

## パラグアイ酪農におけるバルク乳の成分及び衛生的品質

木田克弥<sup>†</sup> (帯広畜産大学 客員教授)

Koji Denis ISHIKAWA FUJIOKA

(帯広畜産大学 パラグアイ事務所)

Marcelo PORTALUPPI

(パラグアイ生産者組合連盟 参事: FECOPROD Ltda.)

Fátima Carolina FRANCO MEZA

(パラグアイ生産者組合連盟 ラボ所長: FECOPROD Ltda.-  
FECOLAB)



木田克弥

### はじめに

帯広畜産大学では、2022年3月より南米のパラグアイ共和国において、国際協力機構 (JICA) の草の根技術協力事業「パラグアイ酪農の持続可能な発展をめざすネットワークを活用した酪農家支援体制構築プロジェクト (PROMELE III)」に取り組んでいる [1]。本事業は、現地の獣医師など酪農技術指導者を対象に、酪農家の生産データ解析と牛群検診を基本とする飼養管理指導スキルを習得させることを目的としている。ところで、乳牛の飼養管理指導においては、乳成分のデータ評価がきわめて重要であり、わが国 (日本) では、乳業会社によるバルク乳成分旬報や牛群検定による個体の乳量・乳成分のデータが活用されている。パラグアイでも、乳業会社やパラグアイ生産者組合連盟 (Federación de Cooperativas de Producción: FECOPROD Ltda.) により、乳価決定のための基礎データとしてバルク乳の成分分析が実施されているが、乳成分値の全体像は公表されておらず、飼養管理診断において日本の乳成分の評価基準がパラグアイでも適用可能かどうかは不明である。そこで、FECOPROD Ltda. が長年にわたり分析、蓄積してきた

バルク乳成分データを解析し、パラグアイ酪農における乳成分の標準値を決定すること、あわせてそのデータからパラグアイ酪農における課題を検討することを目的として、本調査を実施した。

### 材料及び方法

調査に供したデータは、2015～2023年に、FECOPROD Ltda. 加入農協及びコンサルタント獣医師等からの依頼により FECOPROD Ltda. の生乳検査室 (FECOLAB) で分析されたバルク乳 (350,516点) のデータである (表1)。なお、パラグアイでは一つのバルクタンクに複数の農家の生乳が集められているケースがあるため酪農家の実数は不明であるが、バルク乳の分析がおおむね毎月3回実施されることから、各年度の分析点数を36旬で除算してバルクタンクの実数 (参考値) を推計した。生乳分析には FOSS 社の MilkoScan™ (乳成分)、Fossomatic™ (体細胞数)、BactoScan™ (細菌数) が用いられていた。

今回の調査では、生乳取引に係る加水、pH、クエン酸などのデータを除いた以下の項目について検討した。

**成分的乳質:** 脂肪率、タンパク質率、乳糖率、無脂固形分率、総固形分率、乳中尿素窒素濃度

**衛生的乳質:** 体細胞数、生菌数、総菌数

解析手順は、以下のとおり。

表1 分析に供したバルク乳のサンプル数

年 度	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	合 計
サンプル数	22,768	39,668	42,714	40,596	39,092	42,687	42,487	42,159	38,345	350,516
バルクタンク数*	632	1,102	1,187	1,128	1,086	1,186	1,180	1,171	1,065	9,737

\* 毎月3回 (36回/年) 分析を行ったと仮定して推定 (サンプル数÷36回)

<sup>†</sup> 連絡責任者: 木田克弥 (帯広畜産大学)

〒080-8555 帯広市稲田町西2線11

☎ 0155-49-5231 FAX 0155-49-5229

E-mail: kidak@obihiro.ac.jp

表2 成分的乳質

項目	脂肪率 (%)	タンパク質率 (%)	乳糖率 (%)	無脂固形分率 (%)	総固形分率 (%)	乳中尿素窒素 (mg/dl)
平均値	3.928	3.343	4.758	8.775	12.760	15.578
中央値	3.910	3.340	4.770	8.780	12.740	15.630
標準偏差	0.456	0.216	0.185	0.419	0.583	4.360
標準値上限*	4.839	3.775	5.128	9.612	13.926	24.299
標準値下限*	3.016	2.911	4.388	7.938	11.594	6.858
データ数	349,274	349,309	349,323	349,309	349,309	186,925

\*上限：平均+2SD, 下限：平均-2SD

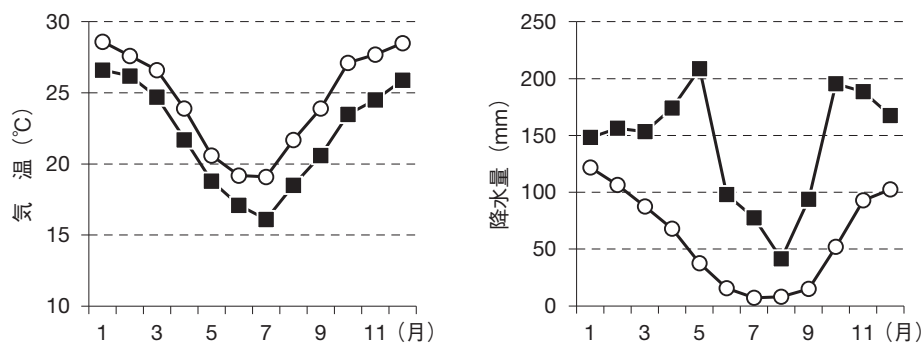


図1 パラグアイの月別平均気温と降水量(平年値)  
Mariccal Estigarribia (チャコ地方: ○—), Coronel Oviedo (東部地域: ■—)を例示。気象庁HPデータを基に作図

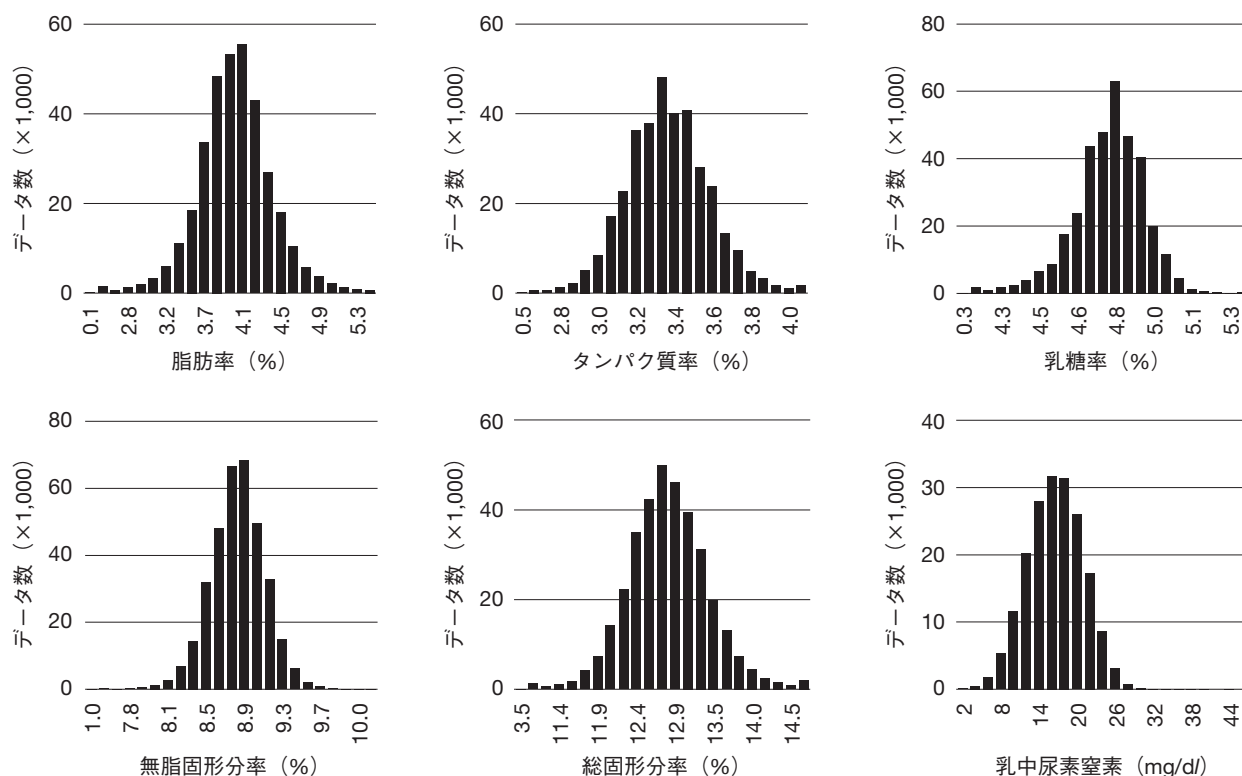


図2 成分的乳質の度数分布

- 1 全データについてエラー値(0や負の値)を除外した。
- 2 項目ごとに基本統計量を求め、平均値±2標準偏差(SD)をパラグアイ酪農におけるバルク乳の標準値とした。なお、対数分布に近似する衛生的乳質項目については、測定値を対数変換してから同様の統計処理を行い、得られたデータを実数に変換して標準値とした。
- 3 乳成分の季節変動を評価するために、全データを月別に集計し、統計量を求めた。
- 4 パラグアイでは、パラグアイ川西部地域(チャコ地方: 熱帯性気候で夏季は高温乾燥)とパラグアイ川東部地域(亜熱帯気候で湿潤)とで気候が大きく異なる(図1) [2]。そこで、データをふたつの地域に分け、

表3 衛生的乳質

項目	体細胞数			生菌数			総菌数		
	測定値 (個/ml)	対数值 <sup>2)</sup> (log 個/ml)	逆変換 <sup>3)</sup> (個/ml)	測定値 (個/ml)	対数值 <sup>2)</sup> (log 個/ml)	逆変換 <sup>3)</sup> (個/ml)	測定値 (個/ml)	対数值 <sup>2)</sup> (log 個/ml)	逆変換 <sup>3)</sup> (個/ml)
平均値	586,006	5.6828	481,734	502,750	4.7966	62,604	1,921,660	5.3559	226,915
中央値	498,000	5.6972	498,000	46,000	4.6628	46,000	165,000	5.2175	165,000
標準偏差	—	0.2808	—	—	0.8175	—	—	0.8183	—
標準値上限 <sup>1)</sup>	—	6.2445	1,755,777	—	6.4316	2,701,451	—	6.9925	9,828,745
標準値下限 <sup>1)</sup>	—	5.1211	132,174	—	3.1616	1,451	—	3.7192	5,239
データ数	349,204			349,042			347,786		

1) 上限：平均+2SD, 下限：平均-2SD 2) 測定値を対数変換後、計算した値 3) 対数の統計量を実数に逆変換した値

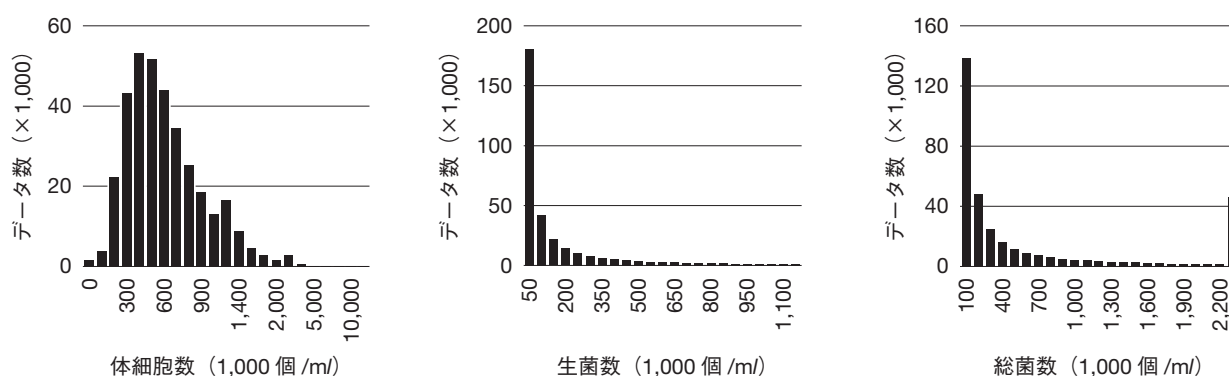


図3 衛生的乳質の度数分布

地域間の差異についても検討した。

## 結果と考察

### 1 成分的乳質

成分的乳質の基本統計量を表2に、度数分布を図2に示した。特に、理論上、母集団の95%範囲である平均±2SDの範囲を標準値の上限及び下限として算出した。

各乳成分の平均値及び標準値範囲は、日本の生乳成分平均値（脂肪率：4.06%、タンパク質率：3.36%、無脂固形分率：8.81%、北海道酪農検定検査協会2023年）[3]と同程度であることから、パラグアイの乳成分値の評価（飼養管理診断）において、乳牛の品種特性を考慮する必要はあるものの、日本の診断基準をほぼそのまま適用できると考えられた。

### 2 衛生的乳質

衛生的乳質の基本統計量を表3に、度数分布を図3に示した。乳中体細胞数は498,000個/ml（中央値）と、日本の体細胞数データ（98%が300,000個/ml以下、北海道酪農検定検査協会）[3]に比べて著しく高値であり、パラグアイ酪農においては乳房炎対策がきわめて重要であると考えられた。

細菌数もまた日本のデータ（生菌数：99.5%が34,000個/ml以下、北海道酪農検定検査協会）[3]に比べ高値（生菌数：46,000個/ml、総菌数：165,000個/ml）

であり、パラグアイでは搾乳衛生や生乳の取り扱いにも課題があることが強く示唆された。

### 3 乳質の月別変動

成分的乳質の月別変動をパラグアイのチャコ地方と東部地域に分けて示した（図4）。脂肪とタンパク質及び無脂固形分率は、両地域とも冬季（4月～9月）に高く、夏季（10月～3月）に低くなる周期性が認められた。特に、チャコ地方では全ての成分が10月に最低になっており、この理由として、冬季（乾季）間の干ばつ（図1）により牧草（地）が枯れあがり、乳牛が飼料不足に陥っているためと推察される。また、東部地域では夏季（10月～1月）に乳糖以外の成分が低下しており、この理由として、豊富な放牧草の採食による乳量増加がある一方、暑熱ストレス（採食低下）の影響も考えられる。

乳中尿素窒素濃度は両地域ともに、通年、おおむね一定で推移しているが、チャコ地方が東部地域に比べ明らかに高値であった。この理由として、栄養管理（でんぷん質とタンパク質のバランス）において、チャコ地方特有の何らかの問題が存在していることが考えられた。

衛生的乳質の地域別月別変動を図5に示した。体細胞数、生菌数、総菌数には、地域による違いや季節的な変動は認められず、両地域の搾乳衛生や生乳管理方法に大きな差異はないものと思われた。なお、体細胞数が年間を通してチャコ地方が東部地域よりもわずかに低く

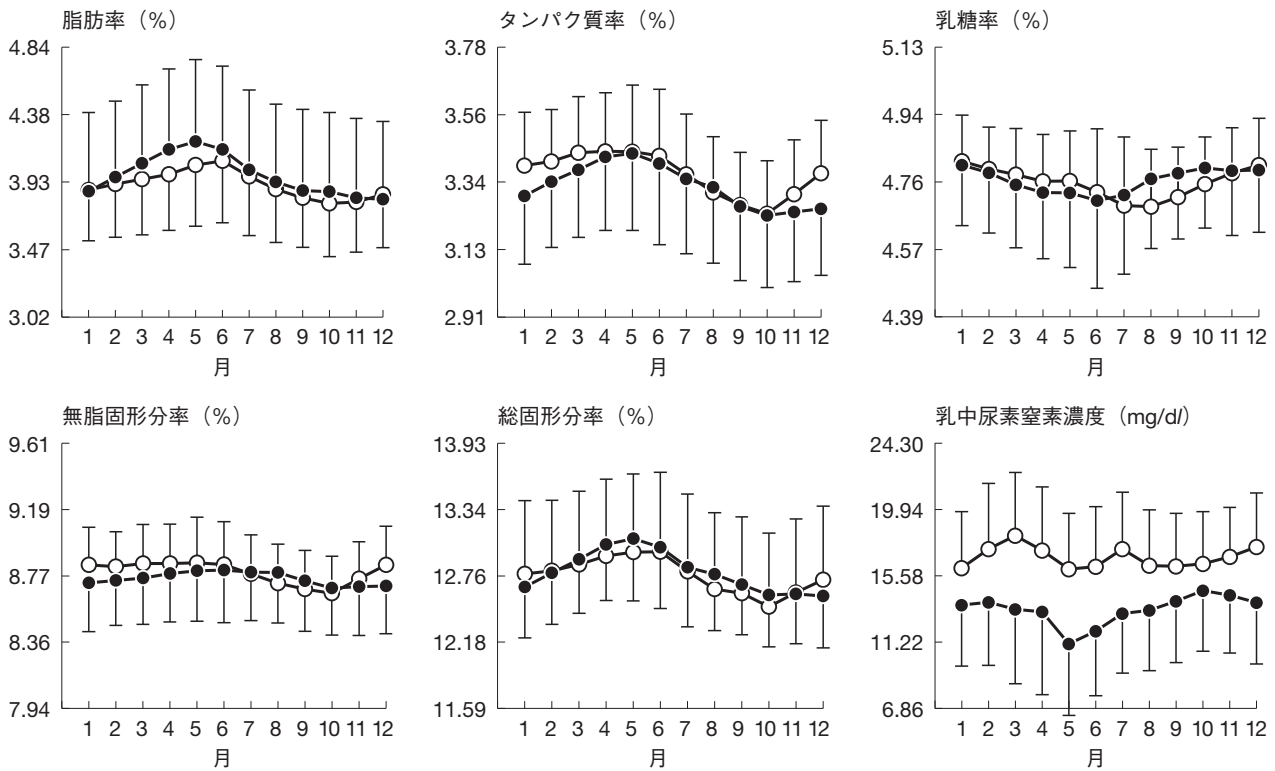


図4 成分的乳質の月別変動（チャコ地方 vs 東部地域）

○：チャコ地方 ●：東部地域 平均, SD を示す

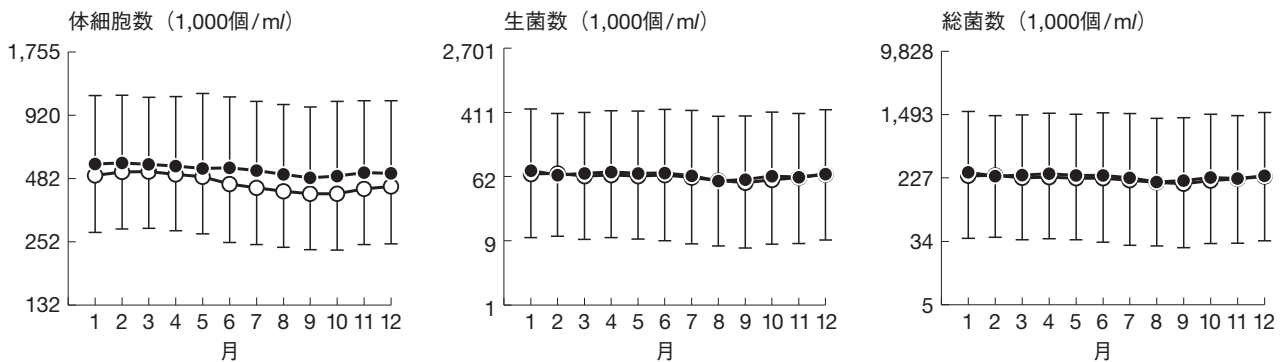


図5 衛生的乳質の月別変動（チャコ地方 vs 東部地域）

○：チャコ地方 ●：東部地域 平均, SD を示す Y軸目盛は対数を実数に変換して表示

なっていた。この理由として、東部地域の天候は通年湿潤なのに対し、チャコ地方は降水量が少なく、特に冬季（乾季）は飼育環境がきわめて乾燥する（図1）ことで乳房炎の感染機会が少なくなっているためと考えられた。

#### 4 過去10年間の乳質の変化

調査期間（2015～2023年度）における乳質の変動（各年度の中央値）を図6に示した。

成分的乳質については、無脂固形分率が漸減傾向であったが、その他の成分に注目すべき傾向や変動は認められなかった。無脂固形分率が低下している理由は不明であるが、遺伝的改良に伴う乳牛品種割合の変化や乳量

向上を反映していることが考えられる。

一方、衛生的乳質では、生菌数、総菌数ともに2016年度の高値から2022年度まで漸減傾向が認められた。これは、パラグアイでも出荷乳の品質は乳価に反映されるため、酪農家は収益確保のために生乳の衛生管理向上に取り組んでおり、その成果が表れていると考えられる。ただし、体細胞数は、全期間を通して450,000個/mlを超えており、乳房炎対策は未だ不十分である。

#### まとめ

パラグアイ酪農における過去9年間のバルク乳成分データを解析し、飼養管理診断指標としての標準値を作

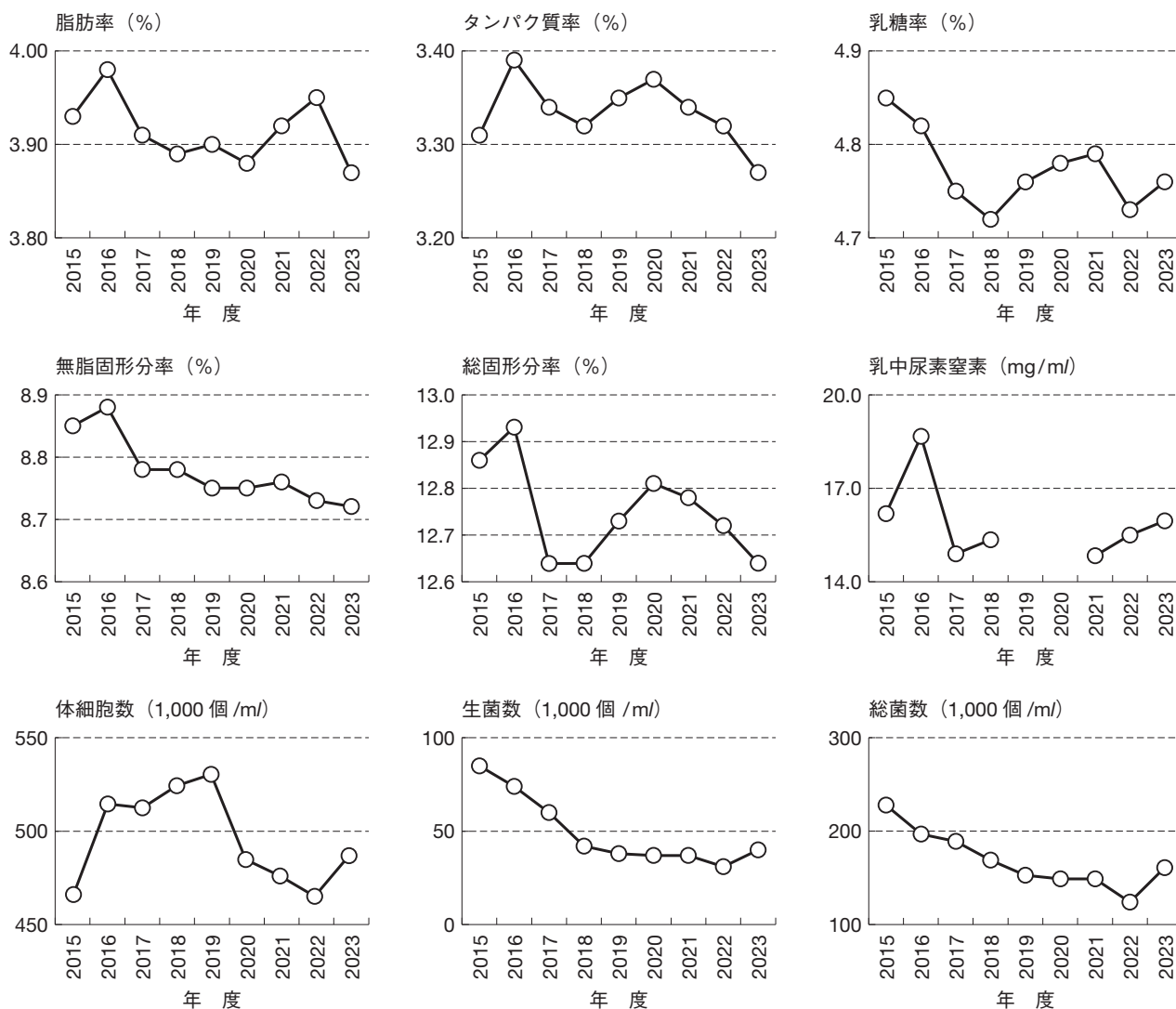


図6 乳成分値（中央値）の推移（2015～2023年）

成し、日本における診断基準と比較した。

成分的乳質は日本と大差なく、日本の診断基準がそのまま適用できるものと思われた。

衛生的乳質は、近年、向上傾向があるものの不十分であり、乳房炎対策と搾乳衛生改善が急務であると考えられた。

乳成分の季節変動については、乳糖以外の成分は、10月～3月の夏季に低下し、4月～9月の冬季に上昇する周期性が認められた。

本調査は、JICA 草の根技術協力事業の活動を通じて実施した。この機会をいただいた関係者の皆様に深甚な謝意を表す。

## 参 考 文 献

- [1] JICA 国際協力機構, 海外での取り組み, パラグアイ (<https://www.jica.go.jp/overseas/paraguay/index.html>), (参照 2024-7-3)
- [2] 気象庁, 世界の地点別平年値 (<https://www.data.jma.go.jp/cpd/monitor/nrmlist/StationList.php?ccode=31100>), (参照 2024-7-3)
- [3] 北海道酪農検定検査協会, 生乳検査成績—合乳検査成績— 2024 年度地区別合乳細菌数・体細胞数度数分布表 (<https://www.hmrt.or.jp/report2>), (参照 2024-7-3)