区分は、農家が所属する組合から、県南部（淡路）地域357戸、県中部地域217戸、北部地域70戸とした。グループ区分は、牛群検定参加農家で、淡路地域と淡路地域外がほぼ同数に近くなる様に考慮し、高氷点牛群を10戸、平均氷点牛群を12戸、低氷点牛群を12戸選定した。

氷点の季節変化は、夏季に高く、冬季に低く、その差は0.005以上であった。

地域別比較では、中部地域がやや高い傾向であった。グループ別比較では、各グループとも夏季に高く、冬季に低いという類似した季節変化を示しているが、高氷点

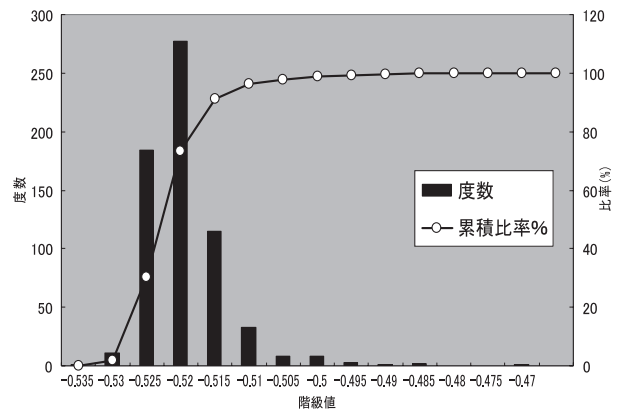


図1 バルク乳氷点の分布

表1 バルク乳氷点及び乳成分等の基本統計数値

項 目	平均値	標準偏差	最低値	最高値	範囲	中央値
氷点 ()	- 0.522	0.006	- 0.538	- 0.472	0.066	- 0.523
脂肪率 (%)	4.04	0.23	3.15	5.53	2.38	4.01
蛋白質率 (%)	3.27	0.14	2.79	4.11	1.32	3.26
無脂乳固形分率 (%)	8.68	0.17	8.00	9.65	1.66	8.69
体細胞数 (万 / ml)	36.24	19.14	6.76	174.99	168.24	32.88
細菌数 (万 / ml)	9.17	24.41	1.05	481.59	480.54	3.94

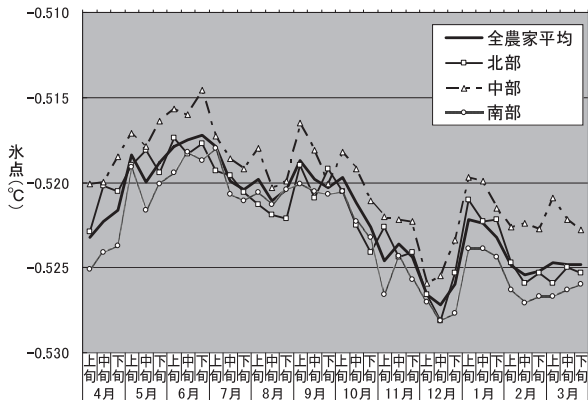


図2 バルク乳氷点の地域別季節変化

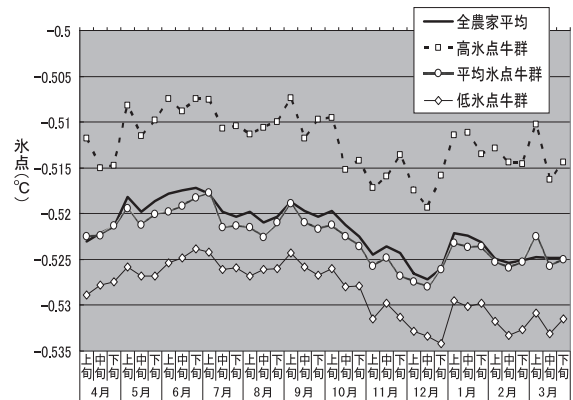


図3 バルク乳氷点のグループ別季節変化

牛群においてやや変動が大きかった。

3 バルク乳氷点と牛群検定乳氷点の比較

朝夕搾乳後の1日合乳であるバルク乳の氷点と、個体乳である牛群検定乳の全頭平均氷点とを、高氷点牛群・平均氷点牛群・低氷点牛群の3グループで比較した。この氷点のグループ比較を図4に示す。

バルク乳氷点と牛群検定乳氷点は、低氷点牛群は一致し、平均氷点牛群は小差であったが、高氷点牛群は大差が見られた。つまり、高氷点牛群のバルク乳氷点は高値であるにもかかわらず、牛群検定乳氷点はかなりバラツキが大きいものの、ほぼ平均値に近い値であった。

4 氷点と乳成分等との相関

バルク乳の年間平均値における氷点と乳成分等との相関を表2に、氷点と無脂乳固形分率の回帰関数と散布図

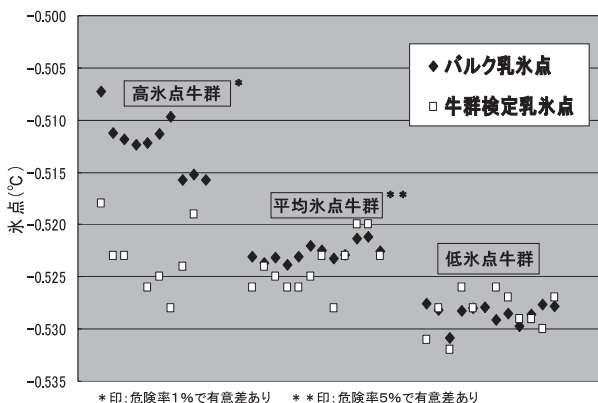


図4 バルク乳氷点と牛群検定乳のグループ別氷点比較

を図5に示す。

氷点は脂肪率、蛋白質率、無脂乳固形分率及び体細胞数と有意な相関が得られ、その相関係数はそれぞれ -0.171、-0.306、-0.621及び0.326であった。

乳成分率とは負の相関であるが、体細胞数とは正の相関であった。また、無脂乳固形分率とにおいて最も強い相関が認められた。

考 察

兵庫県における2005年度バルク乳年間平均氷点は、平均値が -0.522、中央値が -0.523 であり、この差は僅か0.001 であるが、氷点においてはかなり大きな差といえる。中央値より平均値が高いということは、高値の方にバラツキが大きくなっているためであり、最低値は -0.538 であるが、最高値は -0.472 で、最高値は平均値から大きく離れていた。

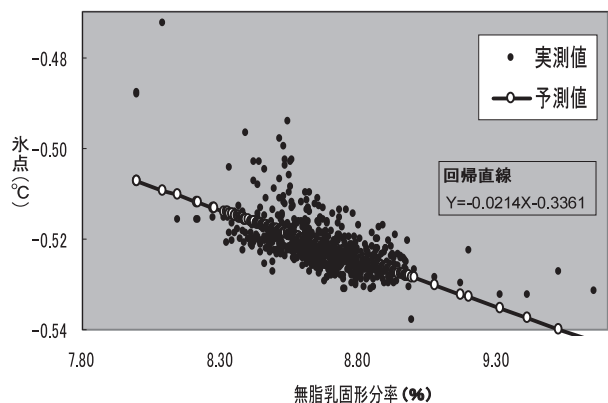


図5 バルク乳氷点と無脂乳固形分率の回帰関数と散布図

表2 バルク乳氷点と乳成分等との相関

項目	脂肪率 (%)	蛋白質率 (%)	無脂乳固形分率 (%)	体細胞数 (万 / ml)	細菌数 (万 / ml)
氷点 ()	-0.171*	-0.306*	-0.621*	0.326*	0.009

*印：危険率5%で相関が有意

牛乳の氷点は $-0.525 \sim -0.565$ 程度¹⁾とされているが、今回のデータはそれよりかなり高い値であった。氷点に関する最近の文献はほとんど見当たらないが、岡山県では -0.525 ± 0.005 ²⁾、タイ国では $-0.52 \sim -0.525$ ³⁾の範囲内と報告されている。兵庫県と同様に、各府県においても生乳検査体制や検査機器の整備が図られ、多くの府県において氷点が測定されているものと推察されるが、生乳格付け項目でないため現在ではあまり重要視はされていない。

氷点の主な上昇原因は水の混入であり、氷点測定はこれの有無を推定するために測定されているが、水の混入以外にも多くの要因があると言える。個体毎に測定した牛群検定乳とバルク乳との比較では、平均氷点牛群及び低氷点牛群は牛群検定乳とバルク乳の氷点がほぼ一致していたが、高氷点牛群においては一致せず、バルク乳氷点は高値であるが、牛群検定乳氷点はほぼ平均値であった。このことから、高氷点牛群におけるバルク乳氷点の上昇はミルカー等からの水の混入が疑われる。しかし、生理的に氷点の低い個体や高い個体も存在するようであり、生乳氷点の変動原因は加水以外にも多くの要因があると考えられる。

バルク乳氷点の季節変化は、夏季に上昇が認められ、

高氷点牛群においてもほぼ同様の変化が認められる。このことから、高氷点牛群の加水は年間ほぼ一定した割合の加水と思われ、原因としてはミルカー等の残水混入が最も強く疑われる。

加水以外の氷点変動要因として、季節要因と共に生乳品質による変動が認められた。乳成分率とは負の相関が、体細胞数とは正の相関がそれぞれ有意に認められた。特に、無脂乳固形分率とは相関係数が0.621であり、比較的高い相関が認められた。

これらのことから、生乳氷点の変動は、加水以外の要因も強く認められるため、今後はさらに個体乳において氷点の変動を調査・分析し、生乳氷点の変動要因、特に低い氷点の要因を解明し、総合的な生乳品質評価指標としての利用を図りたい。

引用文献

- (1) 山内邦男・横山健吉(1992): ミルク総合事典(朝倉書店) 464-465
- (2) 社団法人岡山県畜産協会(2004): 生乳の氷点測定について: 岡山畜産便り 11・12月号
- (3) 木田秀一郎・斎藤孝宏(2005): タイの酪農・乳業(前編): 畜産の情報 特別レポート 月報海外編 5月