

## 千葉県内の乳牛の乳中尿素態窒素の実態

千葉耕司・松岡邦裕・永福和明・山下秀幸  
前之園孝光・坂巻武\*

Actual Milk Urea Nitrogen Concentrations of Lactating Holstein Cows in Chiba Prefecture

Koji CHIBA, Kunihiro MATSUOKA, Kazuaki EIFUKU, Hideyuki YAMASHITA  
Takamitsu MAENOSONO and Takeshi SAKAMAKI \*

### 要 約

千葉県内の酪農家 1,397 戸のバルク乳および牛群検定参加農家 170 戸の個体乳の乳中尿素態窒素（以下 MUN）値の実態について平成 15 年 4 月から平成 17 年 3 月までの分析数値を調査した。得られた結果は以下のとおりである。

1. バルク乳の MUN 平均値は 13.22 (± 1.88) mg/dl (例数 74,514) であり、個体乳の MUN 平均値は 12.29 (± 2.50) mg/dl (例数 215,653) であった。
2. 個体乳の分娩後日数別の MUN 値は泌乳初期に 11.5mg/dl と低く、泌乳最盛期には 12.8mg/dl と高くなり、泌乳後期に 11.6mg/dl と減少する傾向が見られた。
3. MUN 値が増加すると乳量が増加する傾向が見られたが、その値が 18mg/dl 以上では乳量は若干減少した。
4. 乳量が 20kg/日以上 50kg/日未満の中程度の階層で乳蛋白率が高くなると MUN 値は低くなったが、乳量が 20kg/日未満と 50kg/日以上の中程度の階層においてはこの傾向は見られなかった。

### 緒 言

近年、酪農経営において乳生産量の増加を図るため濃厚飼料を多給する傾向にあり、その結果、蛋白質の過剰摂取となり、疾病の発生の原因になるとともに排泄窒素量の増加による環境負荷の増加が問題となってきた<sup>1)</sup>。

飼料蛋白質のうち、分解性蛋白質は第 1 胃内の微生物によりアミノ酸、アンモニアに分解され、このうち、アミノ酸は非分解性蛋白質と同様に小腸で吸収される<sup>2)</sup>。

一方、アンモニアは飼料中のエネルギーと微生物の働きにより微生物体蛋白質に合成され、下部消化管で吸収される。ただし、第 1 胃内で大量にアンモニアが生産され、微生物蛋白質合成に必要なエネルギーが不足した場合、アンモニアは第 1 胃から血中に吸収されるが、アンモニアは動物の細胞にとって毒性が強いため、肝臓で尿素に変換される。尿素の大部分は腎臓で尿中尿素として体外へ排出されるが、一部は乳中へ入り、MUN となる<sup>3) 4)</sup>。

このように MUN は第 1 胃内における蛋白質とエネルギーのバランスに関係が深く、この指標として MUN 値が取り上げられている<sup>5)</sup>。MUN 値を利用して適正な飼料給与や繁殖管理が期待できることから、本研究を実施した。

### 材料及び方法

#### 1 対象期間

県下の状況を調査するにあたり、平成 15 年 4 月から平成 17 年 3 月までの 24 ヶ月間のデータを使用した。

#### 2 対象データ

対象データの概要について表 1 に示した。

MUN 値については千葉県酪農農業協同組合連合会酪農指導検査センターから提供されたデータを使用した。バルク乳の MUN 値は県内酪農家 1,397 戸（バルク）の月 3 回の検査成績、74,514 データを用いた。

表 1 対象データの概要

	農家数	個体数	データ数
バルク乳 MUN 値	1,397	-	74,514
個体乳 MUN 値	170	9,072	215,653
個体乳量、乳成分率	164	6,604	47,511
分娩後日数	164	5,709	31,605

\* 前千葉県畜産総合研究センター

平成 18 年 8 月 31 日受付

個体乳の MUN 値は牛群検定に参加する県内酪農家の 170 戸、9,072 頭の 215,653 データを用いた。

個体乳量、乳成分率については牛群検定に加入する 164 農家の 6,604 頭、47,511 データを、また分娩後日数、産次については上記データから抽出した 5,709 頭、31,605 データを用いた。

3 統計処理

一元配置分散分析および Tukey-Kramer の多重比較検定を用いて行った。

結果及び考察

1 バルク乳 MUN 値

バルク乳の基本統計量を表 2 に示した。平均値は 13.22 (± 1.88) mg/dl であった。図 1 にバルク乳および個体乳 MUN 値の度数分布を、表 4 に MUN 階層別例数を示した。図表のとおり 13mg/dl を中心に山形の分布を描いた。田中ら<sup>6)</sup>の報告によると北海道における 70 戸の酪農家を対象としたバルク乳の MUN 値は 11.2 (± 3.8) mg/dl であり、千葉県の平均値は約 2mg/dl 高いものの標準偏差が小さく、ばらつきが少ない結果となった。

表 2 バルク乳基本統計量

	平均	標準偏差
MUN (mg/dl)	13.22	1.88
乳脂率 (%)	3.99	0.29
乳蛋白率 (%)	3.25	0.16
無脂固形分率 (%)	8.67	0.20

2 個体乳 MUN 値

個体乳の基本統計量を表 3 に示した。平均値は 12.29 (± 2.50) mg/dl であった。図 1、表 4 のとおり 12 mg/dl を中心に山形の分布を描いた。北海道の田中ら<sup>6)</sup>の報告では 11.2 (± 3.8) mg/dl (例数 25,955)、愛媛県の家木ら<sup>7)</sup>の報告では 13.5 (± 3.5) mg/dl (例数 1,082) であり、バルク乳の調査結果と同様に田中ら<sup>6)</sup>の報告に比べて高いものの、標準偏差が

表 3 個体乳基本統計量

	平均	標準偏差
MUN (mg/dl)	12.29	2.50
乳脂率 (%)	3.97	0.90
乳蛋白率 (%)	3.35	0.42
無脂固形分率 (%)	8.81	0.48

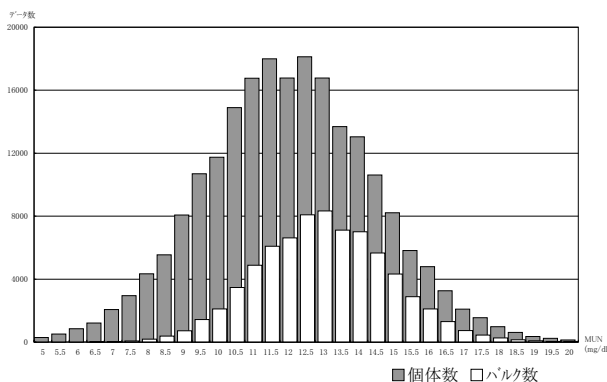


図 1 バルク乳、個体乳 MUN 値度数分布

小さくばらつきが少ない結果となった。今回の調査ではバルク乳 MUN 値と個体乳 MUN 値の間に 0.93mg/dl の差が見られた。これは個体乳の MUN 値が牛群検定を行っている農家の個体に限定されていることも原因と考えられた。

表 4 MUN 階層別例数

MUN (mg/dl)	バルク例数	割合 (%)	個体例数	割合 (%)
5 未満	27	0.0	633	0.3
5 ~ 6	3	0.0	792	0.4
6 ~ 7	13	0.0	2,043	0.9
7 ~ 8	97	0.1	5,005	2.3
8 ~ 9	546	0.7	9,872	4.6
9 ~ 10	2,138	2.9	18,750	8.7
10 ~ 11	5,573	7.5	26,627	12.3
11 ~ 12	10,963	14.7	34,742	16.1
12 ~ 13	14,700	19.7	34,884	16.2
13 ~ 14	15,432	20.7	30,460	14.1
14 ~ 15	12,661	17.0	23,638	11.0
15 ~ 16	7,194	9.7	14,022	6.5
16 ~ 17	3,394	4.6	8,031	3.7
17 ~ 18	1,170	1.6	3,638	1.7
18 ~ 19	399	0.5	1,577	0.7
19 ~ 20	113	0.2	586	0.3
20 以上	91	0.1	353	0.2
	74,514	100.0	215,653	100.0

3 分娩後日数別 MUN 値

分娩後日数との関係での MUN 値、乳量、乳成分の推移は図 2 に示すとおりである。泌乳初期に 11.5mg/dl、最盛期に 12.8mg/dl、後期で 11.6mg/dl であった。これは泌乳初期には摂取する粗蛋白質とエネルギーがともに不足していたものと考えられる<sup>8)</sup>。一方、泌乳最盛期は粗蛋白質を多く給与する傾向がある反面、摂取エネルギーが不足し粗蛋白質が有効利用されず MUN 値が高くなったものと考えられる。さらに中期から後期にかけては必要なエネルギーが充足されることにより、粗蛋白質が有効利用され MUN 値が低くなったものと考えられる。これら MUN 値の推移は泌乳曲線と同様の推移であり、Johnson ら<sup>9)</sup>も同様の報告をしている。

分娩後日数別の MUN 値を産次別に見ると表 5 のとおりである。産次間では 2 産と 4 産以上の区分の間において有意差がみられたがその差はわずかであった。一方で分娩後日数別では有意差がみられ、泌乳ステージとの関係では MUN 値に差があることが示唆された。

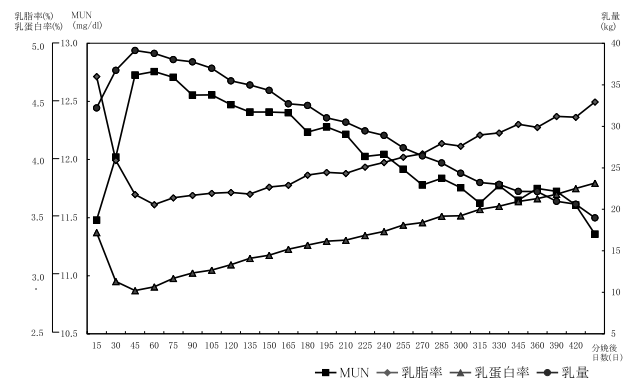


図 2 分娩後日数別乳量、乳成分値

4 MUN 階層別乳量、乳成分値

表 6 に個体乳量の MUN 階層別乳量、乳成分値を示した。MUN 値が高くなるにつれて、乳量も高くなる傾向が見られ

表5 分娩後日数別 MUN 値 (産次別)

分娩後 日数	初産		2産		3産		4産以上		計	
	例数	MUN 値 (mg/dl)	例数	MUN 値 (mg/dl)	例数	MUN 値 (mg/dl)	例数	MUN 値 (mg/dl)	例数	MUN 値 (mg/dl)
0～15	67	11.1	44	11.7	71	11.4	176	11.6	358	11.5
16～30	154	11.9	112	12.5	150	11.8	385	12.0	801	12.0
31～45	128	13.0	149	13.0	210	12.5	565	12.7	1052	12.7
46～60	160	13.0	174	12.7	248	12.9	633	12.7	1215	12.8
61～75	143	12.8	183	12.6	281	12.7	694	12.7	1301	12.7
76～90	144	12.9	225	12.5	291	12.5	781	12.5	1441	12.6
91～105	135	12.6	186	12.6	271	12.5	679	12.6	1271	12.6
106～120	146	12.7	176	12.1	251	12.5	633	12.5	1206	12.5
121～135	145	12.4	181	12.2	268	12.4	653	12.5	1247	12.4
136～150	128	12.4	206	12.3	288	12.3	605	12.5	1227	12.4
151～165	154	12.3	195	12.2	285	12.5	624	12.4	1258	12.4
166～180	140	12.1	198	12.2	312	12.3	660	12.3	1310	12.2
181～195	143	12.3	225	12.1	281	12.2	630	12.4	1279	12.3
196～210	138	12.2	236	12.3	317	12.2	630	12.2	1321	12.2
211～225	146	12.2	240	12.0	287	12.0	598	12.0	1271	12.0
226～240	137	12.3	241	12.1	333	12.1	604	12.0	1315	12.0
241～255	137	12.2	241	11.7	288	11.9	575	12.0	1241	11.9
256～270	140	11.8	252	11.6	348	11.9	577	11.8	1317	11.8
271～285	121	11.6	219	11.7	254	11.9	520	12.0	1114	11.8
286～300	112	11.8	224	11.6	267	11.7	488	11.9	1091	11.8
301～315	111	11.6	195	11.6	249	11.7	450	11.6	1005	11.6
316～330	82	11.9	193	11.7	213	11.8	383	11.7	871	11.8
331～345	90	11.7	175	11.5	202	11.8	328	11.6	795	11.6
346～360	67	11.7	154	11.6	174	11.7	276	11.8	671	11.7
361～390	122	11.8	261	11.5	300	11.7	482	11.8	1165	11.7
391～420	90	11.6	174	11.5	213	11.5	369	11.7	846	11.6
421以上	417	11.5	508	11.2	605	11.4	1086	11.3	2616	11.4
計	3,697	12.1	5,567	12.0 <sup>A</sup>	7,257	12.1	15,084	12.1 <sup>B</sup>	31,605	12.1

1) 横列異符号間に 1% の有意差あり。

2) 分娩後日数階層を要因とした MUN 値 (全産次) の一元配置分散分析に 1% の有意差あり。

表6 MUN 値階層別乳量、乳成分値

MUN (mg/dl)	例数	乳量 (kg/日)		乳蛋白質率 (%)		乳蛋白質率 (%)	
		平均値	標準誤差	平均値	標準誤差	平均値	標準誤差
6.0以下	350	20.8	0.58	3.53	0.034	4.37	0.079
6～8	1,692	24.7	0.26	3.43	0.012	4.05	0.024
8～10	6,532	26.8	0.13	3.40	0.005	4.00	0.010
10～12	13,861	28.2	0.09	3.37	0.004	3.96	0.006
12～14	14,311	29.4	0.08	3.34	0.003	3.97	0.006
14～16	7,942	30.9	0.11	3.30	0.005	3.97	0.008
16～18	2,356	31.8	0.21	3.27	0.009	4.01	0.015
18.01以上	467	31.3	0.50	3.27	0.026	4.23	0.050

たが、18mg/dl 以上の階層では若干減少した。乳蛋白質率については MUN 値が高くなると低くなる傾向を示した。

これらの点については田中らの報告により、飼料中の粗蛋白質は第 1 胃で微生物によりアミノ酸とアンモニアに分解されるが、過剰なアンモニアは第 1 胃壁で吸収され肝臓で毒性の低い尿素へ分解されて体外へ排出される。このとき肝臓では大量のエネルギーを消費するため乳量、乳成分に影響を及ぼすことが知られている<sup>10)</sup>。

乳脂率については MUN 値が高くなると減少する傾向を示したが、MUN 値が 16 mg/dl 以上になると増加し、乳量と逆の傾向を示した。Johnson ら<sup>9)</sup> は今回の報告と同様に高 MUN 値では乳脂率が若干増加する結果を示している。また、高乳脂率または低乳脂率では MUN 値が低くなる傾向があることを報告していることから乳脂率と MUN 値の関係には今後検討の余地があると考えられた。また、高 MUN 値と低 MUN 値で乳量、乳脂肪率および乳蛋白質率の標準誤差が大きく、ばらつきが見られることから各農場において極端な

値の個体乳 MUN 値を確認することにより飼料給与を改善できることが示唆された。

### 5 乳量階層別 MUN 値

表 7 に個体乳の乳量、乳蛋白質率階層別 MUN 値を示した。乳蛋白質率の区分については Nelson ら<sup>11)</sup> の報告により、3.0%未満区と 3.0-3.2%区、3.2%より高い区の 3 区分で調査を行った。乳量 10kg/日以上 20kg/日未満の階層では、乳蛋白質率が 3.2%より高い区で MUN 値 11.67mg/dl、3.0-3.2%区で 11.10mg/dl となり、両者間に 1%水準で有意差が見られた。また、乳量 30kg/日以上 40kg/日未満の階層では乳蛋白質率が 3.2%より高い区で 12.31mg/dl となり、3.0%未満区の 12.57mg/dl、3.0-3.2%区の 12.53mg/dl に比べ 1%水準で有意に低くなった。乳量 40kg/日以上 50kg/日未満の階層では 3.0-3.2%区で 12.66mg/dl、3.2%より高い区で 12.58mg/dl となり、3.0%未満の 12.89mg/dl に比べ 5%水準で有意に低くなった。

乳量で 20kg/日以上 50kg/日未満の階層で乳蛋白質率が高

表7 乳量、乳蛋白質率階層別 MUN 値

乳量 (kg/d)	3.0%未満			3.0～3.2%			3.21%以上		
	例数	MUN (mg/dl)	標準誤差	例数	MUN (mg/dl)	標準誤差	例数	MUN (mg/dl)	標準誤差
10未満	16	10.22	0.800	58	10.71	0.390	978	10.64	0.098
10～19.9	272	11.25	0.211	819	11.10 <sup>A</sup>	0.088	7,105	11.67 <sup>B</sup>	0.031
20～29.9	1,371	12.24	0.073	3,802	12.12	0.039	12,084	12.09	0.021
30～39.9	3,206	12.57 <sup>A</sup>	0.043	5,215	12.53 <sup>A</sup>	0.031	5,594	12.31 <sup>B</sup>	0.032
40～49.9	2,603	12.89 <sup>a</sup>	0.048	2,252	12.66 <sup>b</sup>	0.050	907	12.58 <sup>b</sup>	0.080
50以上	796	12.86	0.086	370	12.46	0.122	63	13.02	0.298

1) 横列異符号間に小文字5%、大文字1%の有意差あり。

くなると MUN 値がわずかではあるが減少する傾向がみられ、飼料中の粗蛋白質が乳蛋白質として有効利用されたことが示唆された。Johnson ら<sup>9)</sup> は今回の結果と同様に乳量の中程度の階層では、乳蛋白質率が高くなると MUN 値が低くなる傾向が見られ、飼料が生産性に適したバランスで給与されているときに乳蛋白質率に加えて MUN 値が良い指標値になると報告している。今回の報告では農家の飼養管理形態、飼料給与、給与量等について調査しておらず、断定することは難しいものの高乳量及び低乳量階層において蛋白質とエネルギーのバランス及び量が適当ではない飼料が給与され、標準誤差が大きい値になっていることが推察された。

## 謝 辞

本研究を実施するにあたり、MUN 値データを提供いただいた千葉県酪農農業協同組合連合会に深謝いたします。

## 引用文献

- 1) S.M.Godden et al. (2001), J.Dairy Sci. 84 : 1397-1406
- 2) A.Bach et al. (2005), J.Dairy Sci. 88 (E.suppl.) : E9-E21
- 3) National Research Council (2001), Nutrient Requirements of Dairy Cattle 7th rev. ed. : 44-46,245-246
- 4) R.A.Kohn et al. (1997), Proceedings of the Maryland Nutrition Conference : 83-90
- 5) J.Nousiainen et al. (2004), J.Dairy Sci. 87 : 386-398
- 6) 田中義春ら (1998)、畜産の研究 53 : 476-478
- 7) 家木一ら (2002)、愛媛県畜産試験場研究報告 19 : 40
- 8) 前之園孝光ら (1981)、畜産の研究 35 : 282-286
- 9) R.G.Johnson and A.J.Young (2003), J.Dairy Sci. 86 : 3008-3015
- 10) 田中義春ら (1999)、デーリィ・ジャパン 臨時増刊号 : 87-106
- 11) A.Nelson (1996), Bovine Pract. 29 : 85-95