

中酪（業務）発第253号
平成23年11月22日

厚生労働大臣
小宮山 洋子 殿

社団法人 中央酪農会議
会長 萬 歳 章



乳及び乳製品の成分規格等に関する省令の改正に係る要望書

日頃より、生乳の安全性確保につき、御指導を賜り感謝申し上げます。

さて、当会議並びに会員におきましては、食品衛生法を遵守し安全かつ衛生的な生乳の生産を行うよう、日頃より、生乳生産者に対する指導に努めているところですが、家畜改良の効果及び飼養管理技術の向上により乳成分の含有量が増加し、「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令（昭和26年厚生省令第52号）（以下「乳等省令」という。）」の生乳の規格の比重の項目に合致しない生乳が生産される可能性が生じてまいりましたので、下記のとおり乳等省令の改正を要望いたします。

記

1 乳等省令別表の二の（一）の（3）のa生乳の比重

「ジャー種種の牛の乳のみを原料とするもの以外のもの 1.028-1.034
ジャー種種の牛の乳のみを原料とするもの 1.028-1.036」
を

「1.028以上」とすること。

要望の背景

1 生乳比重の経年的変化

生乳の価値は乳脂肪分及び無脂乳固形分の含有量により変化し、乳成分が高い生乳ほど価値が高い（乳脂肪分及び無脂乳固形分が高い生乳ほどバターや脱脂粉乳等の乳製品の歩留まりが高くなる）。このため、乳成分の増加を目標に乳牛改良が図られてきた。

「全国集乳路線別乳成分調査（資料：財団法人日本乳業技術協会）」における昭和35年と平成21年の生乳運搬車両毎の生乳中の乳脂肪分及び無脂乳固形分の全国平均値を比較すると図1のとおりであり、乳脂肪分率3.33%→3.98%（+0.65%）、無脂乳固形分率8.19%→8.76%（+0.57%）と改良が図られている。

生乳の成分組成は水、乳脂肪分、無脂乳固形分であり、乳脂肪分の比重は0.93、無脂乳固形分の比重は1.616である。

このため、乳脂肪の増加は生乳比重の減少に、無脂乳固形分の増加は生乳比重の増加に作用するが、生乳中の乳脂肪分、無脂乳固形分とも同程度に増加した場合は生乳の比重が増加する。

今回、乳脂肪分及び無脂乳固形分の経時的変化から生乳比重を推計するため、社団法人北海道酪農検定検査協会において乳牛の個体乳の乳脂肪分及び無脂乳固形分並びに比重を用いて重回帰式をもとめた。（別紙1）

$$\begin{aligned} \text{比重予測値} &= 1.0007325684277 - 0.000931994675118401 \times \text{Fat} \\ &\quad + 0.00404673457270326 \times \text{SNF} \\ R^2 &= 0.741722113789729 \end{aligned}$$

この重回帰式を用いて、昭和35年から平成21年度までの乳脂肪分及び無脂乳固形分の全国平均値から生乳比重の経年的変化を推計した結果は、図2のとおりであり、生乳比重は50年間で約0.002増加していることが推測された。

※ 全国集乳路線別乳成分調査…協力いただいた全国の乳業会社の工場に搬入されたローリー毎の乳成分のデータの調査（月1回）。

2 直近の生乳比重の状況

全国の生乳生産者団体の協力を得て、平成21年度の生乳運搬車両272路線毎の月1回の比重実測値2,907件（ホルスタイン種）を収集し平均値を求めたところ1.0324であり、乳等省令の生乳比重規格「ジャージー種の牛の乳のみを原料とするもの以外のもの」の中心値1.031から0.0014右辺に偏っていた。また、ほぼすべての値が中心値より右辺に存在しており、そのうち、1.0338と規格の上限値（1.034）に近い値を示したものもある。（図3）

同様にジャージー種72件分のデータ（6路線毎の月1回の比重実測値）を収集し平均値を求めたところ1.0343であり、乳等省令の生乳比重規格「ジャージー

一種の牛の乳のみを原料とするもの」の中心値1.032から0.0023右辺に偏っていた。また、すべての値が中心値より右辺に存在しており、そのうち、1.035と規格の上限値（1.036）に近い値を示したものもある。（図4）

今回収集したデータには、乳等省令の規格に適合しない値を示すものはなかったが、以上の状況を勘案すると、今後さらに家畜の改良を進め、乳成分の増加を図った場合、規格に適合しない生乳が生産されるおそれがある

生乳比重の規格の上限を据え置くことは、家畜改良の大きな阻害要因となるものと考えられる。

3 生乳比重と衛生面の関係

生乳比重の規格は、明治時代から牛乳営業取締規則（明治43年5月内務省令）に規定されており、その値は現在の乳等省令の生乳比重規格と同一である。

当時は、①農家1戸当たり1頭程度の搾乳牛を手搾りで搾乳していたこと、②乳成分等の分析技術が未発達であったこと、③現在のように獣医療は発達しておらず、牛の健康状態の把握は主に農家の自己判断に委ねられていたものと考えられることなどから、農家の段階で把握が可能な比重が品質面・衛生面の指標として用いられていたのではないかと推察される。

しかしながら、現在、酪農経営の搾乳牛飼養規模は平均40頭を超え、搾乳はミルカーを乳頭に装着した後は自動的に行われ、搾乳された生乳はパイプラインを通過して冷却タンクに流入する仕組みとなっており、個体の生乳比重を計測・観察する機会は失われている。また、牛の異常の有無については獣医師の診断に委ねられていること、品質面については乳成分等の各種分析手法により迅速に入手することが可能となっていることから、生乳比重の測定値は、衛生面等での活用はされていない状況にある。

4 生乳比重と疾病の関係

今回、帯広畜産大学畜産フィールド科学センターの木田准教授に依頼し、生乳比重の増加が牛及び人の健康状態に与える影響について分析を行った。この分析は、社団法人北海道酪農検定検査協会において、北海道内の酪農家14戸で飼養されているホルスタイン種517頭の個体乳の乳量、産次数、搾乳日数の情報とともに、乳脂肪分、無脂乳固形分、乳蛋白、乳中尿酸素窒素、体細胞数および生乳比重を測定した結果に基づくものである。その結果は、別添1のとおりであり、衛生的乳質の指標である体細胞数は、生乳比重に影響しないことが推測された。

また、経年的変化について、1の重回帰式を用い、北海道の生乳運搬車両の乳脂肪分及び無脂乳固形分の平均値（昭和44年から平成21年まで）からの生乳比重の推計値と体細胞数の実測値（平成12年から平成21年まで）を比較した結果は、図5のとおりである。

生乳比重の推計値は上昇しているのに対し、体細胞数は下降している。このことから、生乳比重が増加することと体細胞数とは、関係がないことが考えられる。また、現在、臨床での牛の疾病を診断するに当たり、生乳比重を測定

している実態もない。

これらのことから、現在においては、生乳比重の上限値を乳等省令での指標とする意義はないと考えられる。

5 諸外国での生乳比重の基準

国際酪農連盟（以下、「IDF」という。）に確認したところ、IDF加盟国では、生乳の安全性を目的とした生乳比重の基準を設定している国はないとの回答があった。

別紙1

○乳成分と生乳比重の重回帰式(社団法人北海道酪農検定検査協会による推計)

$$\text{比重予測値} = 1.0007325684277 - 0.000931994675118401 \times \text{Fat} + 0.00404673457270326 \times \text{SNF}$$

脂肪-比重の相関係数	0.1385
SNF-比重の相関係数	0.8243
脂肪-SNFの相関係数	0.4398
脂肪の標準偏差	0.8336
SNFの標準偏差	0.6541
比重の標準偏差	0.0028
脂肪の平均値	4.0867
SNFの平均値	8.7506
比重の平均値	1.0323
脂肪を取り除いたSNF-比重の編回帰係数(定数q)	0.0040
SNFを取り除いた脂肪-比重の編回帰係数(定数p)	-0.0009
定数m	1.0007

概要

回帰統計	
重相関 R	0.8612329
重決定 R2	0.7417221
補正 R2	0.7375563
標準誤差	0.0014328
観測数	127

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	2	0.000731	0.000366	178.0515232	3.5433E-37
残差	124	0.000255	2.05E-06		
合計	126	0.000986			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	1.0007326	0.001718	582.5219	5.4704E-215	0.997332301	1.0041328	0.997332	1.0041328
Fat	-0.000932	0.000171	-5.46606	2.42216E-07	-0.00126947	-0.000595	-0.00127	-0.000595
SNF	0.0040467	0.000217	18.62522	9.77537E-38	0.003616693	0.0044768	0.003617	0.0044768

図 1

全国集乳路線別乳成分の平均値の推移
(全国集乳路線別乳成分調査)

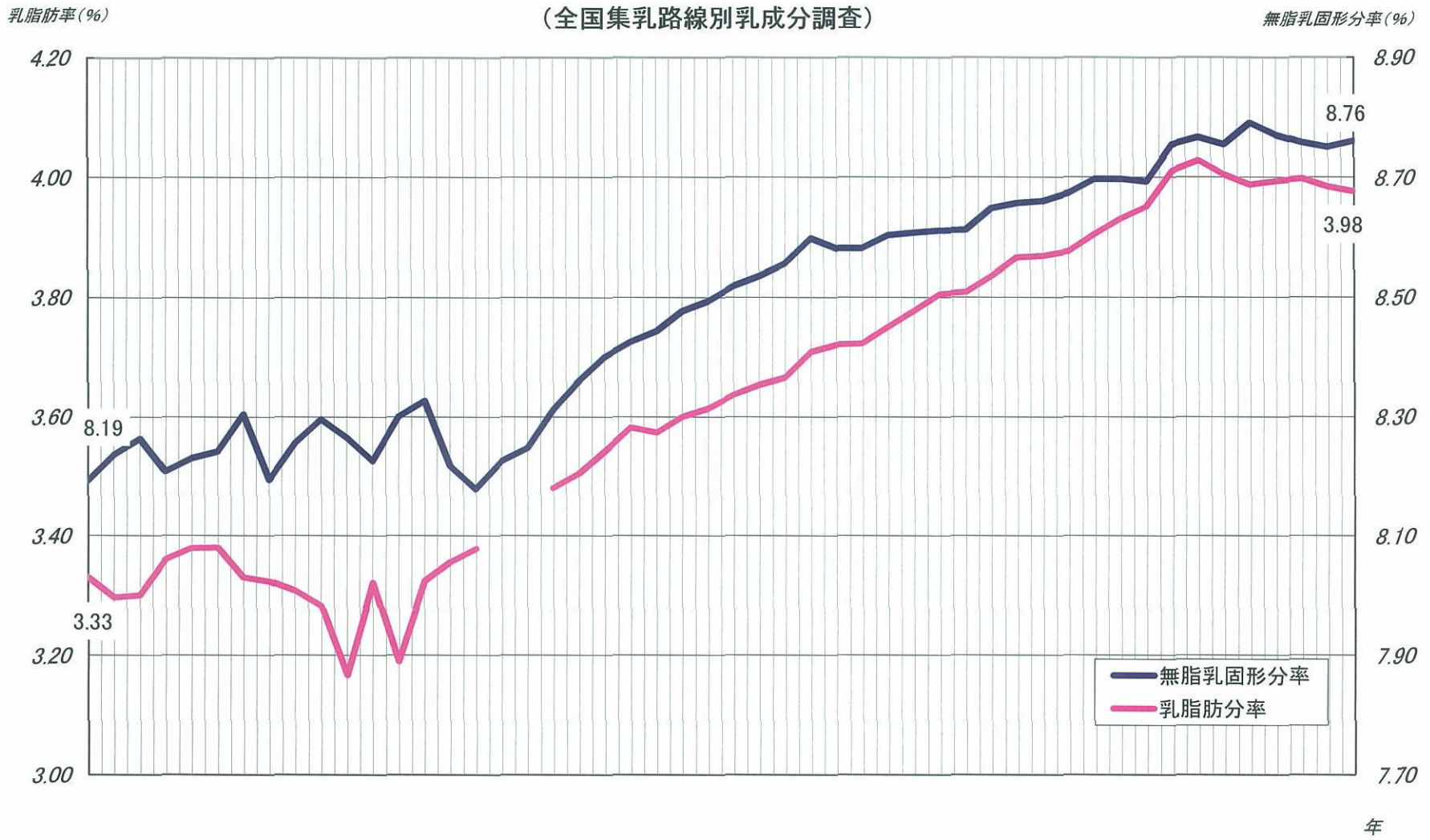


図 2

乳成分による生乳比重推計値の推移
(集乳路線別生乳成分調査)

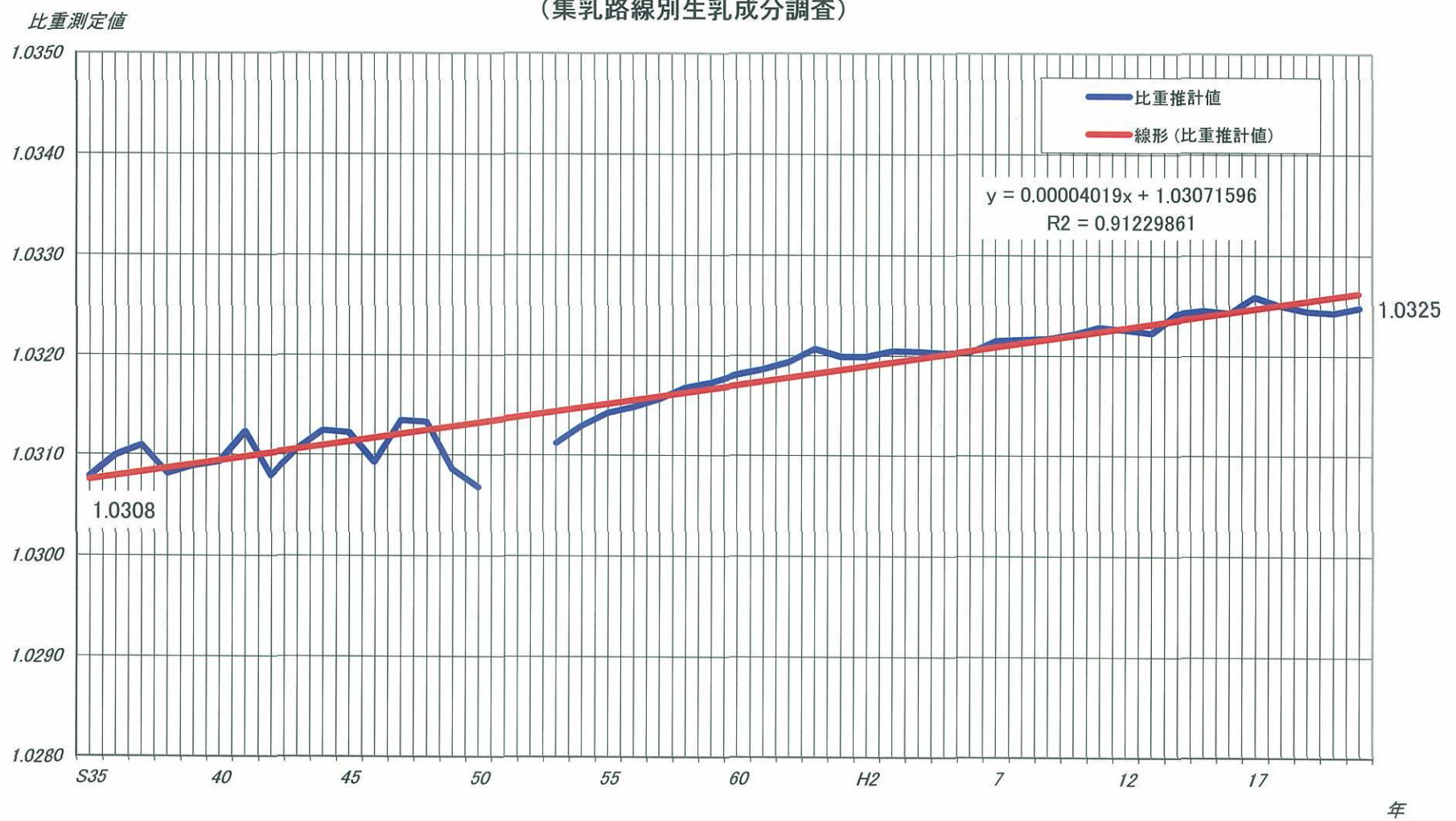


図 3 生乳運搬車両ごとの生乳比重実測値の分布

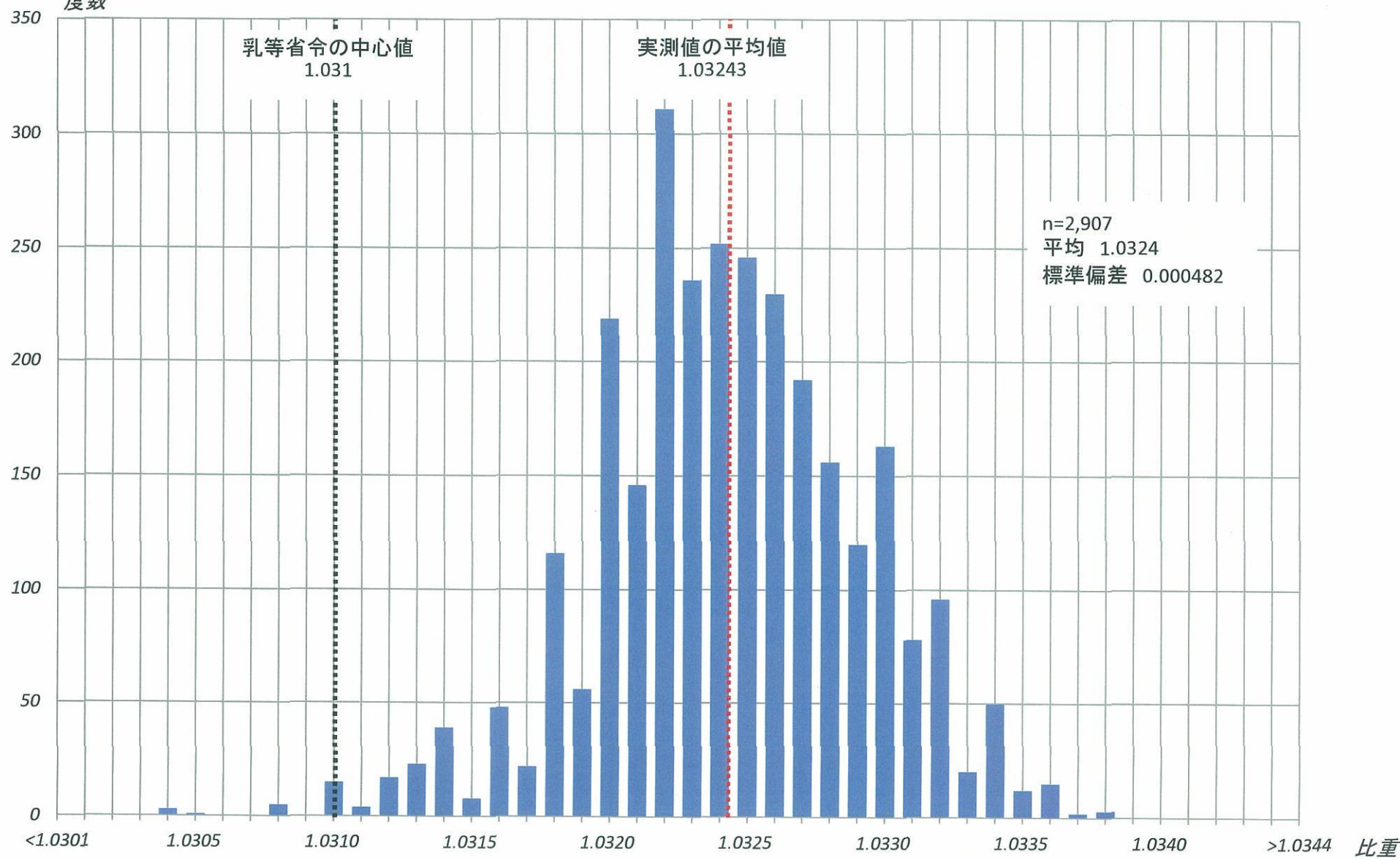


図 4 生乳運搬車両ごとの生乳比重実測値の分布(ジャージー種)

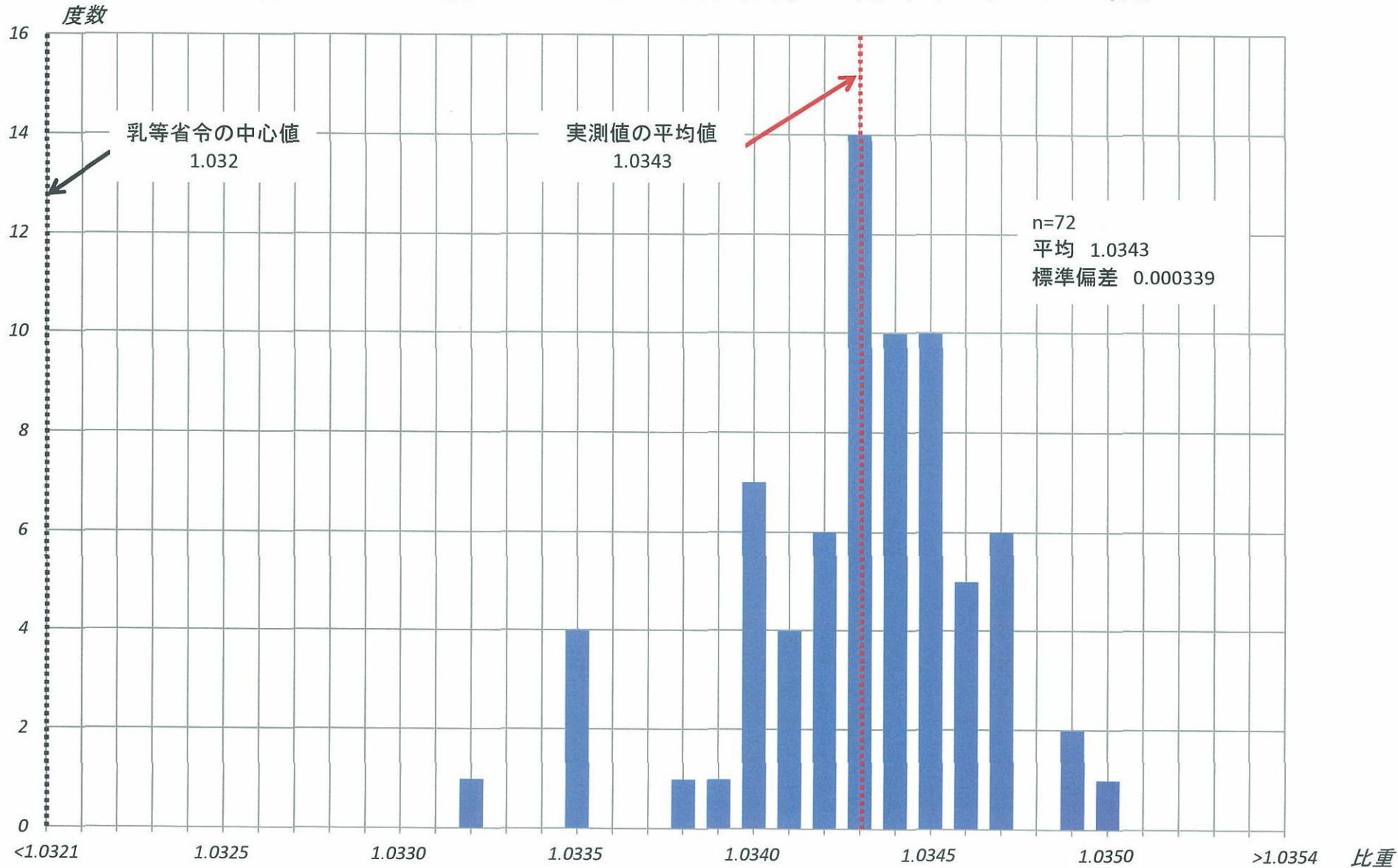
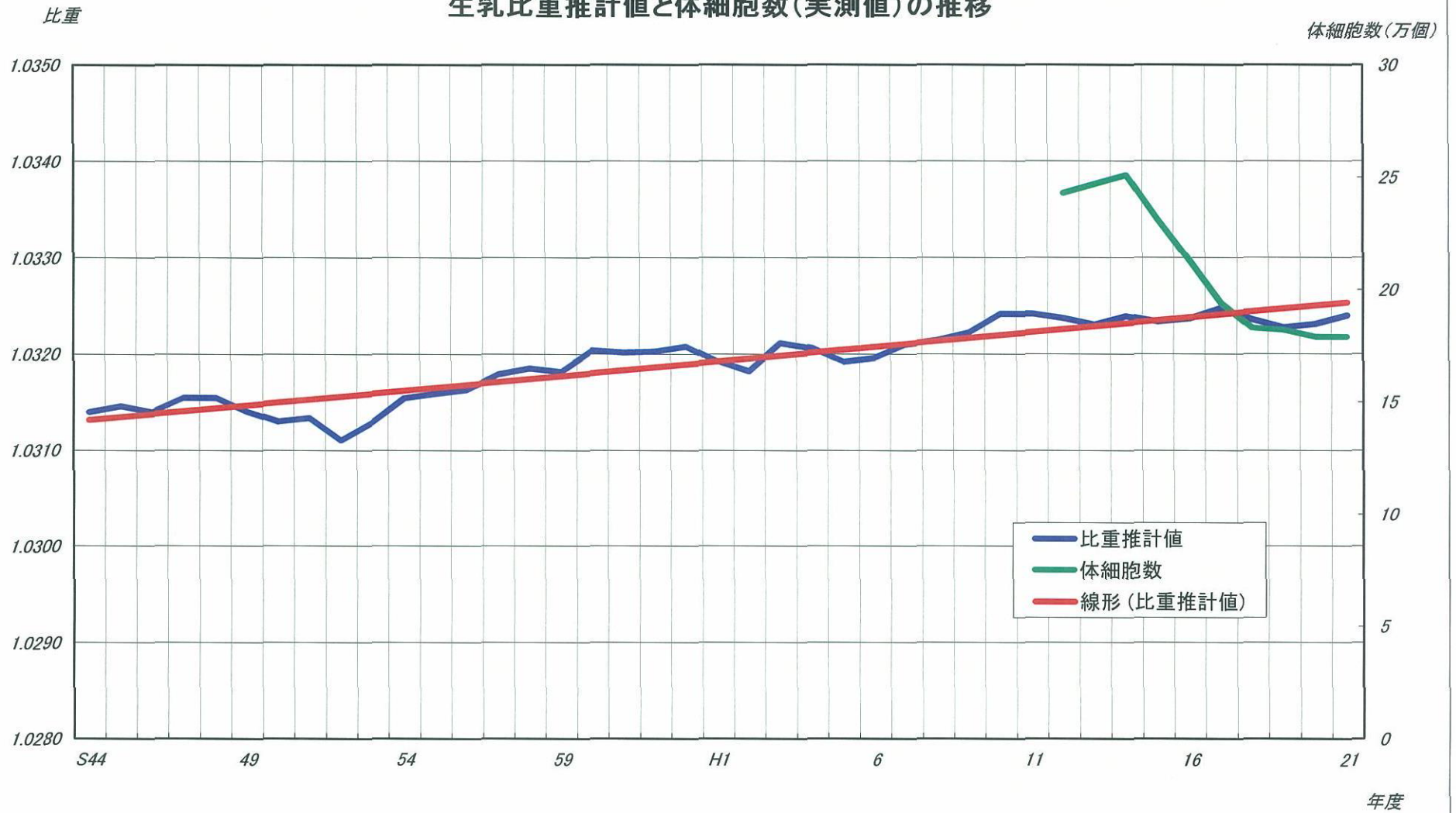


図 5

北海道の生乳運搬車両の乳成分による
生乳比重推計値と体細胞数(実測値)の推移



別添 1

牛乳の比重増加要因の解析

国立大学法人帯広畜産大学
畜産フィールド科学センター 准教授 木田克弥

背景

「乳および乳製品の成分規格等に関する省令（乳等省令）」において、生乳の比重は、1.028－1.034に規定されている。一方、乳牛の遺伝的改良（乳量および乳成分率の向上）に成果として、昨今の生乳の比重は増加傾向にあり、近い将来、乳比重は乳等省令の規格を逸脱する可能性も否定できない。そこで、乳比重増加の要因を明らかにすることを目的として、本調査を実施した。

材料と方法

調査期間：平成 22 年 8 月～9 月

供試牛：北海道内の酪農家 14 戸で飼育されているホルスタイン種乳牛 517 頭

乳成分分析：乳サンプルを社団法人北海道酪農検定検査協会検査部に搬入し、コンビフォス FT+400 およびコンビフォス FT+500 により分析を行った。

検討項目

牛：産次数（Parity）、搾乳日数（DIM）、乳量（Milk）

乳成分：乳脂肪率（Fat）、乳たんぱく質率（Prot）、無脂固形分率（SNF）、乳中尿素窒素（MUN）、体細胞数（SCC）、乳比重（Gravity）

統計解析

全項目について、記述統計量を求め、母集団の分布型を推定した。特に、産次別および搾乳日数別についても比較検討した。

乳比重と他の全項目との単相関を求めて両者の一般的関連性を検討し、関連性が認められた項目について、変数増加法による重回帰分析を行い、乳比重の増加に関与する要因を検討した。

なお統計解析には、統計解析ソフト Statview®を用いた。

結果

1. 解析に用いた乳サンプル（517検体）の概要

調査対象牛（乳サンプル）の、基本統計量を表1および図1に示した。いずれの項目も、我が国で生産されているホルスタイン種乳牛の標準的な値であることが確認された。

表1 調査対象牛（乳サンプル）の概要

項目	単位	平均	標準偏差
産次数	産	2.83	1.83
搾乳日数	日	190	143
乳量	kg/日	29.4	8.5
乳脂肪率 (Fat)	%	3.86	0.69
乳たんぱく質率 (Prot)	%	3.21	0.38
無脂固形分率 (SNF)	%	8.66	0.42
乳中尿素窒素 (MUN)	mg/dl	12.4	3.5
乳中体細胞数 (SCC)	万/ml	8.83	2.1~36.4
乳比重		1.0327	0.0024

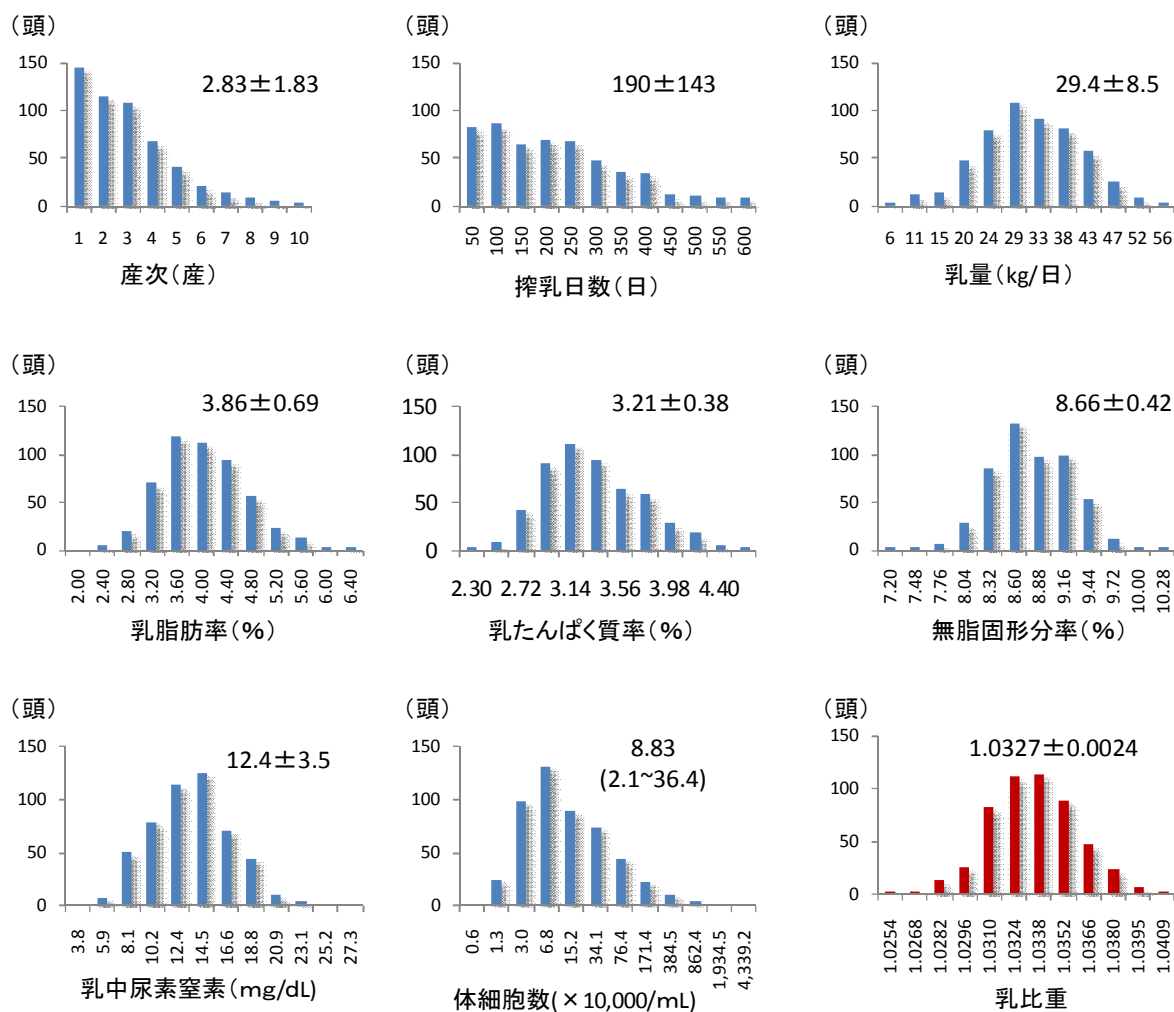


図1 調査対象牛の階層別頭数分布（517検体）

体細胞数は、対数分布に近似するため、測定値を対数変換した

2. 搾乳日数別推移

各項目について、分娩後日数30日ごとに集計して、分散分析を行った(図2)。

乳量、乳脂肪率、乳たんぱく質率、無脂固形分率は搾乳日数の経過に伴い有意な変動($p < 0.001$)が認められたが、体細胞数および乳比重は搾乳日数に関連する有意な変動は認められなかった。

特に乳比重については、1産と2産以上牛とに分けて搾乳日数ごとの推移を検討したが(図3)、搾乳日数との直接的な関係は認められなかった。

乳量、乳成分率の変動は、いずれも乳牛の生理特性を反映する正常な変化である。

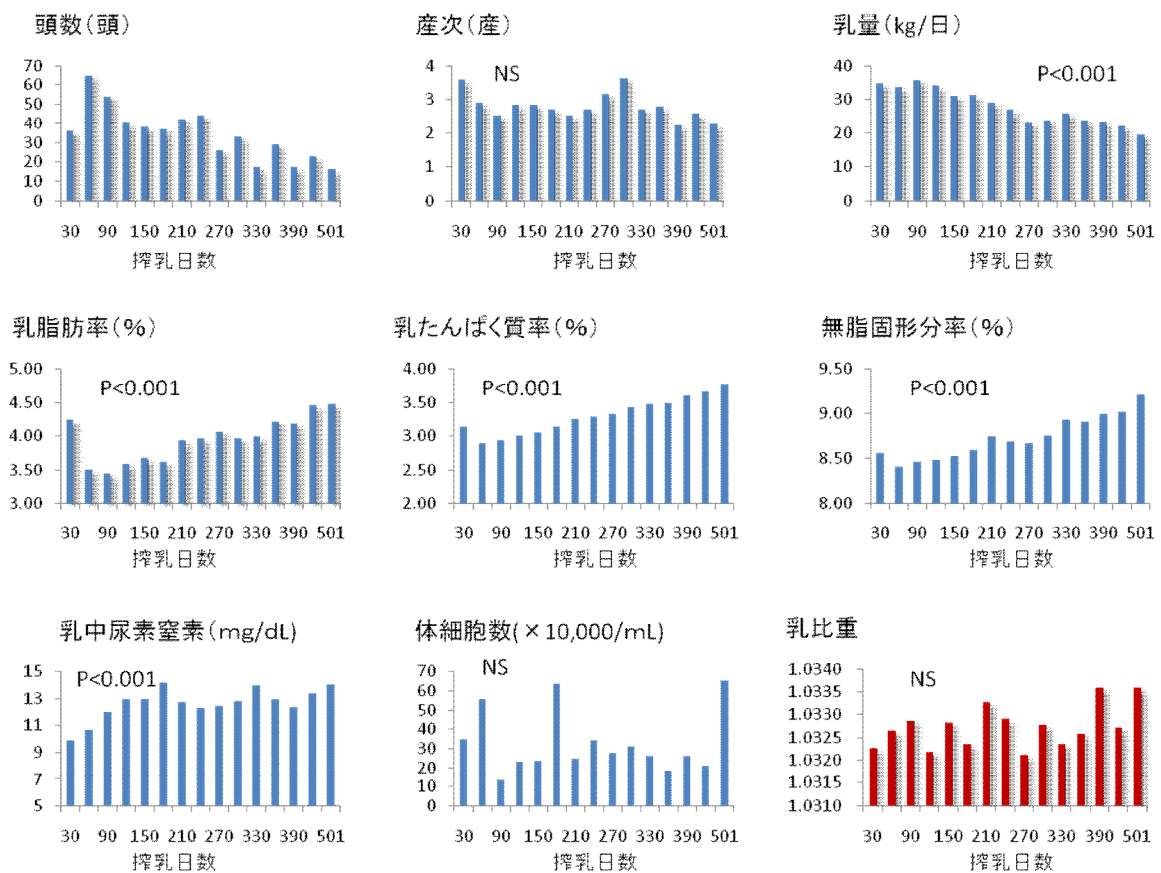


図2 搾乳日数別頭数と乳成分の平均値 (517 検体)

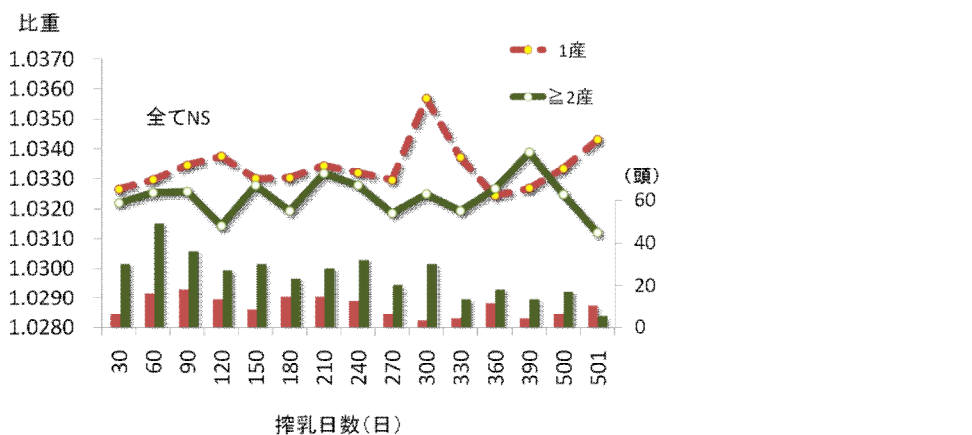


図3 搾乳日数別乳比重の平均値 (産次別)

3. 産次別の比較

各項目（517検体）について、産次数別に集計して、分散分析および多重比較により比較した（図4）。

乳量（ $p<0.01$ ）、無脂固形分率（ $p<0.01$ ）、乳中尿素窒素濃度（ $p<0.01$ ）、体細胞数（ $p<0.05$ ）および乳比重（ $p<0.01$ ）は産次間に有意差が認められた。

そこで産次別に多重比較したところ、乳量は1産牛が2産以上よりも有意に少なく、無脂固形分率と乳比重は高産次ほど低くなる傾向があり、特に、4産以上牛は、乳中尿素窒素濃度が低く、体細胞数が高かった。

乳脂肪率と乳たんぱく質率には産次別の有意差は認められなかった。

1産牛における低乳量は、乳牛の生理的特性の表れであり、無脂固形分率の加齢に伴う低下傾向も生理的变化であると考えられた。

乳比重の加齢に伴う低下の要因として、無脂固形分率の影響が強く示唆された。

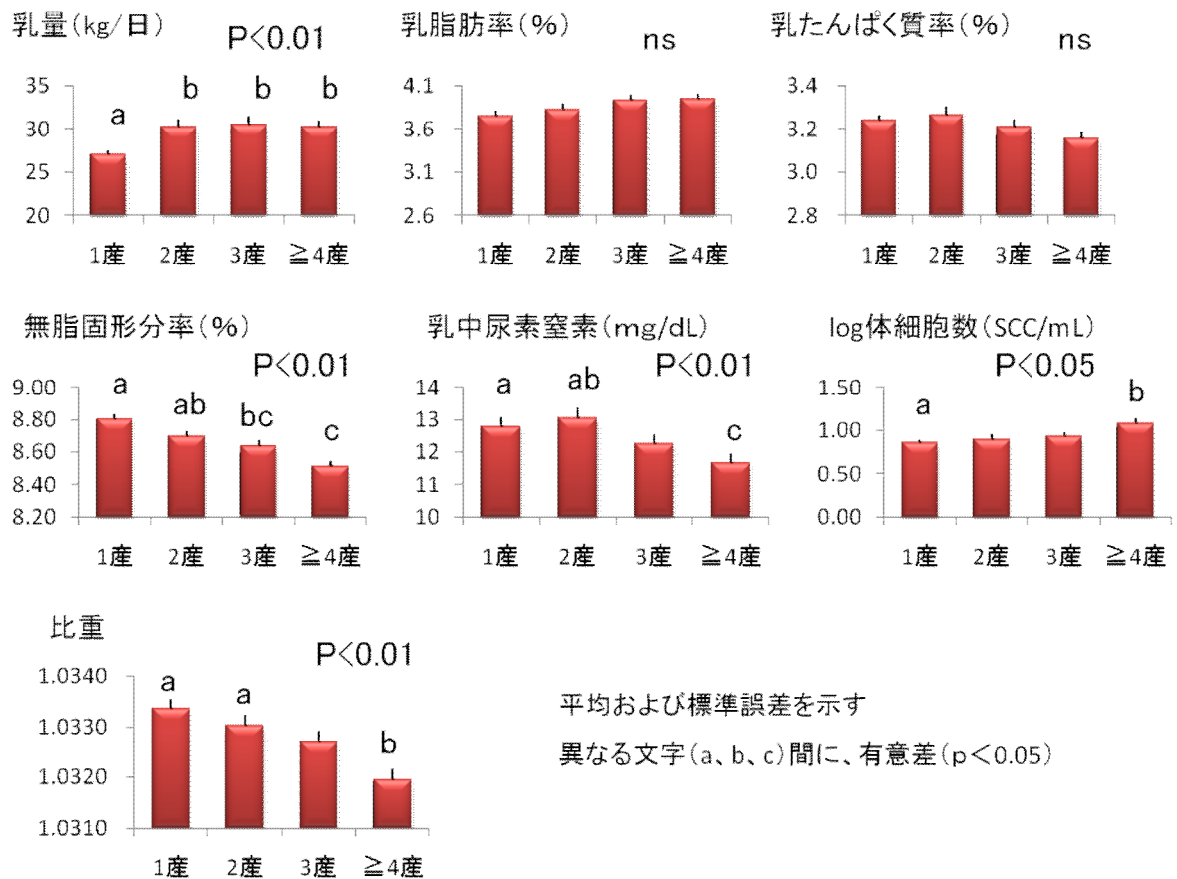


図4 産次数別乳量乳成分率の平均値

4. 乳比重と乳成分率の単相関分析

各項目（517検体）について、乳比重との単相関分析を行った。

乳比重は乳量との間には有意な関係は認められなかったが、無脂固形分率（ $R^2=0.095$ 、 $p<0.01$ ）および乳たんぱく質率（ $R^2=0.012$ 、 $p<0.01$ ）との間には、正の相関が、乳中尿素窒素濃度（ $R^2=0.032$ 、 $p<0.01$ ）、乳脂肪率（ $R^2=0.031$ 、 $p<0.01$ ）および体細胞数（ $R^2=0.026$ 、 $p<0.01$ ）の間には負の相関が認められた（ R^2 ：自由度調整済み R^2 ）。

無脂固形分率と乳たんぱく質率が乳比重に対して正の相関があることは、これらの成分の比重が大きいためであり、一方、乳脂肪率が負の相関を示したのは、比重が小さいためであると考えられた。しかしながら、その寄与率（ R^2 ）は、無脂固形分率は $R^2=9.5$ 、すなわち乳比重変動の 9.5%を説明できるのに対して、乳たんぱく質率（ $R^2=0.012$ ）は、わずか 1.2%を説明できるに過ぎなかった。

乳中尿素窒素濃度との間の負の相関は、乳中尿素窒素濃度の上昇に伴い乳汁の浸透圧が高まり、その結果、乳中へ水分が移行することで無脂固形分の主要な成分である乳糖が希釈されたためであると考えられたが、この寄与率も（ $R^2=0.032$ ）と低かった。

また、体細胞数との有意な負の相関は、数例の外れ値の存在により有意となったもので、その寄与率も（ $R^2=0.023$ ）低く、体細胞数は、臨床型乳房炎のような明らかな異常乳を除き、乳比重には影響しないものと思われた。事実、獣医臨床領域において、乳比重を疾病（健康）診断の指標に用いることは行われていない。

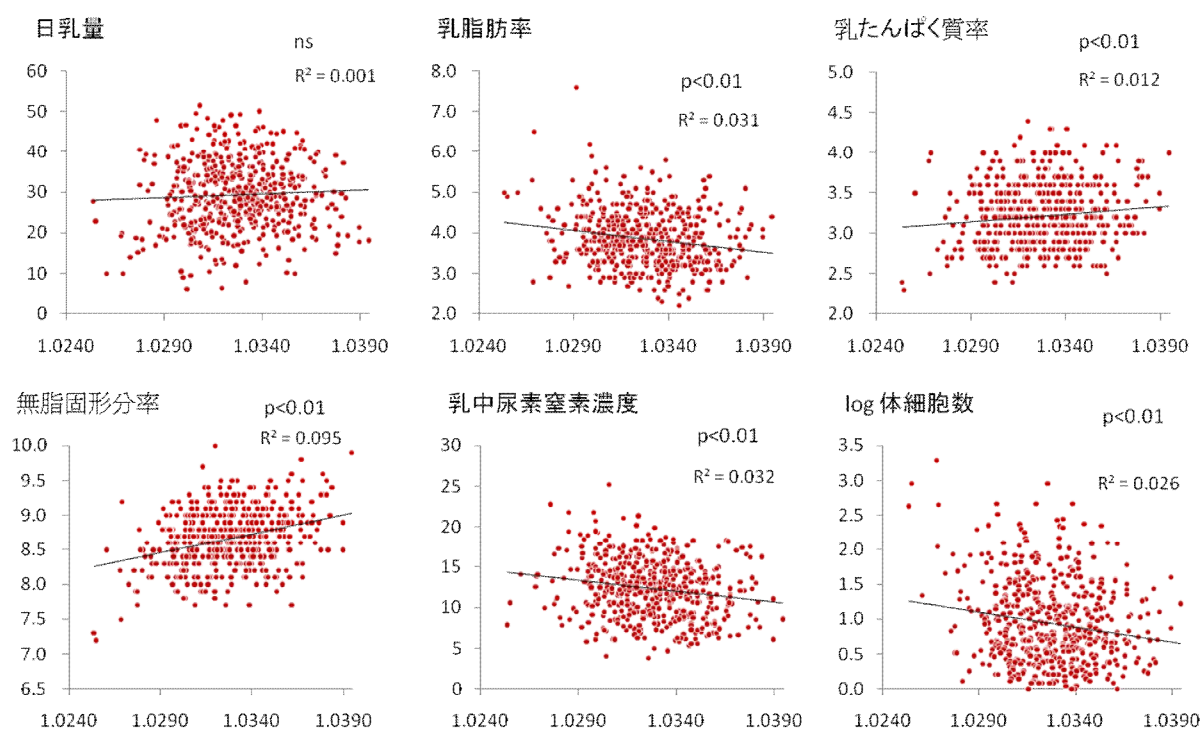


図5 乳比重と乳成分率との相関

5. 乳比重と乳成分率の変数増加重回帰分析（ステップワイズ回帰分析）

各項目（517検体）について、乳比重を目的変数、乳成分（乳量、乳脂肪率、乳たんぱく質率、無脂固形分率、乳中尿素窒素濃度、体細胞数）および産次数を説明変数とする変数増加重回帰分析を行い、乳比重に影響する項目を統計学的に決定した。

採用する説明変数はF値 ≥ 4.00 の項目としたところ、無脂固形分率、乳脂肪率、乳たんぱく質率、乳中尿素窒素濃度が採用され、産次数、乳量および体細胞数は採用されなかった（ $p < 0.0001$ ）。

採用された項目による重回帰式を式1に示す。

式(1)

$$\text{乳比重} = 0.587 \times \text{SNF} - 0.285 \times \text{FAT} - 0.213 \times \text{MUN} - 0.194 \times \text{PROT} + 1.013$$

SNF: 無脂固形分率、FAT: 乳脂肪率、MUN: 乳中尿素窒素濃度

PROT: 乳たんぱく質率。各項目の係数は、標準回帰係数。

式1より、乳比重の増加は、無脂固形分率の増加によるものであり、乳脂肪率、乳中尿素窒素濃度および乳たんぱく質率の増加に伴い減少することが示された。

6. 乳等省令の規格（乳比重）に関する意見（木田私見）

本調査により、乳比重増加の要因は、専ら、無脂乳固形分率の増加によるものであることが明らかになった。このことから、近年の我が国における生乳の比重増加は、乳成分率の向上を目標とした乳牛の遺伝的改良の成果であると推察される。特に、衛生的乳質の指標である乳中体細胞数は、通常出荷される生乳においては、比重には直接影響しないことが確認され、食品としての生乳規格において、乳比重の増加は、むしろその価値を高めるものと考えられる。

乳比重に及ぼす、その他の要因として、水や何らかの化学物質（抗菌性物質ほか）の混入などが想定されるが、これら異物の混入は、そもそも生乳には混入してはならないものとされており、乳比重を以て、異物の混入を規制することは意味をなさない。

以上より、乳等省令における乳比重の規定は、「上限の撤廃」もしくは「規定そのものの廃止」が妥当であると考えられる。