

兵庫県下の酪農家における乳中尿素態窒素の実態と予測値

篠倉和己*・生田健太郎*・小嶋 睦*

要 約

兵庫県下の酪農家22戸、搾乳牛2,432頭における乳中尿素態窒素(以下 MUN と呼ぶ)値の調査を行い、飼養形態、乳期、乳量、産次、飼料内容等との関係を検討し、MUN 予測値を求めた。

- 1 農家の MUN 平均値は、搾乳牛1頭当たり乳量と正 ($r = 0.44$, $P < 0.05$) の、平均 TDN/CP 比とは負 ($r = -0.49$, $P < 0.05$) の相関関係にあった。
- 2 飼養形態別 MUN 値は、繋ぎ濃厚飼料粗飼料分離給与農家 (SEP) がフリーストール TMR 給与農家 (FS)、繋ぎ TMR 給与農家 (TS) に比べて低くなった ($P < 0.01$)。
- 3 泌乳期別 MUN 値は、初期が最盛期以降に比べて低く ($P < 0.01$)、中期は最盛期に比べて高かった ($P < 0.05$)。
- 4 飼養形態、泌乳期別に異なった MUN 予測式を作成した。
- 5 基本的条件下の MUN 予測値は、FS : 11.9~17.0mg/dl, TS 前期 : 13.4~15.2mg/dl, SEP 中期 : 10.9~17.7mg/dl, SEP 後期 : 10.3~18.1mg/dl となった。
- 6 個体乳の MUN 平均値とバルク乳の MUN 値間には、正の相関 ($n = 42$, $r = 0.94$, $P < 0.01$) があった。
- 7 FS のバルク乳 MUN 値と飼料成分間には $Y = -60.511 + 3.085 \times (CP \%) + 5.583 \times (TDN/CP)$ ($n = 16$, $r^2 = 0.85$, $P < 0.01$) の関係が成り立ち、バルク乳による栄養評価が可能であると考えられた。
- 8 MUN 値の日間変動を5頭5日間調査したところ、変動係数は平均10.2%あった。

Predicted and Actual Milk Urea Nitrogen Concentrations in Lactating Holstein Cows Under Different Feeding Systems in Hyogo Prefecture

Kazumi SASAKURA, Kentarou IKUTA and Mutsumu KOKAMO

Summary

To predict the MUN concentrations for Holstein cows under different feeding systems in Hyogo prefecture, we measured MUN in 2,432 samples from 22 farms. We investigated three feeding systems; 1) free-stall and TMR (FS), 2) tied-stall and TMR (TS) and 3) tied-stall and concentrate-forage-separated (SEP). We considered influencing factors to be lactation periods, milk yield, parity, and CP %, TDN %, and TDN/CP of the diet.

- (1) The mean MUN concentrations of each farm were positively ($r = 0.44$, $P < 0.05$) correlated to the mean milk yield of each farm, and negatively ($r = -0.49$, $P < 0.05$) to the TDN/CP of the diets.
- (2) MUN concentration of SEP was significantly lower than that of FS and TS.
- (3) MUN concentration of the early lactation period was significantly lower than that of the later periods, and MUN concentration of the mid-lactation period was significantly higher than that of the peak period.
- (4) The regression lines for the predicted MUN concentration was calculated under the three feeding systems and three lactating periods.
- (5) Under typical conditions, the predicted MUN concentration was 11.9~17.0mg/dl in FS, 13.4~15.2mg/dl in the early period of TS, 10.9~17.7mg/dl in the mid-lactation of SEP and 10.3~18.1mg/dl in the late period of SEP.
- (6) The mean MUN concentrations of samples from each farm were positively correlated to that of bulk milk ($n = 42$, $r = 0.94$, $P < 0.01$).
- (7) MUN concentration of bulk milk was significantly correlated to the diets; $MUN = -60.511 + 3.085 \times CP\% + 5.583 \times (TDN/CP)$, ($n = 16$, $r^2 = 0.85$, $P < 0.01$). So MUN concentration of bulk milk was feasible to monitor the diets.
- (8) From the investigation of 5 cows for 5 days, the mean coefficient of variations of MUN concentration for individual cows was 10.2 percent.

キーワード：乳牛、乳汁、乳中尿素態窒素、MUN 予測値、MUN 値日間変動

2000年8月30日受理

* 淡路農業技術センター

緒 言

乳中尿素態窒素(以下MUNと呼ぶ)値は、ルーメン内のエネルギーと蛋白質の相対関係を反映して変動するので、これらのバランスを推定する指標として、飼料給与設計及び指導に活用されている。しかしMUN値は、地域、気候、乳期、産次等によって変動するとされており⁹⁾、各利用地域に応じた基準値の設定が必要となっている。

そこで本県の酪農家におけるMUN値を調査し、MUN値に影響を及ぼす要因について統計的分析を行うと共に、本県の実態に応じた予測値作りを試みた。

材料及び方法

1 調査期間

調査は平成11年4月から12年6月までの15か月間行った。

2 対象酪農家及び調査牛

県下の乳用牛群検定(以下牛群検定と呼ぶ)受検酪農家22戸で行った。飼養形態別内訳は、フリーストールTMR給与農家(以下FSと呼ぶ)7戸、繋ぎTMR給与農家(以下TSと呼ぶ)4戸、繋ぎ濃厚飼料粗飼料分離給与農家(以下SEPと呼ぶ)11戸であった。

調査回数は、年に4回(3か月に1回)としたが、農家によっては1~5回の調査となった。

調査牛は、対象農家の牛群検定受検牛2,432頭であり、飼養形態別にはFS:1,366頭、TS:293頭、SEP:773頭であり、泌乳期別では後期が最も多くなった。

3 給与飼料調査

給与飼料並びに給与量については聞き取り調査した。成分の不明な配合飼料等は、採取し飼料分析を行った。一般に流通している粗飼料は飼養標準の成分値を利用した。飼料の評価には乾物中粗蛋白質率(以下CP%と呼ぶ)、乾物中可消化養分総量率(以下TDN%と呼ぶ)並びにTDN/CP比(以下TDN/CPと呼ぶ)を利用した。

4 乳量、産次、分娩後日数

牛群検定成績から調査した。

5 MUN値の実態調査

(1) 個体乳の採取

調査牛個々の乳汁(以下個体乳と呼ぶ)は、牛群検定時の朝にサンプリング装置付きミルクメーターによって採取した。

(2) バルク乳の採取

バルククーラー内の乳汁(以下バルク乳と呼ぶ)は、牛群検定日の乳汁、または牛群検定日に最も近い格付け検査(毎月3回の乳成分検査)用の乳汁を利用した。

(3) MUN値の測定

MUN値の測定は生田の方法^{2,4)}に準じて行った。乳汁は冷蔵保存し、採取日から3日以内に測定に供した。採取した乳汁は、冷却遠心(3000rpm, 5~10分)後、上層の脂肪を除去し脱脂乳とし、乾式血液自動分析装置(富士ドライケム)で測定した。

6 MUN値の日間変動調査

当センターの搾乳牛5頭を用い、5日間、MUN値の日間変動を調査した。調査牛は対尻式パイプストール牛舎に繋養し、TMRを給与した。毎朝搾乳時に乳汁を採取し、MUNは上記の方法で、乳成分は赤外線乳成分測定器(Milkoscan system4000, Foss社製)にて測定した。飼料摂取量は前日夕方に給与した量から朝の残飼量を差し引いて求めた。

7 統計処理

二元配置または一元配置分散分析によって平均値の差を検定し、有意差が認められた場合、Scheffé法を用い多重比較を行った。

結 果

1 給与飼料中飼料成分

CP%, TDN%, TDN/CPを飼養形態、乳量階層別に表1に示した。FS, SEPのCP%, TDN%は低乳量階層で低く、高乳量階層で高かった。FSのTDN/CPは階層間で差がなかったが、SEPのTDN/CPは低乳量階層で高くなった。

2 MUN値の実態

(1) 農家平均MUN値

農家の平均MUN値と搾乳牛1頭当たりの平均乳量を図1に示した。MUN値は農家によって異なったが、搾乳牛1頭当たり乳量とMUN値間に有意な正の相関($r=0.44$, $P<0.05$)が認められ、高泌乳農家のMUN値は、低泌乳農家よりも高くなった。

またMUN値と負の相関関係にあるとされる飼料中TDN/CPの農家平均と農家平均MUN値の関係を図2に示した。両者には有意な負の相関($R=-0.49$, $P<0.05$)が認められた。

(3) 飼養形態・泌乳期別MUN値

飼養形態・泌乳期別MUN値を表2に示した。飼養形態別MUN値はFS: 14.36 ± 3.24 mg/dl, TS: 14.83 ± 2.90 mg/dl, SEP: 13.41 ± 3.63 mg/dlであり、SEPがFS, TSに比べて有意($P<0.01$)に低くなった。

泌乳期別では、初期 12.25 ± 3.41 mg/dl, 最盛期 13.96 ± 3.35 mg/dl, 中期 14.61 ± 3.42 mg/dl, 後期 14.33 ± 3.15 mg/dlであり、初期のMUN値が最も低く($P<0.01$),

表1 給与飼料乾物中飼料成分の比較

項目	飼養形態	乳 量 階 層				計
		20kg未満	20kg以上, 30kg未満	30kg以上, 40kg未満	40kg以上	
CP (%)	FS	16.13±1.54 ^a	16.36±1.43 ^{ab}	16.51±1.24 ^{ab}	16.79±0.88 ^b	16.40±1.37 ^c
	TS	15.41±0.46	15.67±0.61	15.83±0.67	15.99±0.78	15.70±0.66 ^{ef}
	SEP	13.96±1.33 ^a	14.33±1.33 ^a	15.21±1.22 ^b	15.72±1.03 ^b	14.55±1.40 ^f
TDN (%)	FS	69.43±1.83 ^a	69.80±2.18 ^c	70.37±2.44 ^b	71.09±2.59 ^{bd}	70.02±2.29 ^c
	TS	69.51±0.71	69.63±0.78	70.02±0.85	70.35±1.10	69.82±0.89 ^c
	SEP	66.23±2.68 ^a	67.36±2.74 ^b	68.29±2.80 ^b	68.71±1.89 ^b	67.43±2.81 ^f
TDN/CP	FS	4.35±0.4	64.30±0.4	44.29±0.39	4.25±0.31	4.30±0.17 ^c
	TS	4.52±0.1	44.45±0.1	74.43±0.17	4.41±0.18	4.45±0.17 ^{ef}
	SEP	4.77±0.36 ^a	4.73±0.3 ^a	74.51±0.29 ^b	4.40±0.33 ^b	4.67±0.37 ^f

同一項目, 同一飼養形態の乳量階層間: 異符号間に有意差あり ab, cd: P<0.01

同一項目の飼養形態間: 異符号間に有意差あり ef: P<0.01

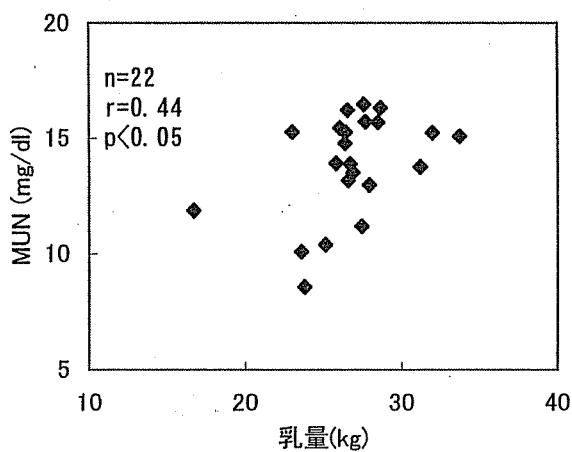


図1 各牛群の搾乳牛1頭当たり平均乳量とMUN平均値

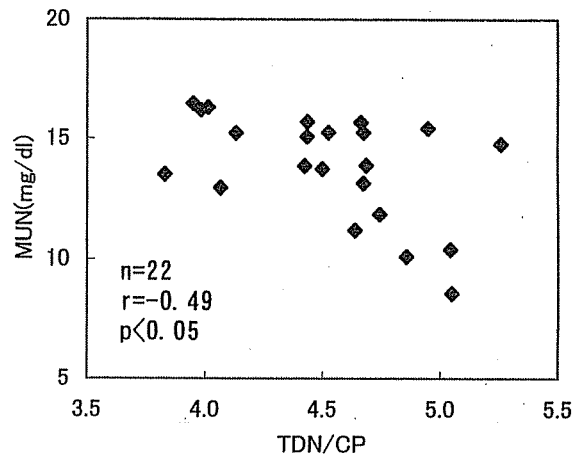


図2 各牛群の平均TDN/CP比とMUN平均値

表2 飼養形態・泌乳期別MUN値

飼養形態	頭数	泌 乳 期 (分娩後日数)				計
		初期(分娩~49日)	最盛期(50~109日)	中期(110~219日)	後期(220日~)	
FS	1,366	12.43±3.38	13.92±3.37	14.83±3.34	14.70±2.89	14.36±3.24 ^a
TS	293	13.07±3.31	14.37±3.28	15.62±2.65	14.91±2.59	14.83±2.90 ^a
SEP	773	11.66±3.43	13.83±3.35	13.93±3.66	13.33±3.62	13.41±3.63 ^b
計	2,432	12.25±3.41 ^c	13.96±3.35 ^{de}	14.61±3.42 ^{df}	14.33±3.15 ^d	14.12±3.37

平均±標準偏差 (mg/dl)

飼養形態間: 異符号間に有意差あり ab: P<0.01

泌乳期間: 異符号間に有意差あり cd: P<0.01, ef: P<0.05

中期は最盛期に比べて高くなった (P<0.05)。全頭の平均は14.12±3.37mg/dlであった。

乳量階層別MUN値を表3に示した。乳量30kg未満の2階層の値が30kg以上の2階層に比べて有意 (P<0.05) に低くなった。

(4) 乳量階層別MUN値

(5) 産次別MUN値

表3 乳量階層別MUN値の比較

飼養形態	頭数	乳量階層			
		20kg未満	20kg以上, 30kg未満	30kg以上, 40kg未満	40kg以上
FS	1,366	13.99±3.08	14.18±3.34	14.57±3.34	15.23±2.71
TS	293	14.73±2.85	14.65±2.60	15.37±3.11	14.62±3.24
SEP	773	12.86±3.29	13.30±3.63	14.02±3.81	13.31±3.62
計	2,432	13.73±3.18 ^a	13.93±3.40 ^a	14.48±3.50 ^b	14.69±3.12 ^b

平均±標準偏差 (mg/dl)

異符号間に有意差あり ab: P<0.05

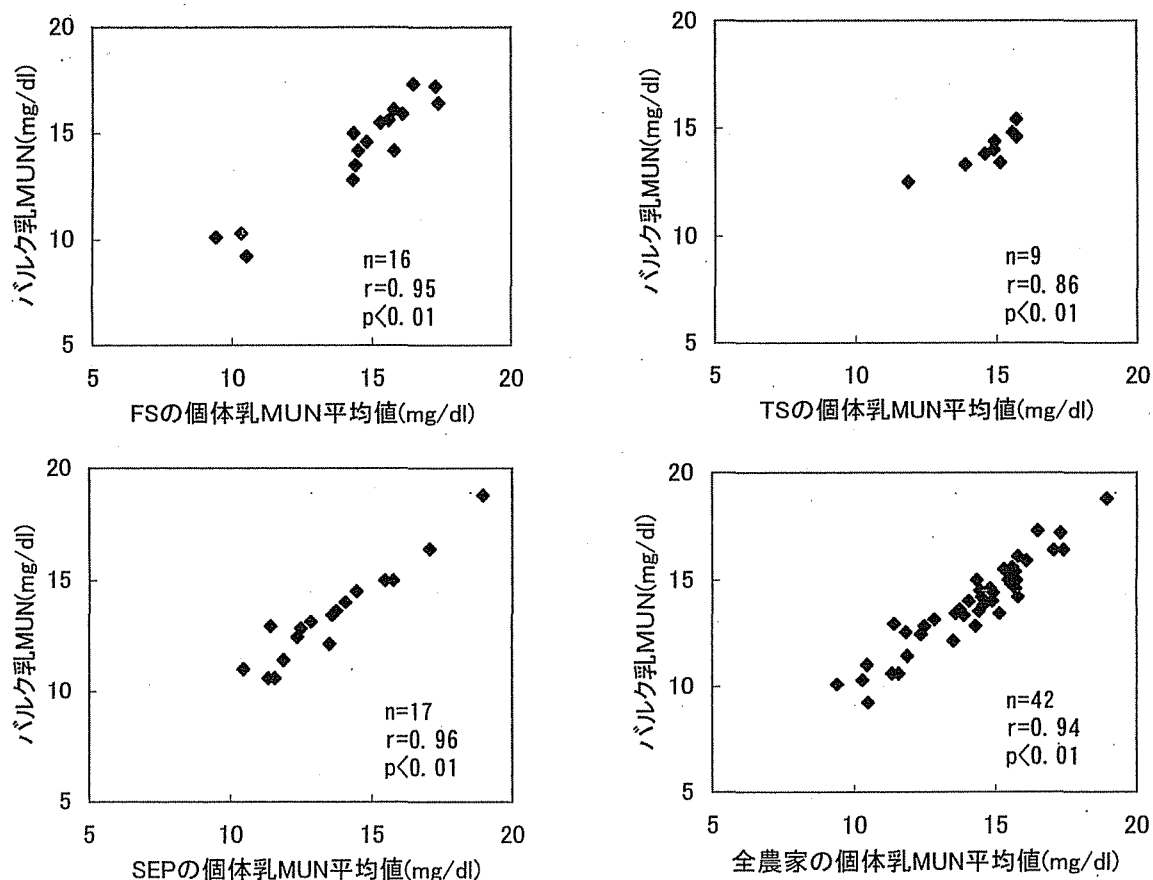


図3 個体乳MUN平均値とバルク乳MUN値

表4 産次別MUN値の比較

飼養形態	産次		
	初産	2産	3産以上
FS	14.05±3.16	14.56±3.19	14.48±3.31
TS	15.01±2.25	15.22±3.13	14.35±3.27
SEP	13.20±3.77	13.40±3.56	13.55±3.57
計	13.92±3.30	14.31±3.34	14.15±3.42

平均±標準偏差 (mg/dl)

産次別MUN値を表4に示した。初産, 2産, 3産以上間で差はなかった。

(6) 個体乳MUN値とバルク乳MUN値との関係

FS6戸(延べ16戸), TS3戸(延べ9戸), SEP7戸(延べ17戸)のバルク乳MUN値と, 個体乳MUN平均値の関係を図3に示した。両者間の相関係数はFS: r=0.95 (P<0.01), TS: r=0.86 (P<0.01), SEP: r=0.95 (P<0.01), 全農家: r=0.94 (P<0.01)であった。

表5 MUN値予測式

飼養形態	乳期	予 測 式	寄与率	有意水準
FS	前期	$MUN = -53.884 + 2.610 \times (CP\%) + 5.011 \times (TDN/CP) + 0.019 \times (\text{分娩後日数}) + 0.063 \times (\text{乳量}) - 0.217 \times (\text{産次})$	0.343	$P < 0.01$
	中期	$MUN = -148.848 + 6.999 \times (CP\%) + 19.596 \times (TDN/CP) + 0.016 \times (\text{分娩後日数}) + 0.057 \times (\text{乳量}) - 0.572 \times (TDN\%)$	0.518	$P < 0.01$
	後期	$MUN = -75.096 + 3.458 \times (CP\%) + 7.858 \times (TDN/CP) - 0.002 \times (\text{分娩後日数})$	0.398	$P < 0.01$
TS	前期	$MUN = 28.285 - 4.119 \times (TDN/CP) + 0.049 \times (\text{分娩後日数}) + 0.067 \times (\text{乳量}) - 0.615 \times (\text{産次})$		$P < 0.01$
	中期			NS
	後期			NS
SEP	前期	$MUN = 37.614 - 0.421 \times (TDN\%) + 0.026 \times (\text{分娩後日数}) + 0.112 \times (\text{乳量}) - 0.338 \times (\text{産次})$	0.160	$P < 0.01$
	中期	$MUN = 6.518 + 3.845 \times (CP\%) - 1.399 \times (TDN\%) + 9.179 \times (TDN/CP) + 0.111 \times (\text{乳量})$	0.343	$P < 0.01$
	後期	$MUN = 12.366 + 3.055 \times (CP\%) - 1.105 \times (TDN\%) + 6.093 \times (TDN/CP) + 0.123 \times (\text{乳量})$	0.261	$P < 0.01$
FSバルク		$MUN = 60.511 + 3.085 \times (CP\%) + 5.583 \times (TDN/CP)$	0.851	$P < 0.01$

前期：初期・最盛期

NS：有意性なし

表6 FS形態におけるMUN予測値

給与飼料			乳量 条件	予測MUN値 (mg/dl)		
CP%	TDN%	TDN/CP		前期	中期	後期
15	70	4.7	1	11.9	11.2	13.5
16	70	4.4	1	13.0	12.5	14.6
17	70	4.1	1	14.4	14.5	16.1
15	71	4.7	1	12.2	12.0	14.0
16	71	4.4	1	13.4	13.2	15.1
17	71	4.2	1	14.7	15.0	16.5
15	72	4.8	1	12.6	12.7	14.5
16	72	4.5	1	13.7	13.8	15.6
17	72	4.2	1	15.0	15.6	17.0
17	73	4.3	2	15.6	16.8	17.4
18	73	4.1	2	17.0	19.1	19.0
17	74	4.4	2	15.9	17.4	17.9
18	74	4.1	2	17.3	19.6	19.5
17	75	4.4	2	16.2	17.9	18.4
18	75	4.2	2	17.3	20.1	19.9

条件1 前期：分娩後日数60日，乳量40kg

中期：分娩後日数120日，乳量30kg

後期：分娩後日数240日，乳量25kg

条件2 前期：分娩後日数60日，乳量45kg

中期：分娩後日数120日，乳量40kg

後期：分娩後日数240日，乳量30kg

共通条件：2産

表7 TS形態，泌乳前期におけるMUN予測値

給与飼料			予測MUN値 (mg/dl)
CP%	TDN%	TDN/CP	
15	70	4.7	13.4
16	70	4.4	14.6
17	70	4.1	15.7
15	71	4.7	13.1
16	71	4.4	14.4
17	71	4.2	15.4
15	72	4.8	12.9
16	72	4.5	14.1
17	72	4.2	15.2

2産，分娩後60日，乳量40kg

3 MUN値予測式の作成

各飼養形態でMUN値を目的変数とし，飼料に関する要因である飼料中CP%，TDN%，TDN/CP，牛に関する要因である分娩後日数，乳量，産次を説明変数とした重回帰分析を行い，MUN予測式を求めた（表5）。予測式は，泌乳曲線を考慮して乳期ごとに求め，初期と最盛期は合わせて前期とした。予測式の変数は統計的に有意な項目のみとした。各予測式の寄与率は，FS前期：0.343，FS中期：0.518，FS後期：0.398，TS前期：0.316，SEP前期0.160，SEP中期：0.343，SEP後期：0.261であり，FSの寄与率が高くなった。TSの中期・後期にお

ける予測式は有意でなかった。SEPの前期は有意であるが、飼料中蛋白質含量を反映しておらず、寄与率が低かった。

FS 6戸、延べ16検体のバルク乳と給与飼料成分(9種類)から求めたバルク乳MUN値予測式は、 $MUN = -60.511 + 3.085 \times (CP\%) + 5.583 \times (TDN/CP)$ であり、寄与率は0.85 ($P < 0.01$)であった。なおTSとSEPでは牛個々に飼料成分が異なるため実施しなかった。

4 MUN予測値

FSの予測式に適切なTDN/CP比³⁾になるCP%, TDN%を組み合わせてMUN予測値を算出した(表6)。各乳量条件は仮定の乳量をWoodの泌乳曲線によって求め、305日乳量は条件1が約9,000kg、条件2が約10,000kgを想定した。兵庫県のFSで一般的と思われる9,000kg牛群で、CP%が15~17%, TDN%が70~72%の適正な組み合わせのTMRを給与した場合、MUN予測値は泌乳前期11.9~15.0mg/dl、中期11.2~15.6mg/dl、後期13.5~17.0mg/dlとなった。TDN%が同じ条件では、

表8 SEP形態、泌乳中期におけるMUN予測値

TDN%	CP %		
	15	16	17
67	14.8	16.1	17.7
68	14.0	15.2	16.8
69	13.2	14.4	15.9
70	12.4	13.6	15.1
71	11.6	12.8	14.2
72	10.9	11.9	12.3

乳量 30kg (mg/dl)

CP%が多くなると予測値は高くなった。TS前期は乳量条件、給与飼料をFSの条件1と同じで算出し、12.9~15.7mg/dlとなった(表7)。SEPは中期の乳量30kg、

表9 SEP形態、泌乳後期におけるMUN予測値

TDN%	CP %				
	12	13	14	15	16
63	13.8	14.4	15.4	16.6	18.1
64	13.2	13.8	14.7	15.9	17.3
65	12.6	13.2	14.0	15.2	16.6
66	12.0	12.5	13.4	14.5	15.9
67	11.4	11.9	12.7	13.8	15.2
68	10.9	11.3	12.0	13.1	14.4
69	10.3	10.6	11.4	12.4	13.7

乳量 20kg

(mg/dl)

表10 FS形態におけるバルク乳MUN予測値

TDN%	CP %					
	13	14	15	16	17	18
68	8.8	9.8	11.1	12.6	14.3	16.1
69	9.2	10.2	11.4	12.9	14.6	16.4
70	9.7	10.6	11.8	13.3	14.9	16.7
71	10.1	11.0	12.2	13.6	15.2	17.0
72	10.5	11.4	12.6	14.0	15.6	17.3
73	10.9	11.8	12.9	14.3	15.9	17.7
74	11.4	12.2	13.3	14.7	16.2	18.0
75	11.8	12.6	13.7	15.0	16.6	18.3

(mg/dl)

表11 日間変動

牛	分娩後 日数	MUN (mg/dl)			MUN量 (g)			乾物摂取量 (kg)			乳量 (kg)			乳蛋白質率 (%)		
		平均	SD	CV(%)	平均	SD	CV(%)	平均	SD	CV(%)	平均	SD	CV(%)	平均	SD	CV(%)
26	72	15.2	1.4	9.4	3.2	0.3	9.1	13.1	0.7	5.0	21.0	1.1	5.1	2.8	0.1	1.9
29	79	16.1	2.4	14.9	4.3	0.8	18.4	14.3	1.6	11.1	26.7	1.1	4.0	2.9	0.2	8.1
35	25	14.2	1.6	11.0	3.7	0.4	9.4	12.5	0.3	2.3	26.4	1.3	5.1	2.9	0.2	8.2
90	254	13.1	0.6	4.5	2.7	0.2	5.9	14.3	0.7	5.1	20.6	0.8	3.8	3.1	0.2	7.4
96	262	10.0	1.1	11.1	1.5	0.3	18.8	12.5	0.2	1.8	14.9	1.7	11.3	3.0	0.1	4.8
平均				10.2			12.3			5.1			5.9			6.1

SD: 標準偏差, CV: 変動係数, $CV = SD / \text{平均} \times 100$

調査日: 2000年6月20日~24日の5日間

牛26, 29, 35の給与飼料: CP 16%, TDN 74% TMR, 牛90, 96の給与飼料: CP 14%, TDN 72% TMR

後期の乳量20kgとし、同様に適切なTDN/CP比⁹⁾になるCP%, TDN%を組み合わせてMUN予測値を算出した(表8, 9)。その範囲はSEP中期10.9~17.7mg/dl, SEP後期10.3~18.1mg/dlとなった。

バルク乳MUN予測式にCP% (13~18), TDN% (68~75)を代入して、表10のバルク乳MUN予測値を求めた。MUN予測値はCP%, TDN%の組み合わせによって、8.8~18.3mg/dlとなった。

5 MUN値の日間変動

MUN値等の日間変動を表11に示した。調査牛5頭5日間のMUN値の変動係数(CV)は、4.5から14.0%であり、その平均は10.2%であった。MUN値に影響すると考えられる乾物摂取量(以下DMIと呼ぶ)及び乳量の変動係数の平均は、各々5.1(1.8~11.1)%, 5.9(3.8~11.3)%であった。乳量とMUN値から算出したMUN量の変動係数平均は12.3%(5.9~18.8)とMUN値より大きくなった。乳蛋白質率の変動係数平均は、6.1%であり、DMI並びに乳量のものとほぼ同じであった。

考 察

地域に応じたMUN基準値の検討は、大規模酪農地帯である北海道において盛んであり、現在、暫定基準値¹⁰⁾を運用して、MUN値を利用している。北海道で運用されている基準値は、牛群検定時に測定された膨大な数のMUN値を標本として、統計的に導き出したものである。これによると乳期の進行に伴いMUN値は高くなった。一方、生田ら⁵⁾は繋ぎ牛舎において適宜給与飼料を調整したところ、乳期の進行に伴いMUN値は低下した。このことから理想的な基準値は、飼養形態別に作る必要があると考えられた。

今回著者らは、MUNに影響する要因として飼養形態、泌乳期、乳量、産次、給与飼料を取り上げ検討を行った。

飼養形態ではSEPのMUN値が他に比べて有意に低くなった。これはまず第一に給与飼料のCP%, TDN%が共に他形態より低く、TDN/CP比が高いことが原因していると考えられる。生田ら⁵⁾によれば、MUNと給与飼料との関係は、CP%, TDN%とは正の相関、TDN/CPとは負の相関を示しており、他の報告⁹⁾でも同様である。本来、FS並びにTSの形態は、高乳量を目的として、TMRを一律に給与している場合が多いのに対し、SEPでは、低乳量の牛に対して濃厚飼料を控えることにより、低濃度の飼料が給与されていると考えられる。

泌乳期別では初期のMUN値が最も低くなった。これ

は分娩直後であり、一般的に乳量の増加に飼料摂取量の増加が追いついていないため⁹⁾、蛋白摂取量が不足しているためと考えられる。また泌乳中期のMUN値は最盛期よりも高く、乳期中で最も高くなっていった。1グループTMR給与であるFSの形態では、飼料摂取量が高まってくる⁹⁾中期以降、自由摂取により、蛋白摂取量が過剰になると考えられる。また一般的なSEPやTSでは、月1回の牛群検定時に得た乳量をもとに飼料給与量を調節するため、中期以降の乳量が減少する時期では、牛群検定時に過剰な飼料を摂取していると考えられる。

乳量階層別では、階層を4段階に分けたところ30kg以上の2階層のMUN値がそれ未満の2階層より高くなった。飼料成分を見てみると、高乳量階層は低乳量階層に比べてFSとSEPでCP%が高く、SEPにおいてTDN/CPが低くなっていることで説明できる。

産次別では統計的に有意差はみられなかった。これはJonker⁷⁾らの報告と一致した。これに対してBroderick¹¹⁾らは産次とMUN値は負の相関があるとし、田中¹²⁾は産次が増えればMUN値が高くなったと報告している。この理由を田中は、MUN値の高い牛は体高・体重およびルーメン容積が大きく食込みが良く乳生産の多い牛にみられ、MUN値の低い牛は体高・体重が小さく、痩せている牛、育成管理が十分でなかった初産牛であると報告している。なお本調査では、個体調査を実施していないので、この点は不明である。

MUN値予測式の寄与率は、中期が高く、前期が低くなった。この理由として、中期は前期に比べて乳量、飼料摂取量ともに安定しているからだと思われた。FSの寄与率がSEPやTSより高くなったことは、FSの飼料摂取量は牛が自由に決めるのに対して、SEP、TSでは人為的に飼料給与の調整が行われるのと、盗食が考えられる。

この式に養分含量を代入し、MUN予測値を求めたが、飼養標準に照らし合わせて適切と考えられる養分含量であることから、求めたMUN予測値の範囲は、基準値になり得ると思われた。ただし、給与飼料の養分含量によってMUN値が変化しているので、牛群の泌乳レベルと、要求される養分含量をもとに、農家個々の基準値を作ることが必要と考える。FSの予測値と養分含量との関係、乳期に伴う変化は、既報^{5, 6, 9)}と一致した。また予測値とTDN/CPとの関係はTS, SEPで既報^{5, 9)}と一致したが、FSで正の相関関係となった。これは飼料の自由摂取に起因すると推測される。

MUN値日間変動を調査したところ、平均は10.2%であった。MUN値は、乳量とMUN実量によって決まる

が、MUN 値変動の平均以上の個体をみると DMI の変動は少ないが乳量の変動が大きい牛、DMI の変動が大きい乳量の変動の少ない牛、どちらの変動も平均以下である牛があった。変動が平均以下の例は、DMI 変動、乳量変動以上に産生される MUN 実量の変動が大きく、ルーメン内の環境等の変動によるものと思われた。西部⁷⁾は、この日間変動を個体変動として25~30%程度としている。日間変動は牛群の飼養環境、気候並びに飼料品質の恒常性などによって牛群ごとに違っていると推察され、MUN 値を利用する場合注意が必要である。

個体乳 MUN 平均値とバルク乳 MUN 値は、非常に高い相関関係にあった。FS ではバルクの MUN 値が群の平均値であること、給与飼料を反映していることから、バルクの MUN 値の利用は簡易栄養評価の有効な手段だと考えられた。西部⁷⁾は、バルク乳の MUN 値は個体の MUN 変動を打ち消すので牛群の栄養診断には有効であるとしている。なお SEP や TS も本調査では相関が高かったが、飼料給与が人為的である以上、個体乳 MUN 値にばらつきが出る可能性が高く、バルク乳 MUN 値を利用する場合、特に注意が必要だと思われる。また現在、県下では全農家のバルク乳の乳成分検査を月3回測定していることから、同時に MUN 値を測定し、栄養診断として活用すべきであると考えられた。

今後、より一層のコスト削減と環境保全を目的に、厳密な栄養管理を行う酪農家が増えてくることも考えられる。牛に対する理想的な飼料給与の探求と、さらに調査を重ねて MUN 基準値の作成を進めていきたい。

引用文献

- (1) Broderick. Glen A, and Clayton Murray K. (1997) : A Statistical Evaluation of Animal and Nutritional Factors Influencing Concentrations of Milk Urea Nitrogen : J Dairy Sci 80(11), 2964-2971
- (2) 生田健太郎 (1997) : 血液自動分析システムによる乳中尿素態窒素量測定のための諸要因の検討 : 兵庫農技研報 (畜産) 33, 54-58
- (3) 生田健太郎 (1997) : コーンサイレージ使用時における飼料構成と乳中尿素態窒素量及び乳蛋白質率の関連性 : 兵庫農技研報 (畜産) 33, 59-64
- (4) 生田健太郎・小鴨睦・篠倉和己・函城悦司 (2000) : 乳中尿素態窒素測定法の比較と測定値に及ぼす乳汁採取・保存法の影響 : 日獣会誌53, 285-288
- (5) 生田健太郎・小鴨睦・篠倉和己・函城悦司 (2000) : 乳中尿素態窒素と乳蛋白質率による泌乳牛の栄養診断 : 日獣会誌53, 289-292
- (6) Jonker. J. S, Kohn. R. A, and Erdman. R. A (1999) : Milk Urea Nitrogen Target Concentrations for Lactating Dairy Cows Fed According to National Research Council Recommendations : J Dairy Sci82(6), 1261-1273
- (7) 西部 潤 (1999) : MUN (乳中尿素態窒素) の測定と実際的利用法 : HOLSTEIN 363, 4-9
- (8) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1999) : 日本飼養標準乳牛 (中央畜産会) 49-50
- (9) 扇 勉 (1995) : 乳中尿素態窒素測定で乳牛の栄養診断 : デーリイマン45(12), 42-43
- (10) 全国家畜畜産物衛生指導協会 (1998) : 生産獣医療システム132-133
- (11) 田中義春 (2000) : 「乳」からのモニタリング (デーリイ・ジャパン社) 68-83