

## 茨城県県南地区における1995年から2006年までの 生乳成分に関する調査研究

菅原慶子・吉田勝弘・山本倫成・米川和範・岡田一男・片桐孝志・田島淳史\*

筑波大学農林技術センター,  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

### 要 旨

本調査研究には茨城県県南地域のA酪農協同組合に加盟している約50戸の酪農家が1995年から2006年に出荷した生乳（バルク乳）の乳質検査結果を用いた。乳質検査は毎月月上旬、中旬および下旬の3回行われ、分析に用いたデータ総数は約30,000件であった。回帰係数から推定される上記期間の脂肪率、蛋白質率および無脂固形分（SNF）率の年平均増加率はそれぞれ0.0121%、0.0099%および0.0084%であり、いずれの回帰係数も有意であった（ $P < 0.05$ ）。また、いずれの成分の濃度も8月に最低値を示し、9月以降に上昇する月間変動を示した（ $P < 0.05$ ）。一方、細菌数および体細胞数はいずれも8月に最高値であった。細菌数および体細胞数は2003年以降減少傾向にあり、2006年度にはそれぞれ3.1万個/mlおよび27.9万個/mlであった。今後、本地域の生乳品質を改善するためには、夏季の暑熱ストレス対策および衛生対策が重要であると考えられる。

キーワード：茨城県県南地区，長期変動，乳成分

### 緒 言

日本における生乳生産量は1996年に866万トンと最高量に達して以来減少が続いている。その主な原因は消費の低迷であり、特に飲用乳向け出荷量の低下が著しい。このような状況から、酪農家は生産効率の向上を目指して経営の大規模化ならびに一頭あたり産乳量の増加を図っている。その結果、2007年2月現在における酪農家の戸数および乳牛飼養頭数はそれぞれ25,400戸（前年比-1,200戸）および159.2万頭（前年比-45,000頭）と大きく減少した反面、一戸あたりの飼養頭数は62.6頭（前年比+1.1頭）に増加した（農林水産省2007）。現在も牛乳の生産過剰状態は継続しており、酪農家にとっては引き続き厳しい状況が続いている。

一方、消費者の「食の安全性」に対する要求、特に高品質乳に対する期待はこれまでに高くまっている。従って酪農家には衛生的で栄養価の高い牛乳を生産する事が求められている。

一般に、酪農家が出荷する生乳は地域の酪農協同組合が定めた規定に基づき、「合格乳」また

---

\* Corresponding Author: tajima@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

は「不合格乳」のいずれかに判定される。このような状況の元、2006年10月1日に、茨城県における統一乳質規定が改定・実施された結果「合格乳」が満たすべき要件の中で特に細菌数および体細胞数に関する基準が従来に比べて厳しくなった（ひので酪農協同組合 2006）。さらに、関東生乳販売連農業協同組合連合会は2008年度を目標に関東管内の乳質基準と乳代精算方式を統一化する事を決定した。この事により「合格乳」の満たすべき要件は今後より一層厳しくなることが予想される。

そこで、本調査研究においては、茨城県県南地域において1995年から2006年までの12年間に出荷された生乳の成分を経時的に分析する事により、今後の乳質改善計画を作成するための基礎資料とすることを目的とした。

## 材料と方法

本調査研究には、茨城県県南地域のA酪農協同組合に加盟している約50戸の酪農家が1995年から2006年までの12年間に出荷した生乳（バルク乳）の乳質検査結果を用いた。乳質検査は毎月月上旬、中旬および下旬の3回行われ、検査の事前通知は行なわれなかった。農家番号および乳成分値をコンピューターに入力した後、SASのGLMを用いて脂肪率、蛋白質率、無脂固形分（SNF）率、細菌数および体細胞数の月間変動ならびに経年変動を解析した（SAS/STAT 1999）。分析に用いたデータの総数は約30,000件であった。

## 結果および考察

1995年から2006年までの間における脂肪率、蛋白質率およびSNF率の経年変化を図1に示した。年を独立変数とし、脂肪率、蛋白質率およびSNFを従属変数とした場合について一時回帰式を求めたところ、それぞれ $y = 0.0121x + 3.91$  ( $R^2 = 0.79$ )、 $y = 0.0099x + 3.15$  ( $R^2 = 0.83$ ) および $y = 0.0084x + 8.58$  ( $R^2 = 0.47$ ) であり、いずれの回帰式における回帰係数も有意であった ( $P < 0.05$ )。ただし、脂肪率については1995年から2000年までは年平均0.02%と有意に増加したが ( $P < 0.05$ )、2000年から2006年までの年平均増加率は0.001%であり、この間

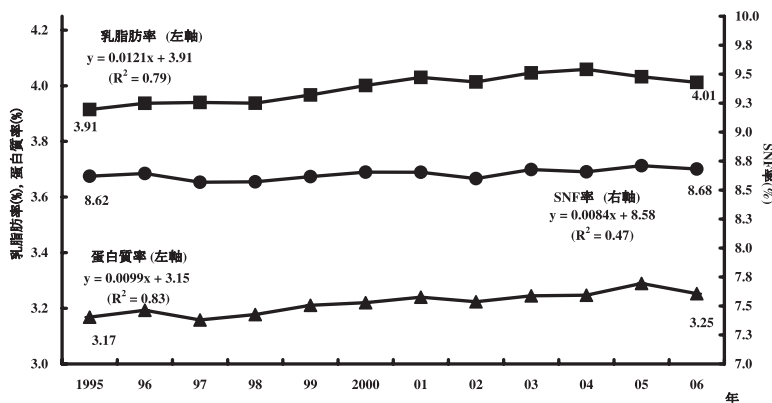


図1 茨城県県南地区における主要な生乳成分濃度の経年変動（1995-2006）。

に限ると有意な変動は認められなかった ( $P > 0.05$ )。2000年以降に脂肪率の増加が認められなかった理由については今後さらに分析する必要がある。2006年に改定された茨城県の生乳保全規定第8条に定められた乳質格差金の算出方法においては、脂肪率分格差金算出の上限が従来の4.0%から4.2%に引き上げられた(ひので酪農共同組合 2006)。この点に関する影響については今後慎重に検討する必要がある。

2006年に改定されたひので酪農共同組合の「生乳品質保全規定」の中でSNF率は8.3%を基準とし、格差金算出の上限は9.0%と定められている。2006年における平均SNF率は8.68%であったことから、SNF率には引き続き改良を図る余地があると思われる。蛋白質率は、現行の「生乳品質保全規定」の中では格差金算出のための項目に含まれていないが、将来は加えられる可能性があること、また蛋白質はSNFの重要な構成要素であることから、今後も改良を進めていく必要があると思われる。

図2に示した通り、乳脂肪率、蛋白質率およびSNF率のいずれの生乳成分濃度も12月から1月にかけて最高値を示した後、8月に向けて低下し、9月に上昇に転ずるという月間変動を示した ( $P < 0.05$ )。一方、図3に示したとおり、1995年から2006年までの期間におけるつくばの月平均気温は1月に $2.95 \pm 0.28^{\circ}\text{C}$ と最低になり、8月に $25.43 \pm 0.29^{\circ}\text{C}$ と最高になるという有

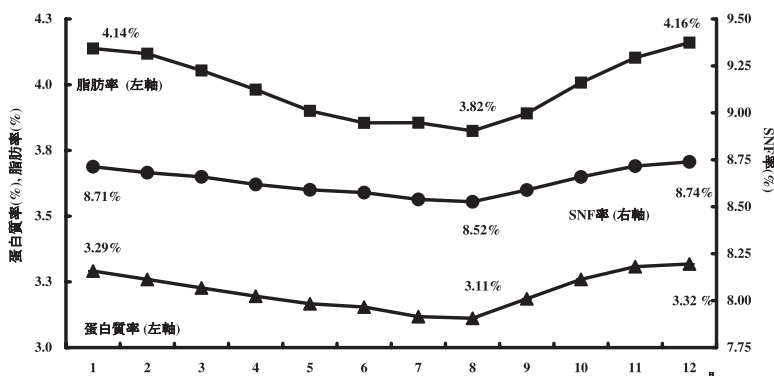


図2 茨城県県南地区における主要な生乳成分濃度の月間変動 (1995-2006)。

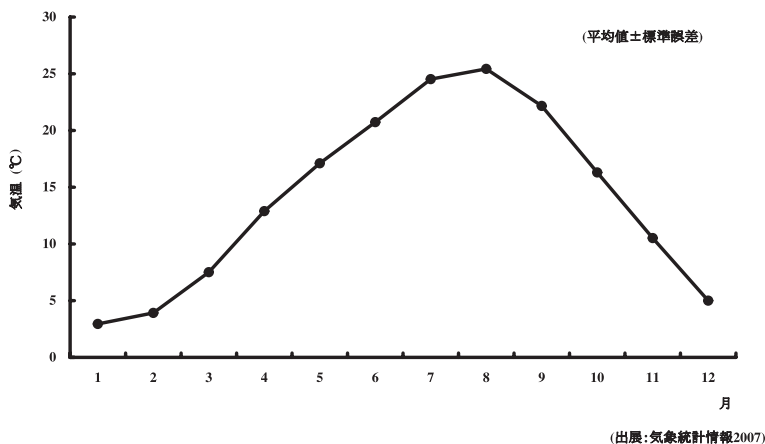


図3 つくばにおける月平均気温 (1995-2006)

意な月間変動を示した ( $P < 0.05$ )。1995年から2006年までの期間における乳脂肪率、蛋白質率およびSNF率の月間変動とつくばにおける月平均気温との間の相関係数はそれぞれ  $-0.868$ 、 $-0.744$ および $-0.773$ であり、いずれも項目においても有意な負の相関関係が認められた ( $P < 0.05$ )。

図4に示した通り、体細胞数は1995年から1997年までの期間には減少した後、2002年には40.0万個まで増加し、それ以降は再び減少した。一方、図5に示した通り、体細胞数の月間変動は3月に30.9万個/mlと最低値を示した後上昇し、8月に39.0万個/mlと最高値を示した。1995年から2006年までにおける体細胞数の月間変動とつくばにおける月平均気温との間の相関係数は0.363であり、有意な正の相関関係が認められた ( $P < 0.05$ )。

図4に示した通り、細菌数は1995年に約8.9万個/mlと高い値を示した後、1999年には約3.9万個/mlにまで減少した。その後2000年に約6.0万個/ml、さらに2003年に6.7万個/mlと高い値を示したが、2004年以降は減少し、2006年には約3.1万個/mlまで減少した。一方、図5に示した通り、細菌数の月間変動は1月に約3.8万個/mlと最低値を示した後上昇し、8月に7.5万個/mlと最高値に達し、その後減少した。1995年から2006年までにおける細菌数の月間変動と

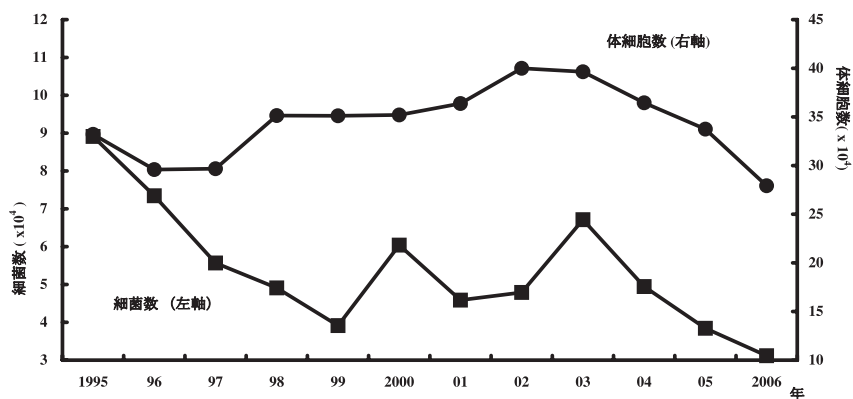


図4 茨城県県南地区における生乳の細菌数と体細胞数の経年変動 (1995-2006)。

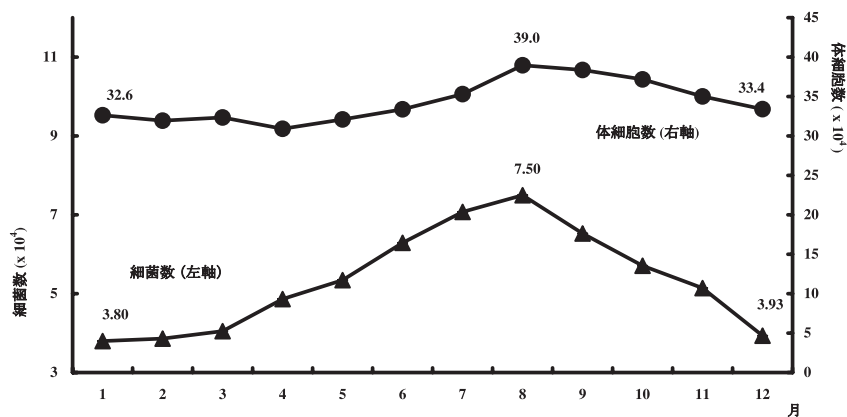


図5 茨城県県南地区における生乳の細菌数と体細胞数の月間変動 (1995-2006)。

つくばにおける月間平均気温との中の相関係数は0.519であり、有意な正の相関関係が認められた ( $P < 0.05$ )。

2006年に施行された「生乳品質保全規程」においては、合格乳の体細胞数並びに細菌数の基準が厳格化され、同規定に定められた基準を満たさない場合のペナルティーが強化された（ひので酪農協同組合 2006）。従って、今後は従来以上に乳房炎の予防と乳房炎牛の早期発見・早期治療に努める必要がある。さらに細菌数および体細胞数と気温との間に高い相関関係が認められた事から、夏季には暑熱ストレスにより牛の体力が低下し乳房炎に罹患し易くなっていること、ならびに細菌が繁殖し易くなっていると推察される。従って、2008年度に予定されている関東管内統一の乳質基準の導入と乳代精算方式の統一に向け、特に夏季における生乳中の体細胞数ならびに細菌数の増加を抑制する対策を立てる必要があると考えられる。

現在酪農家は、経営効率を改善するために搾乳牛一頭あたりの産乳量を増加させるとともに経営の大規模化を進めている。一頭あたりの産乳量を増加させることは採食量の増加を伴い、採食量の増加は消化に伴う発熱量が増加することを意味する。ホルスタイン種の泌乳牛における熱的中性圏は4～24℃（山本 1996）であること、ならびに生産適温域は0～20℃（古村 2006）であることが報告されている。さらに、乳牛一頭あたりの産乳量増加が今後とも継続すると仮定した場合、暑熱ストレス対して感受性の高い乳牛にとって生産環境は今後一層厳しくなることが予測される。

気象庁の気象データによると、札幌、水戸および福岡における過去約100年間の平均気温は年間平均で0.0184℃、0.0111℃および0.0224℃上昇した（気象統計情報 2007）。この気温上昇が今後とも継続すると仮定した場合、乳牛にとっての生産環境は気象面からも現在より厳しくなることが予想される。

以上の結果から、乳牛における暑熱ストレス対策は今後極めて重要な検討課題であることが明らかになった。

## 引用文献

- ひので酪農協同組合 2006. 「生乳品質保全規程」.  
気象統計情報 2007. 気象庁（オンライン版）<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>  
古村圭子 2006. 環境に対する乳牛の適応, 乳牛管理の基礎と応用（2006年改訂版）柏村文郎, 増子孝義, 古村圭子編, デーリィ・ジャパン社, 東京  
農林水産省 2007. 農林水産省大臣官房統計部編, 畜産統計平成18年, 農林統計協会, 東京  
SAS/STAT 1999. SAS User's guide: Statistics Ver8 eds, SAS Institute Inc., SAS Campus Drive, Cary, NC 27513  
山本禎紀 1996. 主な環境要因と家畜への影響 In 田崎威和夫監修, 畜産大事典, 養賢堂, 東京337-345.

## Long-term Analysis of the Quality of Raw Milk Produced in Southern Region of Ibaraki Prefecture of Japan, from 1995 to 2006

Keiko SUGAWARA, Katsuhiko YOSHIDA,  
Tomonari YAMAMOTO, Kazunori YONEKAWA, Kazuo OKADA,  
Takashi KATAGIRI and Atsushi TAJIMA\*

Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba Ten-noh Dai 1-1-1,  
Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

### Abstract

The long-term analysis was made on the quality of raw bulk milk produced by approximately 50 dairy farmers that are members of one of the dairy farmers' cooperative located in Southern area of Ibaraki prefecture, Japan. The raw bulk milk samples were collected 3 times per month without noticing to dairy farmers from 1995 to 2006. The quality of raw bulk milk samples were analyzed by the certified analytical laboratory. Total number of milk quality records used in the present study was approximately 30,000.

Average yearly increase of milk fat concentration, milk protein concentration and solid not fat (SNF) concentration of raw milk was 0.0121%, 0.0099% and 0.0084% during the observation period, respectively ( $P < 0.05$ ). The concentrations of all three milk components observed in the present study were lowest in August ( $P < 0.05$ ). On the other hand, microorganism count and somatic cell count per unit volume were both highest in August ( $P < 0.05$ ). The average microorganism count was 89,000/ml in 1995, but it was reduced to 31,000/ml in 2006. The average somatic cell count was  $400 \times 10^6$  in 2002 but it was reduced to  $279 \times 10^6$  /ml in 2006.

In conclusion, countermeasures against heat stress and improvement of hygiene status of dairy herds are both important to further improve the quality of raw milk produced in the Southern region of Ibaraki Prefecture.

**Key words:** Long term changes, Milk composition, Southern area of Ibaraki

---

\* Corresponding Author: [tajima@sakura.cc.tsukuba.ac.jp](mailto:tajima@sakura.cc.tsukuba.ac.jp)